

BÀI 1: GEN, MÃ DI TRUYỀN VÀ QUÁ TRÌNH NHÂN ĐÔI ADN

1. Lý thuyết

1.1. Khái niệm

- **Gen:** là một đoạn của phân tử ADN mang thông tin và mã hoá cho một chuỗi polipeptid hay một phân tử ARN. Có hai loại gen: gen điều hoà (hình thành nên Pr) và gen cấu trúc (hình thành thông tin).
- **Mã di truyền:** là trình tự các nucleotit trong gen quy định trình tự các axit amin trong phân tử Pr. Mã di truyền là mã bộ ba, trong 64 bộ ba thì có 3 bộ ba không mã hoá aa. 3 bộ ba kết thúc: UAA, UAG, UGA, và bộ ba mở đầu: AUG.

1.2. Cấu trúc chung của gen cấu trúc

3' (Mạch mã gốc)

Vùng điều hoà (Khởi động và điều hoà quá trình phiên mã) – Vùng Mã hóa (Mã hoá aa) – Vùng kết thúc (Tín hiệu kết thúc phiên mã)

(Mạch bổ sung) 5'

CẤU TRÚC CỦA GEN CẤU TRÚC Ở SINH VẬT NHÂN SƠ



CẤU TRÚC CỦA GEN CẤU TRÚC Ở SINH VẬT NHÂN THỰC



Lưu ý

Tất cả các gen giống nhau ở vùng điều hoà và vùng kết thúc, khác nhau ở vùng mã hoá

- Ở sinh vật nhân sơ: tất cả các Nu đều tham gia mã hoá aa gọi là gen không phân mảnh.
- Ở sinh vật nhân thực: gen phân mảnh nằm xen kẽ giữa các đoạn mã hoá (Exon) với các đoạn không mã hoá (Intron).

1.3. Đặc điểm của mã di truyền

- Mã di truyền được đọc từ một điểm xác định theo từng bộ ba, không gối lên nhau.
- Mã di truyền có tính phổ biến.
- Mã di truyền có tính đặc hiệu.

- Mã di truyền có tính thoái hoá.

1.4. Quá trình nhân đôi ADN (tái bản ADN)

1.4.1. Nơi diễn ra quá trình nhân đôi ADN

- Ở tế bào nhân sơ: xảy ra ở tế bào chất.
- Ở tế bào nhân thực: xảy ra tại nhân tế bào, ti thể và lục lạp.
- Thời điểm: Tại pha S (Kì trung gian giữa 2 lần phân bào) của chu kì tế bào.

1.4.2. Diễn biến quá trình nhân đôi ADN

Bước 1: Tháo xoắn ADN

- Nhờ enzym Helicaza tháo xoắn, hai mạch đơn của phân tử ADN tách nhau ra tạo thành chạc chữ Y để lộ ra hai mạch khuôn.

Bước 2: Tổng hợp các mạch ADN mới

- Thực hiện theo nguyên tắc bổ sung: A-T, G-X
- Trên mạch mã gốc (3'-5') tổng hợp ADN mới liên tục.
- Trên mạch bổ sung (5'-3') tổng hợp ngắt quãng tạo thành các đoạn Okazaki, sau đó nhờ enzym nối Ligaza nối các đoạn Okazaki lại với nhau.

Bước 3: Hai phân tử ADN mới được tạo thành

- Trong mỗi phân tử ADN tạo thành thì một mạch là mới được tổng hợp, mạch kia là của ADN ban đầu (nguyên tắc bán bảo tồn).

1.4.3. Ý nghĩa quá trình nhân đôi ADN

Truyền đạt thông tin di truyền trong hệ gen từ tế bào này sang tế bào khác, từ thế hệ này sang thế hệ khác, đảm bảo cho sự sống được duy trì liên tục, mỗi loài có một bộ gen đặc trưng và tương đối ổn định.

2. Bài tập minh họa

2.1. Dạng 1: Xác định số lần tự nhân đôi, số phân tử ADN và số chuỗi polinucleotit được tạo ra trong quá trình nhân đôi

2.1.1. Tính số phân tử ADN

- 1 ADN mẹ qua 1 lần tự nhân đôi tạo $2 = 2^1$ ADN con
- 1 ADN mẹ qua 2 lần tự nhân đôi tạo $4 = 2^2$ ADN con
- 1 ADN mẹ qua 3 lần tự nhân đôi tạo $8 = 2^3$ ADN con
- 1 ADN mẹ qua k lần tự nhân đôi tạo ra 2^k ADN con

→ Qua k lần tự nhân đôi: Tổng số ADN tạo thành $= 2^k$

Trong 2^k phân tử ADN tạo thành có một phân tử ADN mẹ ban đầu.

Tổng số ADN con $= 2^k - 1$

Dù ở đợt tự nhân đôi nào, trong số ADN con tạo ra từ 1 ADN ban đầu, vẫn có 2 ADN con mà mỗi ADN con này có chứa 1 mạch cũ của ADN mẹ. Có nghĩa là luôn có 2 mạch ADN ban đầu. Vì vậy số ADN con còn lại có cả 2 mạch có nguyên liệu hoàn toàn từ nucleotit

mới của môi trường nội bào.

Số ADN con có 2 mạch mới hoàn toàn $=2^k-2$

2.1.2. Tính số chuỗi polinucleotit.

- Mỗi một phân tử ADN gồm có hai chuỗi polinucleotit. Sau k lần nhân đôi thì số chuỗi polinucleotit được tạo ra là: 2×2^k
- Sau k lần nhân đôi thì số chuỗi polinucleotit có nguyên liệu hoàn toàn từ môi trường được tổng hợp là: $2 \times (2^k - 1)$

Phân tử ADN sau 5 lần nhân đôi thì lấy từ môi trường bao nhiêu chuỗi polinucleotit.

Hướng dẫn giải

- Số chuỗi polinucleotit 1 phân tử ADN sau 5 lần nhân đôi lấy từ môi trường là $2 \times (2^5 - 1) = 62$ chuỗi
- Số chuỗi polinucleotit phân tử ADN sau 5 lần nhân đôi lấy từ môi trường là $2 \times 2 \times (2^5 - 1) = 124$ chuỗi

2.2 Dạng 2 tính số nucleotit môi trường cung cấp cho quá trình nhân đôi.

Phân tử ADN mới được tạo ra có thành phần cấu tạo và số lượng các loại nucleotit giống với phân tử ADN ban đầu.

Khi gen nhân đôi một lần:

- Nmt = Ngen
- Amt = Tmt = Agen = Tgen
- Gmt = Xmt = Ggen = Xgen

Từ đó nếu phân tử ADN nhân đôi k lần thì sẽ

có: $N_{mt} = N \times (2^k - 1)$ $A_{mt} = T_{mt} = T \times (2^k - 1) = A \times (2^k - 1)$ $G_{mt} = X_{mt} = G \times (2^k - 1) = X \times (2^k - 1)$

Một gen có 150 chu kì xoắn và $G = 600$. Khi gen nhân đôi liên tiếp 3 lần, cần môi trường nội bào cung cấp số lượng nuclêôtit thuộc mỗi loại là?

Hướng dẫn giải

- Tổng số nucleotit của gen đó: $N = C \times 20 = 150 \times 20 = 3000$ nu
- Theo nguyên tắc bổ sung số nu của mạch là
 $G = X = 600, A = T = (3000:2) - 600 = 900$ nu
- Số nu môi trường cung cấp mỗi loại khi gen nhân đôi liên tiếp 3 lần
 $G_{mt} = X_{mt} = 600 \times (2^3 - 1) = 4200$ nu
 $A_{mt} = T_{mt} = 900 \times (2^3 - 1) = 6300$ nu

2.3 Dạng 3 xác định số liên kết hiđrô và liên kết cộng hóa trị được hình thành và bị phá hủy trong nhân đôi.

2.3.1 Tính số liên kết hiđrô (H).

- Số liên kết H trong một phân tử ADN là: $2A + 3G = 2A + 2G + G = N + G$

- Số liên kết H được hình thành trong lần nhân đôi thứ k là $H_k = H \times 2^k$
- Tổng số liên kết hidro được hình thành sau k lần nhân đôi (bao gồm cả các lần nhân đôi từ $1 \rightarrow k$) là: $\sum H = H \times (2^1 + 2^2 + \dots + 2^k) = 2H \times (2^k - 1)$
- Số liên kết H bị phá vỡ là trong lần nhân đôi thứ k là: $H = H \times 2^k - 1$
- Tổng số liên kết hidro bị phá vỡ sau k lần nhân đôi là: $\sum H = H \times (2^0 + 2^1 + \dots + 2^{k-1}) = H \times (2^k - 1)$

1 gen có chiều dài 5100 A^o và ribonucleit G chiếm 20% gen có bao nhiêu liên kết hidro.

Hướng dẫn giải

- Tổng số nu của gen: $N = (2 \times L) : 3,4 = (2 \times 5100) : 3,4 = 3000$ nu
- Số nu loại G = X = 20% x 3000 = 600 nu
- Số liên kết H trong gen = N + G = 3000 + 600 = 3600 liên kết.

2.3.2 Tính số liên kết cộng hóa trị

Liên kết cộng hóa trị giữa các nucleotit trong 1 mạch thì không bị phá vỡ, sau khi nhân đôi thì số lượng liên kết hóa trị tăng lên gấp đôi.

- Số liên kết cộng hóa trị trong 1 gen là $HT = N - 2$
- Sau khi nhân đôi k lần thì số liên kết hóa trị của phân tử là $HT_{\text{hình thành}} = HT \times (2^k - 1)$

1 gen có chiều dài 5100 A^o và ribonucleit, tiến hành nhân đôi 2 lần, tính tổng số liên kết cộng hóa trị sau khi gen nhân đôi

Hướng dẫn giải

- Tổng số nu của gen: $N = (2 \times L) : 3,4 = (2 \times 5100) : 3,4 = 3000$ nu
- Số liên kết hóa trị của gen sau khi nhân đôi

$$HT = (N-2) \times 2^2 = (3000 - 2) \times 4 = 11992 \text{ liên kết hóa trị}$$

3. Luyện tập

3.1 Bài tập tự luận

Câu 1: Một phân tử ADN có chiều dài 4080 và có A = 2G. phân tử ADN này nhân đôi liên tiếp 5 lần. Số nucleotit loại G mà môi trường cung cấp cho quá trình nhân đôi là bao nhiêu?

Câu 2: Một phân tử ADN có chiều dài là 4080 A^o. Phân tử ADN này nhân đôi liên tiếp 3 lần số liên kết hóa trị được hình thành giữa các nucleotit trong quá trình nhân đôi của AND là bao nhiêu?

Câu 3: Một phân tử ADN nhân thực có 50 chu kì xoắn. Phân tử ADN này nhân đôi liên tiếp 4 lần. Số liên kết hóa trị được hình thành giữa các nucleotit trong quá trình nhân đôi là bao nhiêu?

Câu 4: Một phân tử ADN mạch kép thẳng của sinh vật nhân sơ có chiều dài 4080. Trên mạch 1 của gen có A1 = 260 nu, T1 = 220 nu. Gen này thực hiện tự sao một số lần sau khi kết thúc đã tạo ra tất cả 64 chuỗi polinucleotit. Số nu từng loại mà môi trường nội bào cung cấp cho quá trình tái bản của gen nói trên là bao nhiêu?

