

콜라와 초콜릿에도 들어있는 카페인 탐구하기



■ 분야 : 생명과학

■ 강사: 유성중학교 교사 김도영

OPENLab 수업을 소개합니다.

청소년들이 종종 몰라서 무심코 섭취하는 음료수와 디저트 중에는 카페인이 들어있는 경우가 많습니다. 특히 콜라와 초콜릿은 일상적으로 소비되는 제품 중 하나입니다. 많은 청소년들이 이 두 가지를 즐기면서도, 그 안에 숨겨진 카페인 함량에 대해 인식하지 못하고 있을 수 있습니다.

콜라는 많은 청소년이 즐기는 탄산음료인데 상쾌한 맛과 함께 에너지 부족을 해소하는 용도로 소비됩니다. 그러나 콜라에는 카페인이 함유되어 있어, 과도한 섭취는 수면 부족, 심장의 빠른 박동, 불안 등을 초래할 수 있습니다. 이러한 부작용은 특히 성장하고 있는 청소년들에게 부정적인 영향을 끼칠 수 있습니다.

또한, 초콜릿도 청소년들이 즐겨 먹는 간식 중 하나입니다. 그러나 초콜릿에도 카페인이 함유되어 있어, 무분별한 섭취는 수면 문제뿐만 아니라 신체적인 불균형과 정서적인 변화를 일으킬 수 있습니다. 특히, 초콜릿은 설탕과 지방 함량도 높아 과도한 섭취는 건강에 부정적인 영향을 미칠 수 있습니다.

이처럼 청소년들이 섭취하는 음료수와 디저트에는 그들이 몰랐던 카페인 존재와 카페인 함량이 있습니다. 청소년기는 건강한 식습관을 유지하고 성장에 필요한 수면과 안정을 고려할 때, 카페인 섭취량을 적절히 조절하는 것이 중요합니다. 부모나 교육자는 청소년들에게 카페인에 대한 정보를 제공하고, 적절한 섭취량을 알려주어 건강한 생활 습관을 기를 수 있도록 도움을 주어야 합니다. 오늘은 청소년 스스로 음식물 속에 숨은 카페인의 존재와 그 함량을 알기 위해 DCM(다이클로로메테인)을 이용한 카페인 탐구하기를 실험합니다. 이번 실험을 통해 생활 속 다양한 식품 속에 정말 카페인의 존재와 함량을 알아보기로 합니다.

OPENLab & 교육과정 연계성

【 2015 개정 교육과정 】

대상	과목	내용요소	성취기준
중학교	과학	물질의 특성	[9과13-04] 밀도 차를 이용하여 고체 혼합물 또는 섞이지 않는 액체 혼합물을 분리하는 방법을 이해하고, 우리 주변에서 사용되는 예를 찾아 설명할 수 있다.
고등학교	통합과학	혼합물의 분리	[10통과-01-05] 인류의 생존에 필수적인 산소, 물, 소금 등이 만들어지는 결합의 차이를 알고, 각 화합물의 성질을 비교할 수 있다.

【 2022 개정 교육과정 】

대상	과목	내용요소	성취기준
중학교	과학	물질의 특성	[9과08-03] 물질의 특성을 이용하여 혼합물이 분리되는 원리를 이해하고, 이를 이용한 사례를 주변에서 찾을 수 있다.
고등학교	통합과학	생활 속 과학탐구	[10과탐2-01-02] 사회적 이슈나 생활 속에서 과학 탐구 문제를 발견하고, 이를 해결하기 위한 과학 탐구 활동을 계획하고 수행할 수 있다.

한 눈에 보는 OPENLab 수업

I. OPENLab 이론적 배경

- ▶ 카페인의 정의
- ▶ 혼합물의 분리

고체-액체 혼합물 : 거름

액체-액체 혼합물 : 밀도차에 의한 분별 깔때기

액체-액체 혼합물 : 용해도 차를 이용한 추출

II. OPENLab 이 수업의 핵심 기기

: 흡후드

III. OPENLab 실험과정: 카페인 추출 실험

- 가. 5분 과학 실험실 안전 영상 시청
- 나. 카페인 추출 이론적 배경
- 다. 실험 재료 확인 및 주의 사항 안내
- 라. 실험 과정 설명
- 마. 카페인 추출 실험

IV. OPENLab 결과분석 및 마무리: 카페인 추출 결과 확인

- 가. 카페인 추출 결과 확인
- 나. 실험실 뒷정리
- 다. 설문 조사

V. OPENLab 참고문헌

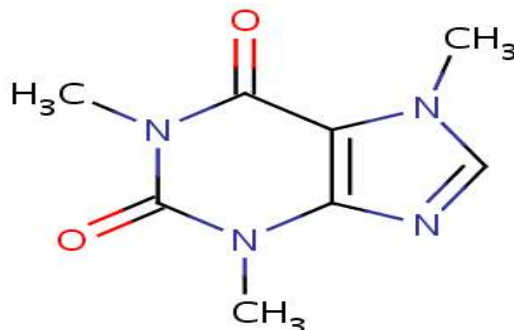
I. OPENLab 이론적 배경

본 수업에서는 식품이나 음료를 제조하는 업체에서 제품에 함유된 카페인의 양을 정확하게 파악하여 제품의 품질과 안전성을 보장하거나 연구자가 식품 속 카페인 함량을 분석하여 개인의 카페인 섭취량을 추정하거나 규제 기관에서 카페인 포함 식품의 규제에 활용할 때 사용하는 DCM(다이클로로메테인)을 이용한 카페인 함량을 정량적으로 측정하는 방법을 안내하고자 합니다.

1. 카페인의 정의

가. 카페인의 구조

: 카페인은 알칼로이드의 일종으로 중추신경을 흥분시키는 약리 작용이 있고 푸린 유도체에 속한다. 카페인은 극성분자라서 물에 잘 녹으며, 분자량은 194.19이고 녹는 점은 238℃이다. 순수한 카페인은 냄새가 없고 쓴맛을 가진 하얀 분말로 물에 잘 녹으며 커피를 추출할 때 물에 쉽게 용출된다. 카페인은 다른 어떤 향정신성 약물보다 사용이 잦은 세상에서 가장 흔한 정신 흥분제이다. 커피나 차 초콜릿은 카페인을 함유하고 있는 대중화된 기호 식품이다. 이 식품들에는 카페인과 더불어 두 가지의 연관된 잔틴을 함유하고 있다. 잔틴이란 카페인을 포함하는 화학유도체로서 알려진 가장 오래된 흥분제이다. 가장 주된 잔틴으로는 카페인, 테오플린, 테오로브빈이 있다. 카페인은 Alkaloid 화합물로 광택이 나는 무색, 무취의 흰색 바늘모양 결정이며 뜨거운 물과 알코올에 약간 녹으며 쓴맛이 있다. 카페인은 강심제, 중추신경 자극제, 이뇨제 등의 약효를 보여주고 있다. 그러나 내성 및 습관성이 생기며 카페인이 들어있는 차를 많이 마시면 무기력감, 두통, 메스꺼움을 느껴 독극물이 될 수도 있다.



<그림1> 카페인의 구조

나. 카페인의 효능

1) 긍정적 효능

- 각성효과

각성 효과로 정신이 맑아지며 두통, 근육의 피로, 편두통 등을 일시적으로 완화시켜 주고 신진대사가 활성화 되어 에너지 충전에 도움을 준다. 졸음을 방지해주고 집중력을 일시적으로 향상시켜주므로 작업능률을 높여주는 데도 도움이 된다.

- 위암, 간암 예방 효과

커피가 암 발생률을 낮추는 것은 커피에 포함되어 있는 항산화물질 등이 암세포 발생을 억제하고 커피를 즐겨 마시는 사람들이 좋아하는 서양식 식생활이 위암에 대해 예방적으로 작용하기 때문인 것으로 분석됐다.

- 혈압 강화 효과

커피를 매일 1잔 마시면 확실히 최대혈압이 0.6mmHg, 최소혈압이 0.4mmHg내려가는 것으로 밝혀졌다. 그리고 매일 커피를 마시는 양이 늘어남에 따라 혈압이 내려가는 정도가 비례했다.

- 다이어트 효과

커피는 대사를 항진시켜 체중감량을 도와주기도 한다. 카페인은 신체의 에너지 소비량을 약 10%올린다. 즉 같은 것을 먹어도 카페인을 섭취한 사람 쪽이 칼로리 소비가 10% 증가되어 비만을 방지한다. 카페인은 글리코겐보다 먼저 피하지방을 에너지로 변환하는 작용을 한다.

- 음주 후 숙취 방지와 해소

술에 취한다는 것은 알콜이 체내에 분해되어 아세트알데히드로 변하는 것이며 이것이 몸에 오랫동안 남아있는 것이 숙취현상이다. 카페인은 간 기능을 활발하게 해 아세트알데히드 분해를 빠르게 하고 신장의 움직임을 활발하게 하여 배설을 촉진시킨다. 술을 마신 후 한 잔의 물과 커피를 마시면 큰 도움이 된다.

2) 부정적 효능

- 불면증

커피를 마시면 나타나는 대표적인 증상으로는 숙면을 취할 수 없다는 것이다. 커피 속의 카페인이 중추신경을 자극하기 때문이다. 카페인의 혈중농도가 절반으로 줄어드는

반감기는 대개 4시간이다. 따라서 숙면을 취하기 위해서는 저녁 식사 후 잠들 때까지는 커피를 삼가야 한다.

- 불안과 신경과민

카페인을 과다 섭취하게 되면 가슴이 두근거리고 신경과민 증상이 일어난다. 이런 경우 가슴의 답답함과 근육의 떨림, 두통, 긴장감이 느껴지고 식은땀이 흐른다.

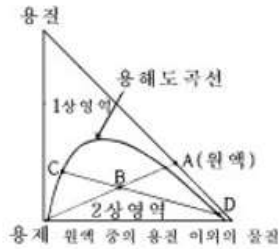
- 속쓰림 유발

커피가 위벽을 자극, 위산 분비를 촉진하고 위장과 식도를 연결하는 괄약근을 느슨하게 만들어 위산이 식도에 역류, 속쓰림을 악화시킬 수 있다. 하루 6잔의 커피를 마시는 사람에게서 위궤양 발병률이 높다는 보고가 있다. 레귤러(regular)커피나 저카페인(decaffeinated)커피도 마찬가지이다. 그러므로 위산과다가 있거나 속쓰림 등 위궤양 증상이 있는 사람도 되도록 커피를 마시지 말아야 한다.

3. 카페인 분리 관련 용어

가. 추출(Extraction)

액체의 용매를 사용해서 고체 또는 액체 속에서 어떤 특정한 물질을 용해, 분리하는 조작이다. 혼합물속에서 산, 알칼리에 의한 반응 또는 킬레이트 생성과 같은 화학반응에 의해서 추출하거나 용매만 이용해서 추출한다. 고체에서 추출하는 경우를 고-액 추출, 액체에서 추출하는 경우를 액-액 추출이라하며, 고-액 추출은 침출이라고도 한다. 고-액 추출이란 입자 상태 또는 분말 상태의 고체에 용제를 작용시켜, 고체 속의 어떤 성분을 선택적으로 추출하는 조작을 말한다. 광물에 강산류를 작용시켜 바라는 성분을 꺼내는 것도 고-액 추출이고, 콩류에서 원하는 유류를 추출하는 것이 대표적인 고-액 추출이라 생각해도 좋다. 조작은 회분식이 되고있는 경우가 많고, 교반통에 분쇄된 고체를 넣고 거기에 용제를 가하여 뒤섞고, 충분히 추출되면 고체 액체를 거르거나, 또는 원심 분리하여 액체를 정제 처리해서 원하는 성분을 분리하는 것이 보통 하는 방법이다. 액-액 추출은 추출 조작 중에서 액체 혼합물의 원액에 용제를 작용시켜서 혼합물 중에 있는 특정의 물질을 다른 물질에서 분리하는 조작이다. 액-액 추출의 특징은 원액과 용제가 2상을 형성하여 비중차에 의해 2상으로 분리하는 것이며, 희망하는 물질 즉 용질을 선택적으로 용제상으로 이동 분리할 수 있다. 삼각도상의 A를 원액의 조성이라고 하고 그림의 2상 영역 내에 들어가도록 용제를 첨가하여 전체의 조성이 B로 되었다고 하면 그것이 C와 D의 2상으로 나누어져 용제상으로 용질이 이동하게 되는 것이다.

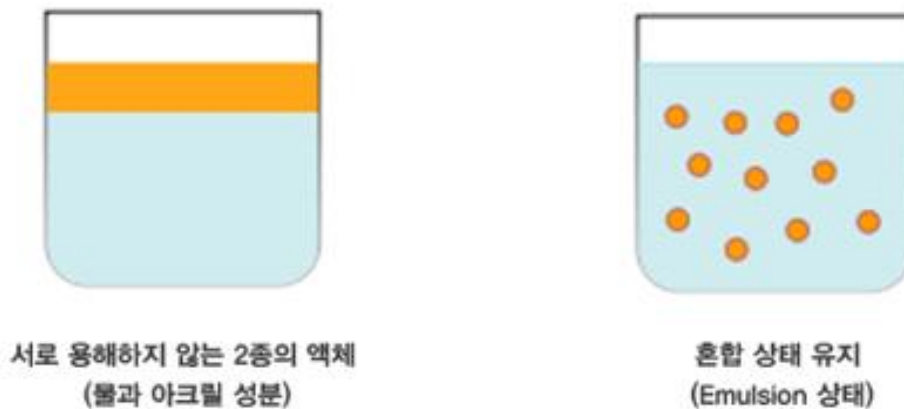


<그림2> 액체-액체 추출 그래프

C와 D의 비중차가 크면 그만큼 2상으로 분리되는 것이 쉽고 또 C와 D를 연결하는 직선의 경사가 오른쪽 내려감이 급할수록 분리 효과가 크게 된다. 공업적인 응용 예로는 윤활유 정제나 방향족 화합물의 분리 등이 있는데 최근에는 석유 화학 및 원자력 공업을 비롯해서 여러 종류의 화학 공업에서 각종의 액-액 추출 즉, 액체 액체 추출이 대규모로 행하여지게 되었다. 실험실에서는 각종 분리, 정제, 분석 등에 이용되고 있는데 고체에서 추출하는 데는 Soxhlet추출기, 액체에서 추출하는 데는 분액깔때기 등을 사용하며 용매로는 물, 알코올, 에테르, 석유에테르, 벤젠 등이 사용된다.

나. 에멀전(Emulsion)

두 액체를 혼합할 때 한 쪽 액체가 미세한 입자로 되어 다른 액체 속에 분산해 있는 것이다. 이 액체의 가장 대표적인 예가 동물의 젖이기 때문에 유탁액이라고 한다.



<그림3> 에멀전의 예시 (아크릴 에멀전)

일상생활에서 우유를 비롯하여 많은 예를 볼 수가 있는데 때로는 젤라틴과 같은 친수 콜로이드로 보호된 콜로이드 분산계를 분산질의 여하를 불문하고 에멀전이라 하기도 하고, 분산해 있는 입자가 콜로이드 입자의 크기와 같은 유탁 콜로이드와 구별하지 않을 때도 있다.

물과 기름처럼 서로 용해하지 않는 두 액체를 흔들어서 섞으면 에멀전이 되지만 이것은 일반적으로 불안정하여 방치하면 다시 두 액상으로 갈라지는 경우가 많다. 이것은 안정 시키려면 에멀전화제를 가하는 것이 보통이다.

다. 염석 효과(Salting-out effect)

물층에 있는 카페인을 더 많이 DCM층(다이클로로메테인)으로 옮기기 위해서 포화 염화소듐(염화나트륨, NaCl) 수용액을 넣는다. NaCl을 넣게 되면 물은 Caffeine보다는 이온인 NaCl을 더 잘 녹이고 Caffeine을 덜 녹이게 되어 MC층에 더 녹게 되는데 이러한 현상을 염석효과, Salting-out effect라고 한다.

라. 분배 계수

분배 계수 K는, 용매 A에서의 용해도를 X, 용매 B에서의 용해도를 Y라 한다면, 밑의 식으로 정의가 된다.

$$K = \frac{X}{Y}$$

<표1> 분배 계수 관계식

이 경우에는, X는 DCM층에서의 Caffeine의 용해도, Y는 물층에서의 Caffeine의 용해도가 된다. 그런데 Caffeine이 물보다는 DCM층에 잘 녹기 때문에, 즉 용해도가 크기 때문에 K값은 1보다 크다. K값이 1보다 크면 물층에 있는 Caffeine의 절반 이상이 DCM층으로 옮겨가게 됨을 의미한다. 이 분배 계수로 인하여 1번 많은 양의 MC를 쓰는 것보다 여러 번 보다 적은 양의 DCM를 써서 걸러내면 더 많은 양의 Caffeine을 얻을 수 있다.

4. 카페인 추출 시약

가. 탄산 칼슘(CaCO₃)

탄산 칼슘은 상온에서 흰색의 고체로 존재하며 이산화탄소가 있는 물과 반응하면 중탄산칼슘으로 된다. 탄산 칼슘은 각종 암석에도 흔하게 들어 있고, 생명체에서도 흔히 볼 수 있다. 각종 불순물과 결합하여 유기산 같은 불순물을 중화시키는데 이용되기도 한다.

나. 다이클로로메테인(CH₂Cl₂)

다이클로로메테인은 이염화메틸렌 또는 염화메틸렌이라고도 불린다. 양원자성 유기 화합물로 화학식은 CH₂Cl₂이다. 상온에서 투명한 액체이며 특유의 냄새가 빠르게 퍼져 나간다. 여러 유기 화합물의 용매로 사용된다. 물과는 잘 섞이지 않지만, 약한 극성이 있고, 다른 유기 용매와도 잘 섞이는 혼화성을 보인다. 섭취 시 유독하며 중추신경 기능 저하, 장손상, 간손상을 유발한다. 흡입 시 유독하며 중추신경기능 저하, 폐손상을 유발한다. 피부에 자극을 일으키며 피부 탈지를 유발한다. 눈에 심한 자극을 준다. 끓는점은 40.21℃, 녹는점은 -96.8℃이다. 유기화합물의 추출 및 반응용제, 냉매 등에 널리 이용된다.

UN GHS 기준에 따라



삼킬 경우 유해함.
흡입할 경우 치명적임.
피부나 눈에 자극을 일으킴.
졸음, 어지러움을 유발할 수 있음.
중추신경계, 혈액, 간, 심장 그리고 폐에 유해함.
삼켜서 기도로 유입될 경우 유해할 수 있음.
흡입 시 장기간 반복적으로 노출 시 중추신경계에 유해함.
암을 유발할 수 있음.

운송

UN 분류

UN 위험 등급: 6.1; UN 포장 그룹: III

<그림4> 다이클로로메테인 GHS

다. 염화나트륨(sodium chloride)

화학명은 염화나트륨이며 분자식은 NaCl이다. 이번 실험에서 추출 시 에멀전이 많이 생기면 수용액에 녹아있는 유기물을 유기 용매층으로 많이 옮겨가도록 하기 위해 넣기도 한다.

라. 무수 황산마그네슘(MgSO₄)

이번 실험에서는, 추출로 분리한 유기층에서 수분을 제거하기 위해 물을 잘 흡수하는 황산마그네슘을 사용한다.

II. OPENLab (이 수업의) 핵심 기기

1. 기기: 흡후드



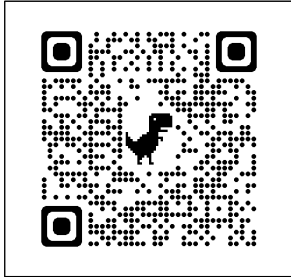
출처] [유독가스\(흡후드, 바이오세이프티, 보관함, 글러브박스\)를 흡입하지 않도록 스톡 사진 1750761233 | Shutterstock](#)

2. 기기 초간단 소개

실험실 흡 후드는 독성 위험이나 인화성의 증기, 가스와 에어로졸로부터의 노출되는 것의 제어를 목적으로 합니다. 흡 후드는 실험실에서 흡들로 부터의 노출 제어의 일차적 방법입니다. 실험실 흡 후드는 국소적 배기가스 통풍 시스템(엔지니어링 제어) 타입입니다. 전형적인 흡 후드는 안전 유리로 만들어진 이동 가능한 앞 새시(창문)이 있는 캐비닛입니다. 적절히 사용되고 작동하는 흡 후드는 국한된 위치에서의 유해 가스, 먼지, 미스트와 증기를 배출하고 흡입되는 곳의 노출로부터 작업자를 보호하여 줍니다. 모든 실험실 후드는 containment를 기본적인 원리로 작용합니다. 외부에 대한 음압은 후드 내부의 어떠한 독성 증기로부터의 노출을 막아주며 공기는 후드의 열림에 따라 일정 비율로 빨려들어갑니다. 실험의 수행 절차는 주로 블로워와 덕트 연결 된 후에 지속적이고 안전 하게 배기되는 후드 내에서 수행하셔야 됩니다. 외부 환경으로 배기되었을 때, 화학적 가스는 대기에서 수차례 희석되며 인체 건강에 유해 정도가 무시할 수 있을 정도가 됩니다. 환경적 고려가 중요하다면, 종종 scrubber라 불리는 추출물 처리 시스템은 배기 가스 stream으로 부터 대부분의 수증기를 제거하기 위하여 설치됩니다. 알맞은 후드 면 속도 (후드가 열렸을 때 빨려들어오는 공기의 속도)는 흡 후드의 안전하고 효과적인 작동을 위하여 중요합니다. 과도한 면 속도는 주로 난기류와 오염의 감소 결과를 가져올 수 있지만 불충분한 속도는 그렇지 않기에 후드 성능에 적절한 밸런스가 중요합니다. 일반적으로, 0.5m/s 혹은 100fpm의 후드 유입 속도가 권장됩니다. 대부분의 후드는 보통 샷시를 전부 열었을 때 최소 유입 속도(예. 0.5m/s 혹은 100fpm)를 나타냅니다. 하지만, 에너지 고려가 가장 중요하다면, 후드로부터 제거된 냉난방된 공기의 양을 감소 하기 위한 경제적인 방법은 전체-새시 오픈이 아닌 절반-새시 오픈에서 후드의 면 유입 속도를 최소의 크기로 밸런싱 하는 것입니다.

출처] [Esco | 흡 후드를 위한 가이드 \(Guide to Fume Hoods\) \(escolifesciences.co.kr\)](#)

3. 사용법 영상



4. 사용시 주의사항

- 1 -

흡후드는 다음의 외부적 방해요인이 있는 곳으로부터 멀리 떨어진 곳에 설치한다.
: 에어컨이나 팬이 있는 곳, 문 앞이나 사람을 왕래가 잦은 곳 등

Install the fume hood away from any external disturbances such as: foot traffic, door opening, and aircons or fans.

- 2 -

작업 시작 전 배기가 잘 되는지 확인한다

Ensure that the exhaust has been turned on before commencing work.

- 3 -

안전장갑, 보안경, 실험실 가운 등 PPE를 착용한다

Use appropriate personal protective equipment such as gloves, goggles, and laboratory gown.

- 4 -

작업자는 후드로부터 일정한 거리를 유지하고 얼굴이 후드 내부에 위치하지 않도록 주의한다

Keep your face outside and practice working at least 6 inches back from the face of the hood.

- 5 -

조심히 동작하고 빈잡한 움직임을 자제합니다

Move cautiously and avoid deliberate movements.

- 6 -

폭발 또는 분출 위험 가능성이 있다면, blast shield를 사용해야 합니다

If a potential for explosion or eruption exists, a blast shield should be utilized.

- 7 -

Combination 새시를 설치했다면, 두가지(vertical sash & horizontal sash) 새시를 동시에 열지 않도록 합니다

If a combination sash is installed, do not open the vertical and horizontal sashes simultaneously.

- 8 -

후드 기류를 돕는 역할을 하는 에어포일(Airfoil) 또는 배플(Baffle)을 제거하지 않습니다

Do not remove the airfoil or baffles as they aid the hood's airflow.

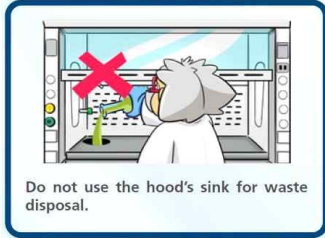
- 9 -

기류의 분쇄를 방해할 위험이 있으므로 흡후드 안에 불필요한 물건을 보관하지 않습니다

Do not use the fume hood as a storage area for chemicals and reagents as it will interfere with the airflow and containment.

- 10 -

흡후드 내부 배수구를 통해 폐기물을 처리하지 않습니다.



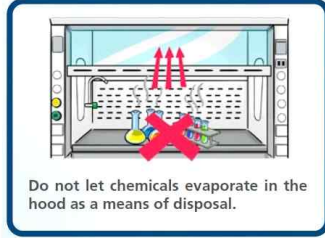
- 13 -

성능에 문제가 있다고 감지될 경우 즉시 사용을 중단합니다
세시를 완전히 닫아 작업을 중단합니다



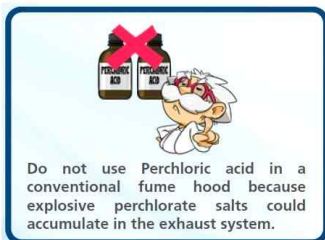
- 11 -

후드 안에서 폐기를 위한 목적으로 화학물을 증발시키지 않습니다



- 14 -

후드에서 과염소산(perchloric acid)을 사용하지 않습니다
폭발성이 있는 과염소산염(Perchlorate)이 배기 시스템에 축적될 수 있습니다.



- 12 -

후드 내부에 있는 화학 물질은 뚜껑을 닫아 둡니다



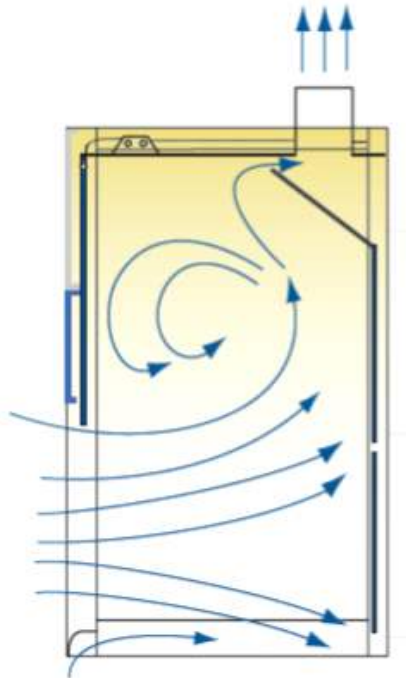
- 15 -

정기적으로 유지보수와 검증을 수행합니다



출처] [흡후드\(Fume Hood\) 안전한 사용법 : 네이버 블로그 \(naver.com\)](http://naver.com)

5. 흡후드 기류



Conventional Fume Hood

출처] [\[ESCO\] 화학실험 흡후드 \(Fume hood\) : 네이버 블로그 \(naver.com\)](http://naver.com)

III. OPENLab 실험 과정

- 목표 : 다양한 시약을 활용하여 혼합물 속에 있는 카페인을 추출할 수 있다.

1. 재료 확인

: 거름종이, 깔때기, 비커, 분별 깔때기, 증류수, 커피 믹스, 녹차, 탄산 칼슘, 포화 염화나트륨 수용액, 황산 마그네슘, DCM(다이클로로 메테인)



2. 실험계획 수립

1) 본 실험의 목적은 무엇인가?

혼합물 속에 있는 다양한 물질 중 특정 물질인 카페인 추출을 통해 혼합물의 분리 과정을 이해할 수 있다.

2) 녹차와 홍차 등 다양한 차에서도 카페인을 확인할 수 있을까?

3. 실험 과정

1. 100mL 비커에 CaCO_3 0.4g와 증류수 50mL를 넣고, 커피/홍차/녹차 tea bag 적정량을 50~60°C 정도에서 20분 정도 우려낸다.
(단, Teabag이 다 잠기도록 할 것. 가끔 약수저로 눌러서 찢 때 찢어지지 않도록 주의하고, CaCO_3 는 카페인 추출 시 함께 추출되는 유기산 ‘탄닌’을 제거하기 위함이다.)
2. 이때 다른 비커에 증류수 40mL를 함께 가열한다.
3. tea bag을 약수저로 누르며 우려낸 성분을 잘 짜낸 후, 다른 쪽 비커에서 한 번 더 찐다. (이때 Tea bag이 찢어지지 않도록 주의한다.)
4. 비커의 두 용액을 합하고 CaCO_3 가 충분히 반응할 수 있도록 잘 저어준 후, 용액을 식힌다.
5. 뷰흐너 깔때기에 거름종이를 올려놓고, 감압 플라스크와 감압장치를 이용하여 위에서 얻은 용액을 걸러 낸다. 이때, 최소량의 물로 잔유물을 씻어준다.
6. 거른 용액을 분별 깔때기에 붓고, 감압 플라스크를 다이클로로 메테인을 넣고 1~2번 씻은 후 분별 깔때기에 추가로 넣는다.
7. 우려낸 용액을 다이클로로 메테인 50~60mL 로 추출한다. 추출 시 에멀전(중간층)이 많이 생기면 포화 NaCl 용액을 넣어 한 번 더 추출한다.
(에멀전이 생기지 않게 하기 위해서는 분별 깔때기를 살살 흔들며 추출한다.)
8. 추출로 분리한 유기층을 깨끗한 삼각 플라스크에 모으고 무수황산마그네슘(MgSO_4)를 2~3 숟가락 정도 넣고 잘 흔들어 준다.
9. 감압 장치를 이용해 MgSO_4 를 걸러낸다.
10. 거른 용액을 100mL 둥근바닥 플라스크로 옮긴 후, 증발기를 사용하여 용매인 다이클로로 메테인을 증발시켜 농축한다.

- 실험의 Tip

이번에 진행한 실험은 카페인 추출에 관한 실험이었다. 이 실험의 목적은 녹차, 커피, 홍차 티백을 이용해 안에 불순물을 제거하여 카페인을 추출하는 것이다. 카페인을 추출하기 위해 다양한 재료 사용시 왜 다양한 결과가 나왔는지, 실제 실험 데이터와 같은지 비교 관찰하도록 한다.

실험하기 전 우리는 녹차 티백 1개당 카페인양이 약 15mg이라고 한다. 만약 사용한 녹차 티백의 수 만큼 카페인 추출이 되지 않았을 경우 실험 과정상 오차 발생 원인을 찾거나, 시료 마다의 차이가 있는지 비교 관찰하도록 한다. 참고로 탄닌이나 기타 불순물 제거가 제대로 되지 않거나, 다이클로로 메테인에 추출되는 시간이나 양의 차이로 인해 다소 적은 양이 추출되기도 한다.

티백을 짜는 과정에서 하나의 티백이 터지고 나니 불안해서 살살 힘을 주어서 찼다. 좀 더 적극적으로 터지지 않고 요령껏 찼거나, 조금 더 오랜 시간 추출하는 시간을 갖는다면 더 많은 카페인이 추출이 될 것이다.

다이클로로 메테인을 이용해서 물 속에 녹은 카페인을 옮길 경우 더 많은 교반과 시간을 가질 경우 당연히 더 많은 카페인을 얻을 수 있다. 이때 물 속에 녹은 양과 동일한 양의 다이클로로 메테인을 넣게 되는데, 한번에 같은 양을 넣지 않고 여러 번 나누어서 넣고 동일한 과정을 반복할 경우 더 많은 카페인을 얻을 수 있다.

농축한 카페인이 플라스크 안에 있었을 때에 양과 실제로 얻어진 카페인 무게를 측정했을 때 무게의 차이가 생길 수 있다. 플라스크에서 확실히 카페인을 긁어내지 못했거나, 카페인의 양이 매우 적어서 저울로 측정하기 어려울 때 다양한 오차가 발생할 수 있다. 또한 플라스크 무게를 측정할 때 최초의 무게를 잘못 측정하여 오차가 빈번하게 발생하기도 한다. 따라서 실험 결과 측정시 조금 여유를 갖고 측정하고, 무게를 측정하는 저울의 측정 범위도 0.001g의 단위까지 측정하는 기구를 사용하는 것을 추천한다.

카페인 추출 시 CaCO_3 (탄산칼슘)를 사용한 것은 녹차 티백 속 카페인이 아닌 다른 불순물을 제거하기 위해 사용한 것이고, 포화 NaCl 수용액을 사용한 것은 에멀전을 없애기 위해 사용된 것이다. 각 시약할 때 주의사항을 잘 준수하고, 정해진 양이 있을 경우 그 양을 초과하지 않도록 한다.

IV. OPENLab 결과 분석 및 마무리

식품 속에 있는 카페인 추출하기 결과 확인하기

1. 카페인이 검출된 식품에는 무엇이 있는가?

2. 추출한 재료의 카페인 양은 어떻게 되는가?

3. 카페인 추출한 재료 중 가장 많이 카페인이 추출된 재료는 무엇인가?

4. 카페인 양을 무게 측정이 아닌 다른 방법으로 확인하는 방법은 무엇인가?

V. OPENLab 참고문헌

1. (책의 경우) 저자, 제목, 출판사, 출판년도, 페이지
2. (인터넷자료 - 보고서) 일반화학 카페인의 추출과 분리 예비보고서 결과보고서 pdf, hwp : 네이버 블로그 (naver.com)
3. (인터넷자료) [일반화학실험] 7. 카페인의 추출과 분리 실험 결과 레포트 (tistory.com)
4. (인터넷자료) 카페인 추출실험 - SchoolManualWiki (iptime.org)
5. (인터넷자료) ICSC 0058 - 디클로로메탄 (ilo.org)
6. (인터넷자료) 다이클로로메테인 - 나무위키 (namu.wiki)
7. (인터넷자료) Esco | 흡 후드를 위한 가이드 (Guide to Fume Hoods) (escolifesciences.co.kr)
8. (인터넷자료) 흡후드(Fume Hood) 안전한 사용법 : 네이버 블로그 (naver.com)
9. (인터넷자료) 카페인 추출 실험을 알아보자 (feat. 용매 추출법 원리) : 네이버 블로그 (naver.com)

[부록] OPENLab 학생 활동지

활동지

카페인(caffeine) 추출

시작 전 안전 연수 + DCM 유독 + 도구 주의 안내

준비 단계

1. 녹차 우리기 20~30분 / 아메리카노 만들기 / 재료 준비 - 탄산칼슘 50g 포화 NaCl용액 DCM

과정 1

100ml 비이커에 녹차 + 탄산칼슘 50g 넣고 젓기
아메리카노 50ml + 탄산칼슘 50g 넣고 젓기

2

감압 장치를 이용해 용액을 분리

3

분별 깔때기에 추출물과 동량의 DCM 넣고 흔들기
1. **절대로 세계 흔들지 않고, 흡후드 안에서 흔들 것(독성 주의)**
2. 뜨거운 시료에 의해 분별깔때기 속 압력이 높아져서 용기 파손이 될 수 있음.
3. 포화 NaCl 넣고 흔들기 - 염석작용(선택)

4

분별 깔때기를 이용한 분리 및 DCM으로 세척

5

MgSO₄ 넣고 마무리 + DCM 후드에서 날려보내기