

옥수수수염 추출물의 항산화효과 및 피부각질세포 보호효과

김현영¹ · 서우덕¹ · 서경혜² · 이미자¹ · 최식원¹ · 이광식¹ · 김선림¹ · 강현중^{1,†}

Antioxidative and Protective Effects of Corn Silk (*Zea mays* L.) Extract on Human HaCaT Keratinocyte

Hyun Young Kim¹, Woo Duck Seo¹, Kyung Hye Seo², Mi-Ja Lee¹, Sik-Won Choi¹, Kwang-Sik Lee¹, Sun Lim Kim¹, and Hyeon Jung Kang^{1,†}

ABSTRACT We investigated the antioxidative and protective effects of corn silk (*Zea mays* L.) ethanol extracts on human HaCaT cells and erythrocytes. The NICS-2 fraction, extracted from corn silk, exhibited favorable 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) and 2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical scavenging activities with IC₅₀ values of 13.3±0.3 µg/mL and 14.2±0.1 µg/mL when compared with those of α-tocopherol, a positive control, with IC₅₀=10.4±0.2 and 22.2±3.6 µg/mL, respectively. In addition, we investigated skin protection effects of NICS extracts of corn silk in HaCaT keratinocytes. To investigate the pharmacological potential of NICS-1 and NICS-2 extracts of corn silk on UV-B-induced damage in HaCaT cells, we measured the activity of interleukin (IL) 1a. Our results showed that all the corn silk extracts inhibited the UV-B-induced activity of IL-1a. In particular, NICS-1 extracts of corn silk significantly suppressed IL-1a activity in a dose-dependent manner without inducing cytotoxicity. These results indicate that the ethanol extracts of corn silk (*Zea mays* L.) could function as natural cytoprotective agents and antioxidants in biological systems, particularly the skin exposed to UV radiation, by protecting cellular membrane against reactive oxygen species (ROS).

Keywords : antioxidant, corn silk, cytoprotective effect, HaCaT keratinocyte cells

인간의 피부는 시간이 지남에 따라 호르몬 분비가 감소하고, 면역 세포의 기능과 활성이 저하되어 생체 구성 단백질의 생합성이 줄어들게 되어 생기는 내인성 노화(intrinsic aging)와 외적으로 오염된 공기와 약물, 자외선에 의한 광노화(photo aging)에 의해 피부가 얇아지며, 주름이 증가되고, 탄력이 감소될 뿐만 아니라, 기미, 주근깨 및 검버섯이 증가하게 된다(Gilchrest, 1990; Ha, 2006). 또한 자외선은 태양광 스펙트럼에서 가시광선보다 짧은 파장대인 200~400 nm 영역의 한 부분이다. 자외선은 파장의 길이에 따라 3가지로 분류되는데 장파장의 UV-A (320~400 nm), 중파장의 UV-B (280~320 nm), 그리고 단파장의 UV-C (200~280 nm)로 나누어진다(Afaq *et al.*, 2002; Clydesdale *et al.*, 2001). 그중

에서도 특히 UV-B는 염증성 피부질환, 광노화 그리고 암을 유발할 수 있는 가장 중요한 요소로 작용한다(Katiyar *et al.*, 1999). UV-B는 피부의 가장 바깥쪽인 표피층에 주로 작용하여 cytokine과 chemokine의 분비를 통해 염증반응을 일으키며(Fisher *et al.*, 1997; Di Girolamo *et al.*, 2006; Shimauchi *et al.*, 2008), 특히 UV-B로 유도된 tumor necrosis factor-alpha (TNF-α) (Tanaka *et al.*, 2005), interleukin-6 (IL-6) 및 interleukin-8 (IL-8)과 같은 pro-inflammatory cytokine이 피부손상에 기여하는 것으로 확인되었다(Yarosh *et al.*, 2000). 피부에 UV-B의 노출은 활성산소종(reactive oxygen species, ROS)의 생성을 야기한다. UV-B 노출에 의해 케라틴세포에서 지속적으로 생성된 ROS는 효소, 비효소적인 방법에 의해 빠르게

¹농촌진흥청 국립식량과학원 작물기초기반과 (Crop Foundation Division, National Institute of Crop Science (NICS), Rural Development Administration (RDA), Wanju-gun, 55365, Korea)

²농촌진흥청 원예특작과학원 인삼특작부 (Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong-gun, 27709, Korea)

[†]Corresponding author: Hyeon Jung Kang; (Phone) +82-63-238-5331; (E-mail) happykorean@korea.kr

<Received 13 June, 2016; Revised 6 August, 2016; Accepted 12 August, 2016>

제거되지만, 과생성된 ROS는 피부손상을 일으켜 세포의 구조와 기능의 저하를 초래하며 이는 궁극적으로 세포내 비정상적인 유전자 발현의 결과를 가져온다는 연구보고들이 있다(Yoshizumi *et al.*, 2008; Erden Inal *et al.*, 2001). 피부노화에 대한 연구는 새로운 피부노화 억제제나 치료제 개발을 위한 연구가 활발히 진행되고 있으나, 최근에는 새로운 기능성 물질을 찾기 위하여 추출물에 미생물을 결합시킨 발효공법을 이용한 공법 및 연구도 보고되고 있다(Kim *et al.*, 2015).

본 연구에서 사용하고자 하는 옥수수(*Zea mays* L.)수염은 옥발, 옥미발, 옥축서예라고도 불리며, 예로부터 민간에서 고혈압, 강혈당, 비출혈, 평간, 충농증, 이담작용, 이노작용 등에 효능이 있다고 보고되어 왔다. 옥수수수염 유래의 알려진 2차대사물질인 플라보노이드로는 maysin, apimaysin, methoxymaysin이 있으며 이중 maysin은 옥수수 수염에 가장 많이 함유되어 있는 대표적인 기능성 물질로 corn earworm의 생육 억제활성, 종양 세포주에 대한 세포독성 효과 및 라디칼 소거활성 등이 발표되어 왔다(Lee *et al.*, 1998; Kim *et al.*, 2003). 기존의 옥수수 수염의 생리활성 성분연구에 있어서는 maysin을 중심으로 한 플라보노이드와 페놀 화합물이 주요한 연구 대상이었으며, Fossen *et al.* (2001)에 의하면 cyanidin 3-glucoside, cyanidin 3-(6"-malonylglucoside), cyanidin 3-(3", 6"-dimalonylglucoside), peonidin 3-glucoside, peonidin 3-(6"-malonylglucoside) 및 peonidin 3-(dimalonylglucoside)과 같은 다양한 안토시아닌도 존재한다고 한다. 기능성물질 함량이 높은 옥수수수염을 옥수수의 계통에서 선별하기 위해 다양한 자식계통과 F₁을 대상으로 옥수수 수염의 항산화 성분 및 항산화력을 측정한 결과, 페놀 함량 및 다양한 라디칼 소거능이 우수한 계통을 선별하였으며, 옥수수수염을 저온초미분쇄기를 이용하여 입자별로 이화학적 특성 및 항산화활성을 평가하고 최적 입자크기를 찾아 최적의 가공법을 확립한 연구도 수행되어왔다(Kang *et al.*, 2009; Cha *et al.*, 2012). 또한 옥수수수염에 함유되어 있는 메이신 및 유사 플라보노이드 물질의 분리 및 정제법을 확립하고 발표한 연구등 옥수수수염에 대한 다양한 연구들이 진행되어 왔다. 하지만 다양한 생리활성 효과를 갖는 국내산 옥수수수염 추출물을 활용한 기능성화장품 소재 개발 연구는 아직 미비한 실정이다(Kim *et al.*, 2000). 따라서 본 연구에서는 메이신을 포함한 옥수수수염 추출물을 이용하여 항산화 활성과 UV 처리시 피부 보호효과 연구를 실시하여 메이신류의 기능성물질이 함유된 포함한 옥수수수염 추출물의 기능성화장품 소재로서의 응용가능성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

시험재료

본 실험에서 사용한 옥수수 품종은 국립식량과학원 옥수수 포장에서 재배중인 광평옥으로부터 수염을 수확하여 재료로 사용하였으며, 2015년 4월 16일 파종하여 출사 후 7~10일 사이에 수염을 채취하였고 동결건조하여 -20°C에서 보관하면서 시료로 사용하였다.

옥수수수염 추출물(NICS-1, NICS-2) 제조

‘광평옥’의 옥수수수염을 채취하여 사용하였으며, 채취 즉시 약 5~10 cm의 크기로 세절하였고, 세절된 옥수수수염 1 kg에 95% 프레타놀 A (덕성산업) 2000 ml를 투입하여 직사광선이 비추지 않는 곳에서 25°C의 온도로 9일간 추출하였다. 추출물을 탈지면으로 1차 여과 후 No. 3 여과지로 2차 여과하고 감압 농축하여 옥수수수염 조추출물을 얻었다. 얻어진 옥수수수염 조추출물은 C₁₈ (preparative C₁₈ reverse phase bulk packing material, 125, 55~105 μm, Waters, Milford, MA) 분말로 충전된 컬럼에 주입하여 초순수물 100 중량%의 초기 조성에서 에탄올 100 중량%만으로 된 기울기법으로 이동상을 흘려주어 옥수수수염 추출물(NICS-1)을 분리하였다. 상기의 과정을 거쳐 얻어진 옥수수수염 추출물(NICS-1)은 순도가 높은 메이신을 얻기 위해 C₁₈ 컬럼에 재주입시켜 메이신을 다량 함유하고 있는 분취물을 취하고 이를 다시 감압농축 시킨 후 순도가 높은 메이신 고형물(NICS-2)을 얻었다.

항산화 효과 측정

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 자유 라디칼 소거 활성

시료 0.2 ml에 2×10⁻⁴ M DPPH (Sigma Chemical Co.) 용액 0.8 ml를 가한 후, vortex mixer로 10초간 진탕하고 30분 후 spectrophotometer를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 용해한 용매만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며, 추출물의 EDA (electron donating ability, %) 값을 50% 감소시키는 IC₅₀ 값으로 표현하였다.

ABTS (2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 자유 라디칼 소거 활성

ABTS 라디칼 소거능 활성검정은 (ABTS, Sigma Chemical

Co.) 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS⁺ 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon = 3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS⁺ 용액 1 ml에 추출액 50 μl 를 가하여 60분 후에 측정하였으며, 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였으며, 추출물의 ABTS 값을 50% 감소시키는 IC₅₀ 값으로 표현하였다.

UV-A (320–400 nm)와 UV-B (290–320 nm)영역에서의 자외선 흡수도 측정

자외선 흡수도 측정에 사용된 기기 UV-spectrophotometer (미국, BECKMAN)를 사용하여 최적의 파장을 조사하기 위해 일정농도의 추출물이 함유되어 있는 추출물을 1.5 mL 셀에 넣은 후 200~800 nm 범위에서 흡수파장을 스캔하였으면, 정량범위를 알아보기 위해 10, 100, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도로 검량선의 직선성을 조사하여 최적화 하였다. 측정하고자 하는 본 시료를 500 $\mu\text{g/mL}$ 로 녹여 이용하여 스캔한 결과 200~500 nm에서의 자외선 흡수도를 조사하였다.

세포배양

인체 피부각질 형성세포인 HaCaT 세포(Human Keratinocyte, HaCaT, ATCC)는 10% FBS (fetal bovine serum), 100 units/mL 페니실린 및 100 mg/mL 스트렙토마이신이 포함된 DMEM (Dulbecco's modified Eagle's medium; WelGENE Inc., Korea)에서 37°C를 유지하여 5% 이산화탄소를 포함하는 배양기 내에서 배양하였다. 시료들은 증류수를 이용하여 200 mg/ml 농도로 제조한 다음, FBS가 첨가되지 않은 DMEM 배지에 첨가하여 시료용액을 제조하였다. 그 후 HaCaT 세포를 5×10^4 개/well이 되도록 96-well plate에 분주한 후, 24시간 동안 배양하였다. 그 후 배지를 제거하고 샘플을 10, 50, 100 ppm의 농도가 되도록 처리한 다음, 24시간 동안 배양하였다.

세포 생존율 측정 및 자외선 조사

70% 이상의 메이신을 포함하는 옥수수수염 추출물(NICS-1)과 메이신이 세포독성을 보이는지 확인하기 위해 세포 생존율을 측정하였다. 세포 생존율은 WST-1 반응액(Cell proliferation reagent WST-1, Roche, cat. No. 1644-807, Swiss)을 DMEM 배지에 1/10로 희석하고 이를 각 웰당 100 μl 씩 처리하여 1시간 동안 반응시킨 후, 450 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 무처리군을 음성 대조군으로 하였다. 이후 자외선B (UV-B) 램프(Model: F15T8, UV B 15W, Sankyo Dennki, Japan)를 이용하여 UV-B를 70 mJ/cm^2 를 조사하고 메이신을 다시

농도별로 처리한 후 24시간 동안 배양하였다.

자외선에 의한 세포 손상 억제 효과 확인

각질형성세포에서 자외선에 유도되는 세포 손상 억제효과를 확인하여 NICS-1 및 NICS-2의 피부 세포 보호 능력을 평가하고자 하였다. HaCaT 세포를 1×10^4 개/well이 되도록 96-well plate에 분주하고, 24 시간 동안 배양하였다. 그 후 배지를 제거하고 샘플 농도가 각각 5, 10, 50 ppm이 되도록 하였고, 배지와 함께 처리한 후 24시간 동안 배양하였다.

이후 자외선B (UV-B) 램프(Model: F15T8, UV B 15W, Sankyo Dennki, Japan)를 이용하여 UV-B를 70mJ/cm^2 를 조사하고 샘플을 다시 농도별로 처리한 후 24시간 동안 배양하였다. 세포 생존율은 WST-1 반응액(Cell proliferation reagent WST-1, Roche, cat. No. 1644-807, Swiss)을 아무것도 첨가되지 않은 DMEM 배지에 1/10로 희석하고 이를 각 웰당 100 μl 씩 처리하여 1시간 동안 반응시킨 후, 450 nm에서 흡광도를 측정하였다. 자외선 비조사군의 세포 생존율을 100%로 보았을 때, 상대적인 세포 생존율을 측정하였는데, 무처리군을 음성 대조군으로 하였다

자외선 조사에 의한 염증성 사이토카인 발현 억제효과

HaCaT 세포를 1×10^4 개/well(cell/well)이 되도록 96-well plate에 분주하고, 24시간 동안 배양하였다. 그 후 배지를 제거하고 샘플을 각각 5, 10, 50, 100 ppm의 농도가 되도록 배지와 함께 처리한 후 24시간 동안 배양하였다. 이후 자외선B (UV-B) 램프(Model: F15T8, UV B 15W, Sankyo Dennki, Japan)를 이용하여 UV-B를 10mJ/cm^2 를 조사하고 샘플을 다시 농도별로 처리한 후 5시간 동안 배양하였으며, 아무것도 처리하지 않은 군을 음성 대조군으로 하였다. 배양 상층액을 150 μl 취하여 IL-1 α 를 정량함으로써 옥수수수염 추출물(NICS-1) 및 메이신의 염증성 사이토카인 발현억제효과를 판단하였다. IL-1 α (Interleukin 1 alpha)의 양은 효소면역분석법(Enzyme-linked Immunosorbent Assay kit, BioRad co.) 키트를 이용하여 정량화하였으며, 자외선 조사하지 않고 시료 처리하지 않은 well의 IL-1 α 생성량을 100%로 보았을 때, 상대적인 IL-1 α 생성량을 측정하였다.

통계 처리

모든 통계 분석은 SAS ver. 9.2 (SAS Institute, Cary, USA)을 사용하여 수행하였으며, 차이의 유의성은 Duncan의 다중 테스트 및 ANOVA를 사용하여 결정하였으며, $p < 0.05$ 에서 유의한 차이를 평가하였다. 모든 데이터는 5% 범위에서 유의성이 있었으며, 평균값 \pm 표준편차로 표기하였다.

결과 및 고찰

항산화 효과

DPPH 및 ABTS법을 이용한 자유 라디칼 소거 활성

활성산소와 같은 유해 인자를 제거하는 것은 자외선에 의한 피부손상을 막을 수 있으며, 항산화 효과를 가지는 식물체 유래 추출물 및 화합물은 피부손상을 억제할 수 있는 유효성분이 다량 함유되어 있을 것으로 보고하였다(Han and Jung, 2003). 옥수수수염 추출물(NICS-1, NICS-2)을 통한 DPPH 및 ABTS radical 소거활성 결과는 Table 1과 같다. 전반적으로 옥수수수염의 에탄올 조추출물 보다 컬럼크로마토그래피를 통해 정제한 NICS-1 및 NICS-2 추출물의 라디칼 소거능이 훨씬 높은 것으로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능의 경우 IC₅₀ (Inhibition concentration 50%) 값이 NICS-1이 12.7 ppm 및 NICS-2이 13.3 ppm으로 α-tocopherol의 IC₅₀의 값 10.4 ppm과 비슷하게 나타났으며, ABTS 라디칼 소거능은 NICS-1이 20.9 ppm 및 NICS-2이 14.2 ppm으로 α-tocopherol의 IC₅₀ 값(22.2 ppm)보다 낮은 값을 보이며 높은 항산화 활성을 나타냈다. 식물들로부터 추출된 다양한 화합물은 항산화능을 포함한 여러 가지 생물학적 효능을 나타낸다고 보고하고 있으며(Osawa, 1994), 추출물들의 효능은 주로 산화·환원력에 의한 것이라고 판단되어진다. 따라서 옥수수수염으로부터 생리활성 물질을 좀 더 효율적으로 추출함

으로써 항산화 활성을 증가시킬 수 있어 관련 기능성 식품 및 피부보호 관련 화장품 소재화 등으로 활용 가능성이 높아질 것으로 생각된다.

UV-A와 UV-B 영역에서의 자외선 흡수도 측정

자외선은 피부에 손상을 일으키며 색소 침착을 유발하는 주요한 인자이고 자외선 영역 중 UV-A (320~400 nm)영역은 즉시형 색소침착을 일으키며 특히, UV-B (290~320 nm)영역은 에너지가 높아 일광화상을 유발함과 동시에 지연형 색소 침착을 일으킨다(Rhie, 2007). 이러한 넓은 파장대의 자외선으로부터 피부를 보호 할 수 있는 기능성을 알아보기 위하여 옥수수수염 추출물(NICS-1, NICS-2)의 200~400 nm 범위의 흡수도를 측정한 결과는 Fig. 1과 같다. NICS-1은 343 nm, 271 nm에서 최대 흡수 파장을 나타내었고, NICS-2는 352 nm, 271 nm에서 최대 흡수 파장을 나타내었다. 따라서 옥수수수염 추출물 NICS-1과 NICS-2은 UV-B (280~320 nm)의 자외선 영역뿐만 아니라, UV-A (320~400 nm)영역, UV-C (200~280 nm) 영역에 대하여 강한 흡수능을 보이는 것을 확인하였다. 위의 결과에 따르면 옥수수수염 추출물의 경우 피부에 도포시 넓은 영역의 자외선 차단 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. Hwang *et al.* (2006)은 백삼 추출물을 이용한 자외선 차단 효과를 살펴본 결과 유독 UV-B 영역에서 가장 특이적인 흡수율을 보였다고 하

Table 1. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) and 2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) radical scavenging activities of ethanol extract and column fractions from corn silk.

	Inhibition Concentration 50% (IC ₅₀ , ppm)			
	Crude extract	NICS-1	NICS-2	α-tocopherol
DPPH radical scavenging activity	82.2±0.8 ¹⁾	12.7±0.5	13.3±0.3	10.4±2.2
ABTS radical scavenging activity	79.9±3.8	20.9±1.4	14.2±0.1	22.2±3.6

¹⁾Results are mean ± SD (n=3)

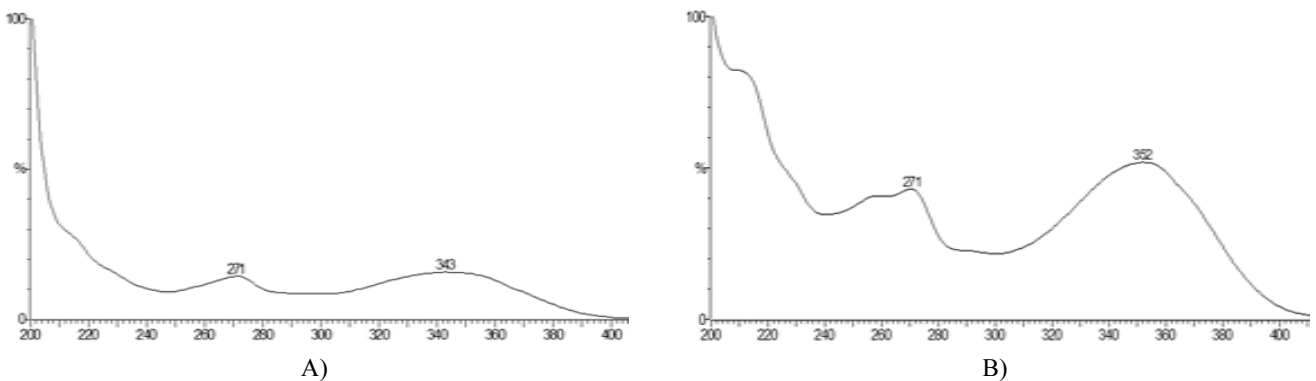


Fig. 1. UV absorption pattern of extracts from corn silk. A) NICS-1; B) NICS-2

였다. 이는 천연 물질들의 자외선 흡수영역이 상대적으로 다르다는 것을 알 수 있으며, 좀 더 구체적인 UV 차단 기작을 확인하는 등의 연구가 필요할 것이라고 생각된다.

각질형성세포(HaCaT)의 세포독성 측정을 통한 세포 생존율 (Cell viability) 측정

각질형성세포의 옥수수수염 처리시 세포독성을 확인하기 위해 세포의 생존율을 확인해본 결과 C₁₈ 컬럼으로 분리한 옥수수수염 추출물(NICS-1, NICS-2) 모두 세포 독성은 관찰되지 않았으며(Fig. 2), NICS-1와 NICS-2의 농도 의존

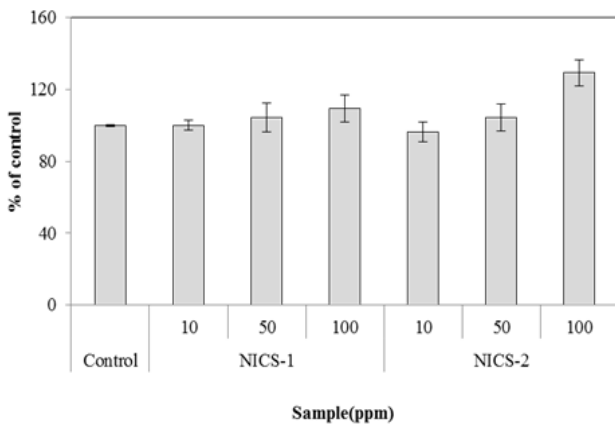


Fig. 2. Effect of corn silk extract on the survival of HaCaT cells. The cells were cultured in the presence of various concentrations of samples for 24 h. Values are shown as means±SE from three independent experiments.

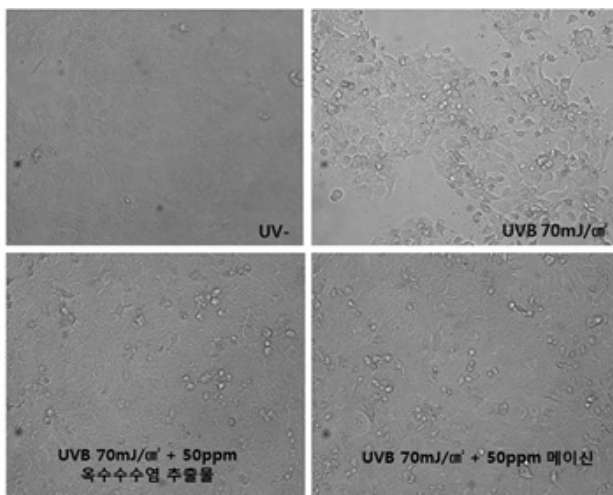
적으로 각질형성세포의 성장이 촉진되는 것을 확인하였다 (Fig. 3).

자외선에 처리에 의한 각질형성 세포손상 억제 효과

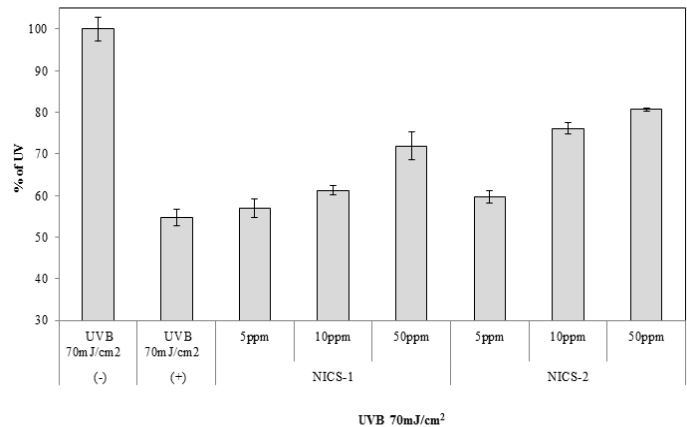
HaCaT세포에 UV-B 70 mJ/cm²를 조사한 결과는 Fig. 3에서와 같다. UV-B 비조사군에 비해 세포 생존율이 54.7%로 측정되어 HaCaT세포는 UV-B 70 mJ/cm²에 의해 세포 손상이 유발됨을 확인하였다. 반면 5, 10, 50 ppm 농도로 NICS-1과 NICS-2를 각각 처리한 경우, NICS-1은 각각 56.8%, 61.2%, 71.8%의 세포 생존율을 보였고, NICS-2는 각각 59.5%, 76.0%, 80.6%의 세포생존율을 보여, NICS-1과 NICS-2 모두 농도 의존적으로 자외선 조사에 의한 피부세포 손상 보호 및 세포 회복이 되는 것을 확인하였으며, 옥수수수염 추출물 중 NICS-1에 비해 NICS-2의 세포손상 보호 효과가 더 크게 나타났다.

자외선 처리에 의한 각질형성세포 내 염증성 사이토카인 (1L-1a) 발현 억제효과

Table 2에 나타난 바와 같이, HaCaT 세포에 UV-B 10 mJ/cm²를 조사한 결과 UV-B 비조사군에 비해 IL-1a 생성량이 157.57%로 측정되어 HaCaT세포는 UV-B에 의해 염증성 사이토카인중 IL-1a의 발현이 촉진됨을 확인하였다. 5, 10, 50 및 100 ppm 농도의 옥수수수염 추출물(NICS-1)과 옥수수수염 유래 단일화합물인 메이신을 처리한 경우, 옥수수수염 추출물(NICS-1)은 각각 114.2, 96.1, 73.7, 42.6%의 IL-1a 생성억제 활성을 보였고, 메이신은 각각 96.5, 86.7,



(A)



(B)

Fig. 3. Effect of corn silk extract on viability of HaCaT cell system upon UV-B-induced damage. (A) HaCaT cells were exposed to UV-B 70 mJ/cm²; (B) Cell death ratios were detected by WST-1 assay.

Table 2. Inhibition of interleukin (IL) 1α expression upon UV-B-induced damage in HaCaT cells.

Sample	Concentration (ppm)	% of control	
UV-B 10 mJ/cm ² (-)	-	100.0 ± 4.5 ¹⁾	
UV-B 10 mJ/cm ² (+)	Control	-	157.5 ± 7.4
		5	114.2 ± 1.4
	NICS-1	10	96.1 ± 9.8
		50	73.7 ± 10.8
		100	42.6 ± 11.1
	NICS-2	5	96.5 ± 3.3
		10	86.7 ± 11.1
		50	52.1 ± 9.1
		100	32.3 ± 8.1

¹⁾Results are mean±SD (n=3)

52.3, 32.3%의 IL-1α 생성 억제 활성을 보여 옥수수수염추출물(NICS-1) 및 메이신이 농도 의존적으로 자외선 조사에 의한 염증성 사이토카인의 발현이 감소하는 것을 확인하였는데, 옥수수수염 추출물(NICS-1)에 비해 메이신 단일화합물의 자외선 조사에 의한 염증성 사이토카인의 발현을 감소시키는 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

적 요

본 연구는 옥수수수염 조추출물과 메이신 함량이 높은 고분획물(NICS-1, NICS-2)의 항산화 활성과 피부 각질형성세포의 세포손상 억제활성을 구명하여 옥수수의 부산물인 수염을 이용하여 기능성식품 및 화장품으로 개발할 수 있는 기초자료를 얻고자 수행하였던 결과는 옥수수수염 유래 주정 추출물과 메이신이 고함유된 추출물(NICS-1, NICS-2)의 DPPH와 ABTS활성산소 제거활성을 비교한 결과 주정 추출물에 비해 NICS-1은 약 6.5, 3.8배 높았고, NICS-2 분획물은 약 6.2, 5.6배 높은 활성을 나타내었으며 NICS-2 분획물이 가장 높은 항산화 활성을 나타내었다.

피부손상을 일으키는 자외선의 흡수도는 NICS-1과 NICS-2 각각 343, 271 nm와 352, 271 nm에서 강한 흡수능을 나타내었고 자외선 처리에 의한 각질형성세포(HaCaT)의 세포손상억제도 5, 10, 50 ppm 처리시 각각 NICS-1은 56.8%, 61.2%, 71.8%와 NICS-2는 각각 59.5%, 76.0%, 80.6%의 세포생존율을 농도 의존적으로 보여 UV-A,B,C에 의해 발생하는 피부의 손상을 옥수수수염 추출물이 개선할 수 있을 것으로 생각되었으며, 자외선에 의한 피부손상 억제의 작용기작은 옥수수수염 추출물뿐만 아니라 고분획물(NICS-1,

NICS-2)의 항산화 활성뿐만 아니라 각질형성세포의 염증을 일으키는 사이토카인인 IL-1α 생성량을 농도 의존적으로 억제하는 것으로 나타내었고 특히 옥수수수염의 메이신 화합물이 더 큰 피부손상억제 활성을 나타내었다. 옥수수수염 추출물(NICS-1)은 각각 114.2, 96.1, 73.7, 42.6%의 IL-1α 생성억제 활성을 보였고, 메이신은 각각 96.5, 86.7, 52.3, 32.3%의 IL-1α 생성 억제 활성을 보여 옥수수수염추출물(NICS-1) 및 메이신이 농도 의존적으로 자외선 조사에 의한 염증성 사이토카인의 발현이 감소하는 것을 확인하였다. 또한 옥수수수염 추출물(NICS-1)에 비해 메이신 단일화합물의 자외선 조사에 의한 염증성 사이토카인의 발현을 감소시키는 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

사 사

본 성과물은 농촌진흥청 연구개발사업(세부과제명 : 옥수수수염 함유 메이신 다량 분리법 개발 및 산업소재화를 위한 기초 특성 연구, 세부과제번호 : PJ011305032016)의 지원에 의해 이루어진 것임.

인용문헌(REFERENCES)

Afaq, F., V. M. Adhami, N. Ahmad, and H. Mukhtar. 2002. Botanical antioxidants for chemoprevention of photocarcinogenesis. *Front. Biosci.* 7 : 784-792.

Cha, S. M., B. Y. Son, J. S. Lee, S. B. Baek, S. L. Kim, J. H. Ku, J. J. Hwang, B. H. Song, S. H. Woo, Y. U. Kwon, and J. T. Kim. 2012. Effect of Particle Size on Physico-Chemical Properties and Antioxidant Activity of Corn Silk Powder. *Korean J. Crop*

- Sci. 57(1) : 41-50.
- Clydesdale, G. J., G. W. Dandie, and H. K. Muller. 2001. Ultraviolet light induced injury: Immunological and inflammatory effects. *Immunol. Cell Biol.* 79 : 547-568.
- Di Girolamo, N., D. Wakefield, and M. T. Coroneo. 2006. UV-B mediated induction of cytokines and growth factors in pterygium epithelial cells involves cell surface receptors and intracellular signaling. *Invest. Ophthalm. Vis. Sci.* 47 : 2430-2437.
- Erden Inal, M., A. Kahraman, and T. Ken. 2001. Beneficial effects of quercetin on oxidative stress induced by ultraviolet A. *Clin. Exp. Dermatol.* 26 : 536-539.
- Fisher, G. J., Z. Q. Wang, S. C. Datta, J. Varani, S. Kang, and J. J. Voorhees. 1997. Pathophysiology of premature skin aging induced by ultraviolet light. *New Engl. J. Med.* 337 : 1419-1428.
- Fossen, T., R. Slimestad, and O. M. Andersen. 2001. Anthocyanins from maize (*Zea mays*) and reed canarygrass (*Phalaris arundinacea*). *J. Agric. Food Chem.* 49 : 2318-2321.
- Gilchrest, B. A. 1990. Skin aging and photoaging. *Dermatol. Nurs.* 2 : 79-82.
- Ha, T. Y. 2006. Development of functional food materials for healthy life. *Korean J. Crop Sci.* 51 : 26-39.
- Han, Y. S. and E. S. Jung. 2003. A study of correlation between antioxidant activity and whitening effect of plant extract. *Korean Aesthetic. Soc.* 1 : 11-22.
- Hwang, E. Y., Y. H. Kong, Y. C. Lee, Y. C. Kim, K. M. Yoo, Y. O. Jo, and S. Y. Choi. 2006. Comparison of phenolic compound contents between white and red ginseng and their inhibitory effect on melanin biosynthesis. *J. Ginseng Res.* 30 : 82-87.
- Kang, M. K., S. K. Kim, and Y. H. Kang. 2009. Antioxidant Activity and Functional Components of Corn Silk (*Zea mays* L.). *Korean J. Plant Res.* 22(4) : 323-329.
- Katiyar, S. K., M. S. Matsui, C. A. Elmets, and H. Mukhtar. 1999. Polyphenolic antioxidant(-)epigallocatechin-3-gallate from green tea reduces UV-B-induced inflammatory responses and infiltration of leukocytes in human skin. *Photochem. Photobiol.* 69 : 148-153.
- Kim, H. I., M. J. Oh, J. S. Kim, S. C. Lee, J. Kwon, and C. H. Lee. 2015. Protective Effect of Fermented Red Ginseng Extracts on Photoaging Skin of Induced by UV-B in Hairless Mice. *J. Physiol. & Pathol. Korean Med.* 29(1) : 58-65.
- Kim, S. L., M. E. Snook, and J. O. Lee. 2003. Radical Scavenging Activity and Cytotoxicity of Maysin (C-glycosylflavone) isolated from Silks of *Zea mays* L. *Korean J. Crop Sci.* 48 : 392-396.
- Kim, S. L., M. E. Snook, E. H. Kim, and C. H. Park. 2000. Identification of maysin and related flavonoid analogues in corn silks. *Korean J. Crop Sci.* 45(3) : 151-157.
- Lee, E. A., P. F. Byrne, M. D. McMullen, M. E. Snook, B. R. Wiseman, N. W. Widstrom, and E. H. Coe. 1998. Genetic mechanisms underlying apimaysin and maysin synthesis and corn earworm antibiosis in maize (*Zea mays* L.). *Genetics.* 149 : 1997-2006.
- Osawa, T. 1994. Novel natural antioxidant for utilization in food and biological system. pp. 241-251. In: *Postharvest Biochemistry of Plank Food Material in the Tropics.* Uritani I, Garcia VV, Mendoza EM (eds). Japan Scientific Societies Press, Tokyo, Japan.
- Rhie, S. J. 2007. The effect of lavender oil on the activity of antioxidant enzymes to ultraviolet-damaged skin. *J. Kor. Soc. Cosm.* 13 : 467-474.
- Shimauchi, T., K. Sugita, D. Nishio, H. Isoda, S. Abe, Y. Yamada, R. Hino, M. Ogata, K. Kabashima, and Y. Tokura. 2008. Alterations of serum Th1 and Th2 chemokines by combination therapy of interferon- γ and narrowband UV-B in patients with mycosis fungoides. *J. Dermatol. Sci.* 50 : 217-225.
- Tanaka, K., J. Hasegawa, K. Asamitsu, and T. Okamoto. 2005. Prevention of the ultraviolet B-mediated skin photoaging by a nuclear factor κ B inhibitor, parthenolide. *J. Pharmacol. Exp. Ther.* 315 : 624-630.
- Yarosh, D., D. Both, J. Kibitel, C. Anderson, C. Elmets, D. Brash, and D. Brown. 2000. Regulation of TNF α production and release in human and mouse keratinocytes and mouse skin after UV-B irradiation. *Photodermatol. Photo.* 16 : 263-270.
- Yoshizumi, M., T. Nakamura, M. Kato, T. Ishioka, K. Kozawa, K. Wakamatsu, and H. Kimura. 2008. Release of cytokines/chemokines and cell death in UV-B-irradiated human keratinocytes, HaCaT. *Cell Biol. Int.* 32 : 1405-1411.