

## 수용성 메틸-헤스페리딘에 의한 천연색소의 빛에 대한 안정화

우 동 호  
삼양제넥스 식품연구소

### Stabilization to Sunlight of Natural Coloring Matter by Soluble Methyl-Hesperidin

Dong-Ho Woo  
Samyang Genex Food Research Center

#### Abstract

Soluble methyl-hesperidin (MH) powder was prepared from crude MH, and was investigated on the stabilization to sunlight of natural coloring matter. Soluble MH powder was added to riboflavin, bixin, and paprika oleoresin solutions at concentration of 0.1 or 0.2%(w/w), and the absorbance of respective solutions was analyzed by spectrophotometer after exposing to sunlight for 10~24 hr. While coloring matter solutions without MH was faded completely with lapse of time, addition of MH retarded to fade natural coloring matters. According as amount of MH added increased, MH showed more excellent stabilizing effect on the coloring matters. Especially, vitamin C with soluble MH showed remarkable synergistic effect in paprika oleoresin solution during the exposure to sunlight for 8 hr. Consequently, it was found that MH plays a role as excellent stabilizer of natural coloring matters to ultraviolet of sunlight.

Key words : soluble methyl-hesperidin (MH), stabilization, sunlight, natural coloring matter

#### 서 론

천연에는 다양한 생리활성을 지닌 물질이 많이 알려져 있는데 대부분이 식물 등에 미량으로 존재하거나 분리정제가 곤란한 점이 있다. 더욱이 이들 중에는 용해성이 낮거나 불안정하며, 강한 향 및 특유의 맛을 가진 것도 많다. 따라서 식품산업에 이용할 수 있는 생리활성물질은 매우 제한되어 있는 것이 현실이다. 그 중에 최근 주목받고 있는 hesperidin은 온주밀감 등 감귤류의 과피에 비교적 다량으로 함유되어 있고 오래 전부터 혈관강화작용을 갖는 비타민 P로서 혈압강화작용, 항알러지작용, LDL을 감소시켜 혈중 콜레스테롤치를 개선하는 작용, 중성지방 저하작용, 각종 발암 억제작용 등 여러가지 생리작용<sup>(1-4)</sup> 을 갖는 유용물질로서 알려져 있으며, 물로 비교적 간단하게 추출할 수 있다고 보고되고 있다<sup>(5,6)</sup>. 또한, hesperidin은 flavanone 배당체로서 hesperetin골격의 7번 위치에 이당류(glucose와 rhamnose가 1,6결합된 것)인 rutinose가 결

합된 분자량 610정도의 물질이며, 용해성을 개선하기 위해 메틸화시킨 methyl-hesperidin(MH)은 hesperidin의 3' 위치가 methoxyl화된 분자량 624정도의 물질로 밝혀져 있다<sup>(7)</sup>.

한편, 자연계에 널리 분포하고 있는 flavonoid들은 담황색 내지는 노란색을 띠고 있는 색소화합물로서 대개의 경우 rhamnose, glucose, rutinose 등의 당류와 결합된 배당체의 형태로 존재하며, 이들 배당체들은 보통 식물조직의 표피에 존재하는 것으로 알려져 있다<sup>(8)</sup>. Flavonoid는 주로 anthocyanidin, flavanol, flavone, catechin 및 flavanone으로 구성되어 있으며, 그 구조에 따라 특정 flavonoid는 항산화 및 항균성을 가지는 것으로 보고<sup>(9-12)</sup>되고 있는데 특히, 감귤 과피 중의 naringin은 항균작용이 있으며, 항산화과 항돌연변이성을 갖는 flavonoid로는 flavanol계의 quercetin, kaempferol, myricetin, flavone계의 apigenin, luteolin 등이 알려져 있다. 또한, 몇 년전부터 과일음료가 개발되면서 음료 제조업체 및 공급업체에 의해 부산물로 나오는 감귤류 과피의 이용에 대해 많은 관심이 모아지고 있다. 감귤류 과피에 많이 함유되어 있는 색소화합물인 flavonoid들은 식품가공산업에서 중요한 위치

Corresponding author : Dong-Ho Woo, Food Research Center, Samyang Genex, 285 Gajwa-dong, Seo-gu, Incheon 404-250, Korea

를 차지하고 있는데 즉, 제조 및 가열조리시의 pH변화와 금속과의 복합체 형성에 의한 식품의 색변화 및 식품내에서의 산화에 의한 비타민 C와 다른 성분들의 손실을 억제하는 역할을 담당한다고 보고하였다<sup>(8)</sup>. 그러나, hesperidin의 경우 물에 대한 용해도가 극히 낮고 alcohol 등의 유기용매에도 거의 녹지 않으므로 최근까지는 용도가 거의 없었으나 hesperidin의 배당체 부분을 효소반응을 통해 결합구조를 바꾸는 방법<sup>(13-16)</sup>, cyclodextrin을 이용하여 포접하는 방법<sup>(1)</sup> 등으로 용해도를 개선하는 연구가 수행된 바 있다. 그 밖에 hesperidin을 포함하는 flavonoid와 관련된 다양한 연구가 수행되었는데 예를 들면, 당뇨쥐에 있어서의 산화 stress 예방효과 연구<sup>(17)</sup>, 지질의 산화방지제로서의 연구<sup>(18-20)</sup> 등이다. 또한, Kawabe 등<sup>(21)</sup>과 Kurata 등<sup>(22)</sup>은 동물실험을 통해 MH의 안전성을 입증하였다.

한편, 국내에서는 MH가 용성 비타민 P란 명칭으로 식품첨가물공전<sup>(23)</sup>에 소개되어 있으나 MH의 경우 제한된 용해도, 진한 갈색 및 특유의 pyridine냄새로 인해 식품용에 한계가 있어 hesperidin이 가지고 있는 여러 기능성을 식품가공에 폭넓게 이용하기 위해서는 식품의 외관에 영향을 주지 않는 완전 수용성의 MH 개발이 요구된다고 하겠다.

본 연구에서는 기능성 식품소재로서 이용 가능한 냉수 가용성의 MH분말을 제조하기 위해 중국산 원료 MH를 물에 용해하여 탈색, 여과, 건조과정 등을 거쳐 분말시료로 하였으며, 제조된 시료를 각종 식품가공에 광범위하게 사용되고 있는 천연색소용액에 일정량을 첨가한 다음 자연광에 노출시켜 색소의 퇴색을 방지하는 효과를 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 원료 MH(중국 광주제시제약청 제조는 A-ONE KOREA를 통해 입수하였다. 또한, MH의 탈색을 위해 wood 및 coal 계열의 분말 활성탄(NORIT, Netherland) 2종은 (주)오성 엠비텍을 통해 입수하여 사용하였으며, 천연색소 중 riboflavin은 Junsei (Japan) 제품을 사용하였고 bixin과 paprika oleoresin (100,000 c.u이상) 색소는 A-ONE KOREA를 통해 입수하여 사용하였다.

### 수용성 MH분말의 제조

중국산 원료 MH분말 100 g을 8%(w/w) 농도로 증류수와 혼합한 다음 45°C로 조절된 항온수조에서 24

시간 교반한 후 5A 여과지(Advantec, Japan)로 불용성의 잔사를 제거하였다. 이어서, glass filter(Millipore, USA)를 통해 0.45 μm의 membrane (Gelman, USA) 여과를 거친 용액에 분말 활성탄을 MH용액의 고형분에 대해 5, 10, 15, 30%(w/w) 수준으로 첨가한 다음 가스레인지에서 끓는 시점에서 5초간 유지하였고 이를 상온으로 냉각한 후 0.45 μm의 membrane 여과로 탈색을 완료하였다. 최종적으로 동결건조하여 수용성의 MH분말을 제조하였고 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

### 일반성분 분석

정제 전후의 MH분말의 일반성분은 AOAC방법<sup>(24)</sup>에 따라 정량하였다. 즉, 수분함량은 105°C건조법으로, 조단백질함량은 Kjeldhal방법을 이용하여 측정하였으며, 조회분함량은 600°C직접회화법으로 측정하였다.

### 흡광도의 측정

활성탄에 의한 탈색효과를 확인하기 위해 탈색처리 전후의 MH용액을 0.45 μm membrane으로 여과한 다음 2%(w/w) 농도로 조절한 후 spectrophotometer (Shimadzu, Japan) 를 이용하여 420 및 450 nm에서의 흡광도를 측정하였다.

### MH함량의 측정

식품첨가물공전에 등재된 방법<sup>(23)</sup>을 이용하였는데 즉, MH분말을 진공오븐(VO-20X, JEIO TEC)으로 40°C에서 24시간동안 완전히 건조한 다음 약 0.3 g을 정확히 측정하여 증류수에 녹여 1,000 mL로 하고 그 중 10 mL를 취하여 다시 증류수를 가해 100 mL로 하였다. 액층의 길이 1 cm의 cell을 이용하여 파장 300 nm에서의 이 액의 흡광도 A를 측정하고 아래의 식에 따라 MH(또는 용성 비타민 P)의 함량을 구하였다.

$$\text{함량 (\%)} = \frac{753.7 A}{\text{검체의 채취량 (mg)}} \times 100$$

### MH의 빛에 대한 천연색소의 안정화 실험

천연색소에 대한 적용실험은 상기에서 언급한 시료 중 wood 계열의 분말 활성탄을 고형분 대비 30%(w/w) 첨가하여 탈색, 여과후 건조한 MH분말을 이용하였다. Riboflavin색소<sup>(23)</sup> (최대흡수 파장영역 : 445 nm) 는 0.05%(w/w), bixin색소<sup>(23)</sup> (최대흡수 파장영역 : 470 nm) 는 0.008%(w/w) 로 정확히 측정하여 250 mL의 투명한 Nalgene병에 담고 증류수 100 mL에 완전히 용해시켰다. 이어서, MH분말을 색소용액에 대해 0.1%(w/

w) 첨가한 경우, 0.2%(w/w) 첨가한 경우, 그리고 MH 0.1%(w/w) 와 비타민 C (BASF, Germany) 0.1%(w/w) 를 함께 첨가한 것으로 구분하여 제조한 후 spectrophotometer로 고유의 최대흡수 파장영역에서 초기 흡광도를 측정한 다음 완전 밀폐하여 동쪽에서 서쪽으로 옮겨 가면서 자연광에 10시간에서 15시간까지 노출시키면서 일정시간마다 고유 파장에서 흡광도를 측정하였다. 또한, 액상의 paprika oleoresin<sup>(23)</sup> (최대흡수 파장영역 : 460 nm) 0.01 g을 정확히 측정하여 투명 Nalgene병에 담고 용매 (acetone과 증류수를 9:1로 혼합한 것) 100 mL에 완전히 용해시킨 다음 상기의 두 색소와 동일하게 구분하여 각각의 색소용액을 제조하였으며, 자연광에 24시간까지 노출시키면서 일정시간마다 흡광도를 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 정제 전후의 일반성분의 변화

정제 전후의 MH의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 정제 전에 비해 정제후 조단백질의 함량은 약 30% 이상 감소되었으나, 조회분의 함량은 뚜렷한 변화가 없었다. 또한, 정제 후의 MH함량은 96%

**Table 1 Typical analysis of crude methyl-hesperidin (MH) and refined MH powder**

Items	Results	
	Crude MH	Refined MH
Moisture (%)	4.6 <sup>1)</sup>	1.8
Crude protein (%)	0.57	0.35
Crude ash (%)	0.31	0.28
pH <sup>2)</sup>	6.5	5.7
Methyl-hesperidin content (%)	93.9	96.0

<sup>1)</sup>Mean of triplicate determination.

<sup>2)</sup>1%(w/w) solution.

**Table 2 Changes in absorbance of MH solution [2%(w/w)] decolorized at various concentration of powdered activated carbon**

Activated carbon used [% (w/w)]	Absorbance (at 420 nm)		Absorbance (at 450 nm)	
	A type <sup>1)</sup>	B type <sup>2)</sup>	A type	B type
0	2.683	2.683	0.716	0.716
5	2.270	2.737	0.507	0.735
10	1.984	3.068	0.427	0.910
15	1.817	3.135	0.389	0.985
30	1.381	3.215	0.301	1.161

<sup>1)</sup>Powdered activated carbon produced by chemical activation of hard wood.

<sup>2)</sup>Powdered activated carbon produced by steam activation of coal

로 나타났다.

### 활성탄 탈색에 의한 MH용액의 color 개선

원료 MH의 이취 및 color의 개선을 위해 wood 및 coal계열의 활성탄을 이용하였으며, MH용액의 고형분 대비 첨가량에 따른 흡광도의 변화는 Table 2와 같다. 대체로 wood계열의 활성탄이 coal계열보다 탈색효과가 좋으며, 활성탄 제조공정상 chemical로 activation시킨 활성탄이 steam으로 시킨 것보다 좋다<sup>(25)</sup>고 알려져 있는데 본 연구에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 특히 활성탄 탈색 전의 시료는 2%(w/w) 농도에서도 매우 불투명하고 진한 암갈색을 나타내어 식품에 직접 적용하기에 어려움이 있으나, MH용액의 고형분 대비 30%(w/w) 수준의 chemical로 activation시킨 활성탄 첨가로 흡광도는 탈색 전에 비해 약 절반으로 감소하였는데, 무취이면서 매우 투명한 밝은 황색의 용액을 형성하였다.

### 수용성 MH에 의한 천연색소의 빛에 대한 안정화 효과

수용성 MH에 의한 riboflavin색소용액의 빛에 대한 안정화 효과는 Table 3에 나타내었다. 자연광에 의한 영향을 관찰하기 위해 초기 색소용액의 흡광도를 측정한 다음 완전 밀폐하여 태양광에 직접 노출시켰으며, 노출실험 중 일정시간마다 흡광도를 측정한 결과, 정제 MH의 색소에 대한 퇴색방지효과를 확인할 수 있었다. 즉, Fig. 1에 나타난 결과와 같이 자연광에 노출한지 10시간 경과시 MH를 첨가하지 않은 색소용액은 완전히 퇴색되었으나 수용성 MH를 첨가한 색소용액은 본래의 색을 유지하고 있음을 알 수 있었다. 또한, 수용성 MH를 0.2% 수준으로 첨가한 것이 색소의 퇴색을 좀 더 지연시키는 것으로 나타났으며, MH와

**Table 3. Changes in absorbance<sup>1)</sup> of riboflavin solution [0.05%(w/w)] without and with soluble MH during exposure to sunlight<sup>2)</sup> for 10 hr**

Exposing time to sunlight (hr)	Soluble MH used [% (w/w)]			
	0	0.1	0.2	0.1 plus vitamin C 0.1%(w/w)
0	1.640 <sup>3)</sup>	1.461	1.542	1.453
2	1.369	1.358	1.451	1.363
4	0.108	0.652	0.778	0.651
6	0.036	0.333	0.387	0.339
8	0.016	0.150	0.185	0.137
10	0.012	0.139	0.173	0.122

<sup>1)</sup>Wavelength : 445 nm.

<sup>2)</sup>Average air temperature : 34°C.

<sup>3)</sup>Mean of triplicate determination.

**Fig. 1. Photograph of riboflavin solution [0.05% (w/w)] after exposing to sunlight for 10 hr.**

A; without soluble MH, B; with 0.1% (w/w) of soluble MH, C; with 0.2% (w/w) of soluble MH, D; with 0.1% (w/w) of soluble MH plus 0.1% (w/w) of vitamin C.

비타민 C를 각각 0.1%씩 병용한 경우는 MH를 단독으로 0.1% 수준으로 첨가한 것과 거의 유사한 결과를 나타내었다. Riboflavin은 분자내 >C=O의 발색단(chromophore)을 가지고 있으며, 빛에 매우 불안정하여 가시광선에 의해 파괴되는데 MH가 태양광 중 자외선을 우선적으로 흡수함으로써 색소의 광분해를 최대한 억제하기 때문이라고 생각되었다. 상기의 결과는 cyclodextrin glucanotransferase를 hesperidin에 처리하여 제조한 효소처리 hesperidin이 색소의 안정화를 도모하였다는 Takashi의 보고<sup>(1)</sup>와 일치하였다. 한편, bixin색소(또는 annatto색소) 용액에 대한 수용성 MH의 빛에 대한 안정화 효과는 Table 4에 나타내었는데, 자연광에서의 노출시간에 따른 정제 MH의 색소에 대한 퇴색방지 효과를 확인할 수 있었다. 또한, Fig. 2에 나타난 결과와 같이 자연광에 노출한지 15시간 경과시 MH를 첨가하지 않은 색소용액은 거의 퇴색되었으나, 수

**Table 4. Changes in absorbance<sup>1)</sup> of bixin solution [0.008% (w/w)] without and with soluble MH during exposure to sunlight<sup>2)</sup> for 15 hr**

Exposing time to sunlight (hr)	Soluble MH used [% (w/w)]			
	0	0.1	0.2	0.1 plus vitamin C 0.1% (w/w)
0	2.249 <sup>3)</sup>	2.295	2.209	2.230
2	1.554	1.838	1.720	1.764
4	1.363	1.658	1.546	1.461
6	1.102	1.433	1.324	1.046
8	0.888	1.301	1.216	0.899
15	0.079	0.328	0.379	0.203

<sup>1)</sup>Wavelength : 470 nm.

<sup>2)</sup>Average air temperature : 28°C.

<sup>3)</sup>Mean of triplicate determination.

**Fig. 2. Photograph of bixin solution [0.008% (w/w)] after exposing to sunlight for 15 hr.**

A; without soluble MH, B; with 0.1% (w/w) of soluble MH, C; with 0.2% (w/w) of soluble MH, D; with 0.1% (w/w) of soluble MH plus 0.1% (w/w) of vitamin C.

용성 MH를 첨가한 색소용액은 본래의 색을 최대한 유지하고 있음을 알 수 있었다. 특히, 수용성 MH를 0.2% 수준으로 첨가한 것이 8시간까지는 0.1% 수준으로 첨가한 경우와 매우 유사한 결과를 나타내었으나, 보다 장시간 방지시켰을 때는 색소의 퇴색을 좀 더 지연시키는 것으로 나타났으며, MH와 비타민 C를 함께 첨가한 경우는 MH를 단독으로 첨가한 것에 비해 뚜렷한 효과를 발휘하지 않았다. Bixin색소는 식물 종자 (*Bixa orellana* L.)의 피복물로부터 추출된 carotenoid계 색소로서 분자내 많은 이중결합을 갖고 있어 빛, 산, 강한 열에 의해 산화되기 쉽다. 그러나, MH의 분자구조상 자외선을 용이하게 흡수함으로써 bixin색소의 빛에 대한 산화를 지연시켰을 것으로 생각되었다. 그리고, bixin색소는 비타민 C의 첨가로 색소의 안정성이 다소 저하되었는데, 이는 bixin색소가 pH감소에 아주 민감하게 작용하기 때문이라고 생각되었다. 상기 결과는 효소처리 hesperidin이 색소의 안정화에 기여하였다는 Miyake 등<sup>(15)</sup>의 결과와 대체로 일치하였다. 이를 통해 수용성 MH는 각종 식품에 적용하는 식품용 천연 색소의 저장 안정성을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다. 한편, 국내에서 카라멜 색소 다음으로 많이 소비되는 paprika oleoresin에 대한 수용성 MH의 빛에 대한 안정화 실험 결과를 Table 5에 나타내었는데, 자연광에서 24시간 동안 노출시켰을 때 MH를 첨가하지 않은 색소용액은 색소의 흔적을 발견할 수 없을 정도로 퇴색되었으나, 수용성 MH를 첨가한 경우는 뚜렷한 퇴색방지 효과를 확인할 수 있었고, 특히 MH 첨가량을 증가시킨 경우 더욱 뚜렷한 퇴색방지 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한, 자연광에 8시간 동안 노출 후의 색소용액을 Fig. 3에 나타내었는데, MH를

**Table 5. Changes in absorbance<sup>1)</sup> of paprika oleoresin solution<sup>2)</sup> without and with soluble MH during exposure to sunlight<sup>3)</sup> for 24 hr**

Exposing time to sunlight (hr)	Soluble MH used [% (w/w)]			
	0	0.1	0.2	0.1 plus vitamin C 0.1% (w/w)
0	1.615 <sup>4)</sup>	1.519	1.730	1.664
2	0.772	1.168	1.539	1.664
4	0.084	0.631	1.149	1.623
6	0.068	0.598	1.114	1.614
8	0.055	0.563	1.078	1.614
24	0.008	0.105	0.372	0.008

<sup>1)</sup>Wavelength : 460 nm

<sup>2)</sup>0.01 g of liquid paprika oleoresin (Min. 100,000 c.u.) was dissolved in 100 mL of solvent (acetone : distilled water = 9 : 1).

<sup>3)</sup>Average air temperature : 30°C.

<sup>4)</sup>Mean of triplicate determination.

**Fig. 3. Photograph of paprika oleoresin solution after exposing to sunlight for 8 hr.**

A; without soluble MH, B; with 0.1% (w/w) of soluble MH, C; with 0.2% (w/w) of soluble MH, D; with 0.1% (w/w) of soluble MH plus 0.1% (w/w) of vitamin C.

첨가하지 않은 색소용액은 거의 퇴색되었으나 수용성 MH를 첨가한 색소용액은 본래의 색을 최대한 유지하고 있었다. Paprika색소는 가지과에 속하는 paprika (*Capsicum annuum* L.) 과실에서 추출된 carotenoid계 색소로서 분자내 다량의 이중결합을 가지고 있어 빛에 의해 쉽게 퇴색되나, MH의 첨가로 인해 색소는 빛으로부터 보호됨을 알 수 있었다. 특히, MH와 비타민 C를 0.1%씩 함께 첨가한 경우는 8시간 경과시에도 초기의 색소를 그대로 유지하고 있어 퇴색방지를 위한 상승효과가 기대되었다. 그러나, 24시간까지 노출시 MH를 첨가하지 않은 경우와 동일하게 색소가 급격하게 퇴색되었는데, 이는 비타민 C가 쉽게 산화되면서 MH와 함께 더 이상 빛에 대한 안정화제로서의 역할을 수행하지 못하기 때문이라고 추정되어 MH를 단독으로 첨가하는 것이 보다 유리할 것으로 생각되었다.

상기의 결과를 통해 수용성의 MH는 flavonoid물질 중의 하나로서 우수한 자외선 scavenger로 작용함을 알 수 있었는데, 이는 MH가 300 nm의 자외선 영역에서 흡수 스펙트럼이 높기 때문에 색소물질보다 우선적으로 빛을 흡수하여 색소를 보호함으로써 빛에 불안정한 색소의 퇴색을 방지하는 것으로 추정<sup>(1,16,26)</sup>되었고, 또한, MH를 포함하는 flavonoid물질들은 oxidative stress에 대한 보호 작용도 있다고 보고되었다<sup>(17,20)</sup>. 그리고, MH는 적색계통 색소의 빛에 대한 안정화 효과는 뚜렷하게 발휘하지 못하였는데, 이는 MH자체가 황색계통의 색소물질로서 빛에 매우 약한 황색계통의 천연색소를 빛으로부터 보다 안정화시키는 것으로 추정되었으나, MH의 각 천연색소에 대한 안정화 효과의 차이는 향후 더욱 연구가 필요할 것으로 생각되었다. 따라서, 본 연구결과를 토대로 볼 때 기능성 음료 등을 비롯하여 천연색소가 첨가되는 각종 일상 식품의 가공 공정에 수용성 MH를 적용함으로써 천연색소의 저장 안정성을 보다 향상시킬 수 있으며, 앞으로 수용성의 색소 안정화제로서 응용할 수 있는 분야도 더욱 확대될 것으로 기대되었다.

## 요 약

수용성 methyl-hesperidin(MH)분말을 원료 MH로부터 제조하였으며, 천연색소의 안정화를 검토하였다. 원료 MH (8%)를 증류수와 혼합한 다음 45°C에서 24시간 동안 교반하여 용해시켰고, 분말 활성탄으로 탈색한 다음 0.45 m 막여과를 통해 정제하였다. MH분말을 0.1 또는 0.2% 농도로 riboflavin, bixin, 그리고 paprika oleoresin 색소용액에 첨가하여 10에서 24시간 동안 자연광에 노출시킨 후 색소용액의 흡광도를 측정하였다. 수용성 MH를 첨가하지 않은 색소용액은 시간 경과에 따라 완전히 퇴색된 반면 MH를 첨가한 경우는 색소의 퇴색을 지연시켰다. 대체로 수용성 MH의 첨가량이 증가함에 따라 더욱 우수한 색소 안정화 효과를 나타내었다. 특히, paprika 색소용액에서 수용성 MH와 함께 첨가한 비타민 C는 자연광에 노출시 8시간까지는 뚜렷한 상승효과를 나타내었다. 상기 결과를 통해 수용성 MH는 태양광의 자외선에 대해 우수한 색소 안정화제로서 작용함을 알 수 있었다.

## 문 헌

1. Takashi, K. Food application of hesperidin glycoside. Food Chemicals. 1: 108-115 (1997)

2. Shimada, H. Health food for preventing scurvy-obtained by adding vitamin-P and adding seasoning. Japanese Patent 59102380 (1984)
3. Altun, M., Koyuncu, H., Soybur, G., Berkarda, B., Baykut, F. and Alatlı, C. Protective effect of hesperidin against tumor promotor caused inflammation in mouse skin. *Anticancer Research* 18: 4823 (1998)
4. Galley, P. and Thiollet, M. A double-blind, placebo-controlled trial of a new veno-active flavonoid fraction (S 5682) in the treatment of symptomatic capillary fragility. *International Angiology* 12: 69-72 (1993)
5. Crandall, P.G., Kesterson, J.W. and Rouse, A.H. Glycoside and pectin successively extracted from citrus. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 90: 134-136 (1977)
6. El-Nawawi, S.A. Extraction of citrus glycosides. *Carbohydrate polymers* 27: 1-4 (1995)
7. Rouseff, R.L. Food adulteration-liquid chromatographic determination of naringin and neohesperidin as a detector of grapefruit juice in orange juice. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 71: 798-802 (1988)
8. Son, H. S., Kim, H. S., Kwon, T. B. and Ju, J.S. Isolation, purification and hypotensive effect of bioflavonoids in *Citrus sinensis*. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21: 136-142 (1992)
9. Eun, J. B., Jung, Y. M. and Woo, G. J. Identification and determination of dietary fibers and flavonoids in pulp and peel of Korean Tangerine (*Citrus aurantium* var.). *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 371-377 (1996)
10. Miyake, Y., Yamamoto, K., Morimitsu, Y. and Osawa, T. Isolation of C-glucosylflavone from lemon peel and antioxidative activity of flavonoid compounds in lemon fruit. *J. Agric. Food Chem.* 45: 4619-4623 (1997)
11. Miller, N. J. and Rice-Evans, C. A. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple peel fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chem.* 60: 331-337 (1997)
12. Momotani, J. Cosmetic material containing methyl-hesperidin - useful for preventing sunburn to skin and hair decoloration. Japanese Patent 63066110 (1988)
13. Miyake, T., Suzuki, K., Suzuki, Y. and Yoneyama, M. 4G-alpha-D-glucopyranosyl rutin - used as antioxidant, vitamin-P food additive, sunscreen and for treating viral or bacterial infections, trauma, tumours, rheumatism etc. Japanese Patent 3115292 (1991)
14. Hijiya, H., Miyake, T. and Miyake, O. New alpha-glycosyl hesperidin with D-glucose bound via alpha-bond - used in foodstuffs and treatment of viral and circulatory diseases. Japanese Patent 3007593 (1991)
15. Miyake, T. and Yumoto, T. Enzyme-treated hesperidin, process for producing the same and method of using enzyme-treated hesperidin. U.S. Patent 5,885,969 (1999)
16. Takashi, Y. Characteristics and Food application of enzyme-treated hesperidin. *Food Chemicals* 6: 124-128 (1999)
17. Miyake, Y., Yamamoto, K., Tsujihara, N. and Osawa, T. Protective effects of lemon flavonoids on oxidative stress in diabetic rats. *Lipids* 33: 689-695 (1998)
18. Santus, R., Perdrix, L., Labrid, C., Morliere, P. and Maziere, J. C. In vitro studies on a flavonoid fraction-induced inhibition of lipid peroxidation. *European J. Pharmacol.* 183: 692-693 (1990)
19. Chen, Y., Zheng, R., Jia, Z. and Ju, Y. Flavonoids as superoxide scavengers and antioxidants. *Free Radical Biology & Medicine* 9: 19-21 (1990)
20. Wang, Pan-Fen and Zheng, Rong-Liang Inhibitions of the autoxidation of linoleic acid by flavonoids in micelles. *Chemistry and Physics of Lipids* 63: 37-40 (1992)
21. Kawabe, M., Tamano, S., Shibata, M., Hirose, M., Fukushima, S. and Ito, N. Subchronic toxicity study of methyl hesperidin in mice. *Toxicol. Letters* 69: 37-44 (1993)
22. Kurata, Y., Fukushima, S., Hagiwara, A., Ito, H., Ogawa, K. and Ito, N. Carcinogenicity study of methyl hesperidin in B6C3F1 mice. *Food Chem. Toxicol.* 28: 613-618 (1990)
23. Korea Foods Industry Association, Food Additives Codex (1999)
24. AOAC. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA (1996)
25. Reimerink, W.M.T.M. The use of activated carbon as catalyst and catalyst carrier in industrial applications, Vol. 120A, pp. 751-761. In: Adsorption and its applications in industry and environmental protection, Dabrowski, A. (Eds.). Elsevier, Amsterdam, Netherland (1999)
26. Kometani, T., Terada, Y., Nishimura, T., Takii, H. and Okada, S. Transglycosylation to hesperidin by cyclodextrin glucanotransferase from an alkalophilic *Bacillus* species in alkaline pH and properties of hesperidin glycosides. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58: 1990-1994 (1994)

---

(1999년 11월 10일 접수)