

[수리 추론형 - 공통]

Mind 1 비율 → 정량값

비율로 조건을 우선 해석하고 정량값은 필요할 때 활용

(실험 과정 및 결과)

(가) RNA 합성에 사용되는 뉴클레오타이드 중 염기가 유라실(U)과 사이토신(C)인 뉴클레오타이드만을 시험관 I ~ III에 표와 같은 구성비로 넣은 후 충분히 많은 양의 RNA를 인공적으로 합성한다. RNA가 합성될 때 U와 C는 무작위로 추가된다.

시험관	구성비 (U:C)
I	1:1
II	①:3
III	②:1

(나) RNA로부터 번역을 가능하게 하는 용액을 I ~ III에 첨가하여 충분한 시간 동안 폴리펩타이드를 합성시킨다.

(다) (나)에서 생성된 폴리펩타이드를 구성하는 아미노산 수의 상대적인 비는 다음과 같다.

아미노산 시험관	류신	프롤린	페닐알라닌	세린
I	1	1	1	1
II	6	9	4	?
III	6	1	?	6

○ 표는 유전 암호의 일부를 나타낸 것이다.

아미노산	류신	프롤린	페닐알라닌	세린
코돈	CUU, CUC	CCU, CCC	UUU, UUC	UCU, UCC

18 9평

[교과 지식]

1. 곱의 법칙, 합의 법칙 (고1 수학)
2. 세 개의 염기가 하나의 유전 부호를 이룬다.
3. 하나의 아미노산을 여러 개의 유전 부호가 암호화하기도 한다.
4. 번역은 RNA로부터 폴리펩타이드가 합성되는 과정을 포함한다.

[구하는 것]

①+② 값은?

교과 지식과 주어진 자료를 통해 구하는 것에 대해 충분히 고려해본 후 다음 페이지로 넘어가자.

[정량값 풀이]

구성비의 정량값인 "확률"을 통해 문제를 해제해보자.

시험관 I의 폴리펩타이드에 류신이 포함될 확률은 mRNA에서 (CUU가 합성될 확률) + (CUC가 합성될 확률)이다.

CUU가 합성될 확률은 (첫 번째 염기에 C가 올 확률)×(두 번째 염기에 U가 올 확률) × (세 번째 염기에 U가 올 확률)인데 U와 C가 1:1로 구성되므로 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ 이다.

제시된 8가지 코돈이 합성될 확률이 모두 $\frac{1}{8}$ 이므로

시험관 I에서 폴리펩타이드를 구성하는 네 가지 아미노산의 비율이 1 : 1 : 1 : 1이다.

시험관 II를 보자. 폴리펩타이드에 류신이 들어갈 확률은 mRNA에서 (CUU가 합성될 확률) + (CUC가 합성될 확률)이므로 다음과 같다.

$$\left(\frac{3}{\textcircled{7}+3} \times \frac{\textcircled{7}}{\textcircled{7}+3} \times \frac{\textcircled{7}}{\textcircled{7}+3}\right) + \left(\frac{3}{\textcircled{7}+3} \times \frac{\textcircled{7}}{\textcircled{7}+3} \times \frac{3}{\textcircled{7}+3}\right) = \frac{3\textcircled{7}^2 + 9\textcircled{7}}{(\textcircled{7}+3)^3}$$

폴리펩타이드에 프롤린이 들어갈 확률은 mRNA에서 (CCU가 합성될 확률) + (CCC가 합성될 확률)이므로 다음과 같다.

$$\left(\frac{3}{\textcircled{7}+3} \times \frac{3}{\textcircled{7}+3} \times \frac{\textcircled{7}}{\textcircled{7}+3}\right) + \left(\frac{3}{\textcircled{7}+3} \times \frac{3}{\textcircled{7}+3} \times \frac{3}{\textcircled{7}+3}\right) = \frac{9\textcircled{7} + 27}{(\textcircled{7}+3)^3}$$

그런데 류신과 프롤린의 비율이 $6 : 9 = 2 : 3$ 이다.

$$\frac{3\textcircled{7}^2 + 9\textcircled{7}}{(\textcircled{7}+3)^3} : \frac{9\textcircled{7} + 27}{(\textcircled{7}+3)^3} = \textcircled{7}^2 + 3\textcircled{7} : 9\textcircled{7} + 27 = 2 : 3 \text{ 이다.}$$

위 비례식을 풀면 $\textcircled{7} = 2$ 이다.

이와 동일하게 시험관 III을 해석하면

$$\frac{\textcircled{L}^2 + \textcircled{L}}{(\textcircled{L}+1)^3} : \frac{\textcircled{L} + 1}{(\textcircled{L}+1)^3} = \textcircled{L}^2 + \textcircled{L} : \textcircled{L} + 1 = \textcircled{L} : 1 = 6 : 1 \text{ 이다.}$$

따라서 $\textcircled{L} = 6$ 이므로 $\textcircled{7} + \textcircled{L} = 8$ 이다.

공부하는 과정에서는 가치 있는 과정이지만 실제 시험장에서 해제하기엔 활용도가 떨어진다.

[실험 해석 문항]

Mind 1 - Fixed 우선

	L	P	F	S
I	1	1	1	1
II	6	9	4	?
III	6	1	?	6

시험관 I, II, III의 L과 P의 아미노산 상대량이 모두 결정되어 있다(Fixed).

아미노산 약어

위 서술에 사용된 아미노산 약어는 다음과 같다.

L : 류신 / P : 프롤린
F : 페닐알라닌 / S : 세린

상댓값의 특징

두 상댓값에 적절한 정수를 곱하거나 두 대상 간 비율관계는 변하지 않는다.

$$6 : 1.5 = 4 : 1 = 16 : 4$$

⇒ 필요할 때 적절히 정수를 조절하여 정량값으로 만들 수 있다.

[비율 → 값 활용]

류신의 아미노산 상대량과 프롤린의 아미노산 상대량을 기반으로 두 대상을 비교해보자. 시험관 II에서 U의 비율은 상댓값 ①에 해당하고, C의 비율은 상댓값 3에 해당한다.

류신의 코돈과 프롤린의 코돈에서 세 번째 염기는 공통이므로 **비율의 관점에서 차지하는 상댓값이 동일하다.**

코돈에 해당하는 상댓값을 나타내면 아래와 같다.

아미노산	류신	프롤린
코돈	CUU, CUC	CCU, CCC
코돈	CU_	CC_
상댓값	$3 \times \textcircled{1}$	9
문제에 주어진 상댓값	6	9

즉, $\textcircled{1} = 2$ 이다.

시험관 III에서 U의 비율은 상댓값 ②에 해당하고, C의 비율은 상댓값 1에 해당한다.

류신과 프롤린에서 첫 번째 염기와 세 번째 염기는 공통이므로 **비율의 관점에서 차지하는 상댓값이 동일하다.**

코돈에 해당하는 상댓값을 나타내면 아래와 같다.

아미노산	류신	프롤린
코돈	CUU, CUC	CCU, CCC
코돈	CU_	CC_
비례상수	y	1
문제에 주어진 비례상수	6	1

따라서 $\textcircled{2} = 6$ 이고 $\textcircled{1} + \textcircled{2} = 8$ 이다.

[자료 해석 문항 - 공통]

Mind 1 Fixed(결정된 것) 우선 생각

원 문자나 ?으로 감춰진 조건보다 결정된 조건을 우선으로 파악하자.

- 대장균 I ~ III은 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이, 젓당 오페론의 프로모터가 결실된 돌연변이, 젓당 오페론의 작동 부위가 결실된 돌연변이를 순서 없이 나타낸 것이다.
- 표는 야생형 대장균과 I ~ III을 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 각각 배양할 때의 자료이다. ㉠~㉢은 억제 단백질과 젓당(젓당 유도체)의 결합, 젓당 오페론의 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합, 억제 단백질과 작동 부위의 결합을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	㉠	㉡	㉢	젓당 분해 효소
야생형	○	×	○	+
I	○	×	○	+
II	×	㉠	○	+
III	?	?	㉡	-

(○ : 결합함, × : 결합 못함, + : 생성됨, - : 생성 안 됨)

18 수능

[평가원 선지]

- ㄱ. I은 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이이다.
- ㄴ. ㉠은 '억제 단백질과 젓당(젓당 유도체)의 결합'이다.
- ㄷ. ㉠과 ㉡는 모두 '×'이다.

[교과 개념]

1. 젓당이 있는 배지에서 억제 단백질이 생성된다면 억제 단백질과 젓당은 결합한다.
2. 야생형 대장균은 다음 특징을 가진다.
 - ⇒ 억제 단백질이 생성된다.
 - ⇒ 억제 단백질과 젓당이 결합한다.
 - ⇒ 프로모터와 RNA 중합 효소가 결합하지 않는다.
 - ⇒ 억제 단백질과 작동 부위가 결합하지 않는다.
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.
3. 조절 유전자가 결실된 돌연변이는 다음 특징을 가진다.
 - ⇒ 억제 단백질이 생성되지 않는다.
 - ⇒ 억제 단백질과 젓당의 결합이 일어나지 않는다.
 - ⇒ 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이 일어난다.
 - ⇒ 억제 단백질과 작동 부위의 결합이 일어나지 않는다.
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.

4. 프로모터가 결실된 돌연변이는 다음 특징을 가진다.
- ⇒ 억제 단백질이 생성된다.
 - ⇒ 억제 단백질과 젓당의 결합이 일어난다.
 - ⇒ 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이 일어나지 않는다.
 - ⇒ 억제 단백질과 작동 부위의 결합이 일어나지 않는다.
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성되지 않는다.

5. 작동 부위가 결실된 돌연변이는 다음 특징을 가진다.
- ⇒ 억제 단백질이 생성된다.
 - ⇒ 억제 단백질과 젓당의 결합이 일어난다.
 - ⇒ 프로모터와 RNA 중합 효소의 결합이 일어난다.
 - ⇒ 억제 단백질과 작동 부위의 결합이 일어나지 않는다.
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.

교과 개념과 주어진 자료를 활용하여 선지의 정오에 대해 판단해본 후 다음 페이지로 넘어가자.

구분	㉠	㉡	㉢	젓당 분해 효소
야생형	○	×	○	+
I	○	×	○	+
II	×	㉠	○	+
III	?	?	㉢	-

(○ : 결합함, × : 결합 못함, + : 생성됨, - : 생성 안 됨)

I ~ III은 어떤 돌연변이가 대장균인지 결정되어 있지 않지만 야생형 대장균은 결정되어 있다.

[야생형 대장균의 정보]

- ⇒ 억제 단백질이 생성된다.
- ⇒ 억제 단백질과 젓당이 결합한다.
- ⇒ 프로모터와 RNA 중합 효소가 결합한다.
- ⇒ 억제 단백질과 작동 부위가 결합하지 않는다.
- ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.

결합이 일어나지 않는 ㉡이 억제 단백질과 작동 부위의 결합이다.

구분	㉠	억제 단백질과 작동 부위의 결합	㉢	젓당 분해 효소
야생형	○	×	○	+
I	○	×	○	+
II	×	㉠	○	+
III	?	?	㉢	-

(○ : 결합함, × : 결합 못함, + : 생성됨, - : 생성 안 됨)

젓당 분해 효소의 생성은 감춰진 정보 없이 모든 정보가 결정되어 있다.

[젓당 분해 효소의 생성]

1. 야생형 대장균
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.
2. 조절 유전자가 결실된 돌연변이는 다음 특징을 가진다.
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.
3. 프로모터가 결실된 돌연변이는 다음 특징을 가진다.
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성되지 않는다.
4. 작동 부위가 결실된 돌연변이는 다음 특징을 가진다.
 - ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.

젓당 분해 효소가 생성되지 않는 III이 프로모터가 결실된 돌연변이이다.

구분	㉠	억제 단백질과 작동 부위의 결합	㉡	젓당 분해 효소
야생형	○	×	○	+
I	○	×	○	+
II	×	㉢	○	+
프로모터 결실 돌연변이	?	?	㉣	-

(○ : 결합함, × : 결합 못함, + : 생성됨, - : 생성 안 됨)

I 은 ㉠과 ㉡이 결정되지 않았지만
둘 다 결합이 일어나지 않으므로 모든 정보가 결정되어 있다.

- ⇒ 억제 단백질이 생성된다.
- ⇒ 억제 단백질과 젓당이 결합한다.
- ⇒ 프로모터와 RNA 중합 효소가 결합한다.
- ⇒ 억제 단백질과 작동 부위가 결합하지 않는다.
- ⇒ 젓당 분해 효소가 생성된다.

따라서 작동 부위가 결실된 돌연변이임을 알 수 있다.

∴ 남은 II 는 조절 유전자 결실 돌연변이이다.

- ⇒ ㉠, ㉢, ㉡ 결정
- ⇒ ㉣ 결정

구분	억제 단백질과 젓당의 결합	억제 단백질과 작동 부위의 결합	프로모터와 RNA 중합 효소의 결합	젓당 분해 효소
야생형	○	×	○	+
작동 부위 결실 돌연변이	○	×	○	+
조절 유전자 결실 돌연변이	×	×	○	+
프로모터 결실 돌연변이	?	?	×	-

(○ : 결합함, × : 결합 못함, + : 생성됨, - : 생성 안 됨)

[선지 해제]

- ㄱ. I 은 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자가 결실된 돌연변이이다. (X)
- ㄴ. ㉠은 '억제 단백질과 젓당(젓당 유도체)의 결합'이다. (O)
- ㄷ. ㉢와 ㉣는 모두 '×'이다. (O)

결정된 정보 우선으로 여러 Schema를 활용하여

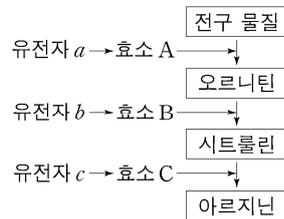
주어진 자료를 해석하면 자료 해석 문항을 간결하게 해제할 수 있을 것이다.

[자료 해석형 - 공통]

Mind 2 실험군과 대조군의 비교-대조

변인 통제된 조건에서 차이에 집중하여 특정 정보를 추출할 수 있다.

19. 그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 최소 배지에 물질 ㉠ 또는 ㉡의 첨가에 따른 붉은빵곰팡이 야생형과 돌연변이주 I 과 II의 성장 여부와 물질 ㉡의 합성 여부를 나타낸 것이다. I은 유전자 a~c 중 어느 하나에 돌연변이가 일어나고, II는 그 나머지 유전자 중 하나에 돌연변이가 일어난 것이다. ㉠~㉡은 각각 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌 중 하나이다.



구분	최소 배지	최소 배지, ㉠	최소 배지, ㉡
	성장	㉡ 합성	㉡ 합성
야생형	+	○	○
I	-	×	+
II	-	○	+

(+: 성장함, -: 성장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

17 수능

[평가원 선지]

- ㄱ. II는 b에 돌연변이가 일어난 것이다.
- ㄴ. ㉠을 합성하는 효소는 A이다.
- ㄷ. ㉡은 아르지닌이다.

교과 개념과 주어진 자료를 활용하여

선지의 정오에 대해 충분히 생각해본 후 넘어가자.

되거나 vs 고

A이거나 B이다.
= A or B

A이고 B이다.
= A and B

[교과 개념]

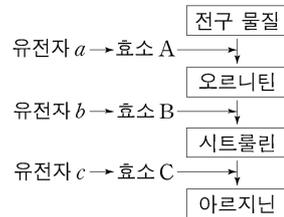
1. 붉은빵곰팡이의 생장은 아르지닌이 필수적이다.
성장한다 = 아르지닌이 첨가되거나 합성된다.
성장하지 않는다 = 아르지닌이 첨가되지 않았고 합성되지 않았다.
2. 최소 배지에서는 야생형 붉은빵곰팡이의 성장에 필요한 전구 물질이 들어있다.
3. 야생형 붉은빵곰팡이에서는 전구 물질로부터 순서대로 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌이 합성된다.

4. 전구 물질로부터 어떤 물질이 합성될 때 특정 유전자가 관여한다.

예를 들어 전구 물질로부터 오르니틴이 합성될 때 유전자 a가 관여하고 오르니틴으로부터 시트룰린이 합성될 때 유전자 b가 관여한다.

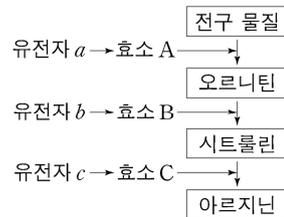
전구 물질

1. 초기 물질
2. 이전 물질



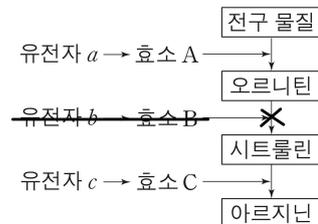
5. 조절 유전자로부터 합성된 효소에 의해 특정 물질의 합성이 일어난다.

예를 들어 유전자 a로부터 효소 A가 합성되고, 효소 A에 의해 전구 물질으로부터 오르니틴이 합성된다.



6. 특정 유전자가 결실된 돌연변이는 전구 물질로부터 어떤 물질을 합성하지 못한다.

예를 들어 유전자 b가 결실된 돌연변이는 오르니틴으로부터 시트룰린을 합성하지 못한다.



7. 특정 유전자가 결실된 돌연변이라도 어떤 물질을 첨가하면 다른 물질을 합성할 수도 있다.

예를 들어 유전자 b가 결실된 돌연변이는 최소 배지에서 오르니틴을 합성할 수 있고, 최소 배지에 시트룰린이 첨가된다면 아르지닌을 합성하여 생장할 수 있다.

구분	최소 배지, 시트룰린	
	생장	아르지닌 합성
야생형	+	○
유전자 b 결실 돌연변이	+	○

구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	생장	㉢ 합성	생장	㉢ 합성	생장	㉢ 합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	×	+	○	+	×
II	-	○	-	○	+	○

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

㉠을 첨가하고, ㉢이 합성되었지만 생장하지 않는다.
즉, 아르지닌이 첨가되거나 합성되지 않았다.

∴ ㉡은 아르지닌이다.
∴ II는 유전자 c 돌연변이이다.

구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	생장	㉢ 합성	생장	㉢ 합성	생장	㉢ 합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	×	+	○	+	×
II	-	○	-	○	+	○

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

㉠ 첨가 이외에 다른 변인은 모두 동일하다.
즉, ㉠ 첨가가 ㉢ 합성에 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

따라서 ㉠이 ㉢의 전구 물질임을 알 수 있다

∴ ㉠(오르니틴) → ㉢(시트룰린) → ㉡(아르지닌)

구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	생장	㉢ 합성	생장	㉢ 합성	생장	㉢ 합성
야생형	+	○	+	○	+	○
I	-	×	+	○	+	×
II	-	○	-	○	+	○

(+: 생장함, -: 생장 못함, ○: 합성함, ×: 합성 안 됨)

㉠(오르니틴) 첨가 이외에 다른 변인은 모두 동일하다.
즉, ㉠(오르니틴) 첨가가 돌연변이주 I 생장에 영향을 주었다는 것을 알 수 있다.

따라서 I은 오르니틴으로부터 아르지닌이 합성되는 경로에 돌연변이가 일어나지 않았다.

∴ I은 유전자 a 돌연변이이다.