

생명과학II 20번 문항 해설 및 총평

20. 다음은 어떤 세포에서 복제 중인 2중 가닥 DNA의 일부에 대한 자료이다.

- ㉠~㉢은 새로 합성된 가닥이며, ㉣은 ㉣의 주형 가닥이다.
- ㉠~㉢의 말단에는 3개의 뉴클레오타이드로 이루어진 프라이머가 있다.
- ㉠~㉢에 있는 프라이머의 염기 서열은 모두 같으며 한 종류의 염기로만 구성된다.
- ㉠과 ㉣은 각각 두 종류의, ㉢은 네 종류의 염기를 포함한다.
- ㉠과 주형 가닥 사이의 수소 결합 수보다 ㉣과 주형 가닥 사이의 수소 결합 수가 크다.
- ㉢에서 피리미딘 계열 염기의 수보다 퓨린 계열 염기의 수가 크다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.) [3점]

— <보기> —

- ㄱ. ㉠보다 ㉣이 먼저 합성되었다.
- ㄴ. 퓨린 계열 염기의 수는 ㉣보다 ㉠에 많다.
- ㄷ. ㉢에서 3' 말단으로부터 6번째 뉴클레오타이드의 염기는 사이토신(C)이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

개인적으로 느끼기에는 (현장감으로 인한 체감 난이도 상승을 감안하더라도) 개정 이후 평가원 문제 중 가장 어렵지 않았나 생각합니다. 이 정도까지 추론을 요구할 줄이야.

'텅텅 빈 그림 주고 어떻게 방향을 결정하라는 걸까' 처음 봤을 땐 이 생각이 드는 게 자연스러운 겁니다. 하지만 시험장에서는 (1~19번을 확실히 풀었다는 전제 하에) 평가원을 믿고 조건이 이것저것 많이 제시되어 있으니 방향을 결정할 수 있을 거라는 확신을 가지면서 조건을 차례차례 파악하면 됩니다.

수능특강에 이미 충분한 예고성 문항이 존재했고, 연계 교재를 제대로 학습하셨다면 아래 두 문제가 기억 나면서 'RNA 프라이머에 대한 문제구나. 유라실(U)도 고려해야겠군' 정도는 떠올리셨을 겁니다.

수능특강 9강 2점 테스트 12번	수능특강 9강 3점 테스트 6번
<p>[3-255-136]</p> <p>12 그림은 복제 중인 DNA에서 주형 가닥과 합성 중인 선도 가닥 및 두 가닥의 일부 염기 서열을 나타낸 것이다. 가닥 (가)와 (나)는 각각 주형 가닥과 선도 가닥 중 하나이다.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 돌연변이는 고려하지 않는다.)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">— 보기 —</p> <ul style="list-style-type: none"> ㄱ. 주형 가닥은 (나)이다. ㄴ. 선도 가닥은 ① 방향으로 길어진다. ㄷ. (가)에는 디옥시리보스가 존재한다. </div> <p>① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ</p>	<p>[3-255-142]</p> <p>06 그림은 어떤 2중 나선 DNA에서 복제 중인 일부 부위를, 표는 가닥 ㉣에서 그림에 제시된 부위의 염기 서열을 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 새로 합성된 가닥이며, 프라이머가 존재한다.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>5'-AGCTTATGCGGAATC-3'</p> <p>이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 복제 시 3개의 뉴클레오타이드로 이루어진 RNA 프라이머가 사용된다고 가정하며, 돌연변이는 고려하지 않는다.)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p style="text-align: center;">— 보기 —</p> <ul style="list-style-type: none"> ㄱ. ㉠보다 ㉣이 먼저 합성되었다. ㄴ. ㉣이 합성될 때 사용된 프라이머는 ㉡와 ㉢ 중 ㉢ 쪽에 있다. ㄷ. ㉠이 합성될 때 사용된 프라이머의 염기 서열은 5'-CAU-3'이다. </div> <p>① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ</p>

우선 주어진 조건을 분석해 봅시다. 동그라미 순서대로 1~6번이라 하겠습니다.

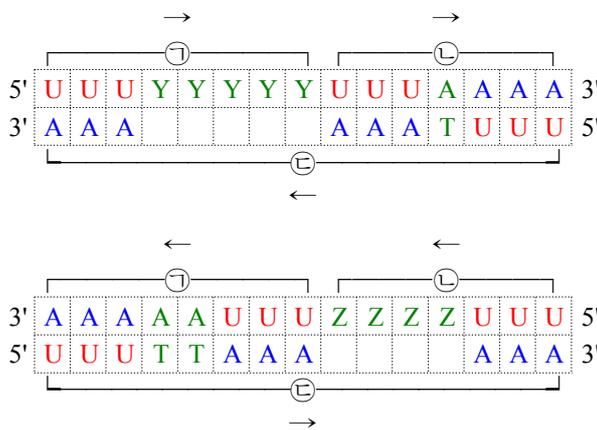
원문	분석 및 단순화
1. ㉠~㉢은 새로 합성된 가닥이며, ㉣은 ㉣의 주형 가닥이다.	1. ㉣은 ㉠&㉡과 상보적이고, ㉠&㉡은 ㉣과 동일(U↔T 제외)
2. ㉠~㉢의 말단에는 3개의 뉴클레오타이드로 이루어진 프라이머가 있다.	2&3. 임의의 염기 X에 대해 프라이머는 ㉠~㉢ 모두 XXX 형태.
3. ㉠~㉢에 있는 프라이머의 염기 서열은 모두 같으며 한 종류의 염기만으로 구성된다.	4. 염기 종류: ㉠ 2종류, ㉡ 2종류, ㉢ 4종류
4. ㉠과 ㉡은 각각 두 종류의, ㉢은 네 종류의 염기를 포함한다.	5. 주형 가닥과의 수소 결합 수: ㉠<㉡
5. ㉠과 주형 가닥 사이의 수소 결합 수보다 ㉡과 주형 가닥 사이의 수소 결합 수가 크다.	6. ㉣을 구성하는 염기: 피리미딘<퓨린 + 그림을 통해 ㉠에 염기 8개, ㉡에 염기 7개, ㉢에 염기 15개가 포함되는 것까지 파악.
6. ㉣에서 피리미딘 계열 염기의 수보다 퓨린 계열 염기의 수가 크다.	

우선 조건 4를 주목해봅시다. [조건 4: 염기 종류: ㉠ 2종류, ㉡ 2종류, ㉢ 4종류]

프라이머는 ㉠~㉢ 모두 같으니, 프라이머를 구성하는 염기를 X, 나머지 임의의 염기를 Y, Z라 하면, ㉠에는 X와 Y, ㉡에는 X와 Z가 있는 것입니다. 어? 그렇다면 ㉠과 ㉡에는 총 3종류의 염기가 있는데, 이와 상보적인 ㉢에는 4종류의 염기가 존재한다? 여기서 프라이머에 대한 단서를 얻을 수 있습니다. 프라이머에 가능한 염기는 A, G, C, U 4개. 디옥시리보뉴클레오타이드 부분에 가능한 염기는 A, G, C, T 4개. 프라이머가 U로 구성된 경우에만 그와 상보적인 ㉢에 A가 존재하기 때문에, ㉢의 프라이머에 있는 U, ㉠&㉡의 프라이머와 상보적인 A, ㉠&㉡의 Y&Z와 상보적인 두 염기. 해서 총 4종류의 염기가 존재합니다. 이렇게 조건 4로 프라이머가 UUU임을 알았습니다.

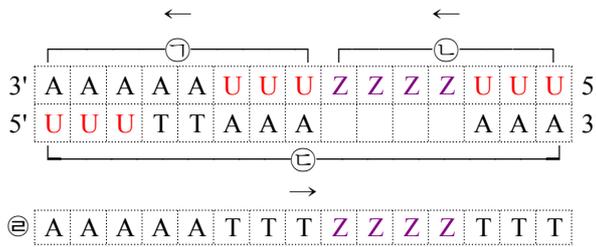
여기서 한 가지 더 알 수 있는 사실은 프라이머가 UUU이기 때문에 ㉠의 나머지 5칸, ㉡의 나머지 4칸에는 U가 들어갈 수 없고, 따라서 모두 Y와 Z로만 채워져야 한다는 점입니다.

이제 방향을 따져봅시다. 두 가지 경우가 가능하죠. (우리가 구해야하는 ㉠~㉢ 부분만 그렸습니다.)



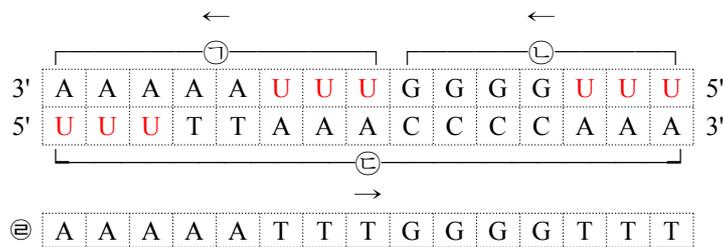
프라이머 UUU를 이용해 상보적인 염기 AAA를 채웠습니다. 또한 윗줄에서 구한 '㉠&㉡에서 각각 나머지 칸의 염기는 모두 동일하다'를 이용해 초록색 부분까지 채울 수 있습니다. 이제 조건 5를 이용해봅시다. [조건 5: 주형 가닥과의 수소 결합 수: ㉠<㉡] ㉡은 ㉠보다 염기가 1개 적음에도 불구하고 수소 결합 수가 더 많습니니다. 따라서 위 경우는 ㉡이 전부 수소 결합 2개 짜리 염기뿐이므로 탈락. 아래 경우가 맞습니다. 더불어 Z는 수소 결합 수가 3개인 G 또는 C임을 알 수 있습니다. (물론 초록

색, 파란색 부분을 다 파악하지 않아도 직감적으로 ㉠의 나머지 염기는 A 또는 T, ㉡의 나머지 염기는 G 또는 C로 구성되어 있겠구나 정도의 추측이 가능합니다. 실전에서는 이렇게 엄밀히 따질 여유가 없는 경우가 많을테니 이 정도를 머릿속에 떠올리며 풀이를 진행하면 됩니다.)



이제 Z만 알아내면 됩니다. 아직 안 쓴 조건 하나! 조건 6을 이용해 봅시다. [조건 6: ㉔을 구성하는 염기: 피리미딘<퓨린> 현재 알고 있는 염기 11개 중 피리미딘 계열 염기 6개, 퓨린 계열 염기 5개이므로 Z는 G와 C 중 퓨린 계열 염기인 G가 됩니다.

자 그러면 이제 모든 염기 서열이 완성되었습니다.



〈보기〉

ㄱ. ㉑보다 ㉒이 먼저 합성되었다.
 ㄴ. 퓨린 계열 염기의 수는 ㉒보다 ㉑에 많다.
 ㄷ. ㉔에서 3' 말단으로부터 6번째 뉴클레오타이드의 염기는 사이토신(C)이다.

ㄱ. ㉑이 먼저 합성되었습니다. (X)
 ㄴ. ㉑에 5개, ㉒에 4개입니다. (O)
 ㄷ. 사이토신(C) 맞습니다. (O)
 따라서 정답은 ④번

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

풀이 흐름을 정리하면 아래와 같습니다.

1. 조건 1과 그림으로 각 가닥 ㉑~㉔ 및 염기 개수 파악
2. 조건 2&3으로 프라이머 염기 개수 및 형태 파악
3. 조건 4로 프라이머 UUU 파악
4. 조건 5로 방향 파악
5. 조건 6으로 염기 서열 완성
6. <보기> 풀이

실전에서 이렇게 꼼꼼히 풀 여유가 없는 경우에는, 프라이머를 UUU를 찾은 뒤 (이것도 그냥 'RNA 프라이머 수특에서 강조했으니 웬지 UUU일거 같아'로 추측하고 시작한 분도 있겠죠 아마), 수소 결합 조건을 보고 왼쪽엔 AT가 많고 오른쪽엔 GC가 많다는 파악하고서, 퓨린 계열 염기 개수까지 따져서 한 번에 작성 할 수도 있습니다.

총평

1. 염기 명칭(A,G,C,T,U)이나 방향을 직접 언급한 게 하나도 없는데도 수소 결합 수, 프라이머 염기 구성, 퓨린&피리미딘 염기 조건으로 염기 서열과 방향이 모두 결정되도록 잘 짜여진 조건.
2. 하지만 그러다보니 조건이 너무 많아져서 난이도 상승. 추론도 다소 과도함. (방향이나 일부 염기를 알려줬더라면 난이도가 낮아졌겠지만)
3. 실제 생물체 내에서의 상황에 부합되지 않는 점이 아쉬움. 변별을 위해 인위적으로 구성된 상황. (실제 오카자키 절편은 저렇게 짧지 않음)

그래도 평가원이 그렇게 무자비하지는 않습니다. 문제는 다 풀었으니 평가원에서 어떤 배려를 해줬는지, 나아가 더 어렵게 나온다면(;) 어떻게 나올 수 있는지 살펴봅시다.

1. 답 개수 법칙으로 4번 짝을 수 있게 제시.

제대로 푼 입장에서는 살짝 억울하지만 앞에 1~19번까지 ④가 답인 문제가 2개뿐이더군요. 시험 끝나고 알아 찬; (9월 3일 현재 20번 추정 정답률이 이투스 43%, EBS 44%, 메가 45%;)

2. 조건을 뒤죽박죽 섞지 않고 순서대로 따라가면 풀이도록 제시.

위에서 봤듯이 조건 1~6을 순서대로 따라가면 확실하게 풀 수 있습니다.

3. <보기>를 쉽게 구성하려한 듯 한 흔적.

<보기>는 위에 과정에 비하면 순식간에 풀립니다. 시간을 더 끌기 위해서라면 1) 샤가프 법칙(ex: $(A+T)/(G+C)$ 값)이나 2) 특정 부분의 수소 결합 개수, 3) 당(리보스/디옥시리보스)에 대한 내용, 4) 이 DNA로부터 전사된 RNA에 대한 내용, 5) 자세한 복제 과정 (관여하는 효소) 등을 물을 수 있겠죠.

4. 프라이머의 구성이 단순.

개수도 모두 동일, 형태도 모두 동일, 심지어 각 염기도 모두 동일. 프라이머가 각 가닥마다 조금이라도 달랐다면 난이도는 더 올라갔겠죠.