

2024학년도 모의논술고사[의·약학계-생명과학]

1. 2024학년도 모의논술고사 예시답안

[문제 II-1]

(1) DNA가 복제될 때에는 DNA 이중 가닥이 풀어지고, 풀린 두 가닥을 각각 주형으로 하여 새로운 가닥이 형성되는 반보존적 복제가 일어난다. 처음 대장균은 ^{15}N 이 포함된 배지에서 자랐기에 두 가닥이 모두 ^{15}N 을 갖고 있다(100% $^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$). ^{14}N 이 포함된 배지로 옮겨 자란 1세대 대장균은 원본 가닥은 ^{15}N 을 포함하고 있지만 새로 형성된 가닥이 ^{14}N 을 갖게 된다(100% $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$). 2세대 대장균에서는 $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$ 두 가닥이 풀린 후 ^{14}N 을 포함한 가닥과 ^{15}N 을 포함한 가닥 각각에 ^{14}N 을 포함한 새로운 가닥이 형성된다(50% $^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$, 50% $^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$). 이와 같은 방식으로 반보존적 복제에 근거해서 4세대까지의 DNA 조성비를 추론하면 아래 표와 같다.

대장균	DNA 조성비		
	$^{14}\text{N}-^{14}\text{N}$	$^{14}\text{N}-^{15}\text{N}$	$^{15}\text{N}-^{15}\text{N}$
처음 대장균	0%	0%	100%
1세대 대장균	0%	100%	0%
2세대 대장균	50%	50%(⊕)	0%
3세대 대장균	75%	25%	0%
4세대 대장균	87.5%(⊕)	12.5%	0%(⊖)

따라서 $\oplus + \ominus - \ominus$ 의 값은 $50\% + 87.5\% - 0\% = 137.5\%$ 이다.

(2) 두 가닥의 염기가 쌍을 이룰 때 아데닌(A)은 항상 타이민(T)과, 구아닌(G)은 항상 사이토신(C)과 결합한다. 따라서 선도 가닥에 포함된 35%의 G은 지연 가닥에 35%의 C이 있음을 의미하며, 지연 가닥에 포함된 25%의 G은 선도 가닥에 25%의 C이 있음을 의미한다. 따라서 선도 가닥에 포함된 G와 C를 합치면 60%이고, 나머지 40%가 A 혹은 T이다. G와 C는 삼중 수소 결합을, A와 T는 이중 수소 결합을 하므로 500 염기쌍을 갖는 이중 나선 DNA에 포함된 염기 사이 수소 결합의 개수는 $500 \times 0.6 \times 3 + 500 \times 0.4 \times 2 = 1300$ 개이다.

[문제 II-2]

(1) 질병 “⊕”은 대립 유전자에 질병 유발 돌연변이를 동형접합자로 가질 때 발생하므로 열성 표현형을 가진다. 남아와 여아가 태어날 경우로 나누어 질병 “⊕”이 발생할 확률을 계산하기 위하여, 성염색체 중심으로 정자와 난자의 유전적 다양성을 정리해보면 아래와 같다.

남성 K의 정자:

경우1-1. 성염색체 X를 가지며 상동염색체 A 또는 B에 돌연변이가 있거나 없는 경우: 4가지

경우1-2. 성염색체 Y를 가지며 상동염색체 A 또는 B에 돌연변이가 있거나 없는 경우: 4가지

여성 J의 난자:

경우2-1. 성염색체 X에 돌연변이가 있으며 상동염색체 A에 돌연변이가 있거나 없는 경우: 2가지

경우2-2. 성염색체 X에 돌연변이가 없으며 상동염색체 A에 돌연변이가 있거나 없는 경우: 2가지

수정되어 남아가 태어날 때,

발생할 수 있는 유전적 다양성: $\text{경우1-2} \times (\text{경우2-1} + \text{경우2-2}) = 4 \times (2 + 2) = 16$

질병 “⊕”이 발생하는 열성 동형접합을 갖는 경우(성염색체 반성 유전 포함): 10

수정되어 여아가 태어날 때,

발생할 수 있는 유전적 다양성: $\text{경우1-1} \times (\text{경우2-1} + \text{경우2-2}) = 4 \times (2 + 2) = 16$

질병 “⊕”이 발생하는 열성 동형접합을 갖는 경우: 4

따라서 남아에서 질병 “⊕”이 발생할 확률은 $10/16=5/8$, 여아에서 질병 “⊕”이 발생할 확률은 $4/16=1/4$ 이다.

남아에서의 질병 발생 확률을 계산할 때, 위와 같이 전체 경우의 수를 고려하지 않고 대립 유전자의 결합 확률을 바로 계산할 수 있음

반성 열성(대립)유전자를 가질 확률: 1/2

반성 우성(대립)유전자와 상염색체 동형 열성(대립)유전자를 동시에 가질 확률 (1/2 x 1/4)

두 확률을 더한 값: 5/8

(2) O의 경우, 대립 유전자의 돌연변이에 의해 DNA 서열이 바뀌면 mRNA와 단백질의 서열이 바뀌므로 최종적으로 비정상적인 단백질 구조가 생성되어 질병 “⊖”이 발생하게 된다. 반면 P의 경우, 대립 유전자의 근거리 조절 부위에 돌연변이가 발생하여 전사 촉진 혹은 억제가 잘 이루어지지 않으므로 최종적으로 mRNA와 단백질이 과발현 혹은 저발현되어 질병 “⊖”이 발생하게 된다.

3. 2024학년도 모의논술고사문항 해설(출제범위 포함)

- [문제II-1]에서는 DNA의 이중 나선 구조와 염기쌍 결합의 규칙, DNA의 복제 방식이 반보존적 복제임을 정확하게 이해하고 있으며 이를 바탕으로 논제를 해석하고 그 풀이 과정을 논리적으로 서술할 수 있는지 평가하고자 하였다.

- [문제II-2]에서는 생식 세포 형성 과정에서 일어나는 염색체의 조합과 유전적 다양성, 상염색체 유전과 성염색체 유전을 구분하여 이해하고 있는지와 더불어 유전자 발현 및 발현 조절 과정을 정확하게 이해하고 있으며 이를 바탕으로 논제를 해석하고 그 풀이 과정을 논리적으로 서술할 수 있는지 평가하고자 하였다.

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학II	심규철 외	비상	2018	117-121
	생명과학II	오현선 외	미래엔	2018	115-121
	생명과학 I	이준규 외	천재교육	2022	122-136
	생명과학 II	이준규 외	천재교육	2022	117-132