

## 동결, 해동 및 Blanching이 자색고구마 색소에 미치는 영향

김선재 · 임종환  
목포대학교 식품공학과

### Effect of Freezing, Thawing and Blanching on the Pigment of Purple Sweet Potato

Seon-Jae Kim and Jong-Whan Rhim  
Department of Food Engineering, Mokpo National University

#### Abstract

The effect of freezing, thawing and blanching on the change of extractable pigment content of purple sweet potato (PSP) was investigated. Freezing at  $-5^{\circ}\text{C}$  was more effective than freezing at  $-20^{\circ}\text{C}$  or  $-40^{\circ}\text{C}$ , and rapid thawing methods such as microwave heating or hot air blast heating were effective than slow thawing methods such as thawing at  $4^{\circ}\text{C}$  or  $20^{\circ}\text{C}$ . Inactivation of enzymes, which cause pigment destruction during thawing, by blanching before freezing was necessary to obtain the highest possible amount of extractable pigment from PSP. Microwave blanching for 3-4 min or hot air blanching for 10-15 min were effective in extracting pigment from PSP.

Key words: purple sweet potato, pigment, freezing, thawing, blanching

#### 서 론

대부분의 과일이나 채소는 가공 및 저장중에 생체 조직의 호흡이나 효소작용에 의하여 변색되거나 조직이 연화된다. 이러한 품질변화를 억제하기 위해 저온 또는 냉동처리나 화학침지<sup>(1)</sup>, 열처리<sup>(2)</sup>, pH의 조절<sup>(3)</sup>, 수분활성도 조절<sup>(4)</sup>, CA (controlled atmosphere) 저장<sup>(5)</sup> 등의 방법이 널리 사용되고 있다. 이 중 가장 일반적으로 사용되고 있는 방법이 냉장 및 냉동법인데 이는 저온처리하여 식물조직의 호흡 및 효소작용을 억제시켜 품질저하를 억제하므로 저장기간을 연장시키는 방법으로서 과채류의 보존수단으로 널리 사용되고 있다. 냉동저장한 과채류는 가공 전에 해동하는데, 이 경우 조직의 연화<sup>(6)</sup>, 변색 및 퇴색<sup>(7,8)</sup>, 영양성분의 침출<sup>(9)</sup> 등 품질의 변화가 일어난다. 이러한 품질의 변화는 과채류의 이용목적에 따라 다르지만 색소원으로 사용되거나 색깔 자체가 중요한 품질지표가 되는 경우 변색이나 퇴색은 최종제품에 심각한 영향을 미치게 된다. 특히 anthocyanin 색소를 함유하는 과채류의 경우 이러한

현상이 두드러지게 나타나고 있으며, 가공하거나 저장하는 동안에 광이나 산소 및 효소 등의 작용에 의하여 변색 또는 색소성분의 파괴가 일어난다<sup>(11,12)</sup>. Abers와 Wrolstad<sup>(13)</sup>는 반응성이 큰 페놀화합물들이 색소의 변질에 관여하며, 색소성분의 파괴는 주로 효소와 화학작용에 의한다고 설명하였으며 anthocyanin 색소의 파괴에 관여하는 효소로는 anthocyanase<sup>(11,14)</sup> polyphenol-oxidase<sup>(9,15,16)</sup>, glycosidase<sup>(17)</sup>, peroxidase<sup>(18)</sup> 등이 알려져 있다.

이들 효소의 작용에 의한 색소의 파괴를 방지하기 위하여 가공이나 저장전에 blanching을 하여 색소를 안정화시키는 방법이 많이 사용되고 있다<sup>(19,22)</sup>. 천연 색소인 anthocyanin을 다량 함유하고 있는 자색고구마<sup>(23-28)</sup>의 경우도 가공 전에 일시 저장할 경우, 색소의 안정화 방법이 중요하다. 일반적으로 고구마는 최적 저장온도와 상대습도가  $13^{\circ}\text{C}$ , 85% RH로서  $9^{\circ}\text{C}$  이하의 온도에서는 심각한 저온장해를 일으키며,  $20^{\circ}\text{C}$  이상의 온도에서는 발아가 일어나며 호흡작용이 심해져서 부패하게 된다<sup>(29)</sup>. 자색고구마 역시 이러한 조건에서는 육질이 자색이던 것이 짙은 주황색 및 갈색으로 퇴색되어 천연색소원으로서의 이용 가치가 떨어진다. 따라서 새로운 천연 식용색소원으로서 자색고구마를

Corresponding author: Jong Whan Rhim, Department of Food Engineering, Mokpo National University, 61 Dorim-ri, Chonggye-myon, Muan-gun, Chonnam 534-729, Korea

효율적으로 활용하기 위해서는 저장 및 가공중의 품질저하의 원인을 규명하고, 이를 최소화 하기 위한 방법을 개발할 필요가 있다.

본 연구는 자색고구마의 동결, 해동 및 blanching에 따른 색소의 함량 변화와 안정성에 미치는 영향을 조사하고 안정성을 향상시키기 위하여 수행하였다.

**재료 및 방법**

**실험재료**

자색고구마는 호남농업시험장 목포시험장에서 재배한 것을 1995년 10월에 수확한 후 13°C, 85% RH로 조절된 항온항습기에 저장하면서 시료로 이용하였다.

**색소함량 측정**

자색고구마 50 g을 2×40 mm로 세절한 후 0.1% citric acid 함유 20% ethanol용액을 용매제로하여 homogenizer (Nissei AM-7, Japan)로 마쇄하고 4°C에서 24시간 방치하여 추출한 후 액은 1차여과(Whatman No. 1)한 후 membrane filter (pore size : 5.0 µm)를 사용하여 2차 여과하고 200 mL로 정용한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하여 전보<sup>(27)</sup>에서 보고한 방법에 따라 색소함량을 측정하였다.

**색소의 퇴색도 측정**

자색고구마 색소의 퇴색도[Degradation Index (DI)]는 Fuleki의 방법<sup>(30)</sup>에 따라 색소액을 pH 1.0 완충용액 [0.2 N KCl-0.2 N HCl (25 : 67)]과 pH 4.5 완충용액 [1 N sodium acetate-1 N HCl-water (100:60:90)]을 사용하여 적절한 농도로 희석한 후 532 nm에서 흡광도를 측정하여 다음식을 이용하여 계산하였다.

$$DI = \frac{A_{pH 1.0}}{A_{pH 1.0} - A_{pH 4.5}}$$

A<sub>pH 1.0</sub> : pH 1.0에서의 흡광도값

A<sub>pH 4.5</sub> : pH 4.5에서의 흡광도값

**자색고구마의 동결 및 해동**

세절한 자색고구마 50 g을 -5, -20, -40°C로 조절된 deep freezer에서 일정 시간동안 동결한 후 4°C, 20°C, 60°C에서와 microwave (Electron, 대우)조건에서 각각 48시간, 9시간, 9시간 그리고 3분동안 해동시켰다.

**Blanching 방법**

세절한 자색고구마 50 g을 유리용기에 넣고 밀봉하

였으며 microwave oven에서 0, 1, 2, 3, 4분 동안 blanching하였다. 100°C의 oven에서는 미리 예열된 유리용기에 시료를 넣고 밀봉한 후 1, 3, 5, 10, 15분 동안 가열처리하였다.

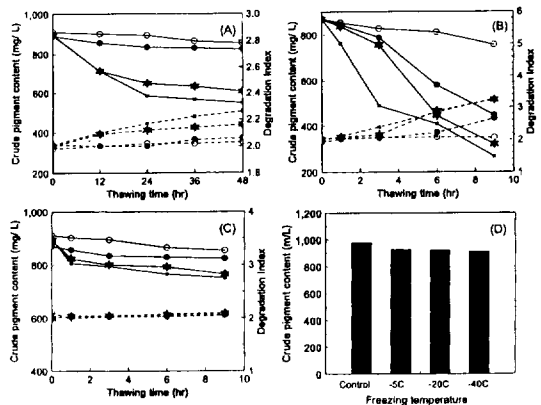
**진공포장처리**

세절한 자색고구마를 진공포장기(Leepack, 한국전자공업)를 이용, polyethylene film (두께, 0.11 mm)에 진공포장하였다.

**결과 및 고찰**

**동결 및 해동속도에 따른 색소의 변화**

동결 및 해동속도가 자색고구마 색소에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 1에 나타낸 바와 같다. -5°C, -20°C 그리고 -40°C에서 동결한 자색고구마를 4°C에서 12, 24, 36, 48시간에 걸쳐 서서히 해동하면서 색소함량을 조사한 결과, 48시간 후의 색소함량은 대조구(비동결), -5°C, -20°C 그리고 -40°C에서 동결한 것이 초기색소함량에 비해 각각 93.7%, 90.3%, 66.6% 그리고 60.2%로 나타나 대조구 및 -5°C에서 동결한 것이 색소함량의 변화가 적었으며 -20°C, -40°C에서 동결한 것은 해동시간이 길어질수록 색소함량이 급격하게 감소하는 경향을 보였다. DI값은 동결온도가 낮을수록 해동시 그 값이 높아지는 경향을 나타내어 자색고구마내의 색소가 파괴되면서 DI값이 증가함을 알 수 있었다.



**Fig. 1. Effect of freezing and thawing rate on the pigment content and degradation index of purple sweet potato. Freezing temperature: ○—○: control, ●—●: -5°C, ★—★: -20°C, ■—■: -40°C, Thawing temperature: (A) 4°C, (B) 20°C, (C) 60°C, (D) microwave thawing —: crude pigment content, - - -: degradation index.**

대조구와 -5°C, -20°C 그리고 -40°C에서 동결한 자색고구마를 20°C에서 9시간동안 해동하면서 추출한 색소함량[Fig. 1-(B)]은 초기색소함량에 비해 각각 86.9%, 51.2%, 36.7% 그리고 30.6%로 나타나 4°C해동에 비해 뚜렷히 색소함량이 감소하였고 DI 값 또한 4°C해동에 비해 뚜렷히 증가하는 경향을 나타냈다.

대조구와 각각의 온도에서 동결한 자색고구마를 60°C에서 9시간 해동한 후 추출된 색소의 함량은 초기의 색소함량에 비해 84.3~95.9%의 범위로 나타나 고온에서의 해동시에는 색소의 함량에 대한 동결온도의 영향이 작았으며 DI값의 변화도 거의 없었다.

대조구와 각각의 온도에서 동결한 자색고구마를 microwave가열을 이용하여 3분간 급속해동하고 추출한 색소의 함량은 각 동결온도에 따라 큰 차이가 없었다[Fig. 1-(D)].

자색고구마의 동결온도가 낮아질수록 해동시에 자색고구마의 표면은 흑갈색으로 변색되어 추출시 색소함량이 낮게 나타나 심온(-20°C, -40°C)보다는 저온(-5°C)에서의 동결이 자색고구마 동결처리에 효과적임을 알 수 있었다. 자색고구마 색소의 안정성의 측면에서 저장시에는 저온으로 처리한 것이 고온으로 처리한 것보다 유리한 것으로 알려져 있으나<sup>(28)</sup>, 해동시에 저온을 사용할 경우 장시간의 해동시간이 필요하므로 이 경우 오히려 색소의 안정성이 저하되어 색소의 추출량이 감소하게 된다. 따라서 자색고구마의 해동방법은 저온 장시간의 해동방법보다는 고온이나 microwave가열법을 사용하여 고온 단시간의 해동법을 사용하는 것이 자색고구마 색소의 함량 보존에 효과가 있음을 알 수 있었다.

Fuleki<sup>(30)</sup>는 anthocyanin색소가 pH 1.0과 pH 4.5에서 흡광도값의 차가 뚜렷하여 이 두 pH의 흡광도값을 이용하여 DI값을 정의하였으며, 이 값을 이용하여 anthocyanin색소의 변색 정도를 알 수 있다고 보고한 바 있다. 본 연구결과에서도 동결된 자색고구마의 해동시에 색소추출액의 DI를 측정한 결과 급속해동한 것이 완만해동을 한 것보다 자색고구마 anthocyanin색소의 변색의 정도가 뚜렷히 낮음을 알 수 있었다.

완만해동의 경우가 급속해동에 비해 색소의 파괴가 심한 것은 효소의 작용이나 산화에 기인한 것으로 생각되는데 anthocyanin은 식물체내에 존재하는 anthocyanase, polyphenoloxidase, glycosidase, peroxidase 등의 효소작용<sup>(14,19)</sup>으로 인해 변색이 되는 것으로 알려져 있으며, 동결시 재결정에 의하여 얼음입자의 크기가 커져 세포조직에 기계적손상이 증가하는데<sup>(6)</sup> 장시간의 해동시에 손상된 세포에 상기 효소들의 작용으

로 자색고구마의 anthocyanin색소가 영향을 받는 것으로 생각된다.

### Blanching 효과

Microwave blanching을 한 자색고구마를 -5°C에서 동결하고 20°C에서 24시간동안 공기에 노출된 상태 및 진공포장하여 공기와의 접촉을 차단한 상태에서 해동하면서 경시적으로 색소함량의 변화를 측정한 결과를 Fig. 2에서와 같이 0.5분, 1분, 2분, 3분, 4분 동안 blanching하고 -5°C에서 동결한 후 공기에 노출된 상태에서 해동한 자색고구마의 색소잔존량[Fig. 2-(A)]은 24시간 후에 blanching시간에 따라 각각 58.6%, 69.7%, 76.2%, 88.9%, 91.1%로 나타났으며, DI값은 가열시간 2분까지는 계속 증가하는 경향을 보였으나 3분 이상 조사한 것은 그 변화가 작았다.

Microwave가열에 따른 색소잔존량 및 DI값의 변화 경향을 볼 때 색소의 안정화를 위해서는 동결전에 적어도 3분 이상 microwave가열로 blanching처리할 필요가 있음을 알 수 있었다. 그러나 microwave조사시간이 6분 이상이 되면 Fig. 3에서 보는 바와 같이 자색고구마 색소의 추출량은 오히려 감소하게 된다. 이는 microwave가열 시간이 길어지게 되면 자색고구마내

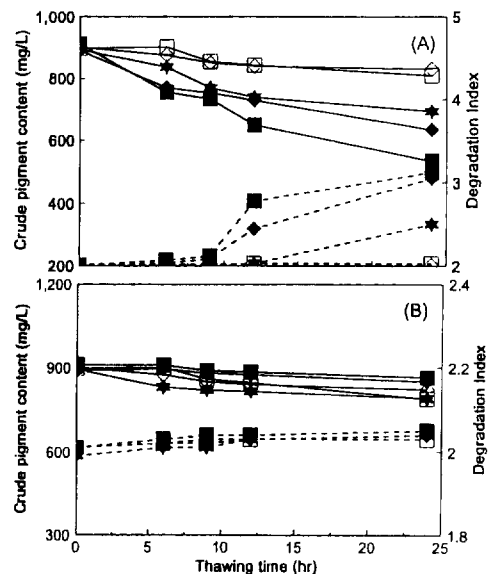


Fig. 2. Effect of microwave blanching on the pigment retention of purple sweet potato. (A) freezing temperature -5°C, thawing temperature 20°C, exposed the air, (B) freezing temperature -5°C, thawing temperature 20°C, vacuum packed. Microwave blanching time: ■—■: 0.5 min, ◆—◆: 1 min, ★—★: 2 min, □—□: 3 min, ◇—◇: 4 min.

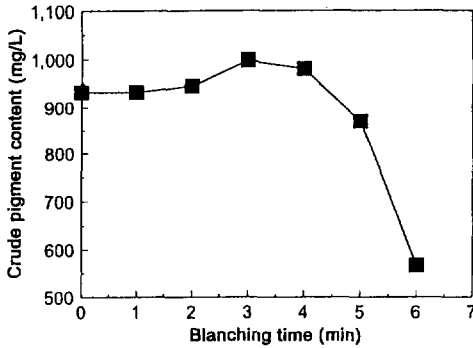


Fig. 3. Effect of microwave blanching on the crude pigment content of purple sweet potato.

의 수분함량의 감소와 색소 및 기타 성분의 열변성으로 인하여 색소의 추출이 용이하지 않은 것으로 생각된다. Microwave 에너지는 해동, 건조, 요리, 효소의 불활성화, 제빵 및 살균 등의 식품공정에 이용되고 있으며<sup>(31)</sup> microwave blanching은 열탕 blanching에서와 같이 가용성 성분의 손실이 없으며, chlorophyll과 비타민 C 등 영양성분의 손실감소, 색, 향, 조직감의 향상 그리고 열처리 작업시간의 단축 등에 효과<sup>(32-35)</sup>가 있어 최근 그 이용이 증가하는 추세이다. 자색고구마에 대한 microwave blanching 효과는 색소의 추출을 더 용이하게 하며 효소를 불활성화시켜 색소의 안정성을 높일 수 있으므로 저장이나 가공의 전처리방법으로 유용하게 활용할 수 있을 것으로 생각한다.

공기차단효과

Blanching한 후 진공포장하여 해동한 자색고구마의 색소잔존량[Fig. 2-(B)]은 초기색소함량의 93.9~96.2%로 색소함량의 변화도 작았으며 DI값 역시 큰 변화를 보이지 않았다. Microwave 조사시간이 짧을수록 해동 후 색소잔존량이 초기 색소함량에 비해 계속 감소하는 경향을 나타냈으며 microwave 조사시간이 3분 또는 4분일 때는 진공포장과 공기에 노출한 채 해동시킨 것간에 색소잔존량의 차이가 5%정도이었는데 이는 3분정도의 microwave 가열에 의해 색소의 파괴에 관여하는 효소들이 불활성화되었기 때문으로 생각된다. 또한 3분 미만의 가열로 이들 효소의 불활성화가 충분하게 이루어지지 않은 경우 해동시에 진공포장하여 공기와의 접촉을 피했을 때 색소의 파괴가 적었던 것으로 보아 이들 색소의 파괴에 관여하는 효소들은 산소를 요구하는 산화효소라고 판단된다<sup>(14-19)</sup>.

비교실험을 위하여 자색고구마를 100°C에서 1, 3, 5, 10, 15분간 blanching하고 -5°C에서 동결한 후 해동

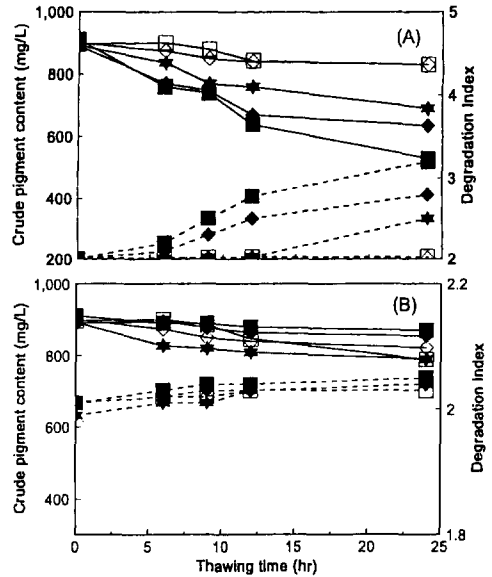


Fig. 4. Effect of hot air blanching on the pigment retention of purple sweet potato. (A) freezing temperature -5°C, thawing temperature 20°C, exposed the air, (B) freezing temperature -5°C, thawing temperature 20°C, vacuum packed. Hot air blanching time: ■-■: 1 min, ◆-◆: 3 min, ★-★: 5 min, □-□: 10 min, ◇-◇: 15 min.

하면서 경시적으로 색소함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 1분, 3분, 5분, 10분, 15분 동안 blanching하고 동결한 후 공기에 노출된 상태에서 24시간동안 해동한 자색고구마의 색소함량은 각각 59.2%, 68.8%, 75.8%, 91.1%, 91.4%로 나타났으며 DI값은 5분 이하의 blanching한 것은 계속 증가하였고 10분 이상 처리한 것은 변화가 미미하였다. 진공포장하여 공기와의 접촉을 차단한 상태에서 해동한 자색고구마의 색소함량은 blanching시간에 따라 초기색소함량의 95.6~98.4%로서 색소함량의 변화는 미미하였으며 DI값의 변화 역시 미미하였다. blanching처리에 의하여 자색고구마의 효소활성을 억제하여 색소의 안정성을 높일 수 있으며 해동시에는 공기와의 접촉을 피하는 것이 효과적임을 재차 확인할 수 있었다. Siegel 등<sup>(22)</sup>은 tart cherry를 steam blanching하여 100일간 보존할 수 있었으며 동결된 tart cherry의 해동시 산소와 공기가 anthocyanin 색소의 변색에 영향을 미친다고 보고하여 본 연구결과에서 공기에 노출한 상태에서 해동하였을 때 색소잔존량이 감소하는 경향과 잘 일치하였다. 또한 100°C 열처리는 microwave blanching보다 처리시간이 오래 걸려 이 기간 중에 색소의 산화가 진행될 수 있으므로 자색고구마의 가공이나

저장시 색소의 안정화를 위한 전처리 방법으로 microwave blanching이 효과적임을 알 수 있었다.

## 요 약

자색고구마의 동결, 해동 및 blanching방법에 따른 색소의 변화를 조사하였다.  $-5^{\circ}\text{C}$  보다  $-20^{\circ}\text{C}$  그리고  $-40^{\circ}\text{C}$ 에서 동결한 자색고구마는  $4^{\circ}\text{C}$ 로 해동시에 해동 시간이 길어질수록 색소함량이 급격하게 감소하는 경향을 보였다.  $20^{\circ}\text{C}$ 에서의 해동은  $4^{\circ}\text{C}$ 해동에 비해 뚜렷이 색소함량이 감소하였고,  $60^{\circ}\text{C}$ 에서 해동시에는 색소의 함량에 대한 동결온도의 영향이 작았으며, microwave가열을 이용하여 3분간 급속해동하고 추출한 색소의 함량은 각 동결온도에 따라 큰 차이가 없었다. Microwave blanching으로 해동한 것은 동결온도에 대해 영향이 미미하였다. 동결전에 blanching처리한 경우는 해동시에 공기의 접촉 유무가 색소의 추출량에 큰 차이가 없었으며 자색고구마 색소감소를 억제하기 위해서는 3~4분 동안의 microwave blanching이  $100^{\circ}\text{C}$ 에서는 10~15분 정도의 가열이 적당하였다.

## 감사의 말

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

## 문 헌

- Adelmo, M., Gustavo, V.B., Ralph, P.C., Althur, J.M. and Rhada, I.: Control of browning during storage of apple slices preserved by combined methods. 4-hexylresorcinol as antibrowning agent. *J. Food Sci.*, **58**, 797 (1993)
- Kim, D.M., Smith, N.L. and Lee, C.Y.: Apple cultivar variation in response to heat treatment and minimal processing. *J. Food Sci.*, **58**, 1111 (1993)
- Howard, L.R., Griffin, L.E. and Lee, Y.: Steam treatment of minimally processed carrot sticks to control surface discoloration. *J. Food Sci.*, **59**, 356 (1994)
- Thomas, P. and Janave, M.T.: Isoelectric focusing evidence for banana isoenzyme with mono and diphenolase activity. *J. Food Sci.*, **51**, 384 (1986)
- 윤창훈: 제주산 온주밀감의 CA저장에 관한 연구. 한국농화학회지, **34**, 14 (1991)
- Bauernfeind, J.C., Smith, E.G. and Siemers, G.F.: Processing frozen sliced apples with L-ascorbic acid. *Fruit Prod. J. and Am. Food Mfr.* **27**, 68 (1947)
- Grommeck, R. and Markakis, P.: Effect of peroxidase on anthocyanin pigments. *J. Food Sci.*, **29**, 53 (1964)
- Huang, H.T.: Decoloration of anthocyanins by fungal enzymes. *J. Agr. Food Chem.*, **3**, 141 (1955)
- Peng, C.Y. and Markakis, P.: Effect of phenolase on anthocyanins. *Nature*, **199**, 597 (1963)
- Van Buren, J.P., Scheiner, D.M. and Wagenkecht, A.C.: Newly discovered enzyme may cause color loss in small fruits. *N.Y. Agr. Expt. Sta. Bull.*, **25**, 15 (1959)
- Markakis, P.: *Anthocyanins as Food Colors*. Academic Press, p.163 (1982)
- Mazza, G. and Miniati, E.: *Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains*. CRC Press, p.10 (1993)
- Abers, J.E. and Wrolstad, R.E.: Causative factors of color deterioration in strawberry preserves during processing and storage. *J. Food Sci.*, **44**, 75 (1979)
- Markakis, P.: Anthocyanins and their stability in foods. *CRC Critical Review in Food Technology*, **4**, 437 (1974)
- Pifferi, P.G. and Cultrera, R.: Enzymatic degradation of anthocyanins: The role of sweet cherry polyphenol oxidase. *J. Food Sci.*, **39**, 786 (1974)
- Cash, J.N., Sistrunk, W.A. and Stutte, C.A.: Characteristics of Concord grape polyphenoloxidase involved in juice color loss. *J. Food Sci.*, **41**, 1398 (1976)
- Huang, H.T.: Decolorization of anthocyanins by fungal enzymes. *J. Agr. Food Chem.*, **3**, 141 (1955)
- Grommeck, R. and Markakis, P.: The effect of peroxidase on anthocyanin pigments. *J. Food Sci.*, **29**, 53 (1964)
- Cruess, W.V. and Seagrave-Smith, H.: Observations on freezing of apples. *Fruit Prod. J. and Am. Food Mfr.*, **26**, 36 (1946)
- Lee, F.A.: Cold dip and scalding methods for fruits. *Quick Frozen Foods*, **7**, 35 (1944)
- Sorber, D.G.: Prefreezing apples and other fruits for desserts. *Quick Frozen Foods*, **5**, 18 (1943)
- Siegel, A. and Markakis, P. and Bedford, C.L.: Stabilization of anthocyanins in frozen tart cherries by blanching. *J. Food Sci.*, **36**, 962 (1971)
- Zurin, S., Bassa, I.A., Gabriel, S.L., and Francis, F.J.: Anthocyanin pigments of sweet pigment potatoes-*Ipomoea batatas*. *J. Food Sci.*, **57**, 755 (1992)
- 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)
- Tsukui, A., Kuwano, K. and Mitamura: Anthocyanin pigment isolated from purple root of sweet potato. *Ka-isegaku Zasshi*, **34**, 153 (1983)
- Shi, Z., Bassa, I.A., Gabriel, S.L. and Francis, F.J.: Anthocyanin pigments of sweet potatoes-*Ipomoea batatas*. *J. Food Sci.*, **57**, 755 (1992)
- 김선재, 임종환, 이란숙, 이준설: 자색고구마 색소의 추출과 특성. 한국식품과학회지, **28**, 345 (1996)
- 이란숙, 임종환, 김선재, 정병춘: 자색고구마 anthocyanin 색소의 안정성에 관한 연구. 한국식품과학회지, **28**, 352 (1996)
- 농업대사전: 농업편. 도서출판 농원, p.940 (1995)
- Fuleki, T. and Francis, F.I.: Quantitative methods for an-

- thocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J. Food Sci.*, **33**, 72 (1968)
31. Giese, J.: Advances in microwave food processing. *Food Technol.*, **46**, 118 (1992)
32. Baldwin, D.R., Anathewaran, R.C., Sastry, S.K. and Beelman, R.B.: Effect of microwave blanching on the yield and quality of canned mushrooms. *J. Food Sci.*, **51**, 965 (1986)
33. Dietrich, W.C., Huxsoll, C.C. and Guadagni, D.G.: Comparison of microwave, conventional and combination blanching of brussels sprouts for frozen storage. *Food Technol.*, **24**, 613 (1970)
34. Eheart, M.S.: Effect of microwave vs. water-blanching on nutrients in broccoli. *J. Am. Dietet. Assoc.*, **50**, 207 (1967)
35. Quenzer, N.M.: The effects of microwave blanching on the nutritional and textural quality of freeze-dried. Ph.D. Dissertation, Texas A & M Univ., College Station, Texas, U.S.A. (1979)

---

(1996년 월 9일 23접수)