

☘ 1등급 내신+수능 완성 학습 계획표 [30일]

Day	문항 번호	틀린 문제 / 헛갈리는 문제 번호 적기	날짜	복습 날짜
1	A01~B24		월 일	월 일
2	B25~56		월 일	월 일
3	C01~D29		월 일	월 일
4	D30~70		월 일	월 일
5	E01~30		월 일	월 일
6	31~58		월 일	월 일
7	F01~28		월 일	월 일
8	29~66		월 일	월 일
9	G01~35		월 일	월 일
10	36~73		월 일	월 일
11	H01~41		월 일	월 일
12	I01~J40		월 일	월 일
13	J41~K12		월 일	월 일
14	L01~33		월 일	월 일
15	M01~24		월 일	월 일
16	25~40		월 일	월 일
17	N01~19		월 일	월 일
18	20~29		월 일	월 일
19	30~38		월 일	월 일
20	O01~26		월 일	월 일
21	27~46		월 일	월 일
22	P01~23		월 일	월 일
23	Q01~18		월 일	월 일
24	R01~34		월 일	월 일
25	S01~25		월 일	월 일
26	26~50		월 일	월 일
27	T01~U08		월 일	월 일
28	모의고사 1~3회		월 일	월 일
29	모의고사 4~7회		월 일	월 일
30	모의고사 8~10회		월 일	월 일



- 나는 _____ 대학교 _____ 학과 _____ 학년이 된다.
- 磨斧作針 (마부작침) - 도끼를 갈아 비늘을 만든다. (아무리 어려운 일이라도 끈기 있게 노력하면 이룰 수 있음을 비유하는 말)



I 생명 과학의 역사

A 생명 과학의 역사	12
기출 자료로 개념 체크	14
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	15

II 세포의 특성

B 생명체의 구성	22
기출 자료로 개념 체크	23
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	24
C 세포의 연구 방법	38
기출 자료로 개념 체크	39
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	40
D 세포의 구조와 기능	44
기출 자료로 개념 체크	46
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	47
E 세포막을 통한 물질의 출입	64
기출 자료로 개념 체크	66
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	67
F 효소	83
기출 자료로 개념 체크	85
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	86

III 세포 호흡과 광합성

G 세포 호흡 [2등급 대비]	104
기출 자료로 개념 체크	107
2등급 대비 문제 특강	108
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	109
2등급 대비 문제	128
H 발효 [2등급 대비]	130
기출 자료로 개념 체크	131
2등급 대비 문제 특강	132
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	133
2등급 대비 문제	143
I 엽록체와 광합성	144
기출 자료로 개념 체크	145
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	146
J 광합성 과정	149
기출 자료로 개념 체크	151
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	152
K 광합성과 세포 호흡 [2등급 대비]	177
기출 자료로 개념 체크	178
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	179
2등급 대비 문제	182

IV 유전자의 발현과 조절

L 유전 물질	184
기출 자료로 개념 체크	186
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	187
M DNA 복제 [1등급 대비]	196
기출 자료로 개념 체크	197
1등급 대비 문제 특강	198
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	199
1등급 대비 문제	209

N 유전자 발현 [1등급 대비] 217
 기출 자료로 개념 체크 219
1등급 대비 문제 특강 220
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 221
1등급 대비 문제 229

O 유전자 발현 조절 [2등급 대비] 240
 기출 자료로 개념 체크 242
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 243
2등급 대비 문제 257

V 생물의 진화와 다양성

P 생명의 기원과 진화 262
 기출 자료로 개념 체크 263
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 264

Q 생물의 분류와 계통 269
 기출 자료로 개념 체크 270
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 271

R 생물의 다양성 276
 기출 자료로 개념 체크 278
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 279

S 생물의 진화 [1등급 대비] 288
 기출 자료로 개념 체크 291
1등급 대비 문제 특강 292
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 293
1등급 대비 문제 303

VI 생명 공학 기술과 인간 생활

T 생명 공학 기술의 원리와 활용 [2등급 대비] 308
 기출 자료로 개념 체크 310
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 311
2등급 대비 문제 316

U 생명 공학 기술의 활용과 전망 319
 기출 자료로 개념 체크 320
 개념별 기출 문제 [2점, 3점] 321




최신 연도별 모의고사 10회



01회 2023 실시 4월 학력평가 324
02회 2023 대비 6월 모의평가 328
03회 2024 대비 6월 모의평가 332
04회 2023 실시 7월 학력평가 336
05회 2023 대비 9월 모의평가 340
06회 2024 대비 9월 모의평가 344
07회 2022 실시 10월 학력평가 348
08회 2023 실시 10월 학력평가 352
09회 2023 대비 대학수학능력시험 356
10회 2024 대비 대학수학능력시험 360

빠른 정답 찾기 367

**중요 · 핵심 문제
동영상 강의**





개념 총정리 + 1등급 대비 문제 특강으로 수능 1등급 완성

1 최신 수능 출제 경향 분석 + 개념 총정리

교과서 순서에 따라 개념을 총정리하고, 수능 출제 경향을 분석했습니다. 수능과 6월, 9월 모평에서 나온 문제가 어떻게 출제되었는지 구체적으로 알려줍니다.

- 출제 경향 분석: 2024 대비 수능 출제 분석
- **출제**: 2024 대비 수능, 6·9월 모평 문제를 분석하여 최신 출제 경향 제시
- **꼭 외워!**: 각 단원에서 반드시 암기할 내용 총정리

A 생명 과학의 역사

★ 2024 수능 출제 분석

대비년도	출제 개념
2024 수능	생명 과학의 주요 성과
2024 9월	생명 과학의 주요 성과
2024 6월	생명 과학의 주요 성과
2023 수능	생명 과학의 주요 성과

1 생명 과학의 발달 과정

1. 고대와 중세의 생명 과학 연구

1 생명 과학의 발달 과정

미생물의 발견과 감염병의 원인 규명

미생물의 발견 → 증류법 개발 → 생물 속생성 입증과 백신의 개발 → 감염병 원인의 규명 → 백신의 발견

유전의 기본 원리 발견 → 유전자서열 발표 → 1유전자 1효소설 발표

2 기출 자료로 개념 체크 문제 - 다양한 문제로 구성

개념을 바탕으로 한 다양한 형태의 문제로 개념을 확인하고 체크할 수 있습니다. 개념을 정확히 이해하고 암기하는 데 가장 효과적인 학습 방법입니다.

- 기출 자료로 개념 체크 문제 정답 및 해설 수록

개념 체크

학의 발달 과정

중세의 생명 과학 연구에 대한 내용이다. 빈칸을 쓰시오.

기원전 4세기에 모든 생물은 무기물에 대한 (1))을 주장하였다.

()의 기반을 수립하였다.

심장 박동으로 온몸을 순환한다는 이론을 발견하여, 인체 생리학의 기초 ()을, 슈반은 (6))을

05 다음은 시대 순서가 빠른 것부터 나열시오.

(가) 에이버리가 유전 물질이 DNA임을 증명
(나) 사람의 유전체 지도 완성
(다) 왓슨과 크릭이 DNA가 이중 나선 구조임을 규명
(라) 코헨과 보이어가 제한 효소를 이용한 유전자 재조합 기술 개발
(마) PCR를 이용하여 DNA 증폭 기술 개발

(16))

2 생명 과학의 연구 방법

06 표는 생명 과학의 탐구 방법을 나타낸 것이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

(17) 탐구 방법: 자연 현상에 대한 구체적인 관찰을 통해 자료를 수집하고 수집한 자료를 분석하고 종합하여 일반적인 원리나 법칙을 이끌어 내는 탐구 방법

(18) 탐구 방법: 자연 현상을 관찰하면서 생긴 의문점을 해결하기 위해 가설을 세우고 이를 실험을 통해 검증하는 탐구 방법

07 그림은 연역적 탐구 방법의 과정을 나타낸 것이다. A에 알맞은 말을 쓰시오. (16)

3 개념별 기출 문제 [2점, 3점]

개념 순서와 단계별 난이도로 문제를 배치하여 효율적인 개념 적용 훈련과 기출 문제 풀이를 할 수 있습니다.

- 소주제별 배열: 개념을 구체적으로 적용시킬 수 있도록 주제를 세분화해서 문항 배열
- QR코드: 단원별 핵심 문제 동영상 강의

개념별 기출 문제 [2점, 3점]

1 생명 과학의 발달 과정

A01 *** 2020(4월)/교육청 1

다음은 생명 과학자의 업적에 대한 자료이다.

(가) 멘델은 완두의 교배 실험을 통해 유전의 기본 원리를

A03 ***

그림 (가)는 생명 과학 역사의 일부로, (나)는 없이 나타낸 것이다.

축의 세포 발달	왓슨과 크릭이 DNA 이중 나선 구조 발표
1665년	1859년
1953년	2003년

● 난이도: *** - 상, ** - 중, * - 하, 1등급, 2등급

● 출처표시: 수능, 평가원 - 대비연도, 학력평가 - 실시연도

- 2020 / 수능 20: 2019년 11월에 실시한 수능
- 2020(6월) / 평가원 20: 2019년 6월에 실시한 모의고사
- 2020(3월) / 교육청 20: 2020년 3월에 실시한 학력평가
- 2023 실시 3월 학평 20: 2023년 3월에 실시한 학력평가
- 2024 대비 9월 모평 20: 2023년 9월에 실시한 모의고사

4 1등급, 2등급 대비 문제 특강

고난도 문제를 푸는 단서+발상, 적용법, 유형 대비법, 문제 풀이 순서를 자세히 설명했습니다.

- 빈칸 채우기: 특강을 읽으면서 간단한 빈칸 문제를 통해 풀이 방법을 함께 익힐 수 있습니다.

DNA 복제 문제

1등급 대비 문제 특강

이 유형은 DNA 복제 과정에서 관찰되는 각 가닥의 특징을 활용하는 형태로 주로 출제된다.

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

(가)와 (나)는 각각 48개의 염기쌍을 구성한 복제 중점 가닥이며, 서로 상보적이다. I, II, III은 새로 합성된 가닥이다.

(가)의 ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥은 각각 6개의 염기쌍으로 구성되고, X와 Y는 각각 12개의 염기쌍으로 구성되며, III은 48개의 염기쌍으로 구성된다.

①은 프라이머이며, II은 프라이머이며, ⑥은 끝난다. ⑤는 ②와 ③ 중 하나이고, ⑥은 ②와 ③ 중 하나이다. ⑤와 ⑥ 중 하나에만 유라실(U)이 있다.

②와 ③의 염기 서열은 같고, ④와 ⑤의 염기 서열은 같다.

I, II, III을 구성하는 염기쌍 모두 합쳐서 구한 $\frac{A+T}{G+C}$ 의 값은 $\frac{18}{29}$ 이다.

(가)와 (나) 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 17개이고, (가)와 ③ 사이의 염기 간 수소 결합의 총개수는 18개이다.

(가)에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기에서 있는 대로 고른 것만을)

1 보기 해설

가, ⑤는 아데닌(A)이 있다. (○)

만세 해당 과정의 (가)를 참고하면, ④(○)는 아데닌(A) 1개가 있다.

나, II가 I보다 먼저 합성된다. (○)

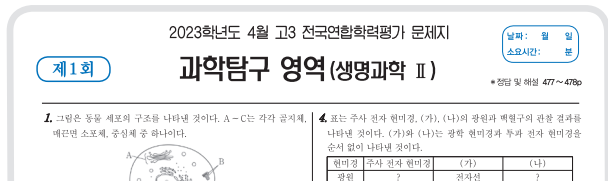
1. DNA REPLICATION WITH BINARY PARENTAL DNA



5 최신 연도별 모의고사 10회 수록

실전 대비를 위해 실제 모의고사 원본을 그대로 수록했습니다.

- 2023년 실시 6회: 전문항
- 2022년 실시 4회: 수능, 6월과 9월 모평, 10월 학평



7 [별책 부록] 수험장 극비 노트

- 1 꼭 출제되는 중요 개념 16개 선정
- 2 문제 풀이 꿀팁
- 3 기출(자료+선택지)로 개념 체크 문제

6 1등급 · 2등급 대비 문제와 특별 해설

고난도 문제가 출제되는 단원은 따로 1등급 대비, 2등급 대비로 분리해 수록했습니다.

- ★ 1등급 대비 : 정답률이 40% 이하인 1등급을 가르는 최고난도의 문제
- ★ 2등급 대비 : 정답률이 40~55% 정도의 1, 2등급으로 도약하기 위한 고난도의 문제

1등급 대비 문제

M25 1등급 대비 2022 실시 10월 학평

다음은 특정 종의 이종 가닥 DNA X에 대한 자료이다.

○ X는 22개의 염기쌍으로 구성되고, X를 구성하는 2개의 단일 가닥 중 하나인 X₁을 주형으로 하여 가닥 I과 II가 합성되었다.

○ X₁, I, II는 각각 3종류의 염기로 구성된다.

○ X₁에서 같은 염기를 가진 뉴클레오타이드가 2개 이상 연속되지 않는다.

○ I와 II는 각각 11개의 염기로 구성되고, I와 II에 각각 4개의 염기로 구성된 프라이머 ①과 ②가 있다.

○ 염기 간 수소 결합의 총개수는 ③과 X₁ 사이에서 ④과 X₁ 사이에서보다 2개 적다.

○ X₁에서 피리미딘 계열 염기의 개수 = 9이다. 퓨린 계열 염기의 개수 = 13이다.

○ I에서 $\frac{C}{A+T} = \frac{1}{2}$ 이고, II에서 $\frac{T}{C} = 1$ 이다.

M25 정답

정답률 2% | 1등급 대비

○ X는 22개의 염기쌍으로 구성되고, X를 구성하는 2개의 단일 가닥 중 하나인 X₁을 주형으로 하여 가닥 I과 II가 합성되었다.

○ X₁, I, II는 각각 3종류의 염기로 구성된다.

○ X₁에서 같은 염기를 가진 뉴클레오타이드가 2개 이상 연속되지 않는다. → A, G, C는 6개 / T는 4개 / U는 2개

○ I와 II는 각각 11개의 염기로 구성되고, I와 II에 각각 4개의 염기로 구성된 프라이머 ①과 ②가 있다.

○ 염기 간 수소 결합의 총개수는 ③과 X₁ 사이에서 ④과 X₁ 사이에서보다 2개 적다.

○ X₁에서 피리미딘 계열 염기의 개수 = 9이다. 퓨린 계열 염기의 개수 = 13

○ I에서 $\frac{C}{A+T} = \frac{1}{2}$ 이고, II에서 $\frac{T}{C} = 1$ 이다.

8 입체 탐사 해설!

문제+자료 분석

제시된 자료를 자세하게 분석해 줍니다.

출제 개념
문제의 핵심 주제를 제시합니다.

자료 설명
정답을 찾을 수 있는 중요 힌트를 알려줍니다.

탐사 해설
정답과 오답 이유를 한눈에 확인할 수 있도록 키워드 중심으로 알려줍니다.

단서+발상
문제 풀이의 핵심이 되는 부분을 꼭 짚어 알려줍니다.
단서를 통해 문제 풀이를 어떻게 시작하는지 설명합니다.
해결 문제의 답을 얻기 위한 구체적인 해결법을 알려줍니다.

오해 틀렸나?
학생들이 많이 틀린 이유를 분석했습니다.

정답률

교육청 자료, 기타 기관 공지 자료와 내부 검토 과정을 거쳐 제시됩니다.

출처
출제된 기관과 시기를 알려줍니다.

항정
항정을 체크해주고 해결 방법을 알려줍니다.

꿀팁
꼭 익히어야 할 부분을 알려줍니다.

수험장 생생 체험
선배들이 수험장에서 직접 사용하는 문제 풀이법을 알려줍니다.

보기 분석
보기별로 정답과 오답인 이유를 자세하고 알기 쉽게 분석합니다.

수능 향각
문제와 관련된 핵심 개념을 정리하여 수록하였습니다.

문제 풀이 Tip
빠르게 풀이할 수 있도록 문제 푸는 법을 알려줍니다.

B 28 정답 ② * 동물의 유기적 구성 [정답률 89%] 2021/수능 4

그림은 동물의 구성 단계를, 표는 동물의 구성 단계 일부와 예를 나타낸 것이다. A~C는 기관, 기관계, 조직을 순서 없이 나타낸 것이고, (가)~(나)는 A~C를 순서 없이 나타낸 것이다.

구성 단계	예
조직 (가)	결합 조직
기관계 (나)	순환계

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. B는 기관계이다.
→ B는 기관, C는 기관계

ㄴ. 척형구는 D개의 예이다.
→ 척형구는 세포의 예이다

ㄷ. (나)는 A이다.
→ (나)는 A(조직)

① ㄱ ② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ

문제+자료 분석
* 동물의 유기적 구성

▶ 동물의 구성 단계에 예
• 세포: 상피 세포, 혈구, 근육 섬유, 뉴런(신경 세포) 등
• 조직(A): 상피 조직, 결합 조직, 근육 조직, 신경 조직
• 기관(B): 위, 간, 심장, 혈관, 폐, 콩팥 등
• 기관계(C): 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계 등

보기 분석
ㄱ. 동물의 구성 단계 중 B는 기관이고, C는 기관계이다. 항정
ㄴ. 척형구, 백혈구 등 혈구는 혈액을 구성하는 세포이므로, 기관(가)의 예가 아닌 세포의 예이다. 기관의 예로는 심장, 위, 간, 콩팥 등이 있다.
ㄷ. 결합 조직은 조직의 예(미로), (나)는 조직이다. (나)는 동물의 구성 단계 중 A에 해당한다. 항정

단서+발상
▶ 동물의 구성 단계에 따른 문제, 매우 빠른 시간 안에 풀 수 있어야 하는 문제야. 동물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체 순이고, 식물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 개체 순으로 동물의 구성 단계와 달리, 이 문제에서 결합 조직과 순환계가 무엇인지 모르더라도 단어를 같이 조직으로 끝내면 조직이고 개체 끝내면 기관계임을 알 수 있어. ㄴ. 상피와 같은 경우에는 척형구가 세포임을 몰랐다면 헷갈릴 수 있으니까 구성 단계에 따른 예를 반드시 알아두도록 하자.

보기 분석
ㄱ. X의 6번째 아미노산은 트레오닌이다. (x)
• X의 6번째 아미노산은 트레오닌과 세린 중 하나이며, 6번째 아미노산을 지정하는 코돈의 두 번째 염기가 구아닌(G)이므로 X의 6번째 아미노산은 세린이다.

ㄴ. (가)에는 타이민(T)이 1개 있다. (o)
• (가)에 상보적인 염기 서열은 5'-CGUCGA-3'이다.
• (가)의 염기 서열은 5'-TTCAGC-3'이므로 타이민(T)이 1개 있다.

ㄷ. ㉠을 암호화하는 각 코돈의 3' 말단 염기는 서로 같다. (x)
• ㉠을 암호화하는 각 코돈은 CGU와 CGA이므로 각 코돈의 3' 말단 염기는 유라실(U)과 아데닌(A)으로 서로 다르다.

신화적 인식화
NADH와 FADH₂의 산화 → 고에너지 전자 방출 → 전자 이동 시 방출되는 에너지를 이용하여 막 사이 공간으로 H⁺ 농도 상승 → H⁺ 농도 기울기에 의해 H⁺이 ATP 합성 효소를 통해 미토콘드리아 기질로 확산됨 → ATP 합성

문제 풀이 Tip
신화적 인식화가 일어날 때 H⁺의 이동 방향을 알아두어야 한다.
• H⁺의 농도 상승: 미토콘드리아 기질 ↔ 막 사이 공간
• H⁺의 확산과 ATP 합성: 막 사이 공간 ↔ 미토콘드리아 기질

🍀 집필진 · 감수진 선생님들



🌸 자이스토리는 수능 준비를 가장 효과적으로 할 수 있도록 수능, 모의평가, 학력평가 기출문제를 개념별, 유형별, 난이도별로 수록하였으며, 명강의로 소문난 학교·학원 선생님들께서 명쾌한 해설을 입체 첨삭으로 집필하셨습니다.

[집필진]

권태현 서울 영락고등학교
박정환 서울 오산고등학교
이은경 고양 고양일고등학교
이주연 서울 잠실여자고등학교

이재훈 서울 선덕고등학교
장상풍 서울 대치에듀학원,
 프라임시스템학원
최지윤 서울 신길중학교

중요·핵심 문제
 동영상 강의
김현태 선생님



[감수진]

강지우 대전 더오름수학과과학원
강홍우 진주 MIT플러스과학
고은빛 제주 위더스입시학원
권선희 경주 더과학교습소
김민재 서울 고구마학원
김민희 서울 장충고등학교
김상준 청주 한국교원대학교부설
 고등학교
김정대 서울 고구마학원
김정연 서울 대치S학원
김정현 부산 의문열다학원
김종욱 부산 오름수학과과학원
김진수 울산 수단과학원
김태양 광주 본수학과과학원
김태형 대구 학문당입시학원
김현숙 광주 국과사 전문학원

김현오 의정부 일산학원
박선미 광명 지니어스과학
박성환 대전 제일학원
박진영 부산 JYP과학교습소
박채원 화성 한백고등학교
방병석 청주 청주여자고등학교
백범휘 인천 대신학원
서준한 홍천 전인기독교
손기선 인천 세일고등학교
송영훈 서울 뉴런과학학원
신윤호 서울 송파메가스터디학원
심민후 서울 The라임학원
오준석 서울 목동강수학과과학원
유동훈 철원 신철원고등학교
윤영재 대구 애플수학과과학원

이석민 화성 신수연 수학과학전문학원
이재성 서울 하이스트 목동본원
이주현 광주 입시탑과학수학학원
이학준 파주 열린학원
임미정 화성 나눈과학
전재원 서울 청명학원
정수년 논산 수스터디
정영주 광주 정영주과학학원
정유리 증평 형석고등학교
정재은 양평 연세학원
정철 서울 동작미래탐구학원
최인금 하남 신장고등학교
황보성진 천안 천안불당고등학교



유전자 발현

1등급 대비 단원

★ 2024 수능 출제 분석

- 유전자 발현과 돌연변이: 어떤 진핵생물의 특정 유전자와 돌연변이 유전자에 의해 합성되는 아미노산 서열을 분석하는 문제가 최고난도로 출제되었다. 제시된 전사 주형 가닥의 염기 서열의 순서와 미확정된 염기를 추론해야 하므로 다소 많은 시간이 소요되었다.

대비년도	출제 개념	난이도
2024 수능	유전자 발현과 돌연변이	***
2024 9월	유전자 발현과 돌연변이	***
2024 6월	유전자 발현과 돌연변이	***
2023 수능	유전자 발현과 돌연변이	***

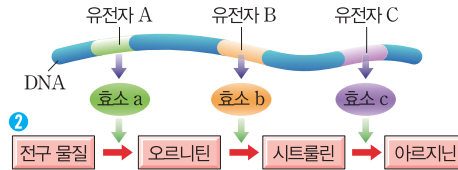
1 유전자와 단백질

1. 유전자 발현: 유전자에 저장된 정보에 따라 단백질이 만들어지는 과정 → 대부분의 유전자는 단백질 합성에 필요한 정보를 저장하고 있고, 단백질이 합성되면 이 단백질이 특정 기능을 수행함으로써 형질이 나타남

2. 유전자와 단백질에 대한 가설

(1) 1유전자 1효소설: 비틀과 테이텀은

다양한 붉은빵곰팡이¹ 돌연변이 균주의 대사 과정을 연구한 끝에 하나의 유전자에 생기는 돌연변이가 특정한 대사 과정에 영향을 준다는 것을 알아냄
→ 이를 토대로 하나의 유전자는 특정한



▲ 아르지닌 합성에 관여하는 유전자와 효소 관계

대사 과정에 관여하는 한 가지 효소에 대한 정보를 가진다는 1유전자 1효소설을 주장함

(2) 1유전자 1단백질설: 유전자가 효소뿐만 아니라 다른 단백질 합성에도 관여하는 것으로 알려져, 한 가지 특정 유전자는 한 가지 특정 단백질 합성에 관여한다는 1유전자 1단백질설로 발전함

(3) 1유전자 1폴리펩타이드설: 2종류 이상의 폴리펩타이드로 구성된 단백질이 발견되면서, 한 가지 특정 유전자는 한 가지 폴리펩타이드 합성에 관여한다는 1유전자 1폴리펩타이드설로 발전함

2 유전 정보의 흐름과 유전부호

1. 유전 정보의 중심 원리: DNA에 있는 유전 정보가 RNA로 전달되고, RNA의 유전 정보가 세포질에서 단백질 합성에 관여하는 유전 정보의 흐름을 중심 원리라고³ 함

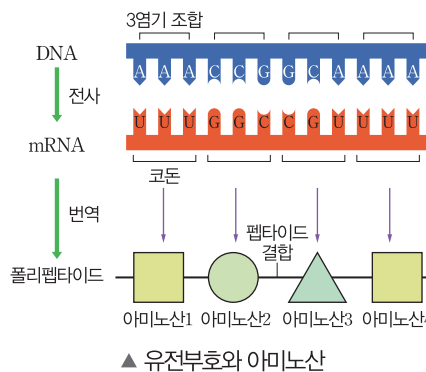
2. 유전부호⁴: 단백질을 만드는 유전 정보는

DNA에 저장되어 있음 → 생물체 내에서 단백질을 구성하는 아미노산의 종류는 약 20종류인데 DNA는 4개의 염기(A, G, C, T)로만 구성되며, 3개의 조합으로 유전부호를 만들면 총 64개의 부호가 생성됨

(1) 3염기 조합: 연속된 3개의 염기로 이루어진 DNA의 유전부호

(2) 코돈: mRNA의 연속된 3개의 염기로 이루어진 유전부호 → RNA의 염기인 A, G, C, U 중 3개가 조합된 것으로, 64종류가 있음

① 64종류 중 61종류는 아미노산을 지정하고, 3종류는 종결 코돈으로 사용됨



▲ 유전부호와 아미노산

1 붉은빵곰팡이

자낭에서 포자를 만드는 자낭균류의 한 종류이다. 붉은빵곰팡이의 야생형은 무기염류, 포도당, 비타민 등의 최소한의 영양분만 포함된 최소 배지에서 생장에 필요한 다른 영양분을 합성할 수 있다.

2 전구 물질

생체 내에서 생성되는 어떤 대사 산물에 대하여 그것이 도달하기 전의 물질로, 일반적으로 전 단계의 물질을 말한다.

3 중심 원리

- 전사: DNA의 유전 정보가 RNA로 전달되는 과정. 진핵세포는 핵 속에서 일어난다.
- 번역: RNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 과정. 세포질의 리보솜에서 일어난다.

4 유전부호

DNA의 유전부호는 3염기 조합이며, RNA의 유전부호는 코돈이다.

17 DAY



1 유전자와 단백질

01 다음은 비둘기와 테이텀의 붉은빵곰팡이 실험 과정과 결과이다.

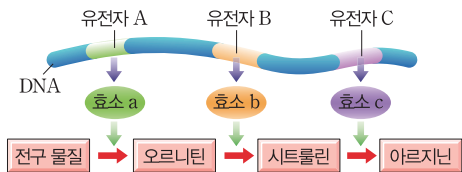
<과정>

- (가) 붉은빵곰팡이의 포자에 X선을 쬐어 3가지의 영양 요 구성 돌연변이주 I ~ III형을 만든다.
- (나) 최소 배지에 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌 중 하나를 첨가하여 각각의 배지에서 야생형과 영양 요구성 돌연변이주의 성장 여부를 확인한다.

<결과>

배지 균주형	최소 배지	최소 배지+ 오르니틴	최소 배지+ 시트룰린	최소 배지+ 아르지닌
	야생형			
돌연변이주	I형			
	II형			
	III형			

아르지닌 합성에 관여하는 유전자와 효소의 관계가 그림과 같다.



위 그림을 참고로 하여 돌연변이주 I ~ III형에서 돌연변이가 일어난 유전자를 각각 쓰시오.

(1)

2 유전 정보의 흐름과 유전부호

02 다음은 유전부호에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

(1) 유전부호

- 단백질을 만드는 유전 정보는 (2)에 저장
- 아미노산의 종류는 약 20종류인데 DNA는 4개의 염기 (A, G, C, T)로만 구성 → 3개의 조합으로 유전부호를 만들면 총 64개의 부호 생성

(2) (3) : 연속된 3개의 염기로 이루어진 DNA의 유전부호

(3) 코돈: (4)의 연속된 3개의 염기로 이루어진 유전부호

- A, G, C, U 중 3개가 조합된 것으로, 64종류 존재
- 64종류 중 61종류는 아미노산을 지정하고, 3종류는 (5)으로 사용
- AUG는 메싸이오닌을 지정하는 동시에 단백질 합성을 시작하게 하는 (6)이며, UAA, UAG, UGA는 단백질 합성을 끝나게 하는 종결 코돈

(4) 안티코돈: mRNA의 특정 코돈과 상보적으로 결합할 수 있는 (7)의 염기 3개의 조합

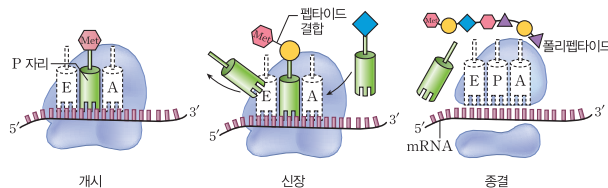
3 전사와 번역

03 다음은 전사에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

- (1) 개시: DNA의 (8)에 RNA 중합 효소 결합 → DNA를 두 가닥으로 분리 → DNA 염기 서열을 주형으로 하여 상보적인 mRNA 가닥 합성 시작
- (2) 신장: mRNA 가닥의 신장: (9)가 주형 가닥의 3' → 5' 방향으로 이동하면서 RNA 합성 → RNA는 합성되는 가닥의 3' 말단에 새로운 뉴클레오타이드가 첨가되면서 5' → 3' 방향으로 신장
- (3) 종결: RNA 중합 효소가 DNA의 종결 자리에 도달하면 분리되어 전사 종결 → T 대신 U이 존재하고 디옥시리보스 대신 (10)로 구성된 mRNA 생성

04 다음은 번역에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

- (1) 개시: mRNA가 리보솜 (11)에 결합 → 개시 tRNA가 개시 코돈과 결합 → 리보솜 (12) 결합 → 폴리펩타이드 합성 시작
- (2) 신장: 새로운 tRNA가 (13) 자리에 아미노산 공급 → 리보솜이 기존 폴리펩타이드 사슬에 새로운 아미노산 연결
- (3) 종결: A 자리에 (14) 코돈이 오면 폴리펩타이드 합성 완료



정답

1 I형: 유전자 A, II형: 유전자 B, III형: 유전자 C 2 DNA 3 3염기 조합 4 mRNA 5 종결 코돈 6 개시 코돈 7 tRNA 8 프로모터 9 RNA 중합 효소 10 리보스 11 소단위체 12 대단위체 13 A 14 종결



전사와 번역 문제

1등급 대비 문제 특강

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와, x 에서 돌연변이가 일어난 유전자 y , z 의 발현에 대한 자료이다.

- x , y , z 로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y, Z가 합성되고, X, Y, Z의 합성은 모두 개시 코돈에서 시작하여 종결 코돈에서 끝난다. 개시 코돈은 AUG이다.
- X는 9개의 아미노산으로 구성되며, 아미노산 서열이 ㉠-(가)-(나)-(다) 순서로 연결된 폴리펩타이드이다. 표의 ㉠~㉣은 (가)~(다)를 순서 없이 나타낸 것이다.
- y 는 x 의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 염기가 1회 결실되고, 다른 위치에서 ㉤ 연속된 2개의 염기가 1회 삽입된 것이다. y 의 DNA 2중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.
5'-GACTCACAAGCCATTGAACCAACTCGTTGCCATGC-3'
- z 는 x 의 전사 주형 가닥에서 1개의 사이토신(C)이 결실된 것이다. Z는 6종류의 아미노산으로 구성되고, 4번째 아미노산은 트립토판이다.
- 다음은 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	UCU	UUA	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC	UAC	UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	UAA	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG	UAG	UAG	종결 코돈	UGG	트립토판
CUU	류신	CCU	CAU	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC	CAC	CAC		CGC	
CUA		CCA	CAA	CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG	CAG	CAG		CGG	
AUU	아이스류신	ACU	AAU	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC	AAC	AAC		AGC	
AUA		ACA	AAA	AAA		AGA	
AUG	메싸이오닌	ACG	AAG	AAG	라이신	AGG	아르지닌
GUU	발린	GCU	GAU	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC	GAC	GAC		GGC	
GUA		GCA	GAA	GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG	GAG	GAG		GGG	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

2020/수능 17

[보기]

- ㉠, ㉡은 (가)이다.
- ㉢, ㉣에는 아데닌(A)이 있다.
- ㉤, X와 Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다.

- ① ㉠ ② ㉢ ③ ㉠, ㉤ ④ ㉢, ㉤ ⑤ ㉠, ㉢, ㉤

단서+발상

단서 x 에서 y 가 되는 돌연변이 조건과 주어진 y 의 전사 주형 가닥의 염기 서열에 주목한다.

발상 y 의 전사 주형 가닥의 개시 코돈에서부터 아미노산 서열을 찾아보면, 메싸이오닌-알라닌-트레오닌-... 순이다. x 의 아미노산 서열 ㉠~㉣ 중 트레오닌으로 시작하는 서열은 없으므로 y 의 3번째 아미노산을 암호화하는 서열에서 돌연변이가 일어났음을 생각한다.

해결 아미노산 서열 ㉠~㉣의 전사 주형 가닥 염기 서열과 y 의 전사 주형 가닥 염기 서열을 비교하여 5'-CG-3'이 삽입된 것임을 알아낸다.

| 문제 풀이 순서 |

step 1 y 를 이용하여 x 의 염기 서열을 알아낸다.

- ㉠~㉣의 전사 주형 가닥 염기 서열은 다음과 같다.
㉠: 3'-A_/CA_-5' ㉡: 3'-CA_/GT_-ACC-5'
㉢: 3'-TT_/A_-5' ㉣: 3'-1/CG_-5'
- x 에서 y 가 되는 돌연변이 조건을 반대로 생각하면, y 에서 x 가 될 때 연속된 2개의 염기가 결실되고, 다른 위치에서 연속된 2개의 염기가 삽입되어야 한다.
- y 의 전사 주형 가닥 염기 서열의 개시 코돈과 종결 코돈은 아래와 같다.
5'-GACTCACAAG CCATTGAAC CAACTCGT TGCCATGC-3'
- ㉠~㉣ 중 제일 긴 ㉢이 가능한 부분을 위 서열에서 찾아보면, 5'-CCATTGAAC-3'이다. 이 부분이 발린-글루타민-트립토판을 암호화하는 서열이 되려면 이 부분과 종결 코돈 사이에 연속된 2개의 염기가 삽입되어야 하고, 개시 코돈 사이에 연속된 2개의 염기가 결실되어야 한다.
- X에서 ㉡과 ㉣을 제외한 ㉠과 ㉢의 아미노산 수는 각각 2개이므로 염기 수는 각각 2개가 되어야 한다.
- 따라서 ㉡과 ㉢ 사이의 염기에서 2개의 염기가 결실되어야 하며, ㉡과 종결 코돈 사이에 2개의 염기가 삽입되어야 X가 9개의 아미노산으로 구성될 수 있다.
- 따라서 y 의 5'-CAAG-3'은 ㉢에서 2개의 염기가 결실되어, 5'-CAACTCGT-3'은 ㉣에서 연속된 2개의 염기가 삽입되어 만들어졌다.
- ㉢이 3'-TTCAAC-5'일 때 3'-GC-5'이 삽입되면 5'-CAACTCGT-3'이 되고, ㉢에서 2개의 염기가 결실되어 5'-CAAG-3'이 되려면 ㉢은 3'-GA_CA_-5'이 되어야 한다.

step 2 x 를 이용하여 z 의 염기 서열을 구한다.

- x 의 전사 주형 가닥 염기 서열은 아래와 같다.
5'-GACTCA_AC_AGCCATTGAAC CAA CTT TGC CATGC-3'
- x 에서 C이 결실되어 Z의 4번째 아미노산이 트립토판이 되려면 2번째 아미노산인 알라닌을 암호화하는 염기 서열의 C이 3번째 아미노산인 라이신을 암호화하는 염기 서열의 3이 결실되어야 한다.
- 알라닌을 암호화하는 염기 서열의 C이 결실된다면 z 의 아미노산 서열은 메싸이오닌-글루타민-세린-트립토판-페닐알라닌-아스파라진-글리신-...이다. 글리신 뒤가 3'-ATC-5'으로 종결 코돈이라 해도 아미노산이 7종류이므로 조건에 어긋난다.
- 따라서 라이신을 암호화하는 염기 서열의 C이 결실되어야 하고, z 의 아미노산 서열은 메싸이오닌-알라닌-아스파라진-트립토판-페닐알라닌-아스파라진-글리신-...이고, 글리신 뒤는 3'-ATC-5'으로 4 코돈이다.

| 보기 분석 |

㉠, ㉡은 (가)이다. (○)

㉢은 (가), ㉣은 (나), ㉤은 (다)이다.

㉤, ㉣에는 아데닌(A)이 있다. (×)

㉢은 3'-5-5'이므로 아데닌(A)이 없다.

㉤, X와 Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다. (×)

X가 합성될 때의 종결 코돈은 3'-ACT-5'과 상보적인 UGA, Z가 합성될 때의 종결 코돈은 3'-ATC-5'과 상보적인 6로 서로 다르다.

∴ 정답은 ① ㉠이다.

GVN 9 CG 5 25 7 2 9 8 0V L 1 [답률]

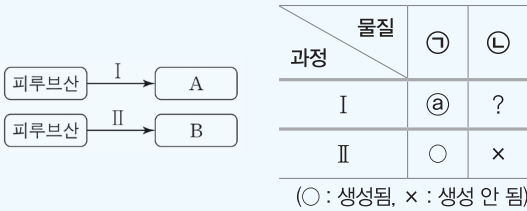


알코올 발효와 젖산 발효 문제

2등급 대비 문제 특강

- 이 유형은 발효 과정의 생성물을 분석하여 알코올 발효와 젖산 발효를 구분하고, 각 발효 과정의 특징을 묻는 형태로 주로 출제된다.

그림은 발효에서 피루브산이 물질 A와 B로 전환되는 과정 I 과 II 를, 표는 I 과 II 에서 물질 ㉠과 ㉡의 생성 여부를 나타낸 것이다. A와 B는 젖산과 에탄올을 순서 없이 나타낸 것이고, ㉠과 ㉡은 CO₂와 NAD⁺를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

2022 대비 6월 모평 13

[보기]

- ㉠, ㉡는 '○'이다.
- 사람의 근육 세포에서 O₂가 부족할 때 II가 일어난다.
- 1분자당 탄소 수는 피루브산과 B가 같다.

- ① ㉠, ㉡
- ② ㉠, ㉡
- ③ ㉠, ㉡
- ④ ㉠, ㉡
- ⑤ ㉠, ㉡, ㉢

단서+발상

- 단서** 과정 II에서 물질 ㉠과 ㉡ 중 ㉠만 생성되는 것에 주목한다.
- 발상** 알코올 발효와 젖산 발효에서 공통적으로 NAD⁺가 생성되고, 알코올 발효에서만 CO₂가 생성되는 것을 생각한다.
- 해결** 피루브산이 젖산으로 전환되는 젖산 발효에서는 탄소 수가 변하지 않는다는 것을 파악할 수 있어야 한다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 알코올 발효 과정과 젖산 발효 과정의 차이를 비교하기

- 피루브산이 에탄올로 전환되는 알코올 발효 과정에서 탈탄산 반응이 일어나 1가 생성되고, 아세트알데하이드가 NADH로부터 전자를 받아 에탄올로 환원되면서 NAD⁺가 생성된다.
- 피루브산이 젖산으로 전환되는 젖산 발효 과정에서 피루브산은 NADH로부터 전자를 받아 젖산으로 환원되면서 2가 생성된다. 따라서 I 과 II에서는 모두 NAD⁺가 생성된다.
- 표의 II에서 ㉡의 생성이 없으므로 ㉡은 3이고 ㉠은 NAD⁺이다.
- ㉡(CO₂)이 생성되지 않는 II는 젖산 발효이고 I은 알코올 발효이다.

step 2 알코올 발효와 젖산 발효에서 각 물질의 탄소 수 비교하기

- 피루브산(C₃)으로부터 탈탄산 반응 없이 생성된 젖산(C₃)은 피루브산과 같은 3탄소 화합물이고, 피루브산으로부터 탈탄산 반응 결과 생성된 아세트알데하이드(C₂)와 에탄올(C₂)은 모두 4화합물이다.

| 보기 분석 |

㉠, ㉡는 '○'이다. (○)

- 표의 II에서 ㉡의 생성이 없으므로 ㉡은 CO₂이고 ㉠은 NAD⁺이며, ㉡(CO₂)이 생성되지 않는 II는 젖산 발효이고 I은 알코올 발효이다. 알코올 발효(I)에서는 NAD⁺와 CO₂가 모두 생성되므로 ㉡는 '○'이다.

㉢. 사람의 근육 세포에서 O₂가 부족할 때 II가 일어난다. (○)

- 사람의 근육 세포에서 O₂가 충분할 때는 에너지 효율이 높은 산소 호흡을 하지만, O₂가 부족할 때는 5 발효(II)가 일어난다.

㉣. 1분자당 탄소 수는 피루브산과 B가 같다. (○)

- 피루브산은 3탄소 화합물이고 젖산(B)도 3탄소 화합물이므로, 피루브산과 젖산에서 1분자당 탄소 수는 같다.

∴ 정답은 ㉠, ㉢, ㉣이다.



문제 풀이 Tip

- 발효 과정에서 반응 전후 물질의 분자식이 어떻게 바뀌는지를 이해한다. 피루브산은 C₃H₄O₃이고, NADH로부터 2H⁺를 얻어 환원된 젖산은 C₃H₆O₃이다. 피루브산이 탈탄산 반응을 통해 전환된 아세트알데하이드는 CH₃CHO 또는 C₂H₄O이고, 아세트알데하이드가 NADH로부터 2H⁺를 얻어 환원된 에탄올은 C₂H₅OH 또는 C₂H₆O이다.
- 평소 산소 호흡을 하지만 O₂가 부족할 때 발효를 할 수 있는 경우를 알아둔다. 효모는 산소 호흡을 하지만 O₂가 부족할 때 알코올 발효가 일어나며, 사람의 근육 세포도 산소 호흡을 하지만 O₂가 부족할 때 젖산 발효가 일어난다.



이 유형을 대비하기 위해서는 알코올 발효와 젖산 발효에서 CO₂가 생성되는 발효는 알코올 발효라는 것을 알고 있어야 한다.

정답 5 ㉠, ㉢, ㉣ 7 CO₂ 8 NAD⁺ 9 아세트알데하이드 10 1 [모범]



1 유전자와 단백질

N01 *** 2017/수능 19

그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 최소 배지에 물질 ㉠ 또는 ㉡의 첨가에 따른 붉은빵곰팡이 야생형과 돌연변이주 I과 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.

유전자 a → 효소 A	전구 물질	구분	최소 배지		최소 배지, ㉠		최소 배지, ㉡	
	오르니틴		성장	㉢ 합성	성장	㉢ 합성	성장	㉢ 합성
유전자 b → 효소 B	시트룰린	야생형	+	○	+	○	+	○
유전자 c → 효소 C	아르지닌	I	-	×	+	○	+	×
		II	-	○	-	○	+	○

(+: 성장함, -: 성장 못함, ○: 합성됨, ×: 합성 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

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

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

N02 *** 2018(9월)/평가원 13

그림은 붉은빵곰팡이에서 아르지닌이 합성되는 과정을, 표는 최소 배지에 물질 ㉠~㉢의 첨가에 따른 붉은빵곰팡이 야생형과 돌연변이주 I~IV의 성장 여부를 나타낸 것이다. 돌연변이주 I~III은 유전자 a~c 중 하나에만, IV는 a~c 중 두 개의 유전자에 돌연변이가 일어난 것이다. ㉠~㉢은 각각 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌 중 하나이다.

유전자 a → 효소 A	전구 물질	구분	야생형	I	II	III	IV
	오르니틴						
유전자 b → 효소 B	시트룰린	최소 배지+㉠	+	-	+	+	+
유전자 c → 효소 C	아르지닌	최소 배지+㉡	+	-	+	-	-
		최소 배지+㉢	+	+	+	+	+

(+: 성장함, -: 성장 못함)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 효소 B의 기질은 ㉠이다.
- ㄴ. ㉢은 아르지닌이다.
- ㄷ. IV는 a와 b 모두에 돌연변이가 일어난 것이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



1등급 대비 문제

FOR THE FIRST CLASS LEVEL

N18 1등급 대비 2023 대비 수능 18



다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와, x 에서 돌연변이가 일어난 유전자 y 의 발현에 대한 자료이다.

- x 와 y 로부터 각각 폴리펩타이드 X와 Y가 합성된다.
- X는 8개의 아미노산으로 구성되고, X의 아미노산 서열은 다음과 같다.
메싸이오닌—세린—글루탐산—히스티딘—트레오닌—류신—발린—타이로신
- y 는 x 의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥에서 ④ 피리미딘 계열에 속하는 연속된 2개의 서로 다른 염기 4회 결실되고, 다른 위치에 ③이 1회 삽입된 것이다.
- y 의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 (가)—(나)—(다) 순이며, 표의 I ~ III은 (가)~(다)를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 A, C, G, T를 순서 없이 나타낸 것이다.
- Y에는 아미노산 ㉡가 2개 있다.
- X와 Y의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나며, 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

UUU UUC	페닐알라닌	UCU UCC	세린	UAU UAC	타이로신	UGU UGC	시스테인
UUA UUG	류신	UCA UCG	류신	UAA UAG	종결 코돈	UGA UGG	종결 코돈 트립토판
CUU CUC CUA CUG	류신	CCU CCC CCA CCG	프롤린	CAU CAC CAA CAG	히스티딘 글루타민	CGU CGC CGA CGG	아르지닌
AUU AUC AUA	아이소류신	ACU ACC ACA	트레오닌	AAU AAC AAA AAG	아스파라진 라이신	AGU AGC AGA AGG	세린 아르지닌
AUG	메싸이오닌	ACG					
GUU GUC GUA GUG	발린	GCU GCC GCA GCG	알라닌	GAU GAC GAA GAG	아스파르트산 글루탐산	GGU GGC GGA GGG	글리신

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

[보기]

- ㄱ. ㉠은 아데닌(A)이다.
- ㄴ. ㉡는 세린이다.
- ㄷ. X와 Y가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

N19 1등급 대비 2022 실시 10월 학평 18



다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와, x 에서 돌연변이가 일어난 유전자 y, z 의 발현에 대한 자료이다.

- x, y, z 로부터 각각 폴리펩타이드 X, Y, Z가 합성된다.
- x 의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 다음과 같다.
5'-TTAGGTCCTCACGTCGAGCTCAGACTAGTCAT-3'
- 표는 폴리펩타이드 X, Y, Z를 구성하는 아미노산 ㉠~㉢의 수를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 각각 X와 Y 중 하나이다.
- y 는 x 에서 ㉠ 연속된 5개의 염기쌍이 결실된 것이다.
- z 는 y 에서 ㉡ 1개의 염기쌍이 결실된 것이다.
- X, Y, Z의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나며, 표는 유전부호를 나타낸 것이다.

폴리펩타이드	아미노산의 수		
	㉠	㉡	㉢
(가)	?	2	2
(나)	3	2	0
Z	1	2	1

UUU UUC	페닐알라닌	UCU UCC	세린	UAU UAC	타이로신	UGU UGC	시스테인
UUA UUG	류신	UCA UCG	류신	UAA UAG	종결 코돈	UGA UGG	종결 코돈 트립토판
CUU CUC CUA CUG	류신	CCU CCC CCA CCG	프롤린	CAU CAC CAA CAG	히스티딘 글루타민	CGU CGC CGA CGG	아르지닌
AUU AUC AUA	아이소류신	ACU ACC ACA	트레오닌	AAU AAC AAA AAG	아스파라진 라이신	AGU AGC AGA AGG	세린 아르지닌
AUG	메싸이오닌	ACG					
GUU GUC GUA GUG	발린	GCU GCC GCA GCG	알라닌	GAU GAC GAA GAG	아스파르트산 글루탐산	GGU GGC GGA GGG	글리신

이에 대한 옳은 설명만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

[보기]

- ㄱ. ㉠은 아르지닌이다.
- ㄴ. ㉠에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 12개이다.
- ㄷ. ㉡에 사이토신(C)이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



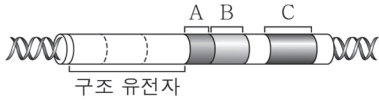
2등급 대비 문제

FOR THE SECOND CLASS LEVEL

041 2등급 대비 2021(7월)/교육청 16

다음은 야생형 대장균과 돌연변이 대장균 I 과 II 에 대한 자료이다.

- 그림은 야생형 대장균의 젓당 오페론과 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를 나타낸 것이다. A~C는 각각 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자, 젓당 오페론의 작동 부위, 젓당 오페론의 프로모터 중 하나이다.



- 표는 야생형 대장균과 B와 C 중 하나가 각각 결실된 돌연변이 대장균 I 과 II 를 포도당은 없고 젓당이 있는 배지와 포도당과 젓당이 모두 없는 배지에서 각각 배양할 때의 자료이다. ㉠과 ㉡은 억제 단백질과 작동 부위의 결합, 젓당 분해 효소의 생성을 순서 없이 나타낸 것이다.

구분	포도당은 없고 젓당이 있는 배지		포도당과 젓당이 모두 없는 배지	
	㉠	㉡	㉠	㉡
야생형	○	?	?	○
I	?	×	○	?
II	㉢	?	?	○

(○: 결합함 또는 생성됨, ×: 결합 못함 또는 생성 안 됨)

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

[보기]

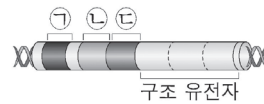
- ㄱ. I 은 B가 결실된 돌연변이이다.
- ㄴ. ㉢는 '×'이다.
- ㄷ. C에는 단백질의 아미노산 서열이 암호화되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

042 2등급 대비 2022(6월)/평가원 17



그림은 야생형 대장균의 젓당 오페론과 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를, 표는 야생형 대장균, 돌연변이 대장균 A와 B를 포도당은 없고 젓당이 있는 배지에서 각각 배양했을 때 억제 단백질과 젓당 분해 효소의 생성 여부를 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 젓당 오페론의 작동 부위, 젓당 오페론의 프로모터, 젓당 오페론을 조절하는 조절 유전자를 순서 없이 나타낸 것이다. A는 ㉠~㉢ 중 하나가, B는 그 나머지 중 하나가 결실된 돌연변이이다.



대장균	억제 단백질	젓당 분해 효소
야생형	○	○
A	○	×
B	×	○

(○: 생성됨, ×: 생성 안 됨)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 돌연변이는 고려하지 않으며, 야생형 대장균, A, B의 배양 조건은 동일하다.) [3점]

[보기]

- ㄱ. B는 ㉠이 결실된 돌연변이이다.
- ㄴ. A의 억제 단백질은 ㉡에 결합한다.
- ㄷ. 젓당 분해 효소의 아미노산 서열은 ㉢에 암호화되어 있다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ



★ 최신 연도별 모의고사 10회

[제한시간: 30분]

최신 모의고사
최다 수록 ★

- 01 회 2023 실시 4월 학력평가
- 02 회 2023 대비 6월 모의평가
- 03 회 2024 대비 6월 모의평가
- 04 회 2023 실시 7월 학력평가
- 05 회 2023 대비 9월 모의평가
- 06 회 2024 대비 9월 모의평가
- 07 회 2022 실시 10월 학력평가
- 08 회 2023 실시 10월 학력평가
- 09 회 2023 대비 대학수학능력시험
- 10 회 2024 대비 대학수학능력시험

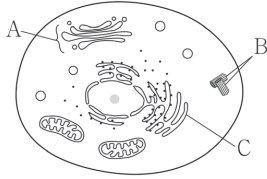


제1회

과학탐구 영역 (생명과학 II)

*정답 및 해설 477~478p

1. 그림은 동물 세포의 구조를 나타낸 것이다. A~C는 각각 골지체, 태끈면 소포체, 중심체 중 하나이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>
 가. A는 골지체이다.
 나. B는 미세 소관으로 이루어져 있다.
 다. C는 지질 합성에 관여한다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

2. 표는 식물의 구성 단계 일부와 예를 나타낸 것이다. (가)~(다)는 기관, 조직, 조직계를 순서 없이 나타낸 것이다.

구성 단계	예
(가)	㉠ 꽃
(나)	표피 조직계
(다)	?

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보기>
 가. ㉠은 생식 기관에 해당한다.
 나. (나)는 동물의 구성 단계에도 있다.
 다. 형성층은 (다)의 예이다.

- ① 가 ② 나 ③ 다 ④ 가, 다 ⑤ 나, 다

3. 다음은 생명 과학자들의 주요 성과 (가)~(다)의 내용이다. ㉠과 ㉡은 모건과 멘델을 순서 없이 나타낸 것이다.

(가) 멀리스는 ㉠ DNA를 증폭하는 기술인 중합 효소 연쇄 반응(PCR)을 개발하였다.
 (나) ㉠은 완두 교배 실험을 통해 유전의 기본 원리를 발견하였다.
 (다) ㉡은 초파리 교배 실험을 통해 유전자가 염색체의 일정한 위치에 존재한다는 것을 밝혔다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>
 가. ㉠의 기본 단위는 뉴클레오타이드이다.
 나. ㉡은 멘델이다.
 다. (가)~(다)를 시대 순으로 배열하면 (다)→(나)→(가)이다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 가, 다 ⑤ 나, 다

4. 표는 주사 전자 현미경, (가), (나)의 광원과 백혈구의 관찰 결과를 나타낸 것이다. (가)와 (나)는 광학 현미경과 투과 전자 현미경을 순서 없이 나타낸 것이다.

현미경	주사 전자 현미경	(가)	(나)
광원	?	전자선	?
관찰 결과			

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>
 가. (가)는 투과 전자 현미경이다.
 나. (나)의 광원은 가시광선이다.
 다. 주사 전자 현미경은 백혈구의 입체 구조를 관찰하기에 적합하다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

5. 표 (가)는 생명체를 구성하는 물질 A~C에서 특징 ㉠과 ㉡의 유무를, (나)는 ㉠과 ㉡을 순서 없이 나타낸 것이다. A~C는 글리코젠, 단백질, 스테로이드를 순서 없이 나타낸 것이다.

특징	물질			특징(㉠, ㉡)
	A	B	C	
㉠	×	○	?	○ 지질에 속한다. ○ 호르몬의 구성 성분이다.
㉡	?	×	?	

(○: 있음, ×: 없음)

(가)

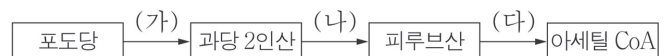
(나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

<보기>
 가. A는 다당류이다.
 나. 콜레스테롤은 B에 해당한다.
 다. C에는 펩타이드 결합이 있다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 다 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

6. 그림은 진핵세포에서 일어나는 세포 호흡 과정의 일부를 나타낸 것이다.



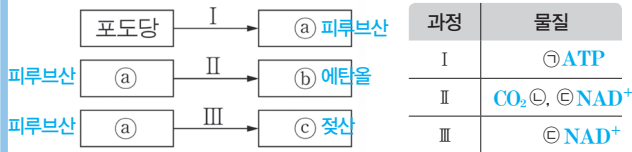
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>
 가. 과정 (가)에서 ATP가 생성된다.
 나. 과정 (나)에서 탈수소 반응이 일어난다.
 다. 미토콘드리아에서 과정 (다)가 일어난다.

- ① 가 ② 나 ③ 가, 다 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

H 01 정답 ① * 세포 호흡과 발효 [정답률 72%] 2021(4월)/교육청 13

그림은 세포 호흡과 발효에서 일어나는 과정 I~III을, 표는 I~III에서 생성된 물질을 나타낸 것이다. ㉠~㉢은 에탄올, 젖산, 피루브산을 순서 없이 나타낸 것이고, 물질 ㉣~㉥은 ATP, CO₂, NAD⁺를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

㉣은 ATP이다.
 → ㉣은 ATP, ㉡은 CO₂, ㉢은 NAD⁺
 나. 1분자당 수소 수 / 탄소 수 는 ㉡가 ㉢보다 작다.
 → 1분자당 수소 수 는 ㉡(에탄올)가 3, ㉢(젖산)가 2임
 탄소 수 는 ㉡(에탄올)가 2, ㉢(젖산)가 3이다.
 다. 사람의 근육 세포에서 II가 일어난다.
 → 사람의 근육 세포에서는 III(젖산 발효)이 일어난다.

- ① ㉣ ② 나 ③ 다
 ④ ㉣, 나 ⑤ 나, 다

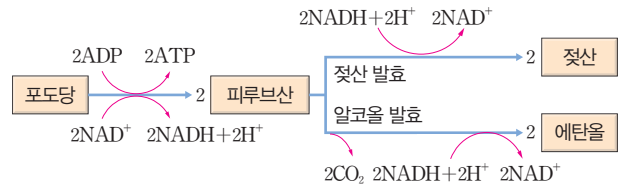
| 문제+자료 분석 |

- 에탄올과 젖산은 피루브산으로부터 생성되므로 ㉡는 피루브산이다.
- 포도당이 피루브산으로 되는 I은 해당 과정이며, 해당 과정에서 NAD⁺가 NADH로 환원되고, ATP가 생성되므로 ㉣은 ATP이다.
- 젖산 발효와 알코올 발효에서 NAD⁺는 공통적으로 생성되므로 ㉢은 NAD⁺, CO₂는 알코올 발효에서만 생성되므로 ㉡는 CO₂이다. **주의**

| 보기 분석 |

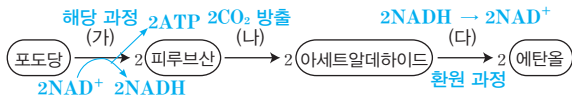
- ㉣ I(해당 과정) 결과 생성된 ㉣은 ATP이다.
 나. 1분자당 수소 수 / 탄소 수 는 에탄올(C₂H₅OH)이 $\frac{6}{2}=3$ 이고, 젖산(C₃H₆O₃)이 $\frac{6}{3}=2$ 이므로 ㉡(에탄올)가 ㉢(젖산)보다 크다.
 다. 사람의 근육 세포에서 일어나는 것은 III(젖산 발효)이며, II(알코올 발효)는 일어나지 않는다.

* 젖산 발효와 알코올 발효



H 02 정답 ③ * 알코올 발효 [정답률 77%] 2018(9월)/평가원 5

그림은 세포 내에서 포도당으로부터 에탄올이 생성되는 과정 (가)~(다)를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

㉣ (가)에서 기질 수준 인산화 일어난다.
 → 해당 과정이므로 기질 수준 인산화가 일어난다.
 나 (나)에서 탈탄산 반응이 일어난다.
 → 탄소 수가 줄어드는 탈탄산 반응이 일어난다.
 다 (다)에서 아세트알데하이드가 산화된다.
 → 아세트알데하이드가 환원되어 에탄올이 됨

- ① ㉣ ② 다 ③ ㉣, 나
 ④ 나, 다 ⑤ ㉣, 나, 다

| 문제+자료 분석 |

- 효모는 산소가 부족하면 알코올 발효를 하며, 1분자의 포도당이 2분자의 에탄올로 분해된다.

| 보기 분석 |

- ㉣ (가)는 포도당이 피루브산으로 되는 해당 과정이다. 해당 과정에서 기질 수준 인산화가 일어나 ATP가 합성된다.
 나 (나)는 3탄소 화합물인 피루브산이 2탄소 화합물인 아세트알데하이드로 전환되는 과정이며, 이 과정에서 CO₂가 발생하는 탈탄산 반응이 일어난다. 탄소 수의 변화로 탈탄산 효소의 작용 여부를 알 수 있다. **골짜기**
 다 (다)에서 NADH가 NAD⁺로 산화되고, 아세트알데하이드는 수소를 제공받아 에탄올로 환원된다.

* 발효

알코올 발효	해당 과정으로 생성된 피루브산이 산소 호흡으로 산화되지 못할 때 에탄올로 전환시켜 ATP를 생성하는 발효를 알코올 발효라고 한다. 에탄올은 2탄소 화합물이므로 이 과정에서는 탈탄산 반응이 일어난다.
젖산 발효	해당 과정으로 생성된 피루브산이 산소 호흡으로 산화되지 못할 때 젖산으로 전환시켜 ATP를 생성하는 발효를 젖산 발효라고 한다. 젖산은 3탄소 화합물이므로 이 과정에서는 탈탄산 반응이 일어나지 않는다.

다음은 어떤 세포에서 복제 중인 이중 가닥 DNA에 대한 자료이다.

- 이중 가닥 DNA를 구성하는 단일 가닥 I과 II는 각각 26개의 염기로 구성되며, 서로 상보적이다. I을 주형으로 하여 선도 가닥 ㉞가 합성되었고, II를 주형으로 하여 지연 가닥이 합성되는 과정에서 가닥 ㉞와 ㉞가 합성되었다.
- ㉞는 26개의 염기로, ㉞와 ㉞는 각각 13개의 염기로 구성된다. ㉞는 프라이머 X를, ㉞는 프라이머 Y를, ㉞는 프라이머 Z를 가진다.
- X~Z는 각각 4개의 염기로 구성되고, X와 Z는 서로 상보적이다.
- ㉞의 염기 서열은 다음과 같다. ㉞과 ㉞은 구아닌(G)과 사이토신(C)을 순서 없이 나타낸 것이다.



- ㉞와 ㉞를 구성하는 염기를 모두 합쳐서 구한 $\frac{C}{G}$ 의 값은 $\frac{1}{2}$ 이다.

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

[보기]

- ㉞. ㉞가 ㉞보다 먼저 합성되었다.
- ㉞. ㉞가 ㉞보다 나중에 합성됨
- ㉞. X와 Y의 염기 서열은 같다.
- ㉞. X와 Y의 염기 서열은 5'-CGCC-3'로 같음
- ㉞. I에서 $\frac{C}{A+T} = \frac{3}{4}$ 이다.
- ㉞. I에서 $\frac{C}{A+T} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$ 임

- ① ㉞ ② ㉞ ③ ㉞, ㉞ ④ ㉞, ㉞ ⑤ ㉞, ㉞, ㉞

단서+발상

- 단서 ㉞과 ㉞이 서로 상보적인 염기임에 주목한다.
- 발상 Y와 Z의 염기 서열이 될 수 있는 염기 서열을 ㉞과 ㉞으로 표현한다.
- 해결 X(5'-㉞㉞㉞-3')와 5'-㉞㉞㉞-3'의 염기 서열이 같을 경우, ㉞과 ㉞이 모두 구아닌(G)이므로 조건에 성립하지 않는 것을 확인한다.

| 문제 해결 과정 |

step 1 프라이머 서열 찾기

- ㉞과 ㉞은 각각 구아닌(G)과 사이토신(C) 중 하나이므로 ㉞과 ㉞은 서로 상보적인 염기이다. 따라서 ㉞의 염기 서열에 상보적인 염기 서열은 다음과 같다.



- 지연 가닥을 이루는 ㉞와 ㉞의 염기 서열은 ㉞에 상보적이므로 ㉞와 ㉞의 염기 서열은 각각 A와 B 중 하나이다.

- ㉞~㉞의 염기 서열에서 5' 말단에 프라이머가 있으므로 X의 염기 서열은 5'-㉞㉞㉞-3'이고, Y와 Z는 각각 5'-㉞㉞㉞-3'와 5'-㉞㉞㉞-3' 중 하나이다.

step 2 ㉞과 ㉞ 찾기

- ㉞~㉞의 염기 서열에서 5' 말단에 프라이머가 있으므로 X의 염기 서열은 5'-㉞㉞㉞-3'이고, Y와 Z의 염기 서열은 각각 5'-㉞㉞㉞-3'와 5'-㉞㉞㉞-3' 중 하나이다.
- X와 Z가 서로 상보적이므로 Z의 염기 서열은 5'-㉞㉞㉞-3'이다. 5'-㉞㉞㉞-3'와 5'-㉞㉞㉞-3'은 같은 염기 서열이 될 수 없으므로 Z의 염기 서열은 5'-㉞㉞㉞-3'이자 5'-㉞㉞㉞-3'이므로 ㉞은 사이토신(C), ㉞은 구아닌(G)이다.

step 3 ㉞와 ㉞ 찾기

- B의 프라이머 Z의 염기 서열이 5'-㉞㉞㉞-3'이므로 B가 ㉞이고, A가 ㉞이다. ㉞~㉞의 염기 서열과 프라이머 X~Z는 다음과 같다.



이때 $\frac{C}{G} = \frac{1}{2}$ 을 만족한다.

| 보기 분석 |

- ㉞. ㉞가 ㉞보다 먼저 합성되었다. (X)
- 지연 가닥을 이루는 ㉞와 ㉞에서 3' 말단 쪽에 있는 가닥이 ㉞이므로 ㉞가 ㉞보다 먼저 합성되었다.
- ㉞. X와 Y의 염기 서열은 같다. (O)
- X와 Y의 염기 서열은 모두 5'-CGCC-3'이다.
- ㉞. I에서 $\frac{C}{A+T} = \frac{3}{4}$ 이다. (O)
- I에서 $\frac{C}{A+T}$ 의 값은 I을 주형으로 ㉞가 합성되었으므로 ㉞에서 $\frac{G}{A+T}$ 와 같다. 즉 $\frac{G}{A+T} = \frac{6}{4+4} = \frac{3}{4}$ 이다.

★ 정답은 ④ ㉞, ㉞ 이다.

오해 틀렸나?

- ㉞번을 최다 오답으로 선택한 34.7%의 학생들은 X의 염기 서열과 상보적인 서열인 5'-㉞㉞㉞-3'이 5'-㉞㉞㉞-3'와 같은지 확인하는 과정에서 첫 번째 염기만 비교하였을 가능성이 크다.
- ㉞과 ㉞은 구아닌(G)과 사이토신(C) 중 서로 다른 염기이므로 첫 번째 염기를 비교하면 ㉞이 사이토신(C)이지만 두 번째 염기를 비교하면 ㉞이 구아닌(G)임을 확인하여 해당 경우를 기억해야 한다.



천원준 | 2024 수능 응시 · 부산 동인고 졸

내가 틀린 문제야. 이걸 틀리고 47점이지. 시험장에서 급한 나머지, 5번째 조건을 못 보는 만행을 저질렀고 X와 Z는 서로 상보적이라는 조건을 잘못 썼거든. 아무튼, 5번째 조건을 통해 ㉞은 C, ㉞은 G라는 것을 파악할 수 있고 X와 Z는 상보적이라는 조건을 통해 프라이머 둘 중 무엇이 Y이고 무엇이 Z인지 알 수 있어.

다음은 어떤 진핵생물의 유전자 x 와, x 에서 돌연변이가 일어난 유전자 y 의 발현에 대한 자료이다.

- x 와 y 로부터 각각 폴리펩타이드 X와 Y가 합성된다.
- 36개의 염기쌍으로 구성된 x 의 DNA 이중 가닥 중 전사 주형 가닥의 염기 서열은 5'-(가)-(나)-3'이며, 표의 I과 II는 (가)와 (나)를 순서 없이 나타낸 것이다. ㉔는 5' 말단과 3' 말단 중 하나이다. ㉕은 3개의 피리미딘 계열 염기와 2개의 퓨린 계열 염기로 구성된다.

구분	염기 서열
I (가)	5'-CGCTACGTCACGCATGCG
II (나)	㉔-CTTACGACTAG ㉕-AT 3' AGCCT

- X는 8개의 아미노산으로 구성되고, 1개의 세린, 1개의 아스파르탄을 가진다. UCG GAU
- y 는 x 의 전사 주형 가닥에서 연속된 2개의 동일한 염기가 1회 결실된 것이다. 3'-CC-5'
- Y는 9개의 아미노산으로 구성된다.
- X와 Y의 합성은 개시 코돈 AUG에서 시작하여 종결 코돈에서 끝나며, 표는 유전 부호를 나타낸 것이다.

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC	종결 코돈	UGC	종결 코돈
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈
UUG		UCG		UAG	종결 코돈	UGG	트립토판
CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC	글루타민	CGC	
CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG	글루타민	CGG	
AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC	아스파라진	AGC	
AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG	메싸이오닌	ACG	AAG	라이신	AGG		
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르탄	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC	아스파르탄	GGC	
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG	글루탐산	GGG	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 (보기)에서 있는 대로 고른 것은? (단, 제시된 돌연변이 이외의 핵산 염기 서열 변화는 고려하지 않는다.) [3점]

[보기]

- ㉑. ㉔는 5' 말단이다.
- ㉒. ㉕는 3' 말단임
- ㉓. X의 세린을 암호화하는 코돈의 3' 말단 염기는 구아닌(G)이다. X의 세린을 암호화하는 코돈은 5'-UCG-3'이므로 해당 코돈의 3' 말단 염기는 구아닌(G)임
- ㉔. Y의 5번째 아미노산은 세린이다. Y의 5번째 아미노산은 타이로신임

- ① ㉑ ② ㉒ ③ ㉔ ④ ㉑, ㉒ ⑤ ㉒, ㉔

단서+발상

- ㉑ 단서) 아미노산 개수가 Y가 X보다 많다는 정보에 주목한다.
- ㉒ 발상) I에서 종결 코돈에 대한 3염기 조합인 5'-CTA-3'와 5'-TCA-3'를 찾는다.
- ㉓ 해결) 아미노산 개수가 적은 X의 종결 코돈에 대한 3염기 조합이 5'-TCA-3'임을 판단하고 ㉔가 3' 말단임을 찾는다.

문제 해결 과정

step 1 (가)와 (나) 찾기

- 전사 주형 가닥의 염기 서열이 5'-(가)-(나)-3'이므로 개시 코돈에 대한 3염기 조합은 (나)에 있고, 종결 코돈에 대한 3염기 조합은 (가)에 있다.
- X는 8개의 아미노산으로 구성되므로 9번째 코돈은 종결 코돈이다. I이 (나)이고 II가 (가)일 경우, ㉔가 5' 말단인 경우와 3' 말단인 경우 모두 9번째 코돈이 종결 코돈이 되지 않는다.

구분	염기 서열
I (나)	5'-CGC/TAC/GTC/ACG/CAT/GCG (개시 코돈) 3'-GUA-5'
II (가)	㉔-CTTACGACTAG ㉕-AT 3'-UGA-5' (세린)
	㉔-CTTACGACTAG ㉕-AT 3'-UGA-5' (세린)

- 따라서 I이 (가)이고 II가 (나)이다.

step 2 ㉔ 찾기

- (가)(I)에 종결 코돈에 대한 3염기 조합 2개가 있다. Y가 X보다 더 많은 아미노산을 가지므로 X의 종결 코돈에 대한 3염기 조합은 3' 말단에 가까운 5'-TCA-3'이고, Y의 종결 코돈에 대한 3염기 조합은 5'-CTA-3'이다.
- ㉔가 5' 말단일 경우, x 로부터 전사된 mRNA의 다섯 번째 코돈이 종결 코돈이 되어 8개의 아미노산으로 구성된 X가 합성될 수 없으므로 ㉔는 3' 말단이다.

구분	염기 서열
I (가)	5'-CGCTACGTCACGCATGCG
II (나)	㉔-C/TTA/CGA/CTA/G ㉕-AT 5'-AAU-3' (종결 코돈)
	㉔-CT/TAC/GAC/TAG ㉕-AT

step 3 ㉕의 염기 서열 찾기

- X를 지정하는 mRNA의 코돈과 X의 아미노산 서열은 다음과 같다.

mRNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	5'-AUG	CUG	AUC	□□□	□□U	ACG	CAU	GCG	UGA-3'
X	1	2	3	4	5	6	7	8	
	메싸이오닌	류신	아이소류신	□-□	트레오닌	히스티딘	알라닌		

- X는 1개의 세린과 1개의 아스파르탄을 가지므로 4번째 코돈과 5번째 코돈은 각각 세린과 아스파르탄을 지정하는 코돈 중 하나이다.
- ㉕은 3개의 피리미딘 계열 염기와 2개의 퓨린 계열 염기로 구성되므로 ㉕에 상보적인 염기 서열은 3개의 퓨린 계열 염기와 2개의 피리미딘 계열 염기로 구성된다.
- 아스파르탄을 지정하는 코돈은 2개의 퓨린 계열 염기와 1개의 피리미딘 계열 염기를 가지므로 세린을 지정하는 코돈은 UC□이다.
- 4번째 아미노산이 아스파르탄일 경우, ㉕에 상보적인 염기 서열은 퓨린 계열 염기 2개, 피리미딘 계열 염기 3개로 구성되므로 4번째 아미노산은 세린이다.

차 례 [중요 개념+개념 체크 문제]

★ 1등급 킬러

I 생명 과학의 역사 ~ II 세포의 특성

01. 생명체의 구성 단계	02
02. 세포의 구조와 기능	04
03. 세포막을 통한 물질의 출입	06
04. 효소	08

III 세포 호흡과 광합성

05. 세포 호흡 [2등급 킬러]	10
06. 발효 [2등급 킬러]	14
07. 광합성 [2등급 킬러]	16

IV 유전자의 발현과 조절

08. 유전 물질	20
★09. DNA 복제 [1등급 킬러]	22
★10. 유전자 발현 [1등급 킬러]	26
11. 유전자 발현 조절 [2등급 킬러]	30

V 생물의 진화와 다양성

12. 생명의 기원과 진화	34
13. 생물의 분류와 계통	36
14. 생물의 다양성	38
★15. 생물의 진화 [1등급 킬러]	40

VI 생명 공학 기술과 인간 생활

16. 생명 공학 기술의 원리와 활용 [2등급 킬러]	44
★ 기술(자료+선택지)로 개념 체크 문제 정답	48

1. 유전자풀과 대립유전자 빈도

유전자풀	한 개체군 내 모든 개체들이 지닌 대립 유전자 전체
대립유전자 빈도	<ul style="list-style-type: none"> 한 집단 내 대립유전자들의 상대적 빈도 특정 대립유전자의 수 집단 내 특정 형질의 대립유전자의 총 수

2. 하디 · 바인베르크 법칙과 유전적 평형

- (1) 하디 · 바인베르크 법칙: 일정한 조건을 만족하며 생식하는 집단에서는 대립유전자 빈도와 유전자형 빈도가 시간이 지나도 변하지 않는다는 법칙이다.
- (2) 유전적 평형: 어떤 집단에서 대립유전자의 구성과 대립유전자 빈도가 오랜 기간 동안 안정적으로 유지되는 상태이다.
- (3) 하디 · 바인베르크 법칙이 성립되기 위한 멘델 집단의 조건

- 집단의 크기가 충분히 커야 한다
- 돌연변이가 일어나지 않아야 한다.
- 개체들 간에 자유로운 교배가 일어나야 한다.
- 다른 집단과 격리되어 있어서 유전자의 이출입이 없어야 한다.
- 자연 선택이 일어나지 않아야 하며, 집단에서 개체들의 생존력이 같아야 한다.

유전적 평형 상태를 수식으로 정리한 것으로, 특정 조건(멘델 집단)에서는 세대를 거듭해도 유전적 평형이 유지된다.

3. 멘델 집단에서 대립유전자 빈도

표현형	유전자형	개체 수
긴 날개	AA	320
긴 날개	Aa	160
짧은 날개	aa	20

	$p(A)$	$q(a)$
$p(A)$	$p^2(AA)$ 긴 날개	$pq(Aa)$ 긴 날개
$q(a)$	$pq(Aa)$ 긴 날개	$q^2(aa)$ 짧은 날개

(1) 대립유전자 A의 빈도 수를 p 라고 하면 $p = \frac{320 \times 2 + 160}{2 \times (320 + 160 + 20)} = 0.8$ 이다.

(2) 대립유전자 a의 빈도 수를 q 라고 하면 $q = \frac{160 + 2 \times 20}{2 \times (320 + 160 + 20)} = 0.2$ 이다.

- (3) 자손 세대의 대립유전자 A의 빈도는 $p^2 + pq = 0.8$ 이고, 대립유전자 a의 빈도는 $q^2 + pq = 0.2$ 이므로 집단의 대립유전자 빈도가 세대를 거듭해도 변하지 않는 유전적 평형 상태가 유지된다. — 하디 · 바인베르크 법칙을 만족하지 않는 집단은 진화를 유발시키는 요인에 의해 대립유전자의 빈도가 변화한 것이다.

1. 유전자 재조합 기술: 제한 효소와 DNA 연결 효소를 이용하여 재조합 DNA를 만드는 기술

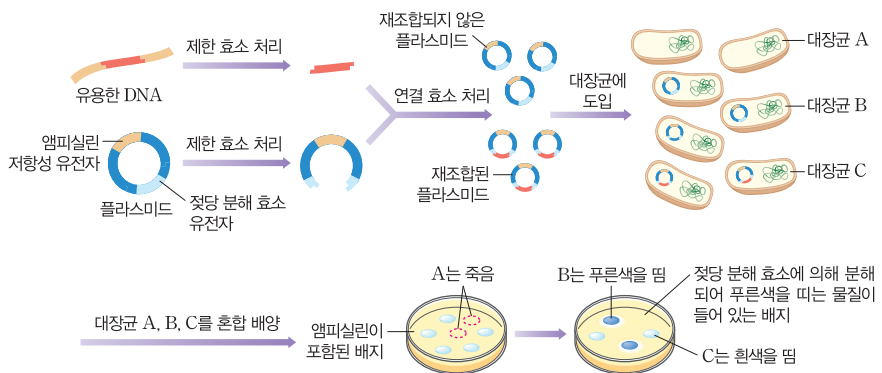
(1) 유전자 재조합 기술에 필요한 물질

DNA 운반체	유용한 유전자를 숙주 세포안으로 운반하는 DNA — 플라스미드가 이용됨
제한 효소	DNA의 특정 염기 서열을 인식하여 그 부위만 자를 수 있는 효소
DNA 연결 효소	제한 효소로 자른 DNA를 붙이는 역할을 하는 효소

(2) 유전자 재조합 과정

- ① 제한 효소로 DNA 절단: DNA 운반체와 유용한 유전자가 들어 있는 DNA에 적합한 제한 효소를 처리하여 DNA를 자른다.
- ② DNA 연결 효소로 DNA 연결: DNA 연결 효소를 처리하여 제한 효소에 의해 잘린 DNA 운반체와 유용한 유전자가 들어 있는 DNA를 연결한다.
- ③ 재조합 DNA의 숙주 세포 도입: 재조합 DNA를 숙주 세포 배양액에 섞은 후, 자극을 가해 재조합 DNA가 숙주 세포에 도입되도록 하여 배양하면 유용한 물질을 얻을 수 있다.

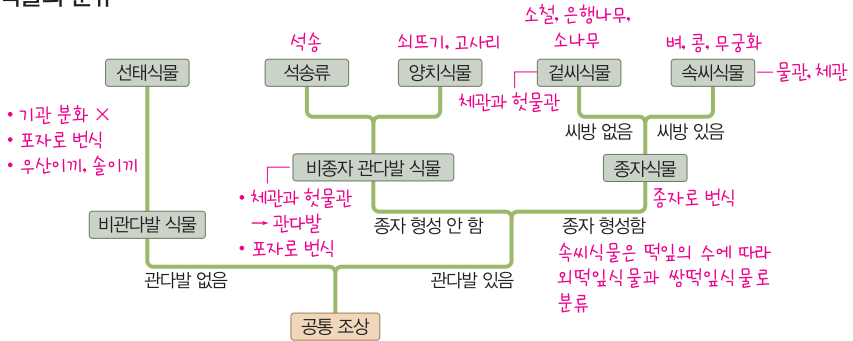
(3) 유전자 재조합 후 형질 전환 대장균의 선별



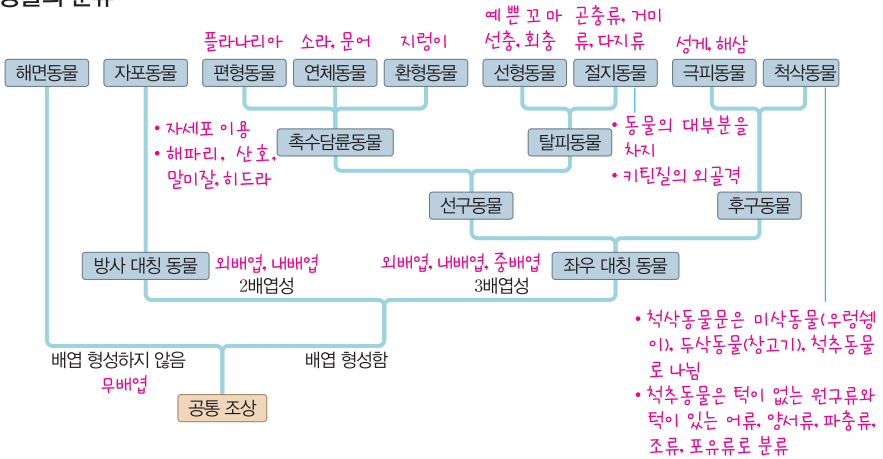
- ① 대장균 A: 형질 전환되지 않아 플라스미드가 없다. ➔ 엠펜실린 내성 유전자가 없어 죽는다.
- ② 대장균 B: 젓당 분해 효소 유전자 자리에 유용한 유전자가 재조합되지 않아 젓당 분해 효소를 생성한다. ➔ X-gal을 분해하여 푸른색 군체를 형성한다.
- ③ 대장균 C: 젓당 분해 효소 유전자 자리에 유용한 유전자가 재조합되어 젓당 분해 효소를 만들지 못한다. ➔ 흰색을 띠는 군체를 형성한다.
- ④ 재조합된 플라스미드가 형질 전환된 대장균은 흰색 군체를 형성하는 대장균 C이다.

14 식물의 다양성

1. 식물의 분류



2. 동물의 분류



★ 문제 풀이 풀이

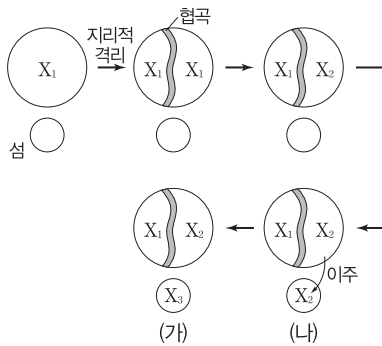
- 생물의 다양성 부분에서는 6개의 특징, 동물과 식물의 분류군에 대한 특징과 예를 모두 암기해야 한다.
- 원핵생물과 진핵생물역의 원생생물을 헷갈리는 경우가 있으므로 주의해야 한다.
- 석송은 소나무가 아니라 비종자 관다발 식물에 속하는 석송류이다.
- 대칭성이나 관다발 유무와 같은 동물과 식물을 분류하는 기준을 잘 알아두어야 한다.

41 다음은 유전자풀의 변화 요인에 대한 설명이다. 설명 중 옳은 것은 ○, 틀린 것은 ×표 하시오.

- ① 창시자 효과는 유전적 부동의 한 현상이다. (○, ×)
- ② 유전자 흐름이 일어나면 집단 사이의 유전적 차이가 줄어든다. (○, ×)
- ③ 돌연변이는 환경 변화에 의해 소수의 개체만이 살아남아 그 집단의 대립유전자 빈도가 변하는 것이다. (○, ×)
- ④ 병목 효과는 원래의 집단에서 적은 수의 개체가 다른 지역으로 이주하여 새로운 집단을 형성하는 현상이다. (○, ×)

42 그림은 종 X_1 이 서식하고 있던 어떤 지역에서 지리적 격리와 이주에 의해 일어나는 종분화 과정을 나타낸 것이다. 종 $X_1 \sim X_3$ 는 서로 다른 생물학적 종이다. 협곡 이외의 다른 지리적 격리 요인은 없으며, $X_1 \sim X_3$ 이외의 다른 종은 고려하지 않는다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 틀린 것은 ×표 하시오.

〈2014(9월)/평가원 17〉



- ① (가)에서 협곡에 의한 지리적 격리가 사라지면 X_1 과 X_2 의 유전자풀은 서로 같아진다. (○, ×)
- ② (나)에서 이주 전의 X_2 와 이주 후의 X_2 는 서로 다른 종이다. (○, ×)
- ③ X_2 와 X_3 의 유연관계는 X_1 과 X_2 의 유연관계보다 가깝다. (○, ×)