

오디시럽을 이용한 오디양갱 제조 및 품질특성

김 애 정[†]

경기대학교 대체의학대학원

Quality Characteristics of *Yanggeng* Prepared with Different Concentrations of Mulberry Fruit Syrup

Ae-Jung Kim[†]

The Graduate School of Alternative Medicine, Kyonggi University, Seoul 120-837, Korea

Abstract

In this research, mulberry fruit was processed into mulberry fruit syrup (MFS) using sugar and then used as stabilizer for anthocyanine pigment in *yanggeng*. MFS was added to the *yanggeng* in order to make mixture ratio of 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. The resulting sensory and physicochemical aspects, as compared between the various MFS ratio were investigated. The *yanggeng* L and b values decreased with increasing ratio of MFS. With addition of MFS the sensory evaluation results for, taste, color, flavor, texture and overall acceptability improved. The *yanggeng* prepared using MFS found to possess more effective antioxidants behavior as observed by *in vitro* evaluating 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) radical scavenging and superoxide radical activities. The IC₅₀ of the antioxidant was found to be proportional to the mulberry fruit syrup concentration in the *yanggeng*.

Key words : Mulberry fruit syrup, *yanggeng*, sensory evaluation.

서 론

오디는 한방에서 상심자(桑椹子)로 불리며, 낙엽 교목인 뽕나무의 성숙한 과실로 검은색 또는 적홍색을 띠고, 5월에 서 6월에 채취하여 식용으로 이용하거나 한약재로 사용하기도 한다(Park *et al* 1997). 완숙 오디는 oxalic acid, citric acid도 소량 지니고 있어 0.29~0.83%의 산도로서 좋은 식미감을 가지고 있으며(Bang & Park 2008), 색소인 안토시아닌 함량은 170.47 mg%로 포도 48.7 mg%, 사과 7.07 mg%에 비해 현저히 많고, 딸기나 포도에 비해 단백질 함량이 4~5배 높을 뿐만 아니라, 산딸기와 같은 과실에 비하여 섬유소, 철, 비타민 B₁의 함량이 높은 고 영양 과실이다(Kim *et al* 2001).

오디의 껍질과 과육에 다량 함유되어 있는 안토시아닌은 방향족 고리로 이루어진 안토시아닌(anthocyanidin)을 기본 구조로 하며, 이는 산소를 가지는 heterocyclic 고리와 또 다른 방향족 고리의 C-C 결합으로 이루어져 있다. 안토시아닌과 당이 결합된 배당체를 안토시아닌(anthocyanin)이라고 하며(Castaneda *et al* 2009), 화학적 구조 중 hydroxyl(OH)

기와 결합 정도, 결합된 당의 종류와 수, 당과 결합된 aliphatic 또는 aromatic carboxylate, 당의 결합 위치에 따라 안토시아닌은 자연계에 다양한 색깔로 존재한다(Kong *et al* 2003).

안토시아닌 색소는 식물학적으로 곤충들의 공격에 대한 저항성, 노화억제 신경계질환, 심장질환, 당뇨병성 망막장애의 치료(Scharrer & Ober 1981) 및 시력개선 효과(Timberlake & Henry 1988), 항산화작용 등 다양한 생리활성을 갖는 것으로 보고됨에 따라 인체에 무해한 천연색소 및 기능성 소재로서 각광받고 있다. 최근 노화나 생활 습관병은 생체 내에서 발생하는 활성 산소종에 의한 산화적 대사산물이 주요 원인이 되는 것으로 알려져 있다(Wiseman H 1996). 생체 세포는 산소, 유리 라디칼에 노출되었을 때 자연적인 방어 메커니즘이 있으나, 이들의 함량이 과량일 경우에는 방어능력이 충분하지 못하게 된다. 따라서 활성 산소종과 같은 유리 라디칼을 효율적으로 제거시키고, 안정성을 확보할 수 있는 천연 항산화제를 검색하는 것은 매우 중요한 일이다. 식물체는 광합성과정에서 발생하는 superoxide와 같은 활성 산소종으로부터 보호할 수 있는 효소 및 이차대사 산물의 방어체계가 선택적으로 발달되어 있으므로 식물체로부터 항산화 물질의 탐색은 중요한 의미가 있다(Franckel EN 1996). 대표적인 항산화제로 페놀성 화합물인 플라보노이드, 탄닌, 안토시아닌,

[†] Corresponding author : Ae-Jung Kim, Tel : +82-2-390-5044, Fax : +82-2-390-5078, E-mail : kaj419@kgu.ac.kr

비타민 C, 비타민 E 등을 들 수 있으며, 이들은 동맥경화, 염증, 퇴행성 만성질환 및 암을 예방하는데 효과적인 것으로 보고되어 있다(Franckel EN 1996).

이와 같이 안토시아닌은 기능성을 갖는 천연물로서 단순히 식품이 갖는 영양소 공급을 위한 1차적 기능을 넘어 생체의 방어기구를 향상시켜 질병을 예방하거나, 면역기능 향상 및 노화억제 등의 생체조절 기능을 갖고 있는 물질 중의 하나로 항산화 효과뿐 아니라 아름다운 색에 의한 기호성 색소로 그 이용가치가 높다고 볼 수 있다. 그러나 안토시아닌 색소는 물에 잘 녹는 수용성 색소로 pH에 따라서 색이 변하는 불안정한 단점이 있어서 색소 안정화 방안이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 오디 색소를 안정화시키기 위해 오디를 시럽으로 제조한 후 첨가수준(0, 5, 10, 15 및 20%)을 달리 첨가하여 오디양갱을 제조한 후 그 품질특성 및 항산화 활성을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 오디 원과 및 오디시럽 제조

본 연구에 사용된 오디 원과는 과상 2호(*Morus alba* L. *cucurbita* spp.)로 농업과학기술원 품종 등록자에게 자문 및 확인을 받았다. 오디시럽 제조를 위해 2 L용 내열성 파이렉스 컵에 오디 원과와 설탕을 1 : 1(w/w)을 넣은 후 잘 혼합한 후 전기레인지(Nippon Electric Glass, Tokyo, Japan)를 사용하여 70°C에서 30분간 가열한 후 액즙만 걸러 내어 75°Brix가 될 때까지 가열 농축하여 양갱 제조용 오디시럽 시료로 사용하였다.

2. 오디시럽 첨가수준에 따른 오디 양갱 제조

오디시럽 첨가수준에 따른 양갱 제조에 사용한 오디시럽은 직접 제조하여 사용하였고, 강낭콩 앙금(대두식품, 군산, 한국), 한천분말(제일제당, 아산, 한국) 및 설탕(제일제당, 아산, 한국)을 구입하여 실온에서 보관하면서 재료로 사용하였다.

오디시럽 첨가수준에 따른 양갱 제조는 수차례 예비실험을 거쳐 Table 1과 같은 recipe로 하여 Fig. 1과 같이 제조하였다. 2 L용량의 내열성 파이렉스 컵(Pyrex, NY, USA) 5개에 각각 물 200 mL, 한천분말 10 g, 설탕 50 g을 넣고 섞은 후 오디시럽(0, 5, 10, 15 및 20%)을 각각 넣고 혼합한 후 10분간 실온에서 방치하였다. 그 다음에 전기레인지(Nippon Electric Glass, Tokyo, Japan)를 사용하여 60°C에서 10분, 80°C에서 10분간 잘 저어가면서 균질화시킨 후 높이×직경(5×11 cm)의 원통 용기에 부어 성형한 다음 3시간 동안 실온에서 방치한 것을 품질평가용 분석 시료로 사용하였다.

Table 1. Formula for yanggeng with different levels of mulberry fruit syrup (MFS)

Sample	Kidney bean angkeum (g)	MFS	Agar powder (g)	Sugar
Control ¹⁾	400	0	10	50
MFSY5 ²⁾	380	20	10	50
MFSY10 ³⁾	360	40	10	50
MFSY15 ⁴⁾	340	60	10	50
MFSY20 ⁵⁾	320	80	10	50

¹⁾ Control: *Yanggeng* with 0% mulberry fruit syrup.

²⁾ MFSY5: *Yanggeng* with 5% mulberry fruit syrup.

³⁾ MFSY10: *Yanggeng* with 10% mulberry fruit syrup.

⁴⁾ MFSY15: *Yanggeng* with 15% mulberry fruit syrup.

⁵⁾ MFSY20: *Yanggeng* with 20% mulberry fruit syrup.



Control MFSY5 MFSY10 MFSY15 MFSY20

Fig. 1. Products of yanggeng with different levels of MFS.

Control: *Yanggeng* with 0% mulberry fruit syrup, MFSY5: *Yanggeng* with 5% mulberry fruit syrup, MFSY10: *Yanggeng* with 10% mulberry fruit syrup, MFSY15: *Yanggeng* with 15% mulberry fruit syrup, MFSY20: *Yanggeng* with 20% mulberry fruit syrup.

3. 색도 측정

오디시럽 첨가 수준에 따른 양갱의 색도 측정은 색차계 (Chroma Meter Cr-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 표시하였으며, 각 시료 당 3회 반복 측정하여 그 평균 값을 나타내었다. 이 때 표준 백색판의 L, a, b값은 각각 97.10, +0.24, +1.75이었다.

4. 관능검사

오디시럽 첨가 수준에 따른 양갱의 관능검사는 식품영양학을 전공하는 패널 15명을 대상으로 시료의 관능적인 특성에 대하여 평가하도록 하였다. 평가 시 사용한 척도는 7점 기호 척도를 이용하였으며, 특성이 좋을수록 높은 점수를 기록하는 방법으로 하였고, 검사 항목은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 전체적인 기호도(overall quality)로 하였다.

5. 기계적 물성측정

오디시럽 첨가수준에 따른 오디시럽양갱의 기계적 물성측정은 Texture Analyzer(TA-XT2i, Stable Micro Systems, London, UK)를 사용하여 측정하였으며, 분석 조건은 sample size(25×22 mm), test speed(1.0 mm/sec), deformation(30%), time(3.00 sec), probe(35 mm DIA Cylinder Aluminum), Force(100 g)와 같다. TPA(Texture Profile Analysis) 분석을 통하여 각 시료의 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 각각 측정하였다.

6. 오디시럽양갱의 항산화 활성 측정

1) 항산화 활성 측정

(1) DPPH 소거능

70%(v/v) 에탄올에 농도별로 용해시킨 에탄올 추출물 100 μ L와 60 μ M 1,1-diphenyl-2picrylhydrazyl(DPPH) 100 μ L를 96 well plate에 넣고 혼합하여 냉암소에서 30분간 방치시켜 ELISA reader(model 680, Bio-Rad, CA, USA)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다(Hatano *et al* 1989). 아래 식을 이용하여 각 시료의 농도별 free radical scavenging activity 곡선을 그린 뒤, 50%의 DPPH free radical scavenging activity(DPPH IC₅₀)를 나타내는 값을 구하였다.

$$1 - \frac{\text{Absorbance of sample}}{\text{Absorbance of control}} \times 100$$

(2) Superoxide Dismutase(SOD) 유사 활성 측정

각 시료의 에탄올 추출물 400 μ L에 100 μ M nitrobluetetrazolium(NBT) 400 μ L, 0.05 mL xanthine oxidase 400 μ L, 0.1 M phosphate buffer(pH 7.4) 400 μ L를 첨가하여 37°C 항온수조에서 10분간 반응시켰다. 이 혼합액을 96 well plate에 넣어 ELISA reader(model 680, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다(Candan & Sokmen 2004).

7. 통계처리

본 연구에서 얻어진 모든 측정치는 Mean±S.D.로 나타내었고, 각 평균치간 차이에 대한 유의성은 Statistical Analysis System(SAS, Version 9.2)을 이용하여 ANOVA를 실시한 후, Duncan's multiple range test로 각 군의 평균 차이에 대한 사후검정을 하였으며, 통계적 유의성을 5%수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 오디시럽 첨가수준에 따른 양갱의 제조 및 품질평가

1) 색도 측정

오디시럽 첨가수준에 따른 양갱의 색도 변화는 Table 2에 제시된 바와 같다. 오디 색소인 안토시아닌 함량은 170.47 mg%로 포도 48.7 mg%, 사과 7.07 mg%에 비해 현저히 많고(Kim *et al* 2001), 어두운 자주색을 띠고 있다. 따라서 본 연구결과 오디시럽 첨가농도가 높아질수록 명도(L값)가 유의적으로 감소되었다($p < 0.05$). 적색도(a값)는 오디시럽 첨가농도가 높아질수록 유의적으로 증가한 반면에 황색도(b값)의 경우는 유의적으로 감소되었다($p < 0.05$). 이렇게 오디시럽 첨가농도가 높아질수록 명도값과 황색도값이 감소되고, 적색도가 증가한 것은 진한 자주색을 띠는 오디시럽 첨가량에 비례하여 양갱색이 점점 어두운 자주색 쪽으로 변화된 결과로 보여진다(Fig. 1).

2) 관능검사

오디시럽 첨가수준에 따른 양갱의 관능검사는 Table 3에 제시된 바와 같다. 맛, 색, 향과 텍스처는 오디시럽 15% 첨가된 시료에서 관능검사 항목 대부분의 점수가 높게 나왔으나, 20% 시료와 유사한 점수를 보여 전체적인 기호도를 고려해 볼 때는 오디시럽 15%와 20%가 첨가된 양갱 시료 모두 실용화할 때 사용해도 좋을 것으로 판단된다.

Table 2. Color value of yanggeng with different levels of mulberry fruit syrup

Variables	L	a	b
Control ¹⁾	65.19±0.27 ^{6/7)}	2.02±0.01 ^c	16.13±0.58 ^a
MFSY5 ²⁾	51.31±0.02 ^b	2.48±0.01 ^d	7.83±0.01 ^b
MFSY10 ³⁾	44.12±0.01 ^c	2.65±0.01 ^c	4.73±0.01 ^{bc}
MFSY15 ⁴⁾	37.41±0.01 ^d	2.85±0.01 ^b	3.15±0.01 ^{bc}
MFSY20 ⁵⁾	34.15±0.01 ^d	3.08±0.01 ^a	1.70±0.01 ^c

¹⁾ Control: Yanggeng with 0% mulberry fruit syrup.

²⁾ MFSY5: Yanggeng with 5% mulberry fruit syrup.

³⁾ MFSY10: Yanggeng with 10% mulberry fruit syrup.

⁴⁾ MFSY15: Yanggeng with 15% mulberry fruit syrup.

⁵⁾ MFSY20: Yanggeng with 20% mulberry fruit syrup.

⁶⁾ Values are mean±S.D.

⁷⁾ Values with the same superscript letter in the column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Sensory evaluation of yanggeng with different levels of mulberry fruit syrup

Samples	Taste	Color	Flavor	Texture	Overall quality
Control ¹⁾	3.09±1.22 ⁶⁾⁷⁾	4.27±1.23 ^b	3.27±1.42 ^b	3.43±1.51 ^b	2.91±0.94 ^c
MFSY5 ²⁾	3.73±0.90 ^c	3.55±1.10 ^c	3.64±1.69 ^{ab}	3.91±1.58 ^b	3.73±0.65 ^b
MFSY10 ³⁾	4.91±1.04 ^b	4.23±0.78 ^b	3.55±0.93 ^{ab}	4.82±1.66 ^a	4.82±1.54 ^{bc}
MFSY15 ⁴⁾	5.84±1.80 ^a	6.84±1.80 ^a	4.45±1.33 ^a	5.09±1.87 ^a	6.36±1.57 ^a
MFSY20 ⁵⁾	5.36±1.43 ^a	5.73±1.19 ^{ab}	4.18±1.11 ^a	4.91±1.04 ^a	5.50±1.37 ^b

¹⁾ Control: *Yanggeng* with 0% mulberry fruit syrup.

²⁾ MFSY5: *Yanggeng* with 5% mulberry fruit syrup.

³⁾ MFSY10: *Yanggeng* with 10% mulberry fruit syrup.

⁴⁾ MFSY15: *Yanggeng* with 15% mulberry fruit syrup.

⁵⁾ MFSY20: *Yanggeng* with 20% mulberry fruit syrup.

⁶⁾ Values are mean±S.D.

⁷⁾ Values with the same superscript letter in the column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

3) 기계적 물성

오디시럽 첨가수준에 따른 양갱의 기계적 물성 측정 결과는 Table 4에 제시된 바와 같다. 완숙오디는 oxalic acid, citric acid도 소량 지니고 있어 0.29~0.83%의 산도로서 좋은 식미감을 가지고 있으며(Bang & Park 2008), 본 연구 결과에서도 경도, 점성 및 씹힘성의 값이 증가하였다. 이는 오디의 pH 변화의 영향으로 생각된다. 즉, 오디시럽 첨가수준이 높아질수록 산도의 영향을 받아 식미가 좋아진 것으로 생각된다.

2. 오디양갱의 항산화 효과

오디에 대한 생리활성 효능으로 항당뇨 효능(Kim *et al* 1996), 항산화·항염증 효능(Kim *et al* 1998, Tamura & Yamagami

1994), 오디추출물의 혈관 신생 효과(Lee & Kim 2008), 오디 메탄올 추출물의 콜레스테롤 억제 효능(Kim *et al* 2001), 오디 분획물의 지질대사 및 간장 기능 개선 효과(Kim *et al* 2002) 등이며 이와 같은 다양한 효능 또한 오디에 포함되어 있는 안토시아닌 색소와 관련이 높다고 알려져 있다. 안토시아닌이 풍부한 식품은 종양세포 성장을 저해하는 효능(Meiers *et al* 2001), NO 생산을 방지(Wang & Mazza 2002), 궤양염이 걸린 쥐에서 체장의 팽윤과 지질 과산화와 아데노신의 deaminase가 감소(Jankowski *et al* 2000), UV에 대한 피부 보호 작용(Sharma R 2001) 등이 있다고 밝혀져 있다.

본 연구 결과, 오디시럽을 이용하여 제조한 오디양갱의 DPPH 소거능과 superoxide 소거능은 Table 5에 제시된 바와 같다.

Table 4. Textural properties evaluation of yanggaeng with different levels of mulberry fruit syrup

Samples	Hardness	Springiness	Chewiness	Gumminess	Cohesiveness
Control ¹⁾	1,552.88±284.22 ⁶⁾⁷⁾	0.70±0.06	1,940.02±206.44 ^a	2,332.11±123.30 ^a	0.76±0.03
MFSY5 ²⁾	1,833.30±129.00 ^b	0.74±0.06	1,716.63±122.86 ^{ab}	2,211.33±64.89 ^a	0.76±0.05
MFSY10 ³⁾	2,082.06±220.05 ^{ab}	0.82±0.16	1,210.23±133.00 ^b	1,711.12±63.22 ^{ab}	0.80±0.05
MFSY15 ⁴⁾	2,533.07±121.04 ^{ab}	0.74±0.11	806.97±233.20 ^b	1,184.11±66.02 ^b	0.71±0.02
MFSY20 ⁵⁾	2,977.10±333.14 ^{1)a2)}	0.78±0.15 ^{NS}	665.78±128.80 ^c	943.22±10.39 ^b	0.78±0.06 ^{NS}

¹⁾ Control: *Yanggeng* with 0% mulberry fruit syrup.

²⁾ MFSY5: *Yanggeng* with 5% mulberry fruit syrup.

³⁾ MFSY10: *Yanggeng* with 10% mulberry fruit syrup.

⁴⁾ MFSY15: *Yanggeng* with 15% mulberry fruit syrup.

⁵⁾ MFSY20: *Yanggeng* with 20% mulberry fruit syrup.

⁶⁾ Values are mean±S.D.

⁷⁾ Values with the same superscript letter in the raw are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test,

^{NS} Not significant.

Table 5. Antioxidant activities of yanggeng using mulberry fruit syrup

Samples	IC ₅₀	
	DPPH (mg/mL)	Superoxide radical (mg/mL)
Control ¹⁾	10.09±0.22 ⁶⁾⁷⁾	20.36±1.41 ^a
MFSY5 ²⁾	2.89±0.22 ^b	12.00±2.22 ^b
MFSY10 ³⁾	1.59±0.22 ^{bc}	6.00±1.23 ^c
MFSY15 ⁴⁾	0.59±0.01 ^c	5.00±0.93 ^c
MFSY20 ⁵⁾	0.50±0.02 ^c	4.09±0.22 ^c

¹⁾ Control: Yanggeng with 0% mulberry fruit syrup.

²⁾ MFSY5: Yanggeng with 5% mulberry fruit syrup.

³⁾ MFSY10: Yanggeng with 10% mulberry fruit syrup.

⁴⁾ MFSY15: Yanggeng with 15% mulberry fruit syrup.

⁵⁾ MFSY20: Yanggeng with 20% mulberry fruit syrup.

⁶⁾ Values are mean±S.D.

⁷⁾ Values with the same superscript letter in the column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

오디시럽의 첨가 수준에 비례하여 DPPH 소거능이 증가하였는데 15%와 20% 첨가사이에는 차이가 나타나지 않았다. 이들의 유효기 소거능을 IC₅₀값으로 나타내었다. 오디시럽 첨가 양갱의 DPPH 소거능을 IC₅₀값으로 나타내었을 때 오디시럽 첨가수준이 높아질수록 IC₅₀값이 유의적으로 낮아졌는데, MFSY15와 MFSY20 양갱 간에는 차이가 없었다. 대조군에 비해 MFSY15와 MFSY20의 DPPH 소거능은 각각 17배, 20.1배 증가하였다. 오디시럽 첨가 양갱의 superoxide radical 소거능의 IC₅₀ 값의 경우도 오디시럽 첨가 수준이 높아질수록 낮게 나타났다. 그런데 DPPH 소거능과 마찬가지로 MFSY15와 MFSY20 양갱 간에는 차이가 없는 것으로 보아 오디시럽 수준이 15% 이상 증가하면 그 이상의 항산화 활성을 발현시키지 않는 것으로 보여진다.

요 약

본 연구에서는 오디 색소인 안토시아닌을 당으로 안정화시키기 위해 오디시럽으로 제조한 후 오디시럽의 농도를 0%, 5%, 10%, 15% 및 20%로 달리하여 오디시럽양갱을 제조한 후 품질특성과 항산화 활성을 평가하였다. 오디시럽 수준이 높아질수록 오디양갱의 명도(L)값과 황색도(b)값은 감소된 반면 적색도(a)값은 증가하였다. 기계적 물성측정 결과를 보면 경도, 점성 및 씹힘성의 값이 증가하였는데, 이는 오디 pH의 영향으로 생각되며, 관능검사에서도 오디시럽 첨가수준 15%와 20%가 별 차이 없이 좋은 관능평가 점수(맛, 색, 물성 및 전체적인 기호도)가 나온 것과는 관련이 있다고 보여진다.

다. 즉, 오디시럽 수준이 높아질수록 산도의 영향을 받아 식미가 좋아진 것으로 생각 된다. 오디시럽 첨가 양갱의 DPPH 소거능을 IC₅₀ 값으로 나타내었을 때 오디시럽 첨가농도가 올라갈수록 IC₅₀ 값이 유의적으로 낮아졌는데, 대조군에 비해 MFSY15와 MFSY20의 DPPH 소거능은 각각 17배, 20.1배 증가하였다. 오디시럽 첨가 양갱의 superoxide radical 소거능의 IC₅₀값의 경우도 오디시럽 첨가수준이 높아질수록 낮게 나타났다. 따라서 항산화 활성, 관능검사 및 기계적 물성 결과를 함께 고려해 볼 때는 오디시럽이 15%가 첨가된 양갱 시료의 실용화가 바람직할 것으로 판단된다.

문 헌

- Bang IS, Park HY (2008) Physicochemical characteristics and physiological activities of the chongilppong mulberry. *MS Thesis* Graduate School of Kongju National University, pp 1-156.
- Castaneda A, Pacheco L, Paez E, Rodriguez JA, Galan CA (2009) Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chem* 113: 859-871.
- Franckel EN (1996) Antioxidants in lipid foods and their on food quality. *Food Chem* 57: 51-54.
- Hatano T, Edamatsu R, Hiramatsu M, Mori A, Fujita Y, Yasuhara T, Yoshida T, Okuda R (1989) Effects of tannins and related polyphenols on superoxide anion radical and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chem Pharm Bull* 37: 2016-2021.
- Jankowski JA, Janlowska B, Niedworok J (2000) The influence of aronia melanocarpa in experimental pancreatitis. *Polish Merkuriusz Lek* 8: 395-398.
- Kim HB, Kim SY, Ryu KS, Lee WC, Moon JY (2001) Effects of methanol extract from mulberry fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. *Korean J Seri Sci* 43: 104-108.
- Kim JH, Park SD, Choi SY, Seong JH, Moon KD (2002) Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed. *Korean J Food Sci Technol* 34: 617-624.
- Kim TW, Kwon YB, Lee JH, Yang IS, Youn JK, Lee HS, Moon JY (1996) A study on the antidiabetics effect of mulberry fruits. *Korean J Seri Sci* 38: 100-107.
- Kong JM, Chia LS, Goh Nk, Chia TF, Brouillard R (2003) Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 64: 923-933.

- Lee SH, Kim GH (2008) Inhibitory effect of mulberry extracts on angiogenesis in porcine artery endothelial cells. *J Life Science* 18: 653-659.
- Meiers S, Kemeny M, Weyand U, Gastpar R, Angerer E, Marko D (2001) The anthocyanidins and delphinidin potent inhibitors of the epidermal growth factor receptor. *J Agric Food Chem* 49: 958-962.
- Park CW, Jung YS, Ko KC (1997) Quantitative analysis of anthocyanins among mulberry cultivars and their pharmacological screening. *Kor Soc Hortical Sci* 38: 722-724.
- Scharrer A, Ober M (1981) Anthocyanosides in the treatment of retinopathies. *Klin Monatsbl Augenheikd* 178: 386-389.
- Sharma R (2001) Impact of solar UV-B on tropical ecosystem and agriculture. Case study: effect of UV-B on rice. *Proceedings of SEAWIT 98 and SEAWIT 2000* 1: 92-101.
- Tamura H, Yamagami A (1994) Antioxidative activity of monoacylated anthocyanins isolated from muscat bailey a grape. *J Agric Food Chem* 42: 1612-1615.
- Timberlake F, Henry BS (1988) Anthocyanins as natural food colorants. *Prog Clin Biol Res* 280: 107-121.
- Wang CJ, Mazza G (2002) Inhibitory effects of anthocyanins and other phenolic compounds on nitric oxide production in LPS/IFN- γ -activated RAW 2647 macrophages. *J Agric Food Chem* 50: 850-857.
- Wiseman H (1996) Dietary influences on membrane function; important in protection against oxidative damage and disease. *J Nutr Biochem* 7: 2-6.

접 수: 2012년 1월 31일
 최종수정: 2012년 2월 16일
 채 택: 2012년 2월 25일