

ВЕЛИКИЙ ПРАКТИКУМ З ЗАГАЛЬНОЇ ГЕНЕТИКИ

ЛЕКЦІЯ 5

Тема: Геноми мітохондрій

Мітохондрії, які присутні практично в усіх еукаріотів за деякими винятками, відіграють центральну роль у синтезі АТФ і деяких інших важливих фізіологічних процесах. Кількість мітохондрій на одну клітину може варіювати від декількох штук (наприклад, у сперміях) до декількох тисяч (у гепатоцитах). Кожна мітохондрія може нести декілька копій ДНК (мтДНК), які в комплексі з білками утворюють структуру, подібну до нуклеоїдів прокариотів.

Генетичний код, що використовується власною системою трансляції мітохондрій, характеризується деякими відхиленнями від універсальної таблиці відповідності кодонів амінокислотам.

Зокрема, універсальний стоп-кодон UGA в мітохондіях більшості видів кодує триптофан, у мітохондіях дріжджів кодон CUG відповідає треоніну замість лейцину, у мітохондіях ссавців AUA відповідає метіоніну замість ізолейцину тощо.

Популярною є думка, що більшість еукаріотів мають кільцеву молекулу мтДНК. Часто так воно і є, проте останнім часом накопилися дані про те, що у великої кількості еукаріотів мтДНК є лінійною (малярійний плазмодій, гідра, деякі гриби та одноклітинні водорості). Іноді, наприклад у дріжджів, лінійна молекула мтДНК являє собою так званий конкатомер – складається з великих однакових ділянок послідовності, що тандемно повторюються. Лінійні мтДНК характеризуються наявністю специфічних кінцевих структур: ковалентно замкнені на кінцях комплементарні ланцюги, приєднані до кінців молекули специфічні термінальні білки або теломероподібні кінцеві повтори різноманітної довжини.

Зазвичай мітохондріальні геноми (мітохондріоми) представлені однією "хромосомою", однак є винятки. Так, мітохондрії гриба *Spizellomyces punctatus* містять три різні кільцеві молекули ДНК.

У найпростішого *Amoebidium parasiticum* мітохондріом складається з декількох сотень лінійних молекул, які різняться за розмірами й послідовністю. Мітохондріальний геном рослин, як правило, складається з декількох молекул різного розміру. Одна з них, "основна хромосома", містить більшу частину генів, а кільцеві форми меншого розміру, які перебувають в динамічній рівновазі як між собою, так і з основною хромосомою, утворюються внаслідок внутрішньо- та міжмолекулярної рекомбінації завдяки наявності гомологічних ділянок. Перебудови геномів мітохондрій у результаті рекомбінаційних подій, ведуть до делецій, дуплікацій, інверсій або інсерцій певних нуклеотидних послідовностей або цілих генів. Такі зміни можуть викликати не тільки ушкодження наявних генів, але й появу нових працюючих генів. Вважають, що ця зміна структури мітохондріального геному контролюється ядром і є одним із механізмів регуляції ефективності експресії мітохондріальних генів.

ВЕЛИКИЙ ПРАКТИКУМ З ЗАГАЛЬНОЇ ГЕНЕТИКИ

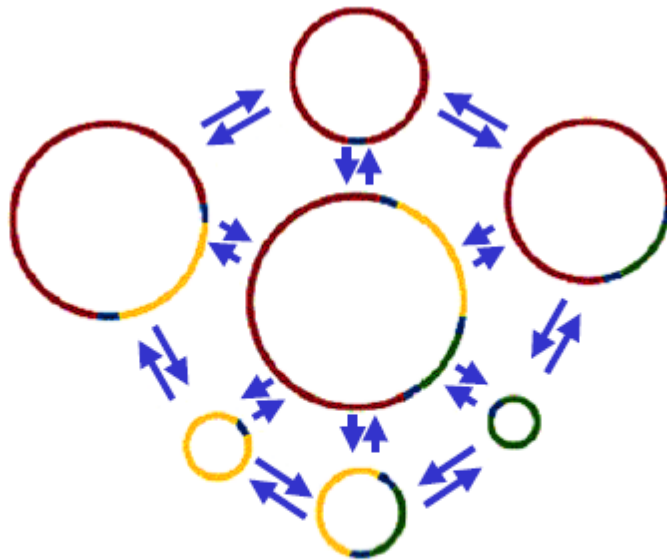


Рис. 6.13. Схема утворення кільцевих молекул різного розміру в мітохондріях рослин. Рекомбінація відбувається по гомологічних ділянках, забарвлених однаковим кольором

Мітохондріальні геноми значно варіюють за розмірами: від 6 тис. пар основ у плазмодіїв до 2 млн 400 тис. пар основ у сітчастої дині. У тварин мтДНК має в основному невеликі розміри - у середньому 13-19 тис. пар основ. Відносно великі мітохондріоми (від 20 до 42 тис. пар основ) знайдені в молюсків, нематод і деяких комах. Мітохондріоми вищих рослин мають великі розміри (від 180 до 2 млн 500 тис. пар основ), містять значну кількість послідовностей, що повторюються, і відкритих рамок зчитування з невідомими функціями. Характерним для мітохондріомів рослин є наявність вбудованих ділянок хлоропластної ДНК.

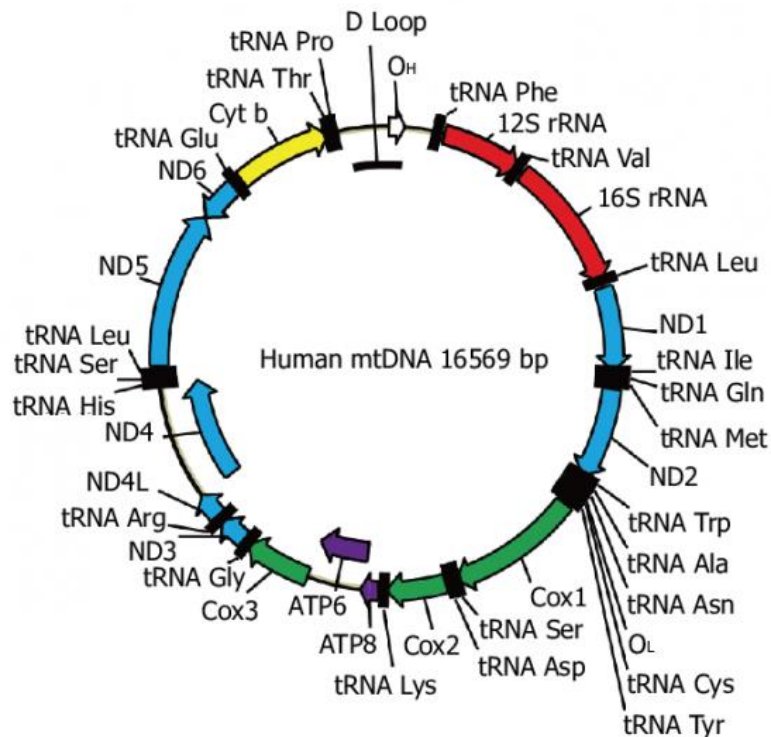
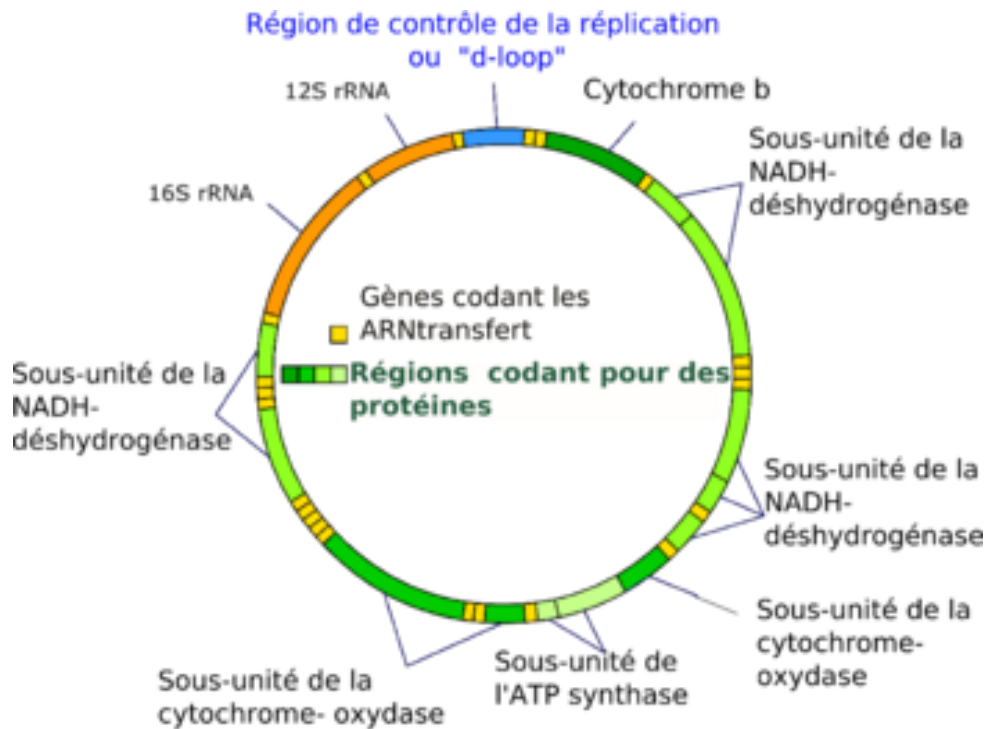
Набір генів у мітохондріальних геномах варіює від 5 у плазмодіїв до 100 у джгутикового *Reclinomonas americana*. Для більшості еукаріотів середня кількість генів, які кодує мітохондріом, становить 40-50, з яких 12-20 є білковими. Геноми мітохондрій усіх еукаріотів кодують рРНК великої та малої субодиниць мітохондріальної рибосоми, а також частковий (інколи повний) набір власних тРНК. Білки, що кодуються мітохондріомами, в основному залучені до процесів перенесення електрона та синтезу АТР: субодиниця АТР-синтази (ген *atp*), компоненти комплексів дихального ланцюга (гени *nad*, *sdh*, *cob*, *cox*).

У мтДНК рослин і деяких одноклітинних містяться гени рибосомних білків. Дещо атиповим за складом генів є мітохондріом дріжджів - він містить, зокрема, гени ендонуклеаз і зворотної транскриптази.

Різниця в розмірах мітохондріомів викликана некодуючими послідовностями - кореляція між розміром мтДНК і кількістю генів практично відсутня. Особливо велика кількість некодуючих послідовностей мтДНК (50-70 %) є характерною для вищих рослин. Частина таких послідовностей входить до складу інтронів (в основному зустрічаються в мітохондріальних

ВЕЛИКИЙ ПРАКТИКУМ З ЗАГАЛЬНОЇ ГЕНЕТИКИ

генах грибів і вищих рослин, у генах ссавців інтрони відсутні), які видаляються з транскриптів під час сплайсингу. Більша частина некодуючих ділянок представлена міжгенними регіонами.



Усі компоненти реплікативного, транскрипційного та частина трансляційного апаратів мітохондрій кодуються ядерним геномом. Отже, експресія мітохондріальних генів перебуває під повним контролем ядра.

<https://www.youtube.com/watch?v=IwYOnxMfRD4>

<https://www.youtube.com/watch?v=TiqTAfHhOC0>

<https://www.youtube.com/watch?v=NnjeGHkrfUc>