

검정동부 종피에서의 색소 추출과 추출색소의 저장 안정성 연구

정양숙, 최경진¹, 강항원¹, 배도규*경북대학교 천연섬유학과, ¹국립식량과학원 기능성 작물부**Research on the Colorants Extraction from Black Cowpea Seed Coats and their Storage Stability****Yang Sook Jung, Kyung Jin Choi¹, Hang Won Kang¹ and Do Gyu Bae***

Department of Natural Fiber Science, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

¹Department of Functional Crop National Institute of Crop Science, RDA, Milyang 627-803, Korea

Abstract - The purpose of this study was to search available resources for new natural colorants. The extraction efficiency of colorants from black cowpea seed coats and their storage stability were examined according to the various extraction and storage conditions in this study. The results obtained were as follows: the optical density (O.D.) values of the extracted colorants increased with increasing extract time and temperature. Extraction at pH 4 was seen to be the most efficient among the various pH conditions. The color of the extract solutions were seen to change with variation in pH, for example, anthocyanins display color changes from orange-red, to orange, to blue, to greenish-blue at pH 3.0, 4.0-6.0, 7.0 and 9.0-11.0, respectively. The color changes of the extract solutions over various storage periods were determined using UV/Vis spectra these color changes indicate characteristic absorption patterns and a discoloration index which indicates the rate of absorbance (532 nm/454 nm). Methionine addition influenced the storage stability of the colorant solutions and this addition led to better storage stability than non-addition. In paper chromatography of juice extracted colorant, a long stripe was seen on development. Among three colorants obtained *via* paper chromatography according to development rate, at least two different colorants were mixed indicated by the appearance, or not, of a shoulder at 552 nm depending on the extent of development.

Key words - Black cowpea, Juice extractor system, Methionine, Natural colorant

서 언

최근 합성색소의 유해성이 끊임없이 제기되면서 천연의 원료로부터 얻어지는 천연색소의 개발에 대한 관심이 점점 고조되고 있다. 산업적으로 유용한 천연색소에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 그 중 안토시아닌 색소 함유 농산물이 기능성 식품으로 유용하다는 결과 보고에 따라, 크랜베리(Fuleki *et al.*, 1968), 딸기(Skrede *et al.*, 1992), 블랙커런트(Cemeroglu *et al.*, 1994), 체리(Cemeroglu *et al.*, 1994), 적양배추(Giusti and Wrolstad, 1996), 자색고구마(Odake *et al.*, 1992), 적색감자(Rodriguez-Saona *et al.*, 1998) 등 많은 anthocyanin 색소원에 대한 다양한 연

구가 수행되고 있다. 식물의 열매, 꽃, 과실, 줄기, 잎, 뿌리 등에 폭넓게 함유되어 있는 anthocyanin은 페놀 화합물인 flavonoid에 속하는 수용성 색소(Bridle and Timberlake, 1997)로서 약 300여종이 식물마다 다양한 구조로 존재한다. 그러나 anthocyanin은 기능성 천연색소로서 각광을 받고는 있으나, 광선, pH, 온도 등의 변화에 불안정하여 색소의 분리 및 정제가 어려울 뿐 아니라(Francis, 1982; Harborne, 1989) 저장의 문제점이 지적되고 있어 천연색소로서의 이용이 매우 제한적인 실정이다. anthocyanin 색소의 안정성을 증진시키기 위하여 개발된 방법으로는 유기산을 첨가하여 색소의 pH를 낮추거나, 금속염을 첨가하는 방법, copigmentation에 의한 방법 등이 있다(Mazza and Brouillard, 1987; Markakis, 1974). 이 중 copigmentation 방법은 anthocyanin

*교신저자(E-mail) : dkbae@knu.ac.kr

색소에 tannins, flavonoids, polyphenols, alkaloids, amino acids 등을 첨가하여 안토시아닌 분자가 이들과 함께 복합체를 이루어 색소를 안정화시키는 방법이다(Mazza and Brouillard, 1990; Francis, 1989).

동부는 학명이 *Vigna unguiculata*(L.) Walp.인테 식물분류학상 콩과(Leguminosae), 접형화아과(Papilionoideae), 강낭콩족(Phaseoleae)에 속하며 영명은 cowpea라 하고 우리나라에서는 강두 혹은 광저기라고도 한다(www.ncis.go.kr).

동부의 형상은 팥과 비슷하나 종자가 약간 길고 종자의 눈도 길어서 쉽게 구별될 수 있으며, 종자의 색은 백색, 홍색, 홍백색, 자색, 흑색 그리고 흑백의 중간색 등 여러 품종이 있다(www.ncis.go.kr). 최근에 Ha *et al.*(2010)은 검정동부의 색소성분을 조사하여 7종의 anthocyanin을 분리하였으며, 색소의 성분으로 delphinidin-3-O-glucoside, cyanidin-3-O-glucoside, delphinidin-3-O-galactoside, cyanidin-3-O-galactoside, petunidin-3-O-glucoside, peonidin-3-O-glucoside, malvidin-3-O-glucoside가 존재함을 보고하였다.

동부는 대규모 가공 시 대부분 종피를 제거하여 사용하고 있고 이들 종피는 특별히 사용되는 곳이 없는 실정이다. 이에 검정 동부 종피에 존재하는 천연색소를 추출, 분리하여 사용할 수 있다면 천연 색소로서의 가치뿐만 아니라 폐자원의 활용도 증진 면에서도 그 의의가 대단히 크며, 검정 동부의 신수요 창출로 이어질 수 있을 것으로 기대된다. anthocyanin 색소는 많은 식물체에 광범위하게 존재하지만 천연 색소원으로서 산업화하기 위해서는 추출의 용이성 및 효율성과 저장 안정성 등이 필수적으로 요구되며 대규모의 안정적 원료공급 또한 중요하다.

본 연구에서는 검정동부 종피에 함유되어 있는 천연 색소의 활용 가능성을 알아보기 위해서 색소의 추출 실험과 색소의 저장에 따른 안정성과 분광학적 특성이 조사되었다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 연구에 사용된 시료는 시중에서 판매되고 있는 검정 동부를 구입하여 세척 후 건조하여 사용하였다. 분리된 검정 동부의 종피로부터 색소 추출이 이루어 졌으며, 추출 용매로서는 증류수를 사용하였으며 이 때 pH 조절을 위해서는 Citric Acid(DUKSAN PHARMACEUTICAL CO.,LTD.)

가 사용되었다. 저장안정성 시험을 위한 색소안정제로는 Methionine(DUKSAN PHARMACUTICAL CO.,LTD.)을 사용하였다.

색소추출

용액 추출

검정 동부 종피에 존재하는 색소의 추출거동을 알아보기 위해 Table 1과 같은 조건으로 추출시험이 진행되었다.

위와 같은 조건에서 얻어진 색소 수용액을 25,000 rpm (비전과학, vs-30000i)에서 10분간 원심분리하고 상등액만을 취하여 증류수로 20배 희석한 후 분광광도계(HITACHI, U-2800)로 흡광도를 측정하여 색소 추출 정도의 비교치로 하였으며, 각 조건에서 시료당 3반복하여 실험한 결과의 평균값을 취하였다

착액추출

착액에 의한 추출 거동을 알아보기 위해 Table 2와 같은 조건으로 전처리된 후, 착액기(NJE-2120, NUC)로 착액한 수용액을 위와 같은 방법으로 진행하여 색소 추출 정도를 비교하였다.

색소추출물의 저장성

pH 변화에 따른 분광학적 특성

검정동부 색소의 pH 변화에 따른 분광학적 특성을 조사하기 위하여 색소액을 pH 3.0~11.0으로 조절하여 가시광선 영역에서 스펙트럼 변화를 측정하였으며, 이 때 pH 조절을 위한 알칼리제로서는 Sodium carbonate가 사용되었다.

Table 1. The colorant extracting conditions

추출 온도	30, 50, 70℃
추출 시간	1, 2, 4, 6, 10, 16, 24 hours
추출 pH	3, 4, 5
육 비	1 : 30

Table 2. Pre-treatment conditions for juice extractor system

처리 온도	30℃
처리 시간	1, 2, 4, 24 hours
처리 pH	4, 5
육 비	1 : 6

Table 3. Pre-treatment conditions

처리 온도	30°C
처리 시간	4 hours
처리 pH	4
용 비	1 : 6

아미노산의 첨가가 색소의 분광학적 특성 및 안정성에 미치는 영향

위와 같이 전처리하여 착액기로 착액한 색소 수용액을 위와 같은 조건으로 원심분리한 후 10배로 희석한 색소용액 50 ml에 Methionine(Met.)을 10, 20 mmol씩 각각 첨가하여 45°C에서 20일간 저장하면서 2일 간격으로 흡광도를 측정하여 그 변화정도를 알아보았다.

추출 색소의 paper chromatography

Table 3과 같은 조건으로 전처리하여 착액기로 색소 추출액을 취한 후, 위와 같은 방법으로 원심분리 후 동결 건조하여 구한 색소분말을 chromatography용 여과지(Whatman chromatography paper #1)를 사용하여 BAW(n-butanol : acetic acid : water=4:1:5), 30% Acetic acid 용매로 전개시킨 후, R_f값을 구하였다.

전개된 chromatograph paper(30% Acetic Acid)를 3부분으로 나누어 잘라 1% HCl-methanol로 색소를 용출시킨 후 가시광선 영역에서 스펙트럼을 측정하여 색소의 특성을 조사하였다.

결과 및 고찰

추출 방법에 따른 색소 추출 거동

용액 추출 시 추출 pH, 온도 및 시간이 색소 추출에 미치는 영향

Fig. 1은 추출온도 30°C에서 추출 pH와 시간에 따른 검정동부 종피 추출액의 흡광도를 나타낸 것으로, pH에 따른 흡광도는 약간의 차이를 보여주고 있어 pH 4) pH 5) pH 3의 순으로 높게 나타났다. 추출시간에 따른 흡광도 변화는 추출 6시간까지 급격한 흡광도의 증가를 보이다가 그 이후부터 흡광도 값의 증가가 둔화되었다.

추출온도 50°C와 70°C에서 pH와 추출시간에 따른 검정동부 종피 추출액의 흡광도의 변화를 Fig. 2와 Fig. 3에 나타내었다. 모든 추출온도에서 추출 초기에는 추출액의 흡

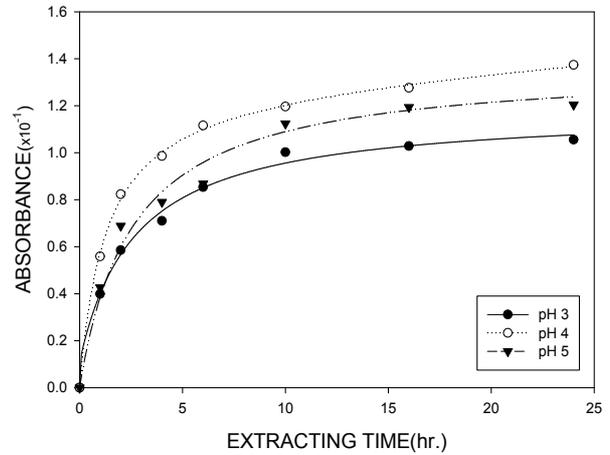


Fig. 1. Effects of extracting time and pH on colorant extract from black cowpea at 30°C.

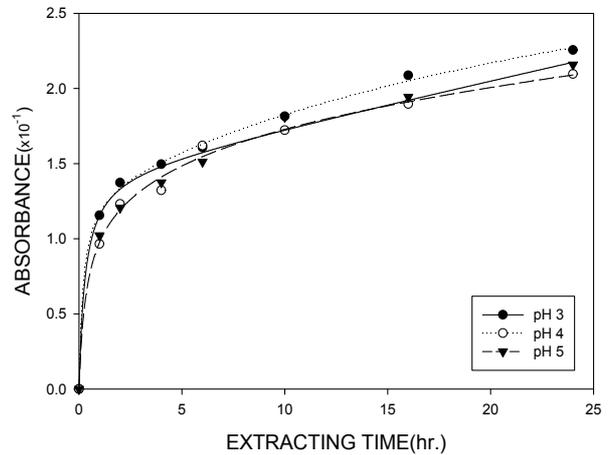


Fig. 2. Effects of extracting time and pH on colorant extract from black cowpea at 50°C.

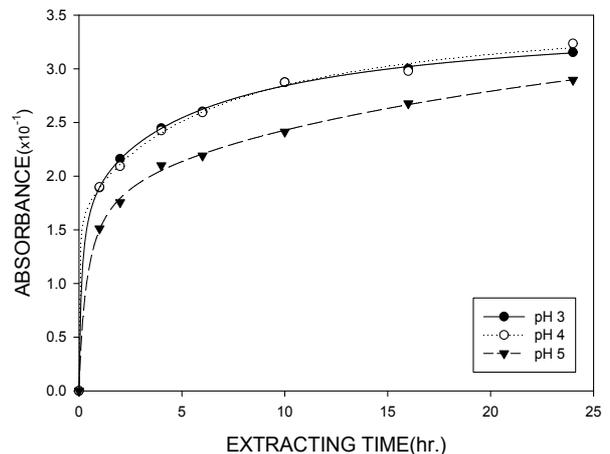


Fig. 3. Effects of extracting time and pH on colorant extract from black cowpea at 70°C.

Table 4. Absorbance from various extracting conditions

Temperature (°C)	pH	Extracting time							
		0	1	2	4	6	10	16	24
30	3	0	0.3985	0.5848	0.7095	0.8533	1.0020	1.0280	1.0550
	4	0	0.5585	0.8230	0.9857	1.1157	1.1960	1.2762	1.3735
	5	0	0.4267	0.6887	0.7900	0.8680	1.1237	1.1937	1.2040
50	3	0	1.1555	1.3728	1.4958	1.6062	1.8143	2.0868	2.2557
	4	0	0.9652	1.2308	1.3220	1.6200	1.7222	1.8960	2.0960
	5	0	1.0222	1.2057	1.3742	1.5120	1.8105	1.9438	2.1583
70	3	0	1.8933	2.1613	2.446	2.6017	2.8740	3.0008	3.1527
	4	0	1.8987	2.0917	2.4245	2.5925	2.8735	2.9782	3.2347
	5	0	1.5115	1.7558	2.1002	2.1908	2.4132	2.6763	2.8958

광도가 빠르게 증가하였으나 일정시간 후에는 흡광도의 증가가 둔화되는 것을 확인할 수 있었으며, 30°C 추출시 그 경향이 명확하게 나타나고 있다.

30°C, 50°C, 70°C 추출 조건 중 70°C에서 추출시 초기에 흡광도의 증가 폭이 가장 크게 나타나 최종 추출액의 흡광도 값도 높게 나타나 추출온도가 높을수록 유리함을 알 수 있었다. 또한 온도조건에 따라 반응양상은 상이 하였지만 pH 조건에 따른 흡광도 값의 차이는 검정동부 종피의 색소 추출에 있어 pH가 중요한 추출 요소로서 작용함을 시사해준다.

이상의 결과를 종합한 Table 4에서 나타난 바와 같이 용액추출방법으로 색소 추출 시 추출온도 70°C, pH 4로 설정해 주는 것이 최상의 추출 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

착액 추출 시 추출 전처리 조건이 색소 추출에 미치는 영향 일반적인 천연 색소 생산과정은 추출-여과-농축-분말화 하는 공정으로 이루어진다(Lee *et al.*, 2002). 고농도의 색소 추출액을 처음부터 얻을 수 있다면 농축과정을 단축하거나 생략할 수 있어서 그 만큼 산업화가 보다 쉽게 이루어 질 수 있을 것으로 예상된다. 고농도의 색소 추출액을 얻기 위해서는 추출 욕비가 작을수록 유리하기 때문에 여러 가지 조건에서 소욕비로 전처리한 후 착액 방식으로 색소를 추출하고 그에 따른 추출거동을 알아보았다.

Fig. 4는 30°C, pH 4, 5에서 전처리하여 추출한 검정동부 종피 색소의 흡광도를 나타낸 것으로서 단시간 전처리

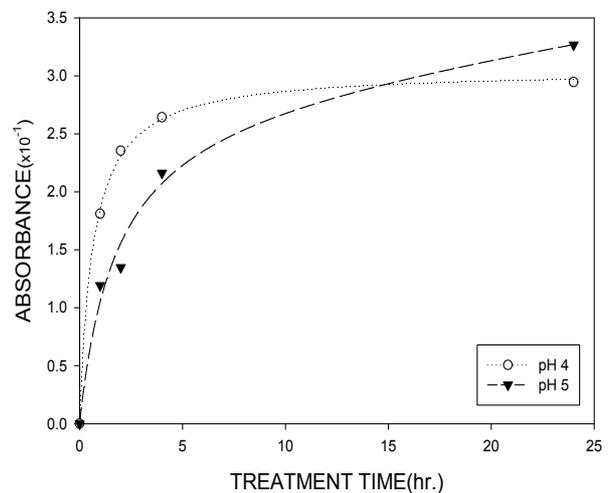


Fig. 4. Effects of treatment time and pH on colorant extract from black cowpea at 30°C.

에서는 pH 4가 pH 5보다 높은 흡광도를 나타냈지만 15시간 이상 장시간 전처리하면 그 결과는 반대로 pH 5가 높게 나타났다. 그리고 pH 4에서의 전처리에서는 전처리 시간 4시간 이상에서는 흡광도 값의 증가는 미미하였다. 따라서 착액 방식으로 색소를 추출할 경우에 착액 효율을 높이기 위해서는 pH 4에서 4시간 전처리가 적당한 것으로 사료된다.

용액 추출에 의한 색소 추출방법보다 훨씬 적은 용매의 사용과 실온에서의 추출로 농축된 색소 용액을 얻을 수 있었으며, 짧은 전처리 시간과 함께 에너지 절약 측면에서도 효과적인 추출 방법이라 할 수 있겠다.

색소 추출물의 특성과 저장성

pH 변화에 따른 분광학적 특성

Anthocyanin 색소는 C₆-C₃-C₆의 기본 골격을 가지고 있으며 기본골격에 연결된 수산기의 수, 위치 및 메틸화 정도, aglycon인 anthocyanidin에 결합된 당의 종류 및 수에 따라 다양한 종류가 존재하며 특히 anthocyanin 분자가 노출되는 pH, 온도 등의 환경요인은 anthocyanin의 구조를 변화시켜 동일한 anthocyanin의 경우에도 발현되는 색에 차이가 존재한다(Jackman *et al.*, 1987).

검정 동부 종피에서 추출한 색소 용액의 색은 Fig. 5에서 보이는 바와 같이 pH의 변화에 따라 특징적인 변화를 나타내고 있다. 산성 쪽인 pH 3.0에서는 orange-red색, pH 4.0~6.0은 orange색, 중성인 pH 7.0에서 부터 blue색을 나타내기 시작해서 알칼리 영역인 pH 9.0~11.0에서는 greenish-blue색을 보였다.

일반적으로 anthocyanin 색소는 산성용액에서는 anthocyanin을 구성하는 수산기의 수에 따라 색깔이 orang-red에서 mauve까지 변화하며 중성에서는 pseudo base가 형성되어 무색을, 그리고 pH 9.0 이상에서는 anhydro base의 형태로 되어 푸른색을 나타내어 pH의 변화에 대한 지시약과 같은 작용을 한다고 알려져 있는데(Dangles *et al.*, 1993) 검정동부 종피의 추출 색소 용액에서도 pH의 변화에 따라 특징적인 색깔의 변화를 나타내었다.

이러한 현상은 anthocyanin 색소의 화학구조는 수용액 상에서 flavylium 양이온, quinoidal base, pseudo base, calcone의 네 가지 구조의 평형상태로 존재하며 pH 3이하의 강산성 영역에서는 안정한 적색을 띠는 flavylium 양이온 구조가 지배적이나 pH가 5이상으로 증가하면 flavylium 양이온이 양자를 잃게 되어 옅은 자색 또는 청색을 띠는 quinoidal base를 형성하고 때문인 것으로 알려져 있으며, pH가 중성 근처로 접근함에 따라 무색의 pseudo base의 구조가 anthocyanin의 지배적인 구조가 된다고 보고되어 있다(Mazza and Brouillard, 1987).

검정동부 색소 용액의 pH 변화에 따른 가시광선 영역에서의 흡수 spectrum을 Fig. 6에 나타내었다. pH 3.0~5.0에서는 450 nm와 520 nm 부근에서 2개의 흡수 peak가 나타났으며, pH 7.0~8.0에서는 450 nm 부근의 흡수 peak가 약간 장파장 쪽으로 shift되어 나타났다. 알칼리로 변화시켰을 때 600~650 nm 부근에서 나타난 새로운 흡수 peak는 anhydrobase의 형태로 되어 푸른색을 나타내기 때문인

것으로 사료된다.

아미노산의 첨가가 검정동부 종피 색소의 분광학적 특성 및 저장 안정성에 미치는 영향

아미노산의 첨가는 일반적으로 anthocyanin 분자가 다른 유기물과 복합체를 형성하여, 색의 특성이 변화하는 copigmentation의 특징적인 변화, 즉 페놀화합물(Hendry and Houghton, 1996)이나 금속이온(Eiro and Heinonen, 2002)을 첨가할 때와 유사한 최대흡수파장이 장파장으로 이동하는 bathochromic effect나 흡광도가 증가하는 hyperchromic effect를 유발한다고 알려져있다(Yoon *et al.*, 1998).

아미노산 첨가가 검정동부 종피 색소의 저장성에 미치는 영향을 알아보기 위한 spectrum의 경시 변화를 Fig. 7~9에 나타내었다. spectrum에서 가장 큰 특징적인 변화는 저장 시간이 경과될수록 532 nm에서 나타나는 흡수 peak가 점점 약해진다는 것이다. Fig. 7의 Met.을 첨가하지 않은 경우 저장 후 14일이 경과하면 532 nm의 peak가 완전히



Fig. 5. The color change of colorant from black cowpea depending on pH.

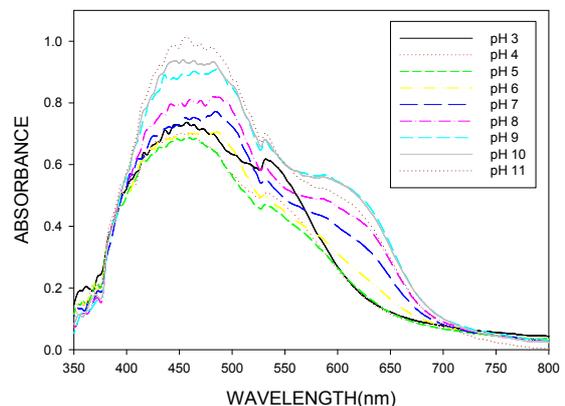


Fig. 6. Absorption spectra of the colorant from black cowpea at pH 3~11.

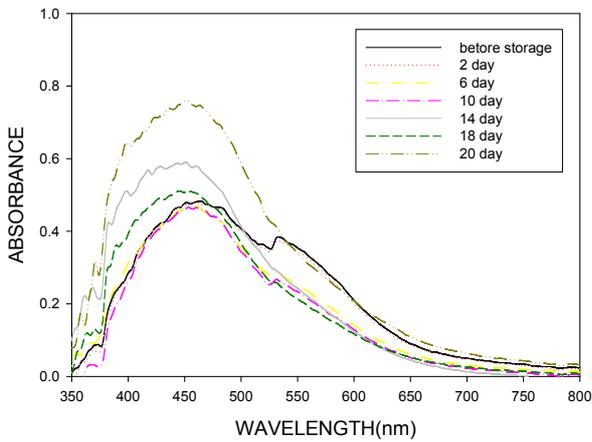


Fig. 7. Absorption spectra of the colorant from black cowpea depending on storage time at 45°C without methionine.

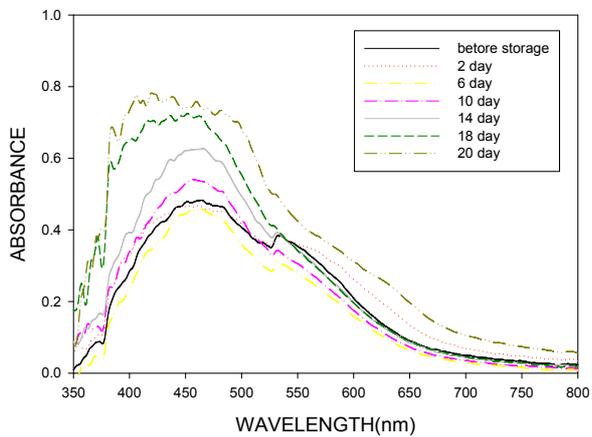


Fig. 8. Absorption spectra of the colorant from black cowpea depending on storage time at 45°C with methionine 10 mmol.

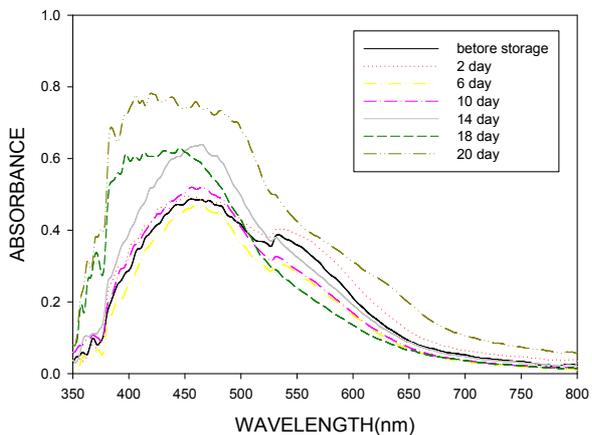


Fig. 9. Absorption spectra of the colorant from black cowpea depending on storage time at 45°C with methionine 20 mmol.

사라진다. Fig. 9와 Fig. 10에서도 Met. 첨가량 10 mmol, 20 mmol의 저장 후 18 일이 경과했을 때 그러한 변화가 나타나며, 그와 동시에 450 nm 부근의 peak가 단파장 쪽으로 shift되는 경향이 강하게 나타나는 것을 확인 할 수 있다. Met. 첨가에 의해 532 nm의 특정 peak가 없어지면서 장파장으로 이동하는 bathochromic effect가 나타나는 것을 확인 할 수 있으며 아미노산 복합체 형성과 관련이 있을 것으로 추정된다. 검정 동부 종피 색소의 532 nm에서의 특정 peak는 purple색과 깊은 관련이 있는데 저장 시간의 경과에 따라 이 peak가 소멸된 결과로 용액의 색이 greenish-blue로 변화됨을 알 수 있었다.

한편 저장 중 갈변현상에 기인한 400~450 nm 부근 peak의 흡광도가 증가하는 경향을 보이고 있는데, Ponting *et al.*(1960)은 anthocyanin 함유식품의 저장 중 갈색이 증가하는 반응자체는 anthocyanin 색소의 파괴와는 무관하여 독립적으로 일어난다고 보고하고 있다. Flora *et al.* (1976)은 anthocyanin을 함유하는 과일주스를 가열할 때, 가열에 의한 첫 번째 효과는 anthocyanin 색소가 파괴되면서 붉은색이 퇴색되어 500~535 nm 부근에서 흡광도가 감소하게 되며, 더욱 가열하게 되면 점차적으로 갈색이 생성되어 400~460 nm 부근에서 흡광도의 증가가 일어나므로 두 영역에서 측정된 흡광도의 비($A_{500\sim535\text{ nm}}/A_{400\sim460\text{ nm}}$)가 가열에 의한 색변화의 지표로 사용할 수 있음을 보고하였다.

Fig. 10에 Met. 첨가 농도별 검정 동부 종피 색소액의 discoloration index(D.I.) ($A_{532\text{ nm}}/A_{454\text{ nm}}$)값의 변

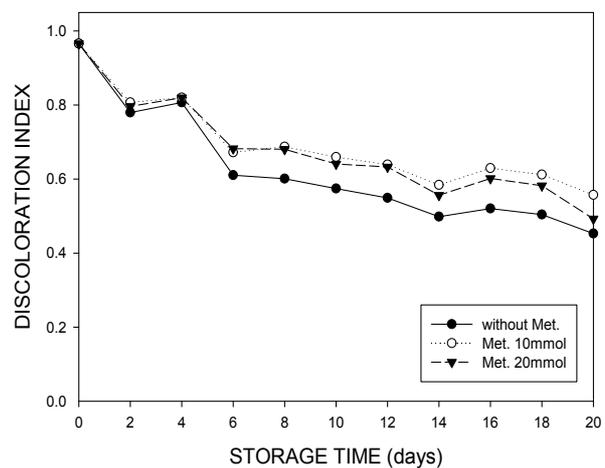


Fig. 10. The discoloration index of black cowpea colorant depending on storage time at 45°C.

화를 나타냈다. 저장 후 6일까지 D.I. 값은 급격한 감소를 보이며, 저장 초기에는 D.I.값의 변화에 미치는 Met.의 영향은 크게 나타나지 않았다. 6일이 지나면 Met. 첨가가 D.I. 값에 영향을 주지만 Met. 10 mmol 첨가가 20 mmol 첨가보다 D.I.값의 감소가 적게 나타났으며 미처리에 비해서는 모두 저장안정성에 효과가 있음을 알 수 있다. Met. 첨가 농도에 따라 저장안정성의 효과에서 차이가 나는 이유에 대해서는 아직 불분명하며(Oh *et al.*, 2005) 앞으로 좀 더 깊은 연구를 통해 규명할 필요가 있다.

추출색소의 paper chromatography

검정 동부 종피로부터 착액 추출한 색소 분말을 paper chromatography한 결과, 전개액 BAW와 30% acetic acid의 어느 전개조건에서도 하나의 긴 띠 모양으로 전개되었다. 각 시료의 R_f 값은 각각 0.68(BAW), 0.53(30% acetic acid)으로 나타났으며 이를 Harborne(1984)의 결과와 비교하여 볼 때 cyanidin($R_f = 0.68$)의 R_f 값과 동일하였다.

chromatograph paper상에서 추출된 색소의 측정 spectrum에서는 두 개의 peak(452 nm, 532 nm)가 나타나 Harborne(1984)이 제시한 cyanidin의 흡수 peak인 535 nm의 값과 유사하였다. 532 nm뿐만 아니라 452 nm에서도 명확한 흡수 peak가 나타나는 것은 색소 시료에 적어도 2종 이상의 색소가 혼합되어 있는 것으로 의미된다. Fig. 11는 chromatograph paper상의 색소를 전개 속도별로 세부분으로 나누어 추출하여 측정한 spectra로서 536 nm의 흡수 peak와 552 nm에서의 shoulder를 볼 수 있다.

전개속도가 늦은 부분의 색소는 shoulder가 명확히 보

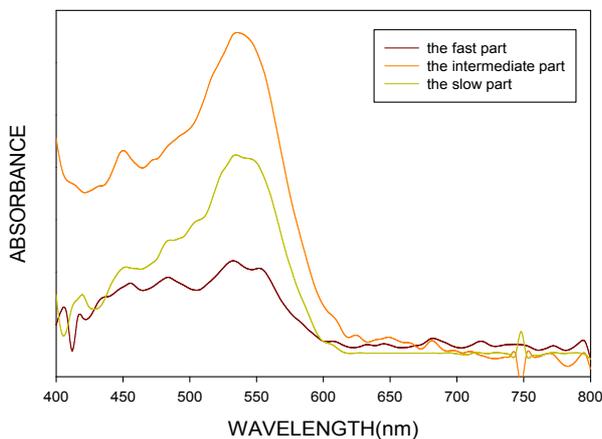


Fig. 11. Absorption spectra of the colorants depending on development extent via paper chromatograph.

이지만 중간부분에서는 약간만 보이고 전개속도가 빠른 부분에서는 거의 보이지 않는다. 이러한 결과는, 추출된 색소는 552 nm에서 최대 흡수 peak를 나타내는 색소와 536 nm에서 최대흡수 peak를 나타내는 색소가 혼합되어 있으며 이 두 가지 색소의 spectrum이 겹쳐진 것에 기인한 것으로 생각된다. 하지만 윗부분에서는 shoulder가 거의 보이지 않아 적어도 552 nm를 최대흡수 파장으로 하는 색소는 포함되어 있지 않는 것으로 판단된다. 552 nm의 shoulder와 536 nm에서의 흡수 peak는 검정동부 종피에는 적어도 주요한 2종 이상의 색소가 혼합되어 있는 것을 명확히 알 수 있었다.

검정동부 종피에 함유되어 있는 천연 색소를 활용하기 위해 다양한 추출방법을 통한 추출의 최적화와 추출된 색소의 저장안정성에 대해 조사되었고 이러한 결과로 얻어진 자료들은 검정동부 종피를 활용한 다양한 연구의 기초가 될 것으로 생각된다.

적 요

본 연구에서는 검정 동부 종피에 함유된 천연색소에 대한 연구의 일환으로, 추출방법에 따른 색소 추출 효율과 저장안정제 첨가에 따른 저장 안정성과 특성을 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 용액 추출 시 온도가 높을수록, 시간이 경과될수록 색소 추출 효율이 높게 나타났으며, pH 조건에서는 pH 4가 가장 효율적이었다.
- 2) 착액 추출 시, 단시간 전처리에서는 pH 4가 pH 5에서보다 색소 추출량이 많았지만, 15시간 이상의 장시간 전처리에서는 오히려 pH 5에서 많이 나타났다.
- 3) 검정동부 색소용액의 pH 변화에 따른 색도는, orange-red색(pH 3.0), orange색(pH 4.0~6.0), blue색(pH 7.0) 그리고 greenish-blue색(pH 9.0~11.0)으로 Antocyanin과 유사한 거동을 보였다.
- 4) 저장 안정제로 Methionine을 첨가한 결과에서는 첨가에 따른 검정 동부 색소의 안정화 효과에서 저장 기간 18일까지는 변색 지연 효과를 보였으며, Methionine 10 mmol 첨가>20 mmol 첨가>무첨가 순으로 안정 효과가 크게 나타났다.
- 5) 검정 동부 종피로부터 착액 추출한 색소 분말을 paper chromatography한 결과, 하나의 긴 띠 모양으로 전

개되었으며 R_f 값은 각각 0.68(BAW), 0.53(30% acetic acid)으로 나타났다.

6) Chromatograph paper상에서 전개속도에 따라 3분 획으로 구분하여 취한 색소의 spectrum 분석에서는 552 nm의 shoulder의 존재 유무를 근거로 적어도 2가지 이상의 색소 성분이 혼합되어 있는 것을 명확히 알 수 있었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청과 공동연구과제로 수행중인 기능성 색소 고품유 작물 선발 및 색소 표준화 기술 개발 과제 (PJ007382)에서 나온 결과물입니다.

인용문헌

Bridle, P. and C.F. Timberlake. 1997. Antocyanins as natural food colours-selected aspects. *Food Chem.* 58(1):103-109.

Cemeroglu, B., S. Velioglu and S. Isik. 1994. Degradation kinetics of anthocyanins in sour cherry juice and concentrate. *J. Food Sci.* 58:1216-1218.

Dangles, O., N. Saito and R. Brouillard. 1993. Kinetic and thermodynamic control of flavylum hydration in the pelargonidin-cinnamic acid complexation. Origin of the extraordinary flower color diversity of *Pharbitis nil*. *J. American Chem. Soc.* 115:3125-3132.

Eiro, M.J. and M. Heinonen. 2002. Anthocyanin color behavior and stability during storage: Effect of intermolecular copigmentation. *J. Agric. Food Chem.* 50:7461-7466.

Flora, L.F. 1976. Time-temperature influence on muscadin grape juice quality. *J. Food Sci.* 41:1312.

Francis, F.J. 1982. Analysis of the anthocyanins. Anthocyanins as a food colors. Academic Press, Inc., New York, USA. pp. 181-207.

Francis, F.J. 1989. Food colorants : Anthocyanins. *Crit. Rev. Food Sci.* 28:273-314.

Fuleki, T. and F.J. Francis. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction determination of total anthocyanin in cranberries. *J. Food Sci.* 33:72-77.

Giusti, M.M. and R.E. Wrolstad 1996. Characterization of red radish anthocyanins. *J. Food Sci.* 61:323-326.

Harbone, J.B. 1984. *Phytochemical methods : A guide to modern techniques of plant analysis.* Chapman and Hall. New York, USA. pp. 37-99.

Harborne, J.B. 1989. *Methods in plant biochemistry.* Plant Pheolics (vol 1). Academic Press. London, England. pp. 56-59.

Ha T.J., M.H. Lee, Y.N. Jeong, J.H. Lee, S.I. Han, C.H. Park, S.B. Pae, C.H. Hwang, I.Y. Baek and K.Y. Park. 2010. Anthocyanins in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ssp. *unguiculata*). *Food Sci. Biotechnol.* 19:821-826.

Hendry, G.A.F. and J.D. Houghton. 1996. *Copigmentation in Natural Food Colorants.* 2nd ed. Chapman and Hall. Glasgow, England. pp. 267-270.

Jackman R.L., R.Y. Yada and M.Y. Tung. 1987. A review: separation and chemical properties of anthocyanins used for their qualitative and quantitative analysis. *J. Food Biochem.* 11:279-308.

Lee, B.K., H.Y. Piao and W.J. Chung. 2002 Production of red pigments by *Monascus purpureus* in solid-state culture. *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 7:21-25.

Markakis, P. 1974. Anthocyanins and their stability in foods. *Crit. Rev. in Food Technol.* 4:437-456.

Mazza, G. and R. Brouillard. 1987. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. *Food Chem.* 25:207-225.

Mazza, G. and R. Brouillard. 1990. The mechanism of copigmentation of anthocyanins in aqueous solution. *Phytochemistry* 29:1097-1102.

Odake, K., N. Terahara, N. Saito and T. Honda. 1992. Chemical structures of two anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Phytochemistry* 31:2127-2130.

Oh, J.K. and J.Y. Imm. 2005. Effect of amino acids on stability and antioxidative property of anthocyanins. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37:562-566 (in Korean).

Pointing J.D., D.W. Sanshuck and J.E. Brekke. 1960. Color measurement and deterioration in grape and berry juices and concentrates. *Food Res.* 25:471.

Rodriguez-Saona, L.E., M.M. Giusti and R.E. Wrolstad. 1998. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes. *J. Food Sci.* 63:458-465.

Skrede, G., R.E. Wrolstad, P. Lea and G. Enersen. 1992. Color stability of strawberry and blackcurrent syrups. *J. Food Sci.* 57:172-177.

Yoon J.M., T.R. Hahn and H.H. Yoon. 1998. Effect of copigmentation on the stability of anthocyanins from a Korean pigmented rice variety. *Korean J. Food Sci. Tech.* 30:733-738.

국립식량 과학원, 작물정보, www.ncis.go.kr

(접수일 2010.11.16; 수정일 2011.7.26; 채택일 2011.8.11)