컬러동치미 제조를 위한 홍갓, 맨드라미, 비트에 함유된 안토사이안 색소의 최적 추출 조건

김 미 혜*

호서대학교 자연과학대학 바이오산업학부 및 기초과학연구소

Optimal Conditions for Extraction of Anthocyan from *Celosia cristata* L.,
Brassica juncea czerniak et coss, *Beta vulgaris* L. for manufacture of Color Dongchimi

Mi-Hye Kim*

The Research Institute for Basic Science, Hoseo University

Abstract

This study was conducted to develop a method to change the color of traditional *Dongchimi* using natural dyes to meet changing consumer demands. It was intended to improve the manufacturing process ability for color *Dongchimi*, and the best optimum extraction solvent and method from the natural dyes were proven to be confirmed and valid. The extraction process was evaluated using different solvents including distilled water, 20% ethyl alcohol, and 1% citric acid, and the quantity of the extracted anthocyanin was then measured based on the absorbance. The greatest absorbance was observed when 1% citric acid was used. Based on these findings, it would be most efficient to allow the traditional *Dongchimi* to produce citric acid naturally instead of using artificial additives during its production. *Celosia cristata* L. was extracted in its largest quantity when reacted with 20% ethyl alcohol. Therefore, instead of applying *Celosia cristata* L. to *Dongchimi* as the sub-ingredient during the preparatory stage, it will be more efficient to use *Celosia cristata* L. as the fractional ingredient in order to first extraction.

Key Words: Anthocyanin, *Celosia cristata* L., *Brassica juncea czerniak et coss*, *Beta vulgaris* L., *Dongchimi*, extraction condition

1. 서 론

전통 발효식품인 김치류 중 국물김치로 가장 보편화된 동치미는 양념류가 많이 들어가지 않고 국물을 많이 사용하기 때문에 맛이 담백하며 국물에 생성된 젖산을 비롯한 각종 유기산과 이산화탄소가 주는 독특한 맛과 상쾌한 청량감의 탄산미 그리고 무가 씹힐 때 느껴지는 아삭아삭한 텍스처 때문에 예부터 즐겨 찾던 김치이다(Jo & Hwang 1988). 동치미는 주로 겨울철에 무를 통째로 담그는 통 동치미가 일반적이었으나 냉장고 등의 보급이 일반화 된 후 겨울철뿐만 아니라 계절에 관계없이 적당히 잘라서 편리하게 사계절 이용하고 있다.

하지만 동치미는 발효와 숙성이 진행됨에 따라 풍미의 변화가 일어나는데 과숙되면 이러한 풍미와 조직감이 급격히 저하되어 동치미로서의 특성을 잃게 된다. 장기 저장시 동치미에서 나타나는 신맛, 군덕맛, 그리고 무 조직의 연화는 동

치미의 품질을 저하시키는 주요한 요인으로 지적되고 있다. 이에 동치미의 저장성을 증대시키기 위한 다양한 연구들이 이루어져 왔는데, 첨가물에 관한 연구(Hwang & Jang 2001; Moon & Jang 2004), 저온저장(Jeong 등 1997; Noh 등 2009), 열처리(Kang 등 1991), 동결처리(Lee 등 1999), 초임계처리(Hong 등 2008) 그리고 향신료 및 천연부재료 첨가효과(Jang 등 2000; Park 2005; Park & Jang 2006) 연구 등 다양한 연구들이 동치미의 품질을 유지하면서 가식기간을 연장시킬 수 있는 방법을 찾기 위해 진행되어 왔다. 최근에는 식품의 부패를 억제하기 위한 방법으로 합성보존료 대신 천연항균성 물질의 첨가가 활발히 연구되고 있다.

서양에서는 oregano, basil, sage 등이 주로 사용되며, 국내에서는 파, 마늘, 고추 등이 음식의 맛과 향을 증진시키고 불쾌한 냄새를 없애기 위한 향신료로 많이 이용되어 왔다. 그 밖에 허브의 소화촉진, 항균, 살균, 산화방지 등의 작용이 알려지면서 다양하게 활용되고 있다(Son 등 2005). 임원십육지

*Corresponding author: Mi-Hye Kim, Research Institute of Eco Food, Hoseo University, 165, Asan, Chungnam Korea
Tel: +82-41-540-9663 Fax: +82-41-548-0670 E-mail: kimmihye92@hoseo.edu

(이 등 2007), 규합총서(정 2008), 수운잡방(윤 1998) 등의 고조리서에서도 동치미에 다양한 식재료를 첨가하여 동치미 맛을 다양화 하였을 뿐만 아니라 동치미 저장기간도 연장시켰음을 알 수 있다.

파이토케미칼(phytochemical)이 풍부한 천연식재료 중 특히 홍갓과 맨드라미는 전통적으로 동치미에 색을 더하기 위해 사용되었던 식재료이며, 비트는 명아주과에 속하는 뿌리 채소로 최근 붉은 색소원으로 다양한 음식에 응용되고 있어 컬러 동치미 제조에 적합할 것으로 사료 된다. 맨드라미(*Celosia cristata* L.)는 쌍떡잎 식물 중심자목 비름과에 속하는 1년생 한해살이풀이며 관상용으로 흔히 재배하는데, 계관(鷄冠), 계두(鷄頭)라고도 한다(이 1982). 특히 여러 나라에서 맨드라미의 어린잎과 개화된 꽃은 채소로 사용되어졌으며 (Palada & Crossman 1999) 마른 잎이나 꽃과 씨는 중국의 전통 약재로 사용되어져 왔다(Xu 등 1996). 명아주과 비트의 뿌리는 빨간 색소의 주요 공급원이며 진한 빨간색인 베타시아닌(beta cyanin)은 FDA에서 승인한 색소 첨가제로서 식품공업에서 중요하게 쓰이고 있다(MacDougall 2002). 비트의 베타시아닌(beta cyanin)을 추출하여 천연착색료 비트 레드를 만들어 식용색소에 이용하기도 한다(Lee 등 2005). 또한 비트는 항암암 해독효소의 유도효과가 높고, anthocyanin이 함유되어 생리활성이 높은 식품으로 알려져 있다(Kanner 등 2001).

홍갓, 맨드라미, 비트 등 이들 적자색 식재료에 많은 안토시아닌(Antocyan)은 페놀성 화합물에 속하며 수용성 플라보노이드계 색소로서 항암, 항산화, 항바이러스, 면역증강 등 다양한 생리활성 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Jang 등 2009; Kim 등 2010). 또한 안토시아닌은 수용성 색소군을 통틀어 이르는 말로 pH에 따라 색이 변하는 특성이 있다. 동치미의 숙성이 진행되면 무의 당이 유기산으로 변화하여 동치미 국물이 산성으로 변화하는데 안토시아닌은 산성에서 안정된 빨간색을 나타내기 때문에, 안토시아닌 천연 색소의 첨가는 동치미의 기능성을 향상시킬 뿐 아니라 관능적 품질 향상에도 도움이 될 것이다.

따라서, 본 연구에서는 항산화, 항균 효과가 뛰어난 천연 안토시아닌 색소의 이용도 증진 및 상업적 활용에 기초자료 제공을 위한 일환으로 홍갓, 맨드라미, 비트 함유 안토시아닌의 최적 추출용매 및 추출방법을 확립하여 컬러동치미 제조 가공적성을 향상 시키고자 하였다. 나아가 소비자의 다

양한 기호 변화에 맞추어 전통음식을 개발하고 전통음식의 과학적인 고찰을 통하여 한식의 세계화에 이바지 하고자 시도 되었다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용한 맨드라미는(*Celosia cristata* L.)는 2011년 7월 직접 과종하여 10월 꽃 부분만 수확한 후 3일 자연 건조하여 냉동보관 후 사용하였으며, 홍갓(*Brassica juncea czerniak et coss*)은 2012년 3월 순천시 소재 오병이어 영농조합 법인에서 수확한 것으로 길이 45-48 cm, 무게 94 g 내외의 것의 잎사귀를 잘게 다져 사용하였다. 비트(*Beta vulgaris* L.)는 2012년 3월 인근 재래시장에서 구입한 지름 10-14 cm 것의 외피를 제거한 후 잘게 다져서 사용하였다.

2. 색소 추출

안토시아닌 추출에 사용된 용매는 인체에 가장 안정하며, 추출 후 음식에 바로 적용할 수 있도록 증류수(H_2O)와 유기산(Citric acid)을 사용하였다. 보통Anthocyanin 색소 추출에 사용된 용매는 추출 효과를 높이기 위해 HCl이나 유기산을 사용하여 용매를 산성으로 조절하여 사용하는데 Lee 등 (2000)의 연구에 의하면 HCl과 같은 강산보다는 Citric acid와 같은 유기산을 사용하는 것이 anthocyanin 색소의 안정성을 확보하는데 바람직할 것으로 보고한 바 있다. 용매에 사용된 증류수는 증류수 제조기에서 제조된 1차 증류수를 사용하였다. 시료량은 용매 200 g당 20 g의 시료를 넣어 추출하였다. 맨드라미는 건조시켰기 때문에 식물의 수분 함량인 80%를 고려하여 용매 200 g당 16 g의 증류수와 4 g의 시료를 첨가하였다.

안토시아닌 색소 추출 용매는 가장 기본이 되는 증류수(H_2O), 실제 동치미 침지 염도 조건에서의 추출 상태를 파악하고자 2.4% 소금물(2.4% NaCl) 용매, 안토시아닌 색소 안정화를 위한 1% 유기산(1% citric acid), 색소 추출 효율성을 높이기 위한 유기용매로 20% 에틸알코올(20% Ethyl alcohol), Ethyl alcohol(20%)에 유기산(1% Citric acid)을 더한 용매, 동치미 숙성 중 발효에 의한 자연스러운 유기산 생성 조건을 가정한 2.4% 소금물(2.4% NaCl)에 1% 유기산(1% Citric acid)을 가한 형태 등 다양한 추출 용매로써 식재

<Figure 1> Visual description of *Brassica juncea czerniak et coss*, *Beta vulgaris* L., and *Celosia cristata* L.

료에 함유된 안토시아닌 최적 추출 용매를 선정하고자 하였다. 색소추출은 CHMLAB(F1002-240) 필터를 이용하여 상온에서 정치 추출 하여 5 냉장 보관하여 사용하였다. 색소 추출량은 분광광도계 흡광도로써 추정하였다. 안토시아닌의 일종인 베타시아닌(Betacyanin)의 최대 흡수파장이 530-545 nm이기 때문에 530 nm 조건에서 흡광도를 측정 하였다(김 1999).

3. 색차측정

일반적으로 안토시아닌의 함량이 높으면 적색 영역의 흡광도 및 색차계의 적색도가 높아지는 양상을 나타내는 것으로 알려져 있어(Joo 등 2004) 분광광도계의 흡광도 및 색차계의 적색도를 안토시아닌 함량 평가의 간접측정 방법으로 많이 이용하고 있다(Kim 등 2000).

추출 안토시아닌의 흡광특성 측정을 위한 spectrophotometer는 UV/VIS spectrometer PerkinElmer Lambda25를 이용하였으며, 추출 용액의 색차(L, a, b)는 Minolta사 CM-3500d 모델을 사용하였다. 사용한 색차계의 표준 백판값은 (L: 97.45, a: -0.021, b: 0.42)였다. 모든 실험값은 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

4. 당도 및 pH

당도는 실온에서 ATAGO(PAL-3) 당도계를 이용하여 측정하였으며, 염도는 SEKISUI(SS-31A)로 측정하였다. pH는 실온에서 PH meter(SCHOTT Lab850)를 사용하여 측정하였다.

5. 통계분석

실험결과는 평균값으로 나타내었고, 분석된 실험 데이터는 대조군과 각 시료로부터 얻은 실험 자료로부터 one-way ANOVA를 실시하여 $p < 0.01$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 안토시아닌(anthocyan) 색소의 추출 용매 영향

1) 홍갓(*Brassica juncea czerniak et coss*)에서의 최적 색소 추출 용매

전통적으로 오랫동안 김치의 주, 부재료로 사용되어 온 재래종 갓은 여러 가지 종류가 있으며 그 중 홍갓(*Brassica juncea czerniak et coss*)은 특징적으로 자색의 안토시아닌(anthocyan) 색소가 다량 함유되어 있다(Park 1979). <Table 1>과 같이 홍갓의 경우 용매에 따른 색소 추출량이 샘플별로 흡광도 값의 평균에 유의적인($p < 0.01$) 차이가 있었다. 추출용매 C(1% Citric acid)에서 흡광도는 0.39/12 h, 0.42/24 h로 가장 높았으며, 다음이 sample E(20% ethyl alcohol+1% citric acid)와 sample F(1% citric acid+2.4% NaCl)에서 각각 0.34/12 h, 0.41/24 h, 0.34/12 h, 0.40/24 h이었다. 따라서 용매 C로 추출된 샘플의 홍갓 색소량이 가장 많고 다음이

sample E, F 순이었으며, 이 시료들이 포함하고 있는 안토시아닌 양도 상대적으로 많음을 알 수 있다. 따라서 홍갓에서의 최적 색소 추출 용매는 1% Citric acid 용매인 것으로 나타났다.

Hunter value로 측정한 적색도(a값) 역시 12시간에서는 sample C값이 17.61/12 h로 가장 높고, sample E값은 15.13/12 h로 다음 순이었고, sample F 값도 2.99/12 h로 높게 나타났다. 정치 24시간에서는 sample E값이 18.18/24 h로 가장 높았으며, 다음이 sample F값 14.02/24 h, sample C값은 2.23/24 h로 나타났다. 이 세 시료를 제외한 나머지 시료들의 적색도(a값)는 음의 값을 보였다. 안토시아닌은 pH에 따라 색이 변하는데, 산성에서는 적색을 띠기 때문에 유기산(citric acid)이 첨가된 pH 3 이하 용매인 sample C, E, F에서 선홍색을 띄었고, 추출된 안토시아닌 색소도 안정화되었음을 알 수 있다. 또한, sample A(H₂O)와 D(20% Ethyl alcohol)에서는 pH가 중성에 가까움으로 색소의 색깔은 적색을 약간 함유한 담황색을 나타내며, 안토시아닌은 알칼리성에서는 초록색으로 변화하는 경우가 많기 때문에 2.4% NaCl 이 섞인 sample B(2.4% NaCl)에서 색소 추출물은 알칼리성인 NaCl로 인해 녹색으로 변색한 것이다. 따라서, 전통적으로 홍갓 동치미를 제조할 때 처음부터 동치미 부재료인 홍갓을 넣는 방법은 소금물(NaCl)의 영향을 받아 색소 추출이 용이하지 않으며 색소 안정화에도 부정적일 것으로 보인다.

이상에서와 같이 홍갓에서 추출한 안토시아닌 색소는 산성인 유기산(1% citric acid)를 첨가 하였을 때 가장 흡광도(530nm) 값이 높아 안토시아닌이 효율적으로 용출됨을 알 수 있었고, 적색도(a값) 값도 높아 관능적으로 우수한 특징을 나타냈다. 위의 결과는 홍갓에서의 색소 침출시간이 12시간과 24시간에서 모두 같은 패턴을 나타냈다($p < 0.01$).

2) 맨드라미(*Celosia cristata L*)에서의 최적 색소 추출 용매
강력한 항산화, 항바이러스 효능이 검증되었으며(Pyo 등 2008), 전통적으로 오랫동안 장독대 근처에 심어져 잡균들로부터 장맛을 지켜온 맨드라미의 천연색소를 추출하여 동치미 제조에 응용하고자, 다양한 용매별로 최적의 추출 조건을 선정하였다. <Table 2>와 같이 맨드라미 색소 추출물 역시 용매에 따른 색소 추출량은 유의수준에서($p < 0.05$) 샘플별로 흡광도 값의 평균에 차이가 있었다. 맨드라미 색소 추출물의 흡광도는 sample D(20% ethyl alcohol)에서 1.36/12 h, 2.15/24 h로 가장 높았으며, 다음이 sample E(20% ethyl alcohol +1% citric acid)에서 1.31/12 h, 1.27/24 h로 높았으며, 다음이 sample A(H₂O) 1.20/12 h, 1.22/24 h순이었다. 즉, 맨드라미 안토시아닌 색소는 유기용매인 ethyl alcohol로 추출하는 것이 높은 흡광도 값을 나타내었으며, 1% citric acid 시료에서 가장 낮은 흡광도 값을 나타내었다. 이는 12시간과 24시간 모두 같은 유형으로 나타났다($p < 0.01$).

Hunter value로 측정한 적색도(a값)는 홍갓에서와는 달리

<Table 1> Comparison on the characteristic anthocyanins of *Brassica juncea* Czerniak et coss according to different extraction solvents

Brassica juncea Czerniak et coss									
H	Extraction solvent	Absorbance	Hunter value			Sugar content (%)	Salinity (%)	pH	Visual description
		530 nm	L	a	b				
12 h	A ¹⁾	0.16	32.39	-6.53	4.30	0.5	0.0	6.96
	B ²⁾	0.20	39.02	-7.36	3.09	2.8	1.6	6.62
	C ³⁾	0.39	7.89	17.61	-7.17	1.3	0.1	2.70
	D ⁴⁾	0.18	29.83	-3.88	-0.67	7.4	0.0	6.49
	E ⁵⁾	0.34	8.21	15.13	-7.27	7.3	1.9	2.78
	F ⁶⁾	0.34	0.67	2.99	1.15	3.7	1.8	2.50
		<0.0001	<0.0001	-	-				
24 h	A ¹⁾	0.35	44.44	-6.58	3.72	0.4	0.0	6.69
	B ²⁾	0.31	46.97	-6.02	3.37	2.7	1.8	6.61
	C ³⁾	0.42	0.38	2.23	0.65	1.2	0.1	2.71
	D ⁴⁾	0.20	32.31	-4.48	0.54	4.0	0.0	6.47
	E ⁵⁾	0.41	5.51	18.18	-4.20	6.7	0.0	2.84
	F ⁶⁾	0.40	3.80	14.02	3.23	3.6	1.6	2.55
		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001				

¹⁾H₂O, ²⁾2.4% NaCl, ³⁾1% Citric acid, ⁴⁾20% Ethyl alcohol, ⁵⁾1% Citric acid+20% Ethyl alcohol, ⁶⁾1% Citric acid+2.4% NaCl
^{abcde}p<0.01

매우 다양한 경향을 나타내었으나 유의수준에서 차이는 보이지 않았다. 적색도가 가장 높은 시료는 2.4% NaCl 용액인 sample B로 그 값이 14.79/12 h, 39.80/24 h이었다. 그 다음은 sample A(H₂O) 5.41/12 h, 36.56/24 h였다. 황색도(b값)는 용매에 따른 평균값이 유의적 차이를 보였으며(p<0.001) 12시간 추출 sample A와 B에서는 1.74/12 h, 2.49/12 h로 황색도 값도 높게 나타났으며, 24시간 추출에서는 sample A와 B가 -4.98/24 h, -10.88/24 h로 가장 낮은 값을 나타냈다.

이와 같이 맨드라미에서 색소를 추출하고자 할 때 물과 소금물 용매에서는 적색도와 황색도가 모두 높은 색소가 추출되나, 정치 시간이 지남에 따라 적색도가 증가하며, 황색도는 오히려 감소하는 특징이 있다. 맨드라미 시료를 유기용매로 추출하면 시간이 지남에 따라 적색도와 황색도가 모두 증가하며, 흡광도가 가장 높은 색소 추출물을 얻을 수 있다. 즉, 베타시아닌(beta-cyanin)과 같은 530 nm 범위에서 최대 흡수파장을 보인 맨드라미 성분들은 유기용매로 추출하였을 때 가장 효율적으로 추출된다고 하겠다. 또한, 유기용매로 추출한 sample D, E는 다른 시료와 달리 높은 당도를 특징으로 살펴 볼 수 있는데, 당도가 시간이 지남에 따라 감소함의 특

성도 관찰할 수 있었다. 이는 맨드라미의 꽃 천연 추출물에서 효소(cyclo-DOPA 5-glucoside glucuronosyltransferase) 활성이 있음이 증명되었다(Nobuhiro 등 2005)는 논문과 같이 맨드라미 꽃 속에 자체적으로 내포되어 있는 당 성분과 효소들이 유기용매에 의해 용출 되었으며, 시간이 지남에 따라 효소의 이용에 의해 당도가 감소된 것으로 유추할 수 있겠다. 일찍이 맨드라미의 빨간 꽃에 질소를 포함하고 있는 안료가 있음이 보고되었고(Wehmer 1929), 후에 보라색 꽃에 셀로시아닌(celosianins)이 함유된 것과 빨간 꽃에 아마란틴(amaranthin)과 베타인(betain)이 함유된 것이 발견 되어진 것과(Piattelli & Impellizzeri 1970) 같이 맨드라미에는 다양한 색소가 함유되어 있고 이들은 유기용매뿐만 아니라 소금물(2.4% NaCl)에서도 적색도(a값)가 높은 색소 추출물이 쉽게 용출됨을 확인 할 수 있었다.

3) 비트(*Beta vulgaris* L.)에서의 최적 색소 추출 용매

비트를 이용하여 켈러동치미를 제조하기 위한 사전 작업으로 다양한 용매에 의한 비트 안토시아닌 색소의 추출조건을 결정하고자 하였다. 실험 결과는 <Table 3>과 같다. 홍갓,

<Table 2> Comparison on the characteristic anthocyanins *Celosia cristata* L. of according to different extraction solvents

H	Extraction solvent	Celosia cristata L.							
		Absorbance	Hunter value			Sugar content (%)	Salinity (%)	pH	Visual description
		530 nm	L	a	b				
12 h	A ¹⁾	1.20	1.01	5.41	1.74	0.3	0.1	5.88
	B ²⁾	1.16	2.79	14.79	2.49	2.8	2.0	4.89
	C ³⁾	0.85	0.20	1.24	0.34	1.2	0.1	2.62
	D ⁴⁾	1.36	0.45	2.62	0.76	7.6	0.0	5.84
	E ⁵⁾	1.31	0.23	1.41	0.40	7.4	0.1	2.80
	F ⁶⁾	0.90	0.28	1.71	0.48	3.8	2.2	2.37
		<0.0001	-	-	<0.0001				
24 h	A ¹⁾	1.22	13.58	36.56	-4.98	0.3	0.0	6.0
	B ²⁾	1.07	20.47	39.80	-10.88	2.8	2.0	5.23
	C ³⁾	0.77	11.98	18.76	-4.66	1.2	0.1	2.66
	D ⁴⁾	2.15	1.66	9.42	2.86	3.0	0.0	5.23
	E ⁵⁾	1.27	0.83	4.93	1.43	6.9	0.0	2.84
	F ⁶⁾	1.12	2.36	12.31	3.51	3.5	1.9	2.48
		<0.0001	-	-	<0.0001				

¹⁾H₂O, ²⁾2.4% NaCl, ³⁾1% Citric acid, ⁴⁾20% Ethyl alcohol, ⁵⁾1% Citric acid+20% Ethyl alcohol, ⁶⁾1% Citric acid+2.4% NaCl
^{abcde}p<0.001

맨드라미, 비트 세 가지 식재료 중 가장 진한 붉은 색을 띠는 비트 색소 추출물은 용매에 따른 평균값이 높은 유의적 차이를 나타냈다(p<0.001). 색소량을 추정할 수 있는 흡광도 값은 sample C(1% citric acid)에서 6.00/12 h, 6.00/24 h로 가장 높았으며, 다음이 sample F(CA+NaCl) 4.42/12 h, 6.00/24 h이고, 다음이 sample E(CA+EA) 4.12/12 h, 6.00/24 h이었다. 가장 낮은 흡광도 값은 sample B(NaCl)로 0.63/12 h, 0.48/24 h 값을 나타내었다. 비트 색소 추출물은 유기산(1% citric acid)을 함유한 용매에서 높은 흡광도 값을 보였다.

Hunter value로 측정한 적색도(a값)와 황색도(b값)의 특징은 sample A(H₂O)에서 a값 15.59/12 h, 36.11/24 h, b값 4.74/12 h, 14.98/24 h이고, sample B(2.4% NaCl)에서 a값 10.27/12 h, 16.79/12 h, b값 4.02/12 h, 21.52/24 h인 것 같이 물과 소금물에서의 적색도와 황색도 값이 높게 나타났다. 반면 sample F(CA+NaCl)에서 a값 0.88/12 h, 2.82/24 h, b값 0.22/12 h, 0.73/24 h는 가장 낮게 나타났다.

이와 같이 비트 색소 추출물의 특징은 유기산을 함유한 용매 추출물의 흡광도 값이 가장 높아 색소 추출량은 높으나

적색도가 가장 낮게 나타났다는 점이다. 하지만 이것은 색소 추출물을 시각적으로 확인하면 그 이유를 알 수 있다. 비트 색소 추출물의 흡광도는 홍갓 색소 추출물에 비해 대략 15배 이상의 흡광도 값을 보이며, 맨드라미 색소 추출물의 5배 이상의 흡광도 값을 보여 그 색소 추출량 농도와 추출률을 알 수 있겠다. 이는 비트 안토시아닌 종류인 베타라인(Betalains)은 수용성으로 tyrosine으로부터 생성되어 진한 붉은색과 자주색을 띠는 베타시아닌(betacyanins)이 많이 함유하고 있기 때문에 쉽게 추출되어 흡광도 값은 높으나, 그 농도가 너무 진해 적색을 넘어 검붉은 색으로 보여 오히려 적색도와 황색도 값이 낮게 나타나는 것이다.

2. 안토시아닌 색소의 추출 시간 영향

효율적인 천연 안토시아닌 색소 추출 조건 선정을 위해 추출 용매 결정에 이어 적절한 추출 시간을 알아보고자 각 시료들을 상온에서 정지 상태로 12시간, 24시간, 48시간 군으로 나눠 흡광도 값을 측정함으로써 색소 추출량을 비교하고자 하였다.

<Table 3> Comparison on the characteristic anthocyanins *Beta vulgaris* L. of according to different extraction solvents

H	Extraction solvent	Beta vulgaris L.								
		Absorbance	Hunter value				sugar content (%)	salinity (%)	pH	Visual description
		530 nm	L	a	b					
12 h	A ¹⁾	1.26	3.135	15.59	4.74	0.4	0.00	6.60
	B ²⁾	0.63	2.33	10.27	4.02	2.9	1.9	5.45
	C ³⁾	6.00	0.17	1.14	0.29	1.3	0.1	2.52
	D ⁴⁾	4.26	0.65	3.91	1.11	13.5	0.0	6.22
	E ⁵⁾	4.12	0.64	4.00	1.10	7.5	0.0	2.66
	F ⁶⁾	4.42	0.13	0.88	0.22	3.8	2.0	2.33
		<0.0001	<0.0001	<0.0001	-					
24 h	A ¹⁾	1.64	14.02	36.11	14.98	0.3	0.0	6.81
	B ²⁾	0.48	12.63	16.79	21.52	2.8	1.5	5.11
	C ³⁾	6.00	0.86	5.44	1.48	1.4	0.1	2.57
	D ⁴⁾	4.42	2.18	13.04	3.76	6.0	0.0	6.27
	E ⁵⁾	6.00	1.5	9.22	2.58	6.9	0.1	2.54
	F ⁶⁾	6.00	0.43	2.82	0.73	3.7	1.5	2.39
		-	-	-	-					

¹⁾H₂O, ²⁾2.4% NaCl, ³⁾1% Citric acid, ⁴⁾20% Ethyl alcohol, ⁵⁾1% Citric acid+20% Ethyl alcohol, ⁶⁾1% Citric acid+2.4% NaCl
^{abcde}p<0.01

1) 홍갓(*Brassica juncea czerniak et coss*)에서의 최적 색소 추출 시간

<Table 4>에서와 같이 홍갓에서 안토시아닌 색소 추출의 경우 용매 D(20% ethyl alcohol)를 제외한 모든 용매에서 시간이 지남에 따라 유의한 수준(p<0.001)에서 흡광도 값이 높아짐을 알 수 있다. 특히 용매 A(H₂O)와 용매 B(2.4% NaCl)의 경우는 시간이 지남에 따라 그 증가량이 매우 크다. 즉, 물과 소금물에서 홍갓을 추출할 경우 추출 시간을 오래 할 수록 추출 색소도 많아짐을 알 수 있겠다. 이는 동치미 제조시 동치미 부재료를 넣을 경우 안토시아닌이 용출되기까지는 충분한 시간이 필요함을 알 수 있다. 반면 색소 용출량이 높은 유기산(1% Citric acid) 함유 용매와 에틸알코올과 같은 유기용매는 시간이 흐름에 따라 색소 용출 증가량이 높지 않기 때문에 48시간 보다는 24시간 이내의 추출시간이 바람직하다 하겠다.

2) 맨드라미(*Celosia cristata* L.)에서의 최적 색소 추출 시간

<Table 5>와 같이 맨드라미의 경우 용매 C(1% citric acid)를 제외하고 모든 용매에서 시간의 변화에 따라 맨드라

<Table 4> Comparison on the efficiency of *Brassica juncea Czerniak et coss* anthocyanins with differed, timed extractions

Extraction solvent	Absorbance 530nm			P
	12 h	24 h	48 h	
A ¹⁾	0.16	0.35	0.70	<0.0001
B ²⁾	0.20	0.31	0.64	<0.0001
C ³⁾	0.39	0.42	0.43	<0.0001
D ⁴⁾	0.18	0.20	0.20	0.002
E ⁵⁾	0.34	0.41	0.42	<0.0001
F ⁶⁾	0.34	0.40	0.42	<0.0001

¹⁾H₂O, ²⁾2.4% NaCl, ³⁾1% Citric acid, ⁴⁾20% Ethyl alcohol, ⁵⁾1% Citric acid+20% Ethyl alcohol, ⁶⁾1% Citric acid+2.4% NaCl
^{abc}p<0.01

미 추출물의 흡광도는 통계량 유의 확률이 0.0001로서 유의 수준 5% 이하에서 유의한 차이를 보였다. 하지만 시간 흐름에 따른 변화 양상은 홍갓 색소 추출물과는 다른 특성을 나타냈다. 맨드라미 색소 추출 용매 A(H₂O)의 경우 정지 시간이 길수록 흡광도 값이 커서 색소의 추출량이 많아졌음을 알

<Table 5> Comparison on the efficiency of *Celosia cristata* L anthocyanins with differed, timed extractions

Extraction solvent	Absorbance 530nm			P
	12 h	24 h	48 h	
A ¹⁾	1.20	1.22	1.46	<0.0001
B ²⁾	1.16	1.07	1.75	<0.0001
C ³⁾	0.85	0.77	0.53	-
D ⁴⁾	1.36	2.15	2.49	<0.0001
E ⁵⁾	1.31	1.27	1.16	<0.0001
F ⁶⁾	0.90	1.12	0.67	<0.0001

¹⁾H₂O, ²⁾2.4% NaCl, ³⁾1% Citric acid, ⁴⁾20% Ethyl alcohol, ⁵⁾1% Citric acid+20% Ethyl alcohol, ⁶⁾1% Citric acid+2.4% NaCl

^{abc}p<0.01

수 있다(p<0.001). 용매 D(20% ethyl alcohol)의 경우도 정 치 시간이 길수록 흡광도 값이 커져 색소 추출량이 많아졌 음을 알 수 있다(p<0.001). 즉, 맨드라미에서 안토시아닌 색 소를 추출하고자 할 때 그 용매를 물과 20% 에탄올로 추출 하려면 12시간 보다는 48시간 정도의 충분한 시간을 가지고 색소를 추출하는 것이 바람직하다고 하겠다.

용매 E(1% Citric acid+20% Ethyl alcohol)의 경우는 시간이 지남에 따라 오히려 흡광도 값이 감소하는 것을 볼 수 있다 (p<0.001). 용매 C(1% citric acid)의 경우에도 유의수준은 아니 지만 시간 경과에 따른 흡광도 값의 감소가 나타났다. 또한 용 매 C의 경우 여러 용매 중 가장 낮은 흡광도 값을 보여 맨드 라미 색소 추출 용매로서는 바람직하지 않다고 할 수 있다.

용매 B(2.4% NaCl)의 경우는 시간이 지남에 따라 색소 추출량이 감소하였다 다시 증가함을 보였으며, 용매 F(1% citric acid+2.4% NaCl)의 경우에는 시간이 지남에 따라 흡 광도 값이 증가했다 다시 감소하는 것으로 나타났다. 추출 용매 중 NaCl이 함유될 경우 맨드라미의 다양한 색소들과 반응하여 시간의 흐름에 따라 흡광도 값의 변화가 일관적이 지 않으며 불안정한 양상을 보였다.

이상과 같이 맨드라미 색소 추출 용매와 시간에 따른 색소 량은 유기용매인 20% ethyl alcohol을 함유할 경우 가장 높게 나타났으며, 시간의 변화에도 안정된 용출 양상을 보였다. 반 면 산도가 낮을 경우 불안정한 양상을 나타내므로 맨드라미를 활용하여 동치미를 제조할 경우 동치미 제조 처음부터 맨드라미 부재료를 넣기 보다는 물이나 에틸알코올 등으로 추 출 후 농축하여 동치미 숙성 이후 섭취 직전에 맨드라미 안 토시아닌 색소를 첨가하는 것이 바람직할 것으로 평가된다.

3) 비트(*Beta vulgaris* L)에서의 최적 색소 추출 시간

비트에서 안토시아닌 색소를 추출할 경우 용매 A(H₂O)와 D(20% ethyl alcohol)를 제외하고 시간에 흐름에 따라 흡광 도 값의 변화가 유의적 수준(p<0.01)에서 차이를 보였다 <Table 6>. 비트에서 안토시아닌 색소를 추출할 경우 물 (H₂O)과 에틸알코올(20% ethyl alcohol)로 추출할 경우 추출

<Table 6> Comparison on the efficiency of *Beta vulgaris* L. anthocyanins with differed, timed extractions

Extraction solvent	Absorbance 530 nm			P
	12 h	24 h	48 h	
A ¹⁾	1.26	1.64	1.60	-
B ²⁾	0.63	0.48	0.32	<0.0001
C ³⁾	6.00	6.00	4.51	<0.0001
D ⁴⁾	4.26	4.42	4.32	0.128
E ⁵⁾	4.12	6.00	4.04	<0.0001
F ⁶⁾	4.42	6.00	6.00	<0.0001

¹⁾H₂O, ²⁾2.4% NaCl, ³⁾1% Citric acid, ⁴⁾20% Ethyl alcohol, ⁵⁾1% Citric acid+20% Ethyl alcohol, ⁶⁾1% Citric acid+2.4% NaCl

^{abc}p<0.01

시간에 따라 추출량의 차이가 없기 때문에 12시간이 바람직 할 것이다. 또한 용매 B(2.4% NaCl)와 C(1% citric acid)의 경우 추출 시간이 경과함에 따라 유의적 수준(p<0.001)에서 색소량이 오히려 감소하고 있어 비트에서 안토시아닌 색소 를 추출할 경우 12시간 이내의 짧은 시간내에 안토시아닌 색 소를 추출하는 것이 가장 우수한 것으로 평가 되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 소비자의 다양한 기호 변화에 맞춘 전통음식 개 발의 일환으로 항산화, 항균 효과가 뛰어난 천연 안토시아닌 색소의 이용도 증진 및 상업적 적용에 대한 기초자료 제공 을 목적으로 3가지 시료인 홍갓, 맨드라미, 비트 함유 안토 사이안의 최적 추출용매 및 추출방법을 확립하여 컬러동치 미 제조 가공적성을 향상 시키고자 하였다.

안토시아닌 추출에 사용된 용매는 인체 안전성, 색소 추출 효율, 색소의 안정성 등을 고려하여 증류수(H₂O)를 기본으 로 하여 20% Ethyl alcohol, 2.4% NaCl, 1% Citric acid 등을 사용하였으며, 안토시아닌의 함량은 분광광도계의 적색 영역의 흡광도 및 색차계를 이용하여 간접측정 하였다.

동치미의 적색 색소원으로 활용할 홍갓, 맨드라미, 비트 안 토시아닌 색소의 최적 추출 용매 조건 및 최적 추출시간 연 구결과는 다음과 같다. 홍갓(*Brassica juncea* Czerniak et coss)과 비트(*Beta vulgaris* L)는 1% 유기산을 첨가한 용매 에서 가장 높은 흡광도 값을 보여 동치미에 홍갓과 비트를 적용시 처음부터 부재료를 첨가하여 동치미를 담그는 것 보 다 동치미 자체에서 유기산이 생성된 숙성 이후 색소 추출 물을 넣는 것이 바람직할 것으로 사료되었다. 또한, 맨드라 미(*Celosia cristata* L.)의 경우는 유기용매인 20% ethyl alcohol에서의 색소 추출량이 가장 많았고 유기산이나 소금 물이 첨가되면 오히려 흡광도 값이 떨어졌기 때문에 맨드라 미를 동치미에 적용하고자 할 때 맨드라미 자체를 처음부터 부재료로서 넣기 보다는 안전한 용매로써 1차 추출한 후 식 품산업에 활용하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

동치미 적색 색소원의 효율적인 색소 추출 조건을 선정하기 위하여 상온에서 시간의 변화에 따른 추출 용매별 색소량을 측정하였다. 그 결과 홍갓의 경우 물(H₂O)과 소금물(NaCl)에서 추출할 경우, 시간이 지남에 따라 추출 색소량이 많아진 것으로 보아, 홍갓을 동치미의 부재료로 사용할 경우 숙성전인 물(H₂O)과 소금물(NaCl)에서의 안토시아닌 색소 추출량은 시간이 지남에 따라 증가할 것이며, 동치미가 숙성되어 유기산이 생성된 이후에도 안토시아닌 색소는 안정화 양상을 보일 것이다. 따라서 홍갓은 동치미 사용 적색 색소원 중 동치미 부재료로 사용하기에 가장 안정된 재료로 사료된다. 맨드라미 색소의 경우 추출 시간이 증가함에 따라 산과 염기에 더욱 불안정한 양상을 나타냈음으로 동치미 부재료로 사용하기 보다는 물(H₂O)이나 에틸알코올(ethyl alcohol)에 추출하여 사용하는 것이 바람직하겠다. 비트는 단 시간에 쉽게 용출되며, 추출 시간을 증가시켜도 색소 추출량이 유의적인 증가를 보이지 않기 때문에 12시간 정도의 시간이 효율적인 추출 시간의 조건이라 할 수 있다.

감사의 글

이 논문은 2012년 농촌진흥청 농업과학기술개발사업(과제 번호: PJ008406)의 지원에 의해 연구 되었으며 이에 감사드립니다.

■ 참고문헌

- 김종화. 1999. 화색의 본질. 진술. 서울. p 188
- 윤숙경 편역, 1998, 수운잡방, 주찬(김유, 1540), 신광출판사, 서울, p 268
- 이창복. 1982. 대한식물도감. 향문사. 서울. p 321
- 이효지, 조신희, 정낙원, 차경희 편역, 2007, 임원십육지-정조지 (서유구 원저, 1798), 교문사, 경기도, pp 134-135
- 정양완 역주, 2008, 규합총서(빙허각이씨, 1809), 보진재, 경기도. pp 69-71
- 한복진. 1998. 우리가 정말 알아야 할 우리 음식 백가지1. 현암사. 서울. pp 445-446
- Hong JH, Park JS, Lee WY. 2008. Changes of Quality Characteristics of Dongchimi by Supercritical Carbon Dioxide as Sterilization Method. *Journal of Food Science and Nutrition*, 37(10):1330-1336
- Hwang JH, Jang MS. 2001. Physicochemical properties of Dongchimi added with Jasoja (Perillae semen). *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 17(6):555-564
- Jang JR, Kim KK, Lim SY. 2009. Effects of Solvent Extracts from Dried Beet (Beta vulgaris) on Antioxidant in Cell Systems and Growth of Human Cancer Cell Lines). *J. Korean Soc Food Sci Nutr*. 38(7):832-838
- Jang MS, Park JE, Kim HL. 2000. Sensory and Microbiological Properties of Dongchimi added with Gatt (Brassica juncea). *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 16(1):57-64
- Jeong DS, Lim KH, Jeong WC. 1997. Effect of Low Temperature Storage and Nisin Treatment to Extend the Shelf Life of Mul-Kimchi (Modified Dongchimi. *The Journal of the Natural Science Institute*: 9(0):76-80
- Jo JS, Hwang SY, 1988. Standardization of kimchi and Related Products (2). *Korean J. Dietary Culture*. 3(3):301-307
- Joo YH, Park JH, Choung MG, Yun SG, Chung KW. 2004. Variation of Conterns Color Differnce of Anthocyanin by Different Cultivation Year in Blanck Soybean Seed. *Korean J. Crop Sci*. 49(6):507-511
- Kanner J. Harsel S. Granit R. 2001. Betalains-a new class of dietary cationized antioxidants. *J. Agric Food Chem*. 49:5178-5185
- Kang KO, Sohn HJ, Kim WJ. 1991. Changes in chemical and sensory Properties of Dongchimi during Fermentation. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 23(3):267-271
- Kim HW, Kim JB, Chu SM, Kim SY, Kim SN, Cho YS, Cho SM, Baek HJ, Park HJ, Kim JH, Lee DJ. 2010. Analysis of Anthocyanin Composition and Content Contained from Grains of the Korean Purple Rice Varieties by Liquid Chromatography with Diode Array Detection and Electrospray Ionization/Mass Spectrometry (LC-DAD-ESI/MS)). *J. Korean Society of International Agriculture*, 22(3):267-272
- Kim SL, Hwang JJ, Song J, Song JC, Jung KH. 2000. Extraction, Purification, and Quantification of Anthocyanins on Colored Rice, Black soybean, and Black Waxy Corn. *Korean J. Brek*. 32(2):146-152
- Lee DH, Park SJ, Park JY. 1999. Effects of Freezing and Thawing Methods on the Quality of Dongchimi. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 31(6):1596-1603
- Lee JW, Lee HH, Rhim JW, Jo JS. 2000. Determination of the Conditions for Anthocyanin Extraction from Purple - Fleshed Sweet Potato. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. 29(5):790-795
- Lee TS, Jang YM, Hong KY, Park SK, Park SK, Kwon YK, Paik JS, Chang SY, HwangHS, Kim EJ, Han YJ, Kim BS, Won HJ, Kim MC. 2005. Survey of Beet Red Contents in Foods using TLC, HPLC. *J. Food Hygiene and Safety*, 20(4):244-252
- Macdougall DB. 2002. Colour in food. CRC Press. New York. pp 155-315
- Moon SW, Jang MS. 2004. Effect of xylitol on the taste and fermentation of Dongchimi. *Korean Journal of Food and Cookery Science*. 20(1):42-48
- Nobuhiro S, Yutaka A, Katuhiro W, Takatoshi K, Yukihoro G, Taiji A, Yoshiro O. 2005. Amaranthin in feather

- cockscombs is synthesized via glucuronylation at the cyclo-DoPA glucoside step in the betacyanin biosynthetic pathway, *Journal of Plant Research*, 1:224-237
- Noh JS, Kim JH, Lee MJ, Kim MH, Song YO. 2009. Development of Auto-aging System for the Kimchi Refrigerator for Optimal Fermentation and Storage of Dongchimi. *J. Kimch Science and Technology*, 12(0):51-58
- Palada MC, Crossman SMA. 1999. Evaluation of tropical leaf vegetables in the Virgin Islands, In: Janick. J. (Ed), *Perspectives on New Crops and New Uses. ASHS press. Alexandria*. pp 338-393
- Park BH. 2005. Effect of Glue Plant (*Codium Fragile*) on Physicochemical Characteristics of Dongchimi During Fermentation. *J. Korean Society of Dietary Culture*. 20(5):508-515
- Park KH. 1979. Studies on anthocyanin pigment of mustard leaf. *J. Korean Agric Chem Soc* 22:33-38.
- Park JE, Jang MS. 2006. Effects of Wasabi (*Wasabia japonica* Matsum) on the Microbiological and Sensory Characteristics of Dongchimi. *Journal of Food Science and Nutrition*, 35(8):1057-1063
- Piattelli M, Impellizzeri G. 1970. 2-Descarboxybetanidin, a minor betacyanin from *Carpobrotus acinaciformis*. *Phytochemistry*, 9:2553-2556
- Pyo YH, Yoon MY, Choe TB. 2008. The Effect of *Celosia cristata* L. ethanol Extract on Anti-oxidant & Anti-aging Activity. *KSBB Journal*, 23(5):431-438
- Son SY, Choi HR, Choi EH. 2005. Effect of Herbs on the Growth-Inhibition of Lactic Acid Bacteria and Quality Characteristics of Dongchimi. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 37(2):241-246
- Wehmer C. 1929. *Die Pflanzenstoffe*, 2nd Edition. Fischer Verlag, Jena. 1 p 299
- Xu GJ, Zi JG, Hua JG, Miao JG. 1996. *Encyclopedia of Chinese Medicine*, China Medicine Sci. Technol. Beijing, 2(0):509-511

2012년 8월 6일 신규논문접수, 10월 16일 수정논문접수, 10월 29일 채택