

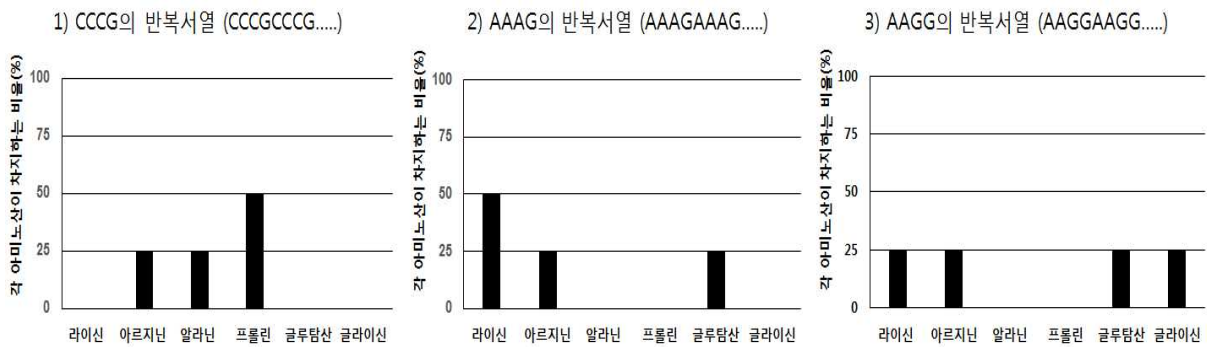
2020학년도 일반논술 전형 의예과(생명과학)

【문제 1】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(20점)

(가) 4종류의 염기를 사용해 20종류의 아미노산을 지정하기 위해서는 세 자리 이상의 염기를 유전 암호로 사용해야 하는데, 유전학적 연구를 통해 유전 암호가 세 자리의 연속된 염기로 구성되어 있음을 알게 되었다. 세 자리 유전 암호를 사용한다면 64개의 유전 암호가 가능한데, 이렇게 3개의 염기 서열로 이루어진 각각의 유전 암호를 코돈이라고 한다. 특히, 유전 암호에서 특정 아미노산을 지정하는 코돈이 한 개 이상 존재할 수 있다. 아래의 표는 동일한 아미노산을 암호화하는 코돈의 일부를 묶어놓은 것이다.

CCU, CCC, CCA, CCG	AAA, AAG
UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC	CAA, CAG
GCU, GCC, GCA, GCG	GAA, GAG
AGA, AGG, CGU, CGC, CGA, CGG	UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG
GGU, GGC, GGA, GGG	AAU, AAC
ACU, ACC, ACA, ACG	CAU, CAC

(나) 코돈을 알기 위해서 인공적으로 합성한 mRNA를 이용하여 어떤 폴리펩타이드가 만들어지는지 분석하였다. 아래와 같이 반복되는 서열을 이용하여 만들어지는 폴리펩타이드의 구성 아미노산을 분석하여 각 아미노산이 차지하는 비율을 계산하였더니 다음과 같았다. (단, 인공적으로 합성한 mRNA는 첫 뉴클레오타이드부터 3개씩 번역되었다.)



(다) 생명 공학 기술은 질병을 진단하거나 치료할 수 있는 수단을 제공하기 때문에 생명 공학의 발달로 인해 가장 큰 영향을 받는 분야는 의학 분야이다. 생명 공학 기술은 21세기에 인류가 안고 있는 여러 가지 문제점을 극복할 수 있는 핵심적인 과학 기술이며, 인류의 복지 향상 및 경제 발전에 크게 이바지할 것으로 기대하고 있다.

(라) 심장, 간, 안구 등의 장기 이식은 생명을 구하는 중요한 영역으로 자리 잡고 있지만, 장기의 공급이 절대적으로 부족한 상황이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 생명 공학 기술을 이용한 장기 생산 연구가 진행 중이다.

(문제 1-1) 제시문 (가)와 (나)를 바탕으로 코돈과 아미노산을 연결하는 유전 암호 표를 그린 후, 확인된 아미노산과 코돈을 표시하고, 아미노산을 지정하는 코돈 전체에서 확인된 코돈의 수가 차지하는 비율을 계산하시오. 단, 모든 코돈을 표시할 수 있는 유전 암호 표를 그리고, 염기의 순서는 U-C-A-G 순으로 하며 제시문을 통해서 알아낸 결과만 표기한다. (10점)

(문제 1-2) 어떤 환자의 특정 장기와 장기를 구성하는 세포들에 심각한 질병이 생겨서 그 장기가 기능을 못하는 상태가 되었다고 가정하자. 이 문제를 생명 공학을 이용해서 해결하려고 할 때, 이론적으로 가능한 생명 공학 기술을 나열하고, 각 기술들을 간단히 설명하시오. (10점)

[문항해설]

문제1-1은 학생들이 유전 암호 표를 이해하고 해석할 수 있는지를 평가하고자 함.

문제1-2는 생명 공학 기술을 이해하고 올바르게 응용할 수 있는지 평가하고자 함.

[예시답안]

(문제 1-1)

1) CCCGCCCGCCCG는 CCC, GCC, CGC, CCG로 위의 표에 같은 아미노산의 코돈을 묶어놓은 표와 비교하면, CCC와 CCG가 두 번 나와서 50%를 차지하는 프롤린임을 알 수 있고, GCC, CGC가 아르지닌과 알라닌 둘 중의 하나라는 것을 추론할 수 있다.

2) AAAGAAAGAAAG는 AAA, GAA, AGA, AAG로 1)과 같은 방식으로 AAA와 AAG가 라이신임을 알 수 있고, AGA는 아르지닌, GAA는 글루탐산이며, 첫 번째 그래프와 비교해서 CGC가 아르지닌, GCC가 알라닌이라는 것을 알 수 있다.

3) AAGGAAGGAAGG는 AAG GAA, GGA, AGG로 이미 코돈을 알고 있는 라이신, 아르지닌, 글루탐산을 제외하면 GGA가 글라이신이라는 것을 알 수 있다.

4) 아미노산을 지정하는 코돈은 정지코돈 3개를 제외하면 61개이기 때문에 61개를 기준으로 비율을 계산하면 된다.

		두 번째 염기				
		U	C	A	G	
첫 번째 염기	U					U C A G
	C		프롤린 프롤린 프롤린 프롤린		아르지닌 아르지닌 아르지닌 아르지닌	U C A G
	A			라이신 라이신	아르지닌 아르지닌	U C A G
	G		알라닌 알라닌 알라닌 알라닌	글루탐산 글루탐산	글라이신 글라이신 글라이신 글라이신	U C A G

(문제 1-2)

1) 성체 줄기 세포

특정 장기로 분화된 세포를 환자의 신체 조직(탯줄세포, 골수, 혈액, 조혈모세포)등에서 추출해서 장기 재생이나 손상을 복구한다.

2) 배아 줄기 세포

체세포의 핵을 추출하여 핵을 제거한 난자에 핵치환하여 배아세포를 만들며, 배아 줄기세포를 이용하여 환자의 몸에 이식할 수 있다.

3) 역분화 줄기 세포

환자의 체세포에 조절유전자를 도입하여 분화, 증식 능력을 가지는 줄기 세포를 만들어 활용한다.

4) 동물 장기

형질 전환된 동물로부터 인체 장기와 유사한 장기를 이식받는다.

【문제 2】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(25점)

(가) 제한 효소는 원래 세균과 같은 원핵생물의 세포에 들어있는 효소로, 바이러스나 다른 생명체의 DNA가 세포 내로 침입했을 때 침입한 DNA의 특정 염기 서열을 인식하고 그 부위를 잘라서 자신을 보호하는 역할을 한다. DNA를 제한 효소로 처리하면 여러 가지의 DNA 조각이 생기는데, 이 조각들을 전기 영동 장치의 젤 위에 놓고 전기를 통하게 하면 조각의 크기에 따라 분리된다.

(나) 서로 다른 2개의 DNA를 섞은 후, 섞인 DNA를 제한 효소 A와 B를 조합해서 잘라주었다. 제한 효소 반응이 끝난 후, 전기 영동 장치를 이용하여 잘린 DNA 조각의 크기를 확인하였더니 다음과 같았다. (단, 각각의 DNA에는 제한 효소 A와 B에 의해서 인식되는 위치가 각각 한 개 이상 존재하고 제한 효소 A와 B가 인식하는 위치는 총 5개 존재한다. 아래 표에서 같은 크기의 DNA는 DNA의 양과 상관없이 하나의 조각으로 표시되며, 1 kb는 1000염기쌍을 말한다.)

제한 효소	잘린 DNA의 크기
A	9 kb, 5 kb, 4 kb
B	8 kb, 7 kb, 2 kb, 1 kb
A+B	5 kb, 4 kb, 3 kb, 2 kb, 1 kb

(문제 2-1) 제시문 (나)의 조건을 만족하는 2개의 DNA를 그리고, 전체 크기와 제한 효소 A와 B가 인식하는 위치 및 상대적인 거리를 표시하시오. (15점)

(문제 2-2) 제시문 (나)에 사용된 2개의 DNA를 섞지 않고, 제한 효소 A, B 및 A+B로 각각 자른 후 전기 영동으로 분석한 결과를 추론해서 그리시오. (10점)

[문항해설]

[2-1]

문제를 풀기 위해서 다음과 같은 사실을 주지하고 있어야 한다.

- 1) DNA는 원형 DNA와 선형 DNA가 있으며, 원형 DNA는 한 군데가 잘리면 1조각, 선형 DNA는 한군데 잘리면 2조각이 된다.
- 2) 두 개 DNA의 염기쌍 총합은 어떤 제한 효소로 자르든지 동일하다.
- 3) 하나의 제한효소로 잘린 DNA 조각은 두 번째 제한 효소로 잘리게 되면 값이 나누어 진다. 예를 들어 B 제한효소로 잘린 8 kb의 DNA는 A와 B 제한효소에 의해서 5 kb와 3 kb의 DNA로 나뉠 수 있다.

[2-2]

전기 영동은 DNA를 크기별로 분리하는 분석 방법이다.

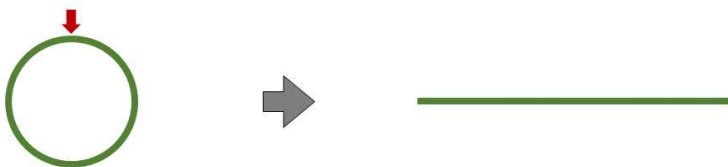
제한 효소로 잘렸을 때, 나올 수 있는 DNA 조각을 크기별로 표시하면 된다.

[예시답안]

[2-1]

- 1) 우선 중복된 DNA 조각을 확인한다. 두 개의 선형 DNA가 두 번 잘리면 4조각, 세 번 잘리면 5조각이 되는 것을 이해한다.
- 2) B에 의해서 잘린 DNA의 총합은 18 kb이며, 만약 여기에 한 번 더 잘려서 5조각이 있다면, 19(18+1), 20(18+2), 25(18+7), 26(18+9) kb로 증가하게 된다.
- 3) A에 의해서 잘린 DNA의 총합은 18 kb이며, 여기에 한 조각이 더 있다고 하면, 22(18+4), 23(18+5), 27(18+9)이거나 두 조각이 더 있다고 하면 18, 26, 27, 31 등으로 증가 된다. 그렇지만 26 kb가 되면 A와 B에 의해서 모두 3번씩 잘린 것이 되기 때문에 제한효소의 위치가 5 개라는 단서에 어긋나기 때문에 가능한 총합은 18 kb라는 것을 알 수 있다.
- 4) DNA에는 원형과 선형의 DNA가 있으며, 제한효소에 의해서 잘렸을 때, 원형의 DNA는 한 조각, 선형의 DNA는 두 조각이 나온다(아래 그림 참조).

원형의 DNA



선형의 DNA



5) A효소와 B효소에 의해서 잘린 DNA의 총합이 15 kb이기 때문에 3kb나 2kb+1kb에 중복이 있다는 것을 알 수 있다.

6) 이제 A효소에 잘린 9, 5, 4를 B효소로 자르면

9 -> 5+4, 4+3+2 (순서는 4+2+3 가능), 3+3+3, 5+3+1 (순서는 5+1+3 가능)

5 -> 5, 4+1, 3+2

4 -> 4, 3+1, 2+2

등이 가능하며, (5B4, 3B2, 3B1) 조합과, (4B3B2, 5, 3B1) 조합, (5B3B1, 3B2, 4)의 조합에서 1,2,3,4,5가 나온다. 이때 제한 효소 B가 3번 사용되었기 때문에 A 사이트는 2 번 사용되었음을 알 수 있다. 또한 3이 두 번 사용되었음을 알 수 있다.

이제 B효소에 의해서 잘린, 8, 7, 2, 1을 A효소로 자른다고 가정하면,

$$8 \rightarrow 5+3, 4+4$$

$$7 \rightarrow 4+3, 5+2$$

이중 (5A3, 4A3, 2, 1) 조합이 1, 2, 3, 4, 5가 가능하다.

B 사이트가 잘리는 첫 번째 조합을 만들면,

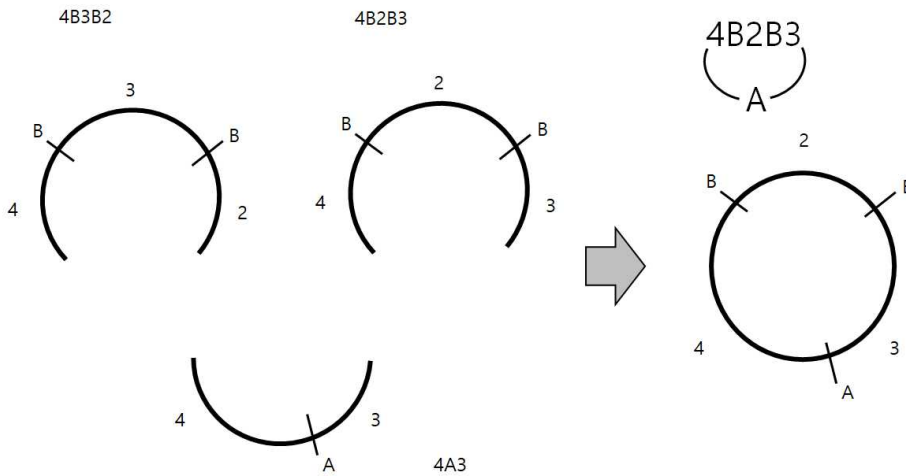
1B3A5B4A3B1 등으로 하나의 분자가 만들어진다. 서로 다른 두분자라는 가정이 있기 때문에 불가능하다.

3번째 조합도 역시 2B3A5B1B3A4 으로 하나의 분자가 만들어진다.

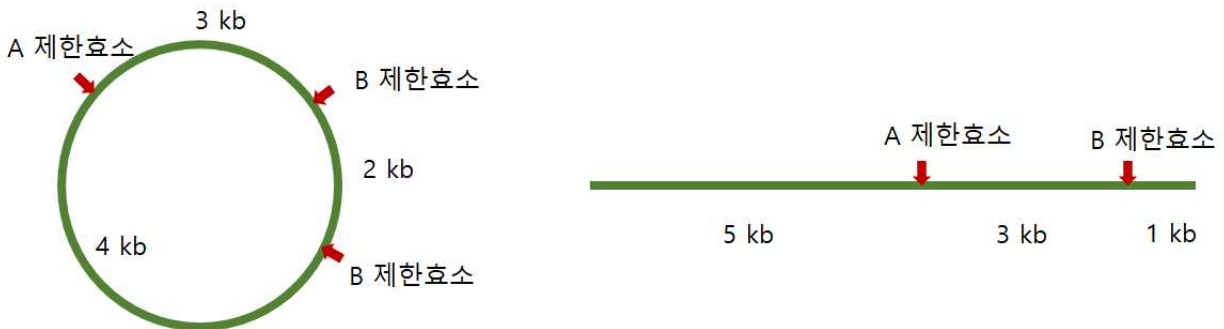
반면 4B3B2 (4B2B3 가능), 5, 3B1과 5A3, 4A3, 2, 1의 조합은

5, 5A3, 3B1을 조합하여 5A3B1이 가능하고,

4B2B3과 4A3을 통해서 원형의 DNA 형성이 가능하다(아래 그림 참조).



따라서 정답은 아래와 같다.



[2-2]

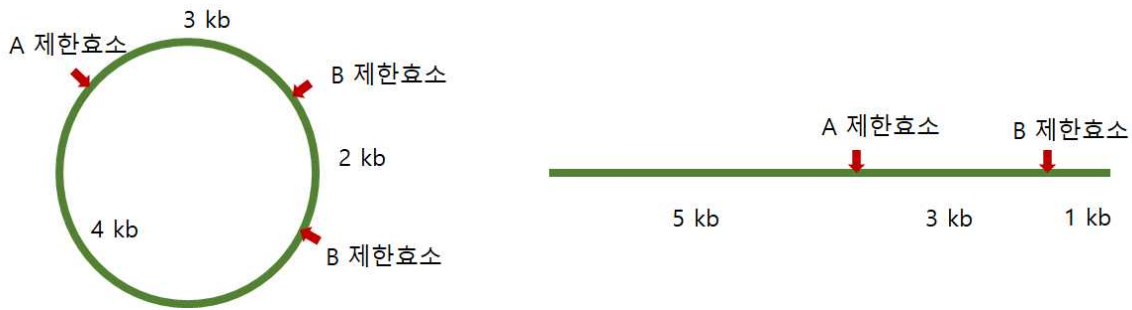
원형과 선형의 DNA를 각각 잘라주어 전기 영동 사진을 예측해 본다.

원형의 DNA는 A 효소로 9 kb, B효소로 7 kb + 2 kb가 나오고,

선형의 DNA는 A 효소로 5 kb + 4 kb, B 효소로 8 kb + 1 kb가 나온다.

2-1) 두 개의 DNA 형태

한 개는 원형의 DNA이고 다른 한 개는 선형의 DNA이다 (순서 무관).



2-2) 두 개의 DNA 전기 영동 결과

아래와 같은 전기영동 형태를 보인다. (원형의 DNA, 선형의 DNA 무관함, 왼쪽 사이즈 표시하는 막대기는 없어도 됨, 방향이 반대로 되도 상관없음).

