감마선으로 조사된 고욤잎, 감잎 및 뽕잎 복합추출물의 UV 조사 손상피부에 대한 개선 효과

최지원[1] · 조병옥[2,3] · 데니스[3] · 신재영[3] · 방숭주[3] · 장선일[3,4,*]

[1]전주대학교 방사선학과, [2](주)아토큐앤에이
[3]전주대학교 보건관리학과, [4]전주대학교 농생명치유산업연구소

Improvement Effect of Gamma-Irradiated Complex Leaf Extract of Date Plum, Persimmon and Mulberry on UVB-Induced Skin Damage

Jiwon Choi[1], Byoung Ok Cho[2,3], Denis Nchang Che[3], Jae Young Shin[3], Chong Zhou Fang[3] and Seon Il Jang[3,4,*]

[1]*Department of Radiological Sciences, Jeonju University, Jeonju 55069, Republic of Korea*
[2]*Ato Q&A Incoperation, Jeonju 55069, Republic of Korea*
[3]*Department of Healthcare & Science, Jeonju University, Jeonju 55069, Republic of Korea*
[4]*Agri-Bio Healing Industry Institute, Jeonju University, Jeonju 55069, Republic of korea*

Abstract - This study was conducted to evaluate the improvement effect of gamma-irradiated complex leaf extract of Date Plum, Persimmon and Mulberry (γ-DPME) on UVB induced skin damage. The samples were gamma irradiated at doses of 10 kGy. γ-DPME treatment tended to decrease UVB-induced immune cell infiltration and erthyderma index than the groups treated with non-gamma-irradiated DPME (n-DPME) and L-ascobic acid (AA). In addition, γ-DPME treatment significantly decreased skin thickness, melanin index and mast cell infiltration in UVB-irradiated skin. Moreover, γ-DPME treatment significantly decreased the compound 48/80-induced scratching behavior and immune cell infiltration than n-DPME group. These results show that gamma irradiation can be used to increase the physiological activities of DPME.

Key words : Gamma irradiation, Complex leaf extract, UVB-induced skin damage, Scratching behavior

서 론

방사선 조사 기술은 식품의 맛, 외관, 품질에 영향 없이 병원성 미생물을 멸균하고 살균하는 데 이용할 뿐만 아니라 종자 개량 및 신품종 개발, 농산물 발아 억제 등 다양한 분야에 이용되고 있다(Jo *et al*. 2001). 감마선 조사는 식품의 부패방지와 제품의 보존성 향상의 효과(Byun 1994; Byun *et al*. 1999)뿐만 아니라 이온화 방사선의 물리적인 특성을 이용한 소재의 생리활성의 개선 및 약리활성 증가에 대한 연구들이 진행되고 있다(Kim *et al*. 2006; Byun *et al*. 2008). 일반적으로 식품 및 약용식물로 사용되고 있는 소재로부터

* Corresponding author: Seon Il Jang, Tel. +82-63-220-3124, Fax. +82-63-220-2054, E-mail. sonjjang@jj.ac.kr

열수 및 알코올 등 용매를 사용하여 추출할 때 잦은 암갈색 색소 때문에 제품의 형상에 많은 문제점을 야기한다. 특히 화장품의 경우 천연 추출물을 활용하는 데 있어 암갈색 색소는 제형에 큰 영향을 미치기 때문에 이를 개선하기 위한 연구가 필요하다. 이와 관련하여 방사선 조사로 천연물 고유의 기능을 훼손하지 않고 색깔의 명도를 높일 수 있다는 보고도 있다(Son *et al*. 2001; Jo *et al*. 2002; Jo *et al*. 2003).

고욤잎(Date Plum leaf) 추출물은 항산화 활성 및 적혈구 산화적 손상에 따른 복원효과(Kim *et al*. 2013)와 항알레르기 및 항염효과가 있다(Kim *et al*. 2013; Kim *et al*. 2013). 또한 고욤잎은 총 폴리페놀과 플라보노이드 함량이 풍부하게 함유되어 있고, 관련 지표물질에는 미백효과가 있는 것으로 알려진 myricetin과 myricitrin이 주요 화합물인 것으로 보고되었다(Choi *et al*. 2014). 감잎(Persimmon leaf)은 항산화, 자외선 차단뿐만 아니라 항염증에 효과적인 물질이라는 것을 제시해 주었으며(Jeong *et al*. 2010; Cho *et al*. 2011a, b), 감잎 수용성 추출물은 항산화와 항염 기능을 발휘할 수 있는 식품으로 활용될 수 있다는 보고가 있다(Jeon *et al*. 2014). 뽕잎(Mulberry leaf)은 플라보노이드(flavonoids) 계열 화합물인 quercetin과 astragalin이 풍부하며, 이들 물질은 항산화 효소를 유도하여 염증을 경감시키는 효과가 있다고 보고되었다(Park *et al*. 2007; Chirumbolo *et al*. 2010; Mok *et al*. 2011). 그러나 이들 물질을 복합적으로 추출한 추출물에 대하여 색상의 개선 및 효능에 대한 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 항산화, 항염 및 미백 활성 효능이 우수한 고욤잎, 감잎 및 뽕잎을 대상으로 에탄올 복합추출물(Date Plum, Persimmon, Mulberry leaf complex extract, DPME)을 얻고, 감마선으로 조사한 추출물(gamma-irradiated DPME, γ-DPME)과 감마선으로 조사하지 않은 추출물(non-irradiated DPME, n-DPME)을 자외선 B(UVB)로 조사된 마우스 피부 손상에 대한 개선 효과를 비교함과 동시에 가려움 유발물질인 compound 48/80 (C48/80)으로 유도한 마우스 가려움 유발 행동에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용된 천연물인 고욤잎, 감잎 및 뽕잎은 2015년 6~7월에 진안군 정천면과 부귀면 등 운장산 일대에서 확보하여 실험에 사용하였다.

2. 천연물의 추출

고욤잎, 감잎 및 뽕잎은 채취한 즉시 수돗물로 잘 세척한 후 증류수로 침지하여 물기를 제거한 후 5분간 증기 찜을 하여 미생물 등 오염물을 제거한 후 37~40°C가 유지되는 건조기에서 충분히 건조하였다. 잘 건조된 각각의 고욤잎, 감잎 및 뽕잎은 각각 60 g씩 정량하고 혼합하여 총 180 g을 대상으로 4 *l*의 70% 에탄올을 가하여 실온에서 5일 동안 추출한 후 0.45 μm 필터를 사용하여 여과한 다음 20배 감압농축하여 방사선 조사를 하였거나, 동결건조하여 실험에 사용하였다.

3. 천연추출물의 방사선 조사

감마선 조사는 추출물을 한국원자력연구원 첨단방사선연구소에서 cobalt-60 irradiator (point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co., Ltd., Ottawa, ON, Canada)를 이용하여 10 kGy로 감마선 조사한 후 동결건조기(Eyela FDU-2100, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)에서 건조하여 회수한 후 −20°C에서 보관하면서 사용하였다.

4. 실험동물

무균환경에서 사육된 7주령의 수컷 C57/BL과 ICR 마우스는 오리엔트바이오사(익산, 대한민국)에서 구입하였고, 사료와 물을 충분히 공급하면서 1주일간 순화시킨 후 실험에 사용하였다. 사육환경은 낮과 밤의 주기를 12시간씩 하였고, 온도(20~22°C)와 습도(50~60%)는 일정하게 유지하였으며, 실험동물위원회의 규정에 준하여 실험하였다(승인번호 #JJU-IACUC-2015-07).

5. UVB 유도 피부 손상 모델유도 및 실험디자인

실험 디자인은 정상군(UVB를 조사하지 않은 대조군), UVB 조사군, UVB 조사+방사선으로 조사하지 않은 복합추출물(n-DPME) 투여군(200 mg kg^{-1}), UVB 조사+방사선으로 조사한 복합추출물(γ-DPME) 투여군(200 mg kg^{-1}) 및 UVB 조사+Ascorbic acid (AA) 투여군(10 mg kg^{-1}) 등 5가지로 난괴법에 따라 실험군 당 5마리씩 배정하여 모두 전기면도기로 등 쪽 부분을 면도한 후 제모제를 도포하고 물로 깨끗하게 털을 제거하였다. 대조군과 UVB 단독 조사군은 생리식염수를 14일 동안 경구투여하였다. 또한 UVB 조사 후에는 6일간 베이스크림(증류수, 스쿠알렌 및 유화제)만 피부에 도포하였다. UVB 조사+n-DPME 투여군과 UVB 조사+γ-DPME 투여군 및 UVB 조사+AA 투여군은 14일 동안 하루에 1회씩 경구투여하였다. 더불어 UVB 조사 후에는 6일간 베이스크림에 15% n-DPME와 15% γ-DPME와 1% AA가 함유된 크림을 site당 100 mg을 도포하였다. 대조군을 제외한 실험군은 경구투여 후 7일, 10일, 13일 등 3일간

하루에 1회씩 GL20SE UVB 램프(emission peak 306 nm; Sankyo Denki Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 UVB (250 mJ cm^{-2})를 조사하였다. 그 후 24시간 후 표피 두께와 멜라닌 및 홍반지수를 측정하였다.

6. 표피조직의 두께, 멜라닌 및 홍반지수 측정

최종 실험일인 14일째 표피 두께는 디지털 켈리퍼스(Mitutoyo, Kawasaki, Japan)로 측정하였고, 홍반 및 멜라닌 지수는 Multiprobe MPA5 (CK electronic GmbH, cologne, Germany)를 사용하여 측정하였다.

7. 조직학적 평가

실험 최종일인 14일째 마우스를 희생시키고 피부조직을 절취하여 10% 중성 포르말린(pH 7.4)으로 24시간 고정한 후 50~100% 에탄올을 사용하여 탈수하고 xylene으로 세척하는 등 일련의 과정을 거쳐 파라핀메몰 표본을 제작하였다. 제작된 각 실험군의 파라핀메몰 표본은 5 μm 두께로 절편한 후 silane-coated micro slides (Muto-glass, Tokyo, Japan)에 부착하여 hematoxylin & eosin (H&E)과 toluidine blue로 염색한 다음 광학현미경(Olympus, Tokyo, Japan)으로 100배 및 400배 시야에서 검경하였다.

8. 가려움 억제 효능 평가

실험 디자인은 순화된 ICR 마우스를 대상으로 난괴법에 따라 군당 5마리씩 정상군, C48/80 (Comound 48/80: Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA) 처리 대조군, C48/80 + n-DPME (200 mg kg^{-1}) 처리군, C48/80 + γ-DPME (200 mg kg^{-1}) 처리군으로 4군을 설정하였다. 가려움증 유도 및 긁는 행동 측정은 스트레스가 해소된 ICR 마우스는 실험군당 5마리의 마우스를 각각 투명 아크릴 케이지 (20 × 26 × 13 cm)에 한 마리씩 넣고, 안정을 위해 30분 동안 동일한 실험환경에 방치한 후 대조군은 생리식염수를 경구투여하였다. 그 후 60분에 C48/80 (50 μg $site^{-1}$)의 농도로 100 μl씩 마우스 등의 양쪽 어깨 사이 높이에 피하주사 하여 가려움증 유발물질을 주사한 마우스는 곧바로 Mihara의 방법을 따라 micro-camera (ONCCTV, 서울, 대한민국)를 사용하여 60분 동안 녹화하였으며, 뒷발로 가려움증 유발물질이 주입된 부위를 긁는 횟수를 이중맹검법으로 계수하여 평가하였다. 피부조직 염색은 H&E stain (Hematoxylin & Eosin)으로 실시하였다. 피부조직 약 5 × 5 mm를 적출하여 4% paraformaldehyde (pH 7.4)로 고정하고 일련의 과정을 통하여 파라핀 블록을 제작한 후, 5 μm 두께로 절편하였고, 조직 절편은 탈파라핀과 함수 과정을 거친 후 H&E로 염색하여 현미경 (× 100, Olympus, Japan)으로 관찰하였다.

9. 통계처리

모든 실험값은 평균 또는 평균±표준편차로 표시하였고, 통계분석은 ANOVA와 Student's t-test로 처리하였으며, 유의성 한계는 $p < 0.05$로 정하였다.

결 과

1. 감마선 조사에 의한 고욤잎, 감잎 및 뽕잎 복합추출물의 색상 변화

고욤잎, 감잎 및 뽕잎 복합추출물을 대상으로 감마선(10 kGy)을 조사한 결과 Fig. 1과 같이 감마선으로 조사하지 않은 복합추출물(n-DPME)은 짙은 암갈색인 데 비해서 감마선으로 조사한 복합추출물(γ-DPME)은 밝은 색상으로 명도가 크게 개선되었다.

2. 감마선으로 조사된 복합추출물의 UVB 유도 피부 손상 개선 효과

먼저 γ-DPME이 UVB로 조사된 마우스 피부 손상에 대한 개선 효과를 알아보기 위하여 n-DPME과 참고 약물인 AA 처리군의 피부 형태와 피부 두께를 조사하였다. 그 결과 Fig. 2와 같이 정상대조군에 비해서 UVB로 조사된 대조군은 피부 각질화 현상과 더불어 피부 병변 및 두께가 현저히 증가하였다. 그러나 γ-DPME로 처리된 실험군의 피부 각질화, 피부 병변 및 두께가 줄어드는 효과가 있었다. 이러한 효과는 n-DPME과 참고 약물인 AA 처리군에 비해서 개선되는 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

다음은 γ-DPME이 UVB로 조사된 마우스 피부 손상에 대한 피부조직의 조직학적인 변화를 알아보기 위하여 n-DPME과 참고 약물인 AA 처리군의 각 실험군별 피부조직의 형태

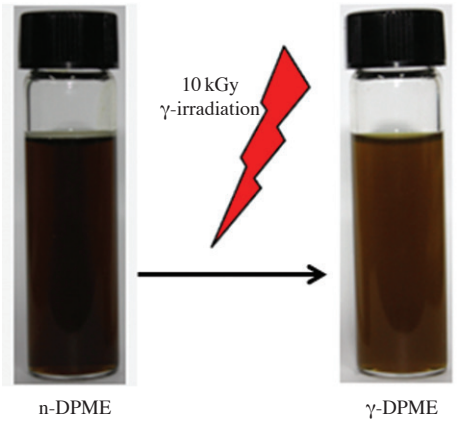

Fig. 1. Color alteration in DPME after gamma irradiation.

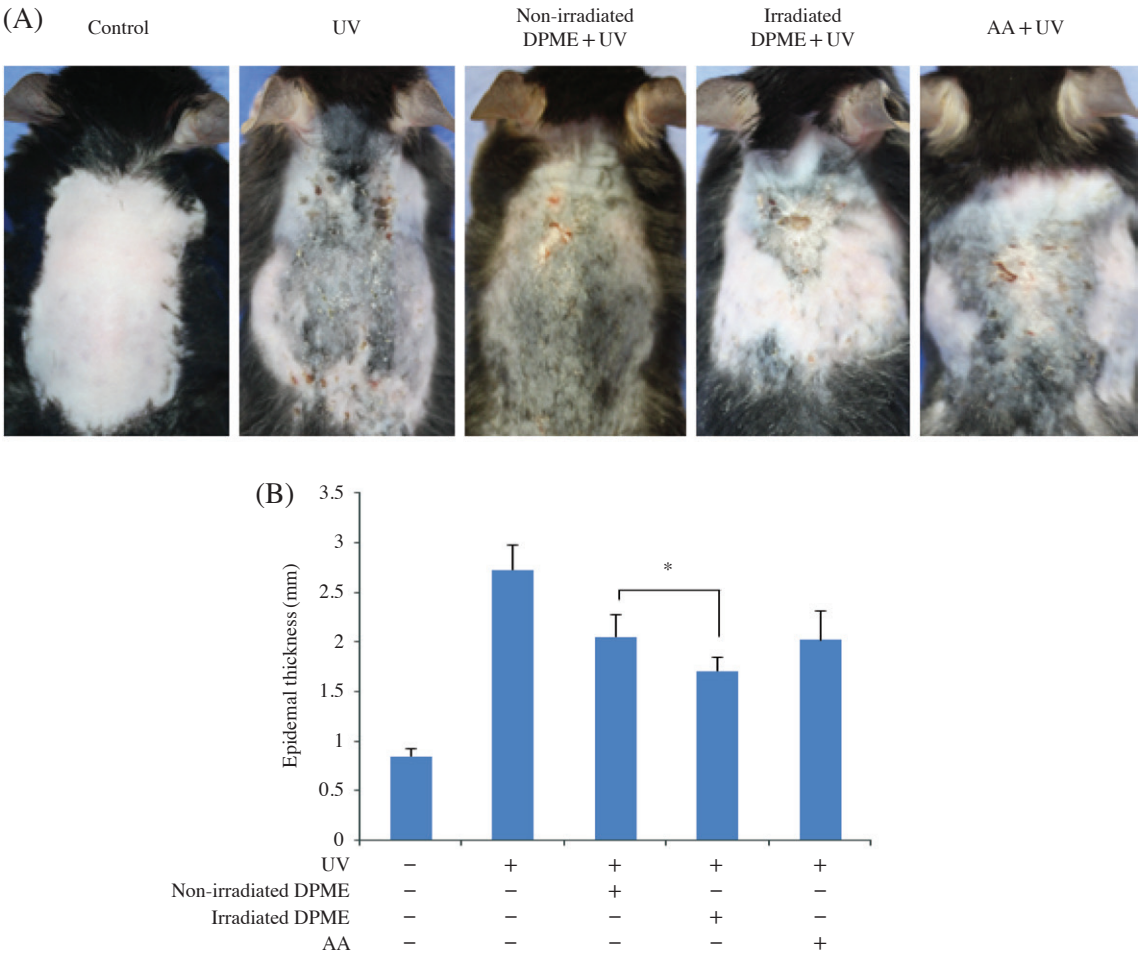

Fig. 2. Comparison of inhibitory effects on UVB-induced skin damage with γ-DPME and n-DPME. (A) skins of mouse. (B) The epidermal thickness. Values are noted as the mean ± SD. *$p < 0.05$ vs. UVB irradiation alone.

및 염증세포와 비만세포의 관찰을 위해 등 부위 피부조직을 hematoxylin과 eosin 및 toluidine blue로 염색하여 관찰하였다. 반복적으로 자외선에 노출되면 피부 표피의 과립층과 각질층을 증가시켜 표피층의 비후와 염증세포의 증가 같은 다양한 조직학적인 변화가 야기되는데, Fig. 3에서 나타낸 바와 같이 UVB 조사군에서는 정상군에 비해 피부 두께, 비만세포 및 염증세포의 침윤 상태가 뚜렷하게 확인되었으나, γ-DPME 처리군, n-DPME 처리군과 참고 약물인 AA 처리한 군은 피부 두께 및 염증세포와 비만세포의 침윤 상태가 완화되는 것을 확인하였다. 특히, γ-DPME 처리군이 n-DPME 처리군보다 더 뛰어난 효과를 나타내었고, 이러한 결과는 γ-DPME 투여가 피부 두께 및 백혈구 침윤과 같은 조직학적인 징후들을 효과적으로 완화시킬 것으로 사료된다.

마지막으로, γ-DPME이 UVB로 조사된 마우스 미백 효능을 확인하기 위하여 n-DPME과 참고 약물인 AA 처리군의 각 실험군별로 피부색을 결정하는 주요 지표인 멜라닌 지수와 홍반도를 측정하였다. Fig. 4에서 나타낸 바와 같이 UV 조사군에서는 정상군에 비해 멜라닌 지수와 홍반도가 증가하였고, γ-DPME 처리군, n-DPME과 참고 약물인 AA 처리군은 증가한 멜라닌 지수와 홍반도가 감소하는 것을 확인하였다. 특히, γ-DPME 처리군이 n-DPME 처리군보다 더 뛰어난 억제 효과를 나타내었다.

3. 급성 가려움증 유발 마우스 모델에서 감마선으로 조사된 복합추출물의 가려움 억제 효과

ICR 마우스에 C48/80을 주입하여 급성 가려움을 유발한 실험군은 정상 대조군에 비해서 긁는 횟수가 현저히 증가한 반면, γ-DPME 처리군과 n-DPME 처리군은 C48/80이 유도하는 가려움증을 억제하는 효능을 보였다(Fig. 5A). 특히, γ-DPME 처리군이 n-DPME 처리군보다 더 우수한 가려움증 억제 효과를 나타내었다. 또한, 조직학적인 피부 병변 개선을 위한 실험에서 C48/80 처리에 의한 백혈구(H&E) 침윤에 대한 효과를 알아본 결과 Fig. 5B와 같이 C48/80 처리

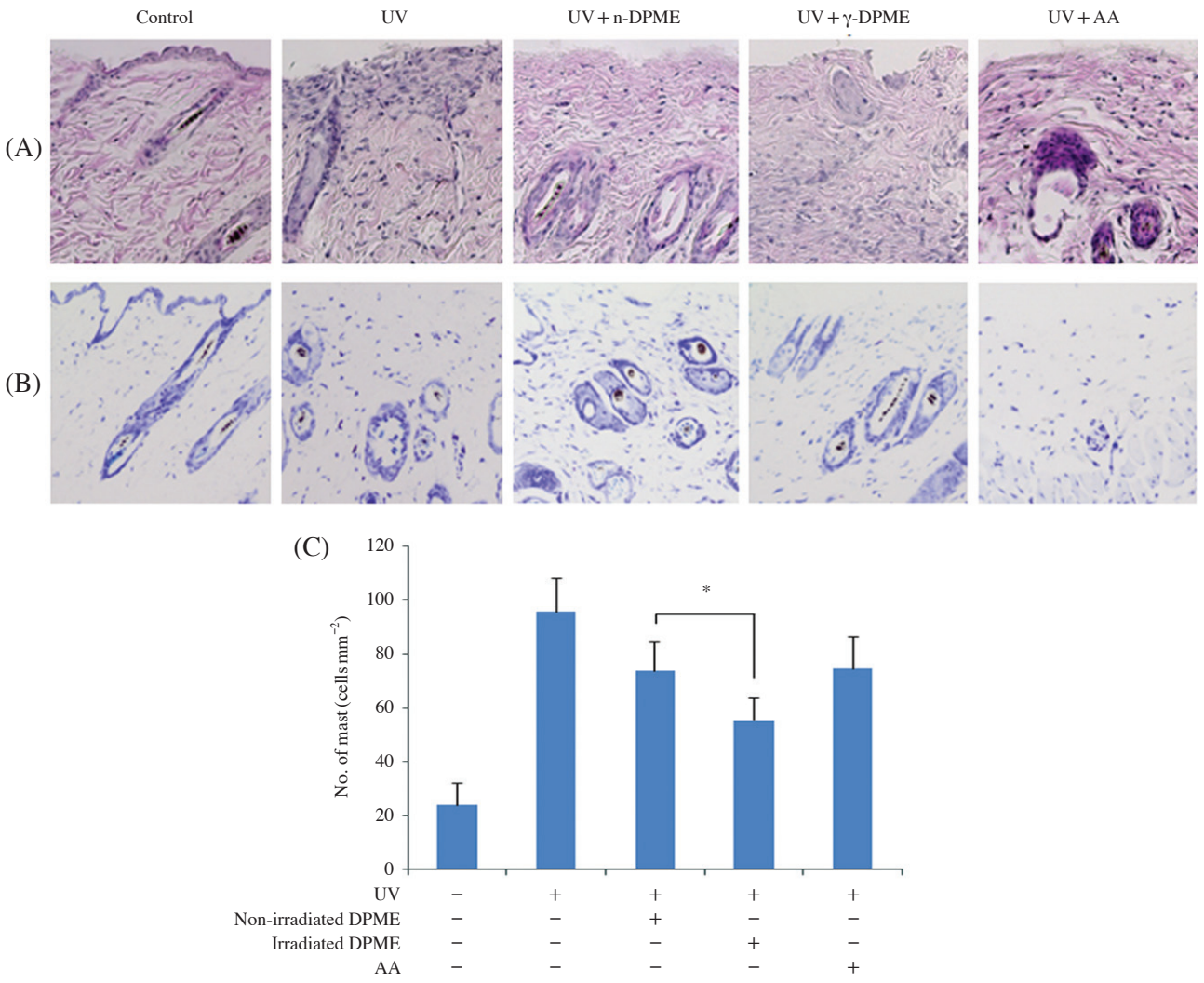

Fig. 3. Comparison effects of γ-DPME and n-DPME on UVB-induced of histological changes. (A) The skin sections were stained with hematoxylin and eosin. (B) Mast cells were stained with toluidine blue. Sections were evaluated using microscope at a magnification of ×100. (C) Number of mast cells were measured the cell stained with toluidine blue. Values are noted as the mean ± SD. *$p < 0.05$ vs. UVB irradiation alone.

한 군의 경우 정상군에 비해서 표피 및 진피층에 백혈구의 침윤이 뚜렷이 증가한 반면 γ-DPME 처리군과 n-DPME 처리군은 백혈구의 침윤이 억제되는 효과를 보였다.

고 찰

본 연구에서는 감마선 조사가 항산화, 항염 및 미백 활성을 비롯한 기능성 생리활성 효능이 우수한 소재인 고욤잎, 감잎 및 뽕잎을 활용하여 제조한 복합추출물의 피부 손상 개선 및 가려움증 억제 효과를 상승시키는지 조사하였다. 지난 십수 년간 감마선 조사는 농업분야를 비롯한 식품과 제약 산업 등에서 신품종 개발, 미생물 오염 방지 및 제품의 보존성 향상을 위해 다양하게 활용되고 있다(Byun 1994; Byun *et al*. 1999; Jo *et al*. 2001). Song 등(2004)은 감마선을 천연추출물 농축액에 조사할 때 낮은 선량에서는 색상의 변화가 없고, 10 kGy 이상에서 색상의 변화가 있다는 점을 고려하여 본 연구에서는 감마선 선량을 10 kGy를 사용하여 조사하였다. 따라서 고욤잎, 감잎 및 뽕잎 복합추출물을 대상으로 감마선(10 kGy)을 조사한 결과 감마선 비조사 복합추출물(n-DPME)에 비해서 감마선 조사 복합추출물(γ-DPME)은 밝은 색상으로 명도가 크게 개선되었다. 이러한 결과는 방사선 조사로 천연물 고유의 기능을 훼손하지 않고 색깔의 명도를 높일 수 있다는 연구 결과(Son *et al*. 2001; Jo *et al*. 2002, 2003)와 유사하였으며, 감마선을 조사한 복합추출물은 화장품 제형 개발을 위한 소재로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

일반적으로 UVB를 피부에 조사할 경우 피부홍반 및 화

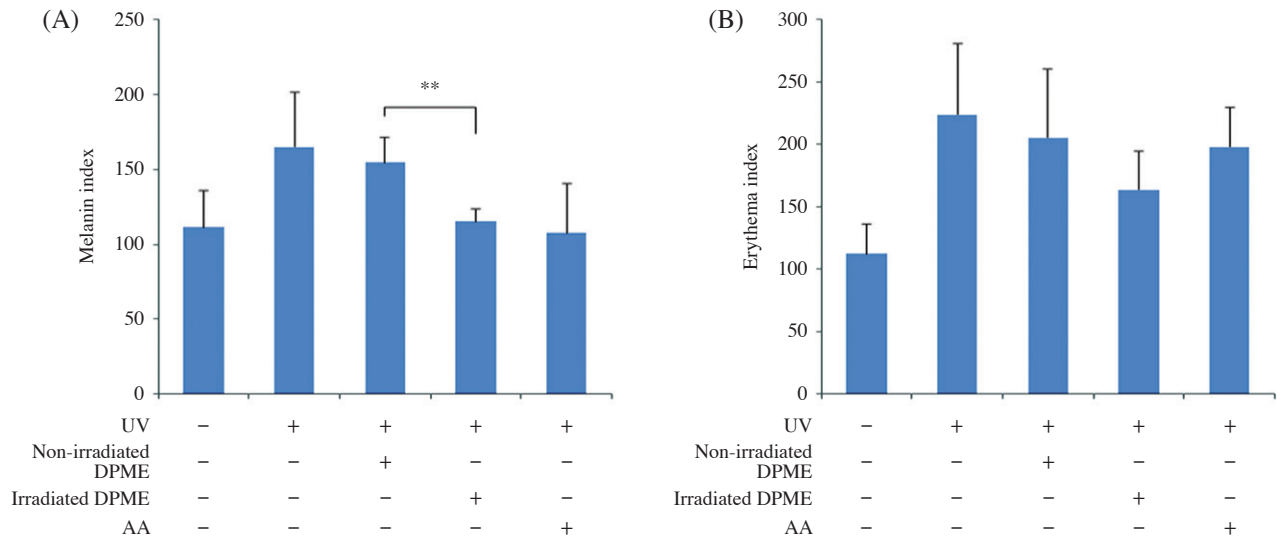

Fig. 4. Comparison of inhibitory effects γ-DPME and n-DPME on UVB-induced skin melanin index and erythema. Skin erythema index (A) and melanin index (B) were measured using Multiprobe MPA5. Values are noted as the mean ± SD. $^{**}p < 0.01$ vs. UVB irradiation alone.

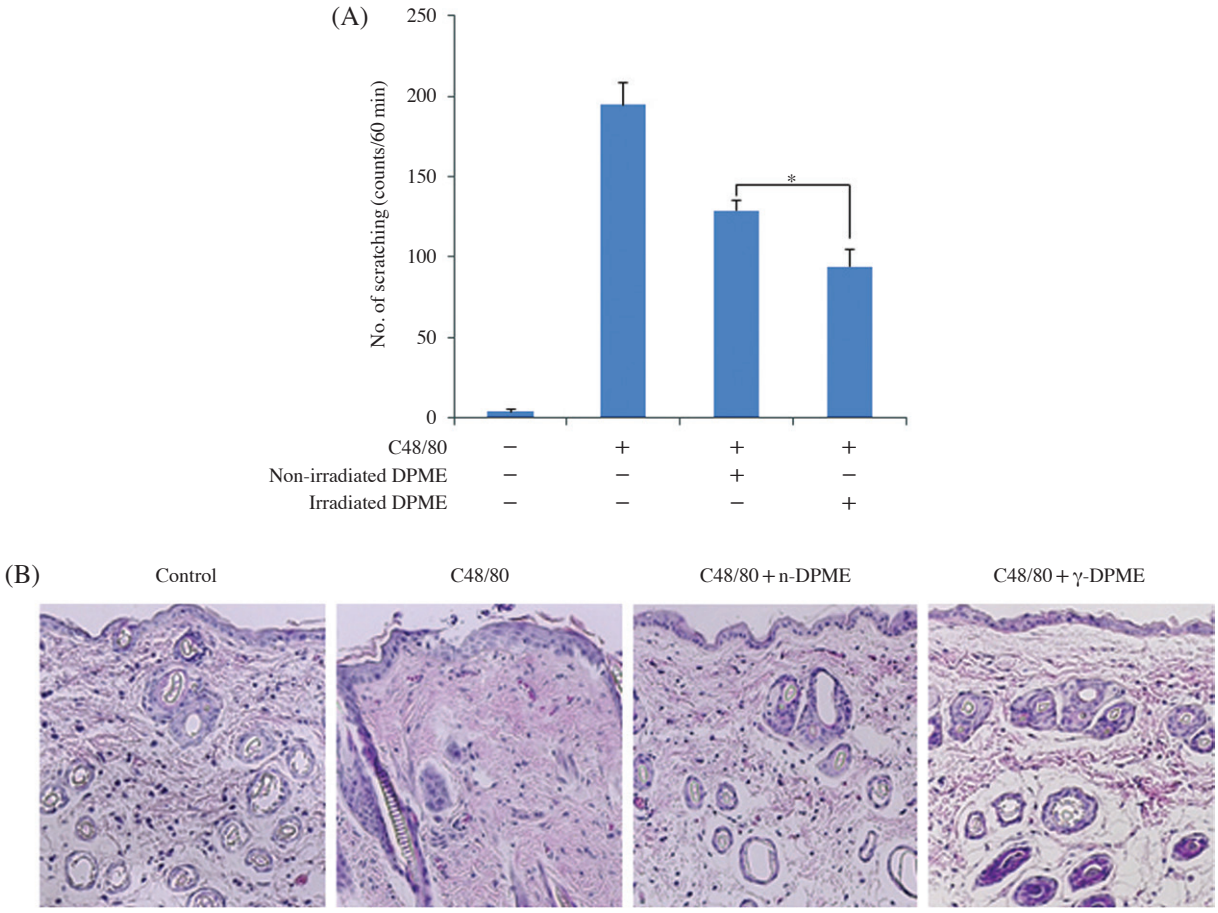

Fig. 5. Comparison inhibitory effect of γ-DPME and n-DPME on scratching behavior and histological changes in the ICR mice induced by C48/80. (A) Scratching behavior. Values are noted as the mean ± SD. $^{*}p < 0.05$ vs. UVB irradiation alone. (B) Histological changes. The skin sections were stained with hematoxylin and eosin. Sections were evaluated using microscope at a magnification of × 100.

상을 유도하고, collagenase 활성을 유도하여 피부조직 내 collagen을 잘게 절편하여 탄력이 약화되고 각질화 현상을 촉진시키는 것으로 알려져 있다(Kim *et al*. 2010; Yoon *et al*. 2013). 본 연구 결과 γ-DPME의 처리는 UVB로부터 유발된 피부 병변 및 각질화 현상과 더불어 백혈구 침윤과 같은 조직학적인 징후들을 개선하는 데 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 더불어 γ-DPME의 처리는 n-DPME과 참고 약물인 AA 처리군과 비교하여 우수한 효과를 나타낼 수 있다는 것은 감마선에 의해서 DPME의 생리적 활성이 증가할 수 있다는 것을 제시해 주었다. 또한 마우스 미백 효능 실험 결과 피부색을 결정하는 주요 지표인 멜라닌 지수와 홍반도가 γ-DPME을 처리군에서 감소하여 미백 활성이 우수함을 나타냈다. 이는 감마선 조사 과정을 통하여 멜라닌 합성에 중요하게 작용하는 tryosinase 억제 활성을 유지시켜주는 것으로 관찰되었으며(Kim *et al*. 2011), 이러한 결과는 γ-DPME이 미백 활성이 우수함을 나타내며 기능성 화장품 원료로서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

ICR 마우스에 compound 48/80을 주입하여 급성 가려움증을 유발하여 천연물에서 추출한 추출물과 유래 화합물들의 효능 시험에 사용되어져 왔다(Hossen *et al*. 2006; Zhang *et al*. 2010). 본 실험 결과 γ-DPME 처리군이 n-DPME 처리군보다 compound 48/80이 유도하는 가려움증을 더 우수하게 억제하는 효능을 보였다. 또한, 조직학적인 피부 병변 개선을 위한 C48/80 처리에 의한 백혈구(H&E) 침윤에 γ-DPME 처리군이 n-DPME 처리군보다 백혈구의 침윤이 억제되는 효과를 보였다. 이러한 결과는 감마선 조사로 인하여 DPME의 항염증 성분이 증가하여 가려움증이 억제하는 효과가 있는 것으로 사료된다(Byun *et al*. 2015). 따라서 본 연구결과는 감마선 조사가 식물 복합추출물의 효능을 상승시킬 수 있는 효율적인 방법이라 사료되며, 기능성 천연소재로서 식품 및 화장품 소재로 다양하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

본 연구에서는 항산화, 항염 및 미백 활성 효능이 우수한 고욤, 감잎 및 뽕잎을 대상으로 에탄올 복합추출물(Date Plum, Persimmon, Mulberry leaf complex extract, DPME)을 얻고, 감마선으로 조사한 추출물(gamma-irradiated DPME, γ-DPME)과 감마선으로 조사하지 않은 추출물(non-irradiated DPME, n-DPME)을 자외선 B (UVB)로 조사된 마우스 피부 손상에 대한 개선 효과를 비교함과 동시에 가려움 유발물질인 Compound 48/80 (C48/80)으로 유도한 마우스 가려움 유발 행동에 미치는 영향을 조사하였다. 감마선으로 조사한 복합추출물(γ-DPME)은 밝은 색상으로 명도가 크게 개선되어 방사선 조사로 천연물 고유의 기능을 훼손하지 않고 색깔의 명도를 높일 수 있다는 결과를 얻었다. γ-DPME이 UVB로 조사된 마우스 피부 손상의 피부 각질화, 피부 병변 및 두께가 줄어드는 결과를 보여 γ-DPME의 처리는 UVB로부터 손상된 피부를 개선하는 데 효과가 있음을 확인할 수 있었다. γ-DPME이 UVB로 조사된 마우스 피부 손상에 대한 피부조직의 조직학적인 변화 실험 결과 피부 두께 및 염증세포와 비만세포의 침윤 상태가 완화되는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 γ-DPME 투여가 피부 두께 및 백혈구 침윤과 같은 조직학적인 징후들을 효과적으로 완화시킬 것으로 사료된다. γ-DPME이 UVB로 조사된 마우스 미백 효능 실험 결과 γ-DPME 처리군이 증가한 멜라닌 지수와 홍반도가 감소하여 미백 활성이 우수함을 나타냈다. 또한 ICR 마우스에 C48/80을 주입하여 급성 가려움을 유발한 실험군은 정상 대조군에 비해서 긁는 횟수가 현저히 증가한 반면, γ-DPME 처리군이 n-DPME 처리군보다 C48/80이 유도하는 가려움증을 더 우수하게 억제하는 효능을 보였다. 또한, 조직학적인 피부 병변 개선을 위한 C48/80 처리에 의한 백혈구(H&E) 침윤에 γ-DPME 처리군이 백혈구의 침윤을 억제하는 효과를 보였다. 이상의 결과를 종합해볼 때 감마선 조사한 식물복합추출물이 기능의 손실 없이 UVB가 유도하는 피부 손상을 개선하는 우수한 효과가 있어 기능성 식품 및 화장품 소재를 비롯한 다양한 산업적 활용을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 중소기업청의 기술혁신개발사업(S2245418, 식물 유래 암갈색 색소 제거기술을 활용한 기능성 물질 고함유 화장품 개발)과 산학연협력 기술개발사업(C0348845, 옥수수수염과 들깻잎 복합물의 기능 성분을 활용한 옥수수 라떼 개발)의 일환으로 수행하였음.

참 고 문 헌

Byun EB, Sung NY, Park JN, Yang MS, Park SH and Byun EH. 2015. Gamma-irradiated resveratrol negatively regulates LPS-induced MAPK and NF-κB signaling through TLR4 in macrophages. *Int*. *Immunopharmacol*. **25**:249-259.

Byun EH, Kim JH, Sung NY, Choi JI, Lim ST, Kim KH, Yook HS, Byun MW and Lee JW. 2008. Effects of gamma irradiation on the physical and structural properties of β-glucan. *Radiat*. *Phys*. *Chem*. **77**:781-786.

Byun MW. 1994. Application of irradiation techniques to food industry. *Radioisotope News* **9**:32-37.

Byun MW, Yook HS, Kim KS and Chung CK. 1999. Effect of gamma irradiation on physiological effectiveness of Korean medicinal herbs. *Radiat. Phys. Chem.* **54**:291-300.

Chirumbolo S, Marzotto M, Conforti A, Vella A, Ortolani R and Bellavite P. 2010. Bimodal action of the flavonoid quercetin on basophil function: an investigation of the putative biochemical targets. *Clin. Mol. Allergy.* **8**:13.

Cho JK, Park JM, Jeon IH, Kim HS and Jang SI. 2011a. Effect of persimmon leaf extract on ultraviolet B-induced inflammation in HaCat keratinocytes and mice. *J. Korean. Soc. Appl. Bol. Chem.* **54**:583-590.

Cho JK, Jeon IH, Park JM, Kim HS and Jang SI. 2011b. Inhibitory effect of persimmon leaf extract on development of atopic dermatitislike skin lesions. *J. Korean. Soc. Appl. Bol. Chem.* **54**:653-657.

Choi BM, Jeon IH, Kim SJ, Yu KY and Jang SI. 2014. Melanogenesis-Inhibitory Effects of Ethyl Acetate Fraction from Diospyros lotus L. Leaf Extract. *Kor. J. Pharmacogn.* **45**(3): 220-226.

Hossen MA, Inoue T, Shinmei Y, Minami K, Fujii Y and Kamei C. 2006. Caffeic acid inhibits compound 48/80-induced allergic symptoms in mice. *Biol. Pharm. Bull.* **29**(1):64-66.

Jeon IH, Kang HJ, Lee HS, Shin JH, Park YG, Jeong SI and Jang SI. 2014. Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Water-soluble Extracts from Different Parts of Kojongsi Persimmon (Diospyros kaki L.). *Korean J. Food Sci. Technol.* **46**(4):505-510.

Jeong SI, Cho JK, Mok JY, Kim SJ, Park JM, Jeon IH, Kim HS and Jang SI. 2010. Antioxidantactivity of Persimmon Leaves during Growth. *Kor. J. Pharmacogn.* **41**:255-263.

Jo C, Lee JW and Byun MW. 2001. Short communication of novel application of food irradiation. *J. Food Sci. Nutr.* **6**: 253-256.

Jo C, Son JH and Byun MW. 2002. Irradiation application of color removal and purification of green tea leave extract. *Radiat. Phy. Chem.* in press.

Jo C, Son JH, Shin MG and Byun MW. 2003. Irradiation effects on color and functional properties of persimmon (Diospyros kaki L. folium) leaf extract and licorice (Glycyrrhiza Uralensis Fischer) root extract during storage. *Radiat. Phy. Chem.* **67**:143-148.

Kim DM, Kim KH, Sung NY, Jung PM, Kim JS, Kim JK, Kim JH, Choi JI, Song BS, Lee JW, Kim JK and Yook HS. 2011. Effects of Gamma Irradiation on the Extraction Yield and Whitening Activity of Polysaccharides from Undaria pinnatifida Sporophyll. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **40**(5): 712-716.

Kim HS, Jeon IH, Mok JY, Kang HJ, Shin JH, Park YK, Jeong SI and Jang SI. 2013. Anti-allergy and anti-pruritic effects of Diospyros lotus L. leaf extract. *Korean J. Pharmacol.* **44**:60-69.

Kim HS, Kang HJ, Jeon IH., Mok JY, Park YK, Shin JH, Kim JH and Jang SI. 2013. Antioxidant activity and protective effect of leaf extract from Diospyros lotus on oxidative stress of red blood cells. *Korean J. Oriental Physiol. Patho.* **27**:631-636.

Kim JK, Jo C, Hwang HJ, Park HJ, Kim YJ and Byun MW. 2006. Color improvement by irradiation of Curcuma aromatica extract for industrial application. *Radiat. Phys. Chem.* **75**:449-452.

Kim JM, Jeon SW, Lee WG, Nam HJ and Kim YB. 2010. Study of Preventing Methods for Skin Aging and Wrinkles. *Korean J. Orient. Physiol. Pathol.* **24**(4):533-542.

Mok JY, Jeong SI, Cho JK, Choi JW, Nam SY, Chang WG, Moon BE, Park KH and Jang SI. 2010. Anti-inflammatory Effects of Effective Microorganism Fermentation Substance on Atopic Dermatitis-like NC/Nga Mouse Model. *Korean J. Orient. Physiol. Pathol.* **24**(2):258-265.

Mok JY, Jeong SI, Kim JH and Jang SI. 2011. Synergic Effect of Quercetin and Astragalin from Mulberry Leaves on Ani-inflammation. *J. Orient. Med. Physiol.* **25**(5):830-836.

Park EK, Rhee HI, Jung HS, Ju SM, Lee YA, Lee SH, Hong SJ, Yang HI, Yoo MC and Kim KS. 2007. Antiinflammatory effects of a combined herbal preparation (RAH13) of Phellodendron amurense and Coptis chinensis in animal models of inflammation. *Phytother. Res.* **21**:746-750.

Son JH, Jo C, Kim MR and Byun MW. 2001. Processing of green tea leaves extract by gamma irradiation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**:1305-1308.

Song HP, Kim DH, Yook HS, Kim MR, Kim KS and Byun MW. 2004. Nutritional, physiological, physicochemical and sensory stability of gamma irradiated Kimchi (Korean fermentedvegetables). *Radiat. Phys. Chem.* **69**:85-90.

Yoon YM, Bae SH, An SK, Choe YB, Ahn KJ and An IS. 2013. Effects of Ultraviolet Radiation on the Skin and Skin Cell Signaling Pathways. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol.* **11**(3):417-426.

Zhang Q, Andoh T, Konno M, Lee JB, Hattori M and Kuraishi Y. 2010. Inhibitory effect of methanol extract of Ganoderma lucidum on acute itch-associated responses in mice. *Biol. Pharm. Bull.* **33**(5):909-911.

Received: 20 August 2016
Revised: 4 September 2016
Revision accepted: 13 September 2016