

양하 추출액의 색소 안정성 연구

김명현 · 한영실[†]

숙명여자대학교 식품영양학과

Stability Study of the Pigment Extract from *Yangha* (*Zingiber mioga* ROSC)

Kim, Myung-Hyun · Han, Young-Sil[†]

Department of Food Science and Nutrition, Sookmyung Womens University, Seoul 04310, Korea

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to investigate the stability of anthocyanin pigment extract from *Yangha* (*Zingiber mioga* ROSC). **Methods:** *Yangha* extract was investigated for the effects of metal ion, temperature, light, heating time, sugars, and organic acids on the stability of anthocyanin pigments. **Results:** *Yangha* pigment was more stable than other anthocyanin pigments at unstable temperatures. The stability of anthocyanin pigment significantly decreased one day after exposure to light. All tested sugars decreased the abundance of *Yangha* pigments, with highest levels in the presence of sucrose, and progressive decrease in the presence of maltose, fructose, glucose and galactose, in order. Among the organic acids tested, citric acid and malic acid were the most effective in stabilizing the *Yangha* pigment, followed by acetic acid and formic acid. Most metal ions except Fe²⁺ were effective in stabilizing the pigment. **Conclusion:** These results provide useful reference data for the use of pigments from *Yangha* in processed foods.

Key words: *Yangha*, *Zingiber mioga* ROSC, anthocyanin, pigment stability

I. 서론

양하(*Zingiber mioga* ROSC)는 양애갓, 앵외갓으로 불리우며 생강과(Zingiberaceae)에 속하고 동아시아가 원산지이며 일본에서 널리 재배되고 있다. 우리나라에서는 주로 남해안과 제주도 일대에서 소량 재배되고 있는데, 잎과 줄기가 생강과 거의 유사한 형태로 여름과 초가을에 자홍색의 꽃이 피며, 꽃을 식용으로 한다(Hirono I 등 1982, Shin JH 등 2002, Jeong GS 등 2005). 양하는 독특한 향과 맛을 지녔으며 매운 맛 성분은 mioganal이다(Masako A 등 2006). 양하의 지하경에는 zingerene, zingirone, shogaol, β -phellandren 등의 성분이 함유되어 있어 방향, 진통, 건위, 거담 등의 효능이 있고, 안구충혈과 결막염 등에 약용으로 사용되어 왔다(Kim TS 1998). 양하는 안토시아닌이 함유되어 있으며 delphinidin 3-rutinoside, cyanidin 3-rutinoside, petunidin 3-rutinoside, peonidin 3-rutinoside, malvidin 3-rutinoside으로 보고되었

다(Kim MH 2015).

안토시아닌(anthocyanin)은 식물계에 널리 분포되어 있는 페놀 화합물 중의 하나로 과실, 줄기, 잎, 뿌리 등 식물체 각 부위에 폭넓게 분포되어 있는 적색, 자색, 청색 등의 색을 나타내는 수용성 색소이다(Henry BS 1992). 안토시아닌은 다른 색소와 비교해 조리, 가공 및 저장조건에서 불안정한 것으로 알려져 있다(Francis EJ & Markakis PC 1989). 즉, 안토시아닌의 색소 안정성은 화학적인 구조, 농도, pH, 온도, 빛의 강도와 종류, 공존 색소의 존재, 금속이온의 존재, 효소, 산소, 당, ascorbic acid, sulfur dioxide 및 기타 색소 퇴화 물질의 존재여부에 따라 영향을 받는다(Yang HC 등 1982, Wang H 등 1997, Hong JH 등 2002, Cho SB 등 2003, Chung KW 등 2004). 안토시아닌은 식품 소재에 따라 다른 특성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 유색감자(Park HJ 등 2004), 오디(Kang CS 등 2003), 꽃베고니아(Park YJ 등 2006), 자색고구마(Lee HH 등 2000), 유색미(Yoon JM 등 1997,

[†]Corresponding author: Han, Young-Sil, Department of Food Science and Nutrition, Sookmyung Womens University, Cheongpa-ro 47-gil 100, Yongsan-gu, Seoul 04310, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4611-843X>

Tel: +82-02-710-9471, Fax: +82-02-710-9479, E-mail: ygkmh5@nate.com



Durge AV 등 2013), 아로니아(Hwang ES & Ki KN 2013) 등에 함유되어 있는 안토시아닌의 특성 및 안정성에 관한 연구가 보고된 바 있다. 천연색소로서 안토시아닌은 식품 산업에서 폭넓게 이용될 수 있어 분해 등에 관한 안정성은 매우 중요하다.

따라서 본 연구에서는 양하로부터 안토시아닌 색소를 추출하여 천연색소로서 이용가능성을 알고자 가공조건 및 저장성을 측정하여 색소의 안정성에 대한 기초 자료로 pH, 당, 유기산, 금속, 열, 빛 및 저장 온도 등의 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용된 양하는 제주도 애월읍에서 재배된 것을 2013년 9-10월경에 구입하였다. 세척 후 동결건조(MCFD 8508, Ilshin Bio Base, Dongducheon, Korea)하여 분쇄(100 mesh)하고 -40°C에서 보관하면서 사용하였다. 완충용액 제조 및 분석용 시약은 Sigma-Aldrich Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였고, 그 밖의 모든 시약은 분석에 적합한 특급시약을 사용하였다.

2. 추출물 제조

동결건조된 양하를 삼각 플라스크에 10 g 담고 20배의 증류수를 가한 후 20°C의 shaking incubator(SI-900R, JEIO TECH, Kimpo, Korea)에서 100 rpm, 12시간 2회 반복하여 추출물을 제조하였다. 각 추출물은 30°C 이하에서 감압농축하여(NVC-2100, EYELA, Tokyo, Japan) 건조한 후 분말화하여 일정 농도로 제조하여 실험에 사용하였다.

3. pH의 영향

pH에 대한 양하 안토시아닌 색소 안정성을 측정하기 위하여 시료 추출물을 2 mg/mL 농도로 제조한 후 pH 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 및 7.0의 완충용액을 가하였다. pH 1.0, 2.0는 Clark-Lubs 완충용액(0.2 M KCl+0.2 M HCl), pH 3-7은 MacIlvain 완충용액(0.1 M citric acid+0.2 M Na₂HPO₄)으로 조정하였다. pH가 조정된 각 시료액은 400-600 nm의 파장범위에서 spectrophotometer(V-530, JASCO, Tokyo, Japan)로 측정하여 최대 흡수파장을 알아 보았다.

4. 유기산의 영향

유기산에 대한 양하 안토시아닌 색소의 안정성을 알아 보았다. 4종의 유기산(acetic acid, citric acid, formic acid, malic acid)을 pH 2.0의 Clark-Lubs 완충용액을 사용하여 0.01, 0.05, 0.1 M 농도로 용해시킨 후 2 mg/mL 농도로

제조하고 각 시료의 흡광도를 514 nm에서 측정하여(JASCO) 유기산의 농도에 따른 색소의 안정성을 평가하였다. 이들 중에서 색소의 강도가 가장 높았던 유기산 0.05 M의 양하 추출용액을 대상으로 저장기간에 따른 양하 안토시아닌 색소의 안정성을 측정하였다. 각종 유기산을 종류별로 첨가한 양하 추출액을 cap test tube에 넣고 밀봉하여 10일 동안 4°C에 보관하면서 2일 간격으로 514 nm에서 흡광도의 변화를 측정(JASCO)하였다.

5. 금속이온의 영향

양하 추출물의 금속에 대한 색소 안정성은 K⁺(K₂SO₄), Na⁺(Na₂SO₄), Ca²⁺(CaCl₂), Mg²⁺(MgSO₄), Fe²⁺(FeSO₄) 등 5종의 금속염에 대해서 시험하였다. pH 2.0의 Clark-Lubs 완충용액을 사용하여 2 mg/mL 농도로 제조하고 각각의 금속염을 첨가한 후 60°C에서 10일 동안 보관하면서 2일 간격으로 514 nm에서 흡광도의 변화를 측정하여(JASCO) 색소 잔존율로 나타내었다.

6. 열에 의한 영향

양하 추출물의 열에 대한 색소 안정성을 조사하기 위하여 pH 2.0의 Clark-Lubs 완충용액으로 2 mg/mL의 농도로 제조한 후 각각 30, 60 및 100°C의 항온수조(BF-355B, Bio free, Seoul, Korea)에 10시간 동안 보관하면서 2시간 간격으로 찬물에 냉각시킨 후 514 nm에서 흡광도의 변화를 측정하여(JASCO) 색소 잔존율로 나타내었다.

7. 당에 의한 영향

pH 2.0의 Clark-Lubs 완충용액을 사용하여 2 mg/mL 농도로 제조한 양하 추출물에 glucose, galactose, fructose, maltose, sucrose를 0.1, 0.5, 1.0 M이 되도록 용해시켰다. 각각의 시료는 514 nm에서 흡광도를 측정하여 당의 종류 및 농도에 따른 색소의 강도를 비교하였다. 이들 중에서 색소의 강도가 가장 높은 0.1 M 농도의 양하 추출물을 선택하여 저장기간에 따른 색소의 안정성을 조사하였다. 각종 당을 종류별로 첨가한 양하 추출액을 cap test tube에 넣고 밀봉하여 10일 동안 60°C에서 보관하면서 2일 간격으로 514 nm에서 흡광도의 변화를 측정(JASCO)하였다.

8. 빛에 의한 영향

빛의 영향을 알아보기 위해 pH 2.0의 Clark-Lubs 완충용액으로 2 mg/mL 농도로 제조하여 투명한 병에 시료를 넣고 일광에 노출시키면서 상온에 보관하였고, 일부는 갈색 병에 담고 암소에 보관하면서 10일 동안 2일 간격으로 514 nm에서 흡광도 변화를 측정(JASCO)하였다.

9. 저장온도 및 저장기간에 의한 영향

냉장 및 냉동온도에서 장기저장에 따른 양하 안토시아닌 색소 안정성을 알아보기 위하여 pH 2.0의 Clark-Lubs 완충용액으로 2 mg/mL 농도로 제조하여 캡튜브에 10 mL씩 넣어 밀봉하였다. 각각의 시료를 냉동, 냉장 온도로 나누어 -70°C, -20°C, 4°C, 37°C에서 보관하면서 60일 동안 10일 간격으로 514 nm에서 흡광도의 변화를 측정하여(JASCO) 저장 중 색소의 안정성을 알아보았다.

10. 통계처리

실험결과에 대한 통계처리는 SPSS Statistics(ver. 22.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었고, 각 처리군 간의 유의성에 대한 검증은 ANOVA를 이용하여 유의성을 확인한 후, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple test를 이용하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. pH의 영향

양하에서 추출한 안토시아닌 색소의 안정성에 미치는 pH의 영향을 조사하기 위하여 pH 1.0-7.0로 조절하고 400-600 nm에서 흡광도의 변화를 측정하였다(Fig. 1). 일반적으로 안토시아닌 색소는 pH에 따라 특징적인 변화를 보이는데, pH 1-3의 산성영역에서는 적색 또는 연한 자주색, pH 7의 중성에서는 무색, pH 9 이상에서는 청색을 나타낸다(Jackman RL 등 1987). 양하 추출액은 pH 1.0에서 가장 높은 흡수스펙트럼을 나타냈으며 특히, 514 nm에서 가장 높은 흡광도를 보였다. 아로니아 색소는 pH 3-7에서 측정된 결과 pH 3에서 최대 흡수파장을 보였으며, pH가 높아짐에 따라 최대 흡광도가 514 nm에서 550

nm로 이동을 보였다(Hwang ES & Ki KN 2013). 안토시아닌 색소는 pH가 낮은 산성용액에서는 flavylium 양이온으로 존재하여 안정한 진한 적색을 나타낸다. pH가 증가할수록 flavylium 양이온이 수소이온을 잃고 pseudobase가 형성되어 무색의 carbinol pseudobase를 형성하고, pH 9.0 이상에서는 anhydrobase의 형태로 되어 푸른색을 나타낸다(Bassa LA & Francis FJ 1987).

2. 유기산의 영향

양하에서 추출한 안토시아닌 색소의 유기산에 대한 안정성을 측정하기 위하여 acetic acid, citric acid, formic acid, malic acid를 각 0.1 M, 0.5 M, 1.0 M 첨가한 후 색소의 변화를 측정하였다(Fig. 2). 유기산의 종류와 농도에 따라 안정성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 유기산 농도에 따른 변화는 0.1 M에서 0.5 M로 증가함에 따라 증가하였고 acetic acid를 제외하고 1.0 M에서 감소하였다. 오디에 유기산을 넣은 색소 변화에서도 0.5 M 첨가에서 높은 색소 강도를 보였다(Kang CS 등 2003).

저장기간 동안 각종 유기산에 의한 양하 색소의 안정성을 알아보기 위하여 각 유기산을 0.5 M의 농도로 첨가하여 흡광도의 변화를 10일 동안 측정하였다(Fig. 3). 저장기간이 증가할수록 색소의 강도가 감소하였다. 4일 이후부터 급격한 색소 감소를 보였고 10일 이후 22-37% 정도의 색소 잔존율을 보였다. 유기산의 종류에 따라 색소의 강도는 malic acid, citric acid, acetic acid, formic acid 순으로 높은 색소 잔존율을 나타냈다. Malic acid와 citric acid가 비교적 감소율이 적었으나 유기산간의 큰 차이는 없었다. 오디 추출물에서 유기산을 첨가하여 색소 안정성을 측정한 결과 malic acid의 색소 안정성이 높게 나타나 본 실험결과와 일치하였다(Kang CS 등 2003). 유기산에 의한 색소 안정성은 malic acid가 가장 효과가 크고,

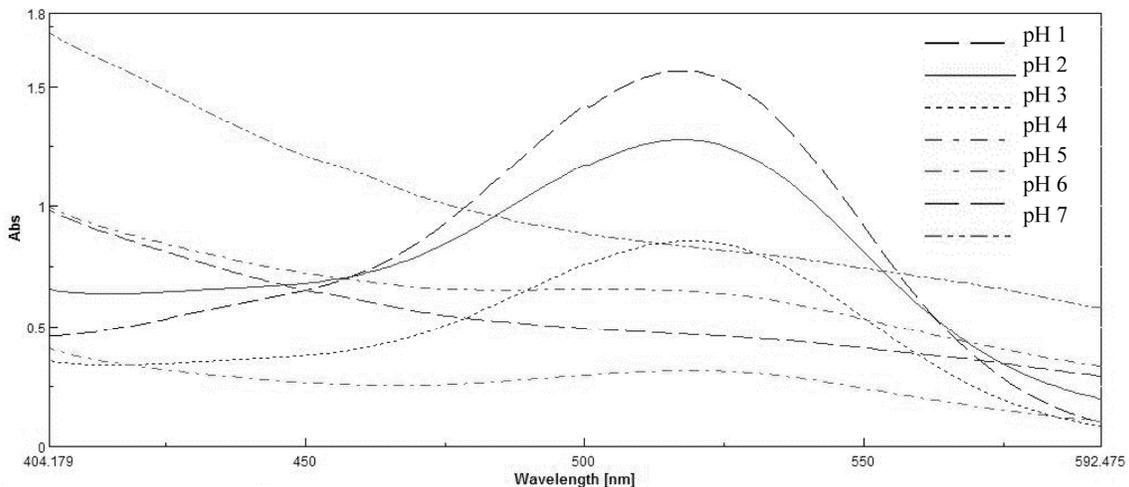


Fig. 1. Stability of anthocyanin extracted from *Zingiber mioga* R. in different pH at 400-600 nm.

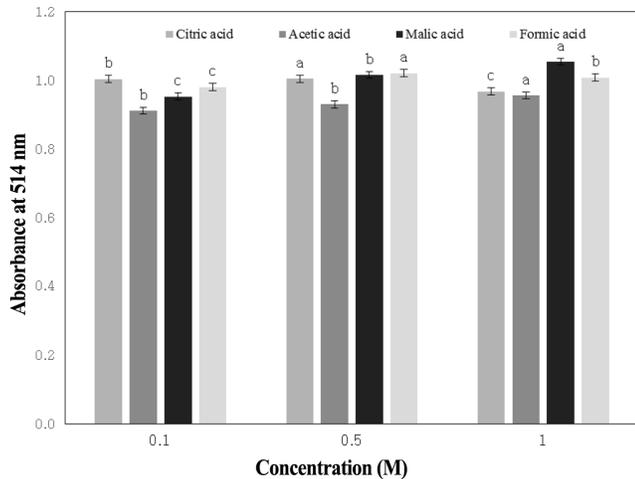


Fig. 2. Effect of organic acids on the color intensity of from *Zingiber mioga* R, extract at different concentration. Values represent the means±SD (n=3). ^{a-c} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

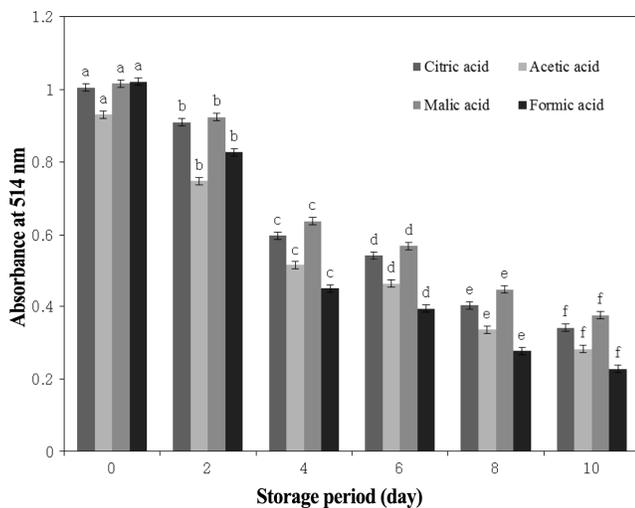


Fig. 3. Effect of organic acids on the color stability from *Zingiber mioga* R, extract during storage. Values represent the means±SD (n=3). ^{a-f} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

tartaric acid, citric acid, succinic acid, malonic acid, ascorbic acid 순으로 효과가 있다고 보고되었다.

3. 금속이온의 영향

양하의 금속에 의한 안정성을 측정하기 위하여 Clark-Lubs 완충용액을 이용하여 pH 2로 조절한 추출물에 K^+ (K_2SO_4), Na^+ (Na_2SO_4), Ca^{2+} ($CaCl_2$), Mg^{2+} ($MgSO_4$), Fe^{2+} ($FeSO_4$)가 100 $\mu g/mL$ 농도가 되도록 조절하여 10일 동안 60°C의 incubator에서 저장하며 2일 간격으로 514 nm에서 흡광도를 측정하였다. 식품 가공시 각종 금속이온이

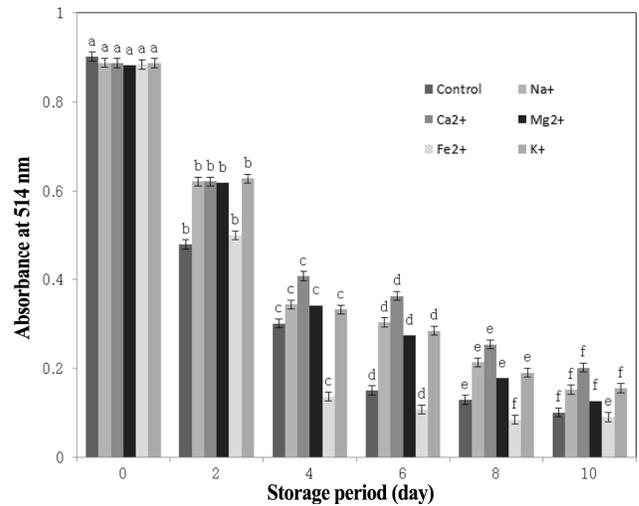


Fig. 4. Effect of metal ions on stability the color from *Zingiber mioga* R, extract during storage. Values represent the means±SD (n=3). ^{a-f} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

사용되거나 혼입되는 경우가 있어 색의 변화를 초래할 수 있다. Kang CS 등(2003)에 따르면 오디 색소는 금속 이온 농도에 따라 색소 강도의 차이가 크지 않았고 자색 고구마색소에서도 같은 경향을 보였다(Lee LS 등 1996). 양하에 금속염을 첨가하였을 때 Fig. 4에 나타난 바와 같이, Fe 이온 첨가시 대조군과 다른 금속이온에 비해 감소함을 알 수 있다. 자색고구마 색소에서 Cu 이온과 Fe 이온 첨가에도 감소하였는데 이는 본 실험과 유사한 경향을 보였다(Lee LS 등 1996). Ca 이온의 경우 가장 많이 첨가되는 금속이온인데 다른 금속이온에 비해 색소 안정도를 보였다. 크랜베리 수용액에 금속염이 첨가되었을 때 Na^+ , Mg^{2+} 은 첨가량이 많아질수록 색소 안정성을 증가시켰으며, Mn^{2+} , Fe^{2+} 은 첨가량이 많아질수록 오히려 색소 안정성이 크게 감소된다고 보고되었다(Kim JH 등 2003). Cyanidin, delphinidin glycosides 등의 O-dihydroxyl 구조를 가지는 안토시아닌은 금속을 킬레이트함으로써 본래의 색소에 비해 Hue값을 증가시키며, 금속과 결합된 안토시아닌은 비킬레이트 안토시아닌보다 pH나 빛에 대해 안정성이 상승된다고 보고하였다(Shimpson KL 1985). 안토시아닌은 금속염과 반응하여 착화합물을 형성하는데(Bayer E 1958, Kim HS & Ahn SY 1978), 주석과 알루미늄은 딸기 중 안토시아닌과 반응하여 적색을 유지시켜 색소 안정성을 유지한다고 보고되어 있다(Sistrunk WA & Cash JN 1970). 따라서 색소 안정성의 차이는 안토시아닌의 종류 및 화학적 구조 차이에 따르는 것으로 보인다.

4. 열에 의한 영향

양하의 열에 의한 안정성을 측정하기 위하여 추출물에

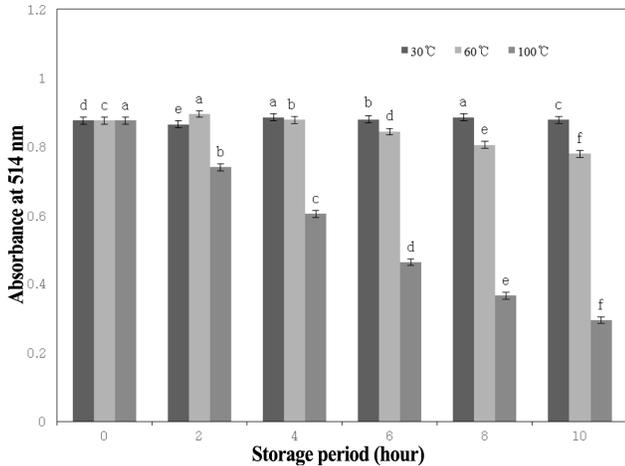


Fig. 5. Effect of temperature on the color of stability from *Zingiber mioga* R. extract at different heating time. Values represent the means±SD (n=3). ^{a-f} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

pH 2의 Clark-Lubs 완충용액을 사용하여 2 mg/mL로 제조하여 30°C, 60°C, 100°C에서 10시간 저장하면서 2시간 단위로 514 nm에서 흡광도를 측정하였다(Fig. 5). 30°C의 경우 변화가 적었고 60°C는 10시간 이후 88%의 잔존율을 보였다. 100°C에서 가열한 경우 6시간 이후에 50%의 잔존율을 보였다. 30-60°C는 색소 감소에 큰 영향을 주지 않았다. 안토시아닌의 열분해 정도는 온도가 높을수록 가열시간이 길어질수록 감소하는 경향을 보였다. 아로니아 색소는 100°C에서 가열한 경우 색소의 파괴가 급격히 나타나 150분과 300분에서 60.91%와 79.63%로 감소하였다(Hwang ES & Ki KN 2013). 검정콩은 가열 시간과 가열 온도에 비례하여 가열 시간이 증가함에 따라 L값은 약간 감소하고, b값은 거의 변화가 없고, 적색도를 나타내는 a값은 급격하게 감소한다고 보고하였다(Lee HJ 등 2009). 안토시아닌은 온도에 매우 민감하여 10-30°C에서는 비교적 안정하나 40°C 이상에서는 색소의 파괴가 일어나고 고온에서는 glycoside 결합의 가수분해가 일어나 chalcone, α -diketone 등을 생성하는 것으로 알려져있다(Roobha JJ 등 2011). 고온에 의한 안토시아닌의 분해는 quinone의 존재에 의존적이고(Raynal J & Moutounet M 1989), pH가 낮을수록 열에 대한 안정성은 높은 것으로 보고되어 있다(Mok C & Hettiarachchy NS 1991).

5. 빛에 의한 영향

빛에 대한 안정성을 측정하기 위하여 추출물에 pH 2의 Clark-Lubs 완충용액을 사용하여 2 mg/mL로 제조하여 10일 동안 저장하면서 2일 단위로 514 nm에서 흡광도를 측정하였다(Fig. 6). 10일 후 암조건에서 저장한 양하 색소는 72% 잔존하였고, 빛 조건에서는 58% 잔존하였다. 자

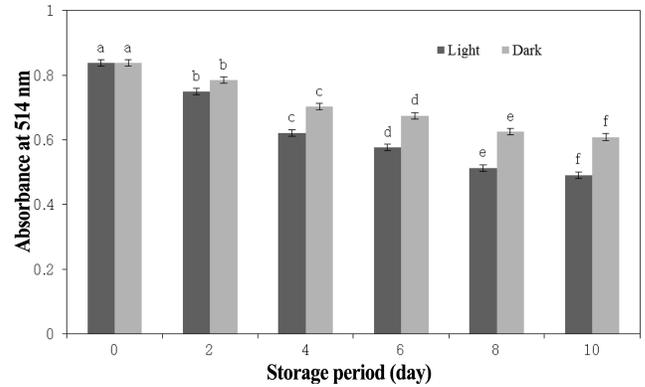


Fig. 6. Effect of light on the color of stability from *Zingiber mioga* R. extract during storage. Values represent the means ±SD (n=3). ^{a-f} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

색 고구마를 저장한 결과 암조건에서는 30일 동안 77.8% 감소하였지만 일광에서는 10일만에 3.3% 잔존하였다(Lee LS 등 1996). 자색고구마 색소 보다 양하 색소가 빛에 더 안정하였다. 암조건에서 저장할 때 비교적 안정함을 알 수 있었다.

6. 당에 의한 영향

양하에서 추출한 안토시아닌 색소의 당에 대한 안정성을 측정하기 위하여 glucose, galactose, sucrose, maltose, fructose를 각 0.1 M, 0.5 M, 1 M 첨가한 후 색소의 변화를 측정하였다. Fig. 7과 같이 0.1 M에서 가장 높은 색소 안정성을 보였으며 당의 함량이 증가할수록 안정성이 감소하였다. 오디(Kang CS 등 2003), 꽃페고니아(Park YJ 등 2006), 유색미(Yoon JM 등 1997), 아로니아(Hwang ES & Ki KN 2013)에서도 저농도에 비해 고농도의 당류를 첨가하였을 때 안토시아닌 색소 감소가 나타나 본 연구의 결과와 유사하였다. 안토시아닌 색소의 안정성은 당의 종류와 강도에 따라서 영향을 받는것으로 나타났다.

저장기간에 따른 색소 안정성을 알아보기 위해 색소 강도가 높았던 0.1 M에서 10일 동안 측정하였다(Fig. 8). 전반적으로 저장기간이 길어짐에 따라 색소의 강도가 감소하였다. 당을 첨가한 직후는 fructose, galactose, sucrose, glucose, maltose 순으로 안정성을 보였다. 2일 이후부터 sucrose, maltose, fructose, glucose, galactose 순서로 안정성에 변화를 보였다. 저장기간에 따라 전반적으로 단당류 보다 이당류에서 안정성을 보였고 당 종류마다 큰 차이를 보이지 않았다. Kim YH(1999)에 따르면 꽃사과의 안토시아닌은 20일까지 85% 잔존하여 별다른 영향을 미치지 않았고 4일 이후부터 50%이상의 감소를 보였으며 본 연구와 마찬가지로 당류마다 큰 차이를 보이지 않았다. Sucrose를 첨가하면 다른 당류에 비해 비교적 적은 색소

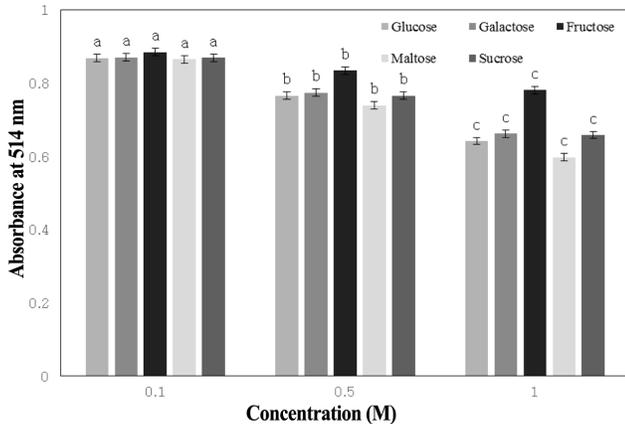


Fig. 7. Effect of sugars on the color intensity of *Zingiber mioga* R. extract at different concentration. Values represent the means±SD (n=3). ^{a-c} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

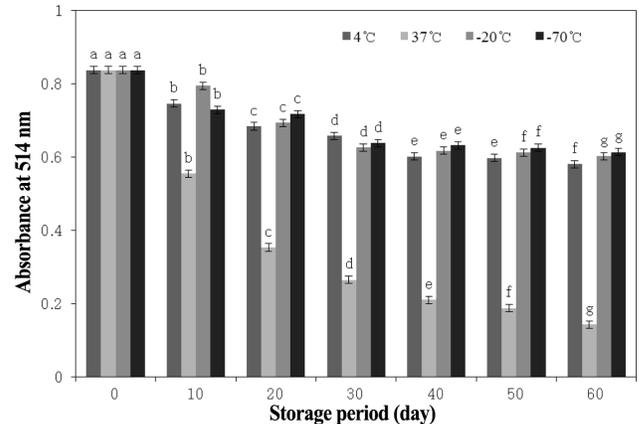


Fig. 9. Effect of storage temperature on the color of intensity from *Zingiber mioga* R. extract during storage. Values represent the means±SD (n=3). ^{a-g} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

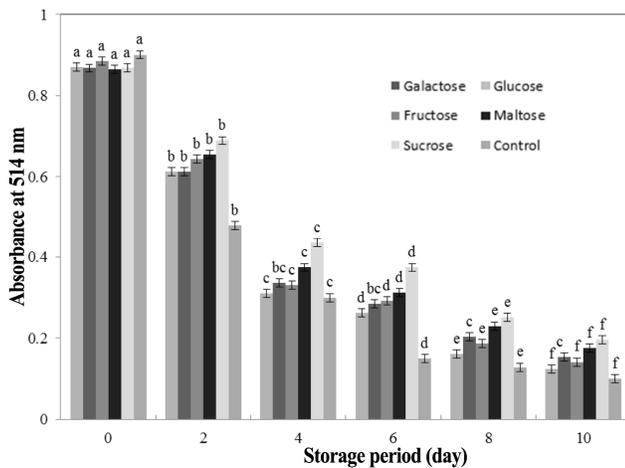


Fig. 8. Effect of sugars on the color of stability from *Zingiber mioga* R. extract during storage. Values represent the means±SD (n=3). ^{a-f} Different letters on the bars are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

강도의 변화를 보일 수 있어 가공시 sucrose를 첨가하는 것이 다른 당을 첨가하는 것보다 색소의 변화를 최소화할 수 있을 것으로 생각된다. 단당류는 변색을 촉진시키고 이당류는 억제 효과가 있다고 보고하여 본 실험과 비슷한 경향을 보였다(Hong JH 등 2002). 자색고구마 색소는 glucose, galactose, maltose의 순으로 안정화를 보였으며 sucrose와 fructose는 영향을 미치지 않았다는 보고도 있다(Lee LS 등 1996). 냉동된 오디를 열처리하여 색소의 안정성에 관여하는 효소를 불활성화 시킨 후 첨가한 당으로 올리고당이나 자일리톨보다는 설탕을 선택하는 것이 바람직하며, 구연산 0.2% 첨가하는 것이 오디잼의 맛뿐만 아니라 색소 함량을 향상시켰다(Kim HB 등 2012).

7. 저장온도 및 저장기간에 의한 영향

추출물에 pH 2의 Clark-Lubs 완충용액을 사용하여 2 mg/mL로 제조하여 -70°C, -20°C, 4°C, 37°C에서 60일 동안 저장하면서 10일 간격으로 양하의 색소 안정성을 측정하였다(Fig. 9). 냉동과 냉장온도에서 저장한 경우는 저장기간 동안 안정하였으나 37°C에서 저장한 경우 색소가 감소하는 경향을 보였다. 40일 이후부터 37°C에 저장한 양하 색소는 50% 이상의 감소율을 보였다. 60일에 측정된 결과 -70°C는 저장 초기에 비해 73.27% 잔존하였고 -20°C는 71.98%, 4°C는 69.40%으로 37°C에서 저장한 경우보다 안정적이었다. 아로니아 수용액을 -75°C에서 저장한 경우 다른 저장 온도에 비해 안정적이었다(Hwang ES & Ki KN 2013). 크랜베리 수용액의 색 잔존율은 12주 경과 후 5°C일 때 88%, 20°C의 경우 61%, 37°C의 경우 21%의 잔존율을 보였다(Kim JH 등 2003). 김정콩 종피의 경우도 0°C와 20°C에서는 안정성에 차이가 없었지만 30°C 이상부터 안정성이 떨어졌다(Son JH 등 2002). Petanin 은 pH 4에서 10°C, 60일간 저장한 후 84%의 색소 잔존율을 보였으나, cyanidin 3-glucoside는 모두 분해되었다(Fossen T 등 1998). 양하를 장기간 저장하는 경우 냉장과 냉동에서 저장하여 색소의 안정성을 유지할 수 있을 거라 생각된다.

IV. 요약 및 결론

양하 색소의 안정성을 측정한 결과, 양하 안토시아닌 색소는 pH 1.0에서 가장 높은 흡광도를 나타냈으며 pH 증가함에 따라 색소의 강도가 감소하였다. 저장기간에 따른 각종 유기산에 대한 변화를 10일 동안 측정하였다. 저장기간이 증가할수록 색소의 강도가 감소하였고 유기산

의 종류에 따라 색소의 강도는 malic acid, citric acid, acetic acid, formic acid 순으로 높은 색소 잔존율을 나타냈다. 저장기간이 길어짐에 따라 첨가한 모든 유기산에서 색소의 강도가 감소하는 경향을 보였다. K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} 종류의 금속염을 첨가하였을 때 Fe 이온 첨가 시 다른 금속이온에 비해 색소의 안정성이 감소하였다. 빛의 영향을 알아보기 위하여 10일 동안 저장한 후 암조건에서 저장한 양하 anthocyanin 색소는 72% 잔존하였고, 빛 조건에서는 58% 잔존하였다. 암조건에서 저장할 때 비교적 안정함을 알 수 있었다. 당에 대한 안정성을 측정하기 위하여 glucose, galactose, sucrose, maltose, fructose를 농도별로 첨가하였고, 당의 함량이 증가할수록 안정성이 감소하였다. 0.1 M 농도로 당을 첨가하여 10일 동안 저장한 결과 sucrose, maltose, glucose, fructose, galactose 순으로 안정성을 보였다. 온도 조건을 $-70^{\circ}C$, $-20^{\circ}C$, $4^{\circ}C$, $37^{\circ}C$ 에서 60일 동안 10일 간격으로 저장한 결과 4일 이후부터 50% 이상의 감소를 보였다. 냉동과 냉장온도에 저장한 경우는 저장기간 동안 안정하였으나 $37^{\circ}C$ 에서 저장한 경우 색소가 감소하는 경향을 보였다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Bassa LA, Francis FJ. 1987. Stability of anthocyanins from sweet potatoes in a model beverage. *J Food Sci* 52(6):1753-1754.
- Bayer E. 1958. Über den blauen farbstoff der kornblume, I. Natürliche und synthetische anthocyan-metallkomplexe. *Chem Ber* 91(5):1115-1122.
- Cho SB, Kim HJ, Yoon JI, Chun HS. 2003. Kinetic study on the color deterioration of crude anthocyanin extract from schizandra fruit (*Schizandra chinensis* fructus). *Korean J Food Sci Technol* 35(1):23-27.
- Chung KW, Joo YH, Lee DJ. 2004. Content and color difference of anthocyanin by different storage periods in seed coats of black soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Korean J Int Agric* 16(2):196-199.
- Durge AV, Sarkar S, Singhal RS. 2013. Stability of anthocyanins as pre-extrusion colouring of rice extrudates. *Food Res Int* 50(2):641-646.
- Fossen T, Cabrita L, Andersen OM. 1998. Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region. *Food Chem* 63(4):435-440.
- Francis EJ, Markakis PC. 1989. Food colorants: Anthocyanins. *Crit Rev Food Sci Nutr* 28(4):273-314.
- Henry BS. 1992. Natural food colors. pp 39-79. In: Natural food colorants. Hendry GAF, Houghton JD (eds.). Blackie and Son Ltd, Glasgow, UK.
- Hirono I, Mori H, Kato K, Hosaka S, Aiso S. 1982. Carcinogenicity examination of inflorescence of *Zingiber mioga* Roscoe. *Cancer Lett* 15(3):203-208.
- Hong JH, Chung HS, U H, Youn KS. 2002. Storage stability of anthocyanin pigment isolated from a wasted grape peels. *Korean J Food Preserv* 9(3):327-331.
- Hwang ES, Ki KN. 2013. Stability of the anthocyanin pigment extracted from aronia (*Aronia melanocarpa*). *Korean J Food Sci Technol* 45(4):416-421.
- Jackman RL, Yada RY, Tung MA, Speers RA. 1987. Anthocyanins as food colorants -A review. *J Food Biochem* 11(3):201-247.
- Jeong GS, Im SI, Jung BM. 2005. Comparison of nutritional constituents of native *Yangha* (*Zingiber mioga*) in Yeosu and Cheju area. *Korean J Food Sci Technol* 37(5):713-716.
- 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, 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 HS, Ahn SY. 1978. Studies on the formation of anthocyanin metal complex. *J Korean Agric Chem Soc* 21(1):22-30.
- Kim JH, Lee JH, Baik CK. 2003. Characteristics and stability of the color of the cranberry solution. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(6):806-811.
- Kim MH. 2015. Analysis of physiological activities of *Yangha* (*Zingiber mioga* Rosc) and quality characteristics of *Yangha* pickle. Doctorate dissertation. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea. p 81.
- Kim TS. 1998. Natural plant of Korea. Seoul National University Publishing Department, Seoul, Korea. p 203.
- Kim YH. 1999. Stabilities of anthocyanin pigments obtained from crab apple (*Malus prunifolia* Wild. Borkh. "Red Fruit") by ethanol extraction. *Korean J Food Nutr* 12(1):85-90.
- Lee HH, Lee JW, Rhim JW. 2000. Characteristics of anthocyanins from various fruits and vegetables. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7(3):285-290.
- Lee HJ, Choi EY, Sim YJ, Kim OS, Yoo HJ, Do WN, Kim YH. 2009. Anthocyanin contents and pigment stability of black soybean by different extract condition and stabilizer. *Korean J Food Nutr* 22(1):150-157.
- Lee LS, Rhim JW, Kim SJ, Chung BC. 1996. Study on the stability of anthocyanin pigment extracted from purple sweet potato. *Korean J Food Sci Technol* 28(2):352-359.
- Masako A, Yoshio O, Yasushi U, Yasujiro M, Yoshimasa N, Toshihiko O. 2006. A novel labdane-type trialdehyde from myoga (*Zingiber mioga* Roscoe) that potently inhibits human platelet aggregation and human 5-lipoxygenase. *Biosci*

- Biotechnol Biochem 70(10):2494-2500.
- Mok C, Hettiarachchy NS. 1991. Heat stability of sunflower-hull anthocyanin pigment. J Food Sci 56(2):553-555.
- Park HJ, Jeon TW, Lee SH, Cho YS, Cho SM, Chang KS. 2004. Studies on characteristics and stability of anthocyanin pigment extracted from Korean purple-fleshed potatoes. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(9):1544-1551.
- Park YJ, Kim HJ, Heo BG. 2006. Stability of anthocyanin pigment extracted from *Begonia semperflorens* 'Red' with ethanol. Flower Res J 14(3):203-210.
- Roobha JJ, Saravanakumar M, Aravindhan KM, Devi PS. 2011. The effect of light, temperature, pH and stability anthocyanin pigments on *Musa acuminata* bract. Res Plant Biol 1(5):5-12.
- Shin JH, Lee SJ, Sung NJ. 2002. Effects of *Zingiber mioga* root and *Zingiber officinale* on the lipid concentration in hyperlipidemic rats. J Korean Soc Food Sci Nutr 31(4):679-684.
- Shimpson KL. 1985. Chemical changes in natural food pigments. pp 409-441. In: Chemical changes in food during processing. Richardson T, Finley JW (eds). Editorial AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT, USA.
- Sistrunk WA, Cash JN. 1970. The effect of certain chemicals on the color and polysaccharides of strawberry puree. Food Technol 24(4):473-477.
- Son JH, Jung MG, Choi HJ, Jang UB, Bae JH, Lee HD, Choi C. 2002. Stability of black soybean pigment extract. J Korean Soc Appl Biol Chem 45(3):179-184.
- Raynal J, Moutounet M. 1989. Intervention of phenolic compounds in plum technology. 2. Mechanisms anthocyanin degradation. J Agric Food Chem 37(4):1051-1053.
- Wang H, Cao G, Prior RL. 1997. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. J Agric Food Chem 45(2):304-309.
- Yang HC, Lee JM, Song KB. 1982. Anthocyanins in cultured *Omija* (*Schizandrea chinensis* Baillon) and its stability. J Korean Agric Chem Soc 25(1):35-43.
- Yoon JM, Cho MH, Hahn TR, Paik YS, Yoon HH. 1997. Physicochemical stability of anthocyanins from a Korean pigmented rice variety as natural food colorants. Korean J Food Sci Technol 29(2):211-217.

Received on May23, 2016/ Revised on Jun.14, 2016/ Accepted on Jun.14, 2016