

The University of the State of New York
REGENTS HIGH SCHOOL EXAMINATION

생명 과학: 생물

2026년 1월 20일 화요일 - 오후 1시 15분-오후 4시 15분까지만 실시

학생 이름 _____

학교명 _____

이 시험 중에는 모든 통신 장비의 소지나 사용을 철저히 금지합니다. 잠시라도 통신 장비를 소지하거나 사용할 경우, 시험은 무효화되며 시험 점수를 받을 수 없게 됩니다.

자신의 이름과 학교명을 위 칸에 인쇄체로 기입하십시오.

본인의 **생명과학: 생물** 지식을 사용하여 이 시험의 모든 문제에 답하십시오.

이 시험의 모든 파트의 모든 문제에 답하십시오. 문제를 풀 때 연습 용지를 사용할 수 있으나 모든 답은 답안지와 시험 책자에 기입해야 합니다. 선다형 문제를 위한 별도의 답안지가 제공되었습니다. 감독관의 지시에 따라 답안지에 학생 정보를 기입하십시오. 서술형 문제의 답은 시험 책자에 기입하십시오.

시험 책자에 답안을 작성할 때는 반드시 펜을 사용해야 하고 그래프나 그림을 그릴 때는 반드시 연필을 사용하십시오.

시험을 마친 후, 별도의 답안지에 인쇄된 진술문에 서명함으로써 이 시험을 치르기 전에 문제나 답에 대한 불법적인 지식이 없었으며 시험을 치르는 동안 도움을 주지도 않고 받지도 않았음을 표시하십시오. 이 진술문에 서명하지 않은 학생의 답안지와 시험 책자는 인정하지 않습니다.

참고 ...

이 시험을 치르는 동안 사용할 수 있도록 사칙 계산기나 과학용 계산기가 반드시 준비되어 있어야 합니다.

별도로 표시되지 않는 한, 도표는 실제 비율과 다릅니다.

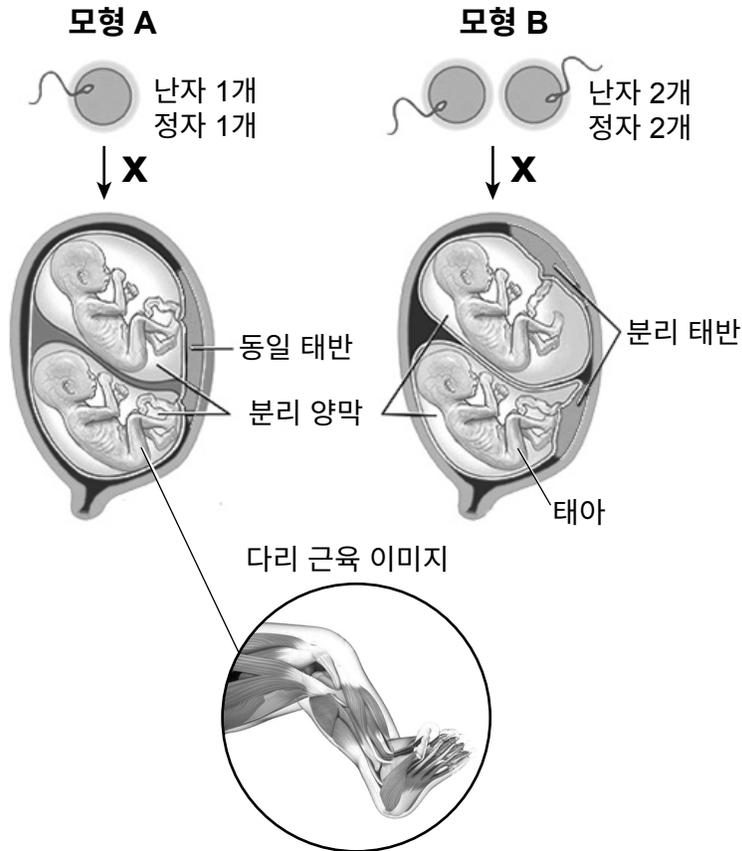
지시가 있을 때까지 이 시험 책자를 열지 마십시오.

1번부터 5번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

쌍둥이의 두 유형

쌍둥이는 동일한 임신에서 태어난 두 명의 자손을 말합니다. 가장 흔한 쌍둥이의 유형은 일란성 쌍둥이와 이란성 쌍둥이입니다. 이란성 쌍둥이의 유전자는 쌍둥이가 아닌 형제자매만큼 서로 다를 수 있는 반면, 일란성 쌍둥이는 동일한 DNA를 공유합니다. 하지만 일란성 쌍둥이는 나이가 들수록 서로를 구별할 수 있는 신체적 특징에 차이를 보일 수 있습니다.

아래 모형은 쌍둥이의 발달에 대한 정보를 나타냅니다.



- 1 모형의 정보를 바탕으로, 어떤 모형(A 또는 B)이 일란성 쌍둥이로 발달할 태아를 나타내는지 밝힐 뿐만 아니라 선택한 모형에서 자신의 답안을 뒷받침할 수 있는 구조를 1개 이상 밝히십시오. [1]

모형: _____

구조: _____

- 2 다음 중 모형들 내 X에서 일어나는 과정이 어떻게 태아의 다리에서 관찰되는 특수화된 세포를 형성하게 되는지 설명하는 진술은?
- (1) 수정란이 서로 다른 DNA를 가진 근육 세포와 뼈 세포로 분열된다.
 - (2) 난자와 정자가 각각 발달 중인 태아에서 근육 세포 또는 뼈 세포로 변할 수 있다.
 - (3) 발달 중인 태아의 세포는 동일한 DNA를 가진 근육 세포와 뼈 세포로 분열될 수 있지만, 이 세포들은 서로 다른 모양과 기능을 가진다.
 - (4) 발달 중인 태아는 일부 근육 세포와 뼈 세포는 엄마로부터, 또 일부는 아버로부터 물려받는다.
- 3 증거 및 추론을 사용하여, 유성생식 동안 일어나는 일련의 과정으로 인해 이란성 쌍둥이가 서로 다른 특징을 갖게 된다는 주장을 뒷받침하십시오. [1]

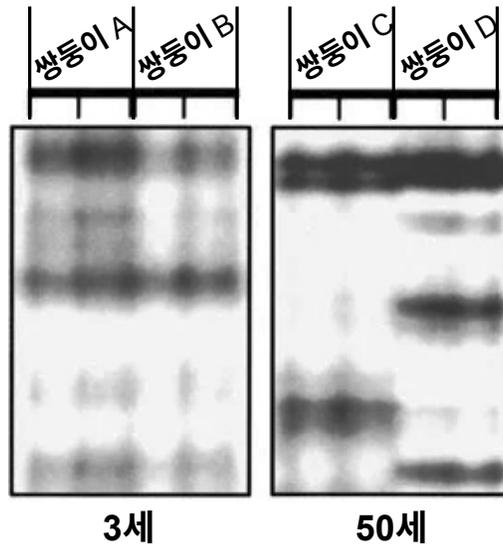
과학자들은 일란성 쌍둥이의 유전자 발현이 후성유전적 변화에 의해 어떻게 바뀔 수 있는지 조사하고 있습니다. 후성유전적 변화는 메틸기와 같은 특정 화학기(chemical groups)가 세포의 DNA에 부착되어 특정 유전자의 발현에 영향을 줄 때 일어납니다. 환경적 요인과 식단과 같은 생활 방식의 선택이 후성유전적 변화와 관련이 있습니다. 아래 모형은 메틸기가 어떻게 DNA에 부착될 수 있는지 보여줍니다.

메틸화된 DNA



전기영동은 젤을 통해 DNA 절편의 이동을 비교하는 데 사용될 수 있는 과정입니다. 아래 이미지는 3세 일란성 쌍둥이와 50세 일란성 쌍둥이의 체세포에서 채취한 DNA를 비교한 것입니다.

전기영동에 의한 DNA 비교



- 4 한 연구원은 3세 쌍둥이와 비교했을 때 50세 일란성 쌍둥이 사이에서 나타나는 변이의 원인을 알아내고자 합니다. 다음 중 그 원인을 규명하는 데 도움이 될 질문은?
- (1) 50세 쌍둥이의 DNA에 부착된 메틸기의 수는 3세 쌍둥이와 비교해 어떻게 다른가?
 - (2) 왜 3세 쌍둥이와 50세 쌍둥이의 DNA는 동일한 종류의 염기를 가지고 있는가?
 - (3) 메틸기가 일란성 쌍둥이의 DNA에 부착되어 있다면, 이러한 메틸기는 자손에게 어떻게 유전되는가?
 - (4) 3세 쌍둥이와 50세 쌍둥이의 세포에 있는 DNA 서열은 어떻게 비교되는가?
- 5 50세 쌍둥이 중 한 명인, 쌍둥이 C는 특정 유전자가 메틸화되어 당뇨병이 발병할 위험이 있다고 확인되었습니다. 쌍둥이 D에 있는 동일한 유전자는 이러한 변화의 징후를 보이지 않습니다. 유전공학 기술은 어떻게 쌍둥이 C가 이후의 삶에서 당뇨병이 발병하지 않도록 예방하는데 사용될 수 있습니까?
- (1) 스플라이싱 효소(splicing enzymes)를 사용하여 당뇨병을 유발하는 유전자의 아미노산 서열에서 메틸기를 제거한다.
 - (2) 정상적인 유전자 발현이 이루어질 수 있도록 메틸기를 제거하는 약물을 개발하고 사용한다.
 - (3) 메틸기를 쌍둥이 C DNA의 다른 부위에 추가할 수 있는 약물을 개발한다.
 - (4) 당뇨병을 예방하기 위해 스플라이싱 효소(splicing enzymes)를 사용하여 쌍둥이 C의 단백질에 메틸기를 추가한다.

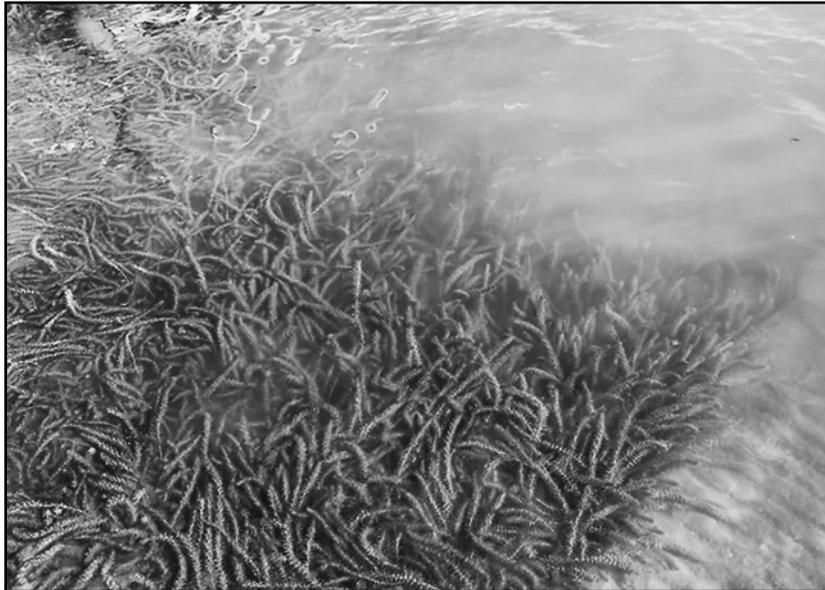
6번부터 9번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

서식지의 침입자

검정말(*Hydrilla*)은 매우 빠른 성장 속도를 보이는 침입성 수생식물입니다. 검정말은 하루에 최대 2.5cm까지 자랄 수 있으며, 수로에 두꺼운 군락을 형성합니다. 검정말은 가래(pondweed)와 같은 토착 식물과 마찬가지로 광합성을 수행하는 데 필요한 자원에 동일한 접근성을 갖지만, 이들의 서식지를 침범하며 이용 가능한 자원을 더 빠르고 효율적으로 획득합니다.

검정말이 형성하는 두꺼운 군락은 수면에서 가지를 치는 긴 줄기들에 의해 만들어집니다. 긴 줄기들은 물의 흐름과 동물의 활동, 그리고 배 타기와 같은 인간의 여가 활동 등에 의해 쉽게 모체 식물에서 떨어져 나갈 수 있습니다. 검정말의 작은 조각도 새로운 개체군을 형성할 수 있습니다.

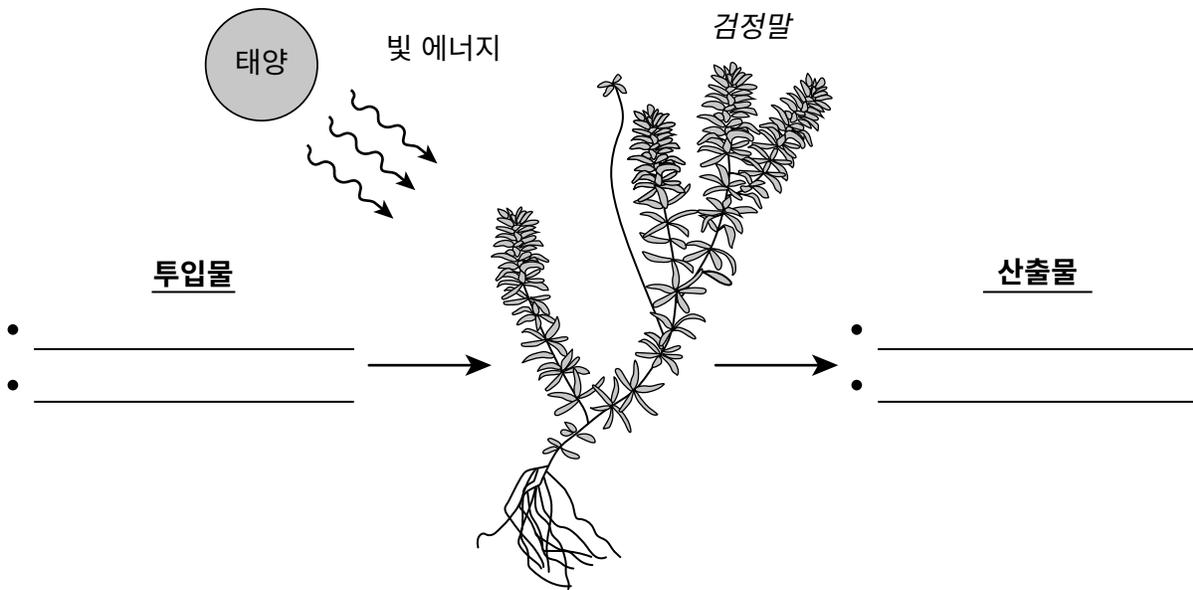
검정말 군락



6 다음 중 원래의 검정말 식물로부터 떨어져 나왔을 때 자라나는 자손에게 형질이 전달되는 과정에서 DNA의 역할을 올바르게 나타내기 위해 학생이 정보를 수집하는 데 도움이 되는 질문은?

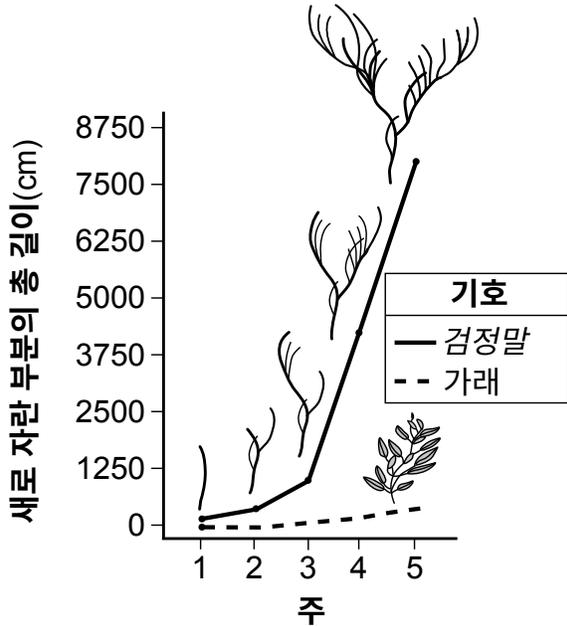
- (1) 새로운 검정말 자손이 각각의 부모 식물로부터 DNA를 절반씩 받았기 때문에 원래의 검정말과 동일한 형질을 가지게 되었는가?
- (2) 자손은 새로운 검정말 개체군의 DNA가 모체 식물에서 떨어져 나온 조각의 DNA와 동일하기 때문에 원래 개체군과 동일한 형질을 가지게 되었는가?
- (3) 새로운 검정말 개체군의 식물들은 서로 다른 DNA의 양을 갖고 있기 때문에 부모 식물과 다른 형질을 가지게 되었는가?
- (4) 검정말이 생성한 생식세포는 잎 세포와 동일한 DNA를 지니고 있으므로 그 자손에게서 동일한 신체적 형질이 나타나는가?

7 검정말이 토착 식물을 경쟁에서 이기기 위해 사용하는 과정의 투입물 및 산출물을 밝혀 모형을 완성하십시오. [1]

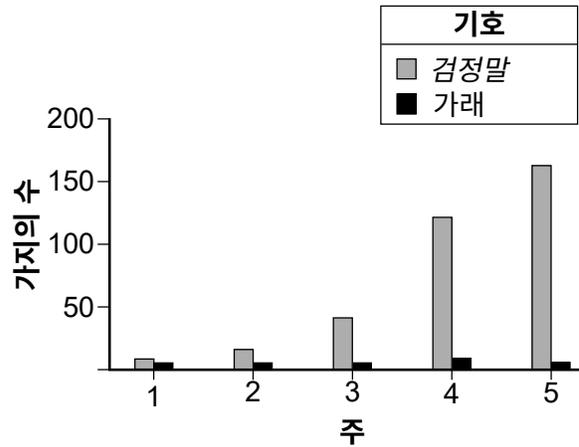


검정말은 아침 시간에 수면을 통과하는 제한된 빛을 이용할 수 있는 반면, 다른 식물들은 그렇지 않습니다. 검정말은 이 에너지를 이용하여 깊은 물속에서 수면을 향해 위쪽으로 새싹을 뻗게 합니다.

검정말과 가래의 평균
생장 비교



검정말 및 가래가 생성한
가지의 수



- 8 다음 중 제시된 수학적 자료에서 근거를 찾아, 검정말이 자원을 효율적으로 포획하는 능력이 그들이 서식하는 수로의 생물다양성에 부정적인 영향을 끼칠 것이라는 주장을 뒷받침하는 진술은?
- (1) 검정말은 5주 동안 토착 가래보다 더 많은 가지를 만들 수 있으므로 세포 호흡을 통해 더 많은 산소가 생산됩니다. 이는 생태계에서 발견되는 다른 생물들의 개체 수를 감소시킵니다.
 - (2) 검정말은 매주 새로운 성장량을 두 배로 늘릴 수 있으며, 이 과정에서 지질 생성을 위해 환경으로부터 과도한 양의 질소를 사용합니다. 이로 인해 생존할 수 있는 생물의 수가 줄어듭니다.
 - (3) 검정말은 토착 가래보다 더 긴 가지들을 형성해 더 빠른 속도로 햇빛을 흡수합니다. 이는 필요한 자원을 줄이고 생물다양성을 감소시킵니다.
 - (4) 검정말은 토착 가래보다 약 15배 더 많은 가지를 형성합니다. 이로 인해 검정말은 다른 식물 종보다 자원을 더 빠르게 흡수하고 생물다양성이 감소할 수 있습니다.

배 타기와 낚시 같은 인간의 여가 활동으로 인해 검정말 조각은 미국 전역의 여러 수역으로 이동했습니다. 각 지역의 수로에서는 검정말 개체군을 조절하기 위한 다양한 방법들이 시행되고 있습니다.

9 다음 중 토착 개체군에 해를 끼치지 않으면서 수역 내 검정말 개체군을 가장 효과적으로 조절할 수 있는 해결책은?

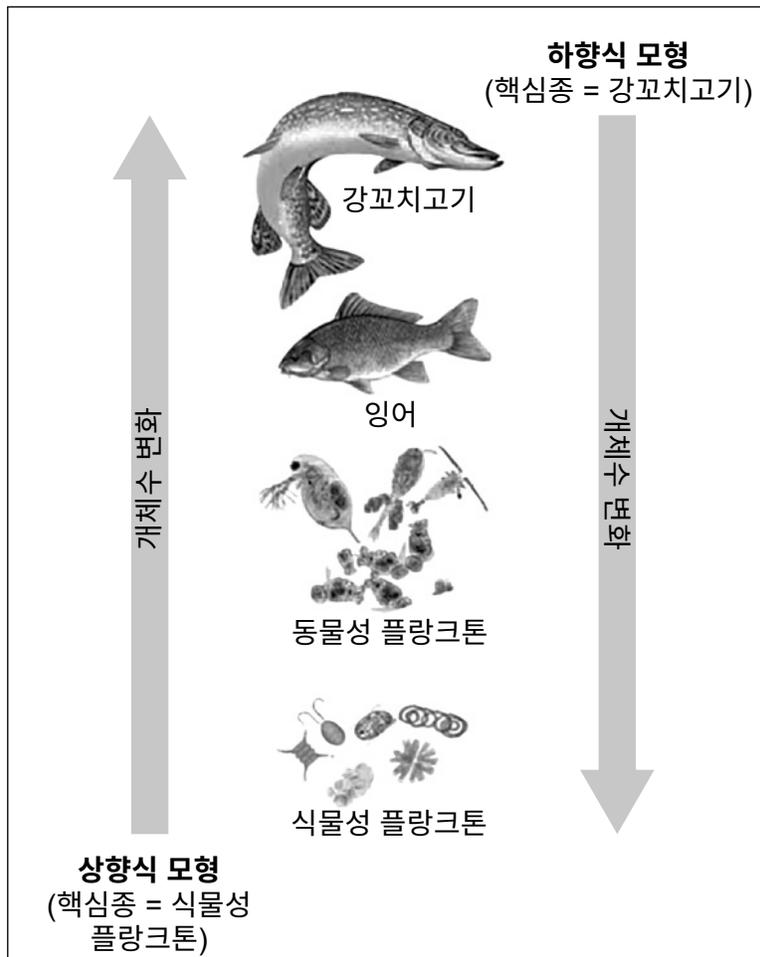
- (1) 자원봉사자들을 모집해 낚시 시즌 전에 지역 수로에서 가래를 제거한다
- (2) 배 타기 시즌이 시작할 때 검정말이 서식하는 수로에 제초제를 살포한다
- (3) 연못의 수면을 덮어 빛을 차단하는 화학 물질을 살포한다
- (4) 수로에 진입하기 전에 배에 검정말이 있는지 검사하도록 의무화한다

10번부터 13번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

핵심종 규칙

일부 생물들은 생태계에서 상대적으로 매우 큰 역할을 합니다. 이러한 종들의 존재 여부는 생태계의 나머지 부분과 그 기능 방식에 매우 큰 영향을 줍니다. 이러한 생물들은 핵심종으로 알려져 있습니다. 이 변화의 영향은 영양 단계 연쇄 효과(trophic cascade)로 알려져 있으며, 아래 도표에 나타난 것처럼 먹이사슬의 영양 단계 내에서 하향식(top-down) 또는 상향식(bottom-up)으로 발생할 수 있습니다.

수생 생태계의 상향식 및 하향식 연쇄 작용 모형

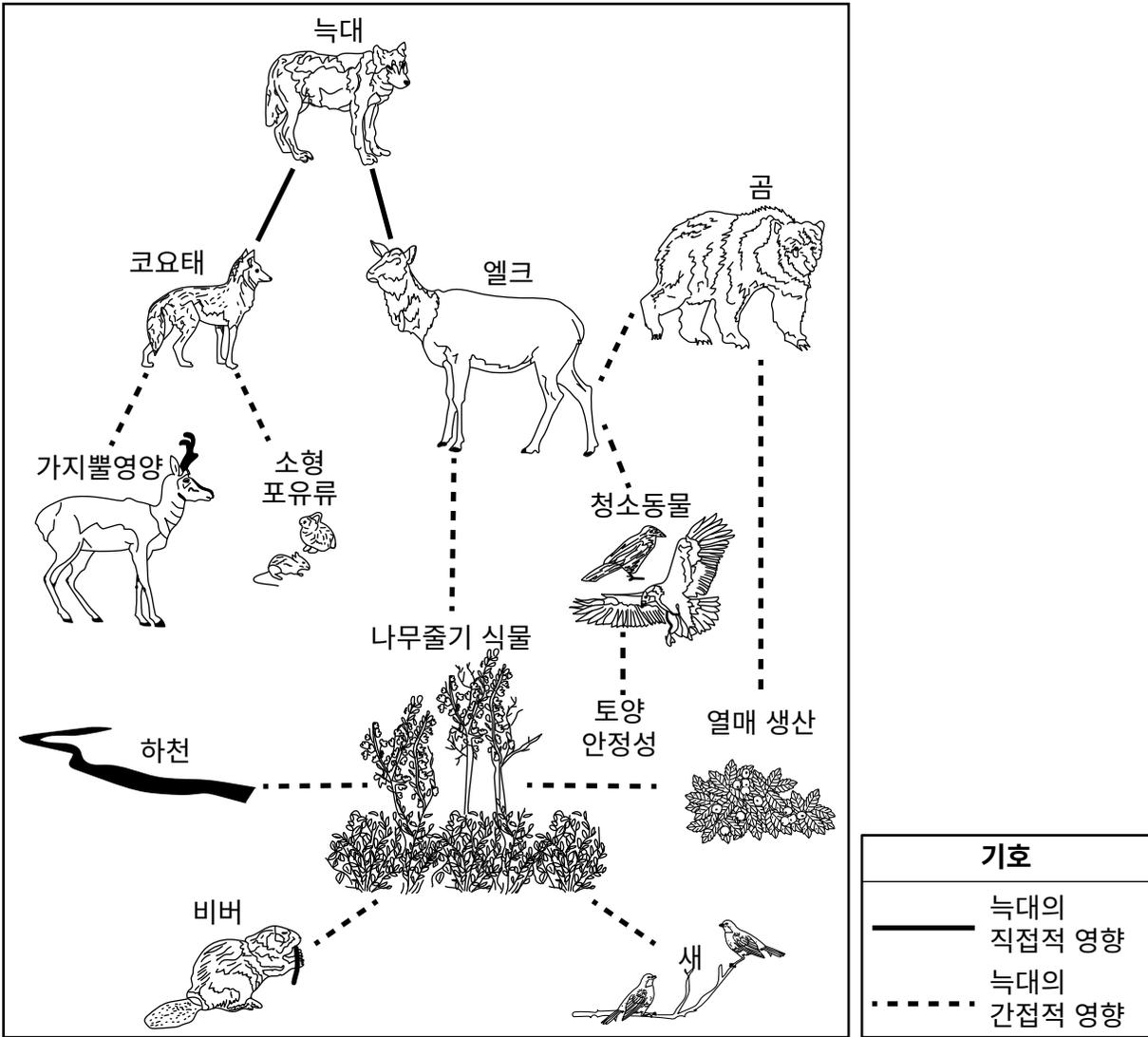


- 10** 다음 중 상향식 및 하향식 연쇄 작용의 복잡한 상호작용이 안정된 생태계에서 비교적 일정한 생물 개체 수를 유지하는 역할을 한다는 주장을 뒷받침하는 근거를 제공하는 진술은?
- (1) 강꼬치고기 와 식물성 플랑크톤의 개체수가 모두 증가해도 생태계는 안정적으로 유지되며, 이는 모든 생물이 생존하고 있음을 의미한다.
 - (2) 강꼬치고기 또는 식물성 플랑크톤의 개체수가 감소하면 생태계 안정성이 크게 낮아진다.
 - (3) 동물성 플랑크톤의 개체수가 크게 증가하면 하향식 생태계는 불안정해지지만, 상향식 생태계에는 아무런 영향을 주지 않을 것이다.
 - (4) 하향식 연쇄 작용에서는 동물성 플랑크톤이 생태계 안정성을 유지하는 데 도움을 주는 반면, 상향식 연쇄 작용에서는 잉어 가 생태계 안정성을 유지하는 데 도움을 준다.

- 11** 다음 중 식물성 플랑크톤이 이 생태계의 핵심종으로 기능하는 이유를 설명하기 위해, 생물권 내의 탄소 순환 과정을 가장 적절하게 활용한 진술은?
- (1) 식물성 플랑크톤은 광합성을 통해 탄소를 이산화탄소 형태로 대기에 방출하며, 이 탄소는 다른 생물들에 의해 소비될 수 있다.
 - (2) 대기는 식물성 플랑크톤이 배출한 산물의 일부로 포함된 탄소를 흡수하며, 이 탄소는 다른 동물들에 의해 이용될 수 있다.
 - (3) 식물성 플랑크톤은 분해 과정을 통해 탄소를 이산화탄소 형태로 지권에 방출하며, 이 탄소는 다른 생물들에 의해 소비될 수 있다.
 - (4) 수권은 식물성 플랑크톤에 이산화탄소를 제공하며, 이를 통해 식물성 플랑크톤은 다른 동물들에게 영양분을 제공할 수 있다.

핵심종에는 옐로스톤 국립공원의 늑대 개체군과 같은 대형 포식자가 포함될 수 있습니다. 아래 모형은 늑대의 포식이 생태계 내 여러 개체군에 끼치는 일부 직간접적 영향을 설명합니다.

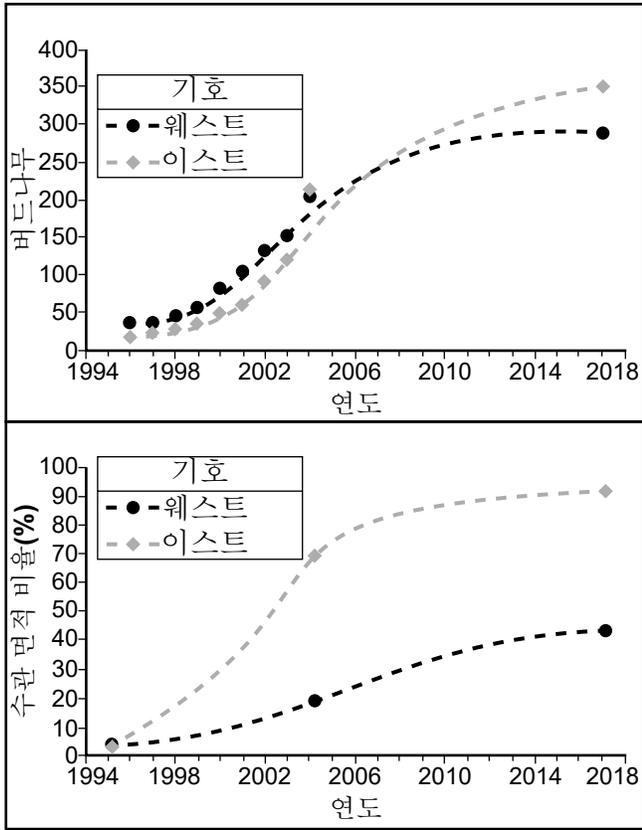
옐로스톤 국립공원에서 늑대 포식으로 인한 영향



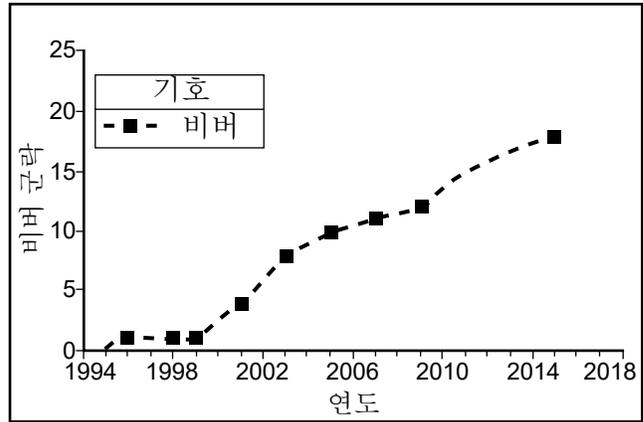
20세기 초, 옐로스톤 국립공원에서는 늑대들이 과도하게 사냥되었습니다. 1926년까지 늑대들은 이 공원에서 모두 사라졌습니다. 옐로스톤의 엘크 개체수가 증가하면서 버드나무, 미루나무, 사시나무와 같은 나무들을 대량으로 섭식했습니다. 또한 비버들은 이 나무들을 먹고, 이를 사용해 댐을 짓기도 했습니다.

1995년, 늑대들이 공원에 다시 도입되었습니다. 아래 그래프는 늑대 재도입 이후 옐로스톤의 두 지역인 이스트 포크(East Fork)와 웨스트 포크(West Fork)에서의 버드나무 개체수, 수관(나무 덮개) 면적, 비버 개체수 변화를 보여줍니다.

엘로스톤의 나무 수 변화



비버 개체수 변화



12 제시된 그래프와 정보의 근거를 활용하여, 1995년에 인간이 엘로스톤에 늑대를 재도입한 결정이 해당 지역의 환경에 어떤 영향을 주었는지 설명하십시오. [1]

몇몇 연구에 따르면, 늑대의 존재가 엘크의 행동 변화와 관련이 있는 것으로 나타났습니다. GPS 추적기를 사용하여 늑대 개체수가 많은 옐로스톤 국립공원 지역에서 엘크의 이동을 관찰했습니다.

13 다음 중 옐로스톤에서 엘크의 생존율 증가가 무리 행동과 관련이 있음을 보여주는 근거를 제공하는 진술은?

- (1) GPS 정보를 통해 파악한 결과, 큰 엘크 무리는 혼자 이동하는 엘크와 동일한 생존율을 보였다.
- (2) GPS 정보를 통해 파악한 결과, 엘크 무리들은 늑대의 수가 더 적은 공원 지역에서 방목을 시작했다.
- (3) GPS 정보를 통해 파악한 결과, 엘크 무리의 방목 패턴이 바뀌면서 일부 엘크의 안전할 가능성은 높아졌지만, 대부분의 개체군은 여전히 포식당할 가능성이 있었다.
- (4) GPS 정보를 통해 파악한 결과, 늑대가 엘크 무리가 먹이를 먹는 지역으로 이동했을 때에도 엘크 무리는 같은 지역에 머물렀다.

14번부터 18번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

고양이 알레르기 문제 해결하기

집고양이는 인간에게 매우 인기 있는 반려동물입니다. 하지만, 10~20%의 사람들에게 고양이 알레르기 반응을 일으킬 수 있습니다. 알레르기 증상은 때때로 단백질의 형태일 수 있는 알레르겐에 노출될 때 발생합니다. 대부분의 고양이 알레르기 증상은 *Fel d 1*이라는 단백질로 인해 발생합니다. 이 단백질은 고양이 체내의 여러 기관 세포에서 생성되는데, 여기에는 입 안의 타액선과 피부의 피지선이 포함됩니다.

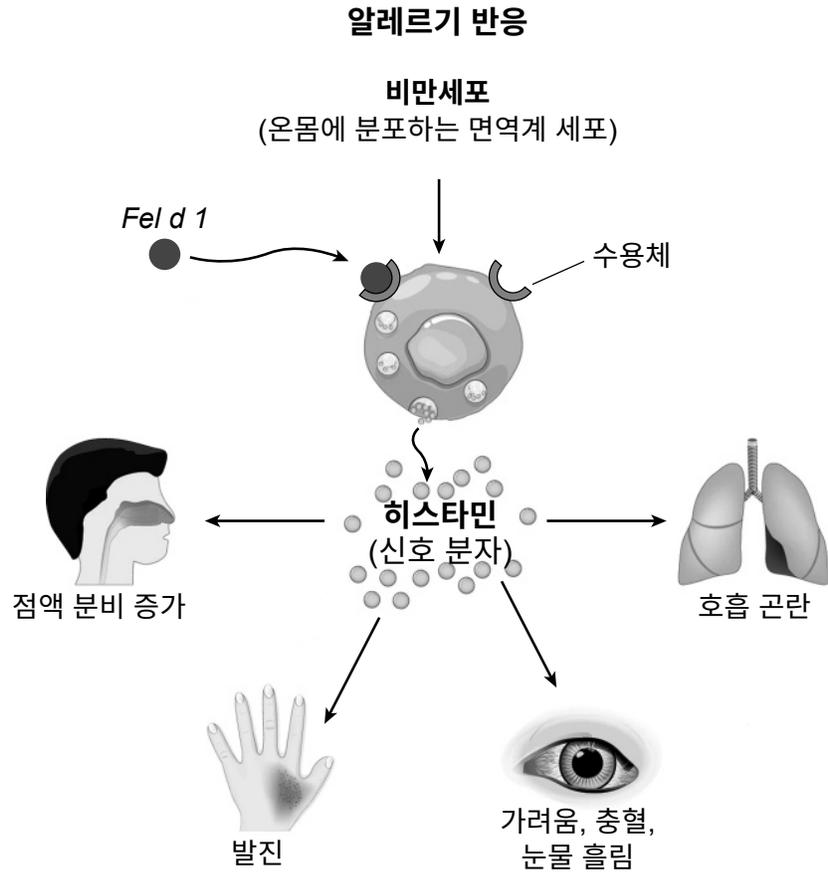
*Fel d 1*의 구조에 관한 정보는 아래에 제시되어 있습니다.

단백질	부분 아미노산 서열
<i>Fel d 1</i> (알레르겐)	GLU TYR VAL GLU GLN VAL ALA GLN TYR LYS ALA LEU

14 다음 중 DNA 구조가 고양이 세포에서 생성되는 *Fel d 1* 단백질 분자의 구조를 결정한다는 주장을 뒷받침하는 진술은?

- (1) 고양이 세포의 DNA 내 단백질들이 *Fel d 1*을 생성하는 데 필요한 특정 아미노산의 암호를 저장한다.
- (2) 고양이 세포 내 DNA는 일부 세포에서 *Fel d 1*이 생성되도록 하는 특정 아미노산 서열을 암호화한다.
- (3) 고양이 세포에 존재하는 특정 아미노산 서열이 일부 세포에서 *Fel d 1*을 합성하기 위한 필수 DNA를 생성한다.
- (4) 고양이 세포에서 필요한 DNA는 핵 안에 저장되어 있으며, *Fel d 1*의 생성이 필요할 때 방출된다.

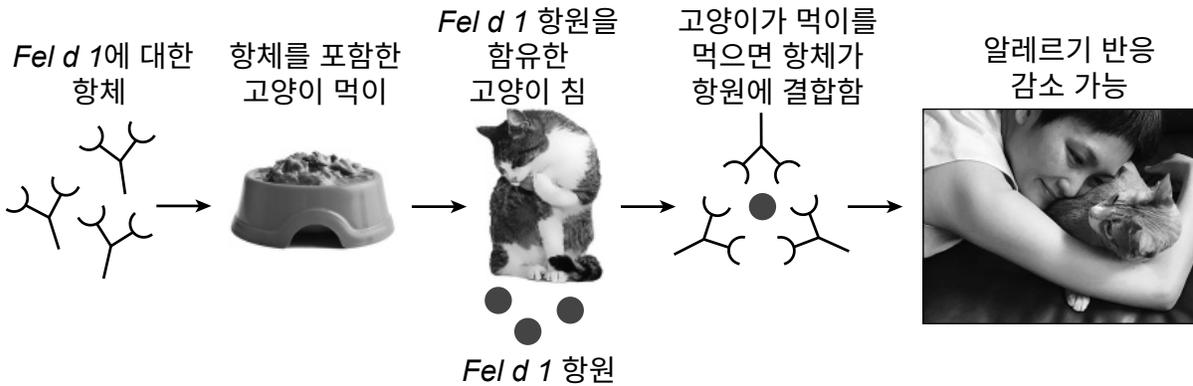
고양이 알레르기 증상을 일으키는 메커니즘의 일부가 아래 모형에 제시되어 있습니다.



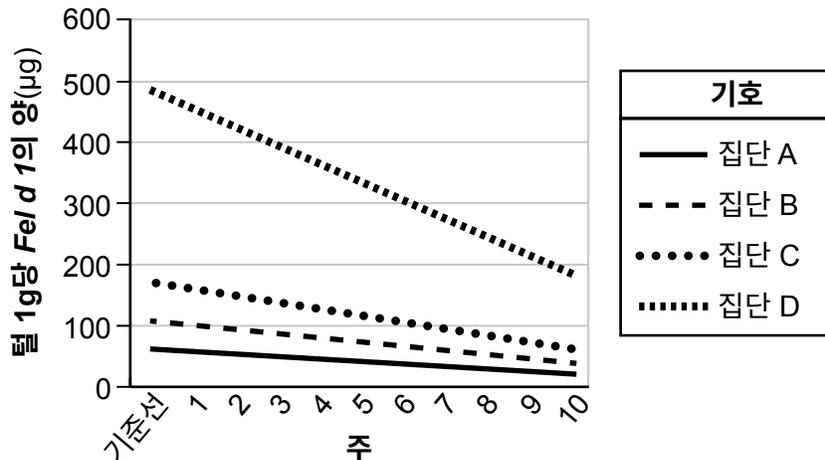
15 위의 모형을 바탕으로, 고양이 알레르기가 있는 사람이 *Fel d 1*에 노출되었을 때 면역계 및 호흡계의 구성 요소가 어떻게 상호 작용하는지 설명하십시오. [1]

최근 한 기업에서 항체로 처리된 새로운 고양이 사료를 출시했습니다. 해당 기업은 이 사료를 고양이에게 급여하면 고양이 털에 있는 *Fel d 1* 단백질의 양을 줄일 수 있다고 주장합니다. 고양이는 성별, 테스토스테론 생성량, 나이에 따라 생성하는 *Fel d 1*의 양이 다릅니다. 한 연구에서 105마리의 고양이는 초기 *Fel d 1* 수치에 따라 4개의 집단으로 나뉘었습니다. 고양이들은 몇 주간 동일한 양의 항체 처리 사료를 먹었습니다. 해당 연구의 결과는 아래 그래프에 제시되어 있습니다.

고양이의 *Fel d 1*을 줄이기 위해 사용된 절차



10주간의 *Fel d 1* 변화



16 다음 중 집단 A의 고양이에서 10주차에 털 1그램당 *Fel d 1*의 양이 보인 변화를 설명한 진술은?

- (1) 사료에 있는 항체가 고양이의 침샘 세포에서 *Fel d 1*이 과도하게 생성되는 것을 막아 유전적 요인으로 작용했다.
- (2) 사료에 있는 항체가 고양이의 침샘 세포에서 *Fel d 1*이 과도하게 생성되는 것을 막아 환경적 요인으로 작용했다.
- (3) 사료에 있는 항체가 고양이가 생성한 *Fel d 1* 대부분에 결합하여 유전적 요인으로 작용했다.
- (4) 사료에 있는 항체가 고양이가 생성한 *Fel d 1* 대부분에 결합하여 환경적 요인으로 작용했다.

다른 연구자들은 알레르기를 유발하는 고양이 문제를 해결하기 위해 CRISPR-cas9을 사용하고 있습니다. CRISPR-cas9은 연구자들이 DNA 서열 일부를 제거, 추가 또는 변경하여 생물 DNA의 특정 부분을 편집할 수 있게 하는 유전공학 기술입니다. 연구자들은 고양이 수정란에 유사분열이 일어나기 전에 추가 DNA 염기를 주입했습니다. 이는 편집된 DNA를 가진 세포가 기능하는 알레르기 유발 단백질을 생성하지 못하도록 막았습니다.

17 다음 중 이 기술로 생성된 새끼 고양이의 유전적 구성에 대해 제시된 정보를 뒷받침하는 주장은?

- (1) 새끼 고양이의 몸에 있는 모든 세포가 유전적 변화를 포함하므로, 이 변화는 후손에게 유전될 수 있다.
- (2) 새끼 고양이의 피부 세포와 침샘 세포만 유전적 변화를 물려받으므로, 자손에게는 유전되지 않을 것이다.
- (3) 새끼 고양이의 세포 절반만이 편집된 유전자를 포함하므로, 새로운 유전자가 자손에게 유전될 확률은 50%일 것이다.
- (4) 생식세포만 편집된 DNA로부터의 유전적 변화를 포함하므로, 해당 형질은 자손에게 유전될 것이다.

18 고양이의 DNA를 편집하기 위해 CRISPR-cas9을 사용했을 때, 왜 고양이의 침샘이 기능적인 *Fel d 1* 단백질을 생성하지 못하게 되었는지를 설명함으로써, 유전자가 *Fel d 1* 알레르겐의 구조를 결정하는 방식에 대한 설명을 작성하십시오. [1]

19번부터 22번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

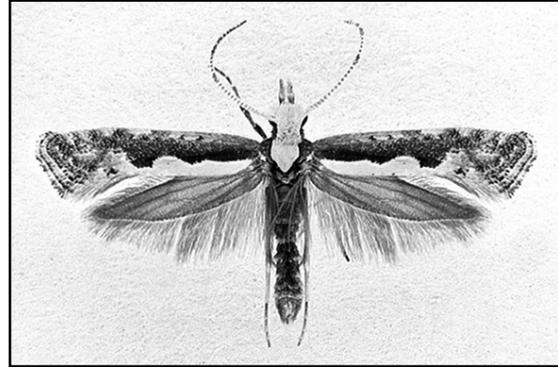
통제하기 어려운 해충

배추좀나방(diamondback moth)은 뉴욕주 여러 지역에서 발견되는 침입종입니다. 유충 단계에서 초목을 섭취하고 양배추, 브로콜리, 콜리플라워와 같은 작물을 파괴하므로 농업 해충으로 분류됩니다. 부탄-피프로닐과 같은 화학 살충제는 배추좀나방과 같은 해충의 피해를 방지하기 위해 사용될 수 있습니다. 배추좀나방에 관한 정보가 아래에 제시되어 있습니다.

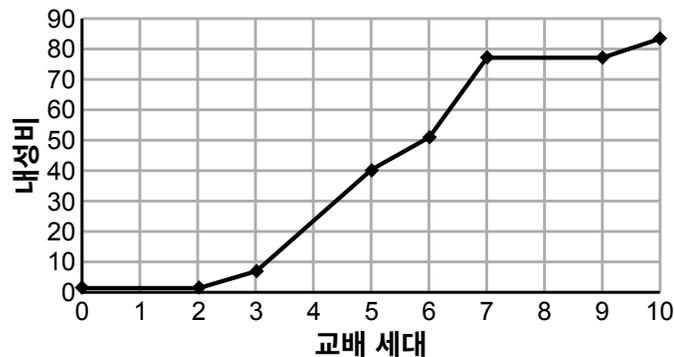
유충



성충



시간에 따른 부탄-피프로닐이 배추좀나방의 내성비에 끼치는 영향



19 그래프에 제시된 증거를 바탕으로, 배추좀나방의 저항 비율을 가장 잘 설명하는 진술은?

- (1) 부탄-피프로닐에 저항성을 지닌 개체의 비율은 저항성이 있는 나방이 생존하고 번식할 가능성이 낮기 때문에 시간이 지남에 따라 감소했다.
- (2) 부탄-피프로닐에 저항성을 지닌 개체의 비율은 저항성이 없는 나방이 생존하고 번식할 가능성이 높기 때문에 시간이 지남에 따라 증가했다.
- (3) 부탄-피프로닐에 저항성을 지닌 개체의 비율은 저항성이 있는 나방이 생존하고 번식할 가능성이 높기 때문에 시간이 지남에 따라 증가했다.
- (4) 나방 개체군의 전체 저항성은 변화하지 않지만, 저항성 나방의 비율은 후손이 생존하고 번식할 가능성이 높기 때문에 증가했다.

20 다음 중 한 세대에서 다음 세대로 부탄-피프로닐 저항성이 유전되는 과정에서 DNA의 역할을 명확히 하기 위해 과학자들이 제기할 수 있는 질문은?

- (1) 유충의 살충제 저항성은 체세포 돌연변이의 결과로 나타나는가?
- (2) 살충제 저항성이 있는 유충 형태는 성체와 동일한 DNA를 가지고 있는가?
- (3) 부모는 자신의 생식세포 안에 살충제 저항성을 제공하는 유전자를 가지고 있는가?
- (4) 모든 자손이 부모 양쪽으로부터 동일한 DNA를 물려받는가?

화학 살충제의 대안으로, 일부 작물은 바실루스 투링기엔시스(*Bacillus thuringiensis*)(*Bt* 균)라는 종류의 박테리아로 처리되었습니다. *Bt* 균은 특정 곤충 종에 독성이 있는 단백질을 생성하며, 살충제로 사용될 수 있습니다. 과학자들은 *Bt* 독소가 배추좀나방 유충에 끼치는 영향을 연구했습니다. 다음 표는 조사에서 얻은 일부 데이터를 보여줍니다.

네 가지 *Bt* 독소에 노출된 배추좀나방 유충의 치사율(%)

배추좀나방 유충	<i>Bt</i> 독소의 종류	치사율(%)
집단 1	Cry1Aa	98
	Cry1Ab	97
	Cry1Ac	94
	Cry1F	100
집단 2	Cry1Aa	11
	Cry1Ab	2
	Cry1Ac	10
	Cry1F	0

21 다음 중 두 집단의 배추좀나방 유충에서 관찰된 치사율의 차이를 가장 잘 설명하는 진술은?

- (1) 집단 1의 유충은 치사율이 높았기 때문에 *Bt* 독소에 대한 저항 형질을 가지고 있을 가능성이 가장 높다.
- (2) 집단 2의 유충은 치사율이 낮았기 때문에 *Bt* 독소에 대한 저항 형질을 가지고 있을 가능성이 높다.
- (3) 집단 1의 유충은 치사율이 낮았기 때문에 화학 살충제에 대한 저항 형질을 가지고 있을 가능성이 가장 높다.
- (4) 집단 2의 유충은 치사율이 높았기 때문에 화학 살충제에 대한 저항 형질을 가지고 있을 가능성이 가장 높다.

곤충들에게는 살충제 저항성을 유발하는 많은 메커니즘이 있습니다. 한 메커니즘은 세포막을 통과하는 물질의 이동에 필요한 단백질의 생성에 변화를 일으킵니다. 이는 배추좀나방과 유럽조명나방(European corn borer) 모두에게 해당됩니다. 또한 유럽조명나방은 *Bt* 독소에 대한 저항성을 발달시킬 수 있습니다.

유럽조명나방 성충



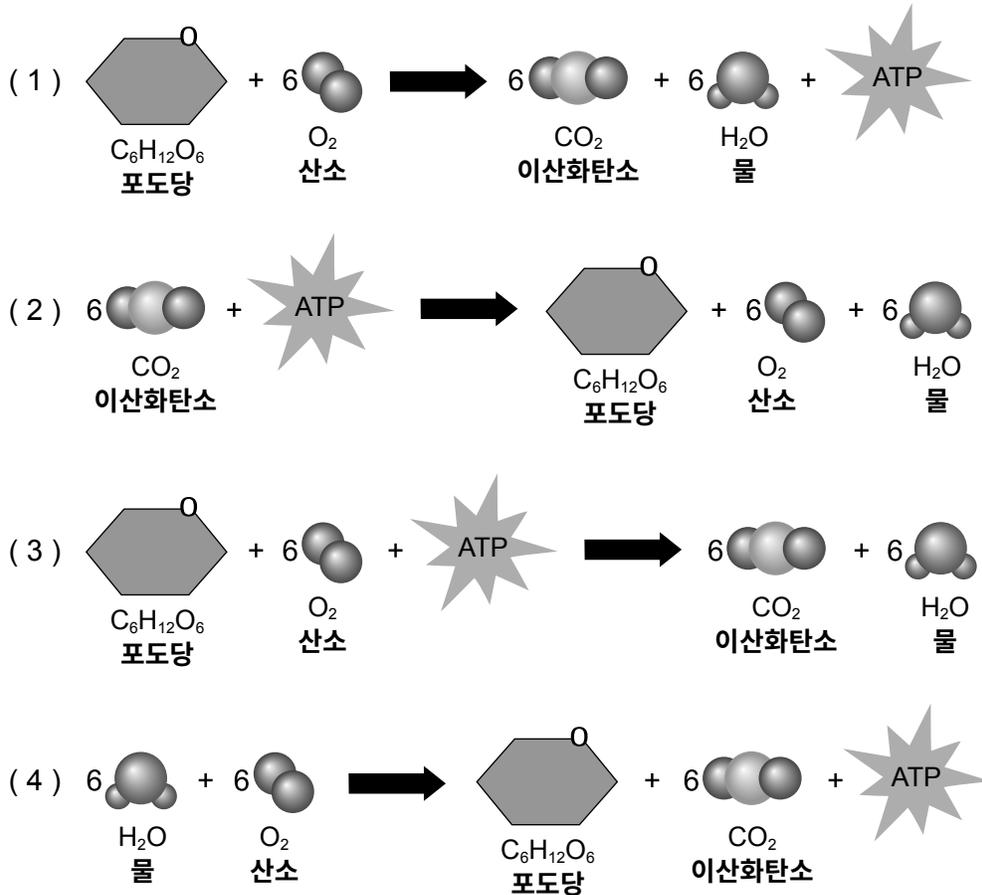
22 유럽조명나방과 배추좀나방이 공통 조상을 공유한다는 주장을 뒷받침하는 데 사용할 수 있는 과학적 정보를 서술하십시오. [1]

23번부터 27번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

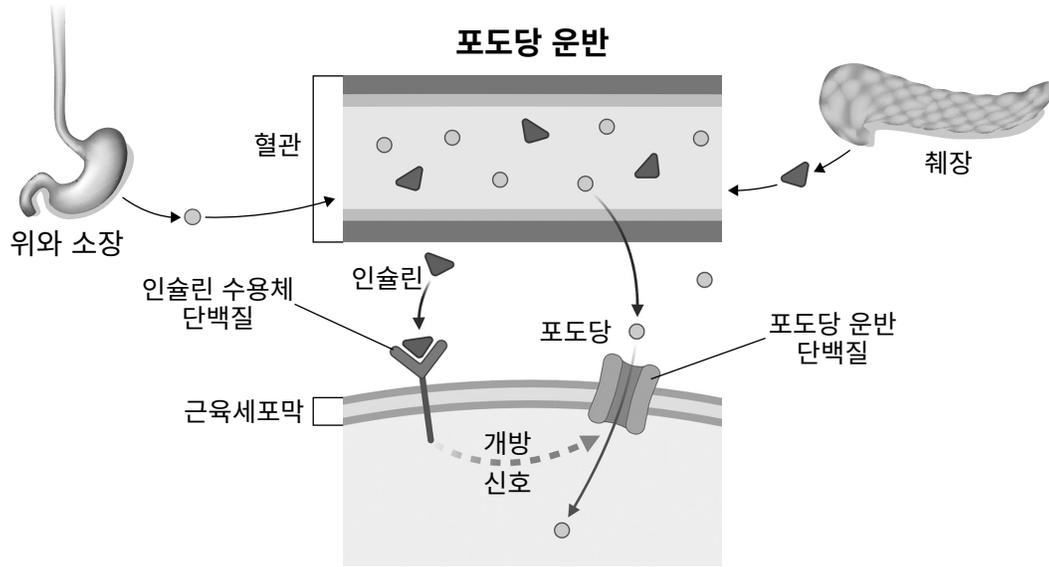
당뇨병

당뇨병은 신체가 혈당(포도당)을 조절하는 방식에 영향을 주는 만성 질환입니다. 당뇨병에는 1형 및 2형을 포함한 여러 형태가 있습니다. 당뇨병을 진단하는 데에는 다양한 증상이 사용됩니다. 당뇨병과 연관된 증상 중 한 가지는 근육 약화와 피로입니다.

23 다음 중 당뇨병으로 인해 방해가 받아 근육 피로가 발생하는 과정을 요약한 모형은?



아래 모형은 당뇨병이 없는 사람의 혈중 포도당 농도를 정상 수준으로 유지하는 신체 기관들의 상호작용을 나타냅니다.

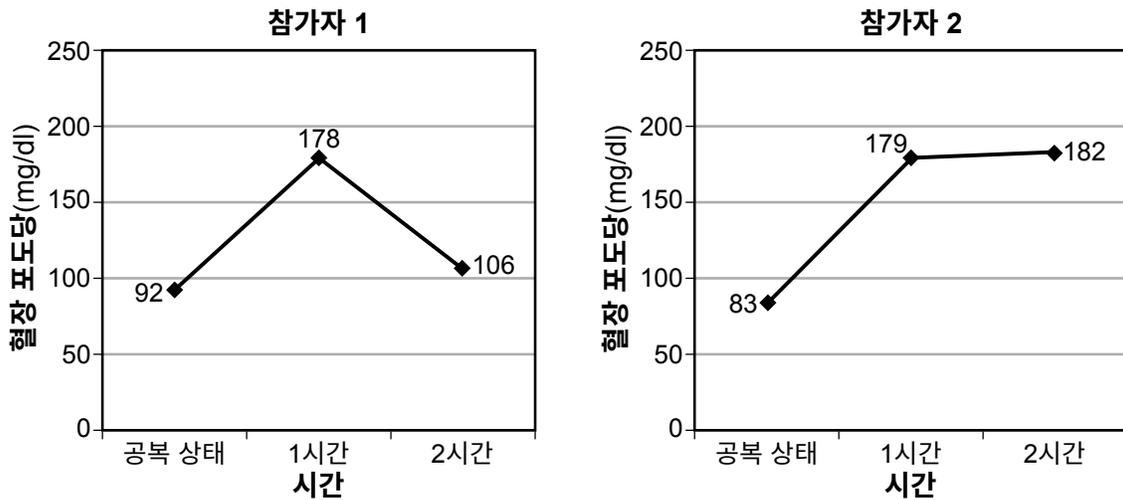


24 위의 모형을 사용하여, 당뇨병이 없는 사람의 체내에서 포도당을 조절하기 위해 상호작용하는 두 개의 신체 기관계를 밝히고, 그 상호작용 방식을 설명하십시오. [1]

1형 및 2형 당뇨병은 모두 인슐린에 문제가 생기지만, 그 원인, 발병 시점, 관리 방법이 다릅니다. 1형 당뇨병은 췌장이 인슐린을 생성하는 능력이 감소하는 특징을 가집니다. 2형 당뇨병은 인슐린이 정상적으로 생성되지만, 신체 세포가 이에 제대로 반응하지 않습니다.

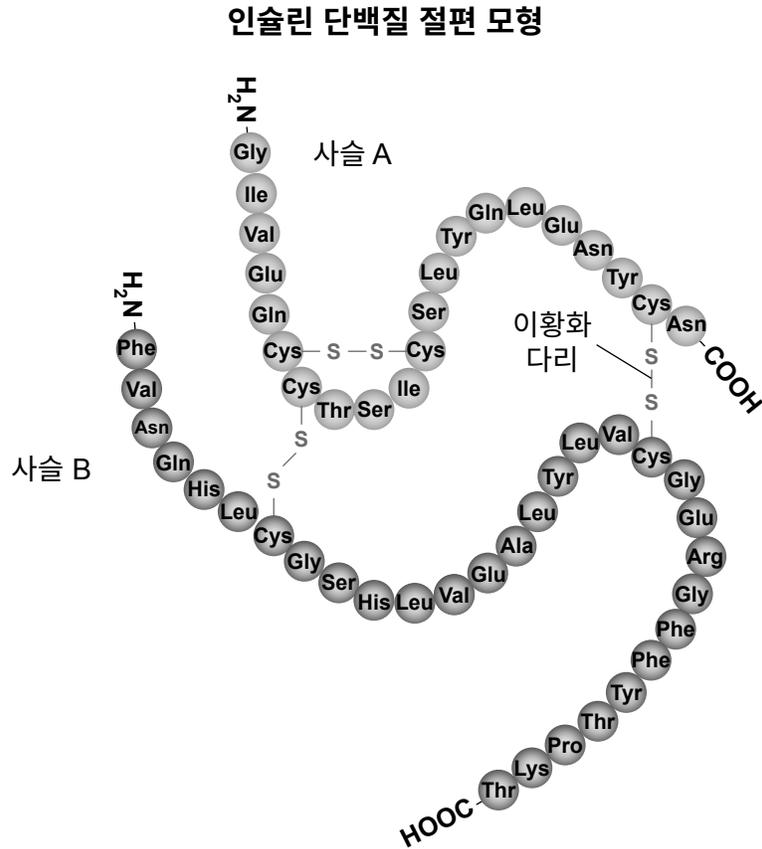
포도당 내성 검사는 혈중 포도당 조절에 문제가 있는지 진단하는 데 사용됩니다. 20명의 연구 참여자는 75g의 포도당을 섭취하기 전 금식하도록(먹지 않도록) 요청받았습니다. 신체의 반응을 평가하기 위해 일정한 간격으로 혈액을 채취했습니다. 아래 그래프는 이 연구에 참여한 두 명의 참가자로부터 얻은 정보를 보여줍니다.

포도당 내성 검사 결과



25 증거를 활용하여, 인슐린이 참가자 1의 항상성 유지를 돕지만 참가자 2에게는 그렇지 않았던 피드백 메커니즘에서 어떤 역할을 하는지 설명하십시오. [1]

단백질은 한 개 이상의 아미노산 사슬로 구성됩니다. 이황화 다리와 같은 결합이 두 개의 별도 아미노산 사슬 사이에서 형성되어 단백질의 구조에 기여합니다. 아래 모형은 인슐린 단백질의 한 구간에 대한 정보를 보여줍니다.



26 다음 중 돌연변이가 인슐린의 구조를 변화시킬 수 있다는 주장을 가장 잘 뒷받침하는 증거는?

- (1) 시스테인(Cys)을 암호화하는 유전 정보에 변화가 생기면, 다른 아미노산이 아미노산 사슬에 포함될 수 있으며, 이로 인해 이황화 다리를 형성하는 능력이 감소하고 인슐린의 구조가 변하게 된다.
- (2) 티로신(Tyr)을 암호화하는 유전 정보에 변화가 생기면, 다른 아미노산이 아미노산 사슬에 포함될 수 있으며, 이로 인해 이황화 다리를 형성하는 능력이 감소하고 인슐린의 구조가 변하게 된다.
- (3) 다른 아미노산을 암호화하던 유전 정보가 시스테인(Cys)을 암호화하도록 변하면, 이황화 다리의 위치가 바뀌어 이황화 다리를 형성하는 능력이 감소하고 인슐린의 구조가 유지된다.
- (4) 다른 아미노산을 암호화하던 유전 정보가 티로신(Tyr)을 암호화하도록 변하면, 이황화 다리의 위치가 바뀌어 이황화 다리를 형성하는 능력이 증가하고 인슐린의 구조가 유지된다.

당뇨병의 관리는 기술의 발전을 통해 개선되어 왔습니다. 다음 도표는 당뇨병이 있는 사람을 위해 가능한 관리 전략에 대한 정보를 보여줍니다.

당뇨병이 있는 사람을 위해 가능한 관리 전략

관리 방법	설명
개인용 주사제	<p>장점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 혈당 조절 개선 • 체중 감소 가능성 • 혈당 수치 효과적 감소 <p>단점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 저혈당증(낮은 혈당) • 주사 부위 반응(통증, 발적, 가려움, 부기) • 고비용(투약 용품 비용)
인슐린 펌프 요법	<p>장점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 정밀한 인슐린 주입 가능 • 생활 방식 유연성 향상(식사 시간, 운동 루틴) • 주사 횟수 감소 <p>단점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 주입 부위 문제(자극, 감염, 막힘) • 펌프 오작동(혈당이 급격히 상승할 수 있음) • 고비용(펌프, 펌프 소모품 비용, 모든 보험이 펌프를 보장하지는 않음)
연속 혈당 측정기(센서)	<p>장점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 실시간 혈당 데이터 제공 • 더 나은 혈당 조절 가능 • 주사로 인한 합병증 위험 감소 <p>단점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 사용이 복잡함(훈련 및 교육 필요) • 고비용(센서 및 부품 비용, 모든 보험이 센서 및 소모품을 보장하지는 않음)
췌장 이식	<p>장점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 혈당 조절 개선 • 장기적 합병증의 진행을 늦춤/예방 • 인슐린 독립(외부 인슐린 필요 없음) <p>단점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수술: 합병증(출혈, 감염, 혈전) 및 고비용 • 감염 위험을 증가시키는 면역억제제를 평생 복용해야 함 • 이식된 췌장이 실패하거나 기능 저하될 수 있음

27 당뇨병이 있는 사람을 위해 제시된 관리 전략들을 분석하십시오. 과학자들이 당뇨병 환자의 요구와 필요를 가장 잘 충족시키기 위해 이러한 해결책들을 개발할 때 고려한 한 가지 기준 및 한 가지 제약 조건을 서술하십시오. [1]

28번부터 32번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

꿀벌의 행동과 위협

꿀벌은 벌집이라고 불리는 대규모 협동 집단에서 살아가는 사회성 곤충입니다. 꿀벌은 많은 생태계의 건강에 중요한 역할을 합니다. 꿀벌은 꽃의 꽃가루와 화밀을 섭취하면서 많은 개화식물의 수분을 돕습니다.

꿀벌은 새로운 벌집의 위치를 선택할 때 집단 의사결정을 보입니다. 벌집 내 개체 수 증가, 동물에 의한 교란, 인간에 의한 서식지 단편화, 먹이 부족 등의 스트레스 요인은 벌집이 새로운 보금자리를 찾아야 함을 알리는 신호가 됩니다. 이에 따라 꿀벌들은 군집 행동(swarming behavior)을 하게 됩니다. 최대 10,000마리의 꿀벌로 구성된 벌집은 수백 마리의 정찰벌들을 보내 새로운 벌집 후보지를 찾고, 집단적으로 가장 좋은 위치를 선택합니다.

꿀벌 떼

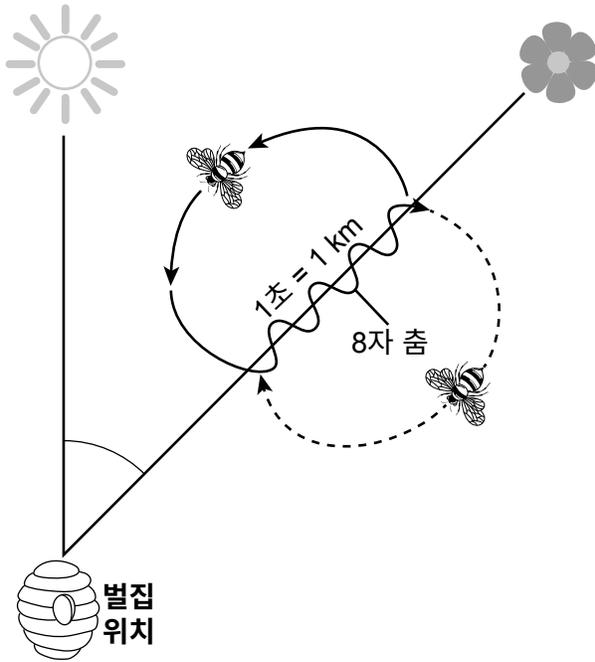


28 다음 중 공동체가 꿀벌 개체군에 대한 인간 활동의 영향을 가장 효과적으로 감소시킬 수 있는 해결책은?

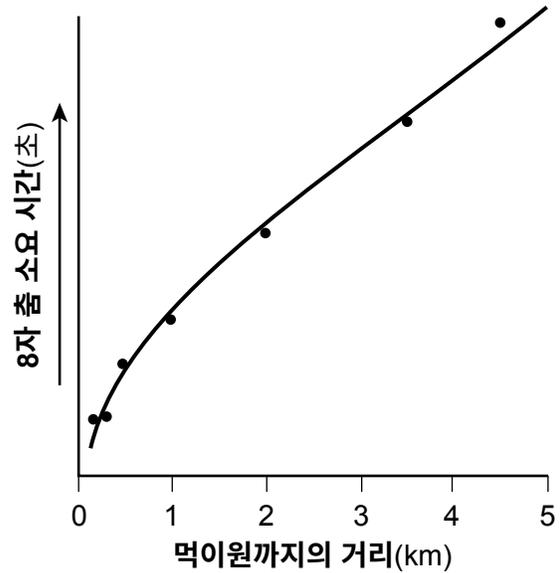
- (1) 꿀벌의 먹이 자원과 경쟁하는 식물의 성장을 제한하기 위해 제초제를 살포한다.
- (2) 토착 개화식물이 있는 정원과 공공장소를 조성한다.
- (3) 꿀벌이 해당 지역을 벗어나지 못하도록 벌집 주변에 밀폐된 공간을 만든다.
- (4) 살충제를 살포하여 꽃가루와 화밀을 먹는 다른 곤충들을 제거한다.

일벌은 새로운 먹이원을 발견하면, 벌집으로 돌아와 "8자 춤(waggle dance)"이라고 불리는 행동을 합니다. 벌은 8자 모양으로 움직이며 복부를 흔들립니다. 패턴의 속도와 방향으로 새로운 먹이의 위치에 대해 다른 벌들과 의사소통합니다. 아래 모형은 이 행동에 대한 정보를 보여줍니다.

먹이원의 방향과 관련된 8자 춤



먹이원까지의 거리와 관련된 8자 춤



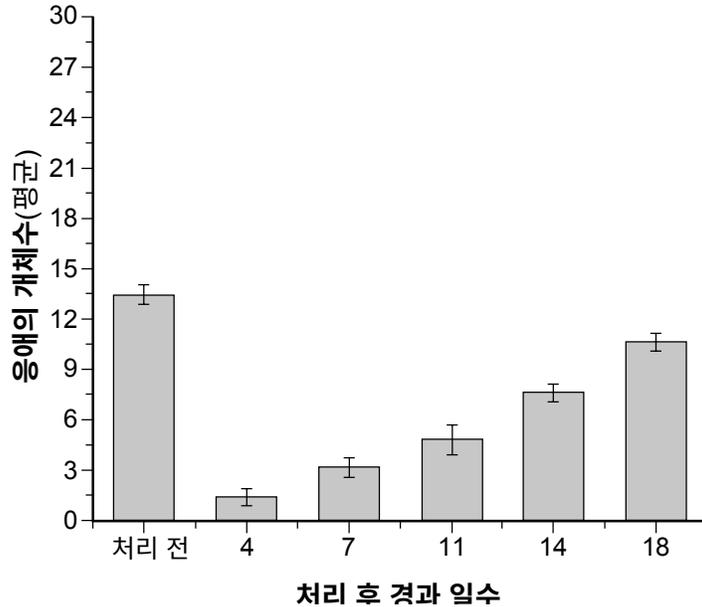
29 위의 정보를 바탕으로, 한 마리 벌의 8자 춤이 벌집에 어떻게 이점을 제공합니까?

- (1) 8자 춤을 통해 의사소통할 수 있는 능력은 벌들이 다른 벌집을 찾고 그들과 자원을 공유할 수 있도록 한다.
- (2) 8자 춤을 통해 의사소통할 수 있는 능력은 벌집에 있는 벌들이 포식자를 더 잘 피할 수 있도록 한다.
- (3) 8자 춤을 통해 의사소통할 수 있는 능력은 벌집에 있는 벌들이 더 효율적으로 자원을 모을 수 있도록 한다.
- (4) 8자 춤을 통해 의사소통할 수 있는 능력은 벌집에 있는 벌들이 어떤 식물이 먹이원인지 파악할 수 있도록 한다.

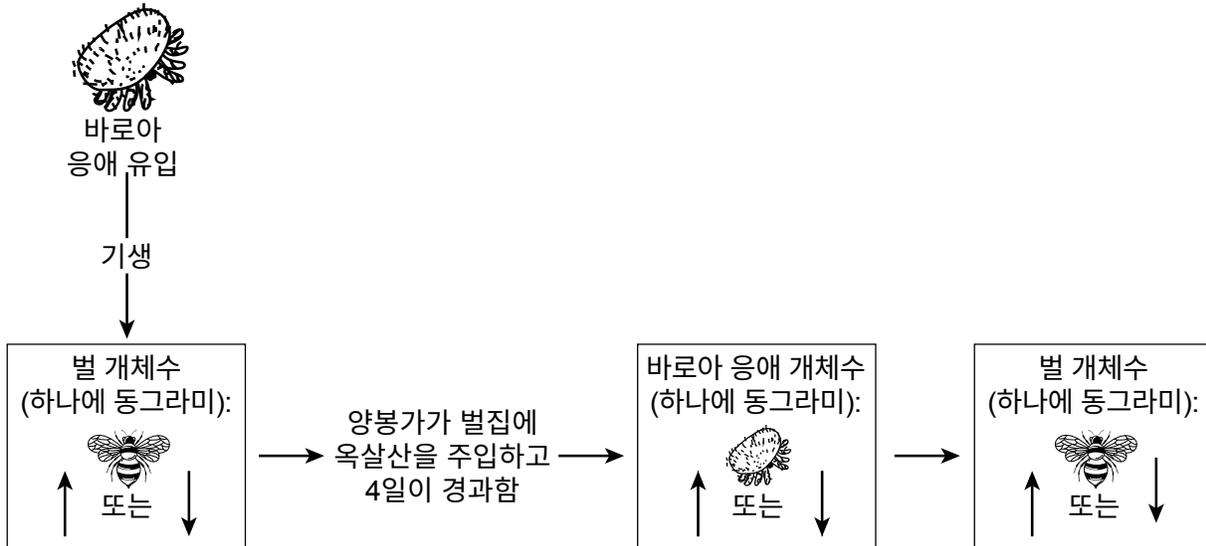
바로아 응애(Varroa mite)는 서양 꿀벌의 침입종 기생충입니다. 응애가 침입할 경우, 꿀벌 개체군이 붕괴할 수 있습니다. 응애는 성충 꿀벌과 유충 모두를 먹이로 삼으며, 알이 부화하기 전에 유충을 죽일 수도 있습니다. 성충 꿀벌들은 응애를 내쫓고 감염된 벌을 제거함으로써 자신의 군체를 보호하려고 합니다.

양봉가들은 옥살산을 이용하여 심하게 감염된 벌집의 바로아 응애를 제거합니다. 아래 데이터는 옥살산 처리 전후의 꿀벌 군체 내 응애의 수에 대한 정보를 보여줍니다.

옥살산을 이용한 바로아 응애 처리



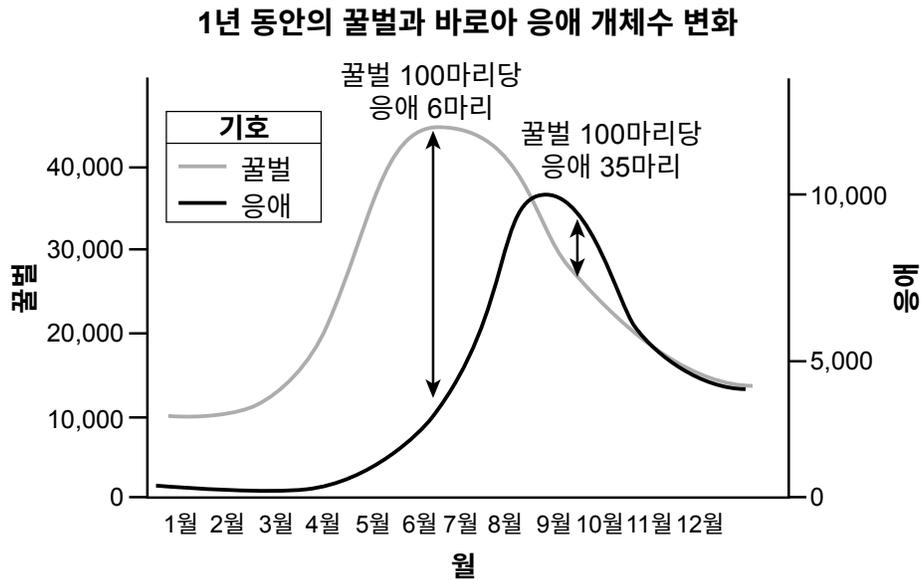
30 제공된 정보를 활용하여, 벌의 개체군이 응애와 옥살산 처리로 인해 영향을 받는다는 설명을 가장 잘 뒷받침하는 개체군의 경향을 나타내는 각 상자의 화살표에 동그라미 표시를 하여 아래 도표를 완성하십시오. [1]



31 제공된 데이터를 바탕으로, 다음 중 침입성 바로아 응애의 수를 시간이 지남에 따라 줄이기 위해 18일마다 옥살산 처리를 사용하는 것에 대한 효과성을 가장 잘 나타낸 설명은?

- (1) 이 처리는 살아있는 응애의 수가 옥살산 살포 후 몇 주간 계속 감소하므로 효과적이다.
- (2) 이 처리는 자주 처리될 경우 개별 바로아 응애가 옥살산에 내성이 생길 수 있으므로 효과적이지 않다.
- (3) 이 처리는 옥살산에 대해 자연적인 내성을 지닌 바로아 응애가 생존해 번식할 것이므로 효과적이지 않다.
- (4) 이 처리는 바로아 응애가 옥살산이 포함된 벌집을 피하는 방법을 배울 수 있는 충분한 시간을 제공하므로 효과적이다.

바로아 응애는 추운 겨울철 동안 휴면 상태가 될 수 있습니다. 벌 개체수가 증가하면서, 바로아 응애는 동면에서 깨어나 더 많은 수의 꿀벌에게 영향을 주기 시작합니다. 연구에 따르면, 가을에 침입률이 5%를 초과하는 경우 군체 생존율이 감소하며, 침입률이 높을수록 겨울 동안 생존하는 군체가 더 적어집니다. 아래 그래프는 1년 동안 벌집 내 꿀벌과 응애의 수가 어떻게 변화했는지 보여줍니다.



32 제시된 증거와 추론을 활용하여, 그해의 바로아 응애 처리 시기가 다음 해에 새로운 생태계가 형성될지 여부를 결정할 수 있다는 주장을 평가하십시오. [1]

주장이 타당함

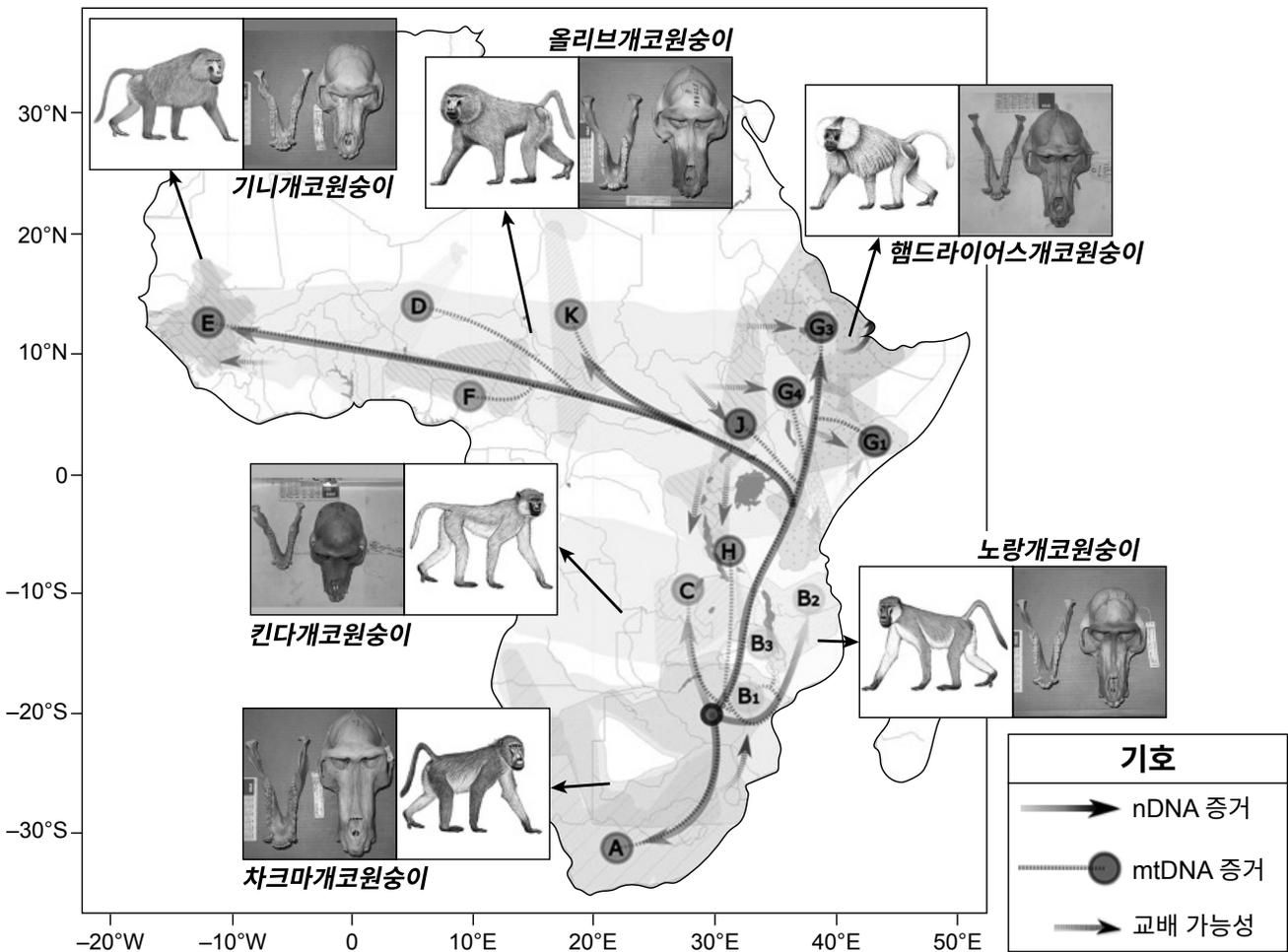
주장이 타당하지 않음

33번부터 36번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

개코원숭이의 진화

아프리카 개코원숭이는 그들의 진화적 관계에 대해 연구되어 왔습니다. 모든 개코원숭이는 밀접한 관련이 있고 번식이 가능하지만, 외모, 행동, 서식지의 차이로 인해 각각 다른 종 이름이 부여되었습니다. 모든 개코원숭이 종들은 상호 교배할 수 있으므로, 핵 DNA(nDNA)와 미토콘드리아 DNA(mtDNA) 모두에서 유전적 패턴이 면밀히 조사되었습니다. mtDNA는 미토콘드리아에 위치하며, 수컷보다 출생 지역에 머무를 가능성이 더 높은 어미로부터만 유전됩니다. 다음 도표는 아프리카 개코원숭이와 그들이 서식하는 생물군계에 대한 일부 정보를 보여줍니다. 각 문자는 서로 다른 mtDNA 집단을 나타냅니다.

아프리카 개코원숭이



아프리카 생물군계 지도



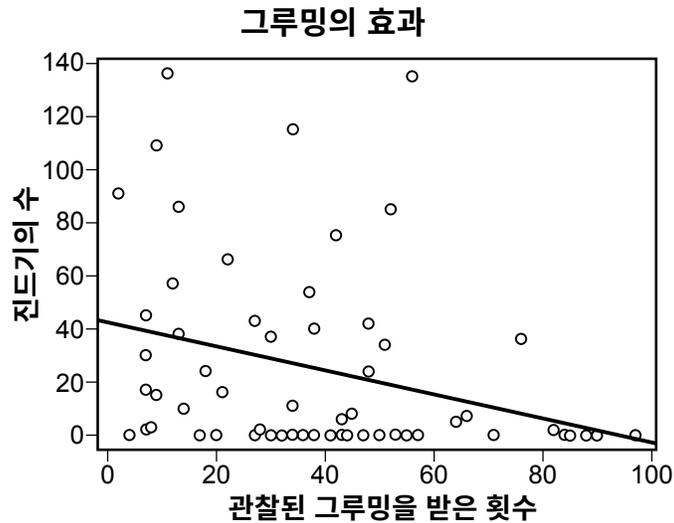
33 아프리카 개코원숭이가 공통 조상을 공유한다는 주장을 뒷받침하는 경험적 증거는?

- (1) mtDNA의 변화가 세대를 거치며 두개골 형상에 영향을 주었다.
- (2) 현생 개코원숭이의 두개골은 집단 A와 C에서 동일하다.
- (3) mtDNA의 변화는 한 위치에서 비롯되었다.
- (4) 집단 A와 B의 nDNA 변화로 인해 얼굴 털이 더 길어졌다.

34 아프리카 개코원숭이의 진화가 환경적 요인의 결과임을 가장 잘 설명하는 근거는?

- (1) 기니개코원숭이(*P. papio*)의 얼굴 털은 사막의 모래폭풍으로부터 개체를 가장 잘 보호한다.
- (2) 킨다개코원숭이(*P. kindae*)의 턱은 다양한 환경에 더 잘 적응할 수 있게 한다.
- (3) 햄드라이어스개코원숭이(*P. hamadryas*)의 얼굴 털은 높은 나무 사이에서 잘 위장할 수 있게 해준다.
- (4) 차크마개코원숭이(*P. ursinus*)의 턱은 우림 환경에 더 잘 적응할 수 있게 한다.

아프리카 개코원숭이들은 진드기처럼 전염성 및 독성을 지닌 질병을 옮기는 기생충을 제거하는 그루밍이라고 하는 사회적 행동을 합니다. 진드기들은 연평균 강수량이 750mm 이하인 건조한 환경을 선호합니다. 이러한 진드기들은 아프리카 개코원숭이의 혈중 산소 운반 능력을 감소시켜 영향을 주며, 이로 인해 어린 개코원숭이가 죽을 수 있습니다. 그루밍 행동은 결속과 사회적 유대를 강화하여 관계를 형성하고 유지하도록 합니다. 연구에 따르면, 사회적 활동에 참여할 가능성은 특정 유전자의 영향을 받는 것으로 나타났습니다. 아래 그래프는 아프리카 개코원숭이의 그루밍에 대한 정보를 보여줍니다.



35 그루밍이 아프리카 개코원숭이의 생존 및 번식 가능성을 높인다는 주장을 뒷받침하는 그래프의 증거를 설명하십시오. [1]

36 다음 중 환경적 요인이 아프리카 개코원숭이의 사회적 행동 가능성에 대한 유전자 빈도의 변화를 어떻게 일으킬 수 있는지 설명하는 근거를 제공하는 진술은?

- (1) 평균 강수량이 증가하면, 그루밍 행동이 늘어나 사회적 그루밍 참여 가능성에 대한 유전자가 자손에게 전달될 확률이 감소한다.
- (2) 평균 강수량이 증가하면, 그루밍 행동이 늘어나 사회적 그루밍 참여 가능성에 대한 유전자가 자손에게 전달될 확률이 증가한다.
- (3) 평균 강수량이 감소하면, 그루밍 행동이 늘어나 사회적 그루밍 참여 가능성에 대한 유전자가 자손에게 전달될 확률이 감소한다.
- (4) 평균 강수량이 감소하면, 그루밍 행동이 늘어나 사회적 그루밍 참여 가능성에 대한 유전자가 자손에게 전달될 확률이 증가한다.

37번부터 40번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

보라색 곤충 포식자

식충 식물들은 생명 기능에 필요한 화합물을 얻고 순환시키는 방식이 독특합니다. 보라 벌레잡이통풀(*사라세니아 푸르푸레아*)은 애디론택 산맥의 이탄 습지 같은 습지 토양에서 흔히 발견되는 광합성을 하는 식충 식물입니다.

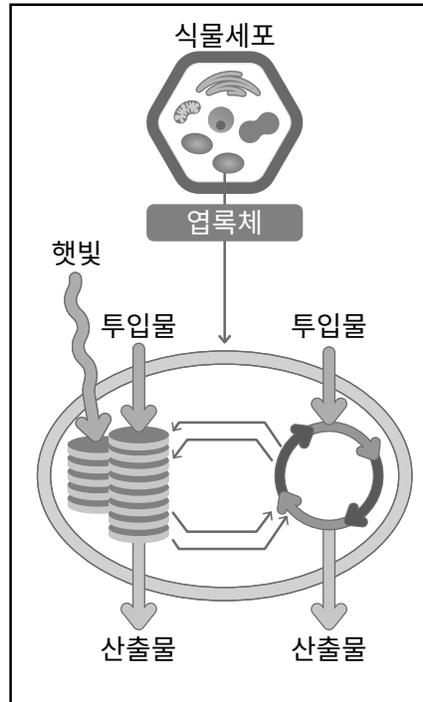
이 식물의 통 모양 부분은 변형된 형태의 속이 빈 잎으로, 자연적으로 물이 고입니다. 곤충들은 통 모양 잎의 벌어진 덮개 부분에서 분비되는 달콤한 화밀에 이끌립니다. 덮개 안쪽을 따라 아래쪽으로 난 털들은 곤충이 통 속으로 들어가도록 유도합니다. 곤충들은 액체로 가득 찬 통 모양 잎의 본체로 미끄러져 들어가며, 식물이 분비한 효소에 의해 소화됩니다.

보라 벌레잡이통풀



아래 모형에 나타난 바와 같이, 대부분의 식물과 마찬가지로, 통풀식물의 세포도 탄소를 순환할 수 있습니다.

보라 벌레잡이통풀의 과정 모형



- 37 모형을 활용하여, 통풀식물에서 일어나는 에너지 전환을 가장 잘 설명하는 진술은?
- (1) 이산화탄소의 화학 에너지가 포도당과 산소를 생성하기 위한 빛 에너지로 전환된다.
 - (2) 빛 에너지는 이산화탄소가 잎으로 들어오게 하고 포도당이 잎에서 나가도록 한다.
 - (3) 빛 에너지는 잎에 의해 흡수되어 포도당의 화학 결합에 저장된 에너지로 전환된다.
 - (4) 포도당의 화학 에너지가 빛 에너지로 전환되어 산소에 저장된다.

연구자들은 일부 통풀식물 내부의 이산화탄소 농도가 식물의 외부와 다를 수 있음을 밝혀냈습니다.

통풀 식물의 내외부 농도

외부 CO₂ 농도 =
400 ppm

내부 CO₂ 농도 =
5000 ppm



38 다음 중 통풀식물이 열릴 때 이산화탄소 농도 차이를 만들어내는 지구권 사이의 탄소 이동을 가장 잘 예측하는 진술은?

- (1) 수권의 이산화탄소 농도가 더 높기 때문에, 생물권의 이산화탄소는 수권으로 이동할 것이다.
- (2) 대기권의 이산화탄소 농도가 더 높기 때문에, 대기권의 이산화탄소는 생물권으로 이동할 것이다.
- (3) 생물권의 이산화탄소 농도가 더 높기 때문에, 수권의 이산화탄소는 생물권으로 이동할 것이다.
- (4) 생물권의 이산화탄소 농도가 더 높기 때문에, 생물권의 이산화탄소는 대기권으로 이동할 것이다.

이탄 습지는 질소, 칼슘, 마그네슘, 칼륨 등 이용 가능한 필수 영양분이 부족합니다. 통풀식물이 사용하는 질소의 단 20%만이 통풀식물이 자라는 이탄 습지에서 흡수됩니다. 통풀식물은 액체로 가득 찬 통풀 속에 있는 효소를 이용해, 단백질이 풍부한 곤충을 더 작은 분자로 분해합니다.

통풀식물은 통 모양의 잎과 평평한 잎 모두를 생성합니다. 평평한 잎은 광합성을 수행하는 데 더 효율적입니다. 애디론덱 산맥의 이탄 습지에는 화석 연료의 연소로 발생한 산성비로 인해 점차 더 많은 질소가 축적되고 있습니다.

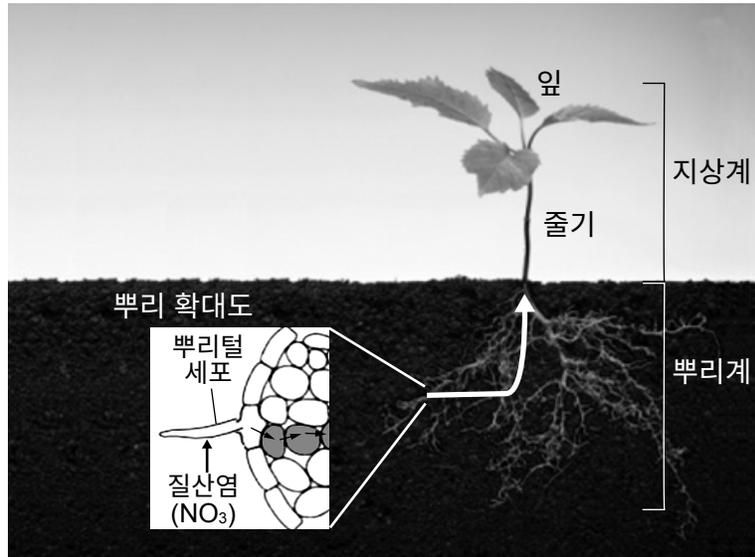
과학자들은 이용 가능한 질소의 양 변화가 통풀식물에 변화를 일으켰는지 알아보려고 했습니다. 과학자들은 여러 통풀식물을 서로 다른 화분에 심었습니다. 각 화분의 흙에는 포함된 질소의 양이 서로 달랐습니다. 과학자들은 흙 속 질소 함량이 높은 식물이 질소가 적은 흙에서 자란 통풀식물보다 통 모양 잎을 더 적게, 평평한 잎을 더 많이 생성한다는 것을 발견했습니다.

39 이 증거가 질소의 양이 증가하면 통풀식물이 탄소를 더 효율적으로 순환시킨다는 과학자들의 주장을 어떻게 뒷받침합니까?

- (1) 흙 속 질소 함량이 충분한 통풀식물은 광합성을 할 필요가 적어, 통 모양 잎을 더 적게 생성한다.
- (2) 질소 함량이 높은 흙에서 자란 통풀식물은 곤충을 섭취할 필요가 줄어들어, 광합성에 더 많은 잎을 사용할 수 있다.
- (3) 질소 함량이 높은 흙에서 자란 통풀식물은 질소와 결합할 다른 요소를 곤충으로부터 얻어야 하므로 평평한 잎을 더 많이 만든다.
- (4) 통풀식물은 흙에서 질소를 더 잘 얻기 위해 평평한 잎을 더 많이 만든다.

식물은 특수한 구조를 이용하여 주변 환경으로부터 필요한 화합물을 얻어야 합니다. 아래는 비식충식물에서 일어나는 질소 흡수 과정을 나타낸 것입니다.

영양분 흡수에 관여하는 식물의 구조와 계통



40 위의 모형을 활용하여, 비식충식물에서 두 기관의 구성 요소들이 어떻게 상호작용하여 잎이 엽록소를 생성하는 데 필요한 질소를 주변 환경으로부터 얻는지 설명하십시오. [1]

41번부터 45번 문제는 아래 정보와 본인의 생물학 지식을 바탕으로 답하십시오.

얼룩말의 털 무늬

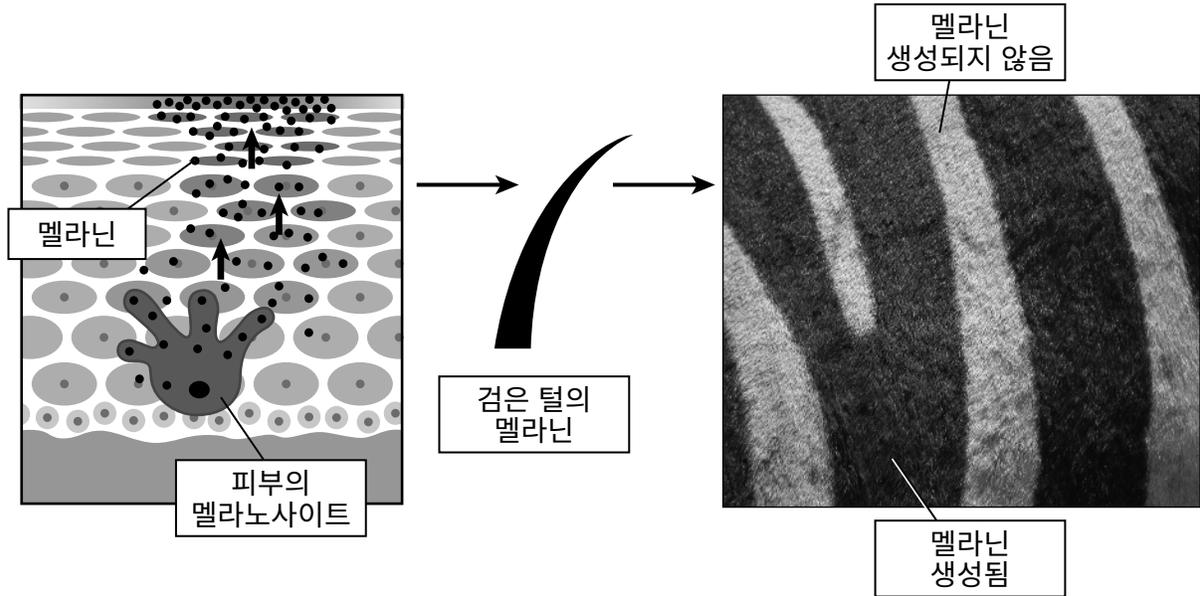
희귀한 얼룩말 색 변이가 케냐의 마사이 마라 국립보호구역에서 발견되었습니다. 티라(Tira)라는 어린 평원 얼룩말은 온몸이 검은 털로 덮여 있으며, 그 위에 흰 점들이 나 있습니다. 티라의 부모는 얼룩말 중에서 일반적으로 볼 수 있는 전형적인 흑백 줄무늬 무늬를 가지고 있습니다.



- 41 다음 중 과학자들이 점박이 얼룩말의 털 무늬가 줄무늬를 가진 부모와 다른 이유를 이해하는데 도움이 되는 질문은?
- (1) 얼룩말의 무늬 차이는 부모와 자손 사이의 DNA에 존재하는 유전 가능한 변이의 결과인가?
 - (2) 해당 특성이 이로움을 준다면, 점박이 털 무늬는 개체군에서 그 빈도가 증가할 것인가?
 - (3) 점박이 얼룩말의 피부 세포에 있는 DNA의 양은 부모의 피부 세포에 있는 양과 어떻게 비교되는가?
 - (4) 자손의 무늬는 주변 환경에 더 잘 위장해야 하기 때문에 부모와 다른가?

멜라닌은 얼룩말을 포함한 포유류의 피부 세포에서 생성되는 색소입니다. 이는 포유류의 피부와 털에 색을 부여합니다. 멜라노사이트(Melanocytes)는 이 단백질을 생성하는, 피부의 특정 층에 존재하는 특수화된 세포입니다. 생성되는 색소의 양과 그것이 침착되는 부위는 얼룩말 털의 색 무늬를 결정하는 요인 중 일부입니다.

멜라닌 생성 및 침착



42 점박이 얼룩말과 줄무늬 얼룩말이 각각의 독특한 색 무늬에 대해 동일한 DNA 서열을 가진다는 설명을 가장 잘 뒷받침하는 증거를 설명하십시오. [1]

과거에 일부 과학자들은 줄무늬가 얼룩말이 주변 환경에 위장하는 데 도움이 되거나, 줄무늬가 지문처럼 개체를 구별할 수 있게 한다고 가정했습니다. 또 다른 가설은 줄무늬가 파리가 얼룩말에 앉는 것을 막아, 파리가 옮기는 치명적인 질병에 걸릴 가능성을 줄인다는 것입니다.

케냐 사바나의 연구자들은 파리가 줄무늬 또는 민무늬 가죽 중 어느 것을 더 선호하는지 조사했습니다. 연구자들은 평원 얼룩말, 그레비 얼룩말(Grévy's zebras), 단색 임팔라에 몇 마리의 파리가 앉는지 측정했습니다.



평원 얼룩말

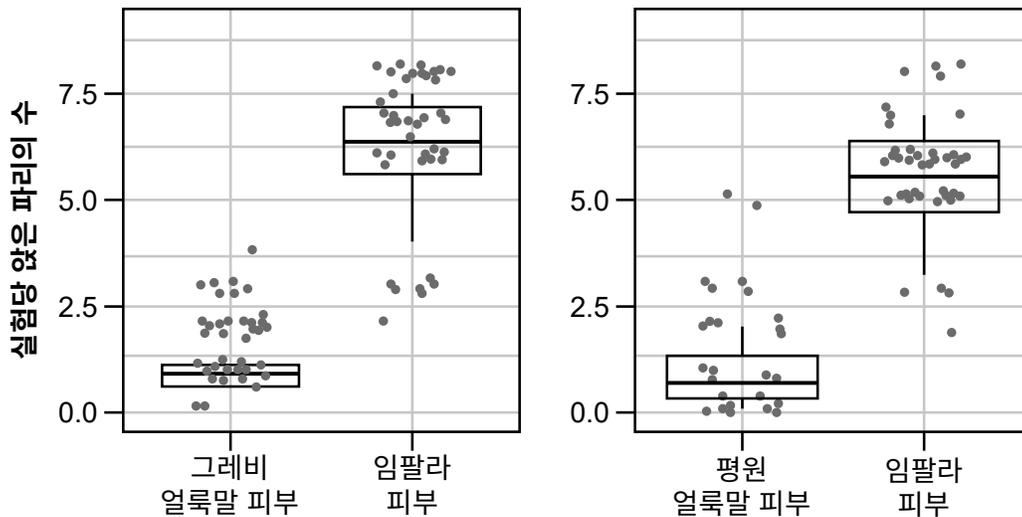


그레비 얼룩말



임팔라

줄무늬 및 단색 털무늬에 앉은 파리의 수



- 43 연구자들은 환경적 요인이 얼룩말의 줄무늬 털 무늬의 진화에 영향을 주었을 가능성이 있다고 주장했습니다. 다음 중 연구자들이 수집한 증거를 활용하여, 이들의 주장이 옳은지 혹은 옳지 않은지 설명하는 표의 행은?

행	주장	근거
(1)	옳음	파리들은 임팔라의 민무늬 털에 더 끌리기 때문에, 더 많은 파리가 얼룩말을 물게 되어 얼룩말의 생존 및 번식 가능성이 감소한다.
(2)	옳음	줄무늬는 얼룩말에 앉은 파리가 무는 횟수를 줄이기 때문에, 파리로 부터 질병을 얻을 가능성을 낮추고 얼룩말의 생존 및 번식 가능성을 높인다.
(3)	옳지 않음	줄무늬는 얼룩말에 앉은 파리가 무는 횟수를 늘리기 때문에, 파리로 부터 질병을 얻을 가능성을 높이고 얼룩말의 생존 및 번식 가능성을 낮춘다.
(4)	옳지 않음	파리들은 임팔라의 민무늬 털에 더 끌리기 때문에, 더 적은 수의 파리들이 얼룩말을 물게 되어 얼룩말의 생존 및 번식 가능성이 높아진다.

얼룩말의 자연 서식지는 사하라 이남 아프리카입니다. 농업, 도로 및 도시 건설과 같은 인간의 활동으로 인해 얼룩말 서식지는 점점 더 조각이 나거나 단절되고 있습니다. 이로 인해 얼룩말 개체군은 다른 개체군과 교배하지 못하게 되었습니다.

2020년에 한 과학자 집단이 아프리카 평원 얼룩말 개체군의 유전적 다양성을 연구했습니다.

평원 얼룩말 개체군에서 나타나는 다양한 털 무늬의 빈도에 대한 정보가 아래 표에 제시되어 있습니다.

위치	평원 얼룩말 개체군의 상대적 크기	다양한 털 무늬의 대략적인 빈도
나미비아 에토샤 국립공원	더 큼	0.05%
우간다 음부로 호수 국립공원	더 작음	5%

44 다음 중 연구자들이 수집한 데이터를 활용하여 미래 세대 평원 얼룩말의 털 무늬 변이 및 분포를 가장 잘 예측하는 진술은?

- (1) 음부로 호수 국립공원에서는 개체군이 작고 고립되어 있기 때문에, 다양한 털 무늬를 가진 얼룩말을 발견할 가능성이 가장 높다.
- (2) 음부로 호수 국립공원에서는 개체군이 작고 고립되어 있기 때문에, 다양한 털 무늬를 가진 얼룩말을 찾을 가능성이 가장 낮다.
- (3) 에토샤 국립공원에서는 개체군이 작고 고립되어 있기 때문에, 다양한 털 무늬를 가진 얼룩말을 발견할 가능성이 가장 높다.
- (4) 에토샤 국립공원에서는 개체군이 작고 고립되어 있기 때문에, 다양한 털 무늬를 가진 얼룩말을 발견할 가능성이 가장 낮다.

평원 얼룩말의 총 개체 수는 2002년 이후 약 25% 감소했습니다. 아래 표에는 얼룩말 개체군의 안정화 및 복원을 위한 가능한 해결책에 대한 정보가 포함되어 있습니다.

얼룩말 개체군의 안정화 및 복원을 위한 해결책

해결책	요약
야생동물 이동 통로	서식지간 보호된 통로를 만듦
지속 가능한 토지 이용 계획	지역 공동체와 협력하여 주요 얼룩말 서식지에서의 개발을 제한
보호구역	보호구역 또는 보존구역을 확장 또는 새로 지정

45 표에서 하나의 해결책을 파악하고, 그 해결책이 서식지 단절에 대한 인간의 영향을 어떻게 줄이고, *뿐만 아니라* 평원 얼룩말 개체군에 어떤 이점을 주는지 설명하십시오. [1]

해결책: _____

설명:
