

21. 동물 이자 세포는 인슐린을 생산하여 세포 밖으로 분비한다. 이때 인슐린의 이동순서로 옳은 것은?

- ① 조면소포체 → 수송 소낭(vesicle) → 골지체 → 분비 소낭(vesicle) → 세포막
- ② 활면소포체 → 수송 소낭(vesicle) → 리소좀 → 분비 소낭(vesicle) → 세포막
- ③ 조면소포체 → 수송 소낭(vesicle) → 리소좀 → 식포 → 세포막
- ④ 조면소포체 → 수송 소낭(vesicle) → 골지체 → 리소좀 → 세포막
- ⑤ 자유리보솜 → 수송 소낭(vesicle) → 골지체 → 식포 → 세포막

정답 1

해설

인슐린은 단백질 호르몬으로 세포 내 소기관을 거쳐 분비된다. 리보솜에서 번역(translation)이 이루어지고, 조면소포체에서 합성된 단백질(인슐린)이 수송 소낭을 통해 이동한다.

조면소포체에서 만들어진 단백질을 골지체로 운반하고, 골지체(Golgi apparatus)에서 단백질(인슐린)을 변형하고, 당을 결합하는 등의 후처리(가공 및 포장) 과정을 거친다.

완성된 단백질은 분비 소낭으로 이동하여 세포막과 융합되며 세포 밖으로 방출된다.

22. 식물의 광합성에 작용하는 광계 I과 광계 II에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 최대 흡수 빛의 파장은 광계 I보다 광계 II에서 길다.
- ② 빛을 흡수한 광계 II는 인접한 전자수용체를 산화시킨다.
- ③ 반응중심 복합체에 있는 색소는 남세균에도 존재한다.
- ④ 물의 광분해는 광계 I에서 일어난다.
- ⑤ 순환적 전자흐름에서 NADPH가 생성된다.

정답 3

해설

- 1) 틀림. 광계 I는 700nm, 광계 II는 680nm의 빛을 흡수하므로 최대 흡수 빛의 파장은 광계 I이 더 길다.
- 2) 틀림. 광계 II는 전자를 전자수용체로 전달(환원)한다.
- 3) 맞음. 광합성을 수행하는 남세균(시아노박테리아, Cyanobacteria)에는 P680과 P700 색소를 포함하는 반응중심 복합체가 있다. 이는 식물의 광합성과 유사한 구조를 가지며, 광계 I과 광계 II의 기원을 설명하는 중요한 증거이다.
- 4) 틀림. 물의 광분해(Photolysis)는 광계 II에서 일어난다. 광계 II는 물(H_2O)을 분해하여 전자를 얻고, 이 과정에서 O_2 가 방출된다.
- 5) 틀림. 순환적 전자흐름은 ATP는 생성되지만 NADPH는 생성되지 않는다. NADPH는 비순환적 전자 흐름에서만 생성된다.

23. 동물 소장에서의 영양분 흡수에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 소장벽의 융모와 미세융모는 영양분 흡수에 효율적인 구조이다.
- ② 과당은 촉진확산으로 흡수된다.
- ③ 아미노산과 당이 흡수되어 영양분이 풍부한 혈액은 간문맥으로 모인다.
- ④ 포도당과 아미노산은 단순확산으로 흡수된다.
- ⑤ 흡수된 지방 가수분해 산물은 다시 지방으로 전환되어 림프계 유미관으로 들어간다.

정답 4

해설

- 1) 맞음. 소장 내벽에는 융모(Villi)와 미세융모(Microvilli)가 존재하여 표면적을 극대화하여 영양소 흡수를 극대화한다.
- 2) 맞음. 과당(Fructose)은 GLUT5 단백질을 이용하여 촉진확산(facilitated diffusion) 으로 흡수된다.
- 3) 맞음. 포도당과 아미노산은 혈액을 통해 간문맥(hepatic portal vein)으로 이동하여 간에서 대사 및 저장된다.
- 4) 틀림. 포도당과 아미노산은 단순확산이 아니라 Na^+ -의존성 능동수송을 통해 흡수된다.
- 5) 맞음. 지방은 소장에서 흡수된 후 다시 중성지방(TG)으로 재합성되고, 유미입자(Chylomicron)를 형성하여 림프관(유미관, Lacteal)으로 이동한다.

24. 젖산발효와 알코올 발효에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 젖산발효에서 최종전자수용체는 피루브산이다.
- ② 알코올 발효에서 NAD^+ 재생성은 아세트알데하이드로부터 에탄올이 생성되는 과정에서 일어난다.
- ③ 알코올 발효 과정에서 탈탄산반응이 일어난다.
- ④ 발효가 일어날 때 생성되는 ATP는 기질수준 인산화 과정을 통해 합성된다.
- ⑤ 같은 양의 ATP를 생성하기 위한 해당과정의 속도는 무산소 조건에서 발효하는 세포보다 유산소 조건에서 호흡하는 세포에서 빠르다.

정답 5

해설

- 1) 맞음. 젖산발효에서는 피루브산이 최종 전자수용체 역할을 하며 NADH 의 전자를 받아 젖산(Lactate)으로 전환된다. 이 과정에서 NAD^+ 가 재생되어 해당과정이 지속될 수 있다.
- 2) 맞음. 알코올 발효에서는 아세트알데하이드(Acetaldehyde)가 최종 전자수용체 역할을 하며, NADH 의 전자를 받아 에탄올(Ethanol)로 전환된다. 이 과정에서 NAD^+ 가 재생되어 해당과정을 계속할 수 있다.
- 3) 맞음. 피루브산이 아세트알데하이드로 변환될 때 CO_2 가 방출되는 탈탄산반응(decarboxylation)이 발생한다.
- 4) 맞음. 발효에서는 산화적 인산화가 작동하지 않으므로, ATP 생성은 해당과정의 기질수준 인산화(Substrate-level phosphorylation)로만 진행된다.
- 5) 틀림. 유산소호흡(호기성 대사)에서는 1분자의 포도당당 36~38 ATP를 생성하는 반면, 발효는 1분자의 포도당당 2 ATP밖에 생성하지 못하므로 발효하는 세포는 같은 양의 ATP를 얻기 위해 해당과정을 훨씬 빠르게 진행해야 한다.

25. 세균의 유전자 전달에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. 형질전환을 통해 외부 DNA가 세포 내로 도입되어 유전자형과 표현형이 변화할 수 있다.
- ㄴ. 형질도입은 바이러스가 매개하여 한 숙주세포로부터 다른 숙주세포로 유전물질을 전달하는 과정이다.
- ㄷ. 접합을 통해 인접해 있는 두 개의 세포 사이에서 공여세포가 수용세포로 직접 유전물질을 전달한다.

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

정답 5

해설

ㄱ. 맞음. 형질전환은 외부 환경에서 유리된 DNA(플라스미드 또는 염색체 조각)를 흡수하여 자신의 유전체에 삽입하는 과정이다. 그리피스(Griffith)의 실험에서 폐렴구균이 형질전환을 통해 병원성을 획득하는 사례가 잘 알려져 있다.

ㄴ. 맞음. 형질도입은 박테리오파지(세균 감염 바이러스)가 세균의 DNA 일부를 다른 세균으로 옮기는 과정이다.

ㄷ. 맞음. 접합은 F-플라스미드(Fertility plasmid, 생식 플라스미드)를 가진 공여세포(F⁺)가 세포질 연결(필리 pili)을 통해 F⁻ 세포로 직접 유전물질을 전달하는 과정이다.

26. 속씨식물의 발달에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

————<보 기>————

- ㄱ. 세포질 분열은 액틴 미세섬유와 미오신 단백질이 수축환(contractile ring)을 형성하여 일어난다.
- ㄴ. 1개의 정자와 1개의 극핵이 수정하여 배젖(endosperm)을 형성한다.
- ㄷ. 측근(곁뿌리)은 내초로부터 발생한다.

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

정답 2

해설

ㄱ. 틀림. 보기는 동물세포의 세포질 분열 방식을 설명한 것이다. 식물세포에서는 세포질 분열이 세포판 형성(cell plate formation)을 통해 진행된다.

ㄴ. 틀림. 속씨식물(Angiosperms)에서는 이중수정(Double fertilization)이 일어난다. 따라서 배젖은 '1개의 정자 + 2개의 극핵'(3n)으로 이루어진다.

ㄷ. 맞음. 측근(lateral root, 곁뿌리)은 내초(pericycle)에서 유래하여 형성된다. 내초는 뿌리의 곁가지인 측근을 형성하는 역할을 한다.

27. 대장균의 번역 과정에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① 번역에 사용되는 tRNA의 종류는 61개이다.
- ② 아미노산은 tRNA의 3' 말단에 결합되어 리보솜으로 운반된다.
- ③ mRNA와 결합하는 리보솜의 소단위체는 큰 소단위체이다.
- ④ 펩타이드 결합의 형성을 촉매하는 리보자임 활성화는 리보솜의 작은 소단위체에 있다.
- ⑤ 번역에서 첫 번째 펩타이드 결합은 개시 단계에서 형성된다.

정답 2

해설

- 1) 틀림. 코돈은 총 64개(3개는 종결코돈)이지만, tRNA의 종류는 61개가 아니다. 실제로는 약 45개의 tRNA가 존재하는데, 이는 동요가설(Wobble Hypothesis) 때문이다.
- 2) 맞음. tRNA는 3'-CCA 서열에 아미노산이 공유결합하며, 이를 통해 아미노산을 리보솜으로 운반한다.
- 3) 틀림. 작은 소단위체(30S 리보솜)가 먼저 mRNA의 샤인-달가르노 서열(Shine-Dalgarno sequence)에 결합하여 개시되고, 이후 큰 소단위체(50S 리보솜)가 결합하면서 번역이 진행된다.
- 4) 틀림. 펩타이드 결합 형성은 리보솜의 큰 소단위체(50S)에 위치한 23S rRNA의 리보자임 활성화(Peptidyl Transferase)에 의해 촉매된다.
- 5) 틀림. 개시 단계에서는 Met-tRNA가 P자리(P site)에 위치할 뿐, 펩타이드 결합은 형성되지 않는다. 첫 번째 펩타이드 결합은 신장(Elongation) 단계에서 형성된다. A자리(A site)로 들어온 두 번째 아미노아실-tRNA와 P자리에 있는 첫 번째 아미노산이 펩타이드 결합을 형성하면서 신장이 시작된다.

28. 동물 줄기세포에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

————<보 기>————

- ㄱ. 하나의 줄기세포가 분열하여 두 개의 줄기세포나 두 개의 전구세포, 또는 하나의 줄기세포와 하나의 전구세포로 될 수 있다.
- ㄴ. 성체줄기세포는 모든 종류의 세포로 분화가 가능하다.
- ㄷ. 완전히 분화된 체세포는 역프로그래밍되어 줄기세포가 될 수 있다.

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

정답 4

해설

ㄱ. 맞음. 줄기세포는 대칭적 또는 비대칭적 분열을 통해 자가재생과 분화를 조절한다.

대칭적 분열(Symmetric Division) → 두 개의 줄기세포로 분열 → 줄기세포 풀(pool) 유지
→ 두 개의 전구세포로 분열 → 분화 유도

비대칭적 분열(Asymmetric Division) → 한 개의 줄기세포 + 한 개의 전구세포 생성 (균형 유지)

- 전구세포(Progenitor Cell) → 한정된 분화능력을 가지며 특정 세포로 분화

ㄴ. 틀림. 성체줄기세포(Adult Stem Cell)는 다능성(pluripotent)이 아닌 다분화능력(multipotent)을 가진다. 즉, 특정 계열의 세포로만 분화 가능하며, 배아줄기세포(ESC)처럼 모든 세포로 분화할 수 없다.

ㄷ. 맞음. 역분화(iPSC, Induced Pluripotent Stem Cell)는 체세포를 배아줄기세포처럼 되돌리는 기술로 2006년 야마나카 신야(Shinya Yamanaka)가 최초로 개발했다. 4가지 유전자(OCT4, SOX2, KLF4, c-MYC)를 도입하여 체세포를 다시 줄기세포 상태로 만드는 것이며, iPSC는 배아줄기세포(ESC)와 비슷한 분화능력(Pluripotency)을 가진다.

29. 생태적 천이와 종다양성에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

—<보 기>—

- ㄱ. 중간 수준의 교란은 낮은 수준의 교란보다 종다양성을 촉진시킨다.
- ㄴ. 1988년 옐로스톤(Yellowstone) 국립공원 화재 후 일어난 천이는 1차 천이에 해당한다.
- ㄷ. 멸종률은 본토에서 먼 섬보다 가까운 섬에서 낮다.

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

정답 3

해설

- ㄱ. 맞음. 중간 교란 가설(Intermediate Disturbance Hypothesis)에 따르면,
낮은 교란 수준: 특정 경쟁력이 강한 종이 우세하여 종다양성이 낮아짐.
높은 교란 수준: 많은 종이 멸종하여 종다양성이 낮아짐.
중간 교란 수준: 경쟁력이 낮은 종도 생존할 수 있어 종다양성이 가장 높아짐.
- ㄴ. 틀림. 1차 천이(primary succession)는 생물이 전혀 없는 지역에서 시작(예: 화산 분출 후 용암지대)하는 것이고, 2차 천이(secondary succession)는 기존 생태계가 일부 유지된 상태에서 다시 시작(예: 산불, 홍수, 농경지의 방치)하는 것이다. 1988년 옐로스톤 화재 이후의 천이는 기존의 토양과 일부 생물이 남아 있었으므로 2차 천이에 해당한다.
- ㄷ. 맞음. 섬 생물지리학 이론(Island Biogeography Theory)에 따르면,
본토에서 먼 섬: 이주율이 낮고, 유전자 교환이 어렵기 때문에 멸종률이 높음.
본토에서 가까운 섬: 이주율이 높고, 유전자 교환이 활발하여 멸종률이 낮음.

30. 하디바인베르크 평형 상태를 유지하는 식물 A종 집단의 꽃색은 한 유전자 좌위의 2개 대립유전자 R과 r에 의해 결정된다. 대립유전자 R은 r에 대해 불완전 우성으로, RR은 빨간 꽃이고 rr은 흰 꽃이며 Rr은 분홍 꽃이다. 다음 세대 이 집단의 분홍 꽃 식물의 빈도는? (단, 현세대 이 집단의 대립유전자 R의 빈도는 0.6이다.)

- ① 0.16
- ② 0.24
- ③ 0.36
- ④ 0.4
- ⑤ 0.48

정답 5

해설

하디-바인베르크 평형식과 대립유전자 R의 빈도: $p=0.6$ 에 따라, $q=0.4$ 임을 알 수 있다.

이 집단은 다음 세대에도 하디-바인베르크 평형이 유지될 것이므로, 다음 세대의 분홍 꽃 식물의 빈도는 $2pq = 2 \times 0.6 \times 0.4 = 0.48$ 이다.