

제 4 교시

과학탐구 영역(생명과학 II)

성명

수험번호

제 () 선택

CODE_NULL - Polymerase Chain Reaction

1. 다음은 DNA를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

(가) 주형 DNA의 염기 서열은 다음과 같다.



(나) 프라이머 ㉓는 주형 가닥 ㉠과, 프라이머 ㉔는 주형 가닥 ㉡과 상보적이며, ㉓와 ㉔는 각각 7개의 뉴클레오타이드로 구성된다.

(다) 표와 같이 주형 가닥이 담긴 시험관 I ~ III에 프라이머와 중합 효소 연쇄 반응(PCR)에 필요한 물질을 충분히 넣고 DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 20회 반복하였다.

구분	I	II	III
주형 가닥	㉠ 1분자, ㉡ 1분자	㉠ 1분자	㉠ 1분자, ㉡ 1분자
프라이머	㉓, ㉔	㉓, ㉔	㉓

(라) I에서 220개의 2중 가닥 DNA를 얻었다.

(마) I의 반응 산물에서 분자량이 가장 작은 2중 가닥 DNA에 포함된 염기 중 A의 비율은 0.25이고, 이 2중 가닥 DNA에서 염기 사이의 수소 결합 총수는 60이다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.) [3점] [161120]

<보기>

- ㄱ. ㉓에는 퓨린 계열의 염기가 피리미딘 계열의 염기보다 많다.
- ㄴ. II에서 얻은 2중 가닥 DNA의 수는 219이다.
- ㄷ. III에서 얻은 새로 합성된 2중 가닥 DNA의 수는 20이다.

ㄴ

2. 다음은 DNA를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

○ 주형 DNA ㉠과 ㉡의 염기 서열은 다음과 같다.



○ 프라이머 ㉓~㉔는 각각 6개의 뉴클레오타이드로 구성된다.

[실험 과정 및 결과]

(가) 표와 같이 주형 DNA, ㉓~㉔가 담긴 시험관 I ~ III에 중합 효소 연쇄 반응(PCR)에 필요한 물질을 충분히 넣고 DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 20회 반복하였다.

시험관	I	II	III
주형 DNA	㉠	㉡	㉡
주형 DNA의 분자수	m개	n개	n개
프라이머	㉓, ㉔	㉓, ㉔	㉓, ㉔

(나) I과 II에서는 ㉠과 ㉡의 전체 염기 서열이 모두 증폭되었고, III에서는 24개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭되었다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.) [3점] [170915]

<보기>

- ㄱ. ㉓의 5' 말단 염기는 구아닌(G)이다.
- ㄴ. ㉔의 퓨린 계열의 염기 수는 4이다.
- ㄷ. I에서 증폭된 ㉠의 분자수 : II에서 증폭된 ㉡의 분자수 = $m^{20} : n^{20}$ 이다.

ㄱ, ㄴ

2 (생명과학 II)

과학탐구 영역

3. 다음은 DNA를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

- PCR에 사용되는 주형 DNA에서 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ㉠과 ㉡은 각각 5' 말단과 3' 말단 중 하나이다.

㉠-GCGACAGACGATGTGATCGTCTATGGAAGTGAAGAATTT-㉡

- 표는 프라이머 ㉠~㉤의 염기 서열을 나타낸 것이다. ㉠~㉤은 각각 6개의 뉴클레오타이드로 구성되며, ㉢~㉤ 각각은 5' 말단 또는 3' 말단 중 하나이다.

프라이머	염기 서열
㉠	?
㉡	㉢-TGGAAC
㉢	㉣-ACATCG
㉣	?
㉤	㉢-ACAGAC

[실험 과정 및 결과]

- (가) 주형 DNA와 PCR에 필요한 물질이 충분히 담긴 시험관
- | 시험관 | I | II | III |
|------|------|------|------|
| 프라이머 | ㉠, ㉡ | ㉢, ㉣ | ㉣, ㉤ |
- I ~ III에 표와 같이 프라이머를 넣은 후, DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 20회 반복한다.
- (나) I에서는 16개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭되었고, II에서는 26개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭되었다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.) [3점] [171114]

<보 기>

- ㄱ. ㉠과 ㉡은 모두 3' 말단이다.
 ㄴ. ㉠과 ㉣의 5' 말단 염기는 모두 아데닌(A)이다.
 ㄷ. III에서는 31개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭된다.

ㄱ, ㄴ

4. 다음은 DNA를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

- PCR에 사용되는 주형 DNA x 와 y 는 34개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 와 y 의 염기 서열은 다음과 같다.

$$x \begin{cases} 5\text{-CAGCTATGACTATTCCTACCTTCAAGTGCTAAGT-}3' \\ 3\text{-GTCGATACTGATAAGGATGGAAGTTCACGATTCA-}5' \end{cases}$$

$$y \begin{cases} 5\text{-AAGCTATATCACTTGAAGCTCATAGACTATTCGT-}3' \\ 3\text{-TTTCGATATAGTGAAGTTCGAGTATCTGATAAGCA-}5' \end{cases}$$

- 프라이머 ㉠~㉣은 각각 6개의 뉴클레오타이드로 구성되며, ㉠과 ㉡은 각각 x 의 주형 가닥 중 하나와 상보적이고, ㉢, ㉣, ㉤ 각각은 y 의 주형 가닥 중 하나와 상보적이다. ㉠에서 퓨린 계열 염기의 개수는 2개이다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) PCR에 필요한 물질이 충분히 담긴 시험관 I ~ III에 표와 같이 주형 DNA와 프라이머를 넣은 후, DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 30회 반복한다.

시험관	I	II	III
주형 DNA	x	y	y
프라이머	㉠, ㉡	㉢, ㉣	㉣, ㉤

- (나) I에서는 26개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이, II에서는 24개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이, III에서는 ㉠ 27개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭되었다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.) (역배점 문항) [181115]

<보 기>

- ㄱ. ㉠의 3' 말단 염기는 구아닌(G)이다.
 ㄴ. ㉢에서 $\frac{\text{퓨린 계열 염기의 개수}}{\text{피리미딘 계열 염기의 개수}} = 1$ 이다.
 ㄷ. ㉠에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 64개다.

ㄴ, ㄷ

5. 다음은 2중 가닥 DNA x를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

○ x는 46개의 염기쌍으로 이루어져 있고 x 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.

ACTAATCCCGGGGTCAACTTAAGATGGATTAGAAAGAATTCAGCG

○ 표는 프라이머 ㉠~㉢의 염기 서열을 나타낸 것이고, ㉠~㉢는 각각 6개의 뉴클레오타이드로 구성된다. 그림은 제한 효소 EcoR I 과 Sma I 의 인식 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.

프라이머	염기 서열	5'-GAATTC-3'	5'-CCCGGG-3'
㉠	?	3'-CTTAAG-5'	3'-GGGCC-5'
㉡	?		
㉢	TAATCC	EcoR I	Sma I

[: 절단 위치]

[실험 과정 및 결과]

(가) PCR에 필요한 물질이 충분히 담긴 시험관 I ~ III에 표와 같이 주형 DNA와 프라이머를 넣은 후, DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 30회 반복한다.

시험관	I	II	III
주형 DNA	x	x에 EcoR I을 처리하여 생성된 DNA 조각	x에 Sma I을 처리하여 생성된 DNA 조각
프라이머	㉠, ㉡	㉢	㉡, ㉢

(나) I ~ III에서 모두 2중 가닥 DNA 조각이 증폭되었으며, I에서는 34개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이, III에서는 21개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭되었다.

이 실험에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.) [3점] [191114]

<보 기>

- ㄱ. ㉠의 3' 말단 염기는 아데닌(A)이다.
- ㄴ. x에는 EcoR I의 인식 서열이 두 군데 있다.
- ㄷ. II에서는 30개의 염기쌍으로 이루어진 DNA 조각이 증폭된다.

ㄱ, ㄷ

6. 다음은 DNA Q를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

○ Q는 40개의 염기쌍으로 구성되고, 염기 서열은 다음과 같다.

5'-GGGACTGCAGCTGCATACGATCTACATGCAGCTGCAGGTT-3'
3'-CCCTGACGTCGACGTATGCTAGATGTACGTCGACGTCCAA-5'

○ 표는 프라이머 ㉠~㉢의 특징을, 그림은 제한 효소 Pst I과 Pvu II의 인식 서열을 나타낸 것이다.

프라이머	뉴클레오타이드 개수	프라이머와 Q의 주형 가닥 사이의 수소 결합 총개수	5'-CTGCAG-3' 3'-GACGTC-5' Pst I 5'-CAGCTG-3' 3'-GTCGAC-5' Pvu II
㉠	x	15	
㉡	?	15	
㉢	7	18	
㉣	8	20	

[실험 과정 및 결과]

(가) Q와 PCR에 필요한 물질이 충분히 담긴 시험관 I과 II에 표와 같이 프라이머를 넣은 후, ㉠ DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, ㉡ DNA 합성의 세 과정을 30회 반복한다.

(나) I과 II에서 모두 2중 가닥 DNA 조각이 증폭되었으며, 증폭된 DNA 조각의 특징은 표와 같다.

시험관	프라이머	증폭된 DNA 조각		
		염기쌍 개수	Pst I 인식 서열 개수	Pvu II 인식 서열 개수
I	㉠, ㉡	?	2	2
II	㉢, ㉣	y	1	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.) [3점] [200920]

<보 기>

- ㄱ. (가)에서 시험관 내 온도는 ㉠에서가 ㉡에서보다 높다.
- ㄴ. ㉠~㉣ 중 5' 말단 염기가 퓨린 계열인 것은 3개이다.
- ㄷ. x + y = 41이다.

ㄱ, ㄴ, ㄷ

4 (생명과학 II)

과학탐구 영역

7. 다음은 2중 가닥 DNA x 를 이용한 중합 효소 연쇄 반응(PCR) 실험이다.

○ x 는 42개의 염기쌍으로 구성되고, 염기 서열은 다음과 같다.

5'-GTCATGAGTGACTTGAGTCAATCGATGCTATGTCTAAGTCCT-3'
3'-CAGTACTCACTGAAGTCACTAGCTACGATACAGATTCAGGA-5'

○ 프라이머 ㉑의 염기 서열은 AGTCAA이고, 표는 프라이머 ㉒~㉔의 특징을 나타낸 것이다.

프라이머	염기 개수	프라이머와 x 의 주형 가닥 사이의 수소 결합 총개수	퓨린 계열 염기 개수
㉒	?	16	5
㉓	?	15	㉕
㉔	7	17	3

[실험 과정 및 결과]

(가) x 와 PCR에 필요한 물질이 충분히 담긴 시험관 I ~ III에 표와 같이 프라이머를 넣은 후, DNA 변성(열처리), 프라이머 결합, DNA 합성의 세 과정을 30회 반복한다.

(나) I ~ III에서 모두 2중 가닥 DNA 조각이 증폭되었으며, 증폭된 DNA 조각의 특징은 표와 같다. ㉖은 30보다 크다.

시험관	프라이머	증폭된 DNA 조각	
		염기쌍 개수	염기 간 수소 결합 총개수
I	㉑, ㉒	?	?
II	㉒, ㉓	30	73
III	㉓, ㉔	㉖	㉗

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고르시오. (단, PCR의 각 단계는 정상적으로 진행되었다.) [3점]
[201116]

<보 기>

- ㉑. ㉒의 3' 말단 염기는 타이민(T)이다.
- ㉒. ㉕은 5이다.
- ㉓. ㉗은 80이다.

㉒, ㉓

<메 모>

* 확인 사항
○ 답안지의 해당란에 필요한 내용을 정확히 기입(표기)했는지 확인 하시오.