

## 복분자 부산물(박) 색소의 추출조건 모니터링

정용진 · 서지형<sup>1†</sup>

계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드텍스, <sup>1</sup>영남이공대학 식음료조리계열

### Conditions for Pigment Extraction from *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel) Byproducts

Yong-Jin Jeong and Ji-Hyung Seo<sup>1†</sup>

Department of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd, Daegu 704-701, Korea

<sup>1</sup>Division of Food, Beverage & Culinary Arts, Yeungnam College of Science & Technology, Daegu 705-703, Korea

#### Abstract

With the aim of using *Bokbunja* byproducts as natural pigments, characteristics of extracts were investigated after application of different extraction conditions. Total optical density (TOD) of pigment extracts was greatest (9.51 units) when 80% (v/v) ethanol was used as solvent. The polyphenol content was greatest when 40% (v/v) ethanol was used and tended to decrease with higher concentrations of ethanol. The TOD values were increased when citric or lactic acid was added to extracting solvents. Polyphenols were effectively extracted by solvent containing ascorbic acid. As the level of byproducts increased with different extraction procedures, TOD and polyphenol content of byproducts tended to decrease. More than 90% of anthocyanin pigments and polyphenols could be obtained using two extractions with 40% (v/v) ethanol.

**Key words** : *Bokbunja*, *Rubus coreanus* Miquel, natural food colorant, anthocyanin

#### 서 론

식품에서 색은 외적인 품질 결정에 중요한 요인이 된다. 식품의 색은 식욕을 촉진하고 상품가치를 높이는 효과가 있으므로(1) 식품업계에서는 색소의 이용에 대해 관심이 많다. 합성색소는 가격이 저렴하며 색상의 안정성이 높고 이용이 편리하여 식품산업에서 폭넓게 이용되어 왔으나(2), Tar계 색소의 발암성 및 건강에 대한 인식으로 인해서 천연색소의 수요가 증가하고 있다. 천연색소는 인체에 안전하며 일부는 생리적 기능성도 나타내어 산업적 활용이 더욱 증가될 것으로 기대되고 있으나 낮은 경제성과 용해도, 색상의 불안정성 등에 대한 보완이 필요한 상황이다. 이러한 가운데 anthocyanin은 적색의 합성색소를 대체할 수 있는 천연색소로 주목받고 있으며 자색고구마(3), 꽃양배추(4), 포도껍질(5), 오디(6), 유색미(7,8), 꽃베고니아(9)

등을 색소원으로 한 anthocyanin 색소 활용이 보고되기도 하였다. 하지만 포도껍질을 제외한 대부분은 경제성이 낮고 색소의 품질이 떨어지며 이취가 잔존하는 등 상업적 활용에 어려움이 있어서, 실용적인 anthocyanin 색소원 개발이 요구되고 있다.

복분자는 생리활성 성분으로 sanguin H-4, sanguin H-6, gallic acid 등을 함유하고 있으며(10) 체내에서 항산화(11), 항암(12), 항염증(13) 작용을 한다고 보고된 바 있다. 복분자는 씨앗과 과피가 전체 과육의 20~25%를 차지하며 착즙한 후 가공과정을 거쳐서 술, 음료, 전병, 환 등으로 제품화되고 있다(14). 현재 복분자의 착즙과정에서 발생하는 부산물(박)은 사료로 일부 이용되고 대부분 폐기되고 있지만 이에 관한 연구는 미진한 실정이다. 또한 복분자의 생리활성에 관해서는 많은 연구가 있었으나 색소의 활용에 대해서는 Bai(15)가 견직물의 천연염색에 대해 보고하였을 뿐이다. 따라서 anthocyanin 색소원으로써 복분자 부산물(박)의 활용은 폐자원의 이용 및 새로운 색소원의 개발 측면에서 유용할 것으로 기대된다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : seojh@ync.ac.kr,  
Phone : 82-53-650-9346, Fax : 82-53-625-6247

본 연구는 복분자 부산물(박)을 천연 색소원으로 활용하기 위하여 복분자 부산물(박)에 함유된 색소 및 잔여 생리활성 성분의 추출 특성을 조사하고 효과적인 추출조건을 결정하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

전라북도 정읍시 농가에서 2005년 수확하여 냉동 저장한 복분자를 구입하여 압축추출기로 추출·여과하여 주스로 활용하고 남은 부산물(박)을 사용하였다.

### 추출용매의 선정

색소의 식용 활용을 감안하여 물과 95% 에탄올을 기본 용매로 선택하고, 6종의 에탄올 용액을 함께 준비하여 에탄올 함량에 따른 추출 효과를 비교하였다. 즉, 각 조건의 용매 1 L에 복분자 부산물(박)을 10% (w/v)씩 혼합하고 30°C에서 12시간 동안 진탕 추출하여 여과지(Whatman No. 1)로 여과한 다음 농축하여 총 흡광도(16) 및 폴리페놀 화합물의 함량을 측정·비교하였다. 또한 추출용매에 유기산을 0.1% (w/v)씩 첨가하고 동일한 방법으로 색소액을 추출하여 유기산 첨가에 따른 영향을 비교하였다.

### 복분자 부산물(박)의 혼합량 및 추출빈도 선정

추출용매 3 L에 복분자 부산물(박)을 5 ~ 30% (w/v)씩 혼합한 다음 30°C에서 12시간 동안 진탕 추출한 후 여과하여 총 흡광도와 폴리페놀 함량을 측정하여 복분자 부산물(박)의 혼합량에 따른 추출특성을 조사하였다. 또한 추출용매에 복분자 부산물(박)을 10% (w/v)씩 혼합한 다음 동일한 방법으로 색소액을 추출한 후, 남은 잔사에 다시 추출용매를 첨가하고 반복 추출·여과하여, 총 흡광도 및 폴리페놀 함량에 대한 추출효율을 산출하여 비교하였다.

$$\text{추출효율(\%)} = \frac{\text{[매회 추출된 값]} \times \text{추출액의 전체 값}}{\text{전체 값}} \times 100$$

### 총 흡광도 및 색도 측정

추출액의 색소 함량은 Lee 등의 방법(16)에 따라 색소 추출액을 희석한 후 분광광도계(Shimadzu UV-1601PC, Tokyo, Japan)를 사용하여 최대 흡광파장( $\lambda_{max}$ )에서 흡광도 값을 측정하고 얻어진 흡광도 값에 희석배수를 곱해 색소액의 총 흡광도(total optical density: TOD)로 표시하였으며, 흡광도 1.0을 1 unit로 나타내었다. 색도는 분광광도계의 color 프로그램을 이용하여 Hunter's color L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다.

### 폴리페놀의 정량

추출액의 폴리페놀은 Folin-Ciocalteu법(17)에 의해 비색

정량하였다. 즉, 색소추출액 5 mL에 Folin-Ciocalteu 시약 5 mL를 가하여 혼합하고 5분 후 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5 mL를 넣어 진탕한 다음 30°C에서 1시간동안 반응시켜 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 검량 곡선은 5 ~ 50  $\mu\text{g/mL}$ 의 tannic acid(Sigma Co.)용액을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 추출용매의 선정

복분자 부산물(박)의 색소와 생리활성 성분 추출에 효과적인 용매 조건을 결정하기 위하여, 여러 조건의 용매로 추출한 색소액의 총 흡광도와 폴리페놀 함량을 측정된 결과이다(Table 1). 추출액의 총 흡광도는 95% 에탄올을 제외한 일련의 용매에 대해, 80% 에탄올 용매 조건에서 9.51 unit로 높은 편이었고 물 추출물에서 2.57 unit로 낮은 경향을 나타내어, 추출하는 용매의 에탄올 함량이 높을수록 복분자 부산물(박)의 색소 추출에 효과적인 것으로 추측되었다. 폴리페놀도 용매의 에탄올 함량이 높을수록 추출량이 증가하였으나 에탄올 함량이 40% 이상인 용매에서는 추출 효과가 감소하는 경향이 있었다. Anthocyanin 색소 추출에 있어서 Lee 등(4)과 Kim 등(18)은 추출용매의 에탄올 함량이 높을수록 색소 추출이 감소하였다고 하여 본 연구 결과와 차이가 있었다. 하지만 Kang 등(19)은 오디의 anthocyanin 색소 추출에 있어서 에탄올 함량이 증가할수록 색소 추출이 점차 증가하여 60%의 에탄올에서 가장 높은 색소추출이 되었다고 하였고, 유색감자(20) 및 오디(21)의 anthocyanin 색소 추출에 80% 에탄올, 95% 에탄올이 각각 이용된 경우도 있다. 이로 볼 때 anthocyanin 색소원에 함유된 특정 성분이 추출용매와 상호 작용을 하여 색소의 추출에 영향을 미칠 가능성이 있어 추가 연구가 요망되었다. 본 연구에서는 복분자 부산물의 색소성분과 잔여 유용성분을 함께 활용하기

Table 1. Total optical density(TOD) and polyphenol contents for extracts from *Bokbunja* byproduct as affected by solvent condition

EtOH concentration (%)	TOD <sup>1)</sup> (unit)	Polyphenol (mg%)
0	2.57 ± 0.21 <sup>2)</sup>	78.74 ± 5.16
10	3.07 ± 0.27	96.98 ± 9.28
20	4.10 ± 0.19	125.32 ± 12.94
30	5.11 ± 0.35	155.83 ± 10.05
40	7.53 ± 0.29	205.45 ± 22.59
60	8.39 ± 0.40	195.86 ± 19.82
80	9.51 ± 0.33	190.71 ± 13.53
95	7.69 ± 0.24	133.60 ± 9.10

<sup>1)</sup>TOD was assayed for anthocyanin extraction and it was described in materials and methods.

<sup>2)</sup>Mean ± S.D.

위해서 총 흡광도와 폴리페놀 함량을 감안하여 40% 에탄올 용액을 추출용매로 결정하였고 산업적 경제성을 고려하여 물 추출도 함께 실시하였다.

### 유기산의 영향

Anthocyanin계 색소는 산성에서 선명한 적색을 나타내는 특성이 있으므로(22) Table 2는 유기산의 첨가에 따른 색소 및 유효 성분의 추출 특성을 조사하였다. 추출액의 총 흡광도는 추출용매에 유기산을 첨가하였을 때 전반적으로 증가하는 양상이었으며, 특히 40% 에탄올 용매조건의 경우 유기산 첨가에 따른 총 흡광도 증가가 뚜렷하였다. 추출액의 총 흡광도를 유기산의 종류에 따라 비교해 보면 citric acid 첨가구와 lactic acid 첨가구가 다른 유기산 첨가구보다 높은 경향이였다. Citric acid는 냄새가 없고 순도가 높으며 산미도 순해서 청량음료나 채소통조림 등의 생산에 폭넓게 이용되고 있으며(23), anthocyanin 색소를 안정화하여 색소 강도를 증가시킨다고 보고되기도 하였다(20,24). 폴리페놀은 ascorbic acid를 첨가한 용매 조건에서 추출 함량이 높았고, acetic acid를 비롯한 3종의 유기산 첨가구는 유기산을 첨가하지 않은 용매 조건과 근사한 추출량을 나타내었다. 이로 볼 때 복분자 부산물(박)로부터 색소 및 유효 성분을 효과적으로 추출하기 위해서는 추출용매에 유기산을 첨가하여 pH를 조절할 필요가 있으며, 첨가할 유기산은 천연 색소원으로서의 활용을 고려할 때 색소 함량을 나타내는 총 흡광도 값을 우선적으로 감안해서 선정해야 하겠다. 따라서 복분자 부산물(박)의 추출조건으로는 폴리페놀의 추출에는 영향을 주지 않지만, 총 흡광도가 높고 식품산업적 활용도가 넓은 citric acid의 첨가가 유용할 것으로 사료된다.

**Table 2. Total optical density(TOD) and polyphenol contents for extracts from *Bokbunja* byproduct as affected by acid addition condition**

Solvent	Kinds of Acid <sup>1)</sup>	TOD <sup>2)</sup> (unit)	Polyphenol (mg%)
Water	-	2.57 ± 0.21 <sup>3)</sup>	78.74 ± 5.16
	Ascorbic acid	3.25 ± 0.17	141.46 ± 13.02
	Acetic acid	3.33 ± 0.22	67.81 ± 9.14
	Citric acid	4.40 ± 0.39	73.30 ± 7.22
	Lactic acid	4.42 ± 0.15	68.46 ± 5.67
40% Ethanol solution	-	7.53 ± 0.29	205.45 ± 22.59
	Ascorbic acid	10.60 ± 0.32	294.03 ± 25.30
	Acetic acid	11.42 ± 0.27	203.80 ± 16.48
	Citric acid	16.53 ± 0.35	199.70 ± 17.26
	Lactic acid	16.65 ± 0.43	189.32 ± 20.91

<sup>1)</sup> Added 0.1% (w/v) of each acid to solvent.

<sup>2)</sup> TOD was assayed for anthocyanin extraction and it was described in materials and methods.

<sup>3)</sup> Mean ± S.D.

한편 Table 3에서 각 추출액의 색도는 유기산을 첨가하여 추출하였을 때 증가하는 경향이였으며, 물 추출액보다 40% 에탄올 추출액의 명도(L), 적색도(a) 및 황색도(b)가 전반적으로 낮았다. Watada와 Abbott(25)에 따르면 포도의 anthocyanin 함량과 L값은 유의적인 음의 상관관계에 있으며, Kim 등(8)도 유색미의 anthocyanin 색소 함량이 높을수록 L값, a값, b값이 유의적으로 낮다고 보고하였다. 본 연구에서도 총 흡광도가 높았던 40% 에탄올 추출액에서 색도가 전반적으로 낮았으나, 총 흡광도와 색도간에 일관된 상관관계는 확인되지 않았다.

**Table 3. Hunter's color value for extracts from *Bokbunja* byproduct as affected by acid addition condition**

Solvent	Kinds of acid <sup>1)</sup>	Hunter's color value		
		L	a	b
Water	-	27.93 ± 0.90 <sup>2)</sup>	56.87 ± 2.63	18.94 ± 0.86
	Ascorbic acid	29.75 ± 1.25	59.11 ± 2.70	19.84 ± 1.65
	Acetic acid	30.03 ± 1.88	59.38 ± 1.53	20.50 ± 2.01
	Citric acid	28.64 ± 1.07	59.06 ± 3.80	19.74 ± 1.74
	Lactic acid	28.61 ± 2.19	59.21 ± 2.35	19.84 ± 1.24
40% Ethanol solution	-	18.12 ± 1.72	47.32 ± 2.75	12.57 ± 1.23
	Ascorbic acid	19.89 ± 1.46	50.64 ± 2.32	13.02 ± 0.78
	Acetic acid	20.17 ± 1.09	51.36 ± 2.84	13.97 ± 0.81
	Citric acid	18.52 ± 0.98	48.40 ± 1.62	12.90 ± 1.89
	Lactic acid	18.03 ± 1.55	47.27 ± 1.85	12.56 ± 1.35

<sup>1)</sup> Added 0.1% (w/v) of each acid to solvent.

<sup>2)</sup> Mean ± S.D.

### 부산물(박)의 혼합량에 따른 영향

Table 4에서 복분자 부산물(박)의 혼합량에 따른 색소 및 폴리페놀의 추출 특성을 조사한 결과, 각 추출용매에 혼합한 부산물(박)이 많을수록 추출액의 총 흡광도와 폴리페놀 함량은 증가하였다. 하지만 이들 값을 부산물(박) 단위 중량에 대한 값으로 환산한 수치는 부산물(박) 혼합량이 증가할수록 오히려 감소하는 경향으로, 부산물(박) 단위 중량에 대한 총 흡광도는 10% (w/v)의 부산물(박) 혼합 조건에서, 부산물(박) 단위 중량에 대한 폴리페놀 함량은 5% (w/v)의 부산물(박) 혼합 조건에서 높은 양상이었다. 이 같은 결과는 용매에 대한 복분자 부산물(박)의 혼합량이 많을수록 추출되는 색소와 폴리페놀의 전체량은 증가하지만 1회 추출로 이들 성분이 전량 추출되지 않으므로, 복분자 부산물(박)의 혼합량이 많을수록 단위 중량에 대한 추출효과가 감소되기 때문으로 추측된다. 또한 citric acid를 첨가하지 않는 40% 에탄올 용매 조건을 제외한, 각각의 용매 조건에서 부산물(박) 단위 중량에 대한 각 측정값은 부산물(박) 혼합량을 10% (w/v)에서 20% (w/v)로 증가시켰을 때 큰 폭으로 감소하였다. 이로 볼 때 복분자 부산물(박)에

함유된 색소 및 유효 성분의 추출에 적합한 부산물(박) 혼합량은 추출용매에 대해 10% (w/v) 수준으로 사료된다.

**Table 4. Total optical density(TOD) and polyphenol contents for extracts from *Bokbunja* byproduct as affected by mixing ratio of byproduct**

Solvent	Acid addition	Mixing ratio of byproduct (%)	TOD <sup>1)</sup> (unit)	TOD per byproduct(g)	Polyphenol (mg%)	Polyphenol per byproduct(g)		
Water	-	5	1.33	0.0266	47.44	0.9478		
		10	2.57	0.0257	78.74	0.7874		
		20	2.65	0.0132	78.70	0.3935		
		30	2.93	0.0098	80.96	0.2698		
	0.1% citric acid	5	1.86	0.0372	48.64	0.9728		
		10	4.40	0.0440	73.30	0.7330		
		20	4.97	0.0249	78.48	0.3924		
		30	5.24	0.0175	96.52	0.3217		
		40% Ethanol solution	-	5	2.42	0.0484	108.38	2.1676
				10	7.53	0.0753	205.45	2.0545
20	14.54			0.0727	308.19	1.5409		
30	18.10			0.0603	358.29	1.1943		
0.1% citric acid	5	6.36	0.1272	113.32	2.2664			
	10	16.53	0.1653	199.70	1.9970			
	20	19.64	0.0982	298.47	1.4923			
		30	26.83	0.0894	386.23	1.2874		

<sup>1)</sup>TOD was assayed for anthocyanin extraction and it was described in materials and methods.

**추출 횟수의 영향**

Table 5와 6은 추출용매에 10% (w/v)의 복분자 부산물(박)을 넣고 3회씩 추출하여 각 시기별 추출효율을 조사한 결과이다. 색소 성분은 1회의 추출로 물 용매에서 74.9%, 40% 에탄올 용매에서 88.0% 추출되었으며, 용매에 citric acid를 첨가한 경우에는 1회차의 색소 추출율이 조금 낮았

**Table 5. Extraction efficacy for pigment of extracts from *Bokbunja* byproduct as affected by extraction times**

Solvent	Acid addition	Extraction times			
		1st	2nd	3rd	Total
Water	-	2.57 <sup>1)</sup> (74.9) <sup>2)</sup>	0.59(17.2)	0.27(7.9)	3.43(100)
	0.1% citric acid	4.40(65.6)	1.46(21.8)	0.85(12.6)	6.71(100)
40% Ethanol solution	-	7.53(88.0)	0.78(9.1)	0.25(2.9)	8.56(100)
	0.1% citric acid	16.53(84.0)	2.51(12.8)	0.63(3.2)	19.67(100)

<sup>1)</sup>TOD(unit) was assayed for anthocyanin extraction and it was described in materials and methods.

<sup>2)</sup>Extraction efficacy percentage(%)

다. 이는 citric acid의 첨가로 2회차 및 3회차 추출에서 회수되는 색소 함량이 증가함에 기인한 것으로 추측되며, 반복 추출시 추출용매에 대한 citric acid의 첨가 유무는 색소의 전체 추출량과 작업효율에 큰 영향을 줄 것으로 사료된다. 2차례의 반복 추출시 색소의 추출효율은 citric acid를 첨가한 물 용매조건을 제외한 대부분의 용매에서 90% 이상이었다. 폴리페놀은 물 추출시 1회차의 추출효율이 66.2%에 불과하였으나 2차례의 작업을 통해 85% 이상 추출되었으며 40% 에탄올 용매조건에서도 2차례의 추출로 90% 이상의 추출효율을 나타내었다.

이상의 결과로, 천연 색소원으로 활용하기 위한 복분자 부산물(박)로부터의 색소 추출은 citric acid가 함유된 40% 에탄올 용매에 부산물(박)을 10% (w/v) 혼합하여 2차례 추출하는 것이 효과적인 것으로 사료되며 색소의 안정성이나 저장성에 관한 추가 연구가 있어야 하겠다.

**Table 6. Extraction efficacy for polyphenol of extracts from *Bokbunja* byproduct as affected by extraction times**

Solvent	Acid addition	Extraction times			
		1st	2nd	3rd	Total
Water	-	78.74 <sup>1)</sup> (66.2) <sup>2)</sup>	25.34(21.3)	14.78(12.5)	118.86(100)
	0.1% citric acid	73.30(65.5)	25.22(22.6)	13.32(11.8)	111.84(100)
40% Ethanol solution	-	205.45(80.8)	31.00(12.2)	17.76(7.0)	254.21(100)
	0.1% citric acid	199.70(82.2)	29.78(12.3)	13.37(5.5)	242.85(100)

<sup>1)</sup>Polyphenol compounds(mg%).

<sup>2)</sup>Extraction efficacy percentage(%).

**요 약**

복분자 부산물(박)을 유용한 천연 색소원으로 활용하기 위하여, 복분자 부산물(박)의 추출조건에 따른 색소 및 폴리페놀의 추출 특성에 대해 조사하였다. 용매 조건별 추출한 색소액의 총 흡광도는 80% 에탄올 용매에서 9.51 unit로 높은 편이었고, 폴리페놀은 에탄올 함량이 40%일 때 최고 수율이었고 에탄올 농도가 높아감에 따라 감소하는 경향이 있었다. 추출액의 총 흡광도는 용매에 citric acid 및 lactic acid를 첨가하였을 때 높았고, 폴리페놀의 함량은 ascorbic acid를 첨가한 용매 조건에서 높았다. 추출조건에서 부산물(박)의 혼합량이 많을수록 부산물(박) 단위 중량에 대한 총 흡광도 및 부산물(박) 단위 중량에 대한 폴리페놀 함량은 감소하는 경향이었고, 2차례의 추출과정을 반복하였을 때 색소와 폴리페놀은 85~90% 이상의 추출효율을 나타내었다.

## 참고문헌

1. 최형자 (2005) 새기술실증시험연구 활동결과 보고서 - 천연 식용색소 개발 및 이용방안 연구. 농촌진흥청, 825-837
2. Jung, H.J. (2007) A study of red rice *koji* production and industrial application of *Monascus* pigments from *Monascus* sp. Doctor thesis, Keimyung University.
3. Rhim, J.W., Lee, J.W., Jo, J.S. and Yeo, K.M. (2001) Pilot plant scale extraction and concentration of purple-fleshed sweet potato anthocyanin pigment. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 808-811
4. Lee, J.W., Lee, H.H. and Rhim, J.W. (2001) Extraction characteristics of red flower cabbage pigment. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 149-152
5. Shim, K.H., Kang, K.S., Choi, J.S., Seo, K.I. and Moon, J.S. (1994) Isolation and stability of anthocyanin pigments in grape peels. Korean J. Soc. Food Nutr., 23, 279-286
6. Kim, H.B. (2003) Quantification of cyanidin-3-glucoside (C3G) in mulberry fruits and grapes. Korean J. Seric. Sci., 45, 1-5
7. Lee, H.J., Jang, J.S., Choi, E.Y. and Kim, Y.H. (2008) Anthocyanin content and color stability in black rice according to different extract conditions and selected stabilizers. Korean J. Food Nutr., 21, 127-134
8. Kim, S.L., Hwang, J.J., Song, J., Song, J.C. and Jung, K.H. (2000) Extraction, purification and quantification of anthocyanins in colored rice, black soybean, and black waxy corn. Korean J. Breed., 32, 146-152
9. Kim, H.J. (2007) A study on the availability of *Begonia semperflorens* as edible flower and natural pigments resource and the improvement of cultivation conditions. Master thesis, Wonkwang University.
10. Pang, K.C., Kim, M.S. and Lee, M.W. (1996) Hydrolyzable tannins from the fruits of *Rubus coreanum*. Korean J. Pharmacogn., 27, 366-370
11. Cha, H.S., Park, M.S. and Park, K.M. (2001) Physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel. Korean J. Food Sci. Technol., 33, 409-415
12. Kim, J.H., Kim, C.H., Kim, H.S., Kwon, M.C., Song, Y.K., Seong, N.S., Lee, S.E., Yi, J.S., Kwon, O.W. and Lee, H.Y. (2006) Effect of aqueous extracts from *Rubus coreanus* Miquel and *Angelica gigas* Nakai on anti-tumor and anti-stress activities in mice. Korean J. Med. Crop Sci., 14, 206-211
13. Yang, H.M., Lim, S.S., Lee, Y.S., Shin, H.K., Oh, Y.S. and Kim, J.K. (2007) Comparison of the anti-inflammatory effects of the extracts from *Rubus coreanus* and *Rubus occidentalis*. Korean J. Food Sci. Technol., 3, 342-347
14. Choi, H.S., Kim, M.K., Park, H.S., Kim, Y.S. and Shin, D.H. (2006) Alcoholic fermentation of *Bokbunja*(*Rubus coreanus*) wine. Korean J. Food Sci. Technol., 38, 543-547
15. Bai, S.K. (2006) Natural dyeing of silk fabric dyed with *Rubus coreanus* Miquel extract. J. Kor. Soc. Cloth. Ind., 8, 476-480
16. Lee, J.W., Lee, H.H., Rhim, J.W. and Jo, J.S. (2000) Determination of the conditions for anthocyanin extraction from purple-fleshed sweet potato. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 29, 790-795
17. Slinkard, K. and Singleton, V.L. (1977) Total phenol analysis : Automation and comparison with manual method. Am. J. Ecol. Vitic., 28, 49-56
18. Kim, S.J., Rhim, J.W., Lee, L.S. and Lee, J.S. (1996) Extraction and characteristics of purple sweet potato pigment. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 345-351
19. Kang, C.S., Ma, S.J., Cho, W.D. and Kim, J.M. (2003) Stability of anthocyanin pigment extracted from mulberry fruit. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 906-964
20. Park, H.J., Jeon, T.W., Lee, S.Y., Cho, Y.S., Cho, S.M. and Chang, K.S. (2004) Studies on characteristics and stability of anthocyanin pigment extracted from Korean purple-fleshed potatoes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 33, 1544-1551
21. Park, S.W., Jung, Y.S. and Ko, K.C. (1997) Quantitative analysis of anthocyanins among mulberry cultivars and their pharmacological screening. Korean J. Soc. Hort Sci., 38, 722-724
22. Oh, J.K. and Imm, J.Y. (2005) Effect of amino acids addition on stability and antioxidative property of anthocyanins. Korean J. Food Sci. Technol., 37, 562-566
23. Lee, L.S., Rhim, J.W., Kim, S.H. and Chung, B.C. (1996) Study on the stability of anthocyanin pigment extracted from purple sweet potato. Korean J. Food Sci. Technol., 28, 352-359
24. Hong, J.H., Chung, H.S., U, H. and Youn, K.S. (2002) Storage stability of anthocyanin pigment isolated from wasted grape peels. Korean J. Food Preserv., 9, 327-311
25. Watada, A.E. and Abbott, J.A. (1975) Objective method of estimating anthocyanin content for determining color grade of grapes. J. Food Sci., 40, 1278-1279