

유전공학의 핵심 기술에 대한 이해

커뮤니티

문제 생성 조건

- 학습 목표: 유전공학의 핵심 기술에 대한 이해
- 문제 유형: 사례 적용형
- 교과 과목: 과학 >
- 세부 조건: 본문 중간, 난이도 중간, 5문제

제시문

스마일 열매는 동물의 특정 유전자를 과일에 삽입하여, 그 열매를 섭취한 사람에게 해당 동물의 형질을 발현시키는 복잡한 과정을 거칩니다. 이러한 현상은 현대 유전공학의 핵심 기술로 설명될 수 있습니다. 첫째, 스마일 열매에 동물의 유전자를 삽입하는 과정은 CRISPR-Cas9 기술과 매우 유사합니다. CRISPR는 '분자 가위'로 불리며, 유전체(genome)의 특정 위치를 정확하게 잘라낼 수 있는 혁신적인 기술입니다. 이 기술에서 가이드 RNA는 원하는 DNA 위치를 찾아가는 '내비게이션' 역할을 하며, Cas9 효소는 가이드 RNA가 안내한 위치의 DNA를 자르는 '가위' 역할을 합니다. 시저 클라운이 동물의 뿔, 날개, 발굽 등을 발현시키는 유전자를 분리한 뒤, 이 유전자를 과일의 DNA에 정확히 삽입하기 위해 이 기술을 사용했다고 볼 수 있습니다. 이는 유전자를 자르고 붙이는 편집 과정을 통해 새로운 생물학적 기능을 부여하는 것입니다. 둘째, 과일에 들어간 동물 유전자가 인체로 전달되는 과정은 바이러스 벡터 기술로 설명됩니다. 바이러스는 본래 숙주 세포에 침투해 자신의 유전자를 주입하는 능력이 있습니다. 유전공학자들은 이 능력을 이용해 바이러스의 유해한 부분을 제거하고, 그 자리에 치료 목적의 유전자를 삽입합니다. 이렇게 만들어진 바이러스를 '벡터(Vector)'라고 하며, 유전자를 세포로 운반하는 '택배' 역할을 합니다. 스마일 열매를 섭취하면, 열매 안에 담겨 있던 바이러스 벡터가 소화 과정에서 방출되고, 이 벡터들이 인체의 세포에 침투하여 동물 유전자를 전달하고, 그 유전자가 발현되면서 신체에 변화가 일어나는 것입니다.

하지만 스마일 열매의 90%에 달하는 실패율은 유전공학 기술의 불안정성과 예측 불가능한 부작용을 여실히 보여줍니다. 첫째, '유전자 삽입의 무작위성' 때문일 수 있습니다. 유전자 가위 기술이 완벽하지 않거나, 의도적으로 유전자를 무작위로 삽입하는 방식을 사용했을 경우, 유전자가 게놈의 '엉뚱한' 위치에 들어갈 수 있습니다. 스마일 열매에 동물의 유전자가 원래 있던 중요한 유전자를 파괴하거나, 유전자 발현을 조절하는 시스템에 오류를 일으켜 신체 기능에 심각한 부작용이 발생했을 가능성이 높습니다. 10%의 성

생성: 문제로

<https://munjero.xyz/> 여기에서 추가로 더 많은 문제를 받을 수 있습니다

공 사례는 순전히 유전자가 적절한 위치에 삽입된 '운'의 결과라고 볼 수 있으며, 이러한 부작용을 'off-target effects' 라고 합니다. 둘째, 스마일 열매의 가장 비극적인 부작용은 감정을 잃고 웃기만 하는 것입니다. 이는 '후성 유전학(Epigenetics)'으로 설명됩니다. 후성 유전학은 DNA 염기 서열 자체는 변하지 않지만, 유전자 발현의 '스위치'가 켜지거나 꺼지는 현상을 연구합니다. 스마일 열매의 물질이 뇌의 감정 조절을 담당하는 부분(예: 편도체)에 영향을 주어, 슬픔이나 분노 같은 감정을 담당하는 유전자 스위치는 '끄고', 웃음과 관련된 스위치만 '켜진' 상태로 영구 고정시켰을 가능성이 있습니다. 이로 인해 웃음이라는 단일한 반응만 남게 되는 것입니다.

문제

문항 1. 스마일 열매에 동물의 유전자를 삽입하는 과정에 사용된 유전자 편집 기술(CRISPR-Cas9)에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 유전자 발현의 '스위치'를 조절하여 감정을 변화시키는 기술이다.
- ② 바이러스의 전달 능력을 이용하여 원하는 유전자를 인체 세포로 운반하는 기술이다.
- ③ 가이드 RNA가 특정 DNA 위치를 찾아 Cas9 효소가 해당 부위를 정확히 잘라 유전자를 편집하는 기술이다.
- ④ 유전자를 무작위로 삽입하여 다양한 off-target effects를 유발하는 기술이다.
- ⑤ 섭취된 열매의 물질이 신경 회로에 직접 작용하여 영구적인 변화를 일으키는 기술이다.

문항 2. 스마일 열매를 섭취한 사람의 몸속에서 동물 유전자가 발현되는 과정에 가장 깊이 관련된 유전자 전달 기술에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① DNA 염기 서열 자체를 변형시켜 새로운 단백질을 생성하게 한다.
- ② 특정 유전자의 발현 스위치를 켜거나 꺼서 신체 변화를 유도한다.
- ③ 유해한 부분을 제거한 바이러스가 치료 목적의 유전자를 세포로 운반하는 역할을 한다.
- ④ 게놈의 '엉뚱한' 위치에 유전자를 삽입하여 off-target 효과를 일으킨다.
- ⑤ '분자 가위'를 사용하여 DNA의 특정 부위를 정교하게 잘라낸다.

문항 3. 스마일 열매의 90%에 달하는 실패율과 그로 인한 부작용의 주요 원인 중 하나로 제시된 '유전자 삽입의 무작위성'에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 과일의 유전자가 인간의 소화 효소에 의해 변형되어 발생하는 현상이다.
- ② 삽입된 동물 유전자가 게놈의 원래 중요 유전자를 파괴하거나 조절 시스템에 오류를 일으키는 현상이다.
- ③ 바이러스 벡터가 인체 세포에 침투하지 못해 유전자 전달이 실패하는 경우를 말한다.

- ④ CRISPR-Cas9 기술이 유해한 부분을 완전히 제거하지 못해 생기는 독성 반응이다.
- ⑤ 후성 유전학적 변화로 인해 감정 조절 능력이 영구적으로 상실되는 현상이다.

문항 4. 스마일 열매를 섭취한 이들이 감정을 잃고 웃기만 하는 비극적 부작용이 '후성 유전학'으로 설명될 수 있는 이유로 가장 타당한 것은?

- ① 동물 유전자가 직접 뇌세포의 DNA 염기 서열을 영구적으로 변형시켰기 때문이다.
- ② 유전자 편집 기술이 뇌의 특정 부위를 물리적으로 손상시켰기 때문이다.
- ③ 스마일 열매의 물질이 뇌 감정 조절 부위 유전자의 발현 '스위치'를 조절하여 특정 감정만 활성화했기 때문이다.
- ④ 유전자 전달 과정에서 바이러스 벡터가 신경 독소를 분비했기 때문이다.
- ⑤ 삽입된 동물 유전자가 인간의 뇌에서 면역 반응을 일으켜 염증을 유발했기 때문이다.

문항 5. 제시된 내용을 바탕으로 '스마일 열매'의 특성과 그에 적용된 유전공학 기술에 대한 추론으로 옳지 않은 것은?

- ① 스마일 열매는 동물의 유전자를 과일에 삽입하는 과정에서 CRISPR-Cas9과 유사한 유전자 편집 기술이 활용되었다.
- ② 열매 섭취 후 인체 내에서 동물 유전자가 발현되는 것은 바이러스 벡터를 이용한 유전자 전달 방식과 관련이 깊다.
- ③ 스마일 열매의 높은 실패율은 유전자가 게놈 내 '엉뚱한' 위치에 삽입되어 발생하는 off-target effects 때문일 수 있다.
- ④ 감정 상실 부작용은 유전자 염기 서열 변화 없이 특정 유전자의 발현 스위치가 조절되는 후성 유전학적 현상으로 설명된다.
- ⑤ 스마일 열매의 성공률 10%는 유전자 편집 및 전달 기술이 10%의 확률로 원하는 위치에 정확히 유전자를 삽입하고 전달함을 의미한다.

정답 및 해설

문항 1 해설

정답: ③

해설

제시문에서 CRISPR-Cas9 기술은 '분자 가위'로 불리며, 가이드 RNA가 원하는 DNA 위치를 찾아 Cas9 효소가 해당 부위를 정확히 자르는 역할을 한다고 설명하고 있습니다. 이를 통해 유전자를 '자르고-붙이는' 편집 과정이 이루어진다고 명시되어 있습니다. 다른 보기는 바이러스 벡터, 유전자 삽입의 무작위성, 후성 유전학적 변화와 관련된 설명이므로 적절하지 않습니다.

문항 2 해설

정답: ③

해설

제시문은 스마일 열매를 섭취한 후 동물 유전자가 인체로 전달되는 과정을 바이러스 벡터 기술로 설명합니다. 이 기술은 유해한 부분을 제거한 바이러스가 유전자를 세포로 운반하는 '택배' 역할을 한다고 명시되어 있습니다. 다른 보기는 CRISPR-Cas9 기술, 후성 유전학적 변화, 유전자 삽입의 무작위성 등과 관련된 설명이므로 옳지 않습니다.

문항 3 해설

정답: ②

해설

제시문은 유전자 삽입의 무작위성으로 인해 유전자가 게놈의 '엉뚱한' 위치에 들어가 원래 있던 중요한 유전자를 파괴하거나 유전자 발현 조절 시스템에 오류를 일으켜 심각한 부작용이 발생할 수 있다고 설명합니다. 이는 'off-target effects'라고도 불립니다. 다른 보기는 무작위성과 관련이 없거나 제시문의 내용과 일치하지 않습니다.

문항 4 해설

정답: ③

해설

제시문에서 스마일 열매 섭취 후 감정을 잃고 웃기만 하는 부작용을 후성 유전학으로 설명하며, 이는 DNA 염기 서열 자체는 변하지 않지만 유전자 발현의 '스위치'가 켜지거나 꺼지는 현상이라고 명시하고 있습니다. 특히, 뇌의 감정 조절 부위 유전자의 스위치가 조절되어 특정 감정만 활성화되었을 가능성을 언급합니다.

문항 5 해설

정답: ⑤

해설

제시문은 스마일 열매의 10% 성공 사례를 '순전히 유전자가 적절한 위치에 삽입된 '운'의 결과'라고 명시하고 있습니다. 이는 유전자 편집 및 전달 기술이 10%의 확률로 '정확히' 작동함을 의미하는 것이 아니라, 무작위 삽입 방식임에도 불구하고 우연히 적절한 위치에 삽입되어 성공했을 가능성을 시사합니다. 따라서 5번 보기는 제시문의 내용과 상반되는 추론입니다.