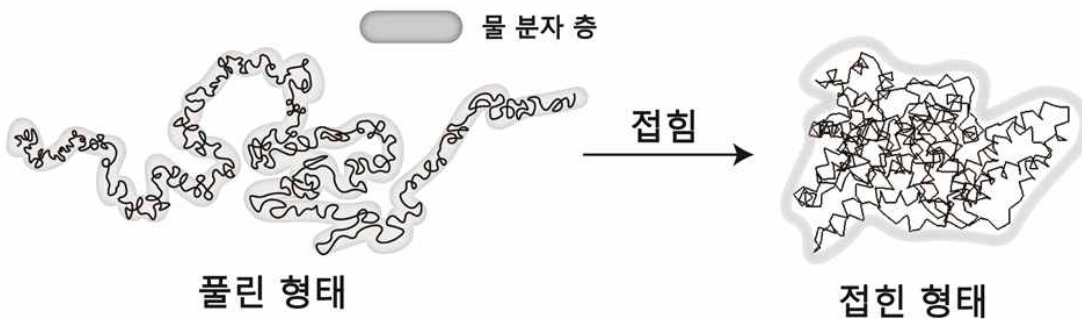


2022학년도 대학 신입학생 수시모집 일반전형 면접 및 구술고사

[생명과학]

문제 1. 단백질의 기능은 모든 생리현상의 기반이 되며, 단백질이 제대로 기능하지 않는 경우에는 다양한 질병이 발생하기도 한다. 단백질의 기능 조절은 전사, 번역 과정을 통해 생성된 폴리펩타이드의 3차원 구조 형성 및 변형, 세포 소기관으로의 이동, 외부 신호 전달 물질의 인지 등 다양한 경로를 통해 이루어진다. 다음 질문들을 통해 이러한 과정들의 원리를 이해하고자 한다.

1-1. 단백질의 기능은 기본적으로 3차원 구조에 의해 결정되는데, 구형 단백질의 구조는 폴리펩타이드 사슬이 풀린 상태에서 압축된 형태로 접힘으로써 형성된다([그림 1]). 풀린 형태에서는 대부분의 아미노산이 수용액에 노출되어 있지만, 접힘 과정에서 일부 아미노산은 수용액으로부터 배제되어 내부 환경을 이루고, 나머지는 수용액에 노출되는 외부에 위치한다.



[그림 1]

구형 단백질 P는 친수성, 소수성 곁사슬을 갖는 아미노산들로 구성되어 있다. (1) 이 곁사슬들과 물의 상호작용에 기반 하여, 단백질 P가 수용액 상에서 어떠한 방식으로 접힐지 예측하시오. (2) 또한, P에 존재하는 소수성 아미노산들을 모두 친수성 아미노산으로 바꾸었을 때 접힘 및 단백질의 기능이 어떻게 영향을 받을지 예측하시오.

1-2. 단백질 P는 세포의 핵 내에서 기능하는 단백질이다. 따라서 단백질 P는 세포질에 흩어져 있는 리보솜에서 합성되고, 접힘 구조 형성 후 핵으로 이동해야 한다. 단백질 P가 핵으로 이동하는 과정을 이해하기 위해 GFP(녹색형광단백질)가 부착된 정상 단백질 P를 정제하여 세포로부터 추출된 핵에 첨가를 하였으나 핵에서 형광 신호가 감지되지 않았다. 반면, 세포질 추출물과 ATP를 추가하면 핵에서 형광 신호가 관찰되었다. 관련 인자들을 찾아내기 위해, 성질에 따라서 세포질 추출물을 F1, F2 두 개의 그룹으로 분리하였다. 단백질 P, 추출된 핵, 분리된 세포질 추출물을 이용하여 이동 실험을 실시하였고 다음과 같은 결과를 얻었다. [표 1]의 결과를 바탕으로 F1, F2에 포함되어 있는 인자들의 역할과 각 역할에 있어서 ATP의 필요성을 논의하시오.

[표 1] 단백질 P 이동 실험 결과

실험번호	F1 첨가여부	F2 첨가여부	ATP 첨가여부	결과 (형광신호의 위치)
1	○	○	○	핵 전체
2	○	○	×	핵막 표면
3	○	×	○	핵막 표면
4	×	○	○	핵 외부
5	○	×	×	핵막 표면
6	×	○	×	핵 외부
7	×	×	○	핵 외부
8	×	×	×	핵 외부

1-3. 핵 내에서 단백질 P의 활성도가 전혀 관찰되지 않는 돌연변이가 발견되었다. 단백질 P의 유전자 분석 결과 활성부위에 관련된 유전자는 정상이었다. 대신 마지막에서 n번째 아미노산을 암호화 하는 3염기 조합에 다음과 같은 돌연변이가 생겼음을 발견했다.

정상 주형가닥: 3' ... CAG TTT TCC ... 5'

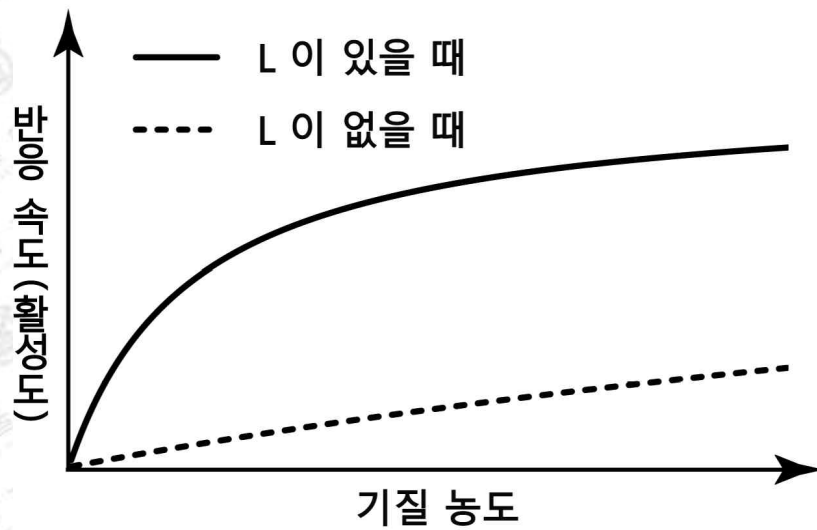
돌연변이 주형가닥: 3' ... CAG ATT TCC ... 5'

또한, GFP를 이용하여 세포 내 단백질의 위치를 추적해 본 결과 세포질에서만 단백질이 관찰되었다. [표 2]의 코돈표를 이용하여 어떠한 형태의 돌연변이가 생겼는지 설명하고, 문제 1-2에서 제시된 정보와 종합하여, 마지막 n개 아미노산의 역할을 제시하시오.

[표 2] 코돈표

UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인
UUC		UCC		UAC		UGC	
UUA	류신	UCA	프롤린	UAA	종결코돈	UGA	종결코돈
UUG		UCG		UAG	종결코돈	UGG	트립토판
CUU		CCU		CAU	히스티딘	CGU	아르지닌
CUC		CCC		CAC		CGC	
CUA	아이소류신	CCA	트레오닌	CAA	글루타민	CGA	
CUG		CCG		CAG		CGG	
AUU		ACU		AAU	아스파라진	AGU	세린
AUC		ACC		AAC		AGC	
AUA	메싸이오닌	ACA	알라닌	AAA	라이신	AGA	아르지닌
AUG		ACG		AAG		AGG	
GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU	글리신
GUC		GCC		GAC		GGC	
GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	
GUG		GCG		GAG		GGG	

1-4. 단백질 P는 특정 외부 신호가 존재할 경우에 완전한 기능을 갖는데 이 신호는 L이라는 물질에 의해 전달된다. 단백질 P에는 기능을 담당하는 활성 부위와 물질 L의 결합 부위가 있다. 다음의 실험 결과를 기반으로 L의 역할을 추측하시오.



문제 1

활용 모집단위	자연과학대학 생명과학부 농업생명과학대학 식물생산과학부, 응용생물화학부 사범대학 생물교육과 간호대학 생활과학대학 식품영양학과, 의류학과
문항해설	[1-1] 단백질의 기본 구성 요소인 아미노산의 성질이 주어졌을 때 물과의 상호작용을 바탕으로 단백질의 접힘 현상을 설명하고, 접힘으로 인한 3차 구조 형성 변화가 기능에 미치는 영향을 유추할 수 있을지 평가하는 문항이다. [1-2] 단백질이 세포소기관(핵)으로 이동할 때 필요한 인자들이 작용해야하는 단계를 표를 보고 분석할 수 있는지 평가하는 문항이다. [1-3] 번역 과정에 사용되는 코돈을 해석할 수 있고, 돌연변이로 인한 기능의 결함으로 단백질의 세포 내 위치가 어떻게 달라질 수 있는지 분석한다. 1-2 문항과 연계하여 단백질이 위치 결정에 중요한 정보를 포함하고 있는 것을 유추할 수 있는지 평가하는 문항이다. [1-4] 효소와 기질 간의 관계를 이해하여 자료를 통해 외부 신호가 효소의 활성도를 어떻게 조절하는지 이해하는지 평가하는 문항이다.
출제의도	[1-1] 단백질의 기본 구성 성분을 이해하고, 이들의 성질이 주어졌을 때, 물과의 상호작용을 바탕으로 단백질 접힘 현상을 설명할 수 있는지 평가한다. [1-2] 주어진 자료를 논리적으로 분석할 수 있고, 이를 바탕으로 단백질의 세포 소기관으로의 이동을 이해할 수 있는지 평가한다. [1-3] 번역 과정에서 이용되는 코돈을 이해하고 활용할 수 있는지 평가한다. 돌연변이로 인해 생기는 단백질의 변화 그리고 그에 따른 기능의 결함에 대해 종합적으로 분석할 수 있는지 평가한다. [1-4] 효소와 기질의 의미를 이해하며, 주어진 자료를 분석하여 효소의 활성도 조절 방법을 추론할 수 있는지 평가한다.
교육과정 출제근거	[개념] 물질의 성질, 단백질의 기본 구조와 기능, 세포소기관, 세포막 이동, 능동 수송, 번역, 돌연변이, 전사, 효소와 기질 반응 [출처] 교육부 고시 2015-74호 [별책9] “과학과 교육과정” 《통합과학》 - (2) 자연의 구성 물질 《통합과학》 - (5) 생명 시스템 《생명과학Ⅱ》 - (2) 세포의 특성 《생명과학Ⅱ》 - (4) 유전자의 발현과 조절

자료출처

김성진 외, 《통합과학》, 미래엔, 2018, 65, 148쪽
 심규철 외, 《통합과학》, 비상교육, 2018, 66, 145쪽
 신영준 외, 《통합과학》, 천재교육, 2018, 69, 152쪽
 정대홍 외, 《통합과학》, 금성출판사, 2018, 69쪽
 송진웅 외, 《통합과학》, 동아출판, 2018, 68-69, 140쪽
 권혁빈 외, 《생명과학Ⅱ》, 교학사, 2018, 32-33, 39, 40-41, 46-57, 113-114, 117-119쪽
 이준규 외, 《생명과학Ⅱ》, 천재교육, 2018, 27-29, 36-39, 41, 47-48, 50-58, 118-124쪽
 오현선 외, 《생명과학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 34-36, 44-46, 50-52, 55, 58-65, 127-133쪽
 심규철 외, 《생명과학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 26-28, 34-38, 44-47, 50-52, 56-59, 126-131쪽
 전상학 외, 《생명과학Ⅱ》, 지학사, 2018, 28-30, 38, 40, 46-59, 118-123, 192-197쪽

문제 2. 에틸렌은 2개의 탄소와 4개의 수소 원소로 이루어진 기체성 식물 호르몬이다. 농부들은 채 익지 않은 바나나를 수확하여 운반 및 저장을 하고 판매 직전에 에틸렌 기체에 노출시켜 숙성시킨 뒤 판매한다. 이를 과일 후숙이라 한다. 철수는 시장에서 사 온 익지 않은 한 바구니의 초록색 토마토를 빨리 익히려면 사과나 바나나와 함께 두면 된다는 정보를 인터넷 검색을 통해 얻었다. 실제로 바나나를 같은 바구니에 넣었더니 모든 토마토의 열매 후숙이 점점 빠르게 진행되었다. 이웃집 영희는 자신도 비슷한 토마토 한 바구니를 샀는데 익지 않는다고 바나나를 빌려 달라고 했다. 철수는 바나나를 이미 다 먹었기에 대신 빨갛게 익은 토마토를 빌려주었다.

2-1. 영희의 토마토는 철수의 도움으로 빨리 잘 익었다. 이 사실을 통해 우리가 알 수 있는 식물호르몬 에틸렌의 특성을 두 가지 이상 설명하시오.

2-2. 에틸렌의 작용 방식이 토마토의 번식에 어떤 진화적 이익을 제공할지 논의하시오.

2-3. 열매 후숙이 천천히 일어나는 토마토를 개발 중인 철수 삼촌은 두 종류의 서로 다른 반응을 보이는 후숙 지연 토마토 돌연변이체를 찾아내었다. A 그룹의 후숙 지연 돌연변이체는 에틸렌을 처리하면 열매 후숙이 잘 일어난다. 반면 B 그룹의 후숙 지연 돌연변이체는 에틸렌을 처리해도 여전히 후숙이 잘 일어나지 못한다. 이 두 그룹 토마토 돌연변이체의 차이는 어디에서 기인한 것인지 추론하시오.

2-4. 식물 X에는 동일한 기능을 수행하는 에틸렌 수용체 유전자 $E1$, $E2$, $E3$ 세 가지가 있으며 각각 결실된 열성 돌연변이인 $e1$, $e2$, $e3$ 에 대한 정상 대립유전자다. 이를 바탕으로 다음에 답하시오.

2-4a. 식물 X의 교배 과정에서 $e1e1/E2E2/E3E3$ 의 유전자형을 가지는 개체를 선별하였다. 이 개체의 에틸렌에 대한 반응을 관찰한 결과 정상 표현형을 나타내는 것을 확인하였다. 정상 표현형을 가지는 이유에 대해서 논의하시오.

2-4b. 식물 X에는 에틸렌에 반응하지 못하는 에틸렌 수용체 돌연변이 $E1'$ 이 있으며 이는 정상 대립유전자 $E1$ 에 대한 우성 돌연변이다. 식물 X의 교배 과정에서 $E1'E1/E2E2/E3E3$ 의 유전자형을 가지는 개체를 확인하였다. 이 개체의 에틸렌에 대한 반응을 예측하고([표 3] 실험번호 2의 ?에 ○, ×로 표시하시오) 그 이유를 설명하시오.

문제 2-4b, c, d

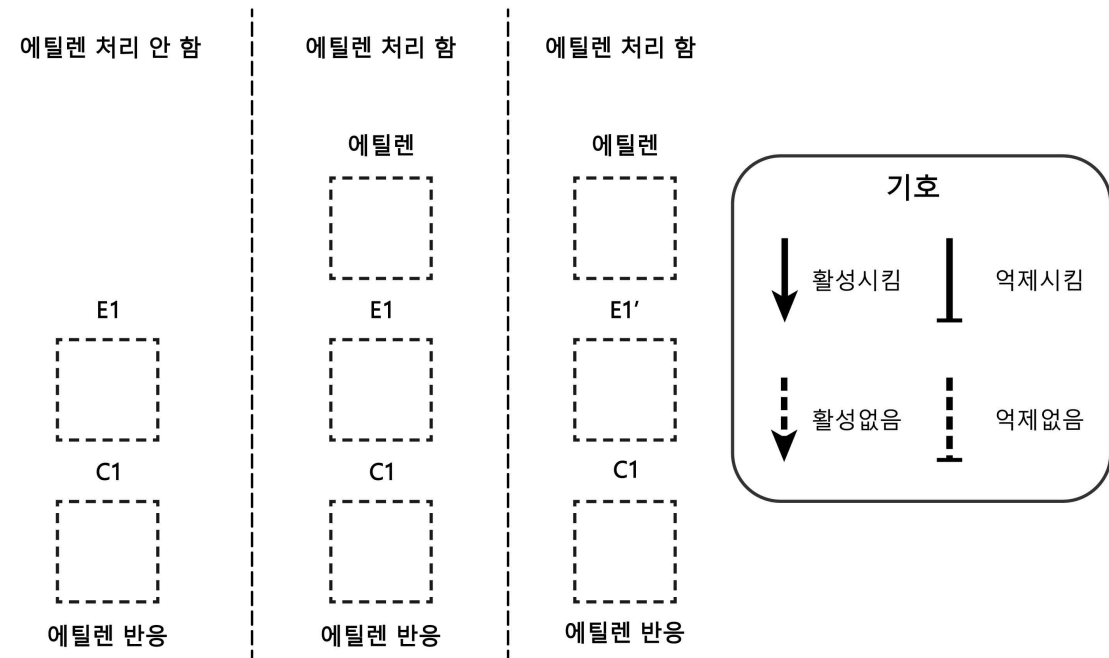
[표 3] 에틸렌 반응 관련 돌연변이의 조합과 에틸렌 반응 여부 실험 결과

실험번호	돌연변이의 조합					에틸렌 반응	
	$E1'$	$e1$	$e2$	$e3$	$c1$	에틸렌 처리시	에틸렌 처리없음
1	+	+	+	+	+	○	×
2	m	+	+	+	+	?	?
3	+	+	+	+	m	○	○
4	+	m	+	+	+	○	×
5	+	+	m	+	+	○	×
6	+	+	+	m	+	○	×
7	+	m	m	+	+	○	×
8	+	m	+	m	+	○	×
9	+	m	m	m	+	○	○

※ $E1'$ 는 우성 돌연변이이며 $e1$, $e2$, $e3$, $c1$ 은 각각 정상 대립 유전자가 결실된 열성 돌연변이다.

표 안의 +는 야생형 정상 유전자를 의미하며, m은 해당 돌연변이를 의미한다.

에틸렌 반응의 ○는 에틸렌 반응을 보임, ×는 에틸렌 반응을 보이지 않음을 의미한다.



[그림 2] 식물 X의 에틸렌 반응 모식도

2-4c. 식물 X에는 에틸렌의 처리 유무에 상관없이 항상 에틸렌 반응을 나타내는 돌연변이 *c1* 이 있으며 이는 정상 대립 유전자 *C1* 이 결실된 열성 돌연변이다. *E1'*, *e1*, *e2*, *e3*, *c1* 의 돌연변이들 간의 조합에서 에틸렌 반응 유무를 위의 [표 3]로 나타내었다. 이때 *C1*의 작용을 에틸렌 처리 유무에 따라 어떻게 작용하는지 유추하여 위의 [그림 2]의 해당하는 빈 칸()에 네 개의 기호 중 하나를 이용하여 표시하시오.

2-4d. 단백질을 정제하여 실험한 결과, *E1* 단백질은 에틸렌과 잘 결합하나, *E1'* 돌연변이 단백질은 에틸렌과 결합하지 못하는 결과를 얻었다. 이 정보와 [표 3]의 유전적 분석 결과를 보고 에틸렌 수용체 *E1*, *E2*, *E3*와 *C1*이 어떻게 에틸렌 반응을 조절하는지 유추하여 위의 [그림 2]의 나머지 빈 칸()에 네 개의 기호 중 하나를 이용하여 표시하시오.

2-5. 토마토 *Never ripe* 돌연변이체는 열매 후숙이 되지 않는 우성 돌연변이다. *Never Ripe* 유전자는 에틸렌에 결합하여 에틸렌 반응을 일으키는 에틸렌 수용체 막 단백질을 암호화하고 있다. 토마토 유전체에는 동일한 기능을 하는 에틸렌 수용체 유전자가 최소 3개가 더 있다. 철수 삼촌도 *Never ripe* 돌연변이 토마토를 여러 종류를 찾았는데 모두 우성 돌연변이었다. 왜 우성 돌연변이가 주로 발견되는지 논리적으로 유추해 보시오.

문제 2

활용
모집단위

자연과학대학 생명과학부 | 농업생명과학대학 식물생산과학부, 응용생물화학부 |
사범대학 생물교육과 | 농업생명과학대학 식품·동물생명공학부

문항해설

- [2-1] 주어진 제시문을 토대로 호르몬에 관련된 생물학적 지식을 추론할 수 있는지를 평가하는 문항이다.
- [2-2] 호르몬의 종류 중 하나인 에틸렌의 작용방식이 자연선택의 관점에서 진화에 미치는 영향에 대해서 사고할 수 있는지 평가하는 문항이다.
- [2-3] 주어진 제시문을 바탕으로 호르몬이 정상적으로 작용하지 못하는 이유를 호르몬 합성 과정과 호르몬 수용 과정의 기능 장애로 구분하여 사고할 수 있는지를 평가하는 문항이다.
- [2-4a] 세 쌍의 대립유전자가 에틸렌 반응이라는 동일한 형질을 결정하는 유전자 쌍임을 이해하고, 한 쌍의 대립유전자가 결실되었을 때 다른 두 쌍의 대립유전자가 그 결실에 의한 기능 소실을 막을 수 있음을 추론할 수 있는지 평가하는 문항이다.
- [2-4b] 에틸렌 반응의 표현형은 대립유전자 여러 쌍이 중복하여 하나의 형질을 결정하는 유전 현상이다. 우성에 대한 개념을 바탕으로 주어진 자료를 이용하여 우성 돌연변이가 정상 대립유전자들 E1, E2, E3에 대해 에틸렌 수용체 유전에서 어떻게 작동하는지를 추리할 수 있는지 평가하는 문항이다.
- [2-4c] 제시된 실험의 결과를 논리적으로 해석할 수 있는지 평가하는 문항이다.
- [2-4d] 제시된 실험의 결과를 논리적으로 해석하여, E1이 C1의 기능에 미치는 영향, 에틸렌이 E1의 기능에 미치는 영향 등에 대해서 논리적으로 추론할 수 있는지 평가하는 문항이다.
- [2-5] 멘델의 유전법칙에서 우성과 열성 대립유전자가 가지는 의미를 이해하여 제시된 상황에 대해 논리적으로 추론할 수 있는지 평가하는 문항이다.

출제의도	[2-1] 주어진 제시문을 토대로 호르몬에 관련된 생물학적 지식을 추론할 수 있는지를 평가한다. [2-2] 에틸렌의 작용 방식이 자연선택의 관점에서 진화에 미치는 영향에 대해서 사고할 수 있는지 평가한다. [2-3] 주어진 제시문을 바탕으로 호르몬이 정상적으로 작용하지 못하는 이유를 호르몬 합성 과정과 호르몬 수용 과정의 기능 장애로 구분하여 사고할 수 있는지를 평가한다. [2-4a] 세 쌍의 대립유전자가 에틸렌 반응이라는 동일한 형질을 결정하는 유전자 쌍임을 이해하고, 한 쌍의 대립유전자가 결실되었을 때 다른 두 쌍의 대립유전자가 그 결실에 의한 기능 소실을 막을 수 있음을 추론할 수 있는지 평가한다. [2-4b] 에틸렌 반응의 표현형은 대립유전자 여러 쌍이 중복하여 하나의 형질을 결정하는 유전 현상이다. 우성에 대한 개념을 바탕으로 주어진 자료를 이용하여 우성 돌연변이가 정상 대립유전자들 E1, E2, E3에 대해 에틸렌 수용체 유전에서 어떻게 작동하는지를 추리할 수 있는지 평가한다. [2-4c] 제시된 실험의 결과를 논리적으로 해석할 수 있는지 평가한다. [2-4d] 제시된 실험의 결과를 논리적으로 해석할 수 있는지 평가한다. [2-5] 멘델의 유전법칙에서 우성과 열성 대립유전자가 가지는 의미를 이해하여 제시된 상황에 대해 논리적으로 추론할 수 있는지 평가한다.
교육과정 출제근거	[개념] 호르몬, 호르몬 작용 조절의 원리, 진화, 자연선택, 대립유전자, 유전자 유전형질의 우성과 열성, 유전자 돌연변이, 원핵세포와 진핵세포의 전사 조절, 유전자 발현과 조절, 유전자 발현과 발생 [출처] 교육부 고시 제2015-74호[별책9] “과학과 교육과정” 《생명과학Ⅰ》 - (1) 생명과학의 이해 《생명과학Ⅰ》 - (3) 항상성과 몸의 조절 《생명과학Ⅰ》 - (4) 유전 《생명과학Ⅱ》 - (4) 유전자의 발현과 조절 《생명과학Ⅱ》 - (5) 생물의 진화와 다양성

자료출처

권혁빈 외, 《생명과학Ⅰ》, 교학사, 2018, 13-17, 86-95, 135-136, 138, 146-149쪽
 이준규 외, 《생명과학Ⅰ》, 천재교육, 2018, 11-13, 83-91, 122, 135-137, 139, 143-146쪽
 이용철 외, 《생명과학Ⅰ》, 와이비엠, 2018, 12-15, 87-88, 90, 97, 128, 141-143, 146-147, 150, 154-158쪽
 심재호 외, 《생명과학Ⅰ》, 금성출판사, 2018, 16-19, 98-107, 136, 148-150, 152-153쪽
 김윤택 외, 《생명과학Ⅰ》, 동아출판, 2018, 13-15, 78-87, 120, 135-136, 141, 146-148쪽
 오현선 외, 《생명과학Ⅰ》, 미래엔, 2018, 14-17, 94-99, 130, 140-141, 145-152쪽
 심규철 외, 《생명과학Ⅰ》, 비상교육, 2018, 20-23, 82-91, 120, 130-133, 137, 142, 146-149쪽
 전상학 외, 《생명과학Ⅰ》, 지학사, 2018, 14-16, 82-91, 115, 126-127, 131, 134-136쪽
 권혁빈 외, 《생명과학Ⅱ》, 교학사, 2018, 121-129, 162쪽
 오현선 외, 《생명과학Ⅱ》, 미래엔, 2018, 134-141, 175, 178쪽
 심규철 외, 《생명과학Ⅱ》, 비상교육, 2018, 134-141, 173-174, 178쪽
 전상학 외, 《생명과학Ⅱ》, 지학사, 2018, 127-136, 177-178쪽
 이준규 외, 《생명과학Ⅱ》, 천재교육, 2018, 129-137, 178-179쪽