EDS-75 -양파, 딸기, 바나나 DNA

Created by Edvotek Inc.

👉🏾 이 실험을 통해 학생들은 양파(딸기, 바나나)에서 DNA를 분리하고 스풀링 과정을 통해 DNA의 물리적 특성에 대해 배웁니다.

제품 구성

•	DNA 추출 버퍼	DNA Extraction Buffer
•	튜브에 들어있는 DNA 샘플	DNA sample in a capped test tube
•	피펫	Transfer pipets
•	색깔 구슬 (4가지색)	Colored Beads (4 colors)
•	눈금이 있는 실험용 튜브	Graduated test tubes
•	스풀링 막대	Spooling rods
•	소금 팩	Salt packet

필요 장비 및 준비물

- 신선한 양파 조각
- 딸기, 바나나 조각
- 20mL 비커
- 시험관 (13x100mm)
- 70% 이소프로필 알
- 증류수
- 얼음통 및 얼음

💬 배경 지식

DNA - 디옥시리보핵산

1800년대부터 모든 살아있는 유기체는 **세포**로 구성되어 있다는 것이 알려져 왔습니다. 박테리아와 같은 유기체는 단일 세포인 반면, 인간과 같이 매우 복잡한 유기체는 수십억 개의 다양한 세포로 구성되어 있습니다.

1868년, 스위스의 생물학자인 **프리드리히 미셔**는 세포의 핵에 그가 **핵산**이라고 부르는 물질이 포함되어 있다는 연구를 수행했습니다. 그러나 1940년대 후반이 되어서야 핵산인 디옥시리보핵산 (DNA)이 유전 정보의 전달자로 인식되었습니다.

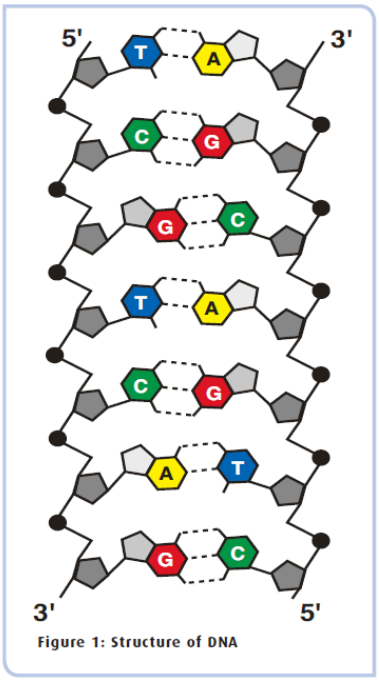


Figure 1: Structure of DNA

DNA는 두 가지 과정에서 중요한 역할을 합니다. **복제** 과정 동안 DNA는 자신을 복사할 정보를 제공하여 유전 정보가 세대 간 세포로 전달될 수 있도록 합니다. 두 번째 중요한 역할에서 DNA는 세포의 유지와 기능에 필수적인 **단백질**을 만드는 지침을 제공합니다. DNA는 다양한 단백질을 만드는 데 필요한 아미노산 순서에 대한 정보를 제공합니다.

DNA 분자의 구조는 1953년 **제임스 왓슨**과 **프랜시스 크릭**에 의해 밝혀졌습니다. 그들은 DNA가 두 가닥으로 구성된 **이중 나선** 구조임을 규명했습니다.

왓슨과 크릭 모델은 종종 **나선형 사다리**로 묘사됩니다. DNA의 두 가닥은 사다리의 **골격**이며, 당-인산 디에스테르기로 만들어져 있습니다. 당 골격은 사다리의 **가로대**를 지지하는 역할을 합니다. 이 가로대는 화학 염기인 아데닌(Adenine), 구아닌(Guanine), 사이토신(Cytosine), 티민(Thymine)으로 구성됩니다. 이 염기들의 첫 글자인 A, G, C, T는 과학자들이 DNA 가닥 내 염기 순서를 지정하는 데 사용합니다.

염기는 항상 쌍으로 배열됩니다. 한쪽 가닥에 A가 나타나면 반대쪽 가닥에는 T가 나타납니다. 유사하게, G와 C는 서로 반대쪽 DNA 가닥에 위치합니다. 염기들은 Figure 1에서 점선으로 표시된 약한 결합으로 서로 연결되어 있습니다.

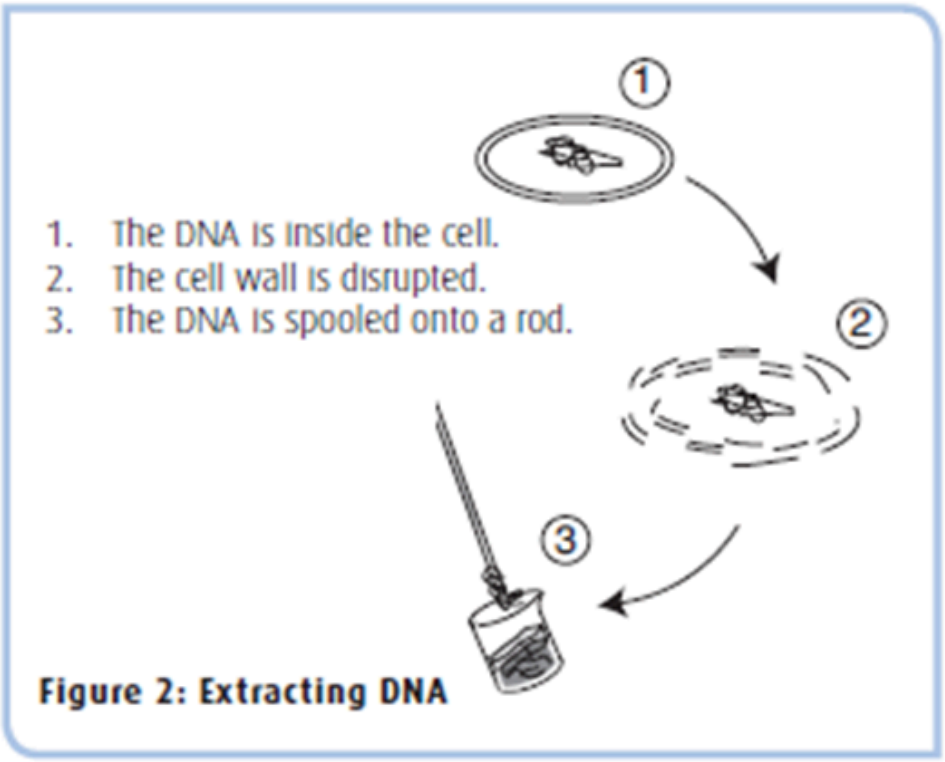


Figure 2: Extracting DNA

세포에 수용성 완충 추출 용액을 첨가하면 세포핵에서 DNA를 추출할 수 있습니다. 세포는 화학적으로 용해되어(파괴되어) 염색체로부터 DNA가 방출됩니다. 이 절차를 **세포 용해**라고 합니다. DNA는 물에 용해되어 보이지 않지만, 알코올에는 용해되지 않습니다. 핵산 정제 과정에는 보통 염이 있는 상태에서 알코올을 이용한 침전이 포함됩니다. 소독용 알코올(이소프로필 알코올)은 물보다 밀도가 낮기 때문에 DNA 용액 위에 두 번째 층을 형성합니다. 스풀링 막대(spooling rod)를 사용하여 두 액체 상의 경계면에서 용액으로부터 DNA를 감아 분리합니다. DNA는 막대에 수집될 때 점성이 있고 응고된 덩어리처럼 보입니다 (Figure 2). 감아올려지는 DNA의 양은 아미노산이나 작은 탄수화물 당과 같은 작은 생체 분자보다 훨씬 큰 DNA 단편의 크기에 따라 달라집니다.

이 실험에서 DNA는 다음 두 가지 방법 중 하나로 분리됩니다:

1) 염을 포함하는 완충 용액에서 DNA를 감아 올리거나, 2) 양파, 바나나 또는 딸기와 같은 조직에서 DNA를 추출하여 용액에서 감아 올립니다. DNA는 막대 위에서 육안으로 관찰될 것입니다.

🤝 실험 전 준비 (선생님용)

실험 당일:

1. 학생들이 실험을 수행하기 전에 70% 이소프로필 알코올(소독용 알코올)을 충분히 차갑게 준비합니다.
    - 매우 차가운 상태를 유지하기 위해 몇 시간 동안 또는 하룻밤 동안 냉동고에 보관합니다.
    - 눈금이 매겨진 트랜스퍼 피펫을 사용하여 70% 이소프로필 알코올 6ml를 시험관 20개에 각각 옮겨 담습니다.
    - 학생들이 알코올을 사용할 준비가 될 때까지 알코올이 담긴 시험관을 다시 냉동고나 얼음 위에 보관합니다.

🤎 실험 1. DNA 모델 구성

1. 각 학생 그룹은 다양한 색상의 구슬 세트를 받게 됩니다.
2. 교사는 네 가지 색상에 대해 염기 지정을 할당합니다. 예를 들어:
   빨간색 = 아데닌 (A)　　파란색 = 티민 (T)
   초록색 = 구아닌 (G)　　노란색 = 사이토신 (C)
3. 모든 구슬을 색상별로 분류합니다. 받은 구슬을 바탕으로, 다음 염기쌍 모델 중 하나 이상을 형성하도록 두 개의 개별 가닥으로 색깔 구슬을 올바르게 짝지어 보세요:
   A-T 염기쌍　　G-C 염기쌍
   얼마나 많은 A-T 또는 G-C 염기쌍을 만들 수 있었나요?

모든 학생의 염기쌍 모델을 함께 합치기:

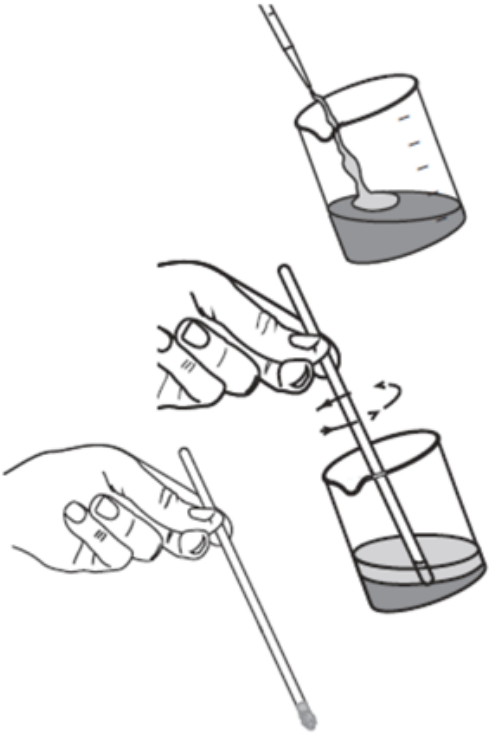
1. 교사의 도움과 반 친구들의 협력으로 DNA 사다리 모델을 만듭니다. 여러 구슬 부분의 끝을 연결하여 이중 가닥 DNA의 긴 두 가닥을 형성합니다.
2. DNA의 구조를 설명해 보세요.

📣 실험 2. DNA 스풀링 데모 (선생님용)

이 실험에서는 DNA에 소금을 넣고 이소프로필 알코올을 넣어 버퍼용액에서 스풀링되게 합니다. 이소프로필 알코올은 얼음처럼 차가운 온도여야합니다. (사용하기 최소 2시간 전에 냉동실 보관). 실험을 하기 전까지는 DNA용액과 알코올은 얼음에 꼽아 둡니다.

The Control(대조군)

1. 소금 2꼬집 만큼을 작은 비커나 시험관에 넣습니다.
2. 증류수를 2mL 눈금까지 넣고 돌려가며 소금을 녹입니다.
3. 피펫을 사용해 대조용액(증류수) 1mL를 추가합니다. 돌려가며 섞습니다.
4. 피펫을 사용해 대조용액을 매우 차가운 70% 이소프로필 알코올(약 6mL)로 덮습니다. 차가운 알코올이 비커나 시험관의 측면을 따라 부드럽게 흐르도록 합니다. 두 용액을 섞지 마십시오.
5. 스풀링 막대 끝을 두 용액의 경계선 바로 아래 놓습니다. 두 손가락으로 막대를 돌립니다.
6. 관찰한 것을 기록합니다.
7. 증류수로 막대를 헹구고 종이 타월로 완전히 물기를 닦아냅니다.



The Experiment 데모용 샘플

8. 소금 2꼬집 만큼을 작은 비커나 시험관에 넣습니다.
9. 피펫을 사용해 증류수 2mL를 넣고 돌려가며 소금을 녹입니다.
10. 피펫으로 키트에서 제공되는 DNA 샘플을 소금물에 옮깁니다. 잘 흔들어 섞습니다. 총 용량은 대략 3mL 여야 합니다.
11. 4번 단계와 동일하게 DNA 용액 위에 차가운 알코올을 덮습니다. 두 용액을 섞지 마십시오.

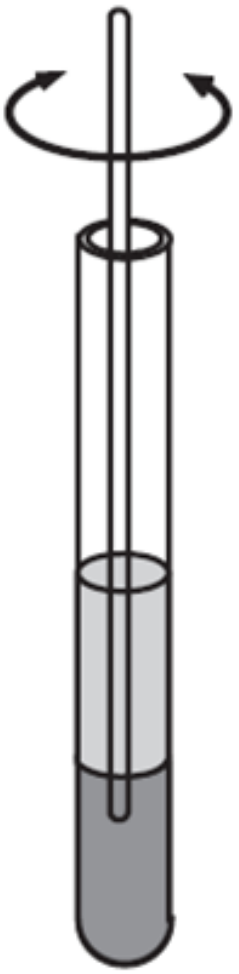
12. 스풀링 막대 끝을 두 용액 경계 바로 아래에 놓습니다. 두 손가락으로 막대를 돌리고 DNA를 스풀링합니다.
13. DNA 관찰하고 관찰 내용을 기록합니다.

🤝 실험 3. 양파 조직에서 DNA 추출

이 실험에서는 DNA에 소금을 넣고 이소프로필 알코올을 넣어 버퍼용액에서 스풀링되게 합니다. 이소프로필 알코올은 얼음처럼 차가운 온도여야합니다. (사용하기 최소 2시간 전에 냉동실 보관). 실험을 하기 전까지는 DNA용액과 알코올은 얼음에 꼽아 둡니다.

이 실험에서는 학생들이 추출버퍼를 사용해 양파 조직에서 DNA를 추출하고 차가운 이소프로필 알코올로 액체를 덮어 용액에서 스풀링합니다.

1. 양파(뿌리 끝부분이 아닌 몸통부위)를 5x5×5 cm 크기의 정육면체 모양으로 자르고 시험관에 넣습니다.
2. 피펫을 사용해 시험관 눈금의 3mL 표시에 도달할 때까지 DNA 추출 버퍼액을 넣습니다. 스풀링 막대 또는 뾰족한 기구를 사용해 양파샘플을 다집니다. (잘게 으깹니다). 이것은 양파 세포의 세포기관과 DNA가 나오게 합니다.
3. 피펫을 사용해 시험관에서 액체 층 2mL를 조심스럽게 빼내 깨끗한 시험관에 넣습니다. 이 때 양파조각이 딸려오는 것을 최소화합니다.
4. 액체를 차가운 70% 이소프로필 알코올 4mL로 넣어 덮습니다.
5. 스풀링 막대를 시험관에 넣고 두 손가락을 돌립니다. 두 용액의 경계면에서 부드럽게 돌려줍니다. DNA가 막대 주위를 감아 나타나게 됩니다. 중간중간마다 막대를 조심스럽게 올려 DNA가 잘 붙어나오는지 확인합니다.



6. 몇 분동안 스풀링한 후 시험관에서 막대를 빼내 DNA를 관찰합니다. DNA는 점성물질로 보일 것입니다.
7. 양파 DNA의 관찰 결과를 기록합니다.

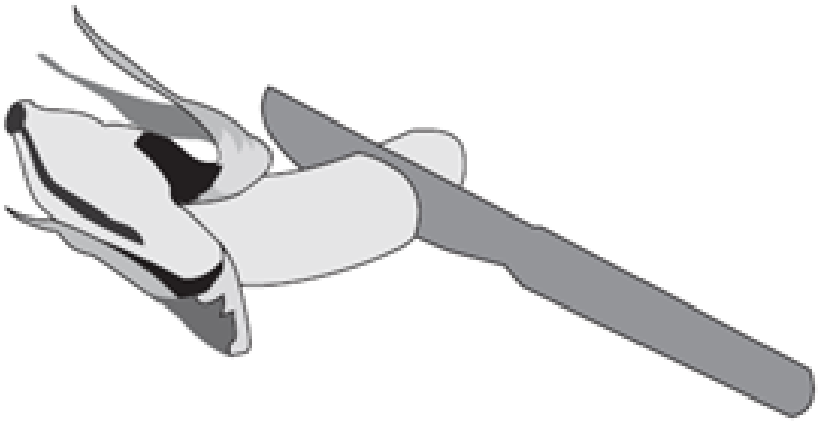
The Control

8. 이전에 배운 내용을 바탕으로 이 활동에 대한 통제를 요약하고 수행합니다.

🤝 실험 4. 딸기 또는 바나나에서 DNA 추출

이 실험에서는 학생들이 딸기나 바나나에서 앞에서 했던 방식대로 DNA를 추출합니다.

1. 딸기 또는 바나나를 5x5×5cm 크기의 정육면체 모양으로 자르고 시험관에 넣습니다.
2. 피펫으로 시험관 눈금의 3mL 표시에 도달할 대까지 DNA 추출 버퍼액을 넣습니다. 스풀링 막대 또는 뾰족한 기구를 사용해 샘플을 다집니다.
3. 피펫을 사용해 시험관에서 액체 층 2mL를 조심스럽게 빼내 깨끗한 시험관에 넣습니다. 이 때 샘플조각이 딸려오는 것을 최소화합니다.
4. 액체를 차가운 70% 이소프로필 알코올 4mL로 넣어 덮습니다.
5. 스풀링 막대를 시험관에 넣고 두 손가락을 돌립니다. 두 용액의 경계면에서 부드럽게 돌려줍니다. DNA가 막대 주위를 감아 나타나게 됩니다. 중간중간마다 막대를 조심스럽게 올려 DNA가 잘 붙어나오는지 확인합니다.
6. 몇 분동안 스풀링한 후 시험관에서 막대를 빼내 DNA를 관찰합니다. DNA는 점성물질로 보일 것입니다.
7. 딸기, 바나나 DNA의 관찰 결과를 기록합니다.



👨🏽‍💻 토론

1. 추출된 DNA의 모양을 묘사합니다.
2. 핵은 무엇입니까?
3. 뉴클레오타이드는 무엇입니까?
4. 염색체는 무엇입니까?
5. Cell lysis란?
6. 왜 알코올 층을 DNA용액 위에 올렸나요?
7. 두 용액을 섞지않는게 왜 중요한가요?
8. DNA의 어떠한 특성이 스풀링되게 하였나요?
9. 스풀링에서 어떤 어려움이 있었나요?
10. 인간은 얼마나 많은 염색체를 가지고 있나요?

DNA 및 세포 관련 질문 답변

추출된 DNA의 모양을 묘사합니다.

추출된 DNA는 보통 **흰색의 가느다란 실이나 솜뭉치 같은, 또는 끈적끈적한 젤리** 같은 형태로 관찰됩니다. 용액 속에서는 약간 뿌옇게 보이기도 합니다.

핵은 무엇입니까?

- *핵(nucleus)**은 세포 내에 있는 중요한 소기관으로, 세포의 유전 정보를 담고 있는 **염색체**들을 보호하고 세포의 성장, 대사, 분열 등 생명 활동을 조절하는 중심 역할을 합니다. 🔬

뉴클레오타이드는 무엇입니까?

- *뉴클레오타이드(nucleotide)**는 DNA나 RNA와 같은 핵산을 구성하는 **기본 단위체**입니다. 이는 인산, 당(DNA의 경우 디옥시리보스, RNA의 경우 리보스), 그리고 질소 염기로 구성됩니다.

염색체는 무엇입니까?

- *염색체(chromosome)**는 세포의 핵 속에 있으며, **DNA가 히스톤이라는 단백질에 감겨 응축된 구조**입니다. 유전 정보를 담고 있으며, 세포 분열 시 이 정보가 딸세포로 정확하게 전달되도록 합니다.

Cell lysis란?

- *세포 용해(cell lysis)**는 세포막이나 세포벽이 파괴되어 **세포 내부 물질(DNA 포함)이 밖으로 방출되는 과정**을 의미합니다. DNA 추출 실험에서는 DNA를 얻기 위해 의도적으로 세포를 용해시킵니다. 💥

왜 알코올 층을 DNA 용액 위에 올렸나요?

DNA는 물에는 잘 녹지만 **알코올에는 잘 녹지 않습니다**. DNA 용액 위에 차가운 알코올을 조심스럽게 부으면, DNA가 물과 알코올의 경계면에서 응축되어 눈으로 볼 수 있게 석출됩니다. 알코올은 DNA를 침전시키는 역할을 합니다.

두 용액을 섞지 않는 게 왜 중요한가요?

두 용액(DNA 용액과 알코올)을 격렬하게 섞으면 길고 가는 DNA 가닥이 물리적인 힘에 의해 **작은 조각으로 부서질 수 있습니다**. 이렇게 되면 DNA를 유리 막대로 감아 올리기(스풀링)

어려워지거나, 관찰하기 어렵게 됩니다. 조심스럽게 층을 이루게 하면 DNA가 손상 없이 경계면에서 서서히 응축됩니다.

DNA의 어떠한 특성이 스풀링되게 하였나요?

DNA가 스풀링될 수 있는 주된 특성은 다음과 같습니다:

1. **긴 사슬 모양의 중합체(polymer) 구조**: DNA는 매우 긴 분자이기 때문에 서로 엉키고 뭉쳐서 실처럼 감아 올릴 수 있습니다.
2. **알코올에서의 불용성**: DNA는 알코올에 녹지 않아 침전되면서 서로 뭉쳐 눈에 보이는 덩어리를 형성합니다.

스풀링에서 어떤 어려움이 있었나요?

스풀링 과정에서 겪을 수 있는 일반적인 어려움은 다음과 같습니다:

- **DNA 양이 너무 적어** 눈에 잘 보이지 않거나 감아 올리기 어려울 수 있습니다.
- DNA가 너무 **작게 조각나서** 잘 감기지 않고 흩어질 수 있습니다.
- 용액을 너무 세게 다루면 DNA가 **끊어지거나** 다시 용액 속으로 흩어질 수 있습니다.
- 알코올과 DNA 용액의 경계면이 명확하지 않으면 스풀링이 어려울 수 있습니다.

인간은 얼마나 많은 염색체를 가지고 있나요?

인간은 일반적으로 **23쌍, 총 46개의 염색체**를 가지고 있습니다. 이 중 22쌍은 상염색체이고, 1쌍은 성염색체(여성은 XX, 남성은 XY)입니다. 🧬