

주제 탐구 활동 계획서

학번 및 이름	
관련 과목	과학
지도 교사	
탐구 주제	비타민C의 항산화 작용 관찰을 통한 산화-환원 반응 이해

1. 탐구 동기

동아리에서 카페인 추출 실험을 한 뒤 카페인 함량을 분석하고 화학적 원리가 인체에 어떤 영향을 주었는지 알게되었으며 또 어떤 다른 화학적 물질이 인체에 영향을 줄 수 있는지 찾아보았고 통합과학에서 배우는 산화와 환원으로 부터 나오는 개념이 실제 생활속에서 어떤 작용을 하는지 더 탐구해 보고 싶었습니다. 평소 사람들이 감기 예방, 면역력 강화 등 건강을 위해 비타민을 챙겨 먹지만 이 비타민이 정확히 어떤 화학적 원리로 인체에 영향을 미치는지 모릅니다. 활성산소가 생기며 세포의 전자를 가져가 노화가 발생하는데 비타민 같은 항산화제가 산화제에게 전자를 줘 산화를 막아준다는 화학적 성질을 바탕으로 비타민 제품의 항산화력을 비교하고 비타민c의 항산화 반응을 실험을 통해 관찰하고 항산화 반응의 화학적 원리를 깊이있게 이해하며 이 반응의 원리가 인체와 어떻게 연관되는지 과학적으로 탐구해보기 위해 실험을 진행하게 되었습니다.

2. 탐구 계획(매우 구체적으로 작성)

재료: 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액, 종류수, 비커, 종이컵, 유이막대, 비타500, 레모나, 오렌지 주스, 라면

1. 비커에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액과 종류수를 1:1 비율로 희석

(종류수를 우리의 몸이 깨끗할 때로, 아이오딘을 첨가한 수용액을 스트레스와 각종 원인들로 인해 세포의 산화가 이루어진 상태)

2. 첫 번째로 레모나 첨가(용액의 투명도 관찰)

3. 비타500, 오렌지 주스를 각 종이컵에 같은 양을 옮기고 각 용액에 첨가(유리 막대로 저어주고 색 변화, 투명도 관측)

4. 색이 변한 3개의 비커속 용액을 비교해 투명도에 따라 항산화 작용 순서를 체크한다

산화된 몸에서 해로운 음식을 섭취했을 때 비타민을 섭취하면 일어나는 변화 확인 실험

1. 위와 같은 방식으로 만든 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액에 라면 넣는다.

2. 라면의 색 변화 관측

3. 라면이 있는 용액에 비타500을 넣는다.

4. 용액의 색 변화 관측, 라면 저어주기

5. 1분후 라면의 색 관측, 용액에 넣기 전의 라면과 색 비교

비타민C의 항산화 반응 실험 관측을 바탕으로 화학적 원리 분석

주제 탐구 활동 보고서

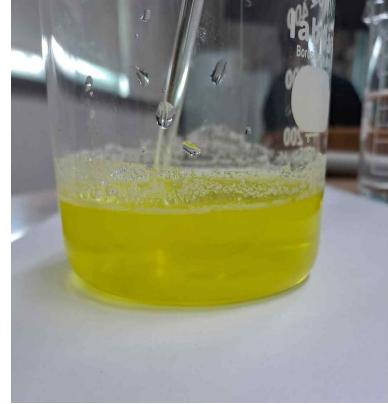
탐구 주제	비타민C의 항산화 작용 관찰을 통한 산화-환원 반응 이해		
학번 및 이름		지도 교사	

탐구 내용 및 결과

3. 탐구 결과

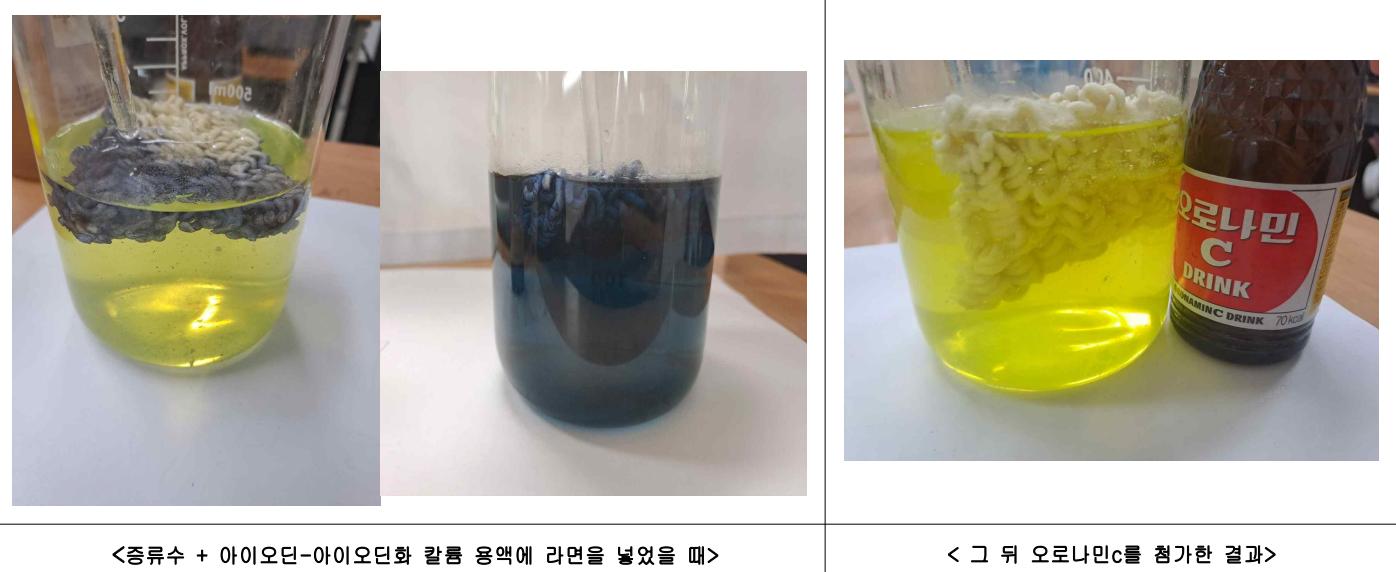
	
<증류수>	<증류수 + 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액>

	
레모나	레몬주스, 오로나민c

	
증류수 + 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액에 레모나 넣은 결과	증류수 + 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액에 레몬주스, 오로나민c 넣은 결과

증류수를 우리의 몸이 깨끗할 때로 아이오딘을 첨가한 수용액을 스트레스와 각종 원인들로 인해 세포의 산화가 이루어진 상태이며 증류수와 아이오딘-아이오딘화 칼륨용액을 1:1의 비율로 희석하고 그 용액에 레모나, 레몬 주스, 오로나민c를 넣었을 때, 색이 반하면서 용액이 투명해지는 것이 관찰되었다. 오로나민c, 레몬주스, 레모나 순으로 투명한 정도가 잘 나타났고 항산화 작용이 잘 일어 났다. 세포의 노화는 세포의 산화를 의미한다. 활성 산소 즉, 필요 이상으로 과잉된 산소가 호흡과 대사과정에서 쓰이고 남아 만들어지는 유해산소가 생기며 어느 정도 우리 몸에 필요하긴 하지만, 과다해지면 '산화적 스트레스'에 노출될 수 있다. 활성 산소는 세포의 전자 를 가져가기 때문에 노화가 이루어지고 세포를 손상시켜 인체에 해로운 영향을 준다. 항산화 물질을 통해 세포의 노화를 막을 수 있다. 항산화 기능은 체내 활성산소를 제거함으로써 산화를 억제하고, 인체를 보호하는 데 도움을 주는 역할을 한다.

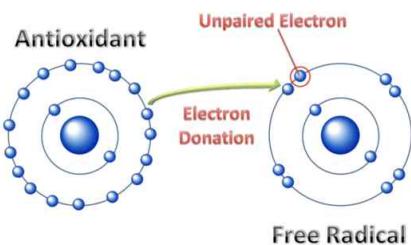
항산화 작용의 대표적인 예는 이 실험에 나타난 것 처럼 비타민c이며 시중에서 파는 비타민c의 다양한 제품이 항산화 작용을 잘 할 수 있다는 것을 알 수 있었다.



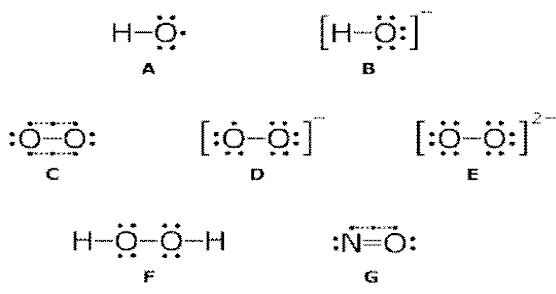
증류수와 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 1:1로 희석한 뒤 라면을 넣을 때, 라면의 색이 청남색으로 변하였다.

이 상황은 산화된 몸에서 인스턴트 같은 해로운 음식을 섭취하였을 때 우리의 몸에서의 변화를 나타내며, 라면에 들어있는 녹말과 아이오딘의 작용으로 인해서 라면이 청남색으로 변한 것이며 결국, 용액과 라면 모두 검은색처럼 보이게 된다. 이 상태에서 위 실험에서 항산화 작용이 가장 잘 일어났던 오로나민c를 넣은 결과, 처음에는 수용액에서만 변화가 보였지만 시간이 지나며 용액, 라면 모두 원래 상태로 돌아오는 것을 알 수 있다.

이 실험을 통해, 비타민을 섭취하면 세포의 노화를 막을 수 있다는 것을 알 수 있다.



산화는 산소를 얻거나, 전자를 잃거나, 수소를 잃는 경우, 환원은 산소를 잃거나, 전자를 얻거나, 수소를 얻는 것이다. 자유라디칼은 반응성이 큰 물질로 자신은 환원되려는 속성이 강하다. 위의 그림에서 항산화물질은 자유라디칼에 전자를 제공함으로써 자유라디칼은 환원되며 안정한 분자나 화합물이 되고, 항산화물질은 산화되며 환원제로써 기능을 한다. 이들(항산화물질)은 비록 산화되지만 반응성은 활성산소보다 약하다(활성산소보다는 덜 유해하다).

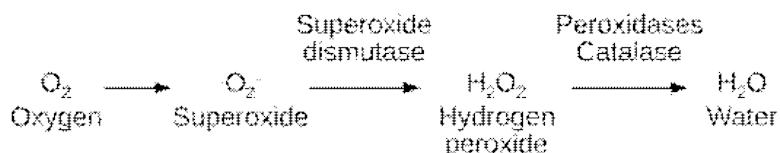


활성산소의 루이스 구조.

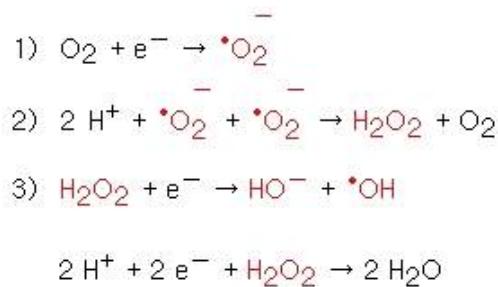
활성산소는 O_2 로부터 생성되는 반응성이 높은 물질이다. A: hydroxyl radical ($HO\cdot$); B: hydroxide ion (HO^-); C: triplet oxygen ($O_2^{·+}$); D: superoxide anion ($O_2^{·-}$); E: peroxide ion (O_2^{2-}); F: hydrogen peroxide (H_2O_2); G: nitric oxide ($NO\cdot$). ·는 짹짓지 않는 전자 즉, 라디칼 및 홀전자를 나타낸다. 이러한 활성산소들은 주로 산화제이며, 산화적 스트레스를 유발한다. 꼭 산화제로의 작용이 아니더라도 반응성이 커서 다른 화합물의 결합을 파괴시킨다. $O_2^{·-}$ 와 같은 음이온은 산화제로 작용하지는 않더라도, 이것은 수소 양이온과 반응하여 과산화수소를 생성하고, 과산화수소가 환원되면 또 다른 활성산소로 분해되는 연쇄작용을 하므로 위험하다.

활성산소는 산소원자를 포함하는 화학적으로 반응성이 강한 분자나 화합물로써 주로 라디칼이며 그 외 이온들이다. 생체내의 활성산소는 산소의 정상적인 대사과정에서 생성되며 활성산소는 세포신호와 항상성에 역할을 하지만 활성산소의 농도가 높아지면 세포의 구조를 손상시킬 수 있다.

활성산소는 강한 산화력(산화제, 자신은 환원, 남은 산화시킴)을 가진 산소로써 생체 조직을 공격하고 손상을 유발한다.(상황에 따라 환원제로도 작용). 아래의 과정은 산소가 활성산소로 전환되는 과정이며, 붉은색은 활성산소의 종류들이다.



<생체에서 산소가 활성산소(초과산화물)이 되고, 효소적 항산화제인 SOD와 과산화효소에 의해 과산화수소와 점차 안전한 물이 되는 과정>

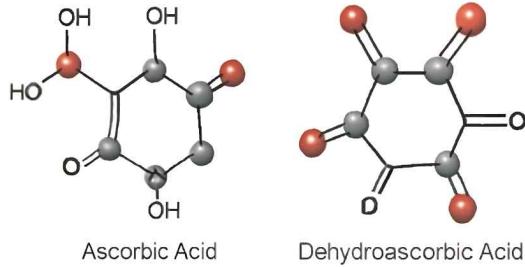


- 1) 산소가 전자를 얻어 환원되면서 초과산화물이 된다. 초과산화물은 산소의 음이온 라디칼로써 대부분의 활성산소들의 전구체이다
- 2) 초과산화물의 불균등화반응에 의해 과산화수소와 산소가 생성된다.
- 3) 과산화수소는 부분적으로 환원되어 수산화이온과 히드록시 라디칼을 생성하거나, 완전히 환원되어 물이 된다.

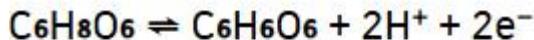
이러한 과정 중에서 생성되는 활성산소들은 반응성이 크며 환원력이 크기 때문에 다른 화합물들의 전자를 뺏어와 조직의 변형을 일으켜 세포를 손상시킨다.

비타민c의 화학식은 $C_6H_8O_6$ 으로 아스코르브산이라 불리며 이 분자는 Y-락톤 고리 구조를 중심으로 여러개의 하이드록시기(-OH)를 포함하고 있으며 구조적으로 매우 산화에 민감한 특징을 가진다. 특히 2번 탄소에 있는 하이드록시기와 3번 탄소의 이중결합 구조가 산화 반응의 핵심이며 이 부분에서 전자가 이동하면 아스코르브산은 디하이드로아스코르브산으로 산화되며 항산화 작용을 수행한다.

Structure of Ascorbic Acid vs. Dehydroascorbic Acid

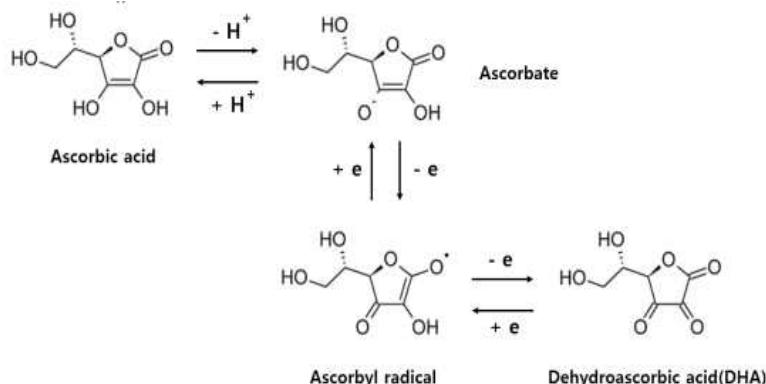


비타민c는 항산화제로서 자유라디칼을 제거하는 역할을 하고 이는 전자 한쌍을 갖지 못하는 불안정한 분자들이 주변 분자에서 전자를 강제로 빼앗는 반응성을 통해 세포를 손상시키는 것을 의미한다. 아스코르브산은 이러한 라디칼에 자발적으로 전자를 제공하여 안정화 시킨다. 이 과정을 통해 아스코르브산은 산화되며 디하이드로아스코르브산으로 전환되고 이를 산화-환원 과정으로 설명하면,



아스코르브산은 2개의 수소이온과 2개의 전자를 잃고 디하이드로아스코르브산으로 산화된다.

이 반응을 통해 비타민c는 항산화제로서 작용하며, 자유 라디칼과 반응해 우리 몸의 세포를 산화적 스트레스로부터 보호한다.



<비타민C의 산화와 환원과정>

비타민c는 단순한 영양소를 넘어, 화학 구조의 특성을 기반으로 여러 화학 분야에서 융합적으로 활용되고 있다.

비타민c의 항산화 작용의 특성을 이용한 식품 제품 개발, 의학품 개발(감기, 면역력 강화), 화학 성분을 이용한 화장품개발 등등 이용된다.

4. 탐구 과정 중 발생한 문제점 및 해결 방법

실험을 할 때, 레모나, 레몬 주스, 오로나민c에 들어있는 비타민c 함량과 이 3가지의 양도 다 달라 정확한 실험 측정을 위해 전자저울로 이용하여 정확하게 균등한 양을 측정하였고 용액의 정확한 수치의 투명도를 측정할 수는 없어 투명도를 비교하기 어려웠지만, 유리 막대를 넣어 보이는지 안 보이는지를 기준으로 비교하였다.

처음에는 요오드 용액을 사용하였지만 용액이 다 떨어져 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 사용하였고 비타민c 항산화 반응 실험을 할 때 이 용액 모두 써도 되는지 조사해 본 결과, 항산화 반응 색 변화 실험을 할 때에는 2개의 용액을 모두 써도 되지만 주로 비타민 C 항산화 비교 실험에서 I_2-KI 용액을 쓰는 이유는 요오드가 I_3^- 상태로 물에 잘 녹고 반응이 안정적이기 때문이다.

느낀점(배운점 / 본인이 성장했다고 생각되는 점 등)

이번 실험은 단순히 눈앞에서 색이 바뀌는 현상을 관찰하는 것이 아니라, 그 이면에 숨겨진 화학 반응의 본질과 생명 현상과의 연결성을 이해하는 중요한 계기가 되었다. '항산화'라는 개념은 흔히 건강 관련 정보에서 자주 접하지만, 그 작용이 구체적으로 어떤 원리로 이루어지는지, 우리 몸과 어떻게 연결되는지에 대해서는 막연하게 알고 있었다. 그러나 이번 실험을 통해 항산화 물질이 우리 몸속 세포를 손상시키는 요소를 실제로 억제할 수 있다는 것을 눈으로 확인하면서, 이론과 현실이 연결된다는 강한 인상을 받았다. 실험 중 가장 인상 깊었던 점은, 식품에 따라 항산화 작용의 정도가 확연히 달랐다는 것이다. 그 차이는 단순히 영양소의 양 때문만이 아니라, 그 성분이 어떤 방식으로 반응하느냐에 따라 결정된다는 사실을 배우게 되었다. 예를 들어, 우리가 흔히 건강음료나 과일 속에 들어 있다고 믿는 성분이 실제로 얼마나 강하게 작용하는지는 실험을 통해 직접 검증할 수 있다는 점이 과학의 매력이자 힘이라는 것을 느꼈다. 또한 실험 과정에서 느낀 점은 과학은 '정답'을 찾는 것이 아니라 '현상을 해석하고 설명하는 과정'이라는 점이다. 어떤 재료가 어떤 반응을 일으킬지 예상하고 결과가 예상과 다를 때는 왜 그런 차이가 발생했는지를 고민하며 나의 사고 방식도 조금씩 달라졌다. 실험이 성공적이었느냐보다 그 과정에서 얼마나 논리적으로 사고하고, 근거를 찾고, 설명할 수 있느냐가 더 중요하다는 것을 깨달았다. 무엇보다 이 실험을 통해 나는 화학이라는 학문이 단순한 분자 구조나 공식 계산에 머무는 것이 아니라, 우리 일상과 밀접하게 연결된다는 사실을 체감할 수 있었다. 몸속에서 일어나는 수많은 반응, 약의 작용 원리, 식품의 품질 변화, 심지어 피부 노화까지도 모두 화학의 언어로 설명할 수 있다는 사실은 나에게 화학에 대한 흥미를 더욱 깊게 만들어주었다. 이번 경험을 계기로 나는 앞으로 더 많은 실험과 탐구를 통해 화학이 삶에 어떤 방식으로 작용하고 응용될 수 있는지를 체계적으로 배우고 싶다.