

## 자색고구마 색소의 추출과 특성

김선재 · 임종환 · 이란숙 · 이준설\*

목포대학교 식품공학과, \*호남농업시험장 목포시험장

### Extraction and Characteristics of Purple Sweet Potato Pigment

Seon-Jae Kim, Jong-Whan Rhim, Lan-Sook Lee and Joon-Seol Lee\*

Department of Food Engineering, Mokpo National University

\*Mokpo Experiment Station, Honam Agriculture Experiment Station

#### Abstract

Studies on extraction and color characteristics of purple sweet potato (PSP) pigment were performed to provide the basic information for the utilization of PSP as a new source of natural food colorant. PSP pigment was extracted well with the polar solvents such as distilled water, ethanol, and methanol, but hardly extracted with the non-polar solvents. Among the tested solvents, 20% ethanol solution containing 0.1% citric acid was found to be the most efficient for extraction of the pigment from PSP. PSP contained high amount of pigment not only in the epidermis but also in the flesh of the potato. The PSP pigment was heat stable even under pretreatments such as autoclaving and blanching of the potato before extraction. The optimum temperature of the extraction for the PSP pigment was decided to be 30°C by considering the stability and the rate of extraction. The pigment was markedly influenced by the change of pH. The color of the pigment solution was red at the pH range of 1.0~3.0, became blue at 7.0~8.0, then turned green at 9.0~10.0. A characteristic bathochromic shift of the pigment solution was observed as the pH of the solution increased.

Key words: purple sweet potato, anthocyanin, natural food colorant

#### 서 론

식품의 색은 종류에 따라 제각기 독특한 빛깔을 나타내고 있어 식품의 관능적인 품질을 결정하는 중요한 품질인자로 사용되고 있다. 일반적으로 식품의 색은 그 선도가 가공조건 및 저장환경에 따라 변화하여 품질의 저하가 일어나므로 이를 방지하기 위하여 식품의 가공시에 인위적으로 식용색소를 첨가하는 방법이 널리 사용되고 있다<sup>(1,2)</sup>. 최근에는 인공합성색소의 인체에 대한 안전성 문제가 제기됨에 따라 점차적으로 이의 사용이 규제되면서 새로운 천연식용색소의 개발에 대한 관심이 높아지고 있다<sup>(3)</sup>.

최근에 새로운 천연식용색소원으로 주목을 받고 있는 자색고구마<sup>(4)</sup>는 일본 Kyushu 지방에서 자생하던 산천자(山川紫)라고 알려진 품종을 국내에 도입하여 재배한 것으로 일반 고구마와는 전혀 다른 특징을 가지고 있어 관심의 대상이 되고 있다. 자색고구마는 표

피층 뿐만아니라 육질 전체가 진한 자색을 띠고 있는데, 이는 수용성 색소인 anthocyanin을 다량 함유하고 있기 때문이다<sup>(5,6)</sup>. Otake 등<sup>(7)</sup>은 자색고구마(*Ipomoea batatas* cv. Yamagawamurasaki)에 함유되어 있는 anthocyanin의 주색소는 cyanidin과 peonidin의 3-caffeoylferulysophoroside-5-glucosides라고 보고하였고, Tsukui 등<sup>(8)</sup>은 자색고구마(*Ipomoea batatas* L.; Yen 217)의 주색소는 cyanidin-(3,6)- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1,2)- $\beta$ -D-fructofuranoside와 cyanidin-(3,6)- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(5,1)- $\alpha$ -D-xyloside로서 caffeic acid나 ferulic acid가 acylation된 형태라고 보고하였으며, Imbert 등<sup>(9)</sup>은 고구마(*Ipomoea batatas*)에 함유된 anthocyanin의 주색소는 dicaffeoylpeonidin-3-sophoroside-5-glucoside라고 보고하였다. 이들의 결과에 의하면 자색고구마의 주색소는 품종에 따라 다소 달라짐을 알 수 있으나, 자색고구마의 anthocyanin 색소는 공통적으로 aromatic acyl group을 갖고 있기 때문에 안정성이 높은 것으로 기대된다<sup>(10)</sup>. 원래의 자색고구마는 단위 면적당 생산량이 보통의 고구마에 비해 약 60% 정도이고, 색소함량도 높지 않아 경제적인 가치가 낮

Corresponding author: Jong Whan Rhim, Department of Food Engineering, Mokpo National University, 61 Dorim-ri, Chonggye-myon, Muan-gun, Chonnam, Korea

은 것으로 알려져 있으나 최근에는 육중에 의하여 생산량이나 색소함량 면에서 우수한 품종이 개발되어 새로운 천연의 식용색소원으로 개발이 가능할 뿐만 아니라 다양한 가공 식품의 원료로 이용 가능성이 높은 것으로 기대된다.

본 연구에서는 새로운 천연식용색소원으로서 자색고구마의 이용 가능성을 검토하기 위하여 자색고구마 색소의 추출방법과 그 특성에 관하여 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

호남작물시험장 목포시험장에서 재배한 자색고구마를 수확한 후 바로 일정한 온도와 습도(13°C, 85% RH)로 조절된 항온항습기에 저장하면서 시료로 사용하였다.

#### 추출용매의 선정

색소의 추출은 두께 2 mm, 길이 0.5 cm 정도로 세절한 자색고구마 5 g을 취하여 여기에 추출용매를 100 ml 첨가하여 30°C에서 24시간 동안 색소를 추출하고 Whatman No. 1 여과지로 여과하여 조색소액을 얻었으며 조색소액에 함유된 고분자량의 불순물을 제거하기 위하여 membrane filter (pore size: 5.0 μm)를 사용하여 정제한 후 색소액의 흡광도를 분광광도계 (8452A, Hewlett Packard, U.S.A.)를 사용하여 532 nm에서 측정하여 색소의 함량을 결정하였다. 그리고 자색고구마 색소의 최적의 추출용매를 선정하기 위하여 7종의 추출용매(benzene, n-hexane, choroform, acetone, methanol, ethanol, 및 증류수)를 사용하여 그 추출효과를 비교하였다.

#### Ethanol농도에 따른 색소 추출량 조사

Ethanol의 농도에 따른 추출효과를 조사하기 위해 ethanol의 농도를 10%부터 95%까지 조절된 용액을 사용하여 위와 같은 방법으로 색소를 추출하여 그 효과를 비교하였다. 또한 산의 첨가에 의한 색소의 추출효과를 조사하기 위하여 동일 농도의 ethanol-용액에 0.1% citric acid를 첨가하여 동일한 방법으로 색소 추출량을 측정하였다.

#### 검량선 작성

세절한 자색고구마 500 g을 0.1% citric acid를 함유하는 20% ethanol 용액으로 24시간 추출한 후 homogenizer (NISSEI AM-7, Japan)로 마쇄하고 G<sub>3</sub> glass

filter 및 membrane filter로 여과하여 얻어진 여액을 vacuum evaporator (Büchi RE 111, Switzerland)를 사용하여 40°C의 온도에서 수분이 거의 제거될 때까지 감압농축하였다. 여기에 소량의 증류수를 가하여 색소를 용해시킨 다음 -60°C에서 6시간 정도 동결시킨 후 Freeze dryer (Beta 1-8k, B. Braun, Germany)를 사용하여 24시간 동안 동결건조하여 자색고구마 색소 분말을 제조하였다. 이렇게 얻은 색소 분말을 정량적으로 취하여 0.1% citric acid를 함유하는 20% ethanol 용액에 녹인 후 532 nm에서 흡광도를 측정하여 검량선을 작성하였다.

#### 부위별 색소함량 측정

자색고구마의 피층과 육질부위를 분리하여 각 부위별로 5 g씩을 취하여 0.1% citric acid 함유 20% ethanol 용액 200 ml를 첨가하여 30°C에서 24시간 추출한 후 상기와 같은 방법으로 정제한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 전처리방법에 따른 색소 추출량 측정

자색고구마의 색소추출에 대한 전처리의 영향을 조사하기 위하여 색소를 추출하기 전에 고구마를 각기 다른 방법으로 처리한 후 앞서와 같은 방법으로 색소의 추출량을 조사하여 그 효과를 비교하였다. 이 때 사용한 전처리 방법은 autoclaving (121°C, 15min), freeze drying (-60°C, 24 hr), blanching (90°C, 5 min) 및 freezing/thawing (-20°C, 24 hr /20°C, 1 hr) 등의 방법을 사용하였다.

#### 온도에 따른 색소 추출량 측정

색소의 추출에 대한 추출온도의 영향을 조사하기 위하여 세절한 자색고구마 50 g에 0.1% citric acid를 함유하는 20% ethanol 용액 1,000 ml를 첨가하여 각각의 온도(4°C, 20°C, 30°C, 40°C, 60°C, 80°C)로 조절된 정온기에 보관하면서 일정한 시간 간격으로 약 3 ml를 취하여 앞과 동일한 방법으로 추출된 색소의 양을 측정하였다.

#### 색소의 추출률 측정

추출용매에 의한 자색고구마 색소의 추출률과 고구마 색소의 추출을 위한 최적의 용매량을 조사하기 위해 반복추출을 실시하였다. 세절한 자색고구마 100 g에 대하여 추출용매 (0.1% citric acid를 함유하는 20% ethanol-용액) 500 ml를 가하여 30°C와 60°C로 조절된 정온기에서 6시간 동안 색소를 추출한 후, 추출액은

Whatman No. 1 여과지를 사용하여 여과하고 membrane filter로 정제한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하여 추출된 색소량을 조사하였으며 여과 후 고구마에 남아있는 색소는 다시 새로운 용매를 사용하여 반복 추출하였다. 이 과정을 고구마 표면의 색소가 완전히 제거될 때까지 실시하였다. 색소의 회수율은 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\text{색소회수율 (\%)} = \frac{\text{매회 추출된 색소량}}{\text{고구마의 전체 색소량}} \times 100$$

여기에서 고구마의 전체색소량은 고구마로부터 색소를 완전히 추출하였을 때까지 추출된 색소를 모두 합한 값으로 나타냈다.

pH 변화에 따른 분광학적 특성

자색고구마 색소의 pH 변화에 따른 spectrum의 변화를 조사하기 위해 pH가 1.0~12.0으로 조절된 완충 용액으로 색소분말을 100배 희석하여 각각의 용액에 대한 분광학적 특성을 분광광도계를 사용하여 조사하였다.

결과 및 고찰

추출용매의 영향

자색고구마 색소를 여러가지 용매로 추출해 본 결과 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 그 추출효과는 물, ethanol, methanol 순으로 나타났으며 비극성 유기용매에서는 거의 추출되지 않아 자색고구마 색소는 수용성의 특성을 나타냈다. 천연색소는 지용성색소인 chlorophylls과 carotenoids, 수용성색소인 flavonoids와 anthocyanins로 구분되는데<sup>(2)</sup> 자색고구마 색소는 색깔 및 용매에 대한 특성으로 볼 때 anthocyanin계 색소임을 알 수 있었다.

일반적으로 methanol이 ethanol에 비해 극성이 커서 색소의 추출력이 더 높기 때문에 anthocyanin 색소의 추출시에는 methanol을 추출용매로 널리 사용하고 있다<sup>(13-15)</sup>. 그런데 Fig. 1에서 methanol이 ethanol에 비해 색소추출량이 낮게 나타난 것은 methanol과 ethanol로 추출한 색소액의 최대흡수파장이 서로 다른데, 본 연구에서는 동일파장인 532 nm에서 측정하였기 때문이다. 실제로 methanol을 사용하면 ethanol을 사용했을 경우에 비해 최대흡수파장이 8~10 nm 정도 장파장 쪽으로 이동하는 것으로 알려져 있다<sup>(16)</sup>.

본 연구에서는 자색고구마의 색소가 식용인 점을 감안하여 추출용매로 ethanol을 선택하여 사용하였다.

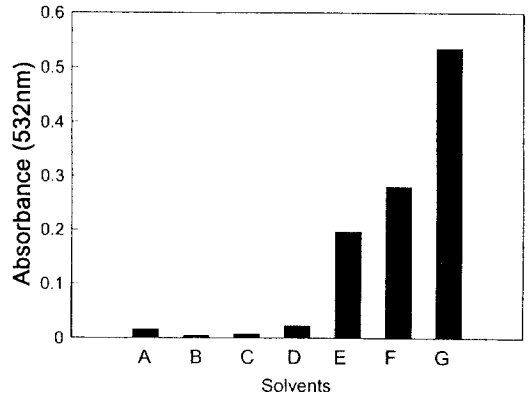


Fig. 1. Effect of solvents on pigment extraction from purple sweet potato A: benzene, B: n-hexane, C: chloroform, D: acetone, E: methanol F: ethanol, G: distilled water

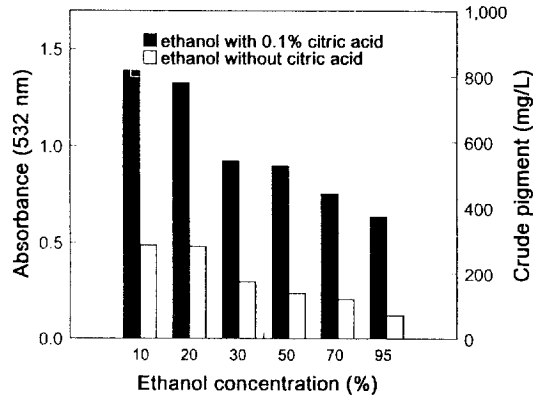


Fig. 2. Effect of concentration of ethanol with and without 0.1% citric acid on pigment extraction from purple sweet potato

Ethanol 농도의 영향

Ethanol 농도에 따른 색소 추출량 및 산 첨가에 따른 색소 추출량의 변화를 Fig. 2에 나타냈다. 추출용매에 산을 첨가한 경우와 산을 첨가하지 않은 경우 모두 ethanol의 농도가 증가할수록 색소 추출량이 감소하였는데, 이는 증류수가 ethanol에 비해 높은 추출율을 나타낸 앞의 결과와 일치한다. 또한 0.1% citric acid를 첨가했을 때 산을 첨가하지 않은 경우에 비해 추출효과가 약 3~5배 정도 증가하였다. 따라서 ethanol을 추출용매로 사용할 때 소량의 산을 첨가하는 것이 추출효과를 높일 수 있음을 알 수 있다. 그런데 일반적으로 anthocyanin 색소의 추출시에 농색화와 저장안정성의 향상을 위해 무기산인 HCl과 유기산인 acetic acid나 citric acid를 흔히 사용하는데<sup>(17)</sup>, citric acid는 청량

음료, 과일쥬스, 과일젤리, 채소통조림, 유제품, 비탄산음료, 마요네즈, salad dressing, french dressing 등에 널리 사용하고 있어<sup>(18)</sup> 추출용매에 첨가하여 사용하더라도 안전성에 문제가 없는 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 추출하고자 하는 색소의 용도가 식용 색소임을 감안하여 추출효과를 높이기 위해 ethanol에 citric acid를 첨가하여 사용하였다. 또한 추출용매인 ethanol의 농도는 경제성을 고려할 때 농도가 낮은 것이 바람직하며, 본 결과에서도 10%를 사용하였을 때 가장 효과가 높은 것으로 나타났으나 10% 용액으로 추출한 색소추출액을 실온에 방치했을 때 색소의 안정성이 다소 떨어지는 것이 발견되어 색소 추출력에 있어 10% 용액에 버금가며 색소안정성이 높은 20% 용액을 선택하였으며, 이후의 모든 추출실험은 0.1% citric acid를 함유하는 20% ethanol용액을 추출용매로 사용하였다.

**자색고구마의 색소 함량**

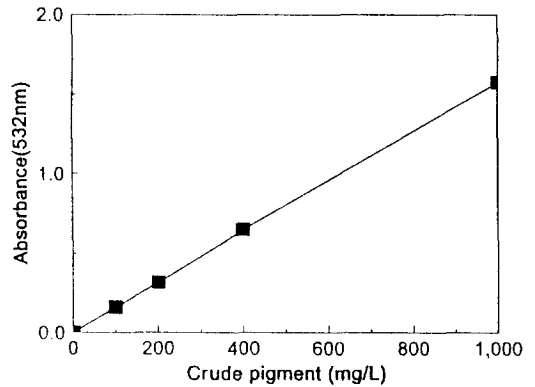
자색고구마를 0.1% citric acid 함유 20% ethanol로 추출, 여과하고 얻어진 여액을 감압농축한 후 동결건조하여 조색소분말을 얻었으며 그 수율은 생체중량에 대해 3.7 g%이었다. 현재 anthocyanin의 색소원으로 산업적으로 흔히 사용되고 있는 cranberry나 blackberry 등에는 60~330 mg%, 포도에는 약 0.45~1.6 g%의 anthocyanin이 함유되어 있는 것으로 알려져 있는데<sup>(19)</sup> 자색고구마에는 anthocyanin의 함량이 cranberry 보다는 10~60배, 포도보다는 5~7배 이상 함유되어 있어 다른 색소원에 비해 우수한 색소원임을 알 수 있다.

조색소분말을 이용한 자색고구마 색소의 검량선은 Fig. 3과 같으며 자색고구마의 부위별 색소함량은 Table 1에 나타난 바와 같다. 자색고구마에는 피층 뿐만 아니라 육질 전체에도 다량의 색소가 함유되어 있는 것으로 나타나 새로운 천연식용색소의 소재로서 개발 가능성이 높으며 색소를 제외한 부분은 대부분 전분으로서 일단 색소를 추출한 후에는 부산물로서 전분의 이용이 가능하여 자색고구마의 부가가치를 더욱 높일 수 있을 것으로 판단된다.

**전처리별 색소추출**

색소추출에 대한 전처리효과는 Fig. 4에 나타난 바와 같이 전처리한 구는 무처리구에 비해 유의적인 차이가 없었다. 반면에 동결한 후 해동한 것은 무처리구에 비해 현저한 색소의 감소를 보였다.

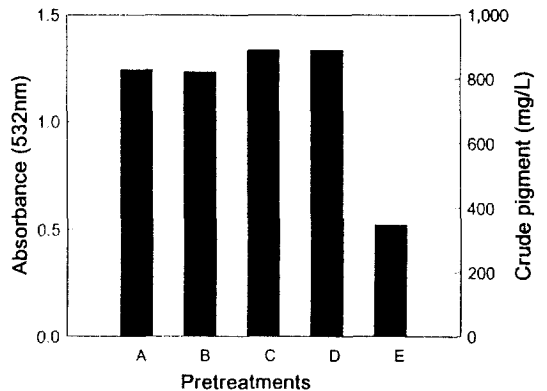
가압증탕이나 데치기와 같은 전처리 조건에서도 색



**Fig. 3. Calibration curve of the extracted purple sweet potato pigment by 0.1% citric acid in 20% ethanol solution**

**Table 1. Pigment content of flesh and epidermis of purple sweet potato**

	Absorbance at 532 nm	Crude pigment (mg/L)
Flesh	1.13	711.5
Epidermis	1.35	850.5



**Fig. 4. Effect of pretreatment on extraction of pigment from purple sweet potato A: control (no pretreatment), B: autoclaving (121°C, 15 min) C: freeze drying (-60°C, 24 hr), D: blanching (90°C, 5 min) E: freezing/thawing (-20°C, 24 hr/20°C, 1 hr)**

소의 함량이 무처리구와 유의적인 차이를 나타내지 않는 것으로 보아 자색고구마 색소는 열에 대한 안정성이 높은 것으로 생각된다. Bassa와 Francis<sup>(20)</sup>는 고구마와 blackberry 및 포도에서 얻은 anthocyanin 색소를 음료에 사용하여 이들의 안정성을 비교해 본 결과, 고구마로부터 얻은 anthocyanin색소가 blackberry나 포도껍질에서 얻은 anthocyanin색소에 비해 그 안정성이 월등히 높았음을 밝힌 바 있다.

동결건조를 한 것은 색소함량이 높았으나 동결 후 서서히 해동한 것은 색소함량이 낮았는데 이는 완만 해동시 산화에 의한 색소의 파괴로 생각되며 많은 과실을 가공전에 냉동저장하는 관례에 비추어 볼 때 이에 대한 원인의 규명이 필요한 것으로 생각된다.

Siegel 등<sup>(21)</sup>은 red tart cherry를 100°C에서 45-60초 동안 열처리하여 약 10개월 정도 동결 저장하면서 anthocyanin 색소의 손실을 방지하였다고 보고하였는데 이는 열처리가 색소의 변색에 관여하는 효소를 불활성화시켜 색소의 안정화에 기여한 것으로 생각되며, 자색고구마 색소도 blanching과 같은 전처리 방법을 적용하여 색소의 안정성을 높일 수 있는 것으로 생각된다.

색소추출에 의한 온도의 영향

색소 추출에 대한 온도의 영향은 Fig. 5에 나타낸 바와 같다. 자색고구마 색소는 초기에는 추출온도가 높을수록 색소 추출율이 높았는데 이는 추출온도를 증가시키면 용질의 용해도와 확산계수가 증가하기 때문에 추출속도가 증가하였기 때문이다. 그러나 고온에서는 일정시간이 지난 후에는 시간이 지날수록 색소 추출량이 감소하는 경향을 보였다. 즉, 80°C 고구마의 전체 색소량에서는 4시간에 최고점에 도달한 후 색소 추출량이 감소되는 경향을 보였고, 60°C의 경우는 18시간 이후에 색소 추출량이 감소하였다. 이는 고온에서 장시간 노출됨에 따라 색소가 파괴되어 나타나는 현상으로 생각된다. 그러나 40°C와 30°C에서는 24시간에 최고점에 도달하였고 20°C와 4°C에서는 계속 증가하는 경향을 보였다.

Woo 등<sup>(22)</sup>은 cranberry pulp 폐액으로부터 anthocyanin 색소를 추출하는데 있어 탈색을 피하기 위해 고온인 75°C보다 25°C를 선택하였는데 이는 본 연구결과와 잘 일치한다. 이러한 결과로 볼 때 30°C가 자색고구마 색소추출의 적정온도인 것으로 생각된다.

색소의 추출율

자색고구마 색소의 반복 추출에 의한 색소의 추출율을 조사한 결과, Fig. 6과 같이 자색고구마 100 g에 대해 500 ml 추출용매에서 70-80% 이상 색소가 추출되었고 2,500 ml 추출용매(5회 반복 추출)에서는 90% 이상 색소가 추출되었다. 또한 5회 반복 추출시 30°C에서는 94.34%, 60°C에서는 90.85%의 색소가 추출되었다.

추출초기에는 60°C에서 색소추출율이 높았으나 반복 추출하면서 30°C에 비해 색소회수율이 낮은 결과

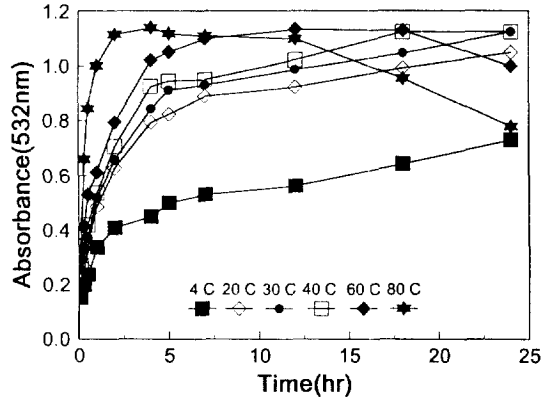


Fig. 5. Changes in pigment concentration extracted from purple sweet potato at various temperatures

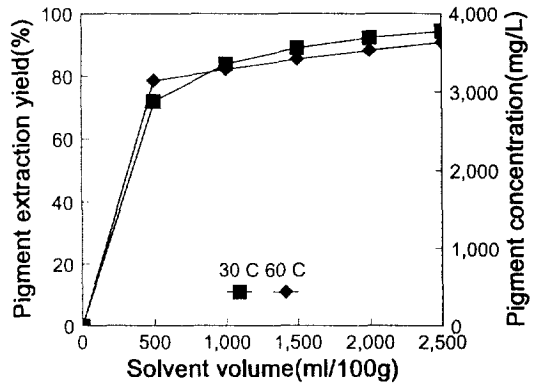


Fig. 6. Pigment extraction yield from purple sweet potato

를 나타냈는데, 이는 앞의 결과에서 나타낸 바와 같이 고온에 의한 색소의 파괴에 기인한 것으로 생각된다. 따라서 자색고구마 색소의 추출시 높은 온도를 사용하여 anthocyanin 색소의 추출속도를 높이기 보다는 색소의 안정성을 고려하여 낮은 온도에서 추출하는 것이 효과적임을 확인하였다.

pH 변화에 따른 색소의 분광학적 특성

자색고구마 색소 용액의 색깔은 용액의 pH 변화에 크게 영향을 받았다. 즉, 자색고구마의 색소는 pH의 변화에 따라 pH가 1.0-3.0일 때 적색, pH가 7.0-8.0일 때는 청색, pH가 9.0-10.0일 때는 녹색을 띠었다. 일반적으로 anthocyanin 색소는 산성용액에서는 anthocyanin을 구성하는 수산기의 수에 따라 색깔이 orange-red에서 mauve까지 변하며 중성에서는 pseudobase가 형성되어 무색을, 그리고 pH 9.0 이상에서는 anhydrobase의 형태로 되어 푸른색을 나타내는 pH에

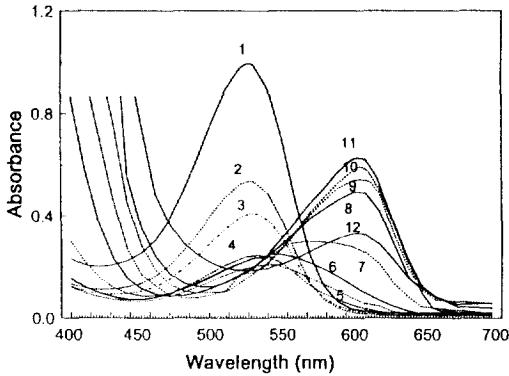


Fig. 7. Absorption spectra of the anthocyanin pigment from purple sweet potato in buffer of various 1: pH 1.03, 2: pH 2.01, 3: pH 3.01, 4: pH 4.08, 5: pH 5.04, 6: pH 6.03, 7: pH 7.01, 8: pH 8.02, 9: pH 9.05, 10: pH 10.1, 11: pH 11.01, 12: pH 12.03

대한 지시약과 같은 작용을 한다고<sup>(23)</sup> 알려져 있는데, 자색고구마의 색소용액도 pH 변화에 따라 특징적인 색깔의 변화를 나타냈다. 자색고구마 색소 용액의 분광학적인 spectrum의 변화도 Fig. 7에 나타낸 바와 같이 pH 변화에 대하여 큰 차이를 나타내고 있다. pH가 1.0에서부터 5.0까지의 산성 영역에서는 pH가 증가함에 따라 흡광도값이 감소되어 적색의 강도가 떨어짐을 알 수 있으며, 중성의 pH 범위에서부터 적색이 사라지고 pH가 증가함에 따라 점차 청색으로 변색되는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 Fig. 7에서는 pH가 증가할수록 최대흡수파장이 장파장 쪽으로 이동하는 모습을 볼 수 있다. 이러한 현상을 bathochromic shift라 하는데, bathochromic shift 현상은 anthocyanin 색소에서 흔히 관찰되며, 결과적으로 anthocyanin 색소의 색깔은 자주색에서 청색으로 변화하는 것으로 알려져 있다<sup>(2)</sup>. Yamazaki 등<sup>(24)</sup>도 인산완충용액으로 처리한 고구마 표층의 색소에 대한 분광학적 특성을 조사하여 본 연구 결과와 유사한 결과를 얻은 바 있다.

자색고구마 색소에 대한 bathochromic shift 현상을 보다 확실히 조사하기 위하여 Fig. 8에 나타낸 바와 같이 pH 변화에 따른 최대흡수파장의 변화 양상을 도식하였다. 앞서 설명한 바와 같이 자색고구마 색소의 pH가 4.0 이상으로 증가하면 색깔이 적색으로부터 점차 청색으로 변하면서 최대흡수파장도 급격하게 증가함을 볼 수 있다. Asen 등<sup>(25)</sup>은 cyanidin 3-glucoside의 알루미늄 복합체에 대하여 pH가 3.00에서 3.50 사이에서 pH가 증가함에 따라 색깔이 적색으로부터 청-자색으로 변하면서 최대흡수파장이 515 nm로 부터 545 nm까지 급격하게 증가한다는 사실을 보고한 바 있다.

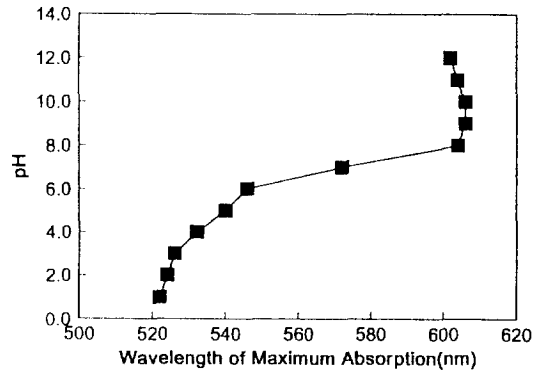


Fig. 8. Effect of pH on the wavelength of maximum absorption of anthocyanin pigment from purple sweet potato

이상의 결과로 보아 자색고구마의 색소는 특징적인 absorption spectrum을 갖는 수용성의 anthocyanin 색소로서 열 안정성이 높으며, 자색고구마에는 피층을 포함한 육질 전체에도 다량의 색소가 함유되어 있어 우수한 천연의 식용색소원이라고 판단된다. 실제로 고구마는 안정한 색소원으로서 인정을 받고 있으며<sup>(26)</sup>, 고구마는 다른 작물에 비해 단위면적당 생산량이 많고 쉽게 경작이 가능한 작물이어서 새로운 천연의 식용색소원으로서 활용 가능성이 높은 것으로 기대된다.

## 요 약

자색고구마를 새로운 천연식용색소원으로서 개발하기 위한 연구의 일환으로 자색고구마 색소의 추출 조건과 특성을 조사하였다. 자색고구마 색소는 물, ethanol, methanol 등의 용매에는 잘 추출되나 비극성 유기용매에는 거의 추출되지 않는 수용성 색소임을 알 수 있었으며, 0.1%의 구연산을 첨가한 20%의 ethanol 용액이 자색고구마 색소 추출을 위한 최적의 용매임을 알 수 있었다. 자색고구마로부터 생체중량의 3.7%에 해당하는 동결건조분말을 얻을 수 있었다. 자색고구마 색소를 추출하기 전에 가압증탕(121°C, 15분)이나 데치기(90°C, 5분)와 같은 전처리를 하였을 때에도 색소의 추출량과 농도에는 영향이 없는 것으로 보아 본 색소는 열에 비교적 안정함을 알 수 있었다. 색소 추출에 대한 온도의 영향은 추출온도가 높을수록 초기에는 색소 추출율이 높았으나 일정시간이 지난 후에는 색소가 파괴되어 추출효과가 낮았으며, 저온에서는 초기에는 다소 추출속도가 낮았으나 시간이 지날수록 계속 추출량이 증가하였다. 따라서 색소의 안정성과 추출속도를 고려하여 30°C가 자색고구마

색소 추출을 위한 최적온도라고 판단되었다. 자색고구마의 색소는 pH의 변화에 따라 큰 변화를 보였는데, 색깔은 pH가 1.0~3.0일 때 적색, pH가 7.0~8.0일 때는 청색, pH가 9.0~10.0일 때는 녹색을 띠었으며, spectrum양상은 pH가 증가할수록 최대흡수파장이 장파장 쪽으로 이동되는 anthocyanin 색소의 전형적인 특성을 나타냈다.

감사의 글

본 연구는 1995년 농업특정연구개발사업 추진과제인 "자색고구마로 부터 천연식용색소의 추출 및 색소의 이용에 관한 연구" 결과의 일부이며, 연구비를 지원해 준 농촌진흥청에 깊이 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 유경수, 한대석, 유승조, 정보섭, 성충기 : 천연물화학. 영림출판사, p.219 (1989)
2. Jackman, R.L., Yada, R.Y., Tung, M.A. and Speers, R. A.: Anthocyanins as food colorants-A Review. *J. Food Biochem.* **11**, 201 (1987)
3. Jackman, R.L., Yada, R.Y. and Tung, M.A.: A Review: Separation and chemical properties of anthocyanins used for their qualitative and quantitative analysis. *J. Food Biochem.* **11**, 279 (1987)
4. Mazza, G. and Miniati, E.: *Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains*. CRC Press (1993)
5. 林孝三 : 植物色素. 養賢堂發行, p.406 (1988)
6. Zurin, S., Bassa, I.A., Gabriel, S.L. and Francis, F.J.: Anthocyanin pigments of sweet pigment potatoes-*Ipomoea batatas*. *J. Food Science*, **57**, 755 (1992)
7. Odake K., Terahara, N., Saito, N., Toki K. and Honda T : Chemical structures of two anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Phytochemistry* **31**, 2127 (1992)
8. 김선영, 유정희 : 자색고구마의 영양성분에 관한 연구. 한국식품과학회지, **27**, 819 (1995)
9. Tsukui, A., Kuwano, K. and Mitamura : Anthocyanin pigment isolated from purple root of sweet potato. *Ka-isegaku Zasshi*, **34**, 153 (1983)
10. Shi, Z., Bassa, I.A., Gabriel, S.L. and Francis, F.J.: An-

- thocyanin pigments of sweet potatoes - *Ipomoea batatas*. *J. Food Sci.* **57**, 755 (1992)
11. Imbert, M.P., Seaforth, C.E. and Williams, D.B.: Anthocyanin pigments of the sweet potato. *Ipomoea batatas*. *J. Amer. Hort. Sci.*, **88**, 481 (1966)
12. Brouillard, R.: Origin of the exceptional color stability of the Zebra anthocyanin. *Phytochemistry* **20**, 143 (1981)
13. Fuleki, T. and Francis, F.J.: Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J. Food Sci.*, **33**, 266 (1968)
14. Francis, F.J.: Analysis of anthocyanins. In *Anthocyanins as Food Colors*, Markakis, P. (ed.), Academic Press, New York, p.181 (1982)
15. 이란숙, 박종대, 박근형 : 적미의 Anthocyanin 색소에 관한 연구. 농업과학기술연보, **28**, 1 (1993)
16. Francis, F. J.: Anthocyanins as food colors. *Food Technol.* **29**, 52 (1975)
17. 윤태현, 이성우 : 식품에서 Anthocyanin 색소의 안정성. 한국식품과학회지, **11**, 63 (1979)
18. 송재철, 양한철 : 식품첨가물학. 세문사, p.231 (1992)
19. 윤태현 : 천연색소 anthocyanin의 개발 이용. 식품과학, **11**, 32 (1978)
20. Bassa, I.A. and Francis, F.J.: Stability of anthocyanin from sweet potatoes in a model beverage. *J. Food Sci.*, **52**, 1753 (1987)
21. Siegel, A., Markakis, P. and Bedford, C.L.: Stabilization of anthocyanins in frozen tart cherries by blanching *J. Food Sci.*, **36**, 962 (1971)
22. Woo, A.H., Elbe, J.H. and Amundson, C.H.: Anthocyanin recovery from cranberry pulp wastes by membrane technology. *J. Food Sci.*, **45**, 875 (1980)
23. Francis, F.J.: Food colorants: Anthocyanins. *Crit. Rev. Food Sci. & Nutri.* **28**, 273 (1989)
24. Yamazaki, T., Owari, K., Kawasaki, Y., Yamada, T. and Yoshihira, K.: Study on red color development of sweet potato epidermis by treatment with phosphate preparations. *Eisei Shikensho hokoku*, **104**, 154 (1986)
25. Asen, S., Norris, K.H. and Stewart, R.N.: Absorption spectra and color of aluminium-cyanidin 3-glucoside complexes as influenced by pH. *Phytochemistry*, **8**, 653 (1969)
26. Bassa, I.A. and Francis, F.J.: Stability of anthocyanins from sweet potatoes in a model beverage. *J. Food Sci.*, **52**, 1753 (1987)

(1996년 1월 12일 접수)