

§ 57. Гени й геноми



Поміркуйте

Кількість генів у геномі людини більше, ніж у геномі кишкової палички, приблизно в 5 разів. А кількість нуклеотидів ДНК у геномі людини більше аж у 700 разів. Чому має місце така різниця?



Згадайте

- Ген
- Геном
- ДНК
- Нуклеоїд
- Хромосоми

Ген та його структура

Кожний ген є ділянкою молекули ДНК. Він відповідає за утворення однієї або кількох ознак організму. Але більшість ознак утворюються в результаті взаємодії кількох генів.

В яких структурах розташовані гени? У прокаріотів вони зосереджені у великій кільцевій молекулі ДНК (це нуклеоїд або бактеріальна хромосома). Крім того, вони є в невеликих кільцевих молекулах ДНК — плазмідах.

В еукаріотів гени містяться в хромосомах ядра, мітохондріях і пластидах. Відповідно до місця розташування гени еукаріотів поділяють на ядерні, мітохондріальні та гени пластид.

Усі гени мають однакову схему будови. Вони складаються з кількох ділянок. Головною ділянкою будь-якого гена є та, яка містить інформацію про будову молекули білка або РНК (продукту гена). Це **кодуюча частина гена**. Інші ділянки гена — **некодуючі**. Вони не містять інформації про будову

молекул, синтез яких забезпечує ген, але відповідають за роботу гена. **Некодуючими** ділянками гена є промотор і термінатор. **Промотор** — це ділянка гена, яка позначає місце, де починається синтез РНК, **термінатор** — де закінчується синтез. Крім того, до складу гена входять регуляторні ділянки, які регулюють його роботу.

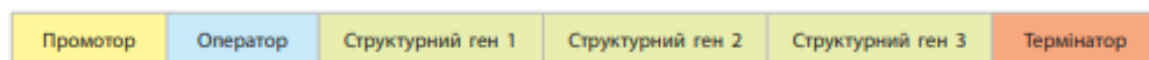
Гени прокаріотів

Гени прокаріотів мають відносно просту структуру. Частіше за все вони містять інформацію тільки про одну структуру — молекулу білка або РНК. Гени прокаріотичних організмів часто організовані в оперони. **Оперон** — структура, яка складається з кількох структурних генів (мал. 57.1). Структурні гени в опероні розташовані поряд і мають на всіх один спільний промотор, один спільний термінатор і один спільний оператор, який регулює його роботу.

Прикладом оперона може бути лактозний оперон кишкової палички. Він містить гени, які кодують ферменти, потрібні для синтезу вуглеводу лактози.

Гени еукаріотів

На відміну від генів прокаріотів, гени еукаріотичних організмів не утворюють оперонів. Кожний із них має власні промотор і термінатор. Крім того, будова цих генів більш складна. У складі їхньої ділянки ДНК є послідовності нуклеотидів, які не містять інформації, потрібної для синтезу продукту гена (молекули білка або РНК). Такі ділянки називають **інтронами**. Ті ділянки, які містять потрібну інформацію, називають **екзо-**



Мал. 57.1. Будова оперона прокаріотичного організму



Мал. 57.2. Будова гена еукаріотичного організму



нами. Зазвичай еукаріотичний ген містить по кілька інтронів та екзонів (мал. 57.2).

Важливою частиною еукаріотичних генів є регуляторні ділянки. З допомогою цих ділянок клітина може прискорювати або вповільнювати синтез продукту гена.

Особливості геномів прокаріотів

Основна частина геному прокаріотів зосереджена в бактеріальній хромосомі. Це кільцева молекула ДНК, яка зазвичай в одному місці прикріплюється до клітинної мембрани. Крім цієї ДНК до складу геному еукаріотів входять плазмідні. Плазмідні є маленькими кільцевими молекулами ДНК, які розташовані в цитоплазмі клітини.

Геном прокаріотів не містить або містить дуже мало некодуючих ділянок ДНК.

Особливості геномів еукаріотів

Характерною рисою геномів еукаріотів є те, що більша частина їхньої ДНК представлена некодуючими ділянками. Спочатку таку ДНК назвали смітцевою, бо думали, що вона непотрібна. Але потім виявилось, що вона може відігравати важливу роль у регуляції роботи геному та еволюційних процесах. Проте остаточно роль некодуючих ділянок ДНК ще не з'ясовано.

Геноми еукаріотів поділяються на дві великі частини — ядерну і позаядерну. Основна частина генів еукаріотів зосереджена в ядерній частині геному. **Ядерна частина** представлена генами, які розташовані в хромосомах ядра клітини.

Позаядерна частина геному представлена ДНК мітохондрій і пластид. Ця ДНК має форму кільця, вона не пов'язана з білками і за своєю будовою дуже схожа на бактеріальну хромосому. Деякі еукаріоти (наприклад, дріжджі) можуть мати також у своїх клітинах плазмідні.



Ключова ідея

Ген — це одиниця спадковості, ділянка ДНК, до складу якої входить кілька компонентів (промотор, термінатор, кодуєчі ділянки тощо). Гени прокаріотів мають більш складну будову, ніж гени еукаріотів. Сукупність усіх генів і некодуючих ділянок ДНК клітини утворює її геном. За будовою геномів прокаріоти та еукаріоти також різняться між собою.

Крім структурних і регуляторних генів у геномах еукаріотичних організмів трапляються довгі ділянки повторюваних нуклеотидних послідовностей різної довжини. Їхні функції ще недостатньо вивчені. У геномах еукаріотів трапляються також мобільні генетичні елементи (мобільні гени), які здатні переміщатися всередині геному. Ці гени не є структурними або регуляторними, і їх часто розглядають як внутрішньогеномних паразитів.

Регуляція активності генів

У геномі людини понад 20 000 генів. Але для життєдіяльності й виконання своїх функцій кожній окремій клітині потрібно набагато менше генів. Тому більша їх частина у клітинах є «вимкненою», неактивною.

Але й ті гени, які працюють, не завжди працюють однаково. Якщо є потреба у виробленні слини, то гени, які виробляють потрібні ферменти, працюють активно. А коли потреба минає, інтенсивність їхньої роботи слід зменшувати. Так клітини можуть економити ресурси організму.

У клітинах регуляція реалізації генетичної інформації може відбуватися за допомогою кількох механізмів. **Перший механізм** — взаємодія продуктів регуляторних генів (зазвичай білків) з певними структурами генів: оператором, промотором або регуляторними ділянками. Це дозволяє змінювати швидкість роботи генів або «вмикати» чи «вимикати» їх.

Другий механізм — модифікація деяких нуклеотидів у ланцюжках ДНК. Якщо до них приєднується метильний радикал (CH_3), то зчитування інформації з ділянки ДНК за таким нуклеотидом стає неможливим.

Третій механізм — пакування певних ділянок ДНК за допомогою білків таким чином, щоб з них не можна було зчитати спадкову інформацію. Крім того, регуляція можлива й на більш пізніх етапах, коли клітина блокує роботу РНК або білків, які є продуктами роботи гена.



Запитання та завдання

1. Складіть список «недоліків» оперонів порівняно з еукаріотичними геномами.
2. Більша частина ДНК в геномі еукаріотів є некодуючими ділянками. Але під час аналізу геному дуже важливо визначити кількість генів у геномі. Яким чином можна дізнатися, що певна ділянка ДНК є геном?