

## 천연색소 함유 화장품 조성물의 항균효과 및 항산화활성

부희옥\*, 신지산, 황성진<sup>1</sup>, 배춘식<sup>2</sup>, 박수현<sup>2</sup>(주)파이토M&F, <sup>1</sup>전남대학교 생물학과, <sup>2</sup>전남대학교 수의과대학

## Antimicrobial Effects and Antioxidative Activities of the Cosmetic Composition Having Natural Plant Pigments

Hee Ock Boo\*, Ji San Shin, Sung Jin Hwang<sup>1</sup>, Chun Sik Bae<sup>2</sup> and Su Hyun Park<sup>2</sup>

Phyto M&amp;F Co. Ltd., BI Center, Chosun Uni., Gwangju 501-759, Korea

<sup>1</sup>Department of Biology, Chonnam National Uni., Gwangju 500-757, Korea<sup>2</sup>College of Veterinary Medicine, Chonnam National Uni., Gwangju 500-757, Korea

**Abstract** - This study was conducted to clarify the antimicrobial effects and radical scavenging activities of the cosmetic compositions having the natural plant pigments, and to enhance the natural materials utilization of cosmetics. The antimicrobial activities of the fifteen kinds of cosmetic composition having natural plant pigments were evaluated using the agar diffusion method. Most of the cosmetic composition having the natural pigments showed the clear zone formation of growth inhibition against *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus* and *Aspergillus flavus*. Especially, purple sweet potato, bitter melon, mulberry leaf and gromwell showed the higher antimicrobial activities. All the cosmetic compositions were evaluated for their antioxidant activity using DPPH radical scavenging capacity and nitrite scavenging ability activity. Both of the free radical DPPH and nitrite scavenging ability was the highest in the cosmetic compositions of onion peel, and these antioxidant activity was significant differences according to different plant pigments. In this study, we conjectured that the plant pigment had the potent biological activities, therefore these plant resources having functional components could be a good materials for development into source of natural cosmetics.

**Key words** - Cosmetic composition, Natural plant pigment, Antimicrobial effect, DPPH, Nitrite scavenging ability

## 서 언

천연색소는 인류 역사의 시작과 함께 사용되어 왔다고 해도 과언이 아니지만, 화학합성색소에 비해 생산성과 안정성, 보관상의 어려움 때문에 오랫동안 합성색소에 밀려 있었다. 그러나 최근 들어 생활수준이 향상되고, 자연친화적인 생활과 환경에 대한 관심이 높아지면서 아름다움을 연출하는 외관을 꾸밀 때도 되도록 천연소재로 장식하고자 하는 욕구가 강해지고 있다. 더욱이 합성색소의 인체에 대한 발암성과 위험성이 끊임없이 제기되면서 천연색소에 대한 관심이 더욱 증대되고 있다. 이러한 추세에 부응하여 최근 향장소재, 섬유염색, 건강기능식품 등에 건강과 안전을

위해 천연색소를 사용하는 경향이 점차 확대되고 있으며, 천연색소 이용에 관한 연구 또한 활발히 진행되고 있지만, 활용 가능한 각종 천연색소 소재들의 기능성, 안전성, 안정성 등에 대한 실증적 연구가 뒷받침되지 못하고 있는 실정 이므로 이에 대해 좀 더 체계적이고 다양한 연구가 필요하 다고 본다.

천연색소의 특징으로는 합성색소에 비해 환경에 미치는 영향이 적고 인체에 대한 독성이 현저히 낮거나 혹은 거의 무해하며, 향균, 항암, 항염 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Kim and Cho, 2008). 또한 발색이 자연스럽고 우아하며 변색 또는 퇴색이 되어도 색감이 안정적이어서 은 은한 색상을 낼 수 있을 뿐만 아니라 재료의 성질에 따라 다양한 색상을 얻을 수 있다는 장점이 있다(Park *et al.*, 2010). 그러나 천연색소는 인공합성색소보다 가격이 높고

\*교신저자(E-mail) : swboo@hanmail.net

발색력이 떨어질 뿐만 아니라 생산성이 낮으며, 용해성 또한 떨어지고 열, 빛 및 pH 등의 환경 요인에 따라 색소의 안정성이 떨어진다는 단점을 지니고 있다(최 등, 2009).

본 연구에서 적용한 천연색소 소재는 식물체에 널리 존재하는 것으로서, 안토시아닌 계통 색소로는 자색고구마, 적양배추, 포도과피, 오디, 흑미, 백년초 등, Betalain 계통 색소로는 레드비트, 플라보노이드계 색소 일종인 quercetin 황색계통 색소를 지닌 양파껍질, 카로티노이드계 색소인 황색의 완속여주, 황색 파프리카, 치자황 그리고 녹색식물의 잎에서 흔히 보이는 포르피린계열 녹색의 chlorophyll 성분이 주요 색소인 벵잉 등을 포함하고 있다. 일반적으로 파프리카는 capsanthine,  $\beta$ -cryptoxanthine, zeaxanthine 등의 색소 성분을 함유하고 있으며, 치자황은 carotenoid에 속하는 crocin의 황색계통 색소를 지니며(Yoon and Kim, 1999), 지치의 색소 성분으로는 naphthoquinone 유도체인 shikonin, acetylshikonin, isobutylshikonin, propionylshikonin 등으로 알려져 있다(Ju *et al.*, 2010).

예로부터 식품이나 의약품, 화장품, 의복 염색 등에 다양한 천연소재 색소들이 이용되어 왔으며, 이러한 천연색소들은 항균 및 항산화 작용에 탁월한 효능이 있는 것으로 보고되고 있다(Kim *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2006; Park and Chang, 2000; Park and Lee, 2011). 특히 적자색, 청자색을 띠는 안토시아닌 색소는 우수한 항산화성을 지닌 기능성 물질로서 항암, 항노화, 항염 등의 효과도 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 비름과(Amaranthaceae) 식물로부터 추출한 Betalain 색소 또한 강력한 항산화능을 지니고 있는 것으로 보고되고 있다(Cai *et al.*, 2003). 이와 같이 다양한 생리기능성과 자연적인 색조와 발색력을 지닌 천연색소를 활용하여 색조화장품 제조에 적용하면 인

체에 건강하고 친환경적인 제품 개발이 가능하다고 판단된다. 본 실험에서 사용된 천연색소들도 비교적 높은 항산화 및 항균 효과를 지니고 있을 것으로 추측되며, 제품에 실제로 적용하기 위해서는 대량으로 소재확보가 용이해야 하기 때문에 비교적 주변에서 구하기 쉬우면서 활용가치가 높다고 판단되는 소재들을 선발하였다.

따라서 본 연구에서는 천연색소로서의 다양한 생리기능성과 색상을 지니고 있어 색조화장품 적용에 있어 그 이용가치가 높을 것으로 예상되는 소재들을 함유한 화장료조성물을 조제하여 이에 대한 항균효과 및 항산화능을 비교 분석함으로써 향후 이들 소재를 활용한 천연 색조화장품 개발 가능성에 대한 기초자료를 제공함과 동시에 천연색소의 이용성을 증대시키고자 한다.

## 재료 및 방법

### 천연색소 혼합조성물 제조

천연색소 소재로는 자색고구마, 적양배추, 흑미, 오디, 백년초, 양파껍질, 포도껍질, 파프리카, 여주, 지치, 벵잉, 지황, 치자청, 치자황, 레드비트 등 15종류의 미세 색소분말을 사용하였다. 색소혼합 조성물 제조는 각 색소분말을 증류수에 용해시켜 추출한 색소 추출물 용액에 오일류와 소량의 왁스, 식물성 글리세린, 산화방지제(천연비타민E), 천연방부제 등을 혼합하여 조제하였으며, 물성이 묽은 겔 형태에 가까운 혼합조성물을 본 실험의 시료로 사용하였다.

### 사용균주 및 배지

항균활성 실험을 위해 사용된 균주는 *Bacillus subtilis*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria*

Table 1. List of strains and cultivation conditions used for the screening of antimicrobial activity

Strains	Cultivation conditions
Gram positive bacteria	
<i>Staphylococcus aureus</i> (1621)	37°C, Nutrient Agar
<i>Bacillus subtilis</i> (2023)	37°C, Nutrient Agar
<i>Listeria monocytogenes</i> (3569)	37°C, Brain Heart Infusion Agar
Gram negative bacteria	
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> (2471)	37°C, Marine Agar
<i>Proteus vulgaris</i> (2433)	37°C, Nutrient Agar
Fungus	
<i>Aspergillus flavus</i> (6905)	37°C, Potato Dextrose Agar

*monocytogenes*, *Aspergillus flavus*, *Proteus vulgaris* 로서 유전자은행(KCTC)에서 구입하였으며, 각각의 배지 및 배양 조건을 Table 1에 나타내었다. 배지는 Difco사(USA)에서 구입하여 조제한 후 121°C에서 15분간 가압 멸균하여 사용하였다.

### 항균활성 검정

천연색소 함유 화장료 조성물에 대한 항균력을 측정하기 위해서 한천배지확산법(disk agar plate diffusion method)을 사용하였다. 즉, 각 시험미생물에 적합한 배지에 10<sup>7</sup> CFU/mL 농도로 시험미생물을 배양한 soft agar를 petri dish에 분주한 후 25°C로 식혀 굳힌 후, 멸균된 8 mm filter paper disk를 plate 표면에 일정한 간격으로 놓았다. 각 시료 추출물들을 filter paper disk에 40 µL씩 주입하여 흡수시킨 후 37°C에서 24시간 동안 incubator에서 배양하여 filter paper disk 주위의 저해환의 생성을 관찰하였다. 24시간 이내에 저해환이 생성된 경우 항균활성이 양성인 것으로 판정하였으며, 저해환의 직경을 측정, 비교하였다.

### DPPH radical 소거능

각 추출물을 Choi 등(2003)의 방법에 의한 수소전자공여능에 의해 항산화 활성을 측정하였다. 여러 농도의 시료를 메탄올(or DMSO) 용매로 용해하여, 900 µL의 DPPH 용액(100 µM)과 각 시료 100 µL를 혼합하여 교반한다. 이 혼합 시료를 암소에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수소전자공여능은 각 실험을 3회 반복하여 평균을 낸 다음 대조구에 대한 흡광도의 감소 정도를 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$An = (A_0 - A) / A_0 \times 100$$

An : DPPH radical 소거능에 대한 항산화 활성(%)

A<sub>0</sub> : 시료가 첨가되지 않은 DPPH 용액의 흡광도

A : 반응용액중의 DPPH와 시료의 반응한 흡광도

### 아질산염 소거능

시료 추출물의 아질산염 소거작용의 측정은 1 mM NaNO<sub>2</sub> 20 µL에 시료의 추출액(5 mg/mL) 40 µL와 0.1 N HCl (pH 1.2) 또는 0.2 M citrate buffer(pH 4.2) 또는 0.2 M citrate buffer(pH 6.0)을 140 µL 사용하여 부피를 200 µL로 맞추었다. 이 반응액을 37°C 항온수조에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 1,000 µL, Griess 시약(30% acetic

acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 80 µL를 가하여 잘 혼합시켜 빛을 차단한 상온에서 15분간 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같이 아질산염 소거능을 구하였다.

$$N(\%) = [1 - (A - C) / B] \times 100$$

N : nitrite scavenging ability

A : absorbance of 1 mM NaNO<sub>2</sub> added sample after standing for 1hour

B : absorbance of 1 NaNO<sub>2</sub>

C : absorbance of control

### 통계분석

실험은 각 항목에 대해 3회 반복으로 수행하였으며, 통계처리는 SAS(version 9.1.3)를 이용하여 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 천연색소 함유 화장료조성물의 항균활성

천연색소를 이용한 천연 색조화장품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 15종의 천연색소를 사용하여 제조한 화장료조성물에 대하여 agar diffusion test를 이용한 항균활성을 조사하였다. 실험에 사용한 6종의 균주 중 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Aspergillus flavus*에 대해 대부분의 혼합조성물에서 항균활성이 나타나는 것으로 확인되었으며, *Proteus vulgaris*에서는 다른 균주들에 비해 항균활성이 상대적으로 낮았다. 즉, *Bacillus subtilis*의 경우, 여주완숙과(황색), 여주미숙과(녹색), 뽕잎, 오디, 레드비트 등에서 항균활성이 높은 것으로 나타났고, *Vibrio parahaemolyticus* 및 *Staphylococcus aureus* 균주에 대한 결과에서도 이들 외에 백년초, 지치, 적양배추, 포도과피 등에서 항균활성이 높았다. 또한 *Listeria monocytogenes* 균주의 경우를 보면, 흑미, 자색고구마, 오디 등에서 높은 항균활성을 보였으며, *Aspergillus flavus*의 경우는 여주완숙과, 적양배추, 양파껍질, 백년초, 지치 등에서 상대적으로 항균활성이 높았다. 그러나 *Proteus vulgaris* 균주의 경우는 뽕잎, 지치를 제외한 대부분의 색소 혼합조성물에서 항균

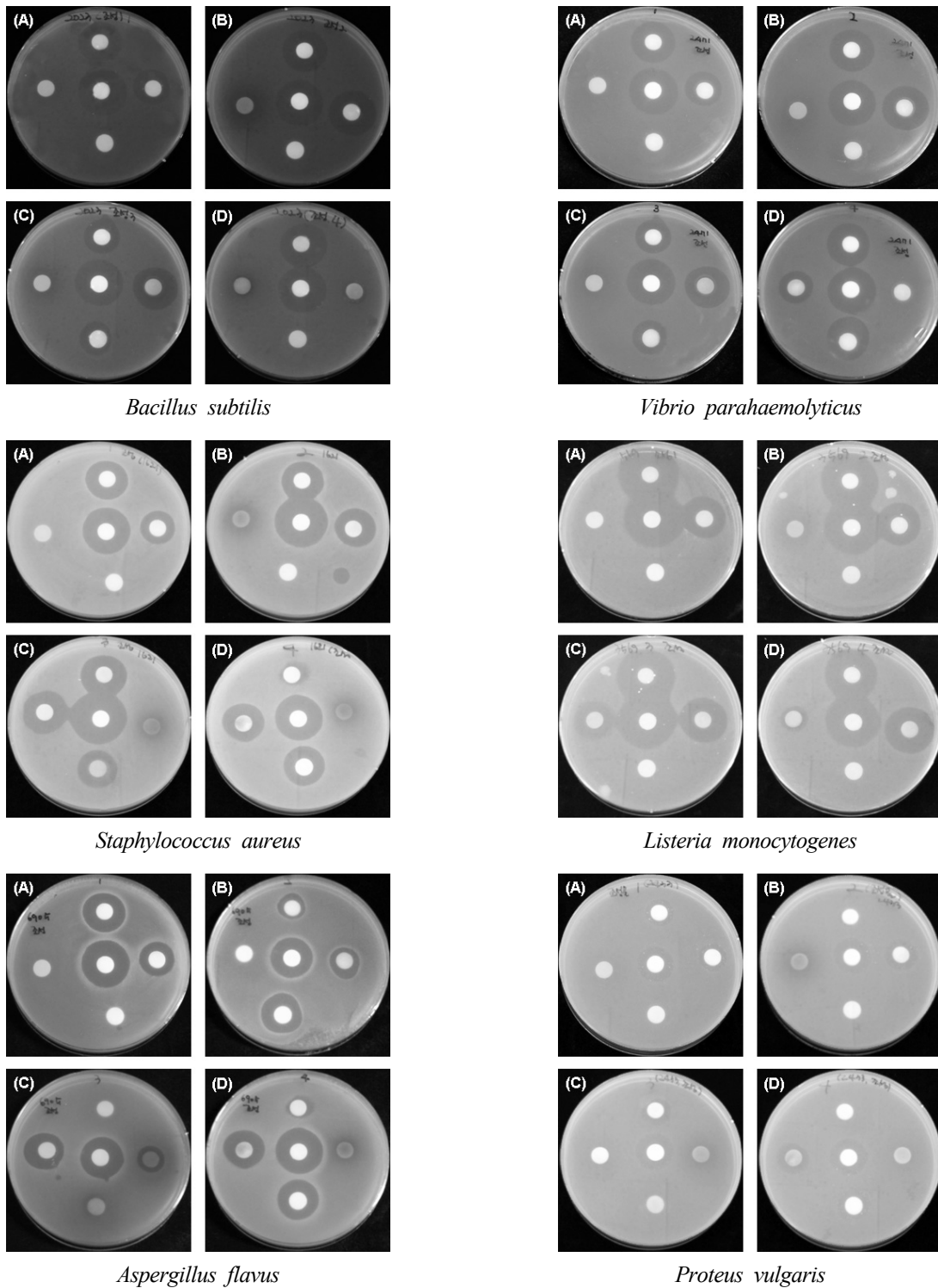


Fig. 1. Inhibition activity of the cosmetic composition having the natural plant pigment against the microorganism in the paper disc diffusion assay. The treatment concentration of each cosmetic composition was 100 mg/mL.

- A: mature bitter melon, paprika, chinese foxglove, yellow gardenia
- B: immature bitter melon, mulberry leaves, onion peel, blue gardenia
- C: purple sweet potato, mulberry, grape peel, red cabbage
- D: red beet, black rice, cactus, gromwell (in a clockwise direction)

Table 2. Antimicrobial activities against the various microorganism of the cosmetic compositions having the natural plant pigments

Natural plant pigment	Inhibition zone size (mm)					
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Proteus vulgaris</i>
Black rice	++ <sup>Z</sup>	+	+	++++	+	+
Purple sweet potato	+++	+++	++++	++++	-	++
Mature bitter melon	++++	++++	++++	++++	++++	++
Immature bitter melon	++++	++++	++++	++++	+++	+
Paprika	+++	+++	+++	++++	+++	++
Red cabbage	+	-	++++	+++	++++	-
Yellow gardenia	-	-	-	-	-	-
Blue gardenia	-	+	+	+	-	+
Chinese foxglove	+	-	-	-	-	-
Mulberry leave	++++	++++	++++	++++	+++	+++
Onion peel	+	+	-	-	++++	-
Grape peel	+++	+++	++++	-	+	+
Mulberry	++++	++++	+	++++	++	+
Redbeet	++++	++++	++	++++	++	-
Cactus	-	++++	++++	-	++++	++
Gromwell	+	++++	++++	++	++++	+++

<sup>Z</sup>++++ : larger than 10 mm, +++ : 5~10 mm, ++ : 2~5 mm, + : smaller than 2 mm, - : not detected. The treatment concentration of each cosmetic composition was 100 mg/mL.

활성이 낮게 나타났는데, 이는 균주 종류 및 천연색소 종류에 따라 항균성에 상당한 차이를 보이는 것으로 판단된다.

(Table 2, Fig. 1). 현재 다양한 천연물질들이 항균활성을 지니고 있는 것으로 알려져 있으며, 이와 관련한 연구들도 활발하게 진행되고 있지만, 천연색소의 항균성과 관련 효능 적용에 대한 연구는 일부 수행되었을 뿐 거의 이루어져 있지 않다. Lee 등(1999)은 천연의 anthocyanin 색소를 다량 함유하고 있는 자색고구마가 일반고구마에 비해 *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*에 대하여 높은 항균활성을 보였다고 하였으며, Jeon 등(2005)은 유색감자의 색소추출물에서 *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*에 대하여 높은 항균활성을 나타내는 것으로 보고하였다. Choi 등(1989)은 α-crocin 색소를 지니는 치자의 수용성 추출액은 저농도일 때는 mycobacteria에 대하여 생육촉진 효과를 보였으나, 어느 정도 이상의 농도일 때는 억제효과를 보였다고

하였다. 또한, Yun 등(1999)에 따르면 지치 뿌리에서 추출한 색소에 있어 저농도에서는 항균활성이 보이지 않지만, 고농도에서는 항균활성을 보인다고 하였다. 이와 같이 색소종류에 따라 항균 효능에는 적정 농도가 존재하고, 최적의 농도로 적용했을 때 그 효과를 볼 수 있다고 본다. 천연물질의 항균성에 대한 다른 많은 연구결과들(Jeon *et al.*, 2005; Kim and Rhyu, 2008; Lee *et al.*, 2005; Zhoh *et al.*, 2010)과 마찬가지로 본 연구의 천연색소 함유 화장료 조성물에 있어서도 비교적 높은 항균활성을 보이는 것으로 확인되었다. 이러한 결과들은 향후 색조화장품 개발에 있어 유효한 천연소재로서의 응용가치가 높음을 시사하는 것으로서, 추후 각 색소 농도에 따른 안정성과 항균효능 차이 등 보다 구체적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 천연색소 함유 화장료조성물의 수소전자공여능

생체내에 물질대사에 의하여 발생하는 활성산소는 체내의 항산화시스템에 의하여 제거되지만, 스트레스 등에 의

하여 과다하게 발생하는 활성산소는 세포막에 있는 불포화 지방산과 결합하여 지질과산화물을 야기하여 세포내 구조적, 기능적 피해를 가져다준다. 이러한 지질과산화를 일으키는 자유라디칼에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 능력인 DPPH의 전자공여능을 측정하는 방법을 이용하여 천연물질의 항산화 활성을 조사하는 방법이 많이 이용되고 있다. 천연색소 함유 화장품조성물에 대한 항산화능을 평가하기 위해 DPPH에 의한 유리기의 소거효과를 측정하는 방법으로 수행한 결과를 Table 3에 나타냈다. 그 결과를 보면, 양파껍질, 적양배추, 오디, 파프리카, 포도과피 등에서 상대적으로 높은 DPPH radical 소거능을 보였고, 특히 양파껍질, 오디 색소에서는 비교적 저농도에서도 높은 소거능을 나타냈다. 전체적으로 대부분의 천연색소 혼합조성물에서 농도 비례적으로 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타남을 확인할 수 있었지만, 치자청 및 지황 색소에서는 농도에 관계 없이 소거능이 상대적으로 낮게 나타났다. 페놀성 화합물의 함량이 증가하면 라디칼 소거농도 증가하는 것으로 보

고되고 있는데(Cha *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 1996; Oki *et al.*, 2002), 천연색소도 일종의 페놀성 화합물이므로 이러한 항산화능이 뛰어날 것으로 추측된다. Kim 등(2008)은 콩에서 식물성 천연색소인 anthocyanin을 분리하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과  $\alpha$ -tocopherol의 항산화력과 유사한 높은 항산화력을 지닌 것으로 확인하였으며, 특히 안토시아닌 색소가 많이 함유된 품종이 일반품종보다 DPPH 라디칼 소거능이 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 농도 의존적으로 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타나는 것으로 보아 페놀화합물 함량이 높을수록 전자공여능 또한 높다는 다른 연구보고들과 유사한 결과를 보이는 것으로 생각된다.

### 천연색소 함유 화장품조성물의 아질산염 소거능

일반적으로 질산염이나 아질산염은 육류 또는 수산 가공품 등에서 발색, 향균 및 안정화를 위해서 사용되고 있다. 이러한 질산염은 식품이나 의약품 및 잔류 농약 등에 존재

Table 3. DPPH radical scavenging activities according to each kind of cosmetic composition having the natural plant pigments

Natural plant pigment	DPPH radical scavenging activity, % of control				
	Concentration (ppm)				
	100	250	500	1000	2500
Black rice	13.1 ± 1.95 <sup>fgz</sup>	15.8 ± 1.95 <sup>f</sup>	20.2 ± 1.94 <sup>f</sup>	29.0 ± 1.94 <sup>f</sup>	54.9 ± 1.91 <sup>d</sup>
Purple sweet potato	10.7 ± 0.68 <sup>gh</sup>	13.3 ± 0.68 <sup>fg</sup>	17.6 ± 0.68 <sup>fg</sup>	26.2 ± 0.68 <sup>fg</sup>	52.1 ± 0.68 <sup>d</sup>
Mature bitter melon	9.3 ± 0.28 <sup>gh</sup>	10.6 ± 0.25 <sup>fg</sup>	12.7 ± 0.21 <sup>gh</sup>	16.3 ± 0.21 <sup>i</sup>	24.7 ± 0.41 <sup>g</sup>
Paprika	22.3 ± 3.41 <sup>dc</sup>	53.8 ± 4.75 <sup>b</sup>	68.7 ± 2.21 <sup>b</sup>	77.7 ± 1.15 <sup>b</sup>	81.2 ± 1.55 <sup>b</sup>
Red cabbage	37.4 ± 3.37 <sup>b</sup>	45.3 ± 2.77 <sup>c</sup>	58.2 ± 2.00 <sup>c</sup>	77.5 ± 0.90 <sup>b</sup>	87.1 ± 0.53 <sup>a</sup>
Yellow gardenia	9.7 ± 0.57 <sup>gh</sup>	10.9 ± 0.57 <sup>fg</sup>	12.7 ± 0.57 <sup>gh</sup>	16.4 ± 0.57 <sup>i</sup>	27.5 ± 0.56 <sup>fg</sup>
Blue gardenia	4.1 ± 0.79 <sup>h</sup>	4.9 ± 0.70 <sup>h</sup>	6.3 ± 0.55 <sup>hi</sup>	8.9 ± 0.26 <sup>j</sup>	13.5 ± 0.11 <sup>h</sup>
Chinese foxglove	3.8 ± 0.23 <sup>h</sup>	9.1 ± 0.20 <sup>gh</sup>	9.5 ± 0.14 <sup>i</sup>	10.4 ± 0.39 <sup>j</sup>	11.9 ± 0.42 <sup>h</sup>
Mulberry leave	18.9 ± 2.71 <sup>ef</sup>	28.5 ± 1.60 <sup>e</sup>	44.3 ± 1.51 <sup>d</sup>	68.7 ± 1.68 <sup>d</sup>	74.3 ± 0.99 <sup>c</sup>
Onion peel	48.4 ± 1.06 <sup>a</sup>	81.6 ± 0.31 <sup>a</sup>	86.0 ± 3.69 <sup>a</sup>	85.2 ± 3.54 <sup>a</sup>	80.1 ± 1.57 <sup>bc</sup>
Grape peel	28.7 ± 0.82 <sup>cd</sup>	36.2 ± 0.81 <sup>d</sup>	48.6 ± 0.81 <sup>d</sup>	73.0 ± 0.80 <sup>c</sup>	76.5 ± 0.92 <sup>bc</sup>
Mulberry	33.6 ± 5.78 <sup>bc</sup>	56.3 ± 2.43 <sup>b</sup>	70.1 ± 4.46 <sup>b</sup>	79.8 ± 1.04 <sup>b</sup>	78.7 ± 0.77 <sup>bc</sup>
Redbeet	28.9 ± 0.46 <sup>cd</sup>	32.3 ± 0.54 <sup>dc</sup>	37.9 ± 1.10 <sup>c</sup>	48.7 ± 2.39 <sup>e</sup>	78.7 ± 6.10 <sup>bc</sup>
Cactus	6.4 ± 0.21 <sup>gh</sup>	8.7 ± 0.42 <sup>gh</sup>	14.9 ± 0.51 <sup>fgh</sup>	21.1 ± 0.54 <sup>h</sup>	32.3 ± 0.79 <sup>ef</sup>
Gromwell	12.1 ± 1.91 <sup>g</sup>	15.9 ± 0.81 <sup>f</sup>	20.4 ± 0.21 <sup>f</sup>	24.6 ± 0.98 <sup>gh</sup>	36.8 ± 0.57 <sup>c</sup>

<sup>z</sup>Data represent the mean values ± SE of three independent experiments. Means with the same letter in column are not significantly different at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Nitrite scavenging activities according to each kind of cosmetic composition having the natural plant pigments

Natural plant pigment	Nitrite scavenging activity (%)			
	pH 1.2	pH 3.0	pH 4.2	pH 6.0
Black rice	74.7 ± 1.76 <sup>deZ</sup>	46.0 ± 2.64 <sup>de</sup>	36.4 ± 2.51 <sup>bc</sup>	ND
Purple sweet potato	72.8 ± 1.87 <sup>e</sup>	43.4 ± 1.27 <sup>e</sup>	32.6 ± 1.71 <sup>c</sup>	ND
Mature bitter melon	75.6 ± 1.64 <sup>de</sup>	45.9 ± 1.42 <sup>de</sup>	32.5 ± 1.85 <sup>c</sup>	ND
Paprika	79.5 ± 0.24 <sup>cd</sup>	43.8 ± 1.56 <sup>e</sup>	34.3 ± 1.68 <sup>bc</sup>	ND
Red cabbage	42.2 ± 2.07 <sup>h</sup>	31.4 ± 0.92 <sup>g</sup>	24.0 ± 1.52 <sup>d</sup>	ND
Yellow gardenia	84.3 ± 0.72 <sup>bc</sup>	52.6 ± 2.49 <sup>abc</sup>	38.3 ± 1.10 <sup>ab</sup>	ND
Blue gardenia	81.0 ± 0.83 <sup>bc</sup>	50.9 ± 1.10 <sup>bcd</sup>	34.6 ± 1.59 <sup>bc</sup>	ND
Chinese foxglove	81.2 ± 0.33 <sup>bc</sup>	54.6 ± 1.24 <sup>ab</sup>	34.9 ± 1.10 <sup>bc</sup>	ND
Mulberry leave	71.2 ± 1.19 <sup>ef</sup>	49.1 ± 1.29 <sup>cd</sup>	32.4 ± 1.73 <sup>c</sup>	ND
Onion peel	92.2 ± 0.73 <sup>a</sup>	57.2 ± 1.68 <sup>a</sup>	42.6 ± 2.34 <sup>a</sup>	ND
Grape peel	67.5 ± 1.51 <sup>f</sup>	43.5 ± 1.23 <sup>e</sup>	26.8 ± 1.88 <sup>d</sup>	ND
Mulberry	28.6 ± 3.23 <sup>i</sup>	21.2 ± 1.91 <sup>i</sup>	11.6 ± 1.36 <sup>f</sup>	ND
Redbeet	85.3 ± 1.46 <sup>b</sup>	54.4 ± 1.52 <sup>ab</sup>	35.5 ± 1.45 <sup>bc</sup>	ND
Cactus	49.4 ± 3.21 <sup>g</sup>	26.5 ± 1.17 <sup>h</sup>	19.0 ± 1.85 <sup>e</sup>	ND
Gromwell	72.9 ± 0.78 <sup>e</sup>	36.1 ± 1.49 <sup>f</sup>	24.6 ± 1.85 <sup>d</sup>	ND

<sup>Z</sup>Data represent the mean values ± SE of three independent experiments. Means with the same letter in column are not significantly different at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

하는 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성하며, 식품 내 널리 존재하고 있는 아민류를 함유한 식품을 동시에 섭취하였을 때 위내에서 발암물질인 니트로사민이 생성될 가능성이 높다고 한다(Park *et al.*, 1995). 아질산염 소거에 관한 연구는 ascorbic acid가 nitrosamine 생성을 억제한다고 알려진 이후 식물 추출물에서 비타민 C와 E, 페놀성 화합물 등이 니트로소화 반응을 억제한다는 사실을 보고하였으며(Bartsh *et al.*, 1988), 이러한 니트로사민의 생성을 억제하고 위험인자인 아질산염을 효과적으로 제거할 수 있는 천연물질에 대한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 본 실험에 있어 천연색소 함유 화장품조성물의 아질산염 소거능을 측정된 결과를 Table 4에 나타냈다. pH 1.2에서는 적양배추, 포도과피, 오디, 백년초를 제외하고는 70% 이상의 높은 소거활성을 보였다. 또한 pH 3.0과 pH 4.2에서는 적양배추, 포도과피, 오디, 지치, 백년초를 제외한 대부분의 색소에서 30% 이상의 제거활성을 보였지만, pH 6.0에서는 활성을 나타내지 않았다. 이와 같이 본 실험의 아질산염 소거능 측정결과, pH 1.2에서 적용한 모든 색소 혼합조성물의 소거능이 가장 높게 나타났으며, pH가 높아질수록 아

질산염 소거능이 현저히 낮아지는 경향을 보여 pH 의존성이 큰 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 다른 연구결과(Chung and Noh, 2000; Kytopoulos, 1987)들과도 일치하는 것이며, 아질산염이 아민류와 반응하여 니트로사민을 생성하는 과정은 pH가 낮은 조건에서 쉽게 일어나는 것으로 알려져 있다(Gray and Dugan, 1975). 본 연구에서 사용한 15종의 천연색소도 인체의 위내 pH 조건과 비슷한 pH 1.2에서 아질산염 소거작용이 높은 것으로 확인되어 향후 천연색소 함유 관련제품 개발에 있어 유용한 소재가 될 것으로 기대된다.

### 적 요

천연색소를 이용한 천연 색조화장품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자, 15종의 천연색소를 사용하여 제조한 화장품 조성물에 대하여 항균활성 및 항산화능을 조사하였다. 실험에 사용한 6종의 균주 중 *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Aspergillus flavus*에 대해 대부분의 색소혼합조성물에서 항

균활성이 나타나는 것으로 확인되었으며, *Proteus vulgaris*에서는 다른 균주에 비해 항균활성이 상대적으로 낮았다. 색소종류별로는 자색고구마, 여주, 파프리카, 뽕잎, 지치 등의 색소 조성물에서 다른 색소 조성물에서보다 더 높은 항균활성을 보였다. 또한 DPPH 라디칼 소거능은 양파껍질, 파프리카, 적양배추, 뽕잎, 포도과피, 오디, 레드비트 색소 함유 조성물에서 상대적으로 높은 활성을 보였으며, 아질산염 소거능에 있어서는 특히 pH 1.2에서 적양배추, 포도과피, 오디, 백년초를 제외한 대부분의 색소에서 70% 이상의 높은 활성을 나타냈다. 다양한 천연색소를 이용하여 수행한 본 실험을 통해 천연색소의 높은 항균효과와 항산화능을 확인할 수 있었으며, 향후 이러한 기능성을 활용한 안전한 천연 색조화장품 개발에 유용한 자료가 될 것으로 기대한다.

## 사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Bartsh, H., H. Ohshima and B. Pignatelli. 1988. Inhibitors of endogenous nitrosation: Mechanisms and implications in human cancer prevention. *Mutation Res.* 202:307-324.
- Cai, Y.Z., M. Sun and H. Corke. 2003. Antioxidant activity of betalains from plants of the amaranthaceae. *J. Agric. Food Chem.* 51:2288-2294.
- Cha H.S., A.R. Youn, P.J. Park, H.R. Choi and B.S. Kim. 2007. Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 36(6):683-688 (in Korean).
- Choi, C.S., S.S. Shin, S.I. Chung and Y.T. Yang. 1986. Antibacterial activity of soluble extracts of *Gardenia jasminoides* against mycobacteria other than *Tubercle bacilli*. *J. Korea Soc. Microbiol.* 21(1):53-62.
- Choi, Y.M., M.H. Kim, J.J. Shin, J.M. Park and J.S. Lee. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J. Korean Soc. Food. Sci. Nutr.* 32(5):723-727 (in Korean).
- Chung, H.J. and K.L. Noh. 2000. Screening of electron donating ability, antibacterial activity and nitrite scavenging effect of some herbal extracts. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16(4):372-377 (in Korean).
- Gray, J.I. and L.R. Dugan Jr. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J. Food Sci.* 40:981-984.
- Jeon, T.W., Y.S. Cho, S.H. Lee, S.M. Cho, H.M. Cho, K.S. Chang and H.J. Park. 2005. Studies on the biological activities and physicochemical characteristics of pigments extracted from Korean purple-fleshed potato. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37(2):247-254 (in Korean).
- Ju, J.H., H.H. Cho and Y.S. Lee. 2010. Progress on phytochemical and atopic dermatitis-related study of the root of *Lithospermum erythrorhizon*. *Korean J. Pharmacogn.* 41(2):73-88.
- Kang, Y.H., Y.K. Park and G.D. Lee. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28:232-239 (in Korean).
- Kim, E.Y. and M.R. Rhyu. 2008. Antimicrobial activities of *Monascus koji* extracts. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40(1):76-81 (in Korean).
- Kim, H.B., S.Y. Kim, H.Y. Lee, S.L. Kim and S.W. Kang. 2005. Protective effect against neuronal cell and inhibitory activity against bacteria of mulberry fruit extracts. *Korean J. Crop Sci.* 50(5):220-223 (in Korean).
- Kim, S.Y. and J.A. Cho. 2008. Research paper : A study based on natural dyes usage shown with shade makeup. *J. Korean Soc. Cosm.* 14(1):106-113 (in Korean).
- Kim, Y.H., D.S. Kim, S.S. Woo, H.H. Kim, Y.S. Lee, H.S. Kim, K.O. Ko and S.K. Lee. 2008. Antioxidant activity and cytotoxicity on human cancer cells of anthocyanin extracted from black soybean. *Korean J. Crop Sci.* 53(4):407-412 (in Korean).
- Kim, Y.H., J.H. Lee, Y.S. Lee and H.T. Yun. 2006. Antioxidant activity and extraction efficiency of anthocyanin pigments in black colored soybean. *Korean Soybean Digest.* 23(1):1-9 (in Korean)
- Kytopoulos, S.A. 1975. Ascorbic acid and formation of N-nitroso compounds; possible role of ascorbic acid in cancer prevention. *American J. Clin. Nutr.* 45:1344-1350.
- Lee, H.H., S.G. Kang and J.W. Rhim. 1999. Characteristics of antioxidative and antimicrobial activities of various cultivars of sweet potato. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31(4):1090-1095.
- Oki, T., M. Masuda, S. Furuta, Y. Nishibia, N. Terahara and I. Suda. 2002. Involvement of anthocyanins and other phenolic compounds in radical-scavenging activity of purple-fleshed sweet potato cultivars. *Food Chemistry and Toxicology* 67:1752-1756.
- Park, B.R., K.S. Kim, H.R. Park, K.O. Shin, K.M. Ahn and K.Y.



- Kim. 2010. A study on lip-balm usability from *Lithospermum erythrorhizon*. J. Cosmetological Sci. 6(3):239-247 (in Korean).
- Park, Y.B., T.G. Lee, O.K. Kim, J.R. Do, S.G. Yeo, Y.H. Park and S.B. Kim. 1995. Characteristics of nitrite scavenger derived from seeds of *Cassia tora* L. Korean J. Food Sci. Technol. 27:124-128 (in Korean).
- Park, Y.H. and C.S. Lee. 2011. Efficacy of safflower on the acne skin and its application for facial cleansing biomedical material. J. Korean Chemical Soc. 55(3):400-404.
- Park, Y.H. and S.K. Chang. 2000. Effects of shikonin pigments from the roots of *Lithospermum erythrorhizon* on rabbit platelets. J. Food Hygiene and Safety 15(2):167-172 (in Korean).
- Yoon, H.H. and M.S. Kim. 1999. Some natural food colorants. Food Industry and Nutrition 4(2):24-34 (in Korean).
- Yun, K.J., D.H. Kim, J.H. Ryu and C.S. Yook. 1999. Studies on the constituents and their antibacterial effect of the root of *Lithospermum erythrorhizon*. 1999. Bull. K.H. Pharma. Sci. 27:31-36 (in Korean).
- Zhoh, C.K., H.J. Kwon and S.R. Ahn. 2010. Antioxidative and antimicrobial effects to skin flora of extracts from peel of *Allium cepa* L. Korean J. Aesthetics and Cosmetics Soc. 8(3):49-58.
- 최진현, 엄정현, 배도규. 2009. 천연색소 자원의 활용. 한국섬유공학회지. 13(2):113-121.
- (접수일 2011.12.27; 수정일 2012.1.26; 채택일 2012.2.7)