

smart is sexy

Orbi.kr

15 개정 교육과정



PRESENT

[현재]
[선물]
[드리다]

생명과학

II

Week 1

㉔ 염기 서열 (프라이머)

프라이머의 염기 서열이나 주형 DNA 가닥의 염기 서열이 주어지며 일부 서열을 감추거나 원 문자로 제시하기도 한다.

자연 가닥의 위치, 프라이머의 위치, 특정 유전자의 위치를 질문할 수 있으며 세부 염기 조성 질문이 가능한 유형이다.

22학년도 6월 평가원, 9월 평가원, 수능 모두 프라이머 위치 추론이 출제되어 당해 경향성이 지속되었다.

20. 다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA에 대한 자료이다.

- 이중 가닥을 구성하는 DNA 가닥 I과 II는 서로 상보적이며, I과 II 중 한 가닥을 주형 가닥으로 사용하여 ㉔가 합성되었고, 나머지 한 가닥을 주형 가닥으로 사용하여 2개의 가닥 ㉕와 ㉖가 합성되었다.
- I의 염기 서열은 다음과 같다. ①~④은 A, C, G, T를 순서 없이 나타낸 것이고, ⑤은 피리미딘 계열 염기이다.
5'-①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔-3'
- I에서 $\frac{G+C}{A+T} = 1$ 이다.
- ㉔는 20개의 염기로, ㉕와 ㉖는 각각 10개의 염기로 구성되고, ㉔는 프라이머 X를, ㉕는 프라이머 Y를, ㉖는 프라이머 Z를 가진다.
- X-Z는 각각 4개의 염기로 구성되고, X는 3종류의 염기로, Y와 Z는 각각 2종류의 염기로 구성된다.
- ㉔에서 $\frac{U}{C} = 1$ 이고, ㉕에서 $\frac{U}{C} = 1$ 이다. ㉖에서 $\frac{T}{C} = \frac{1}{2}$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ. ㉔가 ㉕보다 먼저 합성되었다.
- ㄴ. 피리미딘 계열 염기의 개수는 ㉔에서가 ㉕에서보다 많다.
- ㄷ. 프라이머에 있는 구아닌(G)의 개수는 $Z > X > Y$ 이다.

22학년도 9평

11. 다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA에 대한 자료이다.

- 이중 가닥 DNA를 구성하는 단일 가닥 I은 30개의 염기로 구성되며, 염기 서열은 다음과 같다. ①은 아데닌(A), 사이토신(C), 구아닌(G), 타이민(T) 중 하나이다.
5'-CAA①TTCGAG②CTGCGCAATTAGGTCGTTC-3'
- I을 주형으로 하여 자연 가닥이 합성되는 과정에서 가닥 ㉔와 ㉕가 합성된다. ㉔와 ㉕의 염기 개수의 합은 30이다.
- ㉔는 프라이머 X를, ㉕는 프라이머 Y를 가지고, X와 Y는 각각 4개의 염기로 구성되며, X에서 $\frac{C}{A} = 1$ 이다.
- ㉔에서 X를 제외한 나머지 부분에서 퓨린 계열 염기의 개수와 피리미딘 계열 염기의 개수는 서로 같다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ. ①은 아데닌(A)이다.
- ㄴ. ㉔가 ㉕보다 먼저 합성되었다.
- ㄷ. ㉔에서 퓨린 계열 염기의 개수는 7개이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

22학년도 수능

[Killing Point]

- 상보성 or 주형성 숨김
- 염기 서열 일부 제시
- 염기 서열 원 문자 제시
- 염기의 분류 기준 활용
- 구체적인 번역
- 염기 종류 조건 활용

위치 추론 - 제한 효소

Schema 1

제한 효소의 특징

제한 효소의 정의

쉽게 말해
DNA를 자르는 효소이다.

제한 효소는 특정 염기 서열을 인식하여 DNA를 선택적으로 절단하는 효소로
제한 효소의 종류에 따라 DNA 말단이 다른 모양으로 절단된다.

제한 효소의 예는 다음과 같다.

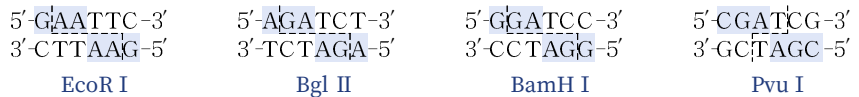
점착성 말단



제한 효소로 절단된 DNA 단일
가닥 말단

DNA 단일 가닥 말단이 서로
상보적이면 DNA 연결 효소에
의해 서로 연결될 수 있다.

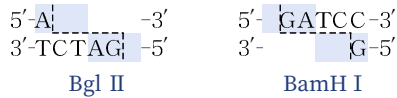
[염기쌍 수 6쌍 : 점착성 말단]



⇒ 제한 효소 인식 서열은 회문 구조를 가진다.
쉽게 말해 정중앙 점을 기준으로 점대칭 구조이다.

서로 다른 제한 효소로 절단된 DNA 조각은 대부분 DNA 연결 효소로 연결되지 않는다.

대부분 제한 효소의 점착성 말단은 서로 다르나 Bgl II이나 BamH I 과 같이 점착성 말단이
서로 동일한 경우도 있다.



이와 같이 점착성 말단이 동일한 제한 효소로 절단된 DNA 조각은 DNA 연결 효소에 의해
서로 연결될 수 있다.



Bgl II로 절단된 DNA 조각과 Bgl II로 절단된 DNA 조각을 연결 효소로 연결한 재조합 DNA

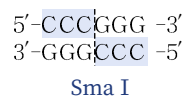
이때 이 재조합 DNA는 회문 구조의 성격이 사라지며 그와 동시에 인식 서열의 역할을 하지
못한다. 그에 따라 Bgl II이나 BamH I 로 다시 절단될 수 없다.

평활성 말단



제한 효소로 절단된 독특한
DNA 말단

[염기쌍 수 6쌍 : 평활성 말단]



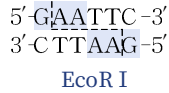
⇒ 말단의 종류와 관계없이 대칭성은 유지된다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 1

제한 효소의 특징

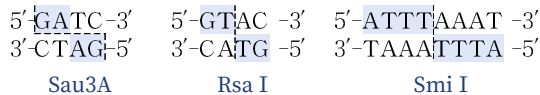
생명 공학에서 가장 대표적으로 소개되는 제한 효소는 EcoR I 이다.



대부분의 제한 효소 인식 서열은 이와 같이 6개의 염기쌍으로 구성되고, 제한 효소로 절단된 DNA 조각은 점착성 말단을 갖지만

다른 모양의 말단(평활성 말단)을 갖거나 4개~8개의 염기쌍으로 구성되기도 한다.

[염기쌍 수 6쌍 이외 : 점착성 말단 vs 평활성 말단]



찾아야 할 제한 효소 인식 서열이 달라질 뿐 제한 효소의 성질은 동일하게 유지된다.

또한 대부분의 문항에서 DNA 가닥은 한 가닥만 제시되는데 이때 DNA 2중 가닥의 염기는 서로 상보성을 띄므로 상보성과 대칭성을 함께 활용할 수 있다.



제한 효소 인식 서열 상 1행 3열의 염기와 2행 4열의 염기는 회문 구조로 동일해야 한다. 이때 같은 열에서 1행과 2행의 염기는 서로 상보적이므로 가운데 가상의 선을 기준으로 한 열에서 (선)대칭 관계에 있는 염기는 서로 상보적이다.



즉, 제한 효소 인식 서열이라면

- ① 3열과 4열의 염기는 상보적이며,
- ② 2열과 5열의 염기도 상보적이고
- ③ 1열과 6열의 염기도 상보적이어야 한다.

[Schema 1 요약]

제한 효소 인식 서열을 생각할 때 대칭성과 상보성을 고려하여 해제할 수 있다.

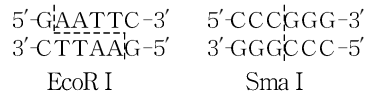
1.

다음은 이중 가닥 DNA x 를 이용한 실험이다.

- x 는 46개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다. ㉠와 ㉡는 각각 5' 말단과 3' 말단 중 하나이다.

㉠-ACTAATCCCGGGTTCAACTTAAGATGGATTAGAAAGAATTCAGCG -㉡

- 그림은 제한 효소 EcoR I 과 Sma I 이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



∴ 절단 위치

[실험 과정 및 결과]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x 가 들어 있는 시험관 I~III을 준비한다.
- (나) (가)의 I~III에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 반응시킨다. ㉠와 ㉡는 EcoR I, Sma I 을 순서 없이 나타낸 것이다.
- (다) (나)의 결과 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를 확인한 결과는 표와 같다.

시험관	I	II	III
첨가한 제한효소	㉠	㉡	㉠, ㉡
생성된 DNA 조각의 수	2	2	3
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	18, 74	?	?

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠는 3' 말단이다.
- ㄴ. ㉡는 EcoR I 이다.
- ㄷ. 시험관 III에서 염기 수가 60개인 DNA 조각이 생성된다.

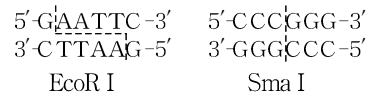
2.

다음은 이중 가닥 DNA x 를 이용한 실험이다.

- x 는 31 개의 염기쌍으로 구성되고, x 의 염기 서열은 다음과 같다.



- 그림은 제한 효소 EcoR I 과 Sma I 이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



|: 절단 위치

[실험 과정 및 결과]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x 가 들어 있는 시험관 I ~III을 준비한다.
- (나) (가)의 I ~III에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 완전히 반응시킨다. ㉠, ㉡는 EcoR I 와 Sma I 을 순서 없이 나타낸 것이다.
- (다) (나)의 결과 생성된 각 DNA 조각의 염기 수를 확인한 결과는 표와 같다.

시험관	I	II	III
첨가한 제한효소	㉠	㉡	㉠, ㉡
생성된 DNA 조각의 수	3	3	5
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	?	6, 18, 38	?

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.
(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠는 Sma I 이다.
- ㄴ. 시험관 I 에서 염기 수가 28개인 DNA 조각이 생성된다.
- ㄷ. 시험관 III에서 염기 수가 12개인 DNA 조각이 생성된다.

[Comment 1] 19 수능 기반 문항

위치 추론 - 제한 효소

Schema 2

염기 수 파악

인식 서열의 특징

제한 효소가 인식하는 염기 서열은 점대칭(회문 구조)이며, 4쌍~8쌍의 염기로 구성된다.

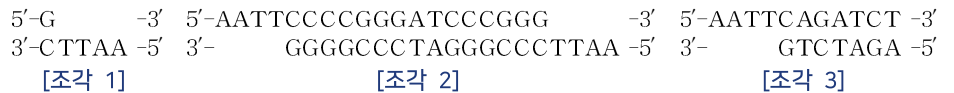
염기 개수는 양 말단으로부터 5개씩 끊어 판단하는 것이 판단에 유리하다.

예를 들어보자.

31개의 염기쌍으로 구성된 이중 가닥 DNA x를 제한 효소 EcoRI가 절단하는 상황을 가정하자.



DNA x는 다음과 같이 절단된다.



이때 조각 1의 염기 개수는 6개임을 한 눈에 알 수 있다.

조각 3의 염기 개수를 Counting해보자.



이중 가닥인 부분부터 염기쌍을 5개씩 끊어서 세면 10개의 염기가 있는 것을 알 수 있다.

(∵ 5개씩 카운팅)

아래 두 조각의 염기 개수와 조성은 제한 효소의 성질에 의해 정확하게 동일하다.



따라서 눈으로 개수를 다음과 같이 인식할 수 있다.



(∵ 점대칭)

∴ 조각 3은 18개의 염기로 구성

마지막 남은 조각 2의 개수를 직접 점대칭과, 5개씩 Counting을 이용하여 개수를 세면 아래와 같다.



∴ 조각 2는 38개의 염기로 구성

(∵ 직접)

위치 추론 - 제한 효소

Schema 2

염기 수 파악

조각 2의 염기 개수를 나머지의 관점으로 파악해보자.

앞서 이중 가닥 DNA x는 31개의 염기쌍으로 구성되어 있다고 제시되어 있다.

그에 따라 조각 2의 개수를 다음과 같이 Counting할 수 있다.

⇒ 62-(조각 1의 염기 개수)-(조각 3의 염기 개수)

⇒ 62-6-18(개)

⇒ 38(개)

∴ 개수가 상대적으로 적으면 “직접” 세는게 유리

개수가 상대적으로 많으면 “전체-나머지”로 판단하는 게 유리

⇒ 전체(S), 개수가 적은 쪽(A)의 2가지 정보는 항상 인지하고 있도록 하자.

수소 결합 총개수 조건을 해석할 때도 유용하게 활용할 수 있다.

3.

다음은 이중 가닥 DNA X와 X 위에 있는 유전자 x에 대한 자료이다.

- 가닥 ㉠과 ㉡으로 구성된 X의 염기 서열은 다음과 같다.



- x에 포함된 염기 중 아데닌(A)의 비율은 0.25이고, x에서 염기 사이의 수소 결합 총개수는 60 개이다.

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. x에 포함된 염기의 비율 중 구아닌(G)의 비율은 0.25이다.
 ㄴ. x에는 퓨린 계열의 염기가 피리미딘 계열의 염기보다 많다.
 ㄷ. x에서 ㉠ 기준 3' 말단으로부터 7번째 뉴클레오타이드의 염기는 아데닌(A)이다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 2

염기 수 파악

앞서 풀었던 문제의 논리를 배운 내용을 상기하며 다시 살펴보자.

[해제]

2중 가닥 DNA에서 A의 비율이 0.25이므로
모든 염기의 비율이 동일하다.

$$\therefore \text{AT 염기쌍 수} = \text{GC 염기쌍 수}$$

유전자 x 부분에서 염기 사이의 수소 결합 총개수는 60개이므로
 $2 \times (\text{AT 염기쌍 수}) + 3 \times (\text{GC 염기쌍 수}) = 60$ 개 이다.

따라서 x 부분의 AT 염기쌍 수와 GC 염기쌍 수는 각각 12쌍이다.

$$\therefore x \text{의 염기쌍 수} = 24 \text{쌍}$$

x 의 좌위를 알아내기 위해 AT 염기 또는 GC 염기를 Counting해보자.

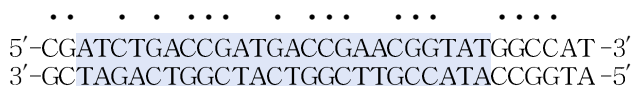


5쌍씩 끊어서 세면 DNA X의 총 염기쌍 개수는 32쌍이고
한 가닥의 G+C 염기 개수를 세면 18개인 것을 알 수 있다.

따라서 DNA X는 AT 염기쌍 14쌍, GC 염기쌍 18쌍으로 구성된다.

AT 염기쌍 12쌍, GC 염기쌍 12쌍인 부분이 등장하려면
양쪽 말단에서 AT 염기쌍 2쌍과 GC 염기쌍 6쌍이 빠져야 한다.

따라서 유전자 x 의 좌위는 다음과 같다.



$\therefore x$ 에서 ① 기준 3' 말단으로부터 7번째 뉴클레오타이드의 염기는 아데닌(A)이다.

AT 염기쌍 12쌍, GC 염기쌍 12쌍을 직접 세는 것보다는
AT 염기쌍 2쌍, GC 염기쌍 6쌍을 파악하여 제외하는 게 더 유리함을 한 눈에 알 수 있다.

[Schema 2 요약]

제한 효소의 성질을 이용하여 염기 개수를 파악할 수 있고
5개씩 카운팅, 직접, 여사건을 활용하면 좀 더 염기 개수를 잘 파악할 수 있다.

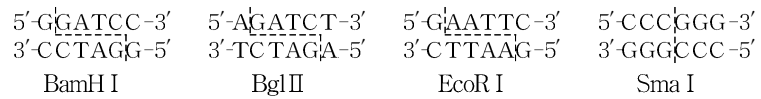
4.

다음은 이중 가닥 DNA x를 이용한 실험이다.

- x는 31 개의 염기쌍으로 구성되고, x의 염기 서열은 다음과 같다.



- 그림은 제한 효소 BamHI, BglII, EcoRI, SmaI이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



∴ 절단 위치

[실험 과정 및 결과]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x가 들어 있는 시험관 I ~ IV를 준비한다.
- (나) (가)의 I ~ IV에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 반응시킨다. ㉠~㉢는 BamHI, EcoRI, SmaI을 순서 없이 나타낸 것이다.
- (다) (나)의 결과 생성된 각 DNA 조각 중 2가지 조각의 염기 수를 확인한 결과는 표와 같다.

시험관	I	II	III	IV
첨가한 제한효소	㉠	㉡	BglII	㉢
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	?	16, 28	?	18, 38

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. ㉢는 SmaI이다.
- ㄴ. 시험관 I에서 염기 수가 26개인 DNA 조각이 생성된다.
- ㄷ. x에 ㉠와 ㉢를 함께 처리하면 염기 수가 18개인 DNA 조각이 생성된다.
- ㄹ. x에 ㉡와 BglII를 함께 처리하면 염기 수가 22개인 DNA 조각이 생성된다.
- ㅁ. ㉠에 의해 만들어지는 DNA 조각과 BglII에 의해 만들어지는 DNA 조각은 DNA 연결 효소에 의해 서로 연결될 수 있다.

[Comment 1] 21 수능 기반 문항

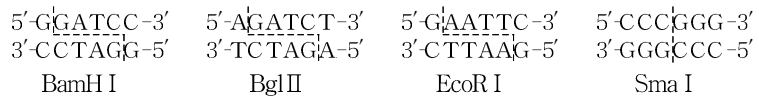
5.

다음은 이중 가닥 DNA x를 이용한 실험이다.

- x는 31개의 염기쌍으로 구성되고, x 중 한 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.
㉠~㉣은 A, C, G, T를 순서 없이 나타낸 것이다.



- 그림은 제한 효소 BamHI, BglII, EcoRI, SmaI이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



⋮ : 절단 위치

[실험 과정 및 결과]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x가 들어 있는 시험관 I ~ V를 준비한다.
- (나) (가)의 I ~ V에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 반응시킨다. V에 첨가된 제한 효소는 BamHI, BglII, EcoRI, SmaI 중 2가지이다.
- (다) (나)의 결과 생성된 DNA 조각 수와 각 DNA 조각의 염기 수를 확인한 결과는 표와 같다.

시험관	I	II	III	IV	V
첨가한 제한효소	BamHI	BglII	EcoRI	SmaI	?
생성된 DNA 조각 수	2	2	2	3	3
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	?	?	?	20, 20, 22	8, 24, 30

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은 타이민(T)이다.
- ㄴ. 시험관 I에서 염기 수가 30개인 DNA 조각이 생성된다.
- ㄷ. 시험관 V에서 첨가한 제한 효소는 BglII와 EcoRI이다.

[Comment 1] 제한 효소 인식 서열 내 대칭성과 상보성의 활용

[Comment 2] 수능은 정오 판단 시험...
서술형이 아님!

위치 추론 - 제한 효소

Schema 4
상대적 위치 판단

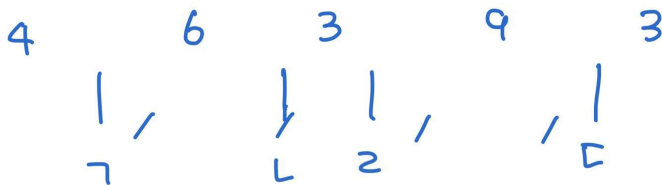
고난도 제한 효소 문항에서는 염기 서열 일부를 감추거나 아예 제시하지 않은 채 상대적 위치를 파악하도록 출제된다.

선물 교재 내 여러 예제들을 통해 상대적인 위치를 판단하는 법에 대해 충분히 훈련하도록 하자.

[22학년도 10교]

제한 효소	(가)	(나)	(다)	(라)
염기 수	8	20	6	24
아데닌(A) 수	3	①	?	4

[판단 완료 - 상대적 위치]

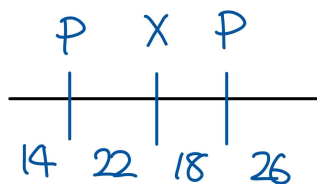


- ① 제한 효소의 성질
- ② 5개씩 Counting
- ③ 상대적 개수 기입 (조각 위)
- ④ 제한 효소 약어 기입 (서열 아래)

[22학년도 수능]

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoR I	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoR I, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

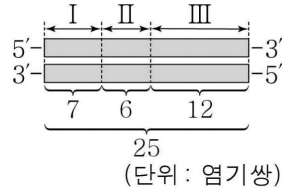
[중간 과정 - 절단 양상 판단]



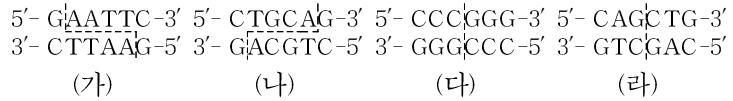
6.

다음은 이중 가닥 DNA X와 제한 효소 (가)~(라)에 대한 자료이다.

- 그림은 25개의 염기쌍으로 이루어진 X를 구간 I~Ⅲ으로 나누어 각 구간의 염기쌍 수를 나타낸 것이다.



- X에는 (가)~(라)가 인식하는 염기 서열이 각각 1개씩 있으며, I에는 (가)가 인식하는 염기 서열이 있다.
- (가)~(라)가 인식하는 염기 서열과 절단 위치는 그림과 같다.



∴ 절단 위치

- 표는 X에 (가)~(라) 중 하나를 처리하여 생성된 DNA 두 조각 중 ㉠한 조각의 염기 수와 ㉡의 아데닌(A) 수를 나타낸 것이다

제한 효소	(가)	(나)	(다)	(라)
염기 수	8	20	6	24
아데닌(A) 수	3	㉠	?	4

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠은 6이다.
- ㄴ. II에는 (나)가 인식하는 염기 서열이 있다.
- ㄷ. III에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 32개이다.

[Comment 1] 22학년도 10월 교육청 문항

역사적으로 직전 수능, 당해 6평, 당해 9평, 당해 10월 교육청은 당해 수능에 연계되는 경우가 많다..

위치 추론 - 제한 효소

Schema 5

DNA 모양

한 종류의 제한 효소가 첨가되었을 때
인식 서열 개수와 생성되는 각 DNA 조각의 수는 다음과 같은 관계를 갖는다.

[선형 DNA]

생성되는 각 DNA 조각의 수 = 인식 서열 개수 + 1

[원형 DNA]

생성되는 각 DNA 조각의 수 = 인식 서열 개수

다음을 판단해보자.

시험관	I	II	III	IV	V	VI	VII
첨가한 제한 효소	Ⓣ	Ⓛ	Ⓧ	Ⓣ, Ⓛ	Ⓣ, Ⓧ	Ⓛ, Ⓧ	Ⓣ, Ⓛ, Ⓧ
생성된 DNA 조각 수	1	?	?	3	2	?	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	300	?	?	40, 90, 170	140, 160	?	40, 50, 90, 120

22학년도 EBS 변형

시험관 VI에서 생성되는 DNA 조각 수는?

(단, 절단되는 DNA X에 있는 Ⓣ의 염기 서열 인식 부위는 1개이다.)

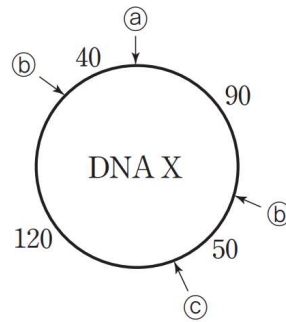
위치 추론 - 제한 효소

Schema 5

DNA 모양

선형 DNA는 제한 효소로 절단되는 부위의 수보다 한 개 더 많은 DNA 조각이 형성되고, 원형 DNA는 제한 효소로 절단되는 부위의 수만큼 DNA 조각이 형성된다.

따라서 시험관 I을 통해 DNA X는 원형 DNA임을 알 수 있고 절단 부위의 위치와 절단된 DNA 조각의 길이는 다음과 같다.

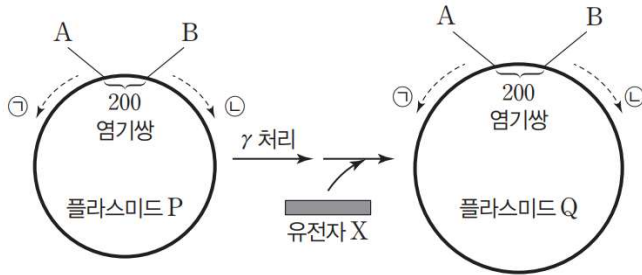


따라서 VI에서 생성되는 DNA 조각 수는 3개이다.

7.

다음은 유전자 재조합 기술에 대한 자료이다.

- 그림은 유전자 재조합 기술을 이용하여 플라스미드 P에 제한 효소 γ 를 처리한 뒤 유전자 X를 삽입하여 플라스미드 Q를 만드는 과정을 나타낸 것이다.



- 그림에서 제한 효소 $\alpha \sim \gamma$ 의 절단 위치는 일부만 나타내었으며, P와 Q의 A는 α 의 절단 위치, B는 β 의 절단 위치이다.
- γ 의 절단 위치는 A와 B가 아니다.
- $\alpha \sim \gamma$ 에 의해 절단된 위치에 단일 가닥은 생성되지 않는다.

[실험 과정 및 결과]

- (가) 유전자 재조합 반응에 필요한 물질이 들어 있는 시험관 I ~ V을 준비한다.
- (나) (가)의 I ~ V에 표와 같이 플라스미드와 제한 효소를 첨가하여 반응시킨다.
- (다) (나)의 결과 생성된 모든 DNA 조각에서 각 DNA 조각의 염기쌍 수를 확인한 결과는 표와 같다.

시험관	I	II	III	IV	V
첨가한 플라스미드와 제한 효소	P, α	P, β	Q, α	Q, β	Q, α, β
생성된 각 DNA 조각의 염기쌍 수	③ 500, 1100	1600	900, 1100	600, 1400	200, 400, 500, 900

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. X의 염기쌍 수는 400이다.
- ㄴ. P에서 γ 의 절단 위치는 염기쌍 수가 ④인 DNA 조각에 있다.
- ㄷ. P의 B에서 ㉠ 방향으로 900 염기쌍 떨어진 위치와 Q의 A에서 ㉡ 방향으로 400 염기쌍 떨어진 위치에는 모두 제한 효소의 절단 위치가 있다.

[Comment 1] 2023 수능특강 변형 문항

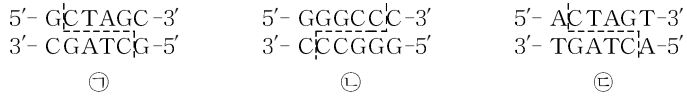
플라스미드(원형 DNA)와 제한 효소를 엮은 문항의 출제...

쪽 교재 내에서 다루었지만 평가원 시험에서는 아직까지 출제되지 않은 주제로 유심히 공부해둘 필요가 있다.

8. [22학년도 킬포 모의고사 8회 11번]

다음은 이중 가닥 DNA x 를 이용한 실험이다.

○ x 는 ㉔개의 염기쌍으로 이루어져 있고, 그림은 제한 효소 ㉑~㉓이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



∴ 절단 위치

○ x 에 있는 제한 효소 ㉑~㉓이 인식하는 염기 서열 개수는 표와 같다.

제한 효소	인식 서열 개수
㉑	?
㉒	?
㉓	2

[실험 과정 및 결과]

(가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x 가 들어 있는 시험관 I ~ VI를 준비한다.

(나) (가)의 I ~ VI에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 반응시킨다.

(다) (나)의 결과 생성된 DNA 조각의 염기쌍 수를 확인한 결과는 표와 같다. 생성된 DNA 조각의 염기쌍 수가 같은 경우 한 번만 나타내었다.

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소의 종류	1	1	2	2	2	3
첨가한 제한 효소	㉑	㉒	㉑, ㉒	㉑, ㉓	㉒, ㉓	㉑, ㉒, ㉓
생성된 DNA 조각의 염기쌍 수	600	1200	130, 470, 600	280, 320, 600	410, 790	?

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. ㉔는 2400이다.
- ㄴ. X 는 선형 DNA이다.
- ㄷ. VI에서 생성된 DNA 조각 수는 7개이다.

[Comment 1] 킬포 8회, 21년 11월 수능 직전에 시행된 모의고사 문항으로 22학년도 10월 교육청 문항의 염기 서열이 주어지지 않는 IDEA와

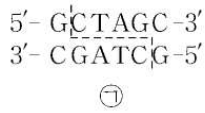
22학년도 수능완성 문항 중
21학년도 수능이 연계된 위치의 문항을 연계하여 출제한 문항

형식과 주제에 있어
22학년도 수능 문항과 유사성을 띠는 것을 알 수 있다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 6
포함 관계

두 종류 이상의 제한 효소가 첨가되었을 때, 한 종류의 제한 효소가 첨가된 시험관 내 DNA 조각을 활용하여 인식 서열 간 상대적 위치를 역추적할 수 있다.



⋮: 절단 위치

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소의 종류	1	1	2	2	2	3
첨가한 제한 효소	①	②	①, ②	①, ③	②, ③	①, ②, ③
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	600	1200	130, 470, 600	280, 320, 600	410, 790	?

22학년도 킬포 8회

(단, 생성된 DNA 조각이 염기쌍 수가 같으면 한 번만 나타내었다.)

시험관 VI에서 생성되는 DNA 조각 수는?
(단, 절단되는 DNA X에 있는 ③의 염기 서열 인식 부위는 2개이다.)

위치 추론 - 제한 효소

Schema 6
포함 관계

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소의 종류	1	1	2	2	2	3
첨가한 제한 효소	㉠	㉡	㉠, ㉡	㉠, ㉢	㉡, ㉢	㉠, ㉡, ㉢
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	600	1200	130, 470, 600	280, 320, 600	410, 790	?

㉡에 의해 절단된 DNA 조각을 ㉢이 절단하는 것을 알 수 있다. 이때 ㉢의 인식 서열 개수는 2개이므로 DNA X는 2400개의 염기로 구성되며 시험관 내 염기 개수는 다음으로 결정된다.

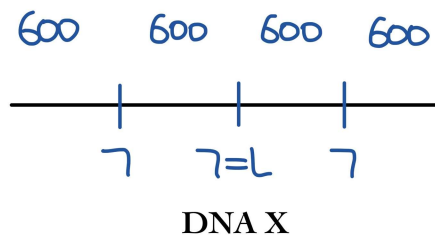
[생성된 DNA 조각 수 결정]

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소의 종류	1	1	2	2	2	3
첨가한 제한 효소	㉠	㉡	㉠, ㉡	㉠, ㉢	㉡, ㉢	㉠, ㉡, ㉢
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	600	1200	130, 470, 600	280, 320, 600	410, 790	?
생성된 DNA 조각 수	4	2	2	2	2	?

[DNA 모양]

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소의 종류	1	1	2	2	2	3
첨가한 제한 효소	㉠	㉡	㉠, ㉡	㉠, ㉢	㉡, ㉢	㉠, ㉡, ㉢
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	600	1200	130, 470, 600	280, 320, 600	410, 790	?
생성된 DNA 조각 수	4	2	2	2	2	?

㉠과 ㉡은 서로 다른 제한 효소 인식 서열을 인식하여 DNA를 절단한다. DNA X가 선형 DNA라면 인식 서열 양상은 다음과 같이 나타나야 한다.



위치 추론 - 제한 효소

Schema 6
포함 관계

이는 시험관 Ⅲ의 DNA 조각 양상과 모순되므로 DNA X는 원형 DNA이다.

원형 DNA에서 생성된 DNA 조각 수 = 제한 효소의 인식 서열 개수 이므로
시험관 I, II를 통해 X 내에 있는 제한 효소 인식 서열 개수를 모두 알 수 있다.

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소의 종류	1	1	2	2	2	3
첨가한 제한 효소	㉠	㉡	㉠, ㉡	㉠, ㉢	㉡, ㉢	㉠, ㉡, ㉢
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	600	1200	130, 470, 600	280, 320, 600	410, 790	?
생성된 DNA 조각 수	4	2	2	2	2	?

[인식 서열 개수]

제한 효소	인식 서열 개수
㉠	4
㉡	2
㉢	2

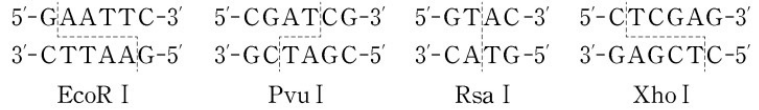
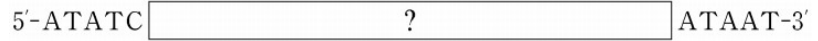
㉠, ㉡, ㉢의 인식 서열은 모두 다르고 생성된 DNA 조각 수 = 제한 효소의 인식 서열 개수
이므로 ㉠, ㉡, ㉢이 모두 들어있는 VI에서 생성된 DNA 조각 수는 8개이다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 6

포함 관계

x 는 40개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 중 한 가닥 x_1 의 염기 서열은 다음과 같다.



∴ 절단 위치

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoR I	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoR I, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

x_1 의 서열을 완성해보자.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 6
포함 관계

원형 DNA라면 생성된 DNA 조각 수와 인식 서열 개수가 동일하다.
이에 인식 서열 수는 다음과 같다.

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoR I	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoR I, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
서열 내 제한 효소의 인식 서열 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

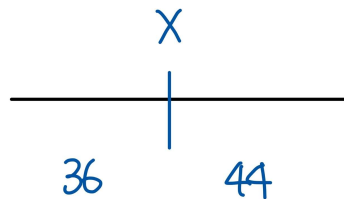
제한 효소 간 인식 서열은 서로 다르므로 시험관 V에서 인식 서열 수는 5개가 되어야 한다.
따라서 X는 선형 DNA이다.

시험관 I, III은 연결된 정보가 없어 상대적인 제한 효소 인식 서열을 확인하기 다소 어렵지만
시험관 II, IV, V에 포함 관계가 존재하는 것은 알 수 있다.

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoR I	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoR I, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

Xho I 은 각각 염기 수가 36, 44인 DNA 조각으로 절단되고 선형 DNA이므로
다음과 같이 절단하더라도 일반성을 잃지 않는다.

[Xho I 의 인식 서열 위치]



따라서 V에 의해 염기 수가 34인 DNA 조각과 염기 수가 44인 DNA 조각은 각각
14+22, 18+26의 꼴로 절단되는 것을 알 수 있다.

일반성을 잃지 않는다.

좌우가 바뀐 44+36으로
두더라도 위치가 변할 뿐
선대칭의 양상으로 풀이
방향은 변하지 않는다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 6

포함 관계

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoRI	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoRI, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

시험관 V에서 염기 수가 14인 DNA 조각과 26인 DNA 조각이 공통으로 나타난다. 즉, 염기 수가 14인 DNA 조각과 26인 DNA 조각은 Pvu I 을 제외한 다른 제한 효소에 의해 절단되지 않는다.

∴ DNA 말단 방향에 존재한다.

14+22, 18+26의 꼴로 절단되므로 절단 양상은 다음과 같다.

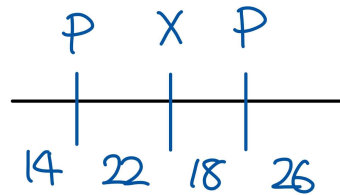
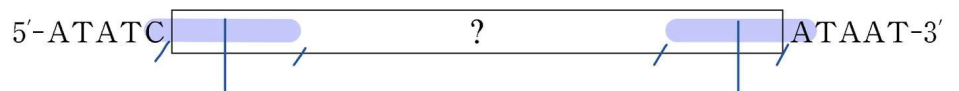


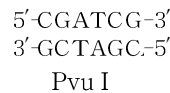
그림 상 왼쪽 말단에 염기 수가 14개인 DNA 조각이 있으므로 다음 서열 중 하나는 반드시 Pvu I 의 인식 서열이어야 한다.

[Pvu I 의 인식 서열 후보]



∴ 인식 서열은 점대칭

[Pvu I 의 인식 서열]

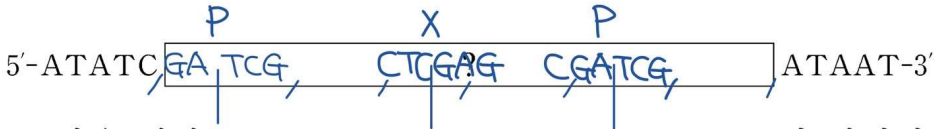


Pvu I 인식 서열의 5' 말단 염기는 C, 3' 말단 염기는 G이므로 Pvu I 의 인식 서열은 왼쪽이 타당하다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 6
포함 관계

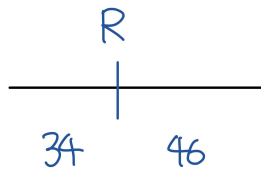
[일부 완성된 염기 서열]



[주어진 자료]

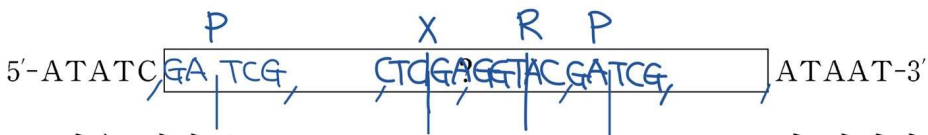
시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoR I	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoR I, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

Rsa I 은 다음과 같은 양상으로 DNA를 절단한다.



이때 염기 수가 34개인 DNA 조각이 x의 5' 말단 방향이라면 CTCG가 Rsa I 의 인식 서열이 되어 모순이다. 따라서 Rsa I 의 인식 서열은 x의 3' 말단 방향이다.

[일부 완성된 염기 서열]



[주어진 자료]

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoR I	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoR I, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

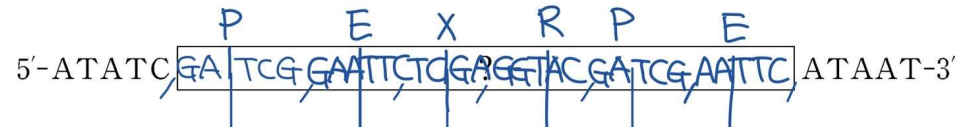
Rsa I 과 동일한 방식으로 DNA 조각의 염기 양상을 판단하면 염기 수가 16개인 DNA 조각은 x의 3' 말단 방향에, 염기 수가 26개인 DNA 조각은 x의 5' 말단 방향에 위치하는 것을 알 수 있다,

위치 추론 - 제한 효소

Schema 6

포함 관계

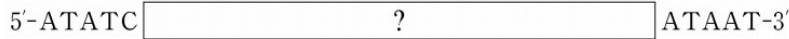
[완성된 염기 서열]



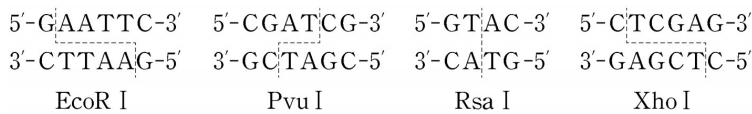
9. [22학년도 수능 15번]

다음은 이중 가닥 DNA x를 이용한 실험이다.

- x는 40 개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 중 한 가닥 x_1 의 염기 서열은 다음과 같다.



- 그림은 제한 효소 EcoR I, Pvu I, Rsa I, Xho I이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



∴ 절단 위치

- x를 시험관 I ~ VI에 넣고 제한 효소를 첨가하여 완전히 자른 결과 생성된 DNA 조각 수와 각 DNA 조각의 염기 수는 표와 같다.

시험관	I	II	III	IV	V	VI
첨가한 제한 효소	EcoR I	Pvu I	Rsa I	Xho I	Pvu I, Xho I	EcoR I, Rsa I
생성된 DNA 조각 수	3	3	2	2	4	4
생성된 각 DNA 조각의 염기 수	16, 26, 38	14, 26, 40	34, 46	36, 44	14, 18, 22, 26	?

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. x_1 에는 염기 서열이 5'-GTACG-3'인 부위가 있다.
- ㄴ. II에서 생성된 DNA 조각 중 염기 개수가 26개인 조각에서 아데닌(A)의 개수는 10개이다.
- ㄷ. VI에서 염기 개수가 20개인 DNA 조각이 생성된다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 7

세부 조성

미출제 Point

제한 효소 실험을 통해 생성된 DNA 조각 또는 재조합 DNA에서 수소 결합 총개수를 질문할 수 있다.

생성된 DNA 조각 내 수소 결합 개수 or 특정 염기 개수를 질문할 수 있다.

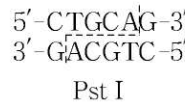
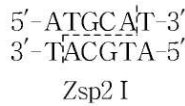
수소 결합 개수를 판단할 때

평활성 말단이라면 GC 염기를 세어 전체 염기 수 + GC 염기 수로 판단할 수 있지만
 점착성 말단이라면 점착성 말단의 모양에 주의해야 하며

수소 결합 개수든 세부 염기 조성이든
 점착성 말단과 이중 가닥 부분을 구분하여 해석하는 것이 유리하다

다음을 판단해보자.

x는 36개의 염기쌍으로 이루어져 있고, 염기 서열은 다음과 같다.



x에 Zsp2 I, Pst I, Sph I 중 하나를 처리하여 서로 다른 DNA 조각 ①~⑥를 만든다.
 표는 ①~⑥를 각각 만들 때 사용한 제한 효소와 ①~⑥의 염기 간 수소 결합의 총개수, 퓨린 계열 염기 총개수를 나타낸 것이다.

조각	①	②	③	④	⑤	⑥
제한 효소	㉠	Pst I	㉡	㉢	㉣	Sph I
염기 간 수소 결합 총개수	59	㉤	44	24	38	㉥
퓨린 계열 염기 개수	㉦	㉧	㉨	㉩	㉪	㉫

㉠ :

㉤ :

㉡ :

㉢ :

㉣ :

㉥ :

위치 추론 - 제한 효소

Schema 7

세부 조성



[Z로 절단한 오른쪽 절편]



이중 가닥 부분의 염기 개수가 30개이고
 이중 가닥 부분의 GC 염기쌍이 8쌍이므로
 Z로 절단한 왼쪽 절편의 수소 결합 총개수는 38개이다.

[Z로 절단한 왼쪽 절편]



x의 수소 결합 총개수는 92개이고
 Z로 절단한 오른쪽 절편의 수소 결합 총개수가 38개이므로

Z로 절단한 왼쪽 절편의 수소 결합 총개수는
 92-(점착성 말단 간 이루는 수소 결합 총개수)-(나머지 이중 가닥 간 수소 결합 총개수)=44이다.

조각	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
제한 효소	(㉠)	Pst I	(㉡)	(㉢)	(㉣)	Sph I
염기 간 수소 결합 총개수	59	(㉤)	44	24	38	(㉥)

(㉠) :

(㉡) :

(㉢) : Zsp2 I

(㉣) : Sph I

(㉤) : Zsp2 I

(㉥) : 58

위치 추론 - 제한 효소

Schema 7

세부 조성



[P로 절단한 오른쪽 절편]



이중 가닥 부분의 염기 개수가 18개이고
 이중 가닥 부분의 GC 염기쌍이 5쌍이므로
 Z로 절단한 왼쪽 절편의 수소 결합 총개수는 23개이다.

[P로 절단한 왼쪽 절편]



x의 수소 결합 총개수는 92개이고
 P로 절단한 오른쪽 절편의 수소 결합 총개수가 23개이므로

P로 절단한 오른쪽 절편의 수소 결합 총개수는
 92-(접착성 말단 간 이루는 수소 결합 총개수)-(나머지 이중 가닥 간 수소 결합 총개수)=59이다.

조각	a	b	c	d	e	f
제한 효소	㉠	Pst I	㉡	㉢	㉣	Sph I
염기 간 수소 결합 총개수	59	㉤	44	24	38	㉥

- ㉠ : Pst I
- ㉡ : 23
- ㉢ : Zsp2 I
- ㉣ : Sph I
- ㉤ : Zsp2 I
- ㉥ : 58

위치 추론 - 제한 효소

Schema 7

세부 조성

각 조각을 정리하면 다음과 같다.

[P로 절단한 왼쪽 절편 : ㉠]



[P로 절단한 오른쪽 절편 : ㉡]



[Z로 절단한 왼쪽 절편 : ㉢]



[S로 절단한 왼쪽 절편 : ㉣]



[Z로 절단한 오른쪽 절편 : ㉤]



[S로 절단한 오른쪽 절편 : ㉦]



각각의 퓨린 계열 염기는 다음 염기의 절반이다.

이는 제한 효소 인식 서열 내 대칭성이 존재하고
이중 가닥 내 퓨린 계열 염기는 항상 50%이기 때문이다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 7

세부 조성

[P로 절단한 왼쪽 절편 : ㉓]

$$\begin{array}{l} 5'-\text{AGGCATCGGCATGCTGATGCATCTGCA}-3' \\ 3'-\text{TCCGTAGCCGTACGACTACGTAG} \quad -5' \end{array}$$

[P로 절단한 오른쪽 절편 : ㉔]

$$\begin{array}{l} 5'-\quad \text{GCATCGATG}-3' \\ 3'-\text{ACGTCGTAGCTAC}-5' \end{array}$$

[Z로 절단한 왼쪽 절편 : ㉕]

$$\begin{array}{l} 5'-\text{AGGCATCGGCATGCTGATGCA}-3' \\ 3'-\text{TCCGTAGCCGTACGACT} \quad -5' \end{array}$$

[S로 절단한 왼쪽 절편 : ㉖]

$$\begin{array}{l} 5'-\text{AGGCATCGGCATG}-3' \\ 3'-\text{TCCGTAGCC} \quad -5' \end{array}$$

[Z로 절단한 오른쪽 절편 : ㉗]

$$\begin{array}{l} 5'-\quad \text{TCTGCAGCATCGATG}-3' \\ 3'-\text{ACGTAGACGTCGTAGCTAC}-5' \end{array}$$

[S로 절단한 오른쪽 절편 : ㉘]

$$\begin{array}{l} 5'-\quad \text{CTGATGCATCTGCAGCATCGATG}-3' \\ 3'-\text{GTACGACTACGTAGACGTCGTAGCTAC}-5' \end{array}$$

절단 구간 내 단일 가닥 염기 개수는 퓨린 계열 염기 개수와 동일하다.

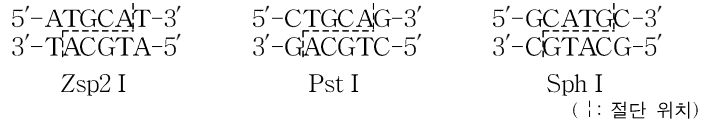
10.

다음은 이중 가닥 DNA x 와 제한 효소 (가)~(라)에 대한 자료이다.

○ x 는 36개의 염기쌍으로 구성되고, 염기 서열은 다음과 같다.



○ 그림은 제한 효소 Zsp2 I, Pst I, Sph I이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



[실험 과정 및 결과]

(가) x 에 Zsp2 I, Pst I, Sph I 중 하나를 처리하여 서로 다른 DNA 조각 ㉠~㉦를 만든다. 표는 ㉠~㉦를 각각 만들 때 사용한 제한 효소와 염기 간 수소 결합의 총개수를 나타낸 것이다.

조각	제한 효소	염기 간 수소 결합 총개수
㉠	?	59
㉡	Pst I	?
㉢	?	44
㉣	?	24
㉤	?	38
㉥	Sph I	㉧

(나) 이중 가닥 DNA P와 Q는 ㉠~㉥ 중 서로 다른 2개를 각각 DNA 연결 효소를 이용하여 연결한 것이다. ㉧와 ㉨는 각각 ㉡~㉥ 중 서로 다른 하나이다. 표는 P와 Q의 특징을 나타낸 것이다.

DNA	사용된 조각	염기쌍 개수	염기 간 수소 결합 총개수
P	㉠, ㉡	42	?
Q	㉢, ㉣	28	㉩

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

(단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)

< 보 기 >

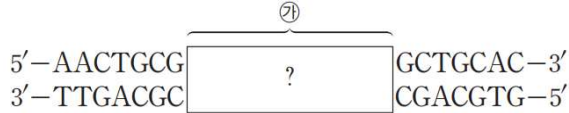
- ㄱ. ㉡를 만들 때 사용한 제한 효소는 Pst I이다.
- ㄴ. ㉧은 58이다.
- ㄷ. ㉩은 71이다.

[Comment 1] 22학년도 수능 대비 킬포 2회 문항
수소 결합에 대한 이해

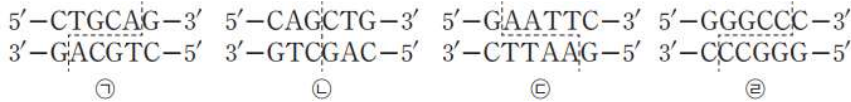
11.

다음은 이중 가닥 DNA x 를 이용한 실험이다.

○ x 는 70 개의 염기쌍으로 이루어져 있고, x 의 염기 서열은 다음과 같다



○ 그림은 제한 효소 ㉠~㉣이 인식하는 염기 서열과 절단 위치를 나타낸 것이다.



⋮ : 절단 위치

[실험 과정]

- (가) 제한 효소 반응에 필요한 물질과 x 가 들어 있는 시험관 I ~ VII을 준비한다.
- (나) (가)의 I ~ VII에 표와 같이 제한 효소를 첨가하여 반응시킨다.
- (다) (나)의 결과 생성된 DNA 조각 수를 확인한 결과는 표와 같다

시험관	I	II	III	IV	V	VI	VII
첨가한 제한 효소	㉠	㉡	㉠, ㉡	㉠, ㉢	㉡, ㉣	㉠, ㉣	㉠, ㉡, ㉢
생성된 DNA 조각 수	3	3	5	4	4	?	6

[실험 결과]

○ I ~ V에서 생성된 DNA 조각 중 일부의 염기 서열 ㉠~㉣는 다음과 같다.

	생성된 DNA 조각 중 일부의 염기 서열
㉠	$5' - \text{AACTGCGGCCAGCTGCCGGCTGCA} - 3'$ $3' - \text{TTGACGCCGGTCGACGGCCG} - 5'$
㉡	$5' - \text{CTGGGCCGAATTCTGGCTGCAC} - 3'$ $3' - \text{GACCCGGCTTAAGACCGACGTG} - 5'$
㉢	$5' - \text{GTCACAGCTGGGCCG} - 3'$ $3' - \text{ACGTCAGTGTGACCCGGCTTAA} - 5'$
㉣	$5' - \text{CTTGCTGCAGTCACAG} - 3'$ $3' - \text{CCGGGAACGACGTCAGTGTC} - 5'$
㉤	$5' - \text{GGTGGGCCCTTGCTGCA} - 3'$ $3' - \text{ACGTCCACCCGGAACG} - 5'$

이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것을 모두 고르시오.

< 보 기 >

- ㄱ. ㉠에는 ㉠~㉣의 절단 위치가 모두 5곳이 있다.
- ㄴ. VI에서 염기 수가 18인 DNA 조각이 생성된다.
- ㄷ. VII에서 생성된 DNA 조각의 종류에는 ㉠~㉣ 중 2종류가 있다.

[Comment 1] 23학년도 수능특강 변형 문항

생성된 DNA 조각 중 일부 염기 서열에 대해 다루고 있다.

위치 추론 - 제한 효소

Schema 요약

Schema 1 제한 효소의 특징

제한 효소 인식 서열을 생각할 때 대칭성과 상보성을 고려하여 해제할 수 있다.

① 대칭성

제한 효소 인식 서열은 점대칭 성질을 갖는다. (by 회문 구조)



② 상보성

제한 효소 인식 서열은 2중 가닥 DNA이므로 염기 간 상보성을 갖는다.



대칭성과 상보성을 활용하여 DNA가 두 가닥이 아니라 한 가닥만 제시되었을 때에도 제한 효소 인식 서열의 성질을 이용하여 해석할 수 있다.



Schema 2 염기 수 파악

제한 효소의 성질을 이용하여 염기 개수를 파악할 수 있고

5개씩 카운팅, 직접, 여사건을 활용하면 좀 더 염기 개수를 잘 파악할 수 있다.

① 5개씩 Counting



② 직접 vs 나머지

③ 제한 효소의 성질



Schema 3 특수한 정보

자료 해석의 난이도가 높다는 것은 '숨겨진 정보가 많다'와 동일한 양상일 가능성이 높다. 또한 자료 해석의 첫 시작점이 될 곳은 결정된 행 또는 결정된 열이 많은 곳일 가능성이 매우매우 높으므로 어디서부터 볼지 막연하다면 결정된 정보를 우선으로 파악하도록 하자.

① 상대적으로 많이 결정된 곳

② 상대적으로 규칙적인 서열

③ 3rd, 4th 염기의 상보성

위치 추론 - 제한 효소

Schema 요약

Schema 4 상대적 위치 판단

- ① 5개 단위, 관계성
- ② 제한 효소의 특징 활용
- ③ 조각 개수 위
- ④ 효소 약어 아래

Schema 5 DNA 모양

한 종류의 제한 효소가 첨가되었을 때
인식 서열 개수와 생성되는 각 DNA 조각의 수는 다음과 같은 관계를 갖는다.

[선형 DNA]

생성되는 각 DNA 조각의 수 = 인식 서열 개수 + 1

[원형 DNA]

생성되는 각 DNA 조각의 수 = 인식 서열 개수

Schema 6 포함 관계

여러 종류의 제한 효소에 의해 여러 DNA 조각이 생성될 때
 $36=14+22$, $44=18+26$ 와 같은 조각 내 인식 서열이 있다는 포함 관계가 주어진다.

이때 분할된 자연수 중 시험관에 공통으로 있는 조각은 말단의 조각이다.

Schema 7 세부 조성

수소 결합 조건은 점착성 말단 부분을 배제하고,
전체, 직접, 나머지의 관점 중 유리한 관점을 선택하자.

고리의 개수 조건은 절단 구간 내 단일 가닥 염기 개수 조건과 동일하다.

위치 추론 - 제한 효소

Memo

