

김치종류별 용매 획분의 자외선 B 조사에 의해 유도된 피부산화 및 홍반 생성 억제 효과

류복미¹ · 류승희² · 전영수¹ · 이유순³ · 문갑순^{2*}

¹부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

²인제대학교 바이오헬스 소재 연구센터, 식품과학연구소 및 식품생명과학부

³경북과학기술대학 향장공업과

Inhibitory Effect of Solvent Fraction of Various Kinds of *Kimchi* on Ultraviolet B Induced Oxidation and Erythema Formation of Hairless Mice Skin

Bog-Mi Ryu¹, Seung-Hee Ryu², Young-Soo Jeon¹, Yu-Soon Lee³ and Gap-Soon Moon^{2*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition and Kimchi Research Institute,
Pusan National University, Busan 609-735, Korea

²Biohealth Products Research Center, Food Science Institute, and School of Food and Life Science,
Inje University, Gimhae 621-749, Korea

³Dept. of Cosmetic Engineering, Kyongbuk College of Science, Chilgok 718-850, Korea

Abstract

Kimchi is well known as a traditional Korean food containing various antioxidative compounds and it has been demonstrated that dietary *kimchi* inhibit the tissue oxidation and aging in many related studies. Ultraviolet B (UVB) radiation is the most potent among the many related factor to skin photo-aging. This experiment is designed to elucidate the inhibitory effect of solvent fractionation of various *kimchi* on UVB induced oxidation and erythema formation. Among solvent fractions, phenol content mostly existed in dichloromethane / ethylacetate fraction of *buchu kimchi*, dichloromethane fraction of Korean cabbage *kimchi* and ethylacetate / dichloromethane fraction of mustard leaf *kimchi*. Free radical scavenging activities were higher in dichloromethane and ethylacetate fraction from *buchu kimchi*, dichloromethane fraction from Korean cabbage *kimchi*, and ethylacetate fraction from mustard leaf *kimchi*. When the damage of photo-oxidation by UVB irradiation was tested in the presence of solvent fractions of *kimchi*, dichloromethane / ethylacetate fraction of *buchu kimchi*, ethylacetate fraction from Korean cabbage and from mustard leaf *kimchi* showed the higher protective activities than others. The erythema formations which were induced by UVB irradiation were decreased in solvent fractions of *kimchi* that have higher antioxidant activities. In conclusion, *kimchi* solvent fractions having antioxidant compounds mostly inhibited photo-oxidation and erythema formation by UV-irradiation, therefore *kimchi* consumption can retard skin aging due to the presence of antioxidative compounds.

Key words: *kimchi*, solvent fraction, UVB, photooxidation, erythema

서 론

우리나라 전통식품인 김치는 여러 가지 재료들이 혼합되어 발효된 식품으로 다양한 생리활성을 가지며(1) 항암, 항돌연변이, 항동맥경화효과 등의 생리활성과 함께 항산화효과에 관한 연구들이 활발히 이루어지고 있다(2-5). 여러 관련 연구들에서 김치의 섭취는 생체내 항산화효소계의 활성을 유도하여 지질 및 단백질 산화를 막고, 활성산소종의 생성을 감소시키는데 효과를 나타내었으며(7-9) 특히 Ryu 등(10)의 연구에서 배추김치, 갓김치, 부추김치를 hairless mouse에게

20주간 섭취시켰을 때 갓김치와 부추김치군의 간과 피부에서 지질과산화물 생성이 억제되었으며 자외선 B 조사 유무에 따라 산화억제 효과가 차이가 있음을 보였다. 이러한 차이는 재료 중에 함유되어 있는 클로로필, 카로테노이드, 비타민 C 및 페놀 화합물의 양에 밀접한 관련이 있는 것으로 보이며 본 연구에서는 배추김치, 갓김치, 부추김치를 극성이 다른 용매로 순차분획하여 각 획분의 항산화효과를 피부를 중심으로 살펴보았다.

피부는 신체의 외부 표면을 덮고 있는 조직으로 물리적, 화학적 자극으로부터 신체를 보호해 주는 동시에 체온조절

*Corresponding author. E-mail: fdsnmoon@inje.ac.kr
Phone: 82-55-320-3234, Fax: 82-55-321-0691

과 분비작용 등의 기능을 수행하는 중요한 기관이며 피부의 노화는 여러 가지 내적, 외적 환경의 영향에 의해 발생하는 복합적인 현상이다(11). 특히 만성적인 자외선의 노출은 반응성이 강한 유리기 생성을 촉진시키고(12), 피부암, 광노화, 광과민증 및 여러 가지 피부질환을 일으키는 요인이 되며(13) 이때 항산화제의 섭취 및 도포는 자외선의 유해함을 막을 수 있는 방편이 된다(14). Ryu 등(15)은 피부세포인 keratinocyte와 fibroblast에 산화적 스트레스를 유발시켰을 때 김치 추출물이 피부보호효과를 나타내었음을 보고한 바 있고 hairless mouse에게 직접 배추김치, 갓김치, 부추김치를 섭취시켰을 때에도 피부에서 산화가 억제되었음이 밝혀진 바 있다(10). 따라서 이들 김치 추출물을 직접 피부에 적용하였을 때에도 자외선 B에 의해 유도되는 산화적 스트레스를 억제하여 피부 보호효과를 나타낼 것으로 기대되어진다. 특히 발효초기나 과숙한 김치보다는 알맞게 숙성한 김치의 항산화 활성이 높다는 보고(5,6,15)에 따라 본 실험에서는 적숙기의 김치를 동결건조하고 이를 메탄올로 추출한 후 극성에 따라 용매분획하였다. 각각의 용매분획물에서 항산화관련 물질들의 함량 및 유리기 소거능을 측정하였고 hairless mouse의 피부균질액에 혼합하고 자외선 B를 조사시켜 광산화를 유도하였을 때 어떠한 희분에서 지질과산화 억제 효과가 크게 나타나는지를 조사하였다. 또한 용매분획물을 피부 크림에 첨가한 후 직접 피부에 도포하여 자외선 B에 의한 홍반생성 억제효과를 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

김치종류별 용매 분획물의 제조

시료로 사용한 배추김치(Korean cabbage kimchi), 갓김치(mustard leaf kimchi), 부추김치(buchu kimchi)는 전보(10)에 준하여 제조하였고 각 김치의 용매별 분획물 제조를 위해 먼저 메탄올 추출물을 제조하였다. 김치분말 중량의 10배의 메탄올을 가하여 24시간씩 교반하면서 3회 반복 추출하고 여과액을 합하여 감압 농축하고 그 추출물에 헥산(hexane), 디클로로메탄(CH_2Cl_2), 에틸아세테이트(EtOAc), 부탄올(BuOH) 및 물(water)로 극성이 낮은 용매에서 극성이 높은 순서로 순차적으로 계통분획하였다. 각 분획물은 용매를 농축하여 완전히 제거한 후 시료로 사용하였다.

김치 용매 분획물의 항산화관련 물질 함량 및 유리기 소거능의 측정

용매분획물 중의 카로테노이드, 클로로필, 비타민 C 및 페놀화합물 함량은 전보(10)에 준하여 측정하였고 유리기 소거능은 DPPH법(16)에 의해 528 nm에서 흡광도를 측정하여 라디칼 소거율(%)로 표시하였으며 모든 실험은 3회 반복하였다.

Hairless mice 피부균질액의 제조 및 자외선 B 조사 자외선 조사에 의한 김치의 광산화 억제효과를 측정하기

위한 SKH-1 hairless mouse(Charles River Co., USA)의 피부 균질액은 전보(10)에 준하여 제조하였고 피부균질액에 김치별 용매분획물을 첨가하여 자외선 B 등(FSX24T12)이 장착된 자외선 조사기(National Biological Corporation, Ohio, USA)를 이용하여 10 uW(UV radiometer, UM-10, Minolta Co., Japan)의 조사량으로 30분 동안 조사하였다. 이때 자외선 등과 petri dish 사이의 거리는 약 15 cm가 되도록 유지하였고 온도상승을 방지하기 위해 주위에 얼음주머니를 두고 조사시켰다.

피부균질액의 지질과산화물 함량의 측정

자외선 조사 후 피부 균질액에서 지질과산화물의 측정은 Ohkawa 등의 방법(17)을 이용하여 thiobarbituric acid(TBA)와 반응하는 malondialdehyde(MDA)의 함량을 측정하였고 표준용액으로는 1,1,3,3-tetramethoxypropane(TMP)를 사용하여 malondialdehyde(MDA)의 양으로 환산하였다.

김치 분획물 첨가 크림의 제조

김치 용매분획물의 피부 광산화 보호효과를 알아보기 위하여 시료들이 첨가된 크림을 제조하고 이를 hairless mouse의 피부에 직접 도포하여 홍반여부를 조사하였다. 피부도포 실험을 위한 일반적인 크림의 성분은 Table 1와 같으며 part A의 원료를 500 mL 비이커에 넣고, 80~82°C까지 가열, 용해한 다음 200 rpm에서 유화시키고, part A의 원료가 완전히 용해되면 part B의 원료를 넣고 200 rpm으로 유화시킨 후 78~80°C로 맞추었다. Part C의 원료를 25°C, 1,400 rpm에서 30분간 혼합, 분산한 다음 part D의 원료 100 mL를 혼합한 후 65~70°C까지 가열시켜 용해하였다. Part A와 B를 혼합한 것에 part C, D를 천천히 넣으면서 78~80°C, 20 rpm에서 유화시킨 다음 20 rpm에서 약 80~90분간 교반하고, part E의 원료와 part F의 원료를 65°C에서 천천히 투입한 후 3,000 rpm으로 1분간 유화시킨 후 27°C로 냉각시켰다. 분획한 김치 추출물들을 위와 같이 제조한 크림에 0.02 g/g로 첨가하여 도포용 크림을 제조하였다.

자외선 B에 의한 피부홍반 생성 평가

제조한 크림 0.5 g을 취해 hairless mouse의 등(3 cm²)에 1회 도포한 후 광산화 효과 측정과 동일한 조건으로 자외선 B(NBC, Ohio, USA)를 조사하면서 홍반 여부를 관찰하였다. 피부색은 chromameter(Minolta CT-310, Japan)로 3회 반복 측정하였으며, 홍반의 증가정도는 초기값과 비교하여 erythema relative index로 평가하였다(18).

Erythema relative index (%) =

$$\frac{\text{After value} - \text{Before value}}{\text{Before value}} \times 100$$

통계처리

실험결과는 SPSS program을 이용하여 mean ± SD로 표시하였으며, 각 군간의 통계적 유의성은 one-way ANOVA

Table 1. Basic compositions of cream for skin test

Part	INCI Name	Trade Name	Con (%)
A	Microcrystalline wax	Multi-wax W-44	2.00
	Bees wax	Bees wax	3.00
	Cetearyl alcohol	Lanetto-o	1.20
	Stearic acid	Stearic acid	1.00
	Vacarine	Vacarine	4.00
	Propylparaben	Propylparaben	0.10
	Octyldodecanol	Eutanol-G	3.00
	Caprylic / Capric triglyceride	Lexol GT865	3.00
	Glycol mono stearate	GMS-105	2.00
	Glyceryl stearate & PEG-100 stearate	Arlacel-165	1.00
	-	I.P.M	5.00
	Dimethicone	Silicon oil	0.30
	Mineral oil	Drakeol-7	38.00
B	PEG-40 stearate	MYRJ-52S	2.60
	Sorbitan sesquioleate	Arlacel-83	0.80
C	-	Distilled water	24.00
	Disodium EDTA	EDTA-2Na	0.02
	Xanthan gum	Keltrol F	0.04
	Magnesium aluminum Silicate	Veegum HV	0.40
D	-	Distilled water	2.08
	Propylene glycol	P.G	4.00
	Glycerine	Glycerine	1.00
	TriEtOHamine	TEA	0.30
	Methylparaben	Mrthylparaben	0.25
Allantoin	Allatoin	0.01	
E	-	Distilled water	0.30
	Imidazolidinyl urea	Germall 115	0.30
	-	Yellow #4	0.00016
-	Yellow #5	0.00008	
F	-	Perfume	0.30
Total			100.00

로 검증한 뒤 $\alpha = 0.05$ 의 수준에서 Turkey's test에 의해 사후 검증하였다.

Table 2. Contents of carotenoids, total chlorophyll, vitamin C, and total phenol in solvent fractions of various kinds of freeze-dried kimchi (mg%)

	Fraction ¹⁾	Korean cabbage	Mustard leaf	Buchu
Carotenoids	Hexane	247.5 ± 1.5 ^{2)a}	603.0 ± 3.6 ^c	287.5 ± 2.5 ^b
Chlorophylls	Hexane	37.4 ± 2.5 ^a	1125.9 ± 173.4 ^b	3283.6 ± 685.9 ^c
Vitamin C	EtOAc	1390.5 ± 1.0 ^{a,B}	2674.5 ± 1.2 ^{c,C}	1518.5 ± 0.8 ^{b,B}
	BuOH	1925.5 ± 0.8 ^{b,C}	2353.5 ± 1.1 ^{c,B}	1893.0 ± 1.0 ^{a,C}
	Water	284.0 ± 1.1 ^{a,A}	802.5 ± 0.8 ^{b,A}	1279.0 ± 0.9 ^{c,A}
Total phenol	Hexane	192.0 ± 14.2 ^{b,B}	93.8 ± 4.0 ^{a,A}	206.7 ± 22.2 ^{b,B}
	CH ₂ Cl ₂	468.3 ± 25.5 ^{b,C}	300.7 ± 22.4 ^{a,BC}	792.6 ± 44.6 ^{c,E}
	EtOAc	197.1 ± 4.5 ^{a,B}	381.3 ± 2.5 ^{b,C}	506.6 ± 16.1 ^{c,D}
	BuOH	208.3 ± 3.3 ^{ns3B}	223.4 ± 76.3 ^B	118.9 ± 8.0 ^A
	Water	116.4 ± 8.5 ^{a,A}	113.1 ± 3.3 ^{a,A}	280.2 ± 14.0 ^{b,C}

¹⁾ EtOAc, BuOH, and CH₂Cl₂ were expressed ethylacetate, butanol, and dichloromethane respectively.

²⁾ Values are means ± SD (n=3).

³⁾ Data within the same row are not significantly different.

^{a-c)} Data not sharing the same superscript within the same row are significantly different by Turkey's test ($\alpha = 0.05$).

^{A-E)} Data not sharing the same superscript within the same column are significantly different by Turkey's test ($\alpha = 0.05$).

결과 및 고찰

김치 용매획분 중 항산화관련 물질의 함량

김치 용매획분 중 항산화관련 물질인 카로테노이드, 클로로필, 비타민 C 및 총 페놀함량을 측정된 결과는 Table 2에 나타내었다. 카로테노이드는 지용성 색소로 hexane(이하 hexane)층에 분리되어 나오며 배추김치 247.5 ± 1.5 mg%, 갓김치 603.0 ± 3.6 mg%, 부추김치 287.5 ± 2.5 mg%로 갓김치에서 가장 높게 나타났고(Table 2). 이러한 결과는 전보(10)에서 동결건조한 김치 중의 카로테노이드 함량이 갓김치에서 가장 높게 나타난 것과 일치하였다.

Hexane층 중의 총 클로로필 함량은 배추김치 37.4 ± 2.5 mg%, 갓김치 1125.9 ± 173.4 mg%, 부추김치 3283.6 ± 685.9 mg%로 부추김치가 배추김치에 비해 89배, 갓김치에 비해 3배 정도 높게 나타났다.

수용성인 비타민 C는 에틸아세테이트(이하 EtOAc)층, 부탄올(이하 BuOH)층, 물층에서 측정하였는데 배추김치에서는 BuOH층과 EtOAc층에서 높게 나타났고, 갓김치에서는 EtOAc층에서 2674.5 ± 1.2 mg%로 김치 용매획분 중에서 가장 높게 나타났으며 BuOH층에서도 2353.5 ± 1.1 mg%로 그 함량이 매우 높았다. 부추김치에서는 비슷한 값을 나타내긴 하였으나 BuOH층, EtOAc층, 물층의 순이었다.

용매별 김치 추출물들의 총페놀 함량을 측정된 결과 배추김치는 디클로로메탄(이하 CH₂Cl₂)층에서 468.3 ± 25.5 mg%로 가장 높았으며 물층에서 가장 낮게 나타났다. 갓김치는 EtOAc층에서 381.3 ± 2.5 mg%, CH₂Cl₂층에서 300.7 ± 22.4 mg%로 높게 나타났고 hexane층에서 가장 낮았다. 부추김치 용매 분획물의 경우 CH₂Cl₂층에서 가장 높게 나타났으며 다음으로 EtOAc층의 순이었고, BuOH층에서 총페놀 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다.

세 종류의 김치 획분 중 부추김치의 CH₂Cl₂층과 EtOAc층에서 총페놀 함량이 가장 높게 나타났고 배추김치 CH₂Cl₂층

과 갓김치의 EtOAc층, CH₂Cl₂층의 순으로 이들 획분 중의 총페놀함량이 항산화활성에 관여할 것으로 보여진다.

김치 종류별 용매획분의 유리기 소거효과

김치 종류별 용매획분의 유리기 소거효과를 DPPH 라디칼을 이용하여 측정된 결과(Table 3) 배추김치의 용매별 추출물의 유리기 소거능은 CH₂Cl₂층에서 가장 높게 나타났으며, hexane층, BuOH층, EtOAc층, 물층의 순으로 나타났다. 갓김치의 경우 EtOAc층에서 유리기 소거능이 가장 높게 나타났으며, CH₂Cl₂층, BuOH층, hexane층, 물층의 순으로 활성이 높게 나타났다. 부추김치의 경우 배추김치와 마찬가지로 CH₂Cl₂층에서 가장 큰 유리기 소거활성이 나타났고 EtOAc층, hexane층, 물층, BuOH층의 순으로 나타났으며 특히 부추김치 CH₂Cl₂층과 EtOAc층의 유리기 소거능은 세 종류의 김치 용매획분 중에서 가장 큰 활성을 보였다. Kim(19)에 의하면 생청갓과 청갓 김치의 EtOAc층과 CH₂Cl₂층에서 메탄올 추출물보다 항산화 효과가 높게 나타났고 특히 EtOAc층이 DPPH 유리기에 대해 강력한 소거작용이 있다고 하여 본 연구와 유사한 것으로 나타났다. 각 김치의 용매획분 중 페놀화합물의 함량이 높았던 CH₂Cl₂층, EtOAc층에서 유리기 소거능이 크게 나타났으며 이들 성분이 피부의 노화 억제와 자외선에 의해 유도된 광산화를 억제하는데 중요한 역할을 할 것으로 여겨진다.

김치 용매획분의 피부산화 억제효과

김치 용매획분을 hairless mouse의 피부 균질액에 첨가하여 자외선 B 조사에 의한 광산화를 유도한 후 지질과산화물의 함량을 측정된 결과(Fig. 1) 배추김치에서는 EtOAc층에서 16.73±2.51 nmole MDA/mg protein으로 피부산화가 가장 적게 일어났으며(p<0.05), hexane층과 물층은 각각 30.2±2.53, 34.65±3.65 nmole MDA/mg protein으로 높게 나타났다. 갓김치의 경우 EtOAc층에서 16.69±4.1 nmole MDA/mg protein으로 효과적으로 산화가 지연되었으며(p<0.05) hexane, BuOH, 물층에서 MDA 함량은 높게 나타났다. 부추김치의 경우 CH₂Cl₂층과 EtOAc층에서 13.54±4.3과 16.01±

Table 3. Scavenging activity of solvent fractions of various kinds of freeze-dried kimchi by DPPH assay (unit: %)

Fraction ¹⁾	Kind of kimchi		
	Korean cabbage	Mustard leaf	Buchu
Hexane	49.91 ± 1.17 ^{2)bc}	37.13 ± 1.11 ^{aA}	50.09 ± 0.64 ^{bC}
CH ₂ Cl ₂	76.26 ± 0.97 ^{bD}	60.09 ± 1.27 ^{aC}	84.87 ± 0.85 ^{cE}
EtOAc	41.04 ± 2.05 ^{aB}	75.91 ± 2.24 ^{bD}	77.48 ± 1.73 ^{bD}
BuOH	44.35 ± 0.74 ^{bB}	43.48 ± 0.59 ^{bB}	33.30 ± 0.81 ^{aA}
Water	35.65 ± 1.09 ^{aA}	36.96 ± 0.43 ^{aA}	42.17 ± 1.54 ^{bB}

¹⁾CH₂Cl₂, EtOAc, and, BuOH were expressed dichloromethane, ethylacetate, and butanol respectively.

²⁾Values are means±SD (n=3).

^{a-c}Data not sharing the same superscript within the same row are significantly different by Turkey's test (α=0.05).

^{A-E}Data not sharing the same superscript within the same column are significantly different by Turkey's test (α=0.05).

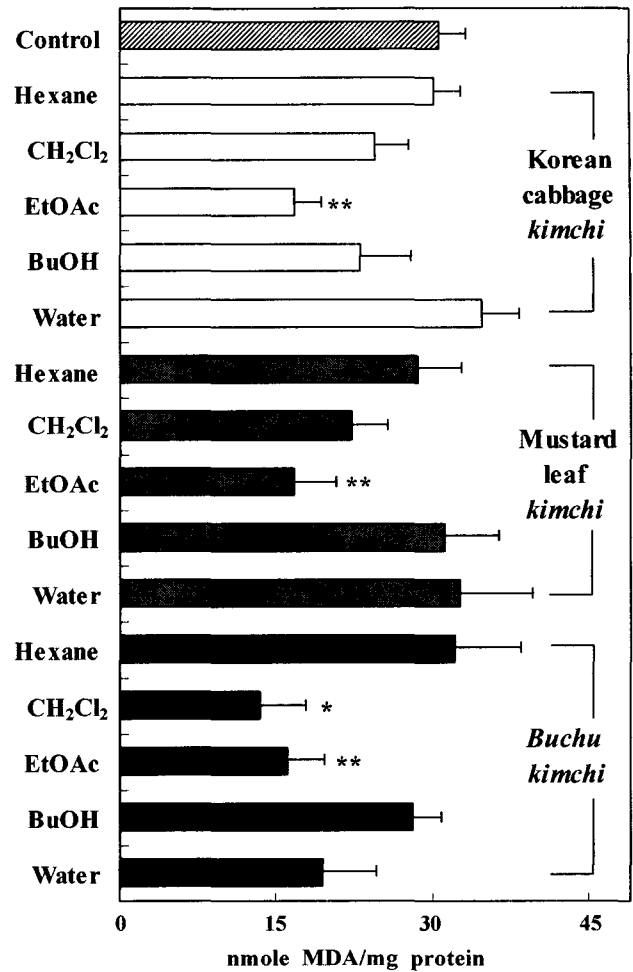


Fig. 1. Antioxidant effect of solvent fractions¹⁾ of various kimchi on UV-irradiated mouse skin homogenate.

Values are means±SD (n=3).

¹⁾CH₂Cl₂, EtOAc, and, BuOH were expressed dichloromethane, ethylacetate, and butanol respectively.

*Significantly different from control at p<0.01.

**Significantly different from control at p<0.05.

3.57 nmole MDA/mg protein으로 낮게 나타난 반면 hexane층에서는 높게 나타났다(p<0.01, p<0.05).

전체 획분 중에서 부추김치의 CH₂Cl₂층에서 지질과산화생성이 가장 억제되었으며 부추김치의 EtOAc층, 갓김치 EtOAc층, 배추김치 EtOAc층이 효과가 있었고 앞의 결과들과 연관하여 대부분 항산화성이 높은 획분층에서 지방산화가 적게 일어난 것을 알 수 있었다. 그러나 부추김치와 갓김치의 hexane층에서는 지질산화가 많이 일어났으며 클로로필 및 그 유도체들은 빛의 존재시 감광체로 작용하여 광산화를 촉진시키므로(20) 이들 획분을 첨가한 피부 균질액에서 지질과산화물의 생성이 높았던 것은 클로로필의 광산화 작용에 의한 것으로 추정된다.

이와는 달리 항산화활성 및 총 페놀함량이 높았던 EtOAc층과 CH₂Cl₂층에서 피부의 지질산화가 억제되었던 것은 자외선 B에 의해 유도되는 반응성이 큰 유리기를 이들 성분이

효과적으로 소거하였기 때문에 보여진다.

김치 용매획분 크림의 도포 후 자외선 B 조사에 의한 홍반 생성 억제 효과

자외선 조사는 피부의 물리적 생화학적 성상의 변화를 초래하며 파장이 짧은 자외선 B(280~320 nm)는 자외선 A(320~400 nm)에 비해 투과성이 낮아 표피에 주로 작용하게 된다(21). 홍반은 자외선을 오래 쬐게 되면 피부가 붉어지는 현상으로 자외선 B와 C에 의해 주로 발생하며 이러한 반응은 자외선이 직접 혈관벽에 작용하여 생기거나 각질 형성세포에서 분비되는 히스타민, 프로스타글란딘 등이 혈관 확장 및 혈관벽의 투과력을 증가시켜 발생되어진다(22). 김치종류별 용매획분을 크림에 첨가하여 hairless mouse의 등에 일정량 도포하고 자외선 B를 조사한 후 홍반생성 여부를 관찰한 결과 erythema relative index는 크림만을 바른 대조군에서 $61.19 \pm 7.07\%$, 배추김치의 hexane층 $33.06 \pm 5.4\%$, CH_2Cl_2 층 $15.78 \pm 4.2\%$, EtOAc층 $27.29 \pm 7.2\%$, BuOH층 $30.86 \pm 3.2\%$ 그리고 물층에서는 $25.43 \pm 2.9\%$ 였다(Fig. 2). 배추김치의 모든 획분층은 대조군에 비해 유의적으로 홍반생성을 억제하였고($p < 0.001$) CH_2Cl_2 층에서 억제효과가 가장 크게 나타났다. 특히 배추김치 획분 중 홍반생성이 가장 적었던 CH_2Cl_2 층은 앞선 실험에서도 유리기 소거능과 총페놀함량이 가장 높게 나타나 김치 속의 항산화 물질들의 작용에 의해 피부 보호효과를 나타낸 것으로 사료된다.

갓김치 용매획분 크림 도포 후의 erythema relative index는 hexane층 $84.07 \pm 8.6\%$, CH_2Cl_2 층 $22.08 \pm 5.1\%$, EtOAc층 $15.2 \pm 2.4\%$, BuOH층 $36.68 \pm 4.6\%$ 그리고 물층에서는 $16.47 \pm 4.9\%$ 로 나타났다(Fig. 2). 특히 hexane층을 첨가한 크림에서는 대조군보다 유의적으로 홍반이 많이 생성되었으며($p < 0.01$) 나머지 획분층은 유의적으로 대조군에 비해 낮았고($p < 0.001$), EtOAc층을 첨가한 크림에서 홍반생성 억제효과가 가장 큰 것을 알 수 있었다.

부추김치의 erythema relative index는 hexane층 $86.59 \pm 6.8\%$, CH_2Cl_2 층 $45.05 \pm 4.7\%$, EtOAc층 $32.0 \pm 3.8\%$, BuOH층 $60.28 \pm 5.4\%$ 그리고 물층에서 $18.11 \pm 6.3\%$ 로 갓김치와 마찬가지로 hexane층을 첨가한 크림은 홍반생성을 오히려 증가시켰다($p < 0.001$). 물층에서 홍반생성이 가장 많이 억제되었으며($p < 0.001$) 항산화성이 컸던 EtOAc층, CH_2Cl_2 층에서도 대조군에 비해 홍반이 적게 생성되었다($p < 0.001$, $p < 0.05$).

전체적으로 비교하였을 때 부추김치와 갓김치의 hexane층에서 홍반이 가장 많이 생성된 것을 알 수 있었고 배추김치와 갓김치에 비해 부추김치에서 홍반이 많이 생성되었다. 배추김치의 경우 hexane층에서는 홍반이 많이 생성되지 않았으나 갓김치와 부추김치의 경우 hexane층에서 홍반이 크게 나타난 것은 이들 획분 중 클로로필의 함량이 높았던 것과 관련있는 것으로 보여진다. 또한 배추김치의 CH_2Cl_2 층과 갓김치의 EtOAc층에서 홍반생성 억제효과가 크게 나타난

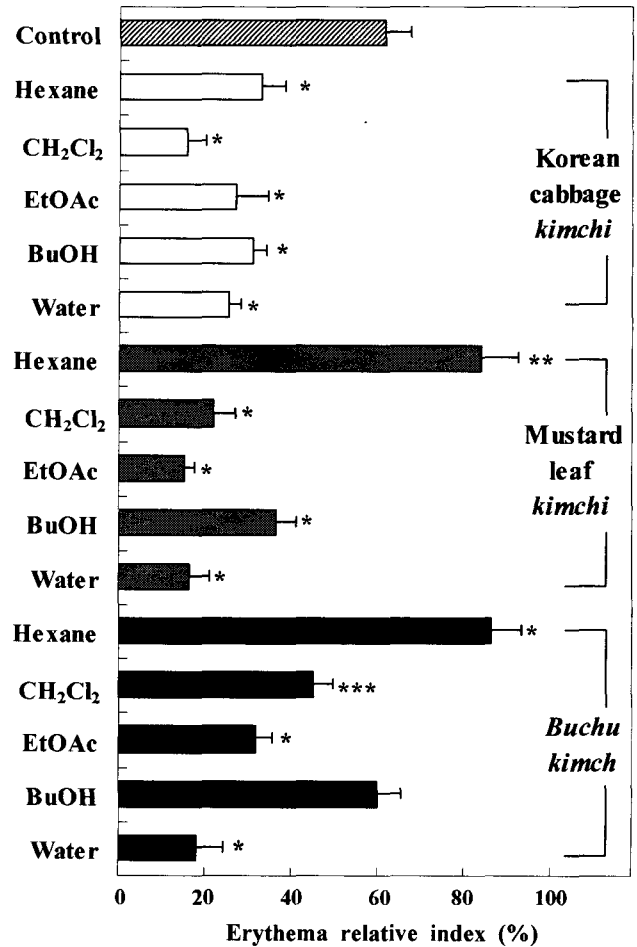


Fig. 2. Inhibiting effect of skin cream containing solvent fractions¹⁾ of various kimchi on erythema formation at hairless mouse skin after UV irradiation.

Values are means \pm SD (n=3).

¹⁾ CH_2Cl_2 , EtOAc, and, BuOH were expressed dichloromethane, ethylacetate, and butanol respectively.

*Significantly different from control at $p < 0.001$.

**Significantly different from control at $p < 0.01$.

***Significantly different from control at $p < 0.05$.

것은 유리기 소거능이 가장 크게 나타났던 획분층과 일치하여 비타민 C와 페놀화합물 등의 항산화 물질들의 항산화작용에 의한 것으로 보인다.

Ryu 등(10)은 hairless mouse에게 김치 종류별 식이를 20주간 섭취시킨 후 피부조직의 지질과산화물을 측정한 결과 자외선을 조사하기 전에는 부추김치군에서 대조군에 비해 유의적으로 산화가 억제되어 본 실험에서 유리기 소거능과 총페놀 함량이 부추김치의 CH_2Cl_2 층과 EtOAc층에서 가장 높았던 것과 일치한다. 그러나 자외선 B를 30분간 조사하였을 때 부추김치군의 피부 지질산화 정도가 가장 컸고 이는 부추김치 hexane층에서 malondialdehyde 생성량과 홍반생성이 가장 많았던 것과 밀접하게 관련이 있는 것으로 보여지며 자외선에 의한 피부노화 억제 성분의 규명을 위해 각 김치 용매분획물 중 효과가 컸던 CH_2Cl_2 층과 EtOAc층에서 활성 성분의 분리 및 동정이 계속적으로 이루어져야 할 것으로

사료된다.

요 약

배추김치, 갓김치, 부추김치의 용매획분 추출물을 제조한 뒤 항산화관련 물질들의 함량을 측정된 결과 카로테노이드는 갓김치의 hexane층에서, 클로로필 함량은 부추김치의 hexane층에서 가장 높았고, 비타민 C 함량은 갓김치의 EtOAc층과 BuOH층에서 가장 높게 나타났다. 총 페놀화합물은 부추김치의 CH₂Cl₂층과 EtOAc층, 배추김치 CH₂Cl₂층, 갓김치 EtOAc층과 CH₂Cl₂층에 많이 함유되어 있었다. DPPH법을 이용한 유리기 소거능을 조사한 결과 부추김치 CH₂Cl₂층과 EtOAc층, 배추김치 CH₂Cl₂층, 갓김치 EtOAc층에서 효과가 큰 것으로 나타났다. 김치종류별 용매획분을 hairless mouse의 피부구진액에 첨가하여 자외선 B를 조사한 후 지질과산화물 함량을 측정된 결과 부추김치의 CH₂Cl₂층과 EtOAc층, 배추김치, 갓김치의 EtOAc층에서 낮게 나타나 항산화성이 높은 획분에서 피부의 광산화 억제효과가 큰 것을 알 수 있었고 김치 용매획분을 크림에 첨가하여 hairless mouse의 등에 직접 도포한 후 자외선 B를 조사하였을 때 대조군에 비해 갓김치의 hexane층, 부추김치의 hexane층과 BuOH층을 제외한 모든 용매획분이 피부홍반의 생성을 억제하였고 특히 갓김치 EtOAc층, 배추김치 CH₂Cl₂층, 부추김치 물층에서 피부보호효과가 큰 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 1996~2001년 농림수산 특정연구사업의 지원에 의한 연구결과와 일부로 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Cheigh HS. 1995. Biochemical characteristics of kimchi. *J East Asian Soc Dietary Life* 5: 89-101.
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation, and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 169-182.
- Hwang JW, Song YO. 2000. The effects of solvent fractions of kimchi on plasma lipid concentration of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 204-210.
- Jeon HN, Kwon MJ, Song YO. 2002. Effect of kimchi solvent fractions on accumulation of lipids in heart, kidney and lung of rabbit fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 814-818.
- Lee YO, Cheigh HS. 1995. Antioxidative effect of kimchi on the lipid oxidation of cooked meat. *J Korean Soc Food*

- Nutr* 24: 1005-1009.
- Lee YO, Park KY, Cheigh HS. 1996. Antioxidative effect of kimchi with various fermentation period on the lipid oxidation of cooked ground meat. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 261-266.
- Ryu SH, Kwon MJ, Song YO, Song YS, Moon GS. 2003. Effect of kimchi diet on antioxidative system of rat. *Inje J Inje Univ (Korea)* 18: 475-488.
- Kim JH, Kwon MJ, Lee SY, Ryu JD, Moon GS, Cheigh HS, Song YS. 2002. The effect of kimchi intake on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the liver of SAM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 109-116.
- Kim JH, Ryu JD, Lee HG, Park JH, Moon GS, Cheigh HS, Song YS. 2002. The effect of kimchi intake on production of free radicals and anti-oxidative enzyme activities in the brain of SAM. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 117-123.
- Ryu BM, Ryu SH, Lee YS, Jeon YS, Moon GS. 2004. Effect of different kimchi diets on oxidation and photooxidation in hairless mouse. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 291-298.
- Danno K, Horio T, Takigawa M, Imamura S. 1984. Role of oxygen intermediates in UV-induced epidermal cell injury. *J Invest Dermatol* 83: 166-168.
- Miyachi Y, Horio T, Imamura S. 1983. Sunburn cell formation is prevented by scavenging oxygen intermediates. *Clinical and Experimental Dermatology* 8: 305-310.
- Choi JY, Yoon KS, Cho YH, Kim NI. 1996. The effect of UVB irradiation and sunscreen agents on photoaging of hairless albino mouse skin. *Kor J Dermatol* 34: 289-299.
- Iwasaki TK, Sakamoto K, Packer L. 1997. Interaction between vitamin E homologues and ascorbate free radicals in murine skin homogenates irradiated with ultraviolet light. *Photochem & Photobiol* 65: 355-365.
- Ryu SH, Jeon YS, Kwon MJ, Moon JW, Lee YS, Moon GS. 1997. Effect of kimchi extracts to reactive oxygen species in skin cell cytotoxicity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 814-821.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem* 95: 351-358.
- Gonzalez S, Pathak MA. 1996. Inhibition of ultraviolet-induced formation of reactive oxygen species, lipid peroxidation, erythema and skin photosensitization by poly-podium leucotomes. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 12: 45-56.
- Kim JI. 2000. Studies on antioxidative flavonoids and nucleotide from mustard leaf kimchi. *PhD Thesis*. Pusan National University, Busan, Korea.
- Usuki R, Endo Y, Kaneda T. 1984. Prooxidant activities of chlorophylls and pheophytins on the photooxidation of edible oils. *Agric Biol Chem* 48: 991-994.
- McAuliffe DJ, Blank IH. 1991. Effects of UVA on the barrier characteristics of the skin. *J Invest Dermatol* 96: 758-762.
- Kim BK, Park SB, Youn JI. 1997. Relationship between UV-induced erythema and pigmentation dose-response angles and the predictors of cutaneous sensitivity to UV right. *Kor J Dermatol* 35: 1177-1183.

(2004년 2월 4일 접수; 2004년 4월 28일 채택)