생물화공경시대회 문제 (분자생물학) 100점

1. 우리가 조사하고 있는 꽃의 색깔은 염료를 만들어 내는 효소의 활성에 의해 결정된다. 이 효소의 정보를 갖는 유전자는 dominant allele과 recessive allele을 가지고 있어 각각 붉은 꽃과 노란 꽃의 phenotype을 나타낸다. 이 유전자에 돌연변이가 발생하여 푸른 염료를 생산하는 새로운 allele이 진화 과정에 발생하였다고 하자. 이 allele은 원래의 dominant allele에 대해서는 recessive이고 원래의 recessive allele에 대해서는 partially dominant하다. 다음 중 후대의 꽃들이 갖는 genotype의 가지 수와 phenotype의 가지 수는? 이 꽃의 색깔에 영향을 미치는 효소는 위에 기술한 것이 유일하다고 가정한다. (20점)

<답> 붉은 dominant allele을 R, recessive allele을 r, 푸른 allele을 B로 표현한다.

Genotype은 RR, Rr, RB, rB, BB, rr등의 6 가지이다.

이때 phenotype은 각각 red, red, red (blue는 red에 대해 열성), green (yellow+blue), blue, yellow등 4 가지이다.

2. 분자생물학 혹은 생물학의 중심이론으로 칭해지는 Central Dogma에 대해 간단히 설명하시오. (20점)

<답> 유전정보가 정보 저장 물질인 DNA로부터 중간 정보 저장 물질인 mRNA로, 다시 기능을 하는 물질인 단백질로 순차적으로 이동한다는 것으로 모든 생명체의 활동에 공통적인 것이다.

3. DNA를 새로이 합성하는 반응인 replication과 RNA를 새로이 합성하는 반응인 transcription은 모두 DNA를 주형으로 하는 polymerization반응이라는 공통점이 있다. 하지만 replication에서는 DNA polymerase가 monomer로 deoxyribonucleotide를 사용하는 반면, transcription에서는 RNA polymerase가 ribonucleotide를 사용하는 등 차이가 존재한다. 두 반응의 기작에서 중요한 차이점 두 가지를 더 서술하시오. (각 10점)

<답>

1. Replication에서는 DNA의 두 가닥이 모두 (동시에) 주형으로 사용되지만 transcription에서는 한쪽 가닥만이 사용된다.
2. Replication에는 primer가 필요하지만 transcription에서는 primer가 필요하지 않다.

4. DNA에서 phosphodiester bond가 생기지 않게 하려면 어떻게 해야 하는가? (5점)

1. Base에서 nitrogen을 제거한다
2. Sugar의 2번 탄소에서 oxygen을 제거한다
3. Sugar의 3번 탄소에서 oxygen을 제거한다
4. 이 중에 답은 없다

<답> C.

5. Prokaryote에서 transcription initiation에 관한 설명으로 옳은 것은? (5점)

1. RNA polymerase가 결합하는 DNA 부위가 promoter이다
2. Promoter에 따라 결합하는 RNA polymerase가 다르기 때문에 모든 gene의 transcription level이 다르다
3. Transcription start site의 down stream에 두 개의 consensus sequence가 존재한다
4. Transcription initiation을 조절하여 특정 유전자의 expression을 조절하는 것은 매우 힘들다

<답> A

6. 아래 문제는 실제와는 전혀 무관한 상상으로 이루어진 문제이므로 문제에 주어진 조건만을 사용하여 문제를 해결하시기 바랍니다.

누구에게나 과식유전자가 존재하며 이 유전자는 아주 약한 constitutive promoter의 조절을 받는다. 따라서 일반적으로 과식이라는 phenotype은 크게 문제되지 않는 수준이다. 그러나 이 promoter의 상부에는 stress에 반응하여 activator로 작용하는 regulator 단백질의 결합부위가 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 stress를 받으면 과식유전자가 평소보다 더 활발히 작동하게 될 것이다. 물론 stress를 조절하면 되겠지만 현대 사회에서 이를 조절하기란 쉽지 않은 일이다. Stress에 따른 비만을 치료하기 위해 이 과식유전자에 대한 anti-gene을 design한 후 우리 몸에 도입하여 과식유전자가 과식 유발 단백질로 translation되는 것을 막고자 한다. (Anti-gene의 transcription product는 과식유전자의 transcription product와 complemenatry binding을 하여 과식유전자의 translation을 막는다.) 이 anti-gene의 transcription을 lac operon으로 조절한다면 밥 (glucose로 분해)과 우유 (lactose포함)의 섭취를 어떻게 조절해야 하겠는가? (답의 예: “밥과 우유 둘다 적게 먹는다”, “밥은 적게 먹고 우유를 많이 마신다” 등.) 단, lac repressor를 포함하는 모든 regulator들은 constitutive하게 사람에게서도 만들어진다고 가정한다. 간단히 답을 설명하시오. (30점)

<답> Lac operon을 이용하여 anti-gene의 발현을 증대해야 하므로 activator인 cyclic AMP receptor protein의 활성을 증대시키고 repressor인 Lac repressor는 활성을 없애야 한다. 따라서 glucose의 농도를 낮추고, lactose의 농도를 높이기 위해 밥을 최소한으로 먹고 우유를 많이 마신다.