

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.05.2.397

JCCT 2019-05-50

열처리된 브로콜리 추출물의 항염증 효과

The Anti-inflammatory Effects of Heat-treated Broccoli Extract

김현경*

Hyun Kyoung Kim*

요약 본 연구는 인체에 유익한 효능을 지니고 부작용없이 장기간 안전하게 사용할 수 있으며 간보호 및 간기능 개선에 탁월한 효능을 갖는 가열 브로콜리 추출물을 연구하기 위해 수행되었다. 열처리된 브로콜리 추출물은 세포 독성을 나타내지 않으므로 안전하게 사용할 수 있었다. 약제에 의한 간손상 동물모델 (APAP)에서 수행 한 실험에서, 열처리된 양배추 추출물은 간손상 마커인 AST 및 ALT를 효과적으로 감소시킴으로써 간보호 및 간기능 개선 효과를 나타낼 수 있었고, 이는 열처리된 브로콜리 추출물이 간질환을 예방하거나 치료하기 위한 약학적 추출물로서 효과적이라는 것을 시사한다. 특히, 열처리된 브로콜리 추출물은 간손상을 동반한 급성염증 반응에 관여하는 염증 매개체 iNOS 및 COX-2 및 염증 유발성 사이토카인 IL-1 β 의 발현을 감소시킴으로써 간염 염증을 치료하는데 효과적이라고 할 수 있다.

주요어 : 브로콜리, 항염증, 간손상, 간기능, 부작용

Abstract This study was carried out to investigate the heat-treated broccoli extraction which have a beneficial effect on the human body and which can be used safely for a long period of time without adverse side effects and also have excellent effects of protecting liver and improving liver function. The heat-treated broccoli extract does not show cytotoxicity, and thus can be used safely. In an experiment performed on an animal model with liver injury induced by a drug (APAP), it could be seen that the heat-treated cabbage extract exhibited the effects of protecting liver and improving liver function by effectively reducing AST and ALT which are liver injury markers, indicating that the heat-treated brocoli extract is effective as a pharmaceutical extraction for preventing or treating liver disease. In particular, the heat-treated broccoli extract was effective in treating inflammation of the liver by reducing the expression of the inflammatory mediators iNOS and COX-2 and the proinflammatory cytokine IL-1 β , which are involved in acute inflammatory reactions accompanying liver injury.

Key words : Broccoli, Anti-inflammatory, Protecting liver, Improving liver function, Side effects

1. 서론

염증 질환은 감염, 외상, 면역학적 반응을 포함한 인

체 내의 반응이다. 발열, 홍조, 부종, 통증 등의 급성 염증 증후가 있으며, 염증과정의 후반에는 염증부위의 백혈구의 이동 및 사이토카인, 분해효소, 생활성 지

*정회원, 서원대학교 식품공학과
접수일: 2019년 2월 16일, 수정완료일: 2019년 3월 29일
게재확정일: 2019년 4월 16일

Received: February 16, 2019 / Revised: March 29, 2019

Accepted: April 16, 2019

*Corresponding Author: Kimhk4@seowon.ac.kr

Dept. of Food Science and Engineering, Seowon Univ, Korea

질 중간체, 일과성 반응성 산소종, 림프구의 생성과 같은 세포 내 변화가 일어난다. 염증반응의 화학매개물질 중 prostaglandins(PG)과 nitric oxide(NO)는 발암 및 염증의 진행과정에 중요한 매개물질로 알려져 있다. mitogen, cytokine이나 박테리아의 LPS와 같이 염증을 야기하는 자극에 의해 대식세포는 iNOS나 COX(cyclooxygenase)의 일종인 COX-2를 발현한다.

COX는 체내에서 PG를 생성하는 효소로 COX-1과 COX-2의 두 가지 이성체로 존재한다는 것이 밝혀져 있다. 이 중 COX-1은 정상상태에서 위장관 점막과 혈소판, 신장에서 세포 보호 작용과 조절 작용에 관여하는 PG류 생성에 관여하는 효소인데 반해, COX-2는 정상세포에서는 그 농도가 매우 낮으나 염증관련세포에서 여러 자극(cytokine, endotoxin, mitogen)에 의해 유도 발현되어 통증이나 염증에 관여하는 PG류 생성에 관여한다. Nitric oxide synthase(NOS)는 혈관의 긴장도(vasculartone), 신경전달(neurotransmission), 세균 및 암세포의 사멸과 항상성 조절에 관여한다. 신경성 NOS(Neuronal NOS)와 내피성 NOS(endothelial NOS)는 정상적인 상태에서 존재하는 반면, iNOS(NOS type2)는 LPS, 사이토카인 등에 의해 유도 발현된다. 높은 농도의 질소산화물(NO)은 순환기 쇼크, 염증, 발암 등의 생리반응에서 나타난다. 축적된 데이터에 의하면 COX-2와 iNOS는 많은 염증 과정에 포함되어 있고 다양한 암을 유발하는 것으로 알려져 있어, 염증과 암유발에서 중요한 역할을 담당하는 것을 알 수 있다. 그러므로 이러한 염증 인자들을 조절할 수 있다면 LPS 유도성 염증반응을 호전시킬 수 있을 것이라 여겨진다[1, 2, 3].

염증이나 통증을 조절하는 약물 중 가장 흔히 사용되는 약물인 비스테로이드계 염증질환제(nonsteroidal antiinflammatory drugs, NSAIDs)는 체내에 PG를 생성하는 COX(cyclooxygenase)를 저해함으로써 약리작용을 나타낸다. 그러나 염증 반응에 관여하는 PG류의 생성에 관여하는 COX-2 이외에, COX-1 역시 저해하기 때문에 위장관 장애나 출혈 등의 부작용도 함께 나타나게 된다. 따라서 부작용이 없고 염증관련 유전자 및/또는 관련물질의 활성억제 등을 선택적으로 할 수 있는 새로운 염증예방/치료제의 개발이 요구되고 있다.

브로콜리는 로마시대부터 식용으로 사용되었으며, 글루코라파닌과 설포라페인을 주요 성분으로 포함한다. 위궤양의 원인인 헬리코박터 파이로리균에 대한 항균

활성을 나타내며 암 발생의 위험성을 감소시키는 것으로 보고되어 있다. 또한 레몬의 2배에 해당하는 비타민 C를 함유하고 있으며, 베타카로틴, 비타민 B1, 비타민 B2, 비타민 E, 칼륨과 칼슘 등을 풍부하게 함유하고 있다. 따라서 본 연구에서는 브로콜리 추출물이 약물(APAP)로 유발된 간손상 동물모델을 대상으로 한 실험에서 간기능 검사의 지표인 AST와 ALT를 효과적으로 감소시키는 간보호 및 간기능 개선 효능을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 열처리된 브로콜리 추출물(HBE)의 제조

브로콜리는 농수산물 시장에서 구입하여 세척한 후 0.5 cm × 0.5 cm × 0.5 cm 정도의 크기로 절단하여 동결건조하였다. 동결건조된 시료를 10 kg/cm² 이상의 압력에서도 견딜 수 있도록 고안, 제작된 열처리장치(Jisco, Seoul, Korea)의 내부 구획 용기에 넣고, 외부 구획의 용기에는 물을 넣어 140~150°C에서 6시간 열처리하였다. 상기 장치는 시료는 물에 직접적으로 접촉하지 않으면서, 외부 구획의 용기에 담긴 물로 인하여 직접적인 열전달에 의한 시료의 탄화를 방지할 수 있다. 열처리된 시료를 냉각한 후, 분쇄기를 사용하여 마쇄하고 10배(v/v) 증류수를 가하여 60°C에서 2시간 추출하였다. 추출액은 여과한 후 동결건조하여 사용하였다.

2. 세포독성 평가

세포 독성을 측정하기 위해 96 well plate에 RAW 2647 세포를 5 × 10³ cells/100μL의 농도로 분주하였다. RAW 2647 세포는 한국 세포주 은행으로 부터 분양받았으며, 5% fetal bovine serum (FBS)과 100IU/mL penicillin과 100μg/mL streptomycin (P/S)이 첨가된 Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM)을 사용하여 37°C, 5% CO₂ 환경에서 배양하여 사용하였다. 분주된 세포에 제조에 또는 비교예에서 제조한 브로콜리 추출물을 125, 250, 500 또는 1,000 μg/ml의 농도로 가하여 24시간 처리한 후 MTS assay 방법을 이용하여, 세포생존율을 측정하였다[4, 5].

3. Liver homogenate 제조

안락사 후에 간 조직을 즉시 추출하여 균질화 될 때까지 얼음 위에서 생리식염수에 보관하였다. 간 조직의

균질화를 위해 사용된 완충액은 10 mmol Tris-HCl 및 1 mmol ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA, pH 7.4)으로 구성되었다. 전체 간 조직을 균질화 완충액 20 mL에서 균질화 시킨 다음, 간 중량 대비 10 % 균질 액을 제조 하였다. 4 °C에서 1,500 rpm, 30 분간 원심 분리 한 후, 상등액을 분리하여 추가 분석까지 -80 °C에서 보관 하였다.

4. 간 조직에서 항산화 효소 수치 측정

모든 항산화 효소의 활성은 특정 효소 분석 키트를 사용하여 분석되었습니다. 촉매를 1 : 1000로 희석하여 Superoxide dismutase(SOD) 활성(Cu/Zn, Mn 및 FeSOD)을 측정하였다. CATase 활성은 4-amino-3-hydrazino-5-mercapto-1,2,4-triazole (Purpald) 및 Glutathione peroxidase(GPx)분석은 glutathione(GSH) 및 oxidized glutathione(GSSG), GPx 글루타티온(GSH) 및 산화 된 글루타티온 (GSSG)의 존재 하에서 수행되었고, GPx 활성은 다른 NADPH 수준(1:20의 표본 희석) 흡광도의 차이를 측정하였다.

5. 혈청에서 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OhdG) levels 측정

8-OHdG 측정 및 생화학적 분석을 위해, isoflurane 호흡 마취하에 마우스로부터 혈액 샘플을 수집하고 혈청 튜브에 담근다. 8-OHdG 측정키트(Cayman chemical, Michigan, USA)를 8-OhdG 수준 측정에 사용하였다. 8-OHdG의 함량은 8-OHdG 단일 클론 항체에 대한 8-OhdG 및 AChE enzyme-labeled 8-OHdG의 경쟁에 기초하여 측정 하였다[6].

6. 브로콜리 추출물의 항염증 활성 평가

생후 6~8 주령된 체중 19~22 g의 웅성 BALB/c 마우스를 동양 바이오테크놀로지(경기도)로부터 구입 하여 무특이 병원체 시설에서 일정한 조건(온도: 21±2°C, 상대습도: 60±10%, 명암: 12시간 light/dark cycle)으로 일주일간 순화시킨 후 사용하였다. 실험기간동안 물과 사료는 자유급이하였다. 실험군은 6마리씩 정상군(무처리군), 음성대조군(APAP만 처리), 양성대조군(APAP+NAC의 처리) 및 시료투여군(APAP + 브로콜리추출물 처리)으로 나누었다. 양성대조군에는 각각 APAP에 의한 간독성을 치료하는 효과가 있는 것으로 알려진 NAC 75 mg/kg씩을 매일 7일간 경구투여하였으며, 시료투여군에는 Figure 1에서 제조한 열처리된 브로콜리 추출물을 500 mg/kg씩을 경구투여 하였다. 양성대조군과 시료투여군에 마지막으로 시료를

경구투여한 2시간 후 정상군을 제외한 모든 군에 간독성 유발을 위한 APAP를 400 mg/kg의 농도로 정맥투여 하였다. 시료투여 24시간 후 꼬리 정맥을 통해 채혈하고, 채취한 혈액으로부터 기질과 효소반응을 이용한 assay kit(Asan Pharm a-nceutical)를 사용하여 혈중ALT와 AST 레벨을 측정하였다[7].

7. 브로콜리 추출물의 항염 효능 평가

브로콜리 추출물의 항염증 활성을 전염증성 매개체인 iNOS 및 COX-2와 전염증성 사이토카인(TNF-α, IL-1β 및 IL-6)의 발현에 미치는 영향으로 평가하였다. 이를 위하여, 6웰 플레이트에 RAW 264.7 세포를 5 × 10⁵ cells/100μL의농도로 분주한 후, 0.1 μg/ml의 LPS를 처리하였다. LPS 처리 30분 후 브로콜리 추출물(BE) 또는 열처리된 브로콜리 추출물(HBE)을 1 mg/ml의 농도로 처리하여 18시간 배양하였다. 이후, TRIzol 시약(Invitrogen)을 이용하여 제조사의 매뉴얼에 따라 RNA를 추출하고, 하기 표 1의 프라이머를 사용하여 qRT-PCR에 의해 전염증성 매개체 및 사이토카인의 발현을 측정하였다. GAPDH는 로딩 컨트롤로 사용하였다[8, 9].

표 1. RT-PCR에 의한 사이토카인 발현 측정

Table 1. Measurement of cytokine expression by RT-PCR

Gene	Primer sequence
GAPDH	F: 5'-CACTCACGGCAAATTCACGGCAC-3'
	R: 5'-GACTCCACGACATACTCAGCAC-3'
iNOS	F: 5'-CCCTTCCGAAGTTTCTGGCAGCAGC-3'
	R: 5'-GGCTGTCAGAGCCTCGTGGCTTTGG-3'
COX-2	F: 5'-CACTACATCCTGACCCACTT-3'
	R: 5'-ATGCTCCTGCTTGAGTATGT-3'
TNF-α	F: 5'-TTGACCTCAGCGCTGAGTTG-3'
	R: 5'-CCTGTAGCCACGTCGTAGC-3'
IL-1β	F: 5'-CTGTGGAGAAGCTGTGGCAG-3'
	R: 5'-GGGATCCACACTCTCCAGCT-3'
IL-6	F: 5'-GTACTIONCAGAAGACCAGAGG-3'
	R: 5'-TGCTGGTGACAACCACGGCC-3'

7. 간조직에서 Hematoxylin & Eosin (H&E)

간 조직을 안락사 후에 마우스로부터 수확하고 파라핀으로 H & E 염색을 실시하였다.

III. 실험결과

1. 세포독성 평가

Figure 1은 그 결과를 보여주는 그래프로, 브로콜리 추출물 및 열처리된 브로콜리 추출물 모두 세포독성을 나타내지 않아 안전하게 사용할 수 있음을 확인할 수 있었다(Figure 1).

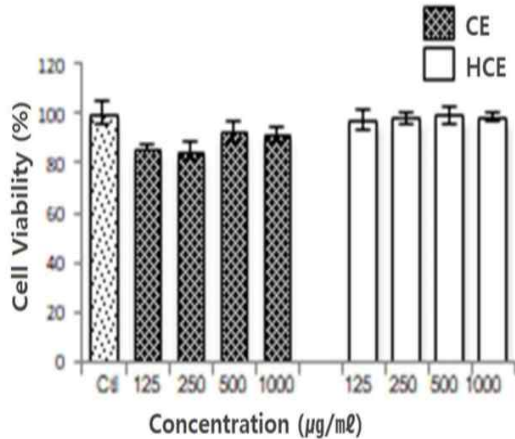


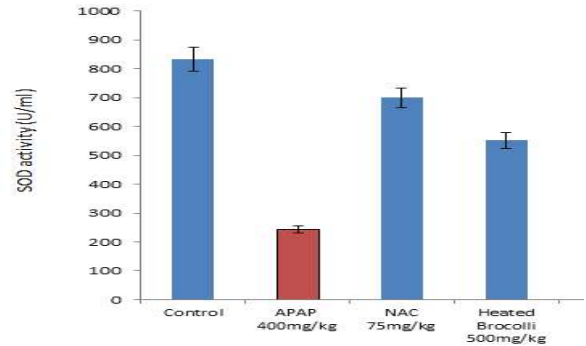
그림 1. 브로콜리 추출물의 세포독성 (cell Viability) 평가
Figure 1. Cell viability assay in RAW 264.7 cells treated with broccoli extracts.

2. 열처리된 브로콜리 추출물의 SOD, GPx 및 Catalase activity 활성효과

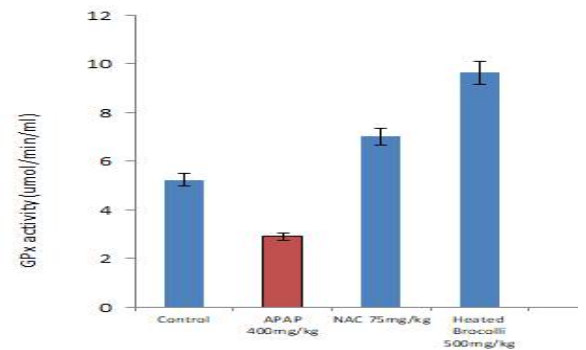
Superoxide Dismutase(SOD)는 superoxide(O_2^-) 라디칼의 일반 분자 산소 (O_2) 또는 과산화수소 (H_2O_2) 로의 불균일 (또는 분열)을 교대로 촉매하는 효소이다. 그것은 산소 대사의 부산물로 생산되며, 규제되지 않으면 많은 종류의 세포 손상을 일으킨다. 따라서 SOD는 산소에 노출된 거의 모든 살아있는 세포에서 중요한 항산화 방어 물질입니다. Figure 2A에서 알 수 있는 바와 같이, APAP는 SOD 수준이 대조군에 비해 현저하게 감소된 다음, 열처리된 브로콜리 추출물 시료가 NAC 양성 대조군에 비해 SOD 수준을 회복시켰다. 글루타티온 퍼옥시다아제 (GPx)는 퍼옥시다아제 활성을 가진 효소 계열의 일반적인 이름으로, 생물학적인 역할은 유기체를 산화적 손상으로부터 보호하는 것이다. 글루타티온 퍼옥시다아제의 생화학적 기능은 lipid hydroperoxides를 상응하는 알콜로 환원시키고 유리 과산화수소를 물로 환원시키는 것이다. 따라서, GPx는 세포에서 산화 스트레스에 대한 중요한 항산화 효소 역할을 한다. Figure 2의 결과에서, GPx 수준은 APAP 그룹에서 현저하게 감소

하는 반면, 열처리된 브로콜리 추출물 시료는 APAP 및 양성 대조군 NAC 그룹 모두와 비교할 때 이 효소의 수준을 회복시켰다.

A



B



C

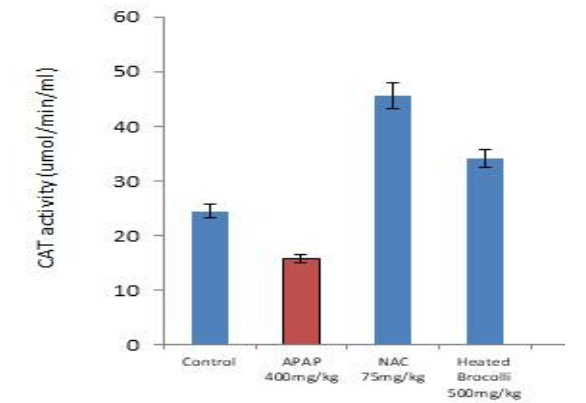


그림 2. 마우스의 혈청에서 (A) Superoxide Dismutase (SOD), (B) 글루타티온 퍼 옥시 다제 (GPx) 및 (C) 카탈라아제 활성 (CAT) 측정

Figure 2. (A) Superoxide dismutase (SOD), (B) glutathione peroxidase (GPx) and (C) catalase activity (CAT) in the serum of mice. € indicates $p < 0.05$ as compared to the control group, *** indicates $p < 0.001$ compared to acetaminophen, and # indicates $p < 0.01$ as compared to the positive control, NAC.

카탈라아제 (CAT)는 산소에 노출된 거의 모든 생물체 (박테리아, 식물 및 동물)에서 발견되는 일반적인 효소이다. 과산화수소의 물과 산소로의 분해를 촉매 한다. 그것은 반응 산소종(ROS)에 의한 산화 손상으로부터 세포를 보호하는 매우 중요한 효소이다. 과산화수소는 많은 정상적인 대사 과정의 해로운 부산물이다. 세포와 조직에 대한 손상을 방지하기 위해 신속하게 다른 덜 위험한 물질로 전환 해야 한다. 이를 위해, 카탈라아제는 세포에 의해 자주 사용되어 과산화수소가 덜 반응성 인 기체 산소 및 물 분자로 빠르게 분해되도록 촉매 작용을 한다. Figure 2C에서 APAP 및 양성 대조군과 비교하여 APAP 군에서 현저하게 감소 된 CAT 활성이 열처리된 브로콜리 추출물 처리군에서 유의하게 증가함을 명백히 확인할 수 있었다.

3. 열처리된 브로콜리 추출물의 8-OHdG 수준 감소 효과

8-Oxo-2'-deoxyguanosine (8-OHdG)은 deoxyguanosine의 산화 유도체이다. 그것은 DNA 산화의 주요 생성물 중 하나이다. 세포 내 8-oxo-dG의 농도는 산화 스트레스의 측정값이다. Figure. 3에서 볼 수 있듯이, APAP 산화 스트레스 군에 대해 극도로 증가 된 8-OHdG 값은 열처리된 브로콜리 추출물이 APAP 및 양성 대조군인 NAC 군과 비교할 때 유의하게 감소하였다.

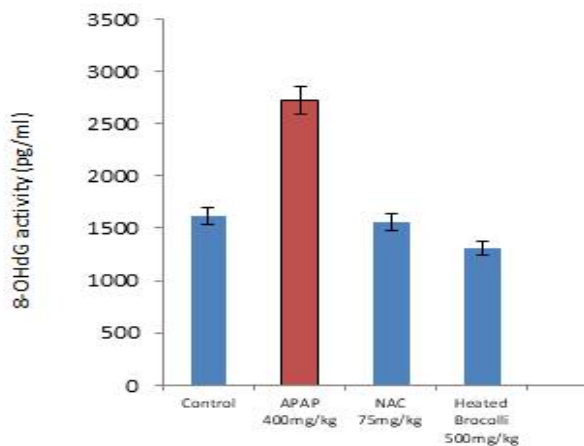


그림 3. 마우스의 혈청에서 8-Oxo-2'-dideoxyguanosine (8-OHdG) 수준

Figure 3. 8-Oxo-2'-dideoxyguanosine (8-OHdG) levels in the serum of mice. #indicates $p < 0.05$ as compared to the control group, *** indicates $p < 0.001$ compared to acetaminophen, and # indicates $p < 0.01$ as compared to the positive control, NAC.

4. 브로콜리 추출물의 간보호 효능평가

Alanine transaminase (ALT)는 transaminase 효소이다. 그것은 혈장과 다양한 신체 조직에서 발견되지만 간에서 가장 흔하다. 그것은 알라닌 순환의 두 부분을 촉매 한다. 혈청 ALT 수준, 혈청 AST(aspartate transaminase) 수준 및 이들의 비(AST/ALT 비)는 일반적으로 간 건강을 위한 바이오 마커로서 임상 적으로 측정된다. Figure 4은 각각 혈중 ALT와 AST 레벨의 측정 결과로, 열처리된 브로콜리 추출물은 APAP에 의한 간손상에 효과적임을 확인할 수 있었다 (Figure4). 특히 열처리된 브로콜리 추출물은 AST의 발현에 미치는 영향이 현저하여, 급성 간손상에 더욱 효과적임을 확인할 수 있었다.

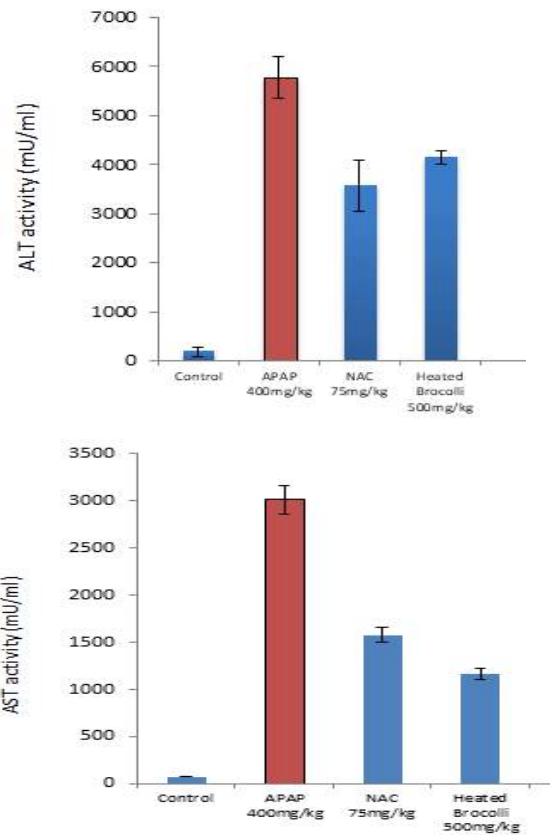


그림 4. 혈청에서 (A) Alanine aminotransferase (ALT) and (B) aspartate transaminase (AST) 레벨 측정

Figure 4. Figure. 1. (A) Alanine aminotransferase (ALT) and (B) aspartate transaminase (AST) levels in the serum. \$ indicates $p < 0.05$ as compared to the control group, *** indicates $p < 0.001$ compared to acetaminophen, and # indicates $p < 0.01$ as compared to the positive control, NAC.

5. Acetaminophen(APAP) 유발 급성염증 유발 마우스 모델에서의 열처리된 브로콜리 추출물의 항염증 효능 평가

열처리된 브로콜리 추출물은 LPS의 자극에 의해 증가된 전염증성 매개체인 iNOS와 COX-2의 발현을 저해하였으며, 생 양배추 추출물보다는 열처리된 양배추 추출물의 저해 효과가 더욱 우수하였다(Figure 5).

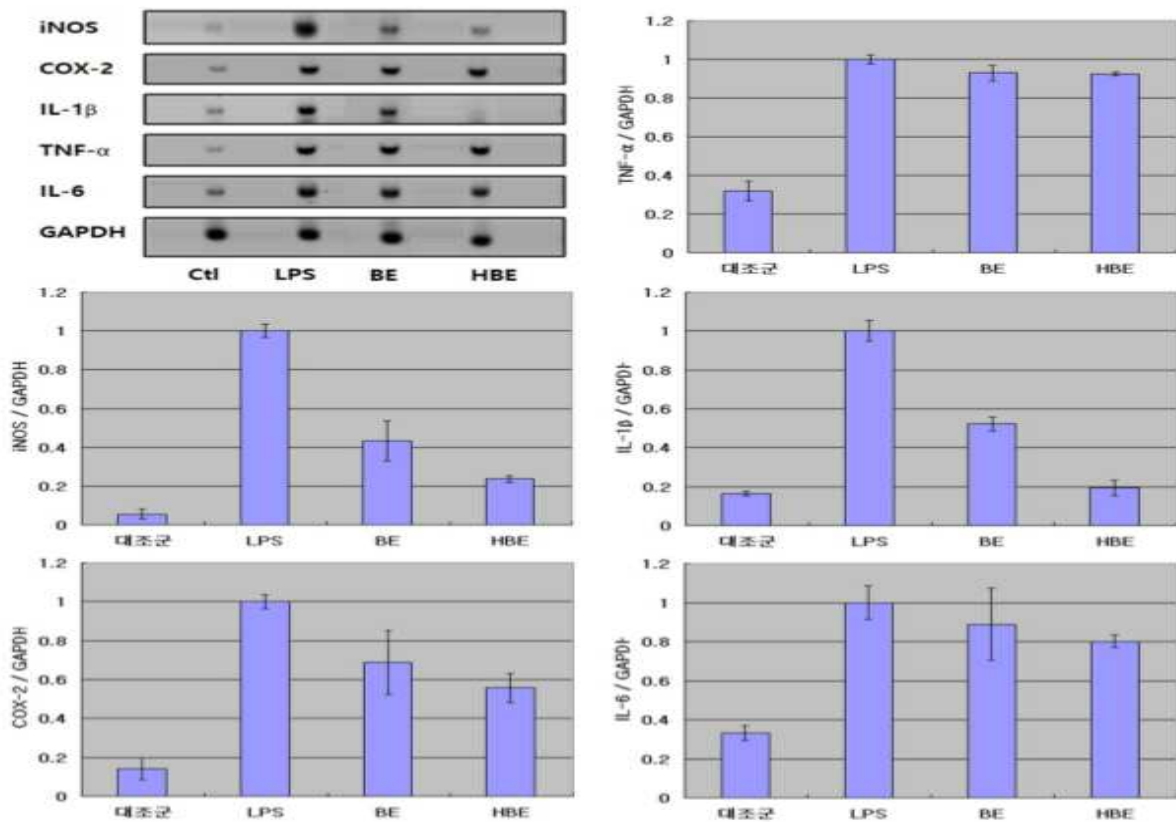


그림 5. 혈청에서 (A) Alanine aminotransferase (ALT) and (B) aspartate transaminase (AST) 레벨 측정
 Figure 5. Figure. 1. (A) Alanine aminotransferase (ALT) and (B) aspartate transaminase (AST) levels in the serum. \$ indicates p < 0.05 as compared to the control group, *** indicates p < 0.001 compared to acetaminophen, and # indicates p < 0.01 as compared to the positive control, NAC.

열처리된 브로콜리 추출물의 간 조직을 APAP에 의해 유도된 형태학상의 간손상을 조사하기 위해 수확하고 샘플 처리가 APAP에 의해 야기된 손상에 영향을 미치는 결과, Figure 5에서, APAP가 심한 간세포 손상을 유발한 것과 같이 간염 소염이 증가된 호산구 증가와 함께 광범위한 중심 과립성 응고 괴사를 보인 것을 명백히 알 수 있었다. 심한 출혈은 대부분 간염 성 소염에서 관찰되었다. 정현동은 확장되었고 중심 정맥의 내피는 파괴되었다. 소염 중심부의 간세포는 심한 풍선 팽창이

나타났다. 정현과는 적혈구와 림프구로 심하게 혼잡해졌다. 세포 경계는 잘못 정의되었고 대부분의 핵은 어둡게 얼룩져 있었다. 헤테로 염색질의 양은 핵 주변에서 증가했다. 핵은 그림에서 화살표로 나타낸 바와 같이 광범위한 karyolysis, pyknosis 및 karyorrhexis 호중구 축적, 출혈 및 실질 세포 손상의 존재를 보였다. 그러나, 이들 모든 손상은 양성 대조군 NAC 및 열처리된 브로콜리 추출물을 갖는 생쥐의 처리에 의해 거의 역전되는 결과를 보였다(Figure 5).

6. 양배추 추출물의 간기능 개선 효능 평가를 위한 간조직의 H&E 염색

체혈 후 마우스를 희생시킨 후 간 조직을 적출한 후 파라핀에 임베딩 후 H&E로 염색하였다. 도 5는 해당 염색 이미지로 A는 정상군, B는 음성대조군, C는 양성 대조군, D는 시료 투여군을 나타낸다. Figure 6에서 확인할 수 있듯이, APAP에 의해 심각한 간세포의 손상이 관측되나, NAC나 열처리된 브로콜리 추출물에 의해 이

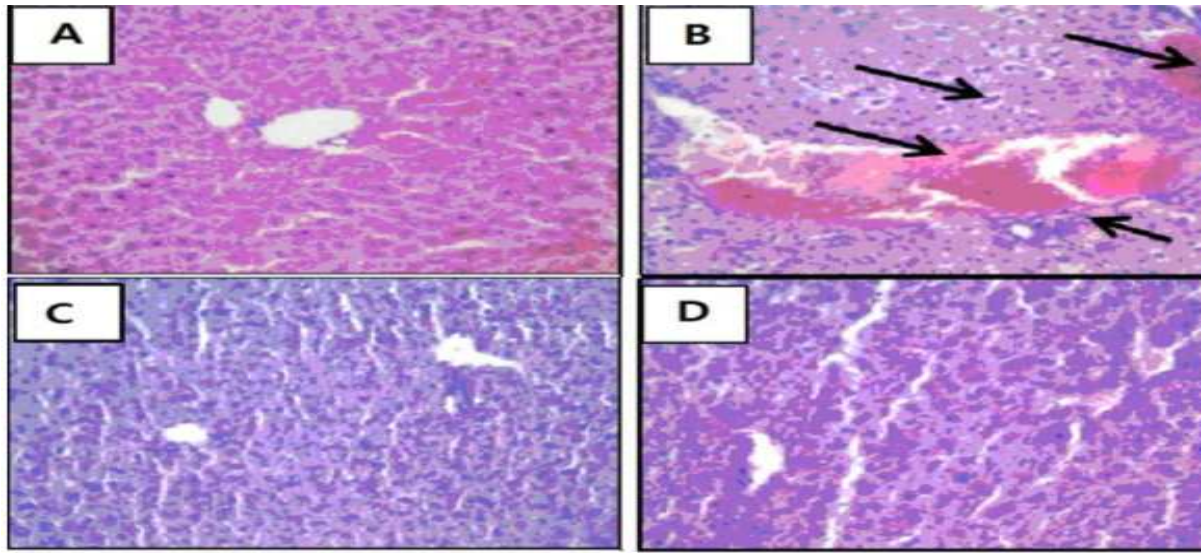


그림 6. 간 조직의 Hematoxylin & Eosin 염색

Figure 6.. Hematoxylin & Eosin (H&E) staining of sections of the liver of mice in group (A) control, (B) acetaminophen, (C) NAC, (D) cabbage. Images were taken at a magnification of 400x under a microscope.

러한 손상이 상당히 치유됨을 확인 할 수 있었다.

V. 결론

본 연구는 인체에 대한 부수적인 유용한 효과와 함께 부작용 없이 장기간 안전하게 사용할 수 있으면서도 브로콜리의 항염증 활성을 증가시키기 위한 가공공정을 포함하여 의약품이나 화장품 및 식품 분야에 활용할 수 있는 항염증 추출물을 제공하는 것을 목적으로 한다. 본 연구 결과는 100~150℃에서 열처리된 브로콜리의 추출물을 유효성분으로 포함하는 염증 질환의 예방 및 치료 추출물에 관한 것이다. 열처리는 브로콜리에 열을 가하는 것으로, 온도가 너무 낮은 경우에는 열처리로 인한 항염증 효능의 증가 효과가 미미하였으며, 온도가 너무 높아지면 탄화가 일어난다. 열처리에 의해 브로콜리는 추출물의 수율이 다소 증가하였으며, 브로콜리 추출물의 경우에는 LPS 자극에 의해 증가된 전염증 매개체인 iNOS의 발현이 44% 수준으로 감소한 것에 비하여, 열처리된 브로콜리 추출물은 24%까지 감소하였다. 전염증 사이토카인의 일종인 IL-1 β 의 발현 역시 브로콜리 추출물에 의해 52%로 감소하였으나, 열처리된 브로콜리 추출물의 처리에 의해서는 24%로 감소하여 열처리에 의해 항염증 활성이 현저하게 증가함을 확인할 수 있었다. 전염증 매개체인 COX-2나 다른 전염증 사이토카인인 IL-6와 TNF- α 에 대해서도 열처리하지 않은 브로콜리 추출물에 비해 열처리된 브로콜리 추출물의 발현 저해

효과가 더욱 우수하였다. 본 연구결과 열처리된 브로콜리의 추출물은 세포독성을 나타내지 않아 안전하게 사용할 수 있으며, 약물(APAP)에 의해 유발된 급성 간염 동물 모델을 대상으로 한 실험에서 AST와 ALT를 효과적으로 감소시킴을 추가적으로 확인할 수 있었다.

References

- [1] Kim HY, "The effects of fruit and vegetable bark extract on learning ability and memory improvement," *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 4(3), pp. 261-267, 2018.
<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.3.261>.
- [2] Kim DB, Ahn EY, and Kim EJ, "Improvement of insulin resistance by curcumin in high fat diet fed mice", *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 4(1), pp. 315-323, 2018.
<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.1.315>.
- [3] Kim HK, "The functional effects of anti-microbial activity and anti-inflammatory seaweed polysaccharide extracts," *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 4(2), pp. 155-163, 2018.
<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2018.4.2.155>.
- [4] Guzik TJ, R. Korbut R, and Adamek-Guzik T, "Nitric oxide and superoxide in inflammation",

- J physiol pharmacol.* Vol. 54, No. 4, pp. 469-487, December 2003.
- [5] Reuter S, Gupta SC, Chaturvedi MM, and Aggarwal BB, "Oxidative stress, inflammation, and cancer: How are they linked", *Free radical biology and medicine*, Vol. 49, No.11, pp. 1603-1616, December 2010.
<http://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2010.09.006>.
- [6] Heo SK, Yun HJ, Noh EK, Park WH, and Park SD, "Lps induces inflammatory responses in human aortic vascular smooth muscle cells via toll-like receptor 4 expression and nitric oxide production", *Immunology letters*, Vol. 120, No.1-2, pp. 57-64 , October 2008.
<http://doi.org/10.1016/j.imlet.2008.07.002>.
- [7] Vane JR, Mitchell JA, Appleton I, Tomlinson A., Bishop-Bailey D, Croxtall J, and Willoughby DA, "Inducible isoforms of cyclooxygenase and nitric-oxide synthase in inflammation", *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 91, No. 6, pp. 2046-2050, March 1994.
- [8] Kaviarasan S, Naik G, Gangabhairathi R, Anuradha C, and Priyadarsini K, "In vitro studies on antiradical and antioxidant activities of fenugreek (*trigonella foenum graecum*) seeds", *Food chemistry*, Vol. 103, PP. 31-37, 2007.
<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.05.064>.
- [9] Libby P, "Inflammatory mechanisms: The molecular basis of inflammation and disease", *Nutrition reviews*. Vol. 65, No. s3, pp. 140-146, June 2007.
<http://d//doi.org/10.1111/j.1753-4887.2007.yb00352.x>.