

## Cyanidin-3-glucoside의 안정성을 향상시킨 오디즙 가공방법

김현복

### Processing method of mulberry fruit juice improved C3G stability

Hyun-bok Kim

Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

(Received September 16, 2013, Accepted October 11, 2013)

#### ABSTRACT

As mulberry fruit's functionalities are known to the media, the interest in promoting of consumption and processed products is increasing. But there is no C3G(Cyanidin-3-glucoside) data based on the stability of the pigment during processing. To solve this problems, and to expand the use of mulberry fruit, processing methods was developed for mulberry fruit juice improved cyanidin-3-glucoside(C3G) stability. The results obtained are summarized as follows. The food additive citric acid with 0.3 % improved C3G content and antioxidant ability in the treatment of mulberry fruit and sucrose the ratio of 50 % : 50 %(w/w). In the case of the addition of oligosaccharides, citric acid decreased anti-oxidant ability. Xylitol treatment showed up the lowest of C3 content, but by the addition of citric acid improved the pigment content and antioxidant activity of the mulberry fruit juice. Addition of citric acid was more affected C3G stability than containers (clear glass bottles, brown glass bottles, aluminum foil, green glass bottle, translucent glass bottles). In the processing of mulberry juice, 3 minutes blanching treatment using microwave dropped C3G content somewhat. Therefore, using this method is not recommended. However in the antioxidant ability, microwave blanching showed a stabilizing effect compared to the other treatments.

**Key words :** C3G, Stability, Antioxidant capacity, Mulberry fruit, Juice

#### 서 론

뽕나무 열매인 오디는 anthocyanin 색소 중에서도 항산화력이 뛰어난 것으로 알려진 cyanidin-3-glucoside(C3G)를 다량 함유하고 있다(Kim and Kim 2003). 또한 rutin(Kim and Kim 2004), GABA(Kim et al. 2004), linoleic acid(Kim et al. 2003), resveratrol(Kim et al. 2005) 등 여러가지 기능성 성분이 들어 있는 것으로 보고(Kim et al. 2011)됨에 따라 오디에 대한 소비자의 인식 향상과 더불어 잼, 술, 즙 등 오디 가공제품에 대한 관심이 증대되고 있다.

그러나 기능성 물질인 C3G 색소는 안토시아닌 색소로서 노화억제, 망막장애의 치료(Scharrer and Ober 1981) 및 시력개선 효과(Politzer 1977, Timberlake and Henry 1988), 항산화 작용(Tamura and Yamagami 1994, Yoshiki et al. 1995, Rice-Evans et al. 1995, 1996, Sichel et al.

1991, van Acker et al. 1995) 등 다양한 생리활성을 갖음에도 불구하고 가공공정이나 보관 저장 중에 그 색깔이나 색의 정도가 변하여 가공식품의 상품성과 관능성에 큰 영향을 미치게 되므로 주의할 필요가 있다.

안토시아닌 색소는 oxonium 구조에 의해 자체적으로 불안정한 특성을 지니고 있으며, 또한 식품 가공시 주로 pH, 산소, 수분, 열과 빛, 금속이온을 비롯하여 식품자체의 성분에 의한 상호반응에 의해 색깔의 퇴색과 변색이 일어나기 때문이다. 이와 관련하여 색소를 안정화시키기 위한 많은 연구들이 보고되어 있으며(Bassa and Francis 1987, Yun and Lee 1979, Siegel et al. 1971), 오디 안토시아닌 색소의 안정성에 대한 pH, 당, 유기산, 금속이온의 영향을 조사한 결과(Kang et al. 2003)와 가공이나 저장 전에 열처리(blanching)를 하여 자색고구마 안토시아닌 색소의 파괴에 관여하는 효소 작용을 억제하고 색소를 안정화시키는 방법 등(RDA report 1996, 1997)이 연구되었다.

\*Corresponding author. E-mail: hyunbok@korea.kr

오디즙의 경우 오디추출원액, 오디엑기스 등으로도 불리며, 가정에서 쉽게 가공하여 먹는 식품으로, 오디와 설탕을 동량 혼합하여 숙성시킨 후 여과한 원액을 물과 희석하여 먹는 것이 일반적이다. 그러나 색깔이나 맛에 대한 관능적 부분을 개선시킬 필요가 있다. 이를 위해 우선적으로 오디즙의 안토시아닌 색소의 안정성을 향상시킬 수 있는 기술 개발이 필요하다. 여러 가지 색소 영향 인자를 고려하여 오디즙을 제조하고 열처리를 실시하였으며, 오디즙의 색소 안정성과 기능성에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 오디즙 제조 및 효소 불활성화 처리

오디즙을 제조하기 위해 -60°C에서 보관 중인 ‘수향’ 오디를 해동하여 효소 불활성화 처리 및 무처리로 분리하여 사용하였다. 효소 불활성화 처리는 가정용 전자렌지를 이용하여 3분간 열처리하였다. 각각의 오디즙은 첨가 당을 달리하여 제조하였다. 오디 500 g에 첨가 당으로 설탕, 올리고당, 자일리톨을 각각 500 g 사용하였으며, 첨가 당을 달리한 처리구에 구연산 무처리 및 0.2~0.3 % 처리하였다. 각각의 오디즙은 여과하여 보관용기(투명유리병, 반투명유리병, 녹색유리병, 갈색유리병, 알루미늄 호일)에 담아 5°C 냉장보관하면서 분석에 사용하였다.

### 2. 가공처리 및 보관기간별 오디즙의 C3G 함량 분석

가공방법에 따라 제조한 각각의 오디즙 5 ml에 5 % formic acid 5 ml을 가하여 1시간 초음파(BRANSON 8510R-DTH, USA) 추출 및 여과한 후, 여과액 1.5 ml을 LC용 vial에 취하여 HPLC로 분석하였다.

### 3. 가공처리 및 보관기간별 오디즙의 항산화능 분석

가공처리 및 보존기간별 오디즙 시료 각 1 ml에 80% MeOH 10 ml을 가하여 30초간 vortex mixing 시킨 후 filter paper (Advantec No. 6)로 여과하였다. 여과액 1 ml을 취해 항산화능 분석에 사용하였다. 항산화능 분석은 항산화능 측정장치(munilum L-100, ABCD GmbH) 및 ARAW-KIT (anti-radical ability of water-soluble substance)를 사용하였다. Ascorbic acid를 표준물질로 사용하여 0, 10, 20, 40, 50 µl에 대한 검량곡선(calibration curve)을 작성하였으며, TIC (thermo-initiated chemiluminescence) 방법에 따라 ARAW-KIT ampule에 시료 희석액 10 µl와 buffer 1.5 ml를 가한 즉시 37°C의 항산화 측정 장치에 주입하여 반응시켰다. PC에 연결된 Oxida-Q program으로 시료의 항산화능을 분석하였으며, 시료 희석액 주입 후 항산화능 분석에 소요되는 시간은 5분이었다. 시료의

항산화능은 ascorbic acid의 농도(nmol)로 환산하여 표시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 가공 방법에 따른 오디즙의 C3G 함량

그림 1은 첨가 당의 종류에 따른 오디즙의 C3G 함량을 측정된 결과를 나타낸 것으로서, 올리고당 사용시 C3G 함량이 가장 높았으나 각각의 당에 구연산을 첨가한 경우 설탕 처리구에서 가장 높은 C3G 함량을 나타냈다. 자일리톨 처리구의 경우 가장 낮은 C3G 함량을 나타냈으나 구연산 첨가에 의해 C3G 함량이 증가하였다. 따라서 오디즙 가공시 첨가 당으로는 올리고당이나 자일리톨에 비해 값이 저렴하고 손쉽게 구할 수 있는 설탕을 첨가하며, 반드시 구연산을 첨가하여 제조하는 것이 바람직한 것으로 판단하였다.

그러나 Kang et al.(2003)은 오디 색소의 안정성에 관여하는 인자 중 당의 종류와 첨가 농도에 따른 색소의 변화를 측정된 결과, maltose, sucrose, fructose, glucose에 따라 색소의 강도가 감소하는 정도가 차이를 보였으며 maltose 0.1M 첨가시 가장 높은 색소 강도를 보여 포도 과피 안토시아닌에 대한 당류의 영향을 조사한 Shim et al.(1994)의 결과와 일치한 반면, sucrose 첨가시 초기에 급격히 색소의 강도가 변화하였으며, 색소의 강도가 가장 감소되었다고 하였다.

최근 해동, 건조, 요리, 효소의 불활성화, 제빵과 살균 등의 식품 공정에 있어 microwave energy가 이용되고 있으며, 특히 microwave blanching은 가용성 성분의 손실이 없으며, chlorophyll과 비타민 C 등 영양성분의 손실감소, 색, 향, 조직감의 향상, 열처리의 작업시간 단축 등의 효과가 보고되고 있어 그 이용이 증가하는 추세이다(RDA report 1996, 1997).

그러나 오디즙의 경우 C3G 색소의 안정화에 관여하는 효소를 불활성화 시키기 위해 전자렌지를 이용하여 3분

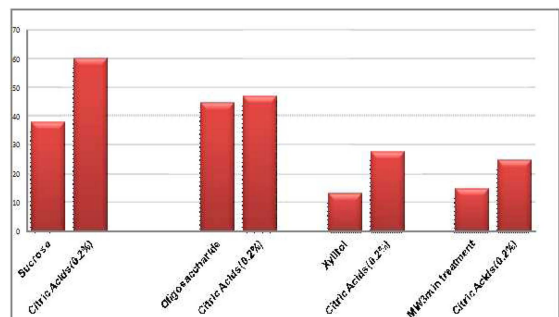


Fig. 1. Cyanidin-3-glucoside(C3G) content of mulberry fruit juice according to processing method.(MW3; Microwave treatment, 3min., blanching)

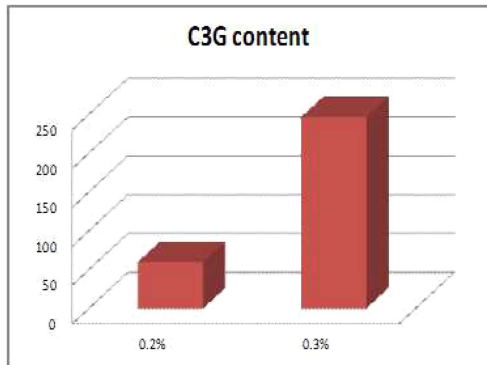


Fig. 2. The effect of citric acid on mulberry fruit juice's C3G content.

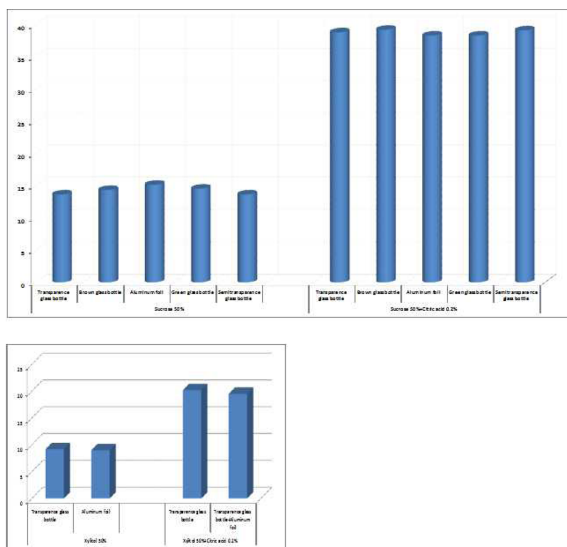


Fig. 3. C3G content according to keeping container and method.

간 열처리(blanching)하는 방법은 오디잼(Kim et al. 2012)이나 오디술(Kim et al. 2013)의 경우와 달리 오디즙 가공시에는 C3G 함량을 다소 떨어뜨리는 것으로 나타났다. 따라서 오디즙 가공시에는 microwave를 이용한 효소 불활성화 처리를 하지 않고 오디 그대로 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단하였다.

2. 구연산 첨가 농도가 오디즙의 C3G 함량에 미치는 영향

일반적으로 가공식품 제조시 식품 저장성 연장을 위해 다양한 종류의 유기산이 이용되고 있는데, 첨가하는 산의 종류 및 양에 따라 색소의 강도 및 색깔이 변화할 수 있기 때문에 각각의 가공제품 제조시 유기산에 대한 정확한 영향 평가가 이루어져야 한다. 유기산 중 구연산은 식품첨가제로서 청량음료, 과일주스, 과일젤리, 채소통조림, 유제품, 드레싱류 등 다양한 분야에 널리 사용되어지고 있

Table 1. Antioxidant ability analysis of mulberry fruit juice according to processing method and storage period.(Ascorbic acid equivalents, nmol)

Method of processing	Storage period			
	0 month	1 month	2 months	3 months
MF + Sucrose		42.8	53.5	48.6
		44.7	68.9	49.3
	59.3	43.1	72.4	49.3
		38.9	60.2	52.7
		42.3	50.2	54.0
MF + Sucrose + Citric acid 0.2%		46.5	48.2	64.1
		41.6	53.2	44.1
	41.8	68.2	41.4	58.3
		45.1	77.1	56.4
		43.5	58.8	55.0
MF + Oligosaccharide		44.6	47.7	63.0
	48.2	39.3	45.6	54.9
MF + Oligosaccharide + Citric acid 0.2%		35.4	50.4	49.7
	73.1	34.1	32.8	53.9
MF + Xylitol		40.6	35.3	32.0
	23.4	29.9	38.7	28.2
MF + Xylitol + Citric acid 0.2%		19.7	40.4	42.3
	22.0	44.9	42.9	39.0
MF, MW3 + Sucrose		45.6	48.2	47.5
	39.9	40.1	42.5	35.0
MF, MW3 + Sucrose + Citric acid 0.2%		46.1	37.5	45.6
	44.9	46.7	46.3	48.1

(MF; Mulberry fruit, MW3; Microwave treatment, 3min., blanching).

으며, 색소 안정성 향상에 대한 결과들이 보고되고 있다(Park and JOO 1982, Kang et al. 2003, RDA report 1996, 1997).

C3G 색소 함량 증가를 통한 저장성과 색감, 맛의 향상을 위해 구연산을 첨가하여 오디즙을 제조하였다. 그림 2는 구연산 첨가 농도가 오디즙의 C3G 함량에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 구연산 0.2% 처리구에 비해 0.3% 처리구에서 4배 높은 C3G 함량을 나타냈다.

그러나 지나치게 높은 농도의 산은 제품의 신맛을 강하게 해 오히려 기호도를 떨어뜨릴 수 있으므로 오디즙 제조시 이를 고려하여 식감에 영향을 미치지 않으면서 오디 색소의 안정성을 향상시킬 수 있는 농도로서 구연산 0.3% 첨가하는 것이 바람직하다.

3. 첨가 당 및 보관용기에 따른 오디즙의 C3G 함량

그림 3은 첨가 당 및 보관용기를 달리한 오디즙의 C3G 함량을 분석한 결과를 나타낸 것으로서, 설탕 첨가 및 구연산 처리구의 경우 색소 함량이 가장 높았다. 보관용기(투

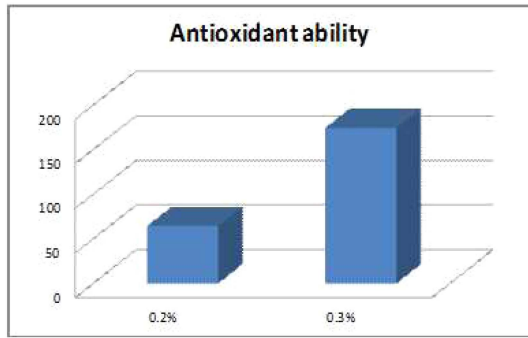


Fig. 4. The effect of citric acid on mulberry fruit juice's antioxidant ability.

명유리병, 갈색유리병, 알루미늄 호일, 녹색유리병, 반투명 유리병)보다 구연산의 첨가가 C3G의 함량을 증가시켜 오디즙의 저장 안정성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

4. 가공방법에 따른 오디즙의 항산화능 분석

가공방법 및 저장용기를 달리한 오디즙의 항산화능을 분석하였다(표 1). 오디즙 제조시 전자렌지를 이용하여 3분간 blanching하여 색소의 안정성에 관여하는 효소를 불활성화 시키는 방법은 항산화능에 있어서는 보존기간동안 타 처리구에 비해 안정화시키는 효과를 나타냈다. 올리고당의 경우 구연산을 첨가하는 것이 오히려 항산화능을 떨어뜨리므로 사용하지 않는 것이 좋다. 자일리톨의 경우 구연산 첨가에 의해 항산화능이 향상되었다. 구연산 첨가 농도에서는 0.2% 보다 0.3% 처리구에서 높은 항산화능을 나타냈다(그림 4).

적 요

오디의 기능성이 언론에 홍보됨에 따라 오디 소비 촉진 및 가공제품에 관한 관심이 증대되고 있으나 오디즙 가공시 기능성 물질인 C3G 색소의 안정성에 관한 기초자료가 없는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하고 오디의 이용확대를 위해 항산화색소 C3G의 안정성을 향상시킨 오디즙 가공방법을 개발하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 오디와 서당의 비율을 1:1로 하여 용기에 담고 식품첨가제인 구연산을 0.3% 첨가하는 것이 C3G 함량과 항산화능을 향상시키는 가장 좋은 방법이다. 올리고당의 경우 구연산을 첨가하는 것이 오히려 항산화능을 떨어뜨리므로 사용하지 않는 것이 좋다. 자일리톨의 경우 가공방법 중 가장 낮은 C3G 함량을 나타냈으나 구연산을 첨가하면 색소함량과 항산화능을 향상시키므로 반드시 구연산을 첨가한다.

2. 보관용기(투명유리병, 갈색유리병, 알루미늄 호일, 녹색유리병, 반투명유리병)보다 구연산의 첨가가 항산화색소 C3G의 안정성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

3. 오디즙 가공시 전자렌지를 이용하여 3분간 blanching하여 색소의 안정성에 관여하는 효소를 불활성화 시키는 방법은 항산화색소 C3G 함량을 다소 떨어뜨리므로 냉동 오디를 그대로 사용하는 것이 바람직하나 항산화능에 있어서는 보존기간동안 타 처리구에 비해 안정화시키는 효과를 나타냈다.

감사의 글

본 연구는 국립농업과학원 기관고유사업(주관과제번호: PJ009308) 연구비 지원에 의하여 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

Bassa IA, Francis FJ (1987) Stability of anthocyanin from sweet potatoes in a model beverage. *J Food Sci* **52**(6), 1753-1754.

Kang CS, Ma SJ, Cho WD, Kim JM (2003) Stability of anthocyanin pigment extracted from mulberry fruit. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **32**(7), 960-964.

Kim HB, Kim JB, Kim SL (2005) Varietal analysis and quantification of resveratrol in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* **47**(2), 51-55.

Kim HB, Kim JB, Koo HY, Seok YS, Seo SD, Kim SL, Sung GB (2013) The effect of citric acid and enzyme inactivation treatment on C3G stability and antioxidant capacity of mulberry fruit alcoholic drink. *J Seric Entomol Sci* **51**(1), 36-40.

Kim HB, Kim JB, Seok YS, Seo SD, Kim SL, Sung GB (2012) The effect of citric acid and enzyme inactivation treatment on C3G stability and antioxidant capacity of mulberry fruit jam. *J Seric Entomol Sci* **50**(2), 82-86.

Kim HB, Kim SL (2003) Identification of C3G(cyanidin-3-glucoside) from mulberry fruits and quantification with different varieties. *Korean J Seric Sci* **45**(2), 90-95.

Kim HB, Kim SL (2004) Quantification and varietal variation of rutin in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* **46**(1), 1-5.

Kim HB, Kim SL, Kang SW (2004) Varietal analysis and quantification of amino acid in mulberry fruits. *Korean J. Seric Sci* **46**(2), 47-53.

Kim HB, Kim SL, Koh SH, Seok YS, Kim YS, Sung GB, Kang PD (2011) The development of natural pigment with mulberry fruit as a food additive. *Korean J Crop Sci* **56**(1), 18-22.

Kim HB, Kim SL, Sung GB, Nam HW, Chang SJ, Moon JY (2003) Quantification and varietal variation of fatty acids in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* **45**(2), 75-79.

Park JM, Joo KJ (1982) Stability of anthocyanin pigment from juice of raspberries. *Korean J Nutrition & Food* **11**(3), 67-74.

## Citric acid and Blanching Treatment on Mulberry Fruit Juice

- Politzer M (1977) Experience in the medical treatment of progressive myopia. *Klin Monatsbl Augenheikd* **171**(4), 616~619.
- RDA report (1996) Study on the extraction and utilization of natural edible pigment from purple sweet potato. Interim Report of 1st year.
- RDA report (1997) Study on the extraction and utilization of natural edible pigment from purple sweet potato. Completion report of 2nd year.
- Rice-Evans C, Miller NJ, Bolwell PG, Bramley PM, Pridham JB (1995) The relative antioxidant activities of plant derived polyphenolic flavonoids. *Free Radical Res* **22**, 375~383.
- Rice-Evans C, Miller NJ, Paganda G (1996) Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med* **20**(7), 933~956.
- Scharrer A, Ober M (1981) Anthocyanosides in the treatment of retinopathies. *Klin Monatsbl Augenheikd* **178**(5), 386~389.
- Shim KH, Kang KS, Choi JS, 서예 KI, Moon JS (1994) Isolation and stability of anthocyanin pigments in grape peels. *J Kor Soc Food Nutr* **23**, 279~286.
- Sichel G, Corsaro C, Scalla M, Di Bilio AJ, Bonomo RP (1991) In vitro scavenger activity of some flavonoids and melanin against  $O_2^-$ . *Free Radical Biol Med* **11**, 1~8.
- Siegel A, Markakis P, Bedford CL (1971) Stability of anthocyanin in frozen tart cherries blanching. *J Food Sci* **36**(6), 962~963.
- Tamura H, Yamagami A (1994) Antioxidative activity of monoacylated anthocyanins isolated from muscat bailey a grape. *J Agric Food Chem* **42**, 1612~1615.
- Timberlake CF, Henry BS (1988) Anthocyanins as natural food colorants. *Prog Clin Biol Res* **280**, 107~121.
- van Acker SABE, Tromp MNJL, Haenen GRMM, van der Vijgh WJF, Bast A (1995) Flavonoids as scavengers of nitric oxide radical. *Biochem Biophys Res Commun* **214**(3), 755~759.
- Yoshiki Y, Okubo K, Igarashi K (1995) Chemiluminescence of anthocyanins in the presence of acetaldehyde and tert-butyl hydroperoxide. *J Biolumin Chemilumin* **10**, 335~338.
- Yun TH, Lee SW (1979) Stability of anthocyanin in food. *Korean J Food Sci Technol* **11**(1), 63~73.