

녹차씨기름이 고콜레스테롤식이를 섭취시킨 C57BL/6 Mice의 콜레스테롤, TBARS 및 염증반응에 미치는 영향

김종경¹ · 김소희² · 노경희¹ · 장지현¹ · 송영선^{1*}

¹인제대학교 의생명공학대학 식품생명과학부, 바이오헬스소재연구센터

²동주대학 외식조리 & 영양계열

Effects of Green Tea Seed Oil on the Cholesterol, TBARS and Inflammatory Responses in C57BL/6 Mice Fed High Cholesterol Diet

Jong-Kyung Kim¹, So-Hee Kim², Kyung-Hee Noh¹, Ji-Hyun Jang¹ and Young-Sun Song^{1*}

¹School of Food and Life Sciences, Biohealth Product Research Center, Inje University, Gimhae 621-749, Korea

²School of Cookery and Nutrition, Dong-Ju College, Busan 604-080, Korea

Abstract

Effects of green tea seed oil intake on the serum cholesterol, the thiobarbituric reactive substances (TBARS) formation of liver and inflammatory markers of plasma and macrophage in cholesterol fed mice were investigated, comparing to the intakes of corn oil and olive oil. C57BL/6 mice were divided into three groups and fed the experimental diets: supplemented corn oil, green tea seed oil and olive oil to cholesterol diet, respectively, at the level of 10% for 9 weeks. The increased levels of serum cholesterol of green tea seed oil group were significantly ($p < 0.05$) lower than that of corn oil group until 6 weeks. The TBARS formation in liver of green tea seed oil and olive oil groups were significantly ($p < 0.05$) reduced than those of corn oil group. The contents of inflammatory markers (LTB₄, TNF- α , PGE₂, NO) in plasma and macrophage did not show significant differences among the experimental groups. These results showed that green tea seed oil could exert the activity of decreasing serum cholesterol and the antioxidative activity in cholesterol fed mice liver. Therefore, we suggest that green tea seed oil might be developed as a high quality edible oil.

Key words: green tea seed oil, inflammatory responses, antioxidative activity

서 론

식생활의 서구화와 지방질 식품 소비의 증가로 인한 비만이나 심순환계 질환 등의 발생 위험이 높아지면서 성인병의 예방과 관리를 위해 기능성식품과 이들의 생리적 효능에 대해 관심이 모아지고 있다(1).

생리활성 물질 중 항산화물질은 동식물계에 널리 분포되어 있으며 지방의 산화를 지연시키거나 방지하고, 암, 심장혈관계질환 등을 예방함은 물론 노화방지에도 중요한 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(2).

녹차는 건강증진의 기능성과 우수한 항산화력으로 최근 관심의 대상이 되고 있는 식품중의 하나이다. 폴리페놀성 화합물인 카테킨을 비롯한 다수의 성분이 함유되어 있어 여러 가지 약리작용이 뛰어나며(3-5), 항산화효과가 뛰어나 생체내외의 stress에 의해 발생하는 유리기를 제거하는 기능이 있다고 알려져 있다(6,7). 녹차의 항산화 작용에 대한 연

구로는 Nakayama 등의 연구(8)에서 카테킨의 폴리페놀 구조들이 hydrogen peroxide(H₂O₂)에 의한 cytotoxicity를 억제하는 효과가 있다고 하였고, 지질과산화 초기단계에서 singlet oxygen과 유리기 제거 역할로 플라보노이드가 효과적이라고 하였다. 그 외에도 녹차는 성인병 예방이나 암 예방에 관계하는 기능성분(9), 후천성 면역결핍증 바이러스의 생육억제(10), 충치억제(11), 콜레스테롤 억제작용(12), 항노화 작용(13) 및 항균제(14) 등의 생리활성효과가 뛰어난 것으로 보고되고 있다.

최근 건강에 대한 관심으로 녹차의 선호현상이 두드러져 소비가 증가함에 따라 녹차의 수요가 많아 녹차나무(*Camellia sinensis* L.)의 재배가 급속히 늘어나면서 녹차씨앗의 생산량도 증가하고 있으나 이에 대한 이용 방안이 없어 폐기되고 있는 실정이다. 녹차씨앗에는 지방이 풍부하여 중국과 대만에서는 오래 전부터 고급식용유나 여러 방면의 기능성제품의 원료로 사용되고 있으나 우리나라의 경우 일부 화장품의

*Corresponding author. E mail: fdsnsong@inje.ac.kr
Phone: 82 55 320 3235, Fax: 82 55 321 0691

원료로 이용되고(15) 있다. 녹차씨에는 유리당으로 sucrose가 12.210±0.119 mg/mL로 가장 많이 함유되어 있고 그 외 glucose, fructose가 미량 검출되었으며, 단백질을 3.03±0.43%, 지방은 31.54±0.361%를 함유하고 있다(16). 또한 녹차씨에는 생리적 활성 물질인 사포닌, 플라보노이드류, 비타민과 기름을 풍부하게 함유되어 있어(17) 식용유지 자원으로서의 가능성이 매우 높은 자원이다. 녹차씨의 조사포닌 함량은 콩, 참깨 및 땅콩보다도 높았으며 종자로부터 알려진 사포닌은 theasapogenol A, E, dihydropiverogenin A 및 camelliagenin C가 알려져 있다(15,18,19).

그러나 지금까지 녹차엽에 대한 연구는 여러 방면으로 발표되어 왔으나 녹차씨에 대한 연구는 매우 미비하며 더구나 항산화성 등의 생리능이나 그 이용 가능성에 대하여는 거의 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 녹차씨유를 콜레스테롤 식이에 첨가시켜 섭취시켰을 때 쥐의 혈청 콜레스테롤과 간 조직에서의 항산화능 및 혈장과 대식세포에서의 염증관련인자에 미치는 영향을 다른 식물성 유지 첨가 식이의 경우와 비교 분석하여 봄으로써 녹차씨유의 건강증진 효과와 식용유지로서의 이용가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

실험동물의 사육

실험동물은 체중 20.01±0.24 g의 5주령 C57BL/6 mice, 수컷을 효창 사이언스로부터 구입하여 처음 1주간 stock diet로 예비 사육한 후 체중과 콜레스테롤 수치에 따라 난괴법(completely randomized design)으로 3마리씩 plastic cage에 넣고 각 군당 12마리씩 3그룹(옥수수유군, 녹차씨유군, 올리브유군)으로 나누어 9주간 사육하였다. 해당 식이와 물은 자유급식법(ad libitum feeding method)으로 사육하였으며, 사육실의 온도는 22~25°C로 실온을 유지하였고 명암은 12시간 간격으로 점등 및 소등을 하였다. 식이섭취량은 주 2회, 체중은 주 1회 간격으로 측정하였다.

식물성기름의 지방산조성

실험식에 첨가한 옥수수유, 녹차씨유, 올리브유의 지방산 조성은 국가공인 시험 분석기관(식품의약품안전청 인증 20호)인 유니푸드테크(주)에 의뢰하여 분석하였다.

식이조성

본 실험에서 사용한 식이는 고콜레스테롤 함유 식이를 이용하였으며, 옥수수유, 녹차씨유, 올리브유를 각각 첨가하여 에너지 수준이 동일하게 식이(semipurified diet)를 조성하였다. 사료 100 g에 대하여 옥수수유 5%와 1.25% 콜레스테롤을 각각의 식이에 혼합하고 냉동보관하면서 실험동물에게 급여하였으며 식이의 조성은 Table 1에 나타내었다. 사료에 사용한 mineral mixture, vitamin mixture, DL-methionine,

Table 1. Composition of the experimental diets (%)

	Corn oil diet	Green tea seed oil diet	Olive oil diet
Casein	20	20	20
Sucrose	25	25	25
Corn starch	28.5	28.5	28.5
Fat			
Corn oil	15	5	5
Green tea seed oil		10	
Olive oil			10
Cholesterol	1.25	1.25	1.25
DL Methionine	0.3	0.3	0.3
Vitamin	1	1	1
Mineral	3.5	3.5	3.5
Cellulose	5	5	5
Sodium cholate	0.5	0.5	0.5
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2
Total kcal	428	428	428

choline bitartrate, sodium cholate는 ICN Biochemicals (ICN Aurora, Ohio, USA) 제품을 이용하였고, 옥수수유는 시판 오후기 식용유를, 올리브유는 시판 미국산 extra verzin을 일반슈퍼에서 구입하여 사용하였으며 녹차씨유는 하동 화개제다(花開製茶)로부터 제공받은 녹차씨를 hexane처리하여 추출물을 정제한 후 농축하여 사용하였다. 녹차씨가루 1 kg에서 순수 녹차씨유 301.3 g이 추출되었다(약 30.13%).

시료채취

실험동물을 희생하기 2일전 대식세포의 활성화를 위해 복강에 4%의 thioglycollate를 주입하여 48시간 경과 후 4시간 가량 절식시켰다. 그 후 ether를 이용한 호흡기 마취법으로 마취 후 안구로부터 헤파린이 처리된 모세관을 이용하여 혈액을 취하였다. Phosphate buffer saline(PBS, pH 7.4, filtered)를 이용하여 복강으로부터 대식세포를 수확하고 개복하였다. 간장은 적출하여 PBS로 씻은 다음 여과지로 물기를 제거하고 무게를 측정하여 액체 질소에 담근 후 -70°C에서 보관하면서 실험에 이용하였다. 대식세포는 수확 즉시 4°C에서 원심분리(500×g, 5분) 후 cell count를 행하여 실험에 사용하였다.

혈장 콜레스테롤 농도

3주 간격으로 안구에서 혈액을 취해 효소법에 의한 정량용 kit시약(영동계약)으로 총 콜레스테롤 함량을 측정하였다. 각 시료 5 µL에 조제한 효소용액과 혼합한 반응시약 0.75 mL을 첨가하여 혼합한 후 37°C water bath에서 5분간 반응시켜 발색시켰다. 시료 대신 증류수로 대치한 blank를 대조로 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 콜레스테롤 표준용액(300 mg/dL)을 농도별로 희석하여 사용하였다.

간조직의 항산화능

간의 항산화능은 Ohkawa 등(20)의 방법을 다소 수정하여 thiobarbituric reactive substances(TBARS) 함량으로 측정하였다. 간 0.1 g을 125 mM KCl이 함유된 50 mM HEPES

buffer 1 mL로 균질화시킨 후 시료 150 μ L와 50 μ L H₂O 혼합용액을 37°C에서 60분간 incubation 시키고 0.4% TBA, 15% TCA, 그리고 2.5% HCl을 혼합한 TBARS 용액을 400 μ L 가한 후 95°C 수조에서 60분간 반응시켰다. 찬물에서 완전히 식혀서 4,000 rpm에서 10분간 원심분리하였고, 분리된 상층액을 취하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 표준으로는 1,1,3,3-tetramethoxypropane(TMP)을 사용하였으며 측정된 값을 표준곡선에 대입시켜 malondialdehyde(MDA)의 양으로 환산하였다.

Prostaglandin E₂, Leukotriene B₄, TNF- α 농도

분리된 혈장과 대식세포의 prostaglandin E₂(PRN222, Amersham Biosciences, UK), leukotriene B₄(PRN223, Amersham Biosciences, UK), TNF- α , MTA00, R&D, USA)의 생성 정도는 enzymeimmunoassay법에 의한 kit를 이용하여 측정하였다.

Nitric oxide 생성량

Nitric oxide(NO) 생성 정도는 Green 등(21)의 방법으로 혈장과 24 well plate에 부착시킨 대식세포(8×10^5 cells/well) 배양액에 생성된 nitrite 양을 측정하여 결정하였다. 100 μ L의 혈장과 대식세포 배양액의 상등액 각각에 50 μ L의 1% sulphanimide(in 5% phosphoric acid)와 50 μ L의 0.1% naphthylenediamine dihydrochloride를 넣어 실온에서 10분간 반응시킨 후 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준곡선은 NaNO₂를 농도별(0.5~100 M)로 조제하여 사용하였다.

통계분석

실험의 분석결과는 means \pm SEM로 표시하였으며, 각 실험군 간의 유의성은 SPSS/PC+ package를 이용하여 one-way ANOVA에 의해 검정하였으며 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple test로 분석하였다.

결과 및 고찰

녹차씨유의 지방산 조성

식이섭취 실험에 앞서 사용된 식물유들의 지방산 조성을 조사하였다. Table 2에서 볼 수 있듯이 녹차씨유는 올레산의

Table 2. Fatty acid composition of the oils used (%)

Fatty acid	Corn oil	Green tea seed oil	Olive oil
C16:0	5.7 ¹⁾	16.8	10.1
C16:1,cis 9			0.6
C18:0	1.7	1.4	3.2
C18:1,cis 9	23.0	53.9	78.7
C18:1,trans 9	0.8		6.4
C18:2,cis 9,12	61.4	26.9	
C18:2,trans 9,12	0.4		
C18:3,cis 9,12,15	6.0		0.5
C20:0	0.4	1.0	0.5
C21:0	0.06		
C22:0			

¹⁾Not detected.

함량이 53.9%로 가장 높았으며, 리놀레산이 26.9%, 리놀렌산은 검출되지 않았다. 즉 녹차씨유의 지방산 조성은 다가 불포화 지방산 함량이 옥수수유보다 적고 올리브유보다는 많아 옥수수유와 올리브유의 혼합유 같은 양상을 보여 고급 식용유로서의 가능성을 나타내었다. 또한 녹차씨유는 다가 불포화지방산이 올리브유보다 많으므로 이들의 생리효과로 알려진(22) 혈중 콜레스테롤 저하나 고지혈증 예방을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

체중증가, 식이섭취량, 식이효율, 간의 무게

콜레스테롤식이에 옥수수유, 녹차씨유, 올리브유를 각각 10%씩 첨가한 식이를 9주간 섭취시킨 C57BL/6 mice의 체중증가량, 식이섭취량, 식이효율, 간 무게를 측정 한 결과를 Table 3에 나타내었다. 각 실험군 간의 체중의 변화는 올리브유군에서 가장 높았으며 옥수수유와 녹차씨유 간에는 차이가 없었으므로 녹차씨유의 섭취는 올리브유의 경우보다 체중증가를 감소시킴을 알 수 있었다. 식이섭취량은 녹차씨유군에서 유의적으로 낮았으나(p<0.05) 군 간의 식이효율에는 유의적 차이가 없었다. 녹차씨유군에서의 체중감소는 다른 군에 비해 식이섭취량이 다소 낮은 수준에 기인한 것으로 사료된다. 녹차 동물실험 연구에서 대조군에 비해 녹차 첨가군의 식이섭취량이 낮았다는 보고(23)가 있으며, Sin 등(12)도 고지방식이와 콜레스테롤을 섭취시킨 쥐에서 녹차의 음용군의 식이섭취량이 낮았음을 보고한 바 있는데 본 연구에서도 녹차씨유군에서 낮은 식이섭취량을 보였음은 녹차엽의 경우와 비슷한 경향을 나타내는 것으로 생각되었다. 체중

Table 3. Effect of green tea seed oil supplementation on the weight gain, food intake, food efficiency and liver weight in C57BL/6 mice fed high cholesterol diet for 9 weeks

	Corn oil	Green tea seed oil	Olive oil
Body weight gain (g/week)	0.38 \pm 0.01 ¹⁾²⁾	0.38 \pm 0.01 ^a	0.40 \pm 0.01 ^b
Food intake (g/week)	3.83 \pm 0.18 ^b	2.84 \pm 0.16 ^a	3.25 \pm 0.04 ^{ab}
Food efficiency (%) ⁴⁾	9.80 \pm 0.97 ^{NS3)}	13.21 \pm 0.97	12.15 \pm 0.83
Liver weight (g/g BW)	0.08 \pm 0.00 ^b	0.08 \pm 0.00 ^b	0.07 \pm 0.00 ^a

¹⁾Each value is the mean \pm SEM of 12 mice.

²⁾Means with different letters within a row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

³⁾NS: not significant.

⁴⁾{Weight gain (g)/food intake (g)} \times 100.

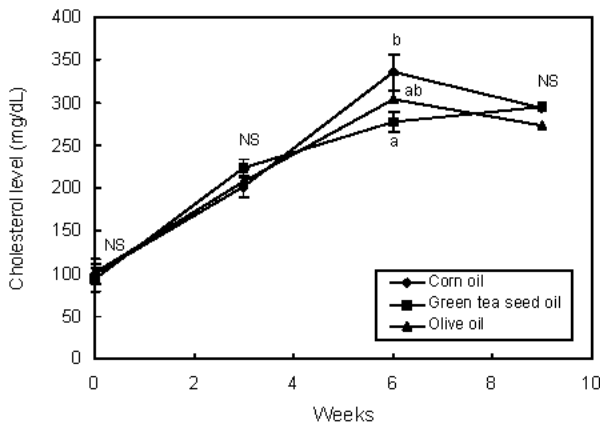


Fig. 1. Effect of green tea seed oil supplementation on plasma cholesterol level of C57BL/6 mice fed high cholesterol diets for 9 weeks.

Refer to Table 1. Values within the same column with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. Bar represent standard error of mean value.

당 간의 무게는 올리브유군에서 가장 낮았으나 녹차씨유군과 옥수수유군 간에는 차이가 없었다.

이상의 결과로서 동물이 녹차씨유를 섭취했을 때 체중의 증가 수준은 옥수수유군과 동일한 효과를 보이며, 간의 무게 또한 옥수수유군과 비슷함을 알 수 있었다.

혈장 콜레스테롤 및 간조직에서의 TBARS 농도

녹차씨유를 비롯한 식물유 첨가사료를 섭취시킨 쥐의 안구 혈액으로부터 3주마다 콜레스테롤 변화를 측정하였다. Fig. 1에 나타내었듯이 혈청의 콜레스테롤농도는 식이 섭취 6주까지는 모든 군에서 증가하였으나 6주에서의 증가 수준은 녹차씨유군이 옥수수유군에 비해 유의적으로 낮았으므로 ($p < 0.05$) 다른 식물성 유지보다 녹차씨유가 콜레스테롤 식이로 인한 혈청의 콜레스테롤 증가를 감소시키는 효과가 있음을 알 수 있었다. 그런데 식이섭취 9주째에는 옥수수유군, 녹차씨유군, 올리브유군 간에 유의적 차이를 보이지 않았다. Akinganju와 Yudkin(24)은 녹차의 경우도 혈청 콜레스테롤과 인지질, 중성지질 농도를 감소시킨다고 보고하였으며 Sin 등(12)도 지방식이군과 함께 녹차를 음용한 군에서 녹차를 음용하지 않은 군에 비하여 triglyceride(TG) 수준은 감소하였으며 HDL-콜레스테롤은 상승하여 녹차를 장기간 지속적으로 음용하면 고지혈증 예방에 효과가 있을 것임을 주장하였다.

실험식이를 9주간 섭취시킨 쥐의 간조직의 TBARS는 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 옥수수유군에 비해 녹차씨유군과 올리브유군에서 유의적인 차이를 나타내며 ($p < 0.05$) 각각 68%, 77% 감소하는 것으로 나타났다. Bozkurt(25)에 의하면 녹차추출물도 터어키식 건조 소시지의 숙성기간 동안 TBARS값을 감소시키는 효과가 butylated hydroxy toluene (BHT)보다 더 높아 식품의 질을 증가시키며 Wanasundara

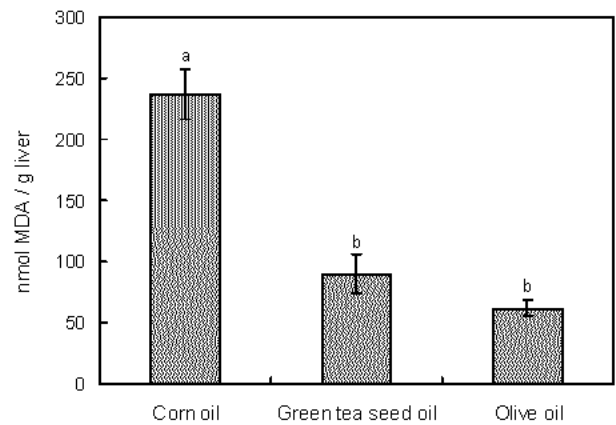


Fig. 2. Effect of green tea seed oil supplementation on hepatic TBARS of C57BL/6 mice fed high cholesterol diets for 9 weeks.

Refer to Table 1. Values with different superscripts differ significantly ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test. Bar represent standard error of mean value.

와 Shahidi(26)는 녹차 catechin이 α -토코페롤이나 BHT보다 지방산화를 감소시키는 데 효과적인 것으로 보고하였다. 따라서 본 실험에서 사용되었던 녹차씨유는 crude한 상태로 다소의 항산화물질이 이러한 효과를 유발했을 가능성이 있다. Rah 등(15)은 채종유의 산패정도를 비교 실험한 결과 차 종자유의 항산화물질인 토코페롤의 함량이 면실유보다 월등히 낮은 수준이었으나 산패정도는 다른 종자유와 비슷한 수준이거나 다소 낮은 결과를 보여 토코페롤 이외의 항산화물질이 있는 것으로 사료된다고 보고하였다.

녹차씨의 경우도 이상의 결과로 미루어 볼 때, 현재 식용 유로서 보편적으로 쓰이고 있는 옥수수유보다 혈청 콜레스테롤이나 간의 과산화물을 감소시키며 다른 식품에 사용되었을 때 지방의 산화를 지연시켜 식품의 질을 개선할 수도 있을 것으로 예측되었다.

혈장의 염증반응인자에 미치는 영향

병원체나 내독소에 대응하는 염증반응은 생물체에 유익할 수 있으나 염증관련물질이나 cytokine들의 과다한 생성은 심각한 질환을 일으킬 수 있다. 또한 동맥경화는 최근 insulin내성과 상관되는 tumor necrosis factor- α (TNF- α)와 같은 cytokine과 관련하여 염증성의 질환으로 여겨지고 있다(27). 최근 이를 예방하기 위한 연구들에서 식물유(plant essential oils) 중의 분자량이 낮은(300 g/mol) 성분들은 보다 쉽게 세포막을 통해 확산되어 항염증성의 활성을 가짐이 알려지고 있으며(28), Hart 등에 의하면(29) 차나무 oil의 섭취시 lipopolysaccharide(LPS)에 의해 활성화된 사람 혈액의 단핵구에서의 TNF- α , interleukine-1 β (IL-1 β), interleukine-8(IL-8), interleukine-10(IL-10), PGE₂의 생성을 억제시켰다.

녹차씨유의 섭취가 염증반응 관련 인자에 미치는 영향을

Table 4. Effect of green tea seed oil supplementation on the inflammatory responses of C57BL/6 mice fed high cholesterol diet for 9 weeks

Dietary groups	Concentration			
	LTB ₄ (pg/well)	TNF- α (pg/mL)	PGE ₂ (pg/well)	NO (μ M)
Corn oil	3.50 \pm 0.06 ^{1)NS2)}	47.48 \pm 7.86 ^{NS}	6.59 \pm 0.06 ^{NS}	1.25 \pm 0.31 ^{NS}
Green tea seed oil	3.37 \pm 0.08	38.52 \pm 4.54	6.69 \pm 0.10	0.70 \pm 0.16
Olive oil	3.29 \pm 0.11	46.67 \pm 3.04	6.66 \pm 0.08	0.87 \pm 0.15

LTB₄, leukotriene B₄; TNF- α , tumor necrosis factor α ; PGE₂, prostaglandin E₂; NO, nitric oxide.

¹⁾Each value is the mean \pm SEM of 12 mice.

²⁾NS: not significant.

알아보기 위해 콜레스테롤식이 녹차씨유, 옥수수유, 올리브유를 첨가하여 섭취시킨 쥐의 혈장에서 이들 염증반응시 주로 arachidonic acid로부터 생성되는 leukotriene B₄(LTB₄)와 prostaglandin(PGE₂), 그리고 NO와 cytokine인 TNF- α 의 생성정도를 실험하여 Table 4에 나타내었다. LTB₄, TNF- α , NO의 생성능은 녹차씨유에서 가장 낮은 경향을 보였는데 군 간의 유의적인 차이는 나타내지 않아 녹차씨유는 옥수수유나 다른 식물유와 비교하였을 때 이들 염증관련인자들에 대해 별 차이가 없음을 알 수 있었다.

대식세포의 염증반응인자에 미치는 영향

일반적으로 대식세포에서 LPS나 내독소(endotoxin)는 염증성의 cytokine인 TNF- α , IL-1 β , IL-6 protein의 생성을 촉진시키나 역시 이들 cytokine들의 과다한 발현은 심각한 질환을 일으킬 수 있으므로 TNF- α , IL-1 β , IL-6의 생성 억제에는 염증반응에 의한 질환의 치료에 도움이 된다(28).

대식세포에서의 염증반응에서 생성되는 LTB₄와 PGE₂, TNF α 의 생성에 미치는 식물유섭취의 영향을 Table 5에 나타내었다. 녹차씨유를 섭취시킨 군에서 옥수수유를 섭취시킨 경우보다 이들 염증반응인자의 생성 정도가 다소 낮은 경향을 보였으나 실험군들 간에 유의적인 차이는 없어 혈장에서와 같이 대식세포에서도 염증반응인자에 대한 영향은 녹차씨유가 다른 식물성기름과 다르지 않는 경향을 나타내었다. 이상에서와 같이 녹차씨유 섭취가 염증반응인자에 크게 영향을 미치지 않음은 녹차의 경우에서도 유사하여 Ryu 등(30)이 행한 당뇨병환자를 대상으로 한 연구에서 녹차는 염증반응이나 insulinn내성에 영향을 미치지 않음이 밝혀진 바 있다. 지금까지 녹차는 폴리페놀성 화합물인 카테킨을 비롯한 다수의 성분이 함유되어 있어 항산화효과, 성인병예방이나 암 예방, 후천성 면역결핍증 바이러스의 생육억제, 충치억제, 콜레스테롤 억제작용, 항노화작용 및 항균제 등의 생리활성효과가 뛰어난 물질로 알려져 있다(12). 이와 같은 효과를 가지는 녹차의 종자유를 실험한 본 연구에서 나타난 혈장의 콜레스테롤 농도와 간조직의 TBARS값의 감소효과는 녹차씨유의 체내에서 항동맥경화 효과의 가능성을 시사한다. 또한 Marquez 등(31)의 연구는 murine macrophage에서 올리브유가 산화적 스트레스와 염증반응물질의 생성을 억제하는 효과가 있는 것으로 보고하였으며, Patrick와 Uzick

Table 5. Effect of green tea seed oil supplementation on macrophage of C57BL/6 mice fed high cholesterol diet for 9 weeks

Dietary groups	Concentration		
	LTB ₄ (pg/mL)	TNF- α (pg/mL)	PGE ₂ (pg/mL)
Corn oil	0.34 \pm 0.07 ^{1)NS2)}	27.1 \pm 10.2 ^{NS}	4.98 \pm 0.22 ^{NS}
Green tea seed oil	0.32 \pm 0.03	25.7 \pm 10.6	4.96 \pm 0.33
Olive oil	0.35 \pm 0.01	22.9 \pm 4.0	4.99 \pm 0.10

LTB₄, leukotriene B₄; TNF- α , tumor necrosis factor α ; PGE₂, prostaglandin E₂.

¹⁾Each value is the mean \pm SEM of 12 mice.

²⁾NS: not significant.

(32)는 올리브유가 고콜레스테롤혈증을 예방과 항염증효과가 있다고 하였다. Lyon Diet Heart Study에서의 Mediteranean diet 연구는 심혈관질환으로부터 사망률 저하는 올리브유 섭취량과 유의적으로 관련이 있는 것으로 보고(33)하였다.

따라서 혈장과 대식세포의 염증반응인자에 대해서도 다른 식물성유와 다르지 않는 경향을 나타내었음을 볼 때 녹차씨유가 현재의 식생활에서 흔히 사용되고 있는 옥수수유나 올리브유와 같이 개발되어도 전혀 손색이 없을 것으로 생각되어진다.

요 약

녹차씨유의 장기간 섭취가 혈청 콜레스테롤과 간 조직에서의 항산화능 및 염증반응 인자에 미치는 영향을 동맥경화 유발이 용이한 콜레스테롤식을 섭취시킨 쥐에서 연구하였다. 4주령의 C57BL/6 mice(male, 20.01 \pm 0.24 g)를 3군으로 나눈 후 콜레스테롤식이 옥수수유, 녹차씨유, 올리브유를 각각 10%씩 함유한 식이를 9주간 섭취시켰다. 3주마다 안구혈관으로부터 혈액을 취해 혈청 콜레스테롤을 측정하였고 항산화능은 9주 후 간 조직에서 TBARS로 측정하였으며 혈장과 대식세포에서의 LTB₄, TNF- α , PGE₂, NO측정을 통하여 염증반응인자에 미치는 영향을 알아보았다. 실험군 간의 체중의 증가는 녹차씨유군에서 올리브유군에 비해 유의적으로 감소하였으며, 식이섭취량은 녹차씨유군에서 유의적으로 낮았으나(p<0.05) 군 간의 식이효율에는 유의적인 차이가 없었다. 녹차씨유군에서 다른 군에 비해 체중이 감소한 것은 유의적인 차이는 없었으나 식이섭취량이 다소 낮은

수준에 기인한 것으로 사료된다. 간의 무게는 올리브유군에서 가장 낮았으나 녹차씨유군과 옥수수유군 간에는 차이가 없었다. 혈청의 콜레스테롤농도는 식이 섭취 6주까지는 모든 군에서 증가하였으나 그 증가수준은 녹차씨유군에서 옥수수유군에 비해 유의적으로 낮았으며($p < 0.05$) 식이섭취 9주에는 군 간에 유의적 차이를 보이지 않았다. 간조직의 TBARS는 옥수수유군에 비해 녹차씨유군과 올리브유군에서 모두 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 혈장의 LTB_4 , $TNF-\alpha$, NO의 생성능은 녹차씨유 섭취군에서 가장 낮은 경향을 보였으며 대식세포에서는 녹차씨유를 섭취시킨 군이 옥수수유를 섭취시킨 경우보다 이들 염증반응인자의 생성정도가 다소 낮은 경향을 보였으나 실험군들 간에 유의적인 차이는 보이지 않아 녹차씨유는 염증반응인자에 대하여 다른 식물성기름과 다르지 않는 영향을 나타내었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 올리브유와 지방산 조성이 유사한 녹차씨유의 일정기간섭취는 콜레스테롤식이 섭취에 따른 혈장의 콜레스테롤 농도 억제하는 효과가 있으며 옥수수유 섭취군에 비해 효과적으로 TBARS생성을 낮추므로 녹차씨유가 콜레스테롤식이 섭취에 따른 산화적 스트레스를 방어하는 효과가 있고 녹차씨유가 혈장과 대식세포에서의 염증반응에 미치는 영향은 옥수수유나 올리브유와 크게 다르지 않는 것으로 생각되었다.

감사의 글

본 연구는 농림부의 사업비(204008-03-1-SB010) 지원으로 이루어진 결과이며 이에 감사드립니다.

문헌

1. Lee HG. 1996. Nutritional problems in Korean; pattern of disease incidence and nutrition in Korea. *Korean J Nutr* 29: 381-383.
2. Block G, Langseth L. 1994. Antioxidant vitamins and disease prevention. *Food Technology* 48: 80-85.
3. Hayashi E, Hayashi M, Yamazoe H. 1990. Pharmacological action of tea extracts on the central nervous system in mice. *Oyo Yakuri* 40: 351-356.
4. Kada T, Kaneko K, Matzuzaki S, Mntzaki T, Hara Y. 1985. Detection and chemical identification of natural bioantimutagen. *Mutat Res* 150: 127-131.
5. Matzuzaki T, Hata Y. 1985. Antioxidative activity of tea leaf catechins. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 59: 129-134.
6. Kim MJ, Choi JH, Yang JA, Kim SY, Kim JH, Lee JH, Kim JK, Rhee SJ. 2002. Effects of green tea catechin on enzyme activities and gene expression of antioxidative system in rat liver exposed to microwaves. *Nutr Res* 22: 733-744.
7. Rhee SJ, Kwag OG, Kim SO. 1998. Effect of catechin on the microsomal mixed function oxidase system and lipid peroxidation of lung in diabetic rats. *Kor J Gerontol* 8: 49-55.
8. Nakayama T, Yoshizaki A, Izumida S, Suehiro T, Miura S, Uemura T, Yakata Y, Shichijo K, Yamashita S, Sekin

- I. 2007. Expression of interleukin 11 (IL 11) and IL 11 receptor alpha in human gastric carcinoma and IL 11 upregulates the invasive activity of human gastric carcinoma cells. *Int J Oncol* 30: 825-833.
9. Sartippour MR, Heber D, Ma J, Lu Q, Go VL, Nguyen M. 2001. Green tea and its catechins inhibit breast cancer xenografts. *Nutr Cancer* 40: 149-156.
10. Wilson IA, Cox NJ. 1990. Structural basis of immune recognition of influenza virus hemagglutinin. *Ann Rev Immunol* 8: 737-771.
11. Hattori M, Kusumoto IT, Namba T. 1990. Effect of tea polyphenol on glucan synthesis by glucosyltransferase from *Streptococcus mutants*. *Chem Pharm Bull* 38: 717-720.
12. Sin MK, Han SH, Han GJ. 1997. The effect of green tea on the serum lipid and liver tissue of cholesterol fed rats. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1255-1263.
13. Masaki H, Atsumi T, Sakurai H. 1995. Detection of hydroxyl radicals in murine skin fibroblasts under UVB irradiation. *Biochem Biophys Res Commun* 206: 474-479.
14. Hara Y, Ishigami T. 1989. Antibacterial activities of tea polyphenols against foodborne pathogenic bacteria. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 36: 996-999.
15. Rah HH, Baik SO, Han SB, Bock JY. 1992. Chemical compositions of the seed of Korean green tea plant (*Camellia sinensis* L.). *J Korean Agric Chem Soc* 35: 272-275.
16. 정영민, 은종방. 1998. 차종실 자엽(endosperm)의 화학적 성분. 1998년도 한국식품과학회·한국식품영양과학회 춘계 공동학술발표회. p 63.
17. Park JS, Rho HS, Kim DH, Chang IS. 2006. Enzyme preparation of kaempferol from green tea seed and its antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 54: 2951-2956.
18. Yosioka I, Nishimura T, Matsuda A, Kitagawa I. 1970. Saponin and sapogenol. II. Seeds sapogenols of *Thea sinensis* L. *Theasapogenol* A. *Chem Pharm Bull* 18: 1621-1632.
19. Yoon WH, Choi JH, Lee KH, Kim CH. 2005. Antimicrobial and antitumor activities of seed extracts of *Camellia sinensis* L. *Korean J Food Sci Technol* 37: 108-112.
20. Fraga CG, Leibovita RM, Roeder RG. 1988. Lipid peroxidation measured as thiobarbituric reactive substances in tissue slices: characterization and comparison with homogenates and microsomes. *Free Radic Biol Med* 4: 155-161.
21. Green LC, Wagner DA, Glogowski J. 1982. Analysis of nitrate, nitrite, and $[15^{15}N]$ nitrate in biological fluids. *Anal Biochem* 126: 131-138.
22. Sheo HJ, Kim SH, Jung DL. 1991. The effect of the unsaturated oil on the normal liver and lipid metabolism of rats fed several plant oils. *J Korean Soc Food Nutr* 20: 426-432.
23. 外岡史子, 松本なつき, 石塚明代, 原 征守. 1991. ラットにおける茶カテンの添加量に伴う攝取量及び脂肪酸の變化. *Proceeding Int Symp Tea Sci*. p 366.
24. Akinganju P, Yudkin J. 1967. Effect of coffee and tea on serum lipids in the rats. *Nature* 214: 426-427.
25. Bozkurt H. 2006. Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry fermented sausage. *Meat Sci* 73: 442-450.
26. Wanasundara UN, Shahidi F. 1998. Antioxidant and prooxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chem* 63: 335-342.
27. Lind L. 2003. Circulating markers of inflammation and atherosclerosis. *Atherosclerosis* 169: 203-214.
28. Chao LK, Hua KF, Hsu HY, Cheng SS, Liu JY, Chang ST. 2005. Study on the antiinflammatory activity of essential

- oil from leaves of *Cinnamomum osmophloeum*. *J Agric Food Chem* 53: 7274-7278.
29. Hart PH, Brand C, Carson C, Riley TV, Prager RH, Finlay Jones JJ. 2000. Terpinen 4-ol, the main component of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), suppresses inflammatory mediator production by activated human monocytes. *Inflamm Res* 49: 619-626.
 30. Ryu OH, Lee J, Lee KW, Kim HY, Seo JA, Kim SG, Kim NH, Baik SH, Choi DS, Choi KM. 2006. Effects of green tea consumption on inflammation, insulin resistance and pulse wave velocity in type 2 diabetes patients. *Diabetes Res Clin Pract* 71: 356-358.
 31. Marquez Martin A, de la Puerta Vazquez R, Fernandez Arche A, Ruiz Gutierrez V. 2006. Suppressive effect of maslinic acid from pomace olive oil on oxidative stress and cytokine production in simulated murine macrophages. *Free Radic Res* 40: 295-302.
 32. Patrick L, Uzick M. 2001. Cardiovascular disease: C-reactive protein and the inflammatory disease paradigm: HMG CoA reductase inhibitors, alpha-tocopherol, red yeast rice, and olive oil polyphenols. A review of the literature. *Altern Med Rev* 6: 248-271.
 33. De Lorgeril M, Salen P, Martin JL. 1996. Effect of a Mediterranean type of diet on the rate of cardiovascular complications in patients with coronary artery disease. Insights into the cardioprotective effect of certain nutrients. *J Am Coll Cardiol* 28: 1103-1108.

(2006년 12월 28일 접수; 2007년 2월 21일 채택)