

01. ③ 02. ⑤ 03. ① 04. ② 05. ④ 06. ⑤ 07. ③ 08. ④ 09. ⑤ 10. ②
 11. ⑤ 12. ④ 13. ① 14. ⑤ 15. ② 16. ③ 17. ① 18. ③ 19. ① 20. ③

1. 세포 구조와 기능

[정답맞히기] ㄷ. C는 미토콘드리아로서 세포 호흡이 일어나는 장소이다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄱ. A는 식물 세포에 존재하는 중심 액포이다.

ㄴ. B는 골지체이고, 단백질인 DNA 중합 효소는 리보솜에서 합성된다.

2. 세포막을 통한 물질의 이동(확산)

A의 이동 방식은 촉진 확산, B의 이동 방식은 단순 확산이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 촉진 확산으로 이동하기 때문에 막단백질이 관여한다.

ㄴ. A는 세포 밖과 세포 안의 농도 차이가 증가함에 따라 이동 속도가 증가하다가 농도 차이가 일정 상태 이상이 되면 이동 속도가 평형에 도달하고, B는 세포 밖과 세포 안의 농도 차이가 증가함에 따라 이동 속도가 계속 증가하는 것으로 보아 A와 B는 모두 농도가 높은 세포 밖에서 농도가 낮은 세포 안으로 이동함을 알 수 있다.

ㄷ. O_2 와 CO_2 는 단순 확산을 통해 세포막의 인지질을 직접 통과하여 이동한다.

정답 ⑤

3. 효소 활성화에 영향을 미치는 요인(기질 농도와 저해제)

[정답맞히기] ㄱ. 기질 A의 농도가 S_1 일 때 저해제 X가 있으면 저해제 X가 없을 때보다 초기 반응 속도가 느린 것으로 보아 일부 효소는 저해제 X와 결합하여 복합체를 형성했음을 알 수 있다. **정답 ①**

[오답피하기] ㄴ. 저해제 X는 기질 농도가 충분히 높아지면 저해제로서의 효과가 사라지기 때문에 기질과 경쟁 관계에 있는 경쟁적 저해제이다.

ㄷ. 동일한 효소가 작용할 때 저해제의 유무에 관계없이 활성화 에너지는 동일하기 때문에 저해제가 작용하지 않은 ㉠과 저해제 X가 작용한 ㉡의 활성화 에너지는 동일하다.

4. 유전자풀을 변화시키는 요인(자연선택)

집단의 유전자풀을 변화시키는 요인에는 돌연변이, 자연선택, 유전자 흐름(이주), 유전적 부동 등이 있다.

[정답맞히기] ② 황색포도당구균 집단에서 페니실린에 내성을 갖는 균은 1% 내외였으나 오랫동안 페니실린을 사용한 결과 페니실린 내성균이 90% 이상이 된 것은 페니실린에 내성을 갖지 않는 균은 도태되고 내성을 가진 균이 살아남는 자연선택이 일어났기 때문이다. **정답 ②**

[오답피하기] ①은 돌연변이, ③은 유전적 부동, ④와 ⑤는 유전자 흐름(이주)이다.

5. DNA 반보존적 복제 증명 실험

^{15}N 배지에서 배양하여 ^{15}N - ^{15}N 가닥의 이중 나선 DNA를 갖는 대장균을 ^{14}N 배지로 옮겨 배양하면 ^{15}N 가닥이 주형 가닥으로 작용하고, ^{14}N 배지에서 배양하여 ^{14}N - ^{14}N 가닥의 이중 나선 DNA를 갖는 대장균을 ^{15}N 배지로 옮겨 배양하면 ^{14}N 가닥이 주형 가닥으로 작용한다.

[정답맞히기] ㄱ. G_1 의 이중 나선 DNA인 ^{14}N - ^{15}N 이 복제되면 G_2 의 이중 나선 DNA는 ^{14}N - ^{15}N , ^{15}N - ^{15}N , ^{15}N - ^{15}N , ^{14}N - ^{15}N 가 되기 때문에 이중 ^{14}N 가 존재하는 DNA 가닥을 갖는 이중 나선 DNA의 비율(^{14}N - ^{15}N)은 $\frac{2}{4}(\frac{1}{2})$ 이다.

ㄷ. G_3 의 이중 나선 DNA 8분자(^{14}N - ^{15}N DNA 2분자, ^{15}N - ^{15}N DNA 6분자)로부터 G_4 의 이중 나선 DNA 16분자가 복제된다. 16분자의 이중 나선 DNA 중 ^{14}N - ^{15}N 이중 나선 DNA 2분자는 중층에 위치하고, ^{15}N - ^{15}N 이중 나선 DNA 14분자는 하층에 존재하기 때문에 중층 : 하층 = 1 : 7이다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄴ. S(황)은 DNA를 구성하는 원소가 아니므로 ^{14}N 대신 ^{35}S 를 사용하면 DNA의 반보존적 복제를 증명할 수 없다.

6. 원핵세포, 동물세포, 식물 세포의 비교

공변 세포는 식물 세포, 간세포는 동물 세포, 남세균은 원핵세포이다. 식물 세포에는 엽록체, 중심 액포, 세포벽이 있고, 동물 세포에는 중심체가 있다. 원핵세포는 핵막과 막으로 둘러싸인 세포 소기관이 없고, 세포벽이 존재한다. 따라서 세포벽이 없는 간세포, 셀룰로스가 주성분인 세포벽을 가지고 있는 B는 공변 세포, 핵막이 없는 C는 남세균이다.

[정답맞히기] ㄱ. 공변 세포와 남세균은 세포벽이 있지만, 간세포는 세포벽이 없기 때문에 A는 간세포이다.

ㄴ. 진핵세포와 원핵세포 모두 리보솜을 공통으로 가지고 있기 때문에 ‘리보솜이 있다.’는 공변 세포, 간세포, 남세균의 공통 특징인 ㉠에 해당한다.

ㄷ. 공변 세포는 엽록소 a와 b를, 남세균은 엽록소 a를 가지고 있기 때문에 ‘엽록소가 있다.’는 공변 세포와 남세균의 공통 특징인 ㉠에 해당한다. **정답 ⑤**

7. DNA 추출 실험

[정답맞히기] ㄱ. (나)의 주방용 세제는 세포막과 핵막의 인지질층을 녹이는 작용을 하여 세포로부터 DNA가 잘 빠져나오도록 한다.

ㄴ. DNA가 녹아 있는 용액에 차가운 에탄올을 서서히 부으면 DNA로부터 물을 제거하는 탈수 현상이 일어나 DNA가 엉긴 상태로 하얗게 떠오르게 되어 DNA를 쉽게 추출할 수 있다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄷ. 제한 효소에 의해 절단된 DNA 조각을 전기영동하면 DNA 조각이 음(-) 전하를 띠기 때문에 양(+)극으로 이동하게 되는데, DNA 조각이 작을수록

록 한천 겔의 섬유 사이를 잘 이동할 수 있고, DNA 조각이 길수록 한천 겔의 섬유 사이를 이동하기 어려우므로, 길이가 긴 DNA일수록 빨리 이동하기 어렵다.

8. 원시 생명체의 탄생

[정답맞히기] ㄱ. A는 최초로 출현한 종속 영양 생물로서 원핵생물이다.

ㄷ. 광합성을 하는 원핵생물이 출현하여 O_2 가 생성되고, O_2 가 지구 대기에서 오존층(O_3)을 형성하여 지표면에 도달하는 강한 자외선을 차단함에 따라 바다 속 생물이 육상으로 진출할 수 있게 되었다.

정답 ④

[오답피하기] ㄴ. B는 CO_2 를 이용하여 광합성을 하여 유기물을 스스로 합성할 수 있기 때문에 독립 영양을 한다.

9. 광합성의 암반응(캘빈 회로)

3분자의 CO_2 가 3분자의 RuBP와 결합하면 6분자의 3PG가 생성되고, 6분자의 3PG는 6분자의 G3P로 환원된다. 6분자의 G3P 중 1분자는 포도당 합성에 이용되고 5분자는 RuBP 재생에 이용된다. RuBP는 5탄소화합물, 3PG와 G3P는 3탄소화합물이다.

[정답맞히기] ㄴ. C는 분자 수가 6이고, 탄소 수가 3인 3PG이다.

ㄷ. ㉠은 RuBP 재생 과정으로 3ATP가 소모되지만, ㉡은 3PG 환원 과정으로 6ATP가 소모되므로, 필요한 ATP 수의 비는 1 : 2이다.

정답 ⑤

[오답피하기] ㄱ. A는 분자 수가 5이고, 탄소 수가 3이므로 G3P이다.

10. 광합성의 명반응(광인산화)

㉠은 틸라코이드 내부, ㉡은 스트로마이다. 빛을 공급하면 틸라코이드 막에서 전자 전달계가 일어나면서 전자에서 방출된 에너지를 이용하여 H^+ 이 스트로마에서 틸라코이드 내부로 능동 수송되어 틸라코이드 내부의 H^+ 농도는 높아져 pH가 낮아지고, 스트로마의 H^+ 농도는 낮아져 pH가 높아진다. 틸라코이드 내부와 스트로마 사이의 H^+ 농도 기울기가 형성되면 틸라코이드 막에 존재하는 ATP 합성 효소를 통해 H^+ 이 확산되면서 ATP가 생성된다.

[정답맞히기] ㄴ. 구간 II의 pH가 빛을 공급하기 전보다 높다는 것은 틸라코이드 내부의 H^+ 농도가 스트로마의 H^+ 농도보다 높다는 것을 의미하므로, 빛을 차단해도 H^+ 농도 기울기가 형성되어 있는 상태여서 H^+ 이 ATP 합성 효소를 통해 확산되면서 ATP가 생성된다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 구간 I 시기에 빛이 공급되므로 전자 전달계가 일어난다. 따라서 ㉡(스트로마)에서 ㉠(틸라코이드 내부)로의 H^+ 이동은 능동 수송을 통해 농도 기울기를 역행하여 이동한다.

ㄷ. t_1 시점에서 전자 전달계가 일어나 전자는 스트로마 쪽에 존재하는 $NADP^+$ 가 최종 수용하여 NADPH로 환원된다.

11. 생물의 다양성

솔이끼와 푸른곰팡이는 다세포이고, 솔이끼와 유글레나는 광합성 색소를 가지고 있어서 광합성을 한다. 따라서 '다세포이다.'가 해당하는 특징 ㉠과 '광합성을 한다.'가 해당하는 ㉡을 함께 가지고 있는 (가)는 솔이끼, '다세포이다.'가 해당하는 특징 ㉠만 가지고 있는 (나)는 푸른곰팡이, '광합성을 한다.'가 해당하는 ㉡만 가지고 있는 (다)는 유글레나이다.

[정답맞히기] ㄱ. 솔이끼(가)는 선태식물로서 포자로 번식한다.

ㄴ. 푸른곰팡이(나)는 자낭균류로서 균사에 격벽을 갖는다.

ㄷ. 유글레나(다)는 운동 기관인 편모를 가지고 있어서 편모 운동을 한다. **정답 ⑤**

12. 세포 호흡과 젖산 발효

운동 중에는 산소 공급이 부족하기 때문에 세포 호흡(산소 호흡)만으로 운동에 필요한 에너지를 충분히 공급하지 못하므로 산소가 이용되지 않는 젖산 발효를 통해 일부의 ATP가 공급되므로 근육 세포의 젖산 농도가 증가하게 된다.

[정답맞히기] ㄱ. 구간 I 시기에는 세포 호흡(산소 호흡)이 일어나기 때문에 TCA 회로 반응이 일어난다.

ㄷ. 운동 전에는 세포 호흡(산소 호흡)을 통해 ATP가 공급되므로, 운동 전에 2분자의 포도당이 완전 산화된다면 최대 76ATP가 생성되지만, 운동 중에는 세포 호흡(산소 호흡)과 젖산 발효가 함께 일어나면서 ATP가 공급되므로, 운동 중에 4분자의 포도당중 2분자가 세포 호흡(산소 호흡)으로 완전 산화되면 76ATP가 생성되고, 2분자의 포도당이 젖산 발효를 통해 분해되면 4ATP가 생성된다. 따라서 $\frac{\text{생성된 ATP의 양}}{\text{사용된 포도당 분자수}}$ 는 운동 전에 $\frac{76}{2}$ 이고, 운동 중에는 $\frac{76+4}{4}$ 이므로, 운동 전에서 운동 중에서보다 크다. **정답 ④**

[오답피하기] ㄴ. 운동 전인 t_1 에서 세포 호흡(산소 호흡)만 일어나므로 포도당 산화 과정에서 산화적 인산화가 일어나 O_2 가 전자를 최종 수용한다.

13. 미토콘드리아에서의 ATP 합성 원리

미토콘드리아에서는 TCA 회로 반응 중에 기질 수준의 인산화를 통해 ATP가 생성되고, 산화적 인산화를 통해 ATP가 생성된다.(나)에서 TCA 회로 반응의 물질이 고갈되도록 한 것은 미토콘드리아에서 TCA 회로 반응이 일어나지 않도록 하기 위한 것이다. 미토콘드리아 내막에서 ATP가 생성되기 위해서는 막 사이 공간의 H^+ 농도가 높고(pH가 낮고), 기질의 H^+ 농도가 낮아야(pH가 높아야) H^+ 농도 기울기가 형성되어 H^+ 이 ATP 합성 효소를 통해 막 사이 공간에서 기질로 확산되면서 ATP를 생성한다.

[정답맞히기] ㄱ. 처음 미토콘드리아를 pH가 높은 KCl 등장액에 충분한 시간 넣어 두면 막 사이 공간과 기질이 모두 KCl 등장액과 동일하게 pH가 높아지고, 막 사이

공간과 기질의 pH가 높아진 미토콘드리아를 pH가 낮은 KCl 등장액에 넣으면 막 사이 공간의 pH가 낮아짐에 따라 막 사이 공간의 H^+ 농도가 높고, 기질의 H^+ 농도가 낮은 상태가 되어 H^+ 이 ATP 합성 효소를 통해 막 사이 공간에서 기질로 확산되면서 ATP가 생성된다. 따라서 ADP와 ^{32}P 로 표지된 인산기가 결합하여 ^{32}P 로 표지된 ATP가 합성되기 위한 pH의 크기는 ㉠(스트로마) > ㉡(틸라코이드 내부)이다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 미토콘드리아에서 방출되는 CO_2 는 TCA 회로 반응에서 생성된 것이다. (나)에서 이미 TCA 회로 반응의 물질이 고갈되었으므로 (다)에서는 TCA 회로 반응이 일어나지 않기 때문에 CO_2 가 발생하지 않는다.

ㄷ. (라)에서 검출된 ㉡(^{32}P 로 표지된 ATP)는 전자 전달계가 관여하지 않고 pH가 다른 KCl 등장액을 이용하여 막 사이 공간과 기질 사이의 H^+ 농도 기울기를 형성하여 ATP를 합성하는 것이기 때문에 전자 운반체가 필요하지 않다.

14. 학명과 분류 단계

[정답맞히기] ㄱ. 붉은여우와 오소리라는 같은 식육목에 해당하므로 같은 강에 속한다.

ㄴ. 코요테의 속명은 *Canis*로서 늑대와 동일하므로 개속, 개과에 속한다.

ㄷ. 늑대와 붉은 여우는 속명이 같기 때문에 같은 속이지만, 늑대와 수달은 속명이 다르므로 다른 속에 속한다. 따라서 늑대와 붉은 여우의 유연관계는 늑대와 수달의 유연관계보다 가깝다.

정답 ⑤

15. 1유전자 1효소설

돌연변이주 II는 아르지닌만 첨가했을 때 생장이 일어나는 것으로 보아 아르지닌은 대사 과정의 최종 산물인 ㉡이고, 유전자 3에 돌연변이가 일어난 것이다. 돌연변이주 III은 오르니틴을 첨가하면 생장하지 못하지만 시트룰린이나 아르지닌을 첨가하면 생장하는 것으로 보아 ㉠은 시트룰린이고, 유전자 2에 돌연변이가 일어난 것이다. 돌연변이주 I은 오르니틴, 시트룰린, 아르지닌 중 한 가지만 첨가해도 생장하는 것으로 보아 ㉢은 오르니틴이고, 유전자 1에 돌연변이가 일어난 것이다.

[정답맞히기] ㄴ. 돌연변이주 II는 유전자 3에 돌연변이가 일어나 효소 3이 합성되지 않기 때문에 ㉠(시트룰린)을 ㉡(아르지닌)으로 전환시키지 못한다. 따라서 최소 배지에 아르지닌을 첨가해야 생장할 수 있다.

정답 ②

[오답피하기] ㄱ. 오르니틴의 전구 물질은 최소 배지에 들어 있는 글루탐산이다.

ㄷ. 오페론은 대장균과 같은 원핵생물의 유전자 발현을 조절하는 단위이므로 진핵생물인 붉은빵곰팡이에는 해당되지 않는다.

16. 유전자 발현

[정답맞히기] ㄱ. 5'-UUCUUCUUCUUC-3'의 염기 서열을 갖는 mRNA로부터 코돈 UUC가 4번 반복되어 페닐알라닌 4개를 지정함에 따라 폴리펩타이드 III이 합성될 수

있고, 코돈 UCU가 3번 반복되어 세린 3개를 지정함에 따라 폴리펩타이드 II가 합성될 수 있으며, 코돈 CUU가 3번 반복되어 류신 3개를 지정함에 따라 폴리펩타이드 I이 합성될 수 있다.

ㄷ. 합성한 mRNA의 코돈에서 염기는 모두 U와 C뿐이므로, mRNA의 염기와 상보적이고 길이가 동일한 주형 DNA 가닥의 염기는 퓨린 계열인 A와 G뿐이다. **정답 ③**

[오답피하기] ㄴ. 폴리펩타이드 IV(세린-류신-세린-류신)의 각 아미노산을 지정하는 코돈의 종류가 2가지이므로, 폴리펩타이드 IV를 암호화할 수 있는 mRNA는 모두 16개($2 \times 2 \times 2 \times 2$)의 경우가 나온다.

17. 종 분화

이소적 종 분화와 동소적 종 분화가 가장 큰 차이는 지리적 격리의 유무이다.

[정답맞히기] ㄱ. B와 C는 생물학적 종이 다르기 때문에 유전자자풀이 서로 다르다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. ㉠과 ㉡의 A는 생물학적 종이 같기 때문에 교배를 통해 생식 능력을 갖는 자손이 나올 수 있어서 생식적으로 격리되어 있지 않다.

ㄷ. 종 A는 지리적으로 격리된 ㉠과 ㉡에 모두 존재하지만, 종 B는 ㉠에만 존재하고, 종 C는 ㉡에만 존재하는 것으로 보아 종 A는 지리적 격리가 일어나기 전에 동소적 종 분화에 의해 종 X로부터 분화되었음을 알 수 있고, 종 B와 C는 지리적 격리가 일어나 이소적 종 분화에 의해 분화되었음을 알 수 있다.

18. 유전자 재조합 기술

엠펙실린과 카나마이신을 첨가한 배지에서 군체를 형성하지 못하는 대장균은 플라스미드가 없어서 항생제 저항성 유전자 A와 B를 가지고 있지 않는 대장균 I이다. 엠펙실린 첨가 배지에서는 군체를 형성하지만 카나마이신 첨가 배지에서는 군체를 형성하지 못하는 대장균은 재조합 DNA(플라스미드)를 가지고 있는 대장균 III이다. 대장균 III은 카나마이신 저항성 유전자 부위에 유전자 X가 삽입되어 카나마이신 첨가 배지에서 군체를 형성하지 못한 것이므로, 유전자 B가 카나마이신 저항성 유전자이고, 유전자 A가 엠펙실린 저항성 유전자임을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 대장균 II는 유전자 A(엠펙실린 저항성 유전자)와 유전자 B(카나마이신 저항성 유전자)가 모두 정상인 플라스미드를 가지고 있기 때문에 엠펙실린과 카나마이신을 함께 첨가한 배지에서 군체를 형성한다.

ㄷ. ㉠은 엠펙실린 첨가 배지에서는 군체를 형성하지만 카나마이신 첨가 배지에서는 군체를 형성하지 못하므로 재조합 DNA(플라스미드)를 가지고 있는 대장균 III이다.

정답 ③

[오답피하기] ㄴ. 유전자 X는 플라스미드의 카나마이신 저항성 유전자인 유전자 B에 삽입되었다.

19. 유전자 발현 조절과 세포 분화

전사 인자 A, B, C가 모두 전사 조절 부위에 결합하면 꽃받침, 꽃잎, 수술, 암술이 형성된다. 유전자 a에 돌연변이가 생겨 전사 인자 A가 만들어지지 않아 전사 인자 B와 C만 전사 조절 부위에 결합하면 수술과 암술이 형성된다. 유전자 b에 돌연변이가 생겨 전사 인자 B가 만들어지지 않아 전사 인자 A와 C만 전사 조절 부위에 결합하면 꽃받침과 암술이 형성된다. 유전자 c에 돌연변이가 생겨 전사 인자 C가 만들어지지 않아 전사 인자 A와 B만 전사 조절 부위에 결합하면 꽃받침과 꽃잎이 형성된다.

[정답맞히기] ㄱ. 전사 인자 A와 B가 전사 조절 부위에 결합하는 경우 공통적으로 꽃잎이 형성되므로, 꽃잎의 형성에 필요한 유전자의 전사 조절에는 전사 인자 A와 B가 모두 필요함을 알 수 있다.

정답 ①

[오답피하기] ㄴ. 꽃받침 세포를 비롯해 모든 체세포에는 전사 인자 A, B, C가 결합할 수 있는 DNA 부위가 존재한다.

ㄷ. 전사 인자 C가 전사 조절 부위에 결합했을 때 공통적으로 암술이 형성되므로, 암술 형성에 필요한 유전자인 유전자 x의 전사 조절 부위에는 전사 인자 C가 결합하는 부위가 있다.

20. 개체군의 진화

긴 날개 대립 유전자를 L, 흔적 날개 대립 유전자를 l, 회색 몸 대립 유전자를 X^G , 노란색 몸 대립 유전자를 X^g 라고 했을 때, 긴 날개 수컷이 1800마리이므로, 열성인 흔적 날개(II) 초파리는 3200마리이다. 유전자형 ll의 빈도는 $\frac{3200}{5000}=0.64$ 이므로, 흔적 날개 대립 유전자(l)의 빈도는 0.8, 긴 날개 대립 유전자(L)의 빈도는 0.2이다. 열성인 노란색 몸 암컷(X^gX^g)이 800마리이므로, 유전자형 X^gX^g 의 빈도는 $\frac{800}{5000}=0.16$ 이며, 노란색 몸 대립 유전자(X^g)의 빈도는 0.4, 회색 몸 대립 유전자(X^G)의 빈도는 0.6이다.

[정답맞히기] 흔적 날개 • 노란색 몸(II X^gX^g) 암컷이 임의의 수컷과 교배하여 F₁에서 긴 날개 • 노란색 몸인 초파리가 나오기 위해서는 임의의 수컷이 우성인 긴 날개 대립 유전자(L)를 가지고 있는 유전자형 LL 또는 Ll이어야 하고, 노란색 몸(X^gY)이거나 회색 몸(X^GY)이어야 한다. 유전자형 LL의 빈도는 0.04이고, Ll의 빈도는 0.32이다. 유전자형 X^G 의 빈도는 0.6이고, X^g 의 빈도는 0.4이다. F₁에서 긴 날개 • 노란색 몸인 초파리가 나오기 위한 확률은 [(수컷의 유전자형이 LL일 확률×II와 LL의 교배에서 긴 날개가 나올 확률)+(수컷의 유전자형이 Ll일 확률×II와 Ll의 교배에서 긴 날개가 나올 확률)]×[(수컷의 유전자형이 X^GY 일 확률× X^gX^g 와 X^GY 의 교배에서 노란색 몸이 나올 확률)+(수컷의 유전자형이 X^gY 일 확률× X^gX^g 와 X^gY 의 교배에서 노란색 몸이 나올 확률)]이므로, $[(0.04 \times 1) + (0.32 \times \frac{1}{2})] \times [(0.6 \times \frac{1}{2}) + (0.4 \times 1)] = 0.2 \times 0.7 = 0.14$ 이다.

정답 ③