

## 1. DNA Replication

염색질은 DNA와 뉴클레오솜들이 연결된 구조로 되어 있는데, 응축된 염색질은 전사가 불가능하기 때문에 히스톤 변형 효소가 이를 느슨하게 풀어지도록 염색질 구조를 재조정한다. 이를 DNA의 아세틸화라고 한다. 반대로 DNA의 메틸화는 아세틸화를 방해하여 전사가 일어나는 것을 억제한다. 대표적인 예시로는 포유류 암컷에게서 발견되는 응축된 X 염색체인 바소체가 있다. 포유류 암컷은 수컷의 XY 염색체에 수를 맞추기 위해 XX 염색체 중 하나가 발현되지 않도록 억제하기 위해 바소체를 만든다.

## 2. Transcription

포도당을 영양소로 섭취하는 대장균은 젖당을 분해하여 에너지를 얻기도 한다. 대장균이 젖당을 섭취 및 분해하는 데 필요한 효소들을 만드는 유전자는 DNA 상에 일렬로 배열되어 있다. 이러한 젖당 오페론은 젖당이 없는 환경에서는 전사가 이루어지지 않는다. 조절 유전자에서 만들어지는 억제자(repressor)가 작동 부위(operator)에 결합하여 RNA 중합 효소가 촉진 부위(promoter)에 붙는 것을 방해하기 때문이다. 젖당이 있는 환경에서는 억제자가 젖당과 결합하여 억제자의 형태가 변형되면서 작동 부위에 결합하지 못하게 된다. 그로 인해 촉진 부위에 RNA 중합 효소가 결합이 가능해져 전사(transcription)가 시작된다.

## 3. Post-transcription

miRNA가 전사되면 머리핀과 같은 형태의 이중가닥을 이루게 된다. 다이스라는 단백질은 머리핀의 고리 부분을 잘라 분리되도록 한다. 둘 중 하나는 분해되고 남은 하나는 단백질과 결합하여 RNA 유도 침묵 복합체(RISC)를 구성한다. 다시 말해 mRNA가 리보솜으로 이동하는 중에 miRNA에 의해 형태가 변형되어 상보적 뉴클레오타이드에 접합이 일어나면, 이 mRNA는 더 이상 단백질 형성을 지시하는 역할을 할 수 없게 된다. 이렇듯 RNA 유도 침묵 복합체는 mRNA가 분해되는 것을 막거나 translation을 억제한다. RNA 간섭은 초파리의 발생 초기, 성의 결정에 관여하는 유전자, 포유동물의 근육 수축 혹은 신경 작용에 관여하는 유전자 등에서 나타나기도 한다.

## 4. Translation

단백질은 translation 단계에서 다양한 과정을 거칠 수 있다. 먼저, 단백질은 절단되기도 한다. 인슐린은 절단되는 과정을 거쳐야만 활성화된다. 따라서 절단되지 못하면 반대로 유전자 발현이 억제될 수 있다. 다음으로, 단백질은 당화되거나 인산화되기도 한다. 당화는 단백질의 구조와 신호전달 체계 조절에 큰 영향을 주며, 인산기의 유무는 단백질의 활성 유무를 결정한다. 이러한 translation 단계에서의 조절은 자주 발생하지는 않으며, 대표적인 예시로는 헤모글로빈 합성에 필요한 heme 인자의 존재 유무에 따라 페리틴 단백질의 mRNA translation이 조절되는 것이 있다.

## 5. Post-translation

translation을 거쳐 단백질이 만들어지더라도 모든 단백질이 사용되는 것은 아니며, 잘못 만들어진 단백질은 translation 이후에 걸러져 분해된다. 예를 들어 ubiquitin은 특정 단백질을 표적 삼아 결합하여 분해한다. 표적된 단백질은 proteasome에 의해 인식되어 분해되는데, 분해되지 못한 단백질은 이후에 질병의 원인으로 작용할 수 있기 때문에 이는 매우 중요한 단계이다.