

2023학년도 대학 신입학생 수시모집 일반전형 면접 및 구술고사

[생명과학]

문제 1. 비소 광산 주변의 토양은 독성 중금속인 비소가 높은 농도로 포함되어 있다. 비소 광산 근처에서 발견되는 식물종 (가)의 개체군은 비소 광산에서 멀리 떨어진 지역에 서식하는 동종 개체군과 여러 가지 차이를 보인다. 제시된 지문을 바탕으로 아래 질문(문항 1-1 ~ 1-5)에 답하시오.

- 비소는 비소 화합물 a 형태로 식물 세포로 흡수되고 식물에 강한 독성을 나타낸다.
- 식물에 대한 독성이 강할수록 식물 생장이 저해된다.
- 개체군 1은 비소 광산 주변, 개체군 2는 비소 오염이 없는 먼 지역에 서식하는 개체군이다.
- 두 개체군에서 채집한 씨앗을 비소 오염 토양에서 재배하였을 때 개체군 1은 크고 건강하게 자라고 꽃을 잘 피우지만(‘건강’), 개체군 2는 왜소하고 꽃을 피우지 못한다(‘시듦’).
- 두 개체군에서 채집한 씨앗을 정상 토양에서 재배하였을 때 개체군 1과 개체군 2 모두 크고 건강하게 자라고 꽃을 잘 피운다.
- 정상 토양에서 개체군 1과 2를 교배하여 자손 1대를 만들고, 자손 1대 개체끼리 교배하여 자손 2대 씨앗을 생산하였다.
- 단백질 Z와 단백질 W는 식물 세포 내에서 비소 독성의 처리와 관련된 중요한 역할을 하는 단백질로 알려져 있다. (단, 식물종 (가)의 비소 독성 처리 관련해 이외의 단백질의 영향은 고려하지 않는다.)

1-1. 단백질 Z는 개체군 1과 개체군 2 중 한 개체군에서는 발현되지 않고(‘없음’), 다른 개체군에서는 대량 발현된다(‘높음’). 단백질 Z는 세포질에서 독성이 강한 비소 화합물 a를 독성이 약한 비소 화합물 b로 전환하는 과정을 촉매한다. 서식지와 비소 오염 토양에서의 생장 수준을 고려할 때 ① 개체군 1과 개체군 2의 단백질 발현량이 각각 ‘없음’과 ‘높음’ 중 무엇일지 설명하고, ② 세포 내 비소가 개체군 1과 개체군 2에서 주로 어떤 형태로 존재할지 설명하시오.

1-2. 비소 오염 토양에서 재배하였을 때 자손 1대 개체들은 부모 개체군 1과 생장 수준 및 단백질 Z 발현량이 동일하다. 자손 2대 개체들을 비소 오염 토양에서 재배하였을 때 단백질 Z의 발현량이 개체군 1과 동일한 ‘높음’과 개체군 2와 동일한 ‘없음’ 개체로 나뉘었고, ‘높음’ 개체와 ‘없음’ 개체가 3:1의 비율로 나타났다. ① 단백질 Z 발현량의 두 가지 표현형 ‘높음’과 ‘없음’ 중 어떤 상태가 우성인지 설명하고, ② 단백질 Z의 발현량을 조절하는 대립유전자는 몇 쌍인지 설명하시오.

1-3. 자손 2대 개체들을 비소 오염 토양에서 재배하여 생장 수준을 측정한 결과 세 수준으로 나뉘었다(그림 1A).

- 개체군 1과 동일한 수준('건강')
- 개체군 2와 동일한 수준('시듦')
- 왜소하지만 꽃을 피우는 중간 수준('중간')

세 수준은 단백질 Z와 단백질 W의 발현 양상이 뚜렷하게 다르다(표 1A). 단백질 W의 기능에 대하여 아래와 같은 세 가지 가설이 존재한다. 각각의 가설에서 예측되는 결과가 주어진 실험 결과와 일치하는지 설명하시오.

- ① 단백질 Z와 무관하게 비소 화합물 a를 독성이 낮은 상태로 전환
- ② 단백질 Z의 기질 생성을 촉매
- ③ 단백질 Z의 반응 생성물(비소 화합물 b)을 더 독성이 낮은 상태로 전환

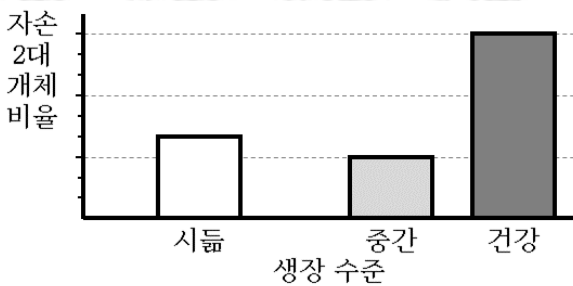


그림 1A 자손 2대 개체들의 생장 수준별 비율

생장 수준	시듦	중간	건강
단백질 Z	없음	높음	높음
단백질 W	높음:없음 =3:1	없음	높음

표 1A 생장 수준별 단백질 Z와 단백질 W의 발현량

1-4. 단백질 W는 액포막에 위치하고 작용시 ATP를 소모한다. 생장 수준이 '건강'한 자손 2대 개체들은 비소 화합물 b의 농도가 액포에서 높게, 세포질에서 낮게 나타난다. 반면 생장 수준이 '중간'인 자손 2대 개체들은 비소 화합물 b가 세포질에서만 높게 나타난다. 두 수준 모두 비소 화합물 a는 농도가 매우 낮고 세포질에서만 관찰된다. 이를 바탕으로 ① 단백질 W의 세포 내 기능을 설명하고 ② 비소 화합물 b가 세포질과 액포에 위치할 때 식물 생장의 관점에서 독성 정도를 비교하시오.

1-5. 생장 수준이 '중간'인 자손 2대 개체들을 비소 오염 토양에서 재배하고 무작위로 교배하여 자손 3대 씨앗을 생산하였다. 자손 3대 개체들을 비소 오염 토양에서 재배하였을 때 생장 수준별 비율을 구하고 설명하시오. 하디-바인베르크 평형이 유지되는 집단임을 가정하시오.

문제 1

활용 모집단위	자연과학대학 생명과학부 농업생명과학대학 식물생산과학부, 응용생물화학부 사범대학 생물교육과
문항해설	1-1. 세포의 단백질의 발현, 개체의 생장 수준 등 개체군의 표현형이 환경에 따라 다양하게 나타날 수 있음을 이해하고, 주어진 환경에 적합한 표현형을 논리적으로 추론할 수 있는지 평가하는 문항이다. 1-2. 부모 세대와 자손 1대의 표현형을 비교하여 우성과 열성 형질을 구분하고, 자손 2대의 표현형별 개체 수의 비가 주어질 때 상염색체 단일 인자 유전의 결과임을 추론할 수 있는지 평가하는 문항이다. 1-3. 제시된 가설을 참이라고 가정하고 자손 2대의 유전자형과 표현형을 예측하고, 예측되는 결과와 주어진 실험 결과를 비교하여 가설을 입증하거나 기각할 수 있는지 평가하는 문항이다. 1-4. 주어진 정보(액포, 막단백질, ATP 사용, 비소 화합물 b의 위치 등)를 이용해 단백질 W의 기능을 논리적으로 추론하고, 유전자형과 여러 표현형(단백질 W 발현량, 비소 화합물 b의 위치, 생장 수준)의 관계를 유기적으로 이해하는지 평가하는 문항이다. 1-5. 자손 2대 개체들 중 특정 표현형의 개체들만을 무작위 교배하여 자손 3대 개체들을 생산하였을 때 자손 3대 개체들의 유전자형을 계산하고 표현형을 올바르게 예측하는지 평가하는 문항이다.
출제의도	1-1. 환경에 따라 개체군의 표현형(단백질 발현, 생장 수준 등)이 달라질 수 있음을 알고, 주어진 내용을 해석하여 환경에 적합한 개체의 표현형을 논리적으로 추론할 수 있는지 평가한다. 1-2. 우성과 열성, 분리의 법칙에 기반하여 상염색체 단일 인자 유전의 양상을 자손 1대와 자손 2대에서 이해하고 실험 결과와 연관지어 해석할 수 있는지 평가한다. 1-3. 주어진 자료를 분석하여 단백질 Z와 단백질 W가 표현형에 영향을 주는 순서를 추론할 수 있는지 평가한다. 1-4. 제시된 자료를 바탕으로 생장 수준과 비소 화합물 b의 세포 내 위치라는 두 가지 표현형과 단백질 W의 발현 사이의 관계를 이해하고, 이를 바탕으로 단백질 W의 기능을 논리적으로 추론할 수 있는지 평가한다. 1-5. 개체군의 유전자 빈도를 계산할 수 있고, 하디-바인베르크 법칙을 적용하여 다음 세대 유전자형의 빈도를 계산할 수 있는지 평가한다.

교육과정 출제근거	[개념] 개체군, 진화, 자연선택, 유전, 대립유전자, 우성, 열성, 단백질, 효소, 가설, 액포, 막단백질, 능동수송, 독립의 법칙, 분리의 법칙, 하디-바인베르크 평형 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《통합과학》 - (5) 생명 시스템 《통합과학》 - (7) 생물다양성과 유지 《생명과학Ⅰ》 - (1) 생명과학의 이해 《생명과학Ⅰ》 - (4) 유전 《생명과학Ⅰ》 - (5) 생태계와 상호 작용 《생명과학Ⅱ》 - (2) 세포의 특성 《생명과학Ⅱ》 - (5) 생물의 진화와 다양성
자료출처	권혁빈 외, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 2020, 22-23, 135-138, 161-163쪽 심재호 외, 《생명과학Ⅰ》, 금성출판사, 2020, 30-31, 148-152, 170-171쪽 김윤택 외, 《생명과학Ⅰ》, 동아출판, 2020, 22-23, 135-141, 163-165쪽 오현선 외, 《생명과학Ⅰ》, 미래엔, 2020, 27-29, 140-145, 166-168쪽 심규철 외, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 2020, 16, 130-137, 159-160쪽 이용철 외, 《생명과학Ⅰ》, 와이비엠, 2020, 22-25, 141-146, 171-174쪽 전상학 외, 《생명과학Ⅰ》, 지학사, 2020, 22-23, 126-131, 152-153쪽 이준규 외, 《생명과학Ⅰ》, 천재교육, 2020, 20-21, 135-139, 157-159쪽 권혁빈 외, 《생명과학Ⅱ》, 교학사, 2020, 41, 46, 49, 52-55, 165-168쪽 오현선 외, 《생명과학Ⅱ》, 미래엔, 2020, 48, 50, 54-55, 58-60, 174-178쪽 심규철 외, 《생명과학Ⅱ》, 비상교육, 2020, 40, 44-45, 50-51, 56-57, 61, 178-179, 181쪽 전상학 외, 《생명과학Ⅱ》, 지학사, 2020, 41, 46-47, 50, 53-56, 175, 178-179쪽 이준규 외, 《생명과학Ⅱ》, 천재교육, 2020, 41, 47, 51-52, 54-56, 176-178쪽

문제 2 (A)

상처로 인해 피부나 점막이 손상되어 병원체가 침입하면 상처 부위에서 염증이 일어난다. 염증은 병원체를 제거하기 위해 일어나는 방어 작용으로 열, 부어오름, 붉어짐, 통증 등을 동반한다. 다음은 세균의 침입에 의한 염증 반응을 나타낸 모식도이다.

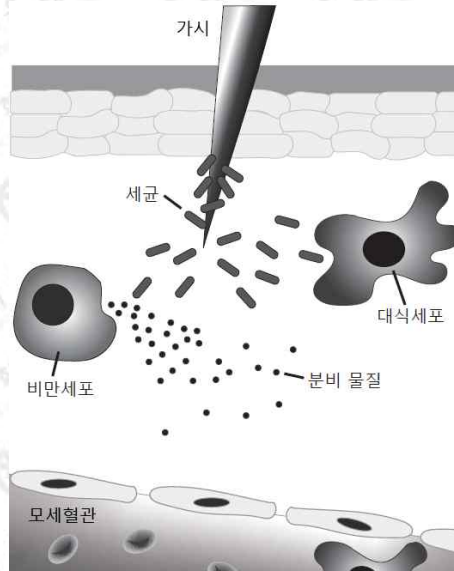


그림 2A 염증 반응 모식도

(A)를 바탕으로 문항 2-1에 답하시오.

2-1. 염증 반응에서 ① 상처 부위가 열이 나고 붓는 이유에 대해 설명하고, ② 상처 부위에 침입한 세균이 어떻게 제거되는지 설명하시오.

문제 2 (B)

다음은 특정 바이러스에 감염된 이후 면역의 세 가지 성분인 대식세포, 항체, 세포독성 T림프구의 농도를 시간별로 측정해 나타낸 것이다.

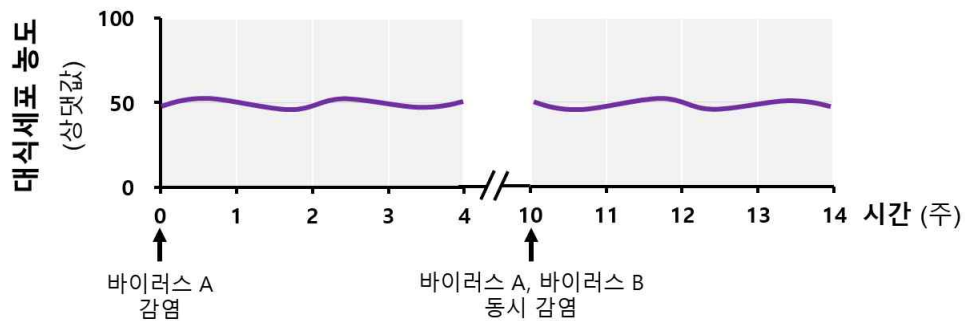


그림 2B-가 대식세포 농도의 변화

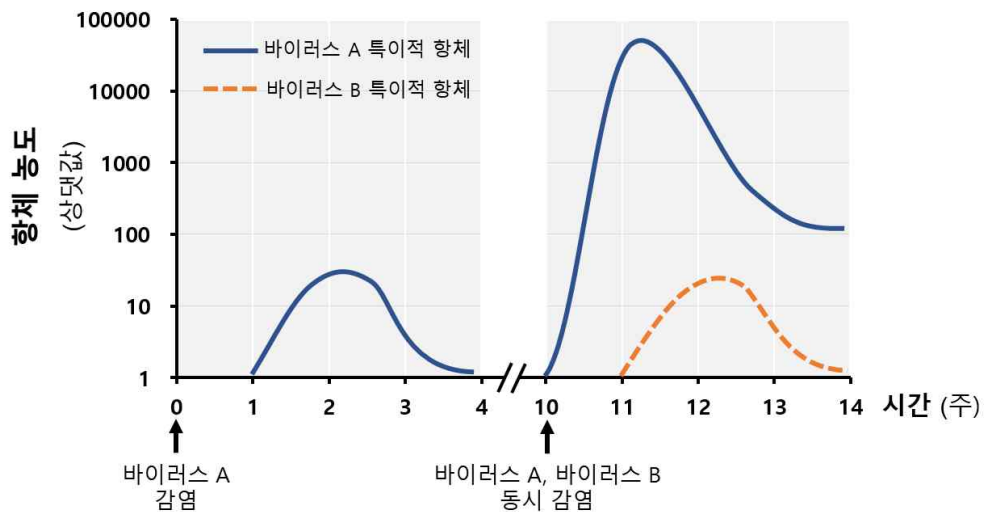


그림 2B-나 항체 농도의 변화

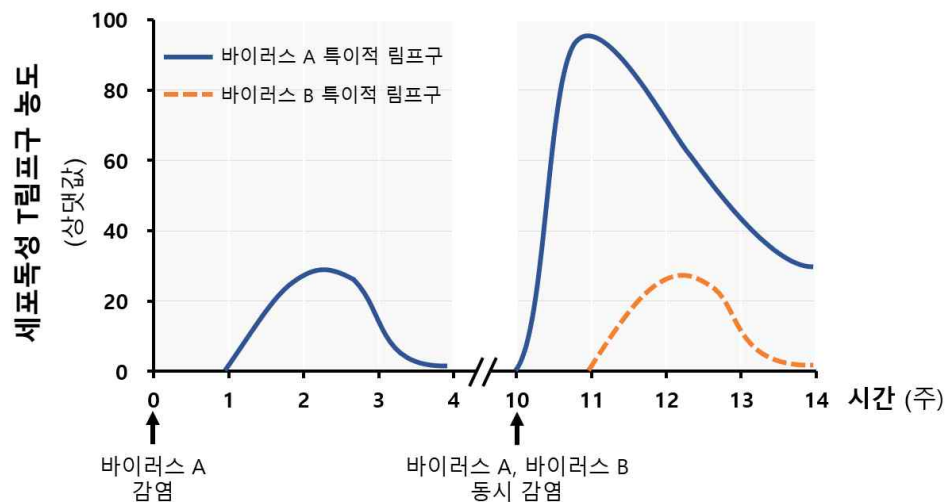


그림 2B-다 세포독성 T림프구 농도의 변화

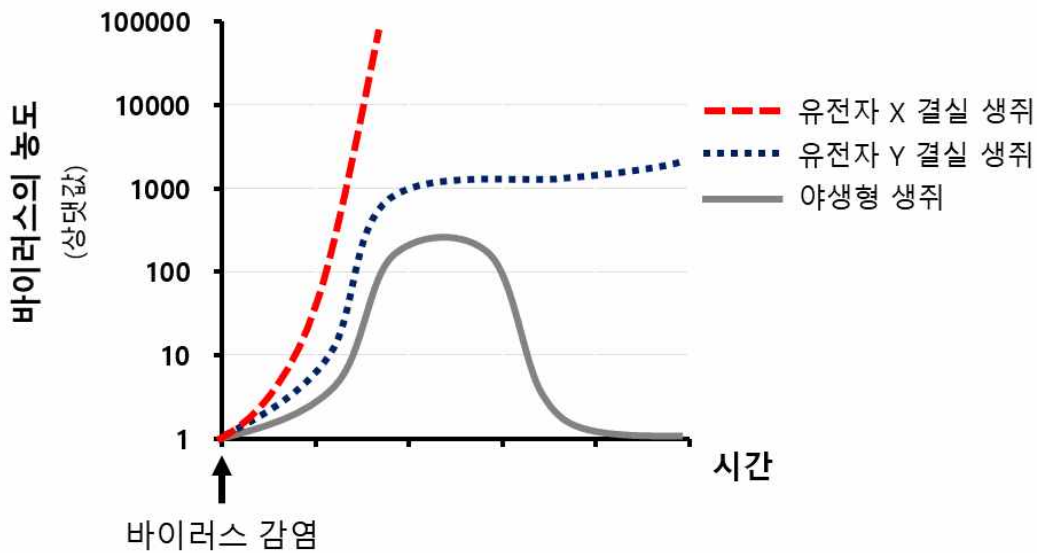
(B)를 바탕으로 문항 2-2, 2-3에 답하시오.

2-2. 비특이적 면역(선천성면역)과 대비되는 특이적 면역(적응면역 또는 후천성면역)의 두드러진 특징을 ① 면역반응의 개시 시기, ② 특이성의 유무, ③ 면역 기억 여부 관점에서 설명하시오. 반드시 위 그림(2B-가, 나, 다)에 제시된 자료에 근거하여 설명하시오.

2-3. 선천적으로 가슴샘 없이 태어난 아이가 바이러스에 감염된 경우, 위 그림에서 ① 대식세포, ② 항체, ③ 세포독성 T림프구 농도가 어떻게 변화할지 예측하고, 그 이유를 설명하시오.

문제 2 (C)

바이러스 제거를 위한 방어 작용에서 대식세포와 세포독성 T림프구의 구체적인 역할을 밝히기 위해 다음과 같은 실험을 하였다. 대식세포의 분화와 기능에 필수적인 '유전자 X'가 결실된 생쥐, 그리고 세포독성 T림프구의 분화와 기능에 필수적인 '유전자 Y'가 결실된 생쥐를 각각 제작하였다. 대조군으로는 정상적인 야생형 생쥐를 사용하였다. 생쥐에 바이러스를 감염시킨 후 일정 시간 간격으로 혈액의 바이러스 농도를 측정하였다. 그림 2C는 바이러스 농도를 측정한 결과를 나타낸 것이다.



(C)를 바탕으로 문항 2-4, 2-5에 답하시오.

2-4. 유전자 X가 결실된 생쥐에서 왜 바이러스가 빠르게 계속 증식되었는지 이유를 설명하시오.

2-5. 야생형 생쥐 및 유전자 X가 결실된 생쥐와 비교하여 유전자 Y가 결실된 생쥐에서 바이러스 농도 변화가 다르게 나타나는 이유를 설명하시오.

문제 2

활용 모집단위	자연과학대학 생명과학부 농업생명과학대학 식물생산과학부, 응용생물화학부, 식품·동물생명공학부 사범대학 생물교육과 간호대학 생활과학대학 식품영양학과, 의류학과
문항해설	2-1. 세균의 침입에 의해 시작되는 염증 반응 과정과, 염증 반응에서 대식세포와 백혈구의 기능에 대해 이해하고 있는지 평가하는 문항입니다. 2-2. 바이러스의 침입에 의한 비특이적 면역반응 및 특이적 면역반응을 구분하고, 제시된 과학적 자료를 해석하고 논리적으로 설명 할 수 있는지 묻는 문항입니다. 2-3. 가슴샘이 없는 아이의 사례에서 T림프구의 분화와 성숙 과정이 특이적 면역반응에 중요함을 이해하고 있는지 평가하는 문항입니다. 2-4. 바이러스의 감염에 대한 방어 작용에서 비특이적 면역 인자의 역할을 묻는 문항입니다. 2-5. 바이러스의 감염에 대한 방어 작용에서 특이적 면역 인자 중 세포성 면역과 체액성 면역 인자의 기능을 묻는 문항입니다.
출제의도	2-1. 세균의 침입에 의해 시작되는 염증 반응의 원리를 알고 있는지 평가하며, 염증 반응에서 대식세포와 백혈구의 기능을 이해하고 있는지 평가한다. 2-2. 비특이적 면역, 특이적 면역 개념을 제시된 과학적 자료에 근거해서 해석하고 논리적으로 설명할 수 있는지 평가한다. 2-3. 특이적 방어 작용을 수행하는 B림프구와 T림프구의 분화와 성숙 과정을 이해하는지 평가한다. 2-4. 바이러스 감염에 대한 인체의 방어 작용에서 비특이적 방어 작용의 역할과 중요성을 알고 있는지 평가한다. 2-5. 병원체 감염에 대한 특이적 방어 작용에서 세포성 면역과 체액성 면역의 기능을 알고 있는지 평가한다.
교육과정 출제근거	[개념] 세균, 염증반응, 비만세포, 히스타민, 백혈구, 특이적 면역, 식균작용(식세포작용), 비특이적 면역, 대식세포, T 림프구, B 림프구, 항체, 가슴샘, 바이러스, 세포독성 T림프구 [출처] 교육부 고시 제2015-74호[별책9] “과학과 교육과정” 《생명과학 I》 - (3) 항상성과 몸의 조절

자료출처

권혁빈 외, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 2020, 96-97, 100-102, 108쪽
이준규 외, 《생명과학Ⅰ》, 천재교육, 2020, 95-105쪽
이용철 외, 《생명과학Ⅰ》, 와이비엠, 2020, 99-102, 104-108, 110-111쪽
심재호 외, 《생명과학Ⅰ》, 금성출판사, 2020, 110, 112, 114-119쪽
김윤택 외, 《생명과학Ⅰ》, 동아출판, 2020, 93-95, 98-102쪽
오현선 외, 《생명과학Ⅰ》, 미래엔, 2020, 100-103, 106-110, 114쪽
심규철 외, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 2020, 92-94, 96-99, 101쪽
전상학 외, 《생명과학Ⅰ》, 지학사, 2020, 92-95, 98쪽