

천연물로부터 카페인 추출에 관한 연구

이윤배*, 류근걸**, 이종권**, 성시창*, 신은정*
순천향대학교 화학공학과*, 신소재공학과**

e-mail: ybchem@sch.ac.kr, kraten@sch.ac.kr, jklee@sch.ac.kr
frei-sc@hanmail.net, shinej8100@hanmail.net

Isolation of Caffeine from Natural Plant

Yoonbae Lee*, Kunkul Ryoo**, Jongkwon Lee**,
Sichang Sung*, Eunjung Shin*

Dept of Chemical Engineering*, Dept of Materials Engineering**,
Soonchunhyang University

요 약

본 연구에서는 시판되는 녹차 속에 함유된 카페인을 추출하여 그 성분의 비교 분석하였다. 녹차와 탄산음료의 카페인 함량분석 실험에서는 HPLC를 사용하여 실험하였다. 녹차 속 카페인의 함량분석 실험에서는 다사랑 설록차(태평양)에 가장 많은 카페인 함량이 함유되어 있었고, 현미녹차(국제)에 가장 적은 카페인 함량이 함유되어 있었다. 또한 탄산음료 속 카페인의 함량분석 실험에서는 코카콜라에 가장 많은 카페인 함량이 들어있고 사이다(칠성)에 가장 적은 카페인 함량이 들어있다는 것을 알 수 있었다.

1. 서론

커피나 차에 들어 있는 카페인 성분은 Fig. 1에 보이는 바와 같이 3개의 메틸기를 가진 크산틴 구조이다. 이 카페인 성분은 흥분을 일으키는 물질로써 백색의 연한 결정이다. 찬물에는 녹기 어렵고 뜨거운 물에는 잘 녹으며 쓴 맛이 있다. 녹차 등에서 뜨거운 물로 추출시켜 타닌 등을 제거하고 단리(單離)할 수 있다. 또 디메틸요소·말론산을 출발물질로 하여 화학적으로 합성할 수도 있다. 식물 속에서의 합성은 그 밖의 퓨린염기와 마찬가지로 글리신·포름산·이산화탄소 등을 재료로 하여 합성된다. 또 3개가 존재하는 메틸기는 메티오닌에서 유래하고 있다.

카페인의 중요성은 그 약리작용에 있다. 중추신경 흥분제, 호흡흥분제, 강심제, 이뇨제이며, 소량으로는 피로회복의 효력이 있고, 편두통이나 심장병 등에도 쓰인다. 여기에 벤조산나트륨을 가하여 수용성으로 만든 것이 강심제로 알려진 벤조산나트륨 카페인이다.

카페인 성분은 주로 커피, 초콜릿, 녹차, 홍차, 두통약,

각종 드링크 등에 많이 들어 있다(표 1). 여기에 들어 있는 카페인 성분은 우리 신경계에 직접적인 자극을 주지는 않는다. 대신 두뇌와 척추세포들의 활동을 억제하는 체내 화학물질인 아데노신의 활성을 떨어뜨린다. 그렇게 되면 아데노신이 할 일(신경세포 활동 억제)을 못해 신경세포의 활동이 활발해진다. 또, 카페인 성분은 체내에서 칼슘과 철분의 흡수성을 떨어뜨려 다량으로 섭취할 경우 골다공증을 일으키거나 빈혈을 일으킬 수 있고, 위산분비를 촉진시켜 위궤양이나 위염을 일으킬 수도 있다. 때문에 빈속에 카페인 성분은 든 음료만을 계속해서 마셔대는 것은 속을 버릴 수도 있다. 카페인은 이뇨작용까지도 있다.

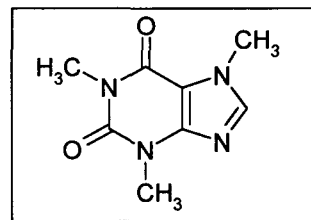


Fig.1 Caffeine

Table 1. 기호 식품과 청량음료 Caffeine 함량 비교

음료의 종류	카페인함량 (mg)	음료의 종류	카페인함량 (mg)
레귤러커피 (150ml)	83	홍차 (150ml)	40
윈두커피 (150ml)	70	인스턴트커피 (150ml)	30
인스턴트커피 (150ml)	60	카페인제홍차 (150ml)	2
카페인커피 (150ml)	3	코코아 (150ml)	4
콜라 (150ml)	25	밀크초콜릿 1개 (18g)	7
다이어트콜라 (250ml)	23	초코우유 (200ml)	4
각성제	100	감기약	30

2. 실험

2.1 Caffeine 추출 원리

추출(extraction)은 용매에 따라서 화합물이 녹는 특성이 큰 차이를 보이는 경우에 사용되는 분리 방법이다. 에멀전(emulsion)현상은 분별 깔때기를 사용할 때 너무 세게 흔들면 섞이지 않는 용매가 작은 방울 형태로 되어 분리 효과를 떨어뜨린다. 염석효과(salting-out effect)를 이용하여 수용액 층에 염을 넣어 주면 수용액에 녹아있는 유기물이 유기용매 층으로 더 많이 옮겨가는 현상이 이 실험에서는 사용되는 원리들이다.

2.2 실험 방법

처음 100mL 비이커에 CaCO₃ 0.4g와 증류수 60mL를 넣고, 약 6g의 홍차(tea bag 4개)을 50~60℃ 정도(용기에 기포가 생길 정도, 눈금 80~100 정도)에서 30분 정도 우려낸다. (Tea bag이 다 잠기도록 할 것. 가끔 spatula로 눌러 짤 것. 찢어지지 않도록 주의) 이때 다른 비이커에 증류수 30mL를 함께 가열한다. (우려내다 보면 증발로 인해 bag이 다 안 잠길 수 있다. 이때는 조금 더 물을 보충한다)

Tea bag을 spatula로 누르며 우려낸 성분을 잘 짜낸 후, 다른 쪽 비이커에서 한 번 더 짤다(하나씩 옮겨 짤 것). 이때 Tea bag이 찢어지지 않도록 주의해야 한다. (두 용액을 합하고 CaCO₃가 충분히 반응할 수 있도록 잘 저어줄 것. 약간 식은 후에 여과한다.)

깨끗한 감압 플라스크에서 감압장치를 이용하여 위에서 얻은 용액을 걸러낸다. 이때, 최소량의 물로 잔유물을 씻어준다. 거른 용액을 분별깔때기에 넣는다.

(추출 시 어느 쪽이 유기층인지 이해시킬 것. 밀도를 모를 때는 분리한 용액 하나에 물을 2~3 mL가량 가해 섞이는지 아닌지로 판별한다) CH₂Cl₂으로 우려낸 용액을 3회 정도 추출한다(이때 가하는 CH₂Cl₂의 양은 추출할 용액의 양에 따라 결정한다). 에멀전이 많이 생기면 매 추출 시 NaCl을 작은 Spoon으로 함께 가한 다음 추출한다. (처음은 넣고 그냥 가볍게 휘저은 후 빼내고 두 번째도 그렇게 살짝 휘저은 후 빼낸다. 세 번째 정도에서 살살 흔들며 추출한다. 에멀전은 너무 세게 분별 깔때기를 흔들지 않으면 어느 정도 억제될 수 있다. 그래도 생기는 에멀전은 분별 깔때기를 툭툭 쳐주거나 spatula로 Emulsion부분을 휘저어 주면서 밀바닥의 기포를 천천히 끌어 올리면 깨끗한 유기층(CH₂Cl₂ layer)을 넓힐 수 있다. 그래도 안 되면 NaCl을 넣으면 바로 깨끗한 유기층(CH₂Cl₂ layer)이 넓어지는 것을 볼 수 있다. 그러나 에멀전이 형성되면 많은 시간이 소요되거나 또는 층 분리에 어려움이 생기므로 추출 시에 세게 흔들지 말고 여러 번 추출을 반복하는 것이 좋다. (6 ml씩 4-5회 정도) 모은 유기층이 많을 때에는 물중탕(40~50℃)에서 감압장치를 이용하면 쉽게 농축 가능하다. 추출로 분리한 유기층을 깨끗한 삼각 플라스크에 모으고 drying agent인 Na₂SO₄를 2-3 spoon정도 넣고 잘 흔들어 준다. Glass filter를 이용하여 감압 장치로 Na₂SO₄를 걸러낸다. 그 후 감압 플라스크를 고무마개로 막고, Aspirator로 CH₂Cl₂를 증발시킨다. 따뜻한 물(40℃ 정도)에 flask를 담그면, 더욱 빨리 CH₂Cl₂를 증발시킬 수 있다.

3. 결과 및 고찰

여러 가지 녹차에 들어 있는 카페인의 양은 HPLC 분석한 결과 표 4와 같다. 시판중인 탄산음료에 들어 있는 카페인 양은 표 5와 같다.

녹차에서 추출해낸 물질은 TLC와 HPLC를 통해 카페인이라는 것이 확인되었다. TLC는 카페인(순도 98.5%)과 실험으로 추출한 녹차 카페인을 따뜻하게 데운 증류수에 녹여 실시하였고, 이동상은 여러 가지 유기용매들 중 아세톤이 가장 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

또한 HPLC를 이용하여 녹차와 탄산음료 속에 들어있는 카페인 함량을 분석한 결과, 녹차는 다사랑 설록차(태평양)에 가장 많은 카페인이 들어있었고, 그 다음은 현미녹차(한국제다), 현미녹차(삼화), 발아현미녹차, 현미녹차(국제) 순으로 나타났다.

그리고 탄산음료는 코카콜라에 가장 많은 카페인이 함유되어있었고, 그 다음은 펩시콜라 > 제로 칼로리 콜라(코카콜라) > 블루 콜라(펩시콜라) > 체리코크(코카콜라) > 사이다(칠성) 순으로 나타났다.

Table 4. 녹차(tea bag)의 Caffeine 함량

제품명	농도(ppm)
다사랑 설록차	500
현미녹차 (한국제다)	250
현미녹차 (삼화)	195
발아현미녹차	193
현미녹차 (국제)	142

Table 5. 탄산음료 속 Caffeine 함량

제품명	농도(ppm)
코카콜라	109
펩시	102
제로칼로리	73.8
블루펩시	65
체리코크	62
사이다(칠성)	30.5

4. 결론

시판되는 녹차 속에 함유된 카페인을 추출하여 추출물이 카페인이라는 사실을 확인하였다. 녹차와 탄산음료의 카페인 함량분석 실험에서는 HPLC를 사용하여 정량하였다.

녹차 속 카페인의 함량분석 실험에서는 다사랑 설록차(태평양)에 가장 많은 카페인이 함유되어 있었고, 현미녹차(국제)에 가장 적은 카페인이 함유되어 있었다. 또한 탄산음료 속 카페인의 함량분석 실험에서는 코카콜라에 가장 많은 카페인이 들어있고 사이다(칠성)에 가장 적은 카페인이 들어있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학기술기획평가원 국가지정연구실 (과제번호 : M1-0302-00-0029) 지원으로 수행

되었으며 이에 감사드립니다. 이 연구를 위하여 귀한 시간을 할애한 장석준군, 김현주양에게도 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 서울대학교 천연물과학 연구소 「천연물의 성분 분석」 과학기술처, 1993.
- [2] 서울대학교 천연물과학 연구소 「한국의 천연물 과학 연구」 서울대학교 출판부.
- [3] 우원식 「천연물 화학 연구법」 민음사, 1984.
- [4] 한국과학기술원 「천연물로부터 신규물질의 개발에 관한 연구」 과학기술처, 1980.
- [5] D. L. Harris, 김강진 등 공역 「Quantitative chemical Analysis 2nd ed.」 자유아카데미, 1991.
- [6] R. M. Roberts 외 3인, 김정균 외 5인 번역[유기 화학실험].
- [7] 김기원 · 옥치균 「한국의 차생활사 변천고」 경남진주농전대 논문집, 1980.
- [8] 김명배 「다도학 논공」 대광문화사, 1996.
- [9] 김운학 「한국의 차 문화」 현암사, 1983.
- [10] 석용운 「한국의 차 정신」 한국문화예술진흥원.
- [11] 유화정 「한국산 녹차의 성분과 혈당 강하 작용에 관한 연구」 한양대학교 박사학위논문, 1992.
- [12] 이웅희 「한국 녹차가 생활문화에 미친 영향과 그 효능에 관한 연구」 부산산업대 석사학위 논문, 1988.

참고 사이트

- <http://viro.uiduk.ac.kr/~kchan/001lecture/004specialtopics/2000-2/caffeine>.
- [http://user.chollian.net/~loverletter/health-law/caffein-1.html#\[영양교실\]](http://user.chollian.net/~loverletter/health-law/caffein-1.html#[영양교실])
- <http://ephosp.metro.seoul.kr/philoph-6.htm>
- <http://laplace.snu.ac.kr/~dale/project/coffee/caffeine/caffeine4.html>
- <http://edu13.joongang.co.kr/coffee/sub2/virtue/sungbun2.htm>
- <http://topos.hihome.com/walk/coffee/health.html#caffein>
- <http://user.chollian.net/~pain7575/coffee.html>.