

녹차에서 추출한 Catechin혼합물의 활성탄 흡착 특성

권태옥, 박성복, 임학규, 문일식
순천대학교 화학공학과

Adsorption Characteristic of Catechins from Green Tea on Activated Carbon

Tae Ouk Kwon, Sung bok Park, Hak guy Im, Il Shik Moon
Department of Chemical Engineering, Suncheon National University

서론

최근 각종 유용 천연물에 대한 관심의 증가와, 이들 유용 천연물의 각종 생리적 및 약리적 효과들이 밝혀짐에 따라 식품, 의약 및 각종 산업전반에 걸쳐 이를 이용하기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이와 같은 유용 천연물질 중 일상 생활에서 가장 흔히 접할 수 있는 대표적인 물질이 바로 차이다. 차는 세계적으로도 널리 소비되고 있는 천연음료로서, 국내에서도 차의 원료로서 뿐 아니라 식품 및 화장품 그리고, 의약품과 같이 각종 산업전반에 걸쳐 해마다 그 수요량이 증가하고 있는 추세이다[1].

특히 녹차에는 인체에 유용한 Catechin성분이 다량 함유되어 있는 것이 밝혀진 후 녹차로부터 Catechin성분들을 추출 및 분리 정제하고자 하는 연구가 활발히 진행되어 왔다. 녹차 추출물에는 주로 (-)epigallocatechin gallate(EGCG) 및 (-)epigallocatechin(EGC), (-)epicatechin gallate(ECG), (-)epicatechin(EC), (+)catechin(C)과 같은 Catechin류가 다량 포함되어 있는데, 이와 같은 녹차 Catechin은 혈압저하, 혈중 콜레스테롤 저하, 항암 및 항균작용, 항노화 작용, 중금속 제거 및 해독작용 등의 다양한 생물학적 활성과 약리 효과가 있음이 이미 보고되어 있다[2,3,4].

국내에서도 녹차로부터 Catechin을 추출하기 위해 Chloroform과 Ethylacetate같은 유기용매를 이용하여 녹차 추출물로부터 Catechin 성분을 분배 추출하고, 이렇게 추출된 녹차 Catechin 화합물을 크로마토그래피 방법에 의해 분리하고자 하는 연구가 수행되고 있다[5,6]. 그러나, 이러한 녹차 Catechin화합물은 추출 및 정제과정이 복잡하고 수율이 낮으며 가격이 비싸다는 단점을 가지고 있다. 그러므로, 보다 경제적이면서도 비교적 단순한 공정의 Catechin성분의 추출 및 분리공정의 개발이 요구되고 있다. 이에 다른 흡착제에 비해 비교적 경제적이고 흡착성능이 우수한 활성탄을 이용하여 녹차 추출물로부터 EGCG와 같은 특정 성분의 Catechin화합물을 흡착 또는 제거하여 녹차 추출물내의 특정 Catechin성분의 함량을 높일 수 있다면, 크로마토그래피 공정의 전처리 단계로서 뿐만 아니라 Catechin성분의 추출 및 분리공정에서도 경제적으로 큰 의미를 가질 수 있을 것이다. 따라서, 본 연구의 목적은 녹차 Catechin화합물로부터 특정 성분의 Catechin농도를 향상 또는 분리하기 위한 기초연구로서 활성탄의 종류 및 mesh size등과 같은 활성탄의 화학적 또는 물리적 특성이 녹차 Catechin화합물의 흡착에 미치는 영향 등을 고찰하고자 한다.

실험

1. 실험재료 및 분석방법.

실험에 사용된 녹차 Catechin추출물은 경남 하동군 화개면 덕은리의 덕은 다원으로부터 구입한 녹차를 아래 방법에 의해 추출하여 분말상태로 제조 후 공기와의 접촉을 가능한 차단시켜 사용하였으며, 사용된 흡착제로는 삼천리(주)의 SLS-100, 동양탄소(주)의 SLP, 노리트(주)사의 PK 1-3 제품을 구입 후 30mesh에서 200mesh 사이로 파쇄 후 정제과정을 거쳐 사용하였다. 또한, 분석에 사용된 Catechin표준시약은 Sigma (US)사로부터 순도 95%이상의 (-) EGCG, (-) EC, (-) ECG, (-) EGC, (-) CG시약을 구입 후 초순수수를 이용하여 제조하였으며, 모든 Catechin화합물의 분석은 SHIMADZU (Japan) 사의 SPD-M6A(Photodiode Array UV-VIS Detector)검출기가 장착된 HPLC-6AD를 사용하여 흡광도 200-300nm에서 KYA TECH (Japan)사의 HiQ sil C18 컬럼을 사용하여 분석하였다. 이동상은 초순수수와 HPLC급의 Ethyl Acetate, Acetonitrile을 EM Science

(USA) 사로부터 구입하였고, H_2PO_4 는 JUNSEI (Japan)사로부터 특급시약을 구입하여 사용하였다. 이동상의 조성은 0.05% H_2PO_4 용액과 Ethyl Acetate 그리고, Acetonitrile을 86/2/12의 비율로 섞어 제조하여 사용하였다.

2. 녹차로부터 Catechin 화합물의 추출.

녹차로부터 Catechin 화합물을 추출하는데는 여러 방법이 알려져 있으나, 본 실험에서 사용한 방법은 보편적으로 많이 사용되고 있는 Ethyl Acetate 와 Chloroform 용액을 이용한 Catechin 화합물의 추출법을 사용하였다[5]. Catechin 화합물의 추출은 녹차엽 5g을 80°C의 열수 100ml에 20 min간 우려낸 다음 차엽을 제거한 후 원심분리기를 사용하여 1700 rpm에서 20분간 원심분리 후 상층부액을 여과하여 녹차 추출액을 준비한다. 녹차 추출액은 3회에 걸쳐 동일 부피의 Chloroform 용액과 혼합 후 분액 깔때기를 이용하여 녹차 추출액 속의 카페인 및 기타 불순물들을 Chloroform으로 먼저 제거한다. Chloroform 용액처리가 끝난 녹차 추출액은 다시 동일 부피의 Ethyl Acetate 용액과 혼합 후 분액 깔때기를 이용하여 추출액속에 녹아있는 Catechin 성분들을 Ethyl Acetate 층으로 추출하는 과정을 3회 반복한다. 마지막으로 Ethyl Acetate 층으로 추출된 녹차의 Catechin 성분은 40°C에서 진공 회전 증발기를 이용하여 용매인 Ethyl Acetate를 증발시켜 최종적으로 녹차 Catechin 분말을 얻었다. Fig. 1.에 HPLC를 사용하여 녹차로부터 추출된 녹차 Catechin 혼합물의 조성을 분석한 결과를 나타내었다.

3. 녹차 Catechin 화합물의 활성탄 흡착.

활성탄을 이용한 흡착실험은 100ml의 플라스크에 녹차로부터 추출한 Catechin분말을 0.05mg/ml의 농도로 제조한 Catechin혼합물 용액 40ml와 활성탄 0.05-0.1g을 넣고 20°C의 항온 회전 교반기를 이용하여 수행되었다. 활성탄 흡착실험은 활성탄 제조 회사별 그리고, 30-40mesh, 60-80mesh, 100-200mesh의 mesh size별로 나누어 수행하였으며, 활성탄 흡착 실험에 소요된 전체 시간은 12시간으로 매 시간마다 샘플을 채취하여 필터링 후 분석되었다.

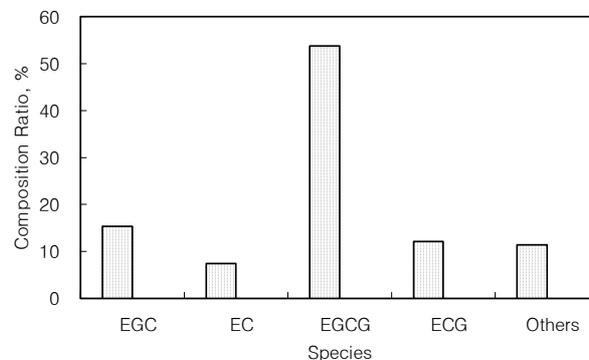


Fig. 1. Composition of extracted catechin compounds from green tea.

결과 및 토론

Chloroform과 Ethyl Acetate를 이용하여 추출한 녹차 Catechin 혼합물의 구성 성분비를 나타낸 Fig. 1.에 의하면, 추출된 녹차 Catechin 성분 중 EGCG 성분이 전체 Catechin 성분의 약 54%로 가장 높은 비율을 차지하고 있고, 그 다음으로 EGC 성분이 약 16%, ECG 성분이 12%, EC 성분이 약 7%, 그리고 나머지 기타 성분들이 약 12%정도를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이와 같은 조성의 녹차 Catechin 혼합물을 활성탄 제조 회사별로 SLS-100, SLP, PK 1-3 세가지 종류의 활성탄에 흡착시킨 결과를 흡착시간에 따른 농도감소량 $C(C_0 - C)/C_0 \times 100$

으로 하여 각각 Fig. 2., Fig. 3., Fig. 4.에 나타내었다. 그 결과 세가지 활성탄 모두 모든 Catechin 성분은 흡착실험 후 6hr에서 8hr 사이에서 더 이상 흡착이 일어나지 않고 평형상태를 이루었으며, 세가지 활성탄 모두 농도감소가 평형을 이루는 상태에서 공통적으로 EGC 성분의 농도 감소량이 적게는 15%(SLP), 25%(SLS-100), 많게는 29%(PK 1-3)로 다른 Catechin 성분보다 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 또한, 추출된 녹차 Catechin 혼합물 중 54%로 가장 높은 비율을 차지하고 있는 EGCG 성분은 적게는 10%(SLS-100, SLP)에서 많게는 20%(PK 1-3)의 농도 감소를 차이를 보이고 있다. 그러나, Fig. 2.와 Fig. 3. 그리고, Fig. 4.를 비교해보면 EGCG 성분의 농도감소량이 SLS-100에서 13%, SLP에서는 11%, PK 1-3에서는 21%로 SLP가 가장 낮으나, EGCG를 제외한 나머지 Catechin 성분의 농도감소량을 비교해 볼 때 SLS-100에서는 EGCG를 제외한 나머지 Catechin성분들의 농도감소량이 15-25%이고, SLP에서는 1-15%, PK 1-3에서는 2-30%로 나타나, EGCG의 농도감소가 상대적으로 작으면서 EGCG를 제외한 나머지 Catechin 화합물의 농도감소량이 가장 큰 활성탄은 삼천리(주)사의 SLS-100임을 알 수 있다. 따라서, 삼천리(주)사의 SLS-100 활성탄을 각각 30-40mesh, 60-80mesh, 100-200mesh별로 나누어 동일한 실험조건에서 흡착실험을 수행하였다. 그 결과 Fig. 5.에서 보인 바와 같이, ECG성분이 약 17%정도 농도가 감소하고, 나머지 Catechin 화합물은 EGCG, EGC, EC의 순서로 약 30-37%까지 농도감소량을 보이고 있다. 그러나, Mesh Size가 60-80mesh로 증가하게 되면, Catechin 혼합물은 EC와 ECG성분이 23-28%의 농도감소량으로 한 그룹을 형성하고, 나머지 EGCG와 EGC성분이 43-48%까지 한 그룹을 형성하여, 네가지 Catechin 혼합물이 두 개의 그룹을 형성하는 것을 볼 수 있다. 활성탄의 Mesh size가 100-200mesh로 더 증가하게 되면 농도감소량 15-25%의 EC와 ECG의 한 그룹과 나머지 농도감소량 54-59%의 EGCG와 EGC 그룹간의 농도감소량의 격차가 더욱 증가함을 알 수 있다.

이와 같은 결과들을 토대로 볼 때, 활성탄 제조회사에 따라, 그리고, 활성탄의 mesh size의 변화에 따른 각각의 Catechin 화합물의 농도감소량이 확연히 다르게 나타남으로, 물리적 화학적 성질이 다른 활성탄을 사용하여 Catechin 혼합물로부터 특정성분의 Catechin 성분 함량을 높일 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 위지향, 문제학, 박근형, *Koran J. Food Sci. Tech.*, 31, 1 (1999).
2. Huafu Wang, Keith Helliwell, Xiaoqing You, *Food Chemistry*, 68, (2000).
3. Chiehming J. Chang, Kou-Lung Chiu, Ying-Ling Chen, Ching-Yuan Chang, *Food Chemistry*, 68 (2000).
4. 이순재, 김미지, 윤연희, *식품과 산업*, 28, 4, (1995).
5. 강지훈, 정성택, 노경호, *화학공학의 이론과 응용*, 4, 1 (1998).
6. 나효환, 백순옥, 한상빈, 복진영, *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 35, 4 (1992).

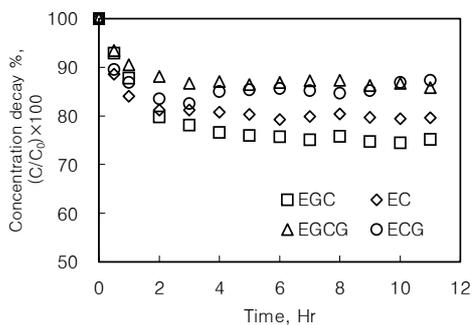


Fig. 2. Concentration decay of catechin compounds by the adsorption of them on SLS-100.

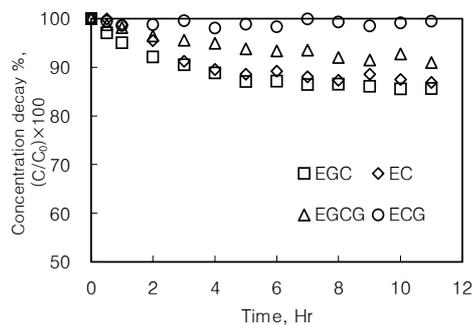


Fig. 3. Concentration decay of catechin compounds by the adsorption of them on SLP.

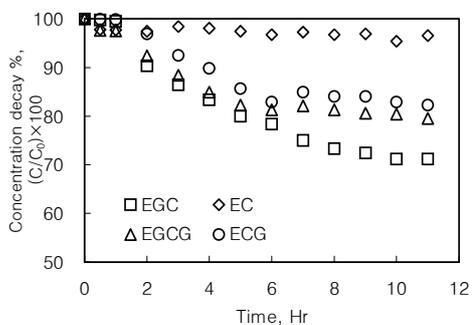


Fig. 4. Concentration decay of catechin compounds by the adsorption of them on PK 1-3.

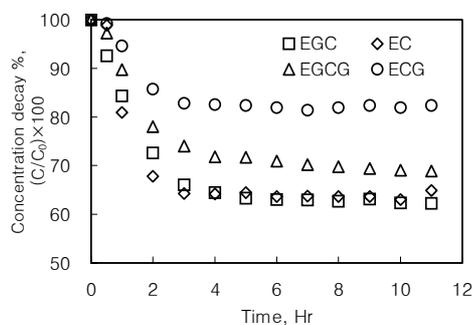


Fig. 5. Concentration decay of catechin compounds by the adsorption of them on 30-40mesh SLS-100.

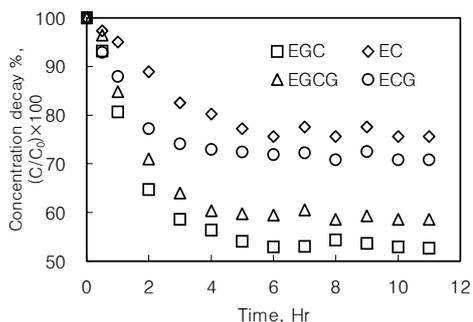


Fig. 6. Concentration decay of catechin compounds by the adsorption of them on 60-80mesh SLS-100.

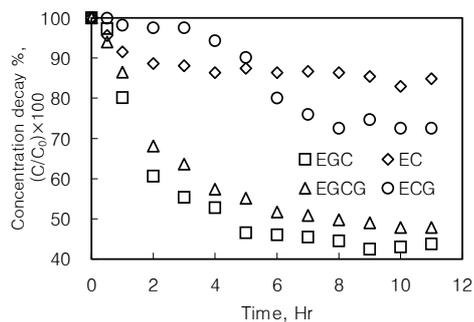


Fig. 7. Concentration decay of catechin compounds by the adsorption of them on 100-200mesh SLS-100.