

과학탐구 영역 (생명과학II)

1	②	2	⑤	3	⑤	4	④	5	③
6	②	7	④	8	③	9	①	10	④
11	③	12	④	13	⑤	14	②	15	⑤
16	⑤	17	①	18	④	19	⑤	20	③

<해설>

1. 생명과학의 역사

답 ②

해설 (다)는 1953년, (나)는 1973년, (가)는 1983년의 일이다. 코헨과 보이어는 유전자 재조합 기술을 개발하였고, 멀리스는 DNA 증폭 기술(PCR)을 개발하였다. 나. DNA 이중 나선 구조 규명에는 X선 회절 사진이 이용되었다.

오답넘기

가. A는 멀리스이다.
 다. (가)~(다)를 시대순으로 배열하면 (다)→(나)→(가)이다.

2. 폴리펩타이드의 합성

답 ⑤

해설 아미노산은 tRNA의 3'말단에 결합된다.

가. ④는 mRNA의 3'말단이다.
 나. ②는 ①의 3'말단에 결합되어 있다.
 다. ①은 리보솜의 A자리에 위치한다.

3. 유전자들의 변화 요인

답 ⑤

해설 나. 유전자 흐름은 두 집단 사이의 유전자풀 차이를 줄인다.
 다. 유전적 부동은 병목 효과나 창시자 효과를 겪은 집단에서 잘 나타난다.

오답넘기

가. 자연 선택은 환경 변화에 대한 개체의 적응 능력과 관련이 있다.

4. 세포 내 공생설

답 ④

해설 ①은 호기성 세균이고, ⑥은 광합성 세균이다.

가. ⑥에는 단백질이 있다.
 나. ⑥은 독립 영양 생물이다.

오답넘기

다. ②와 ③은 모두 원핵생물로 막성 세포 소기관을 가지지 않는다.

5. 효소의 반응

답 ③

해설 ①은 기질, ②은 효소, ③은 효소-기질 복합체이다.
 가. ②은 효소이다.

나. X에 의한 반응 속도는 t_1 일 때가 t_2 일 때보다 빠르다.

오답넘기

다. X에 의한 반응의 활성화 에너지는 t_1 일 때와 t_2 일 때가 같다.

6. 동물의 분류

답 ②

해설 A는 해파리, B는 불가사리, C는 갯지렁이이다. ①은 '자세포를 가진다.'이고, ②은 '담낭자(트로코포라) 유생 시기를 갖는다.'이며, ③은 '몸의 대칭성은 방사대칭성이다.'이다. ④는 X이다. 해파리는 2배엽성 동물이다. 자포동물과 극피동물의 유연관계는 극피동물과 환형동물의 유연관계보다 멀다.

나. A는 2배엽성 동물이다.

오답넘기

가. ④는 X이다.

다. A와 B의 유연관계는 B와 C의 유연관계보다 멀다.

7. 식물 세포의 구조

답 ④

해설 핵은 인에서 rRNA를 합성한다. 매끈면 소포체는 독성 물질을 해독한다. 골지체는 시스테나를 가진다. A는 핵, B는 거친면 소포체, C는 골지체이다.

가. A에서 rRNA가 합성된다.

다. C는 시스테나를 가진다.

오답넘기

나. B는 독성 물질을 해독하지 않는다.

8. 동·식물의 구성 단계

답 ③

해설 A는 기관계, B는 조직계이다. (가)는 동물의 구성 단계이고, (나)는 식물의 구성 단계이다. 혈액은 결합 조직에 속한다.

가. (가)는 동물의 구성 단계이다.

나. 관다발 조직계는 구성 단계 중 B에 해당한다.

오답넘기

다. 혈액은 구성 단계 중 조직에 해당한다.

9. DNA 복제

답 ①

해설 5번째 조건을 통해 X는 유라실(U) 4개로 이루어져 있음을 알 수 있다. 그림 상에서 X가 ①의 왼쪽 말단에 위치하면 6번째 조건을 만족시킬 수 없다. 따라서 X는 ①의 오른쪽 말단에 위치하면 되고, 그에 따라 ②은 ①보다 먼저 합성됨을 알 수 있다.

뿐만 아니라 Y는 X와 같아야 하며, Z는 X와 상보적이어야 한다는 것 또한 6번째 조건을 통해 알 수 있다. 그리고 ③은 4개의 유라실(U)과 14개의 사이토신(C)로 이루어져 있음을 알 수 있다.

5번째 조건을 통해 II에서 A+T 쌍의 수는 16개임을 알 수 있다. ②에서는 프라이머와 프라이머 X와 상보적인 부분을 통해 아데닌(A)이 8개 있는 상태인데 7번째 조건에서 구아닌(G)은 10개 이상이거나 6개 이상임을 알 수 있다.

③에서 남은 부분에서 A+T 염기쌍의 수는 4개, G+C 염기쌍의 수는 6개가 있기 때문에 ③에서 구아닌(G)은 6개이고, 이에 따라 아데닌(A)은 8개이다. 따라서 ③의 남은 부분에서 타이민(T)은 4개이다.

따라서 프라이머 X는 U 4개, Y는 U 4개, Z는 A 4개이고, ④은 프라이머 제의 C 14개, ⑤은 프라이머 제의 T : 4개, G : 6개, A : 4개이다.

가. X는 Z와 상보적이다.

오답넘기

나. ③이 ②보다 먼저 합성된다.

다. ①에서 프라이머를 제외한 나머지 염기들에서 아데닌(A)과 사이토신(C)의 개수 차이는 2개이다.

10. 줄기세포

답 ④

해설 A는 배아 줄기세포, B는 성체 줄기세포이다. 배아 줄기세포는 성체 줄기세포보다 분화 가능한 세포의 종류가 많다.

가. A는 배아 줄기세포이다.

다. A는 B보다 분화 가능한 세포의 종류가 많다.

오답넘기

나. 성체의 체세포를 역분화시켜 만드는 줄기세포는 유도만능 줄기세포(역분화 줄기세포)이다.

11. 세포막의 유동성

답 ③

해설

가. 세포막을 구성하는 단백질과 인지질은 유동성을 갖는다.

나. 구간 I에서 ①의 막단백질이 ②으로 이동하였다.

오답넘기

다. 형광물질이 제거된 이후 ①에서의 형광 세기 증가는 형광 물질이 표지된 막단백질의 이동에 의해 일어난다.

12. 사카프의 법칙

답 ④

해설 $\frac{Y \text{에서 퓨린 계열 염기 개수}}{X_2 \text{에서 퓨린 계열 염기 개수}} = \frac{5}{9}$ 를 통해 이 값이 1이 아니라

나라는 사실을 알 수 있고, X_2 에서 Y가 전사 되었음을 알 수 있다.

Y에서 퓨린 계열 염기의 수를 5k라 하면, X_2 에서 퓨린 계열 염기의 수는 9k이다. 이를 통해 X_1 에서 퓨린 계열 염기의 수는 5k, 피리미딘 계열 염기의 수는 9k이다. X_1 에서 퓨린 계열 염기의 수는 Y에서 유라실(U)의 개수와 같기 때문에 Y에서 유라실(U)의 개수는 5k가 되고, 이를 통해 X_1 에서 사이토신(C)의 수는 4k, 타이민(T)의 수는 5k이다.

①이 구아닌(G)라면, X_1 에서 G의 수는 8k가 되어 X_1 에서 퓨린 계열 염기의 수는 5k라는 조건에 모순이 생긴다. 따라서 ①은 사이토신(C)이다. 이에 따라 X_1 에서 구아닌(G)의 수는 2k가 되고, 아데닌(A)의 수는 3k가 된다.

X에서 염기 간 수소 결합의 총개수는 340개이기 때문에 $14k \times 2 + 6k = 34k = 340$ 이라는 식을 통해 $k=10$ 임을 알 수 있다.

이에 따라 X_1 을 구성하는 염기를 작성하면 A : 30, G : 20, C : 40, T : 50이다.

가. Y는 X_2 로부터 전사되었다.

다. X의 뉴클레오타이드 총개수는 280개이다.

오답넘기

나. ①은 사이토신(C)이다.

13. TCA 회로와 산화적 인산화

답 ⑤

해설 (가)는 시트르산, (나)는 5탄소 화합물, (다)는 옥살아세트산이다. ①은 NADH, ②은 $FADH_2$ 이다.

I은 막 사이 공간, II는 미토콘드리아 기질이다.

나. II는 미토콘드리아 기질이다.

다. ① 1분자와 ② 1분자로부터 각각 전자 전달계를 거쳐

$\frac{1}{2} O_2$ 로 전달되는 전자의 개수는 2개로 같다.

14. 진핵생물의 유전자 발현 조절

답 ②

해설 (다)에서 C, E가 제거되었을 때 세포 III으로 분화한다는 점을 통해 C, E는 전사 인자의 결합 부위와는 관계 없음을 알 수 있다.

(라)에서 D, G가 제거되었을 때 세포 IV로 분화된다는 점을 통해 D, G는 모두 전사 인자 결합 부위에 포함된다는 사실을 알 수 있다.

따라서 유전자 ①은 전사 인자가 한 부위에만 결합하는 경우에 촉진되는 유전자이고, 유전자 ②은 전사 인자가 연속된 두 부위에 결합하는 경우에 촉진되는 유전자임을 알 수 있다.

(나)에서 B, F가 제거되었을 때 세포 II로 분화된다는 점을 통해 F가 전사 인자 결합 부위에 포함된다는 것, ①은 y, ②은 x임을 알 수 있다.

따라서 D, H가 제거된 경우 세포 I로 발현됨을 알 수 있고, 따라서 ③은 I이다.

나. ③은 I이다.

오답넘기

가. ①은 y이다.

다. y는 전사 인자가 전사 인자 결합 부위 중 한 부위에 결합하는 경우 촉진된다.

15. 하디-바인베르크 평형

답 ⑤

해설 주어진 그래프의 형태를 보면 A는 A*에 대하여 열성이고, ①이 열성 형질임을 알 수 있다. 따라서 ①을 나타내는 유전자형은 AA임을 알 수 있다.

4번째 조건을 통해 I에서 A의 빈도는 $\frac{3}{4}$, A*의 빈도는 $\frac{1}{4}$ 이다. 그에 의해 II에서 B의 빈도는 $\frac{7}{8}$, B*의 빈도는 $\frac{1}{8}$ 이다.

각 집단의 개체 수를 64k라고 설정하면, II에서 B*를 가지는 개체 수는 15k이고 5번째 조건에 따라 II에서 ①을 나타내는 개체 수는 25k이며, II에서 AA 개체 수는 25k임을 알 수 있다. 따라서 II에서 A의 빈도는 $\frac{5}{8}$ 이고, A*의 빈도는 $\frac{3}{8}$ 이다. 5번째 조건을 통해 ②은 우성 형질임을 알아낼 수 있다.

	A	A*	B	B*	①			②		
					AA	AA*	A*A*	BB	BB*	B*B*
I	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	X	X	36k	24k	4k	X	X	X
II	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{8}$	25k	30k	9k	49k	14k	k

가. ②은 우성 형질이다.

나. $\frac{I에서 대립유전자 A^*의 수}{II에서 대립유전자 B^*의 수} = 2$ 이다.

다. II에서 유전자형이 AA*BB*인 암컷이 임의의 수와 교배하여 자손(F1)을 낳을 때, 이 F1이 ①과 ②을 모두 나타낼 확률은

$$\frac{1}{2} \times \frac{5}{8} \times (1 - \frac{1}{2} \times \frac{1}{8}) = \frac{75}{256} < \frac{1}{3}$$

16. 캘빈 회로

답 ⑤

해설 ③은 ATP, ⑥은 CO₂, ④는 NADPH이다. X는 RuBP, Y는 3PG, Z는 PGAL이다. ①은 3, ②은 3, ⑤은 6이다.

나. $\frac{Y의 탄소 수}{X의 탄소 수 + Z의 탄소 수} = 1$ 이다.

다. ①+②=⑤이다.

오답넘기

가. Z는 포도당이 생성된 이후의 PGAL의 분자 수이므로 그 분자 수는 5이다.

17. 명반응

답 ①

해설 ①은 빛이고, ②은 CO₂이다.

가. ①은 빛이다.

오답넘기

나. (가)는 틸라코이드 내부에서, (나)는 스트로마에서 일어난다.

다. 틸라코이드 내부의 pH는 t₂일 때가 t₁일 때보다 높다.

18. 유전자 발현

답 ④

해설 2번째 조건과 3번째 조건을 통해 이를 만족시키는 X의 코돈 서열은 1가지 경우만 가능하며 이는 다음과 같다.

AUG UGU ACU AGA UUU UAA

Y에 대한 정보는 충분하지 않기에, Z로 넘어가보면, X에서 Y가 되는 조건과 Y에서 Z가 되는 조건들을 고려했을 때, Z의 코돈 서열은 X를 고려했을 때 다음과 같이 작성할 수 있다.

AUG UGU ACA AUU? GA? UU? ?UG GU? U??

위의 서열에서 밑줄 친 부분이 y에 삽입된 퍼미트된 계열의 염기이다. 따라서 이 부분을 결실 시키고, U 하나를 삽입하면 Y의 코돈 서열을 구할 수 있다. 밑줄 친 부분만 결실하면 대략적으로 다음과 같다.

AUG UGU ACU ?GA ?UU ??U U?U??

첫 번째 물음표의 경우 가능한 것이 U, C, A인데, X와 비교하였을 때 A가 되면 된다. 두 번째 물음표는 U, C가 가능하고, 세 번째 물음표도 마찬가지로인데, Y에 류신이 있다는 조건을 만족시키려면 두 번째 물음표가 C가 되고, 위의 서열에서 밑줄 친 부분이 ④에 대응하는 부분임을 알 수 있으므로, 4번째 조건 만족을 위해 세 번째 물음표는 U이다. X와 같도록 하기 위해 4번째 물음표는 U이며, 위의 코돈 서열에서 연속된 4개의 U 사이에 또다른 U가 하나 삽입되면, Y의 서열이 된다는 사실을 알 수 있다. 이에 따라 Y의 코돈 서열을 쓰면 다음과 같다.

AUG UGU ACU AGA CUU CCU UUU UAA

Z의 코돈 서열은 다음과 같다.

AUG UGU ACA AUA GAC UUC CUG GUU UAA

가. Y에는 프롤린이 있다.

다. Y와 Z가 합성될 때 사용된 종결 코돈의 염기 서열은 UAA로 같다.

오답넘기

나. X~Z에서 공통으로 존재하는 아미노산은 메싸이오닌, 시스테인, 트레오닌, 페닐알라닌으로 4종류이다.

19. 세포 호흡과 발효

답 ⑤

해설 ①은 NADH, ②은 CO₂, ③은 ATP, ④은 NAD⁺이다. (가)는 II, (나)는 III, (다)는 I, (라)는 IV이다. ③은 1, ⑥은 1, ⑤은 1이다.

가. (라)는 IV이다.

나. ④은 NAD⁺이다.

다. ④+⑤+⑥=3이다.

20. 제한 효소

답 ③

해설 주어진 염기 서열들이 모두 원분자로 숨겨져 있으므로, 특징적인 형태의 제한 효소인 SmaI에 대하여 확인을 해보자.

SmaI는 주어진 제한 효소들 중 유일하게 생성된 DNA 조각 개수가 3개이므로, 유일하게 서열이 2개 존재한다는 것을 알 수 있다. 따라서 SmaI의 3개/3개 같은 형태의 서열을 찾아보면, I~III을 어떻게 이어붙여도 3/3 형태는 만들지 못한다. 그렇다면 I~III 각각에 존재하는 ①②③④⑤ 형태가 SmaI에 해당함을 알 수 있다.

우선 ①이 C라면, 주어진 서열들의 나머지 원분자를 어떤 방식으로 설정해도 BglII 형태를 만들 수 없다. 따라서 ①이 G이고, ②은 C이다. 그리고 ③은 5'이고, ④는 3'이다.

BglII 끝을 만들기 위해서는 ②이 A, ④이 T여야 하고, 그에 따라 ⑤는 3'이다.

II, III의 생성된 DNA 염기 조각의 개수를 만족시키게 (가)~(다)에 I~III을 배열하면, (가)는 III, (나)는 I, (다)는 II이다.

따라서 주어진 염기서열을 작성하면 다음과 같다.



따라서 V의 염기 개수가 20개인 조각이 생성되려면, BglII와 EcoRI를 넣어줘야함을 알 수 있다.

가. ③은 3'이다.

나. (나)는 I이다.

오답넘기

다. V에서는 염기간 수소 결합의 수가 15, 28, 31개인 조각들이 형성된다.