

저장기간에 따른 자색고구마 가공식품의 색소 안정성

이준설*[†] · 정병춘* · 안영섭** · 정미남*** · 김학신*

*작물과학원 목포시험장, **작물과학원, ***농촌진흥청

Color Stability according to Storage Period of Purple Sweetpotato Products

Joon-Seol Lee*[†], Byeong-Choon Jeong*, Young-Sup Ahn**, Mi-Nam Chung***, and Hag-Sin Kim*

*Mokpo Experiment Station, National Institute of Crop Science, RDA, Muan 534-833, Korea

**National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

***Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

ABSTRACT This study was conducted to develop a processing procedure for soft drink and wine from purple sweetpotato and to determine the color stability of purple sweetpotato anthocyanin pigment after production. Purple sweet potato soft drink was found to have 15.6% of total extraction, 11.8 Brix^o% of sugar and pH 4.1, whereas wine had 12.6% of alcohol, 7.8 Brix^o% of sugar and pH 4.9. Color stabilities of the soft drink and wine showed little difference after four-month storage from the time right after processing. The public found the soft drink that was made from 90% of purple sweet potato, 5% of citron and 5% of honey, more to their taste, rather than other soft drinks that were either made from 100% purplesweet potato or made from 80% of purple sweet potato, 10% of citron and 10% of honey. The public also found 45°C. of fermentation temperature more agreeable than that of 30°C. Powder, vinegar and anthocyanin pigment earned from purple sweet potato showed high stability, as they showed no change in color after four months in storage.

Keywords : sweetpotato, purple, soft-drink, wine, powder, anthocyanin pigment, stability

국내에서 육성된 고구마 품종 중 자미, 보라미, 신자미 품종은 피층은 물론 피근 육질에 안토시아닌 색소를 다량 함유한 고구마이다. 자색고구마 신품종이 보급되면서 이를 이용한 천연색소를 비롯하여 음료, 와인, 양금, 양갱, 국수, 떡, 빵, 아이스크림, 분말, 칩, 튀김 등 식품에 다양하게 이용되고 있다. 고구마 함유된 안토시아닌 색소는 수용성으로 aromatic

acyl group을 가지고 있어(Goda *et al.*, 1996) 다른 색소에 비하여 안정성이 높은 것으로 보고되고 있는데, Odate 등(1992)은 자색고구마에 함유된 주색소는 cyanidin과 peonidin의 3-caffeoylferulysophoroside-5-glucosides라고 보고하였고, Tsukui 등(1999)은 cyanidin-(3,6)- α -D-grucopyranosyl-(1,2)- β -D-fructofuranoside와 cyanidin-(3,6)- α -D-grucopyranosyl-(5,1)- α -D-xyloside로서 caffeic acid나 ferulic acid가 acylation된 형태라고 보고하였으며, Imber 등은 dicaffeoylpeonidin-3-sophoroside-5-glucoside라고 보고하였다.

식품에 사용되고 있는 합성색소는 인체에 대하여 유해성 논란이 있는 반면에 천연색소인 안토시아닌은 항산화 활성과 간보호기능 등 높은 생리활성을 가지고 있어 기능성식품으로 이용 가능성이 높을 뿐만 아니라(Furuta *et al.*, 1998; Suda *et al.*, 1997; Yashimoto *et al.*, 1999), 자색고구마는 안토시아닌 색소가 함유된 각종 과일이나 채소와 같은 다른 식물에 비하여 생산량이 높으므로 산업적 잠재력도 매우 높은 것으로 생각된다.

자색고구마를 새로운 천연식용색소원으로 개발하기 위하여 색소추출 조건과 특성을 조사한 결과 물, 에탄올, 메탄올과 같은 수용성 용매에는 잘 추출되나 비극성 유기용매에서는 거의 추출되지 않아 수용성 색소임을 알수 있었고, 0.1%의 구연산을 첨가한 20%의 에탄올 용액이 추출용매로서 수율이 높았다(임종환 등, 1997).

본 연구는 안토시아닌 색소가 다량 함유된 자색고구마를 이용하여 음료, 와인을 제조하는 방법과 다양한 식품제조물의 저장기간별 색소 안정성을 구명코자 시험을 수행하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-453-0143
(E-mail) jsl@rda.go.kr

재료 및 방법

실험재료는 작물과학원 목포시험장에서 육성한 자색고구마 신자미 품종을 이용하여 수행하였다. 자색고구마를 이용한 음료 및 와인 제조 공정은 Fig. 1과 같이 원료를 자동세척기를 이용하여 토사 등 이물질을 제거하고 자동절단기로 약 10 mm로 절단한 후 습식분쇄기에 넣고 0.3% 구연산용액을 원료량의 2배를 가하여 200 mesh 이하로 분쇄하였다. 분쇄된 액은 69°C로 가온하여 2시간 동안 교반하면서 원료 자체가 가지고 있는 효소에 의해 당화를 유도시켰다. 당화된 액을 40°C로 냉각한 후 벌꿀과 유자즙을 가하고 총당도를 10 Brix^o%로 조절하여 40°C 항온에서 72시간 교반 숙성시켰다. 숙성된 재료는 필터프레스 200 mesh를 이용하여 미당화 전분 등 고구마박을 제거한 후 무균 여과하여 음료를 제조하였다. 또한 와인 제조시에는 고구마박이 제거된 재료를 과당을 이용하여 당도가 20~24 Brix^o%되게 조절한 후, 배양한 효모 10%를 접종하고 25~30°C 항온에서 7~20일간 발효시켰다. 발효된 액은 여과하여 효모를 제거한 후 3개

월간 15°C 이하에서 숙성시켜 와인타입 와인을 제조하였다.

자색고구마의 분말 제조는, 원료고구마를 세척하여 2~5 mm로 절단한 후 건조 시에 발생하는 고구마 표면의 갈변을 방지하기 위해 절단된 재료를 유기산용액(pH 3.5)에 1분간 침지하였다. 침지 후 즉시 꺼내어 탈수기에 넣고 700 rpm으로 탈수한 다음 건조기에 넣어 열풍온도 70°C에서 15 rpm으로 수분 함량이 10% 정도가 될 때까지 건조하였고, 분쇄기로 분말을 제조하였다.

자색고구마 식초는, 초산 발효용액을 다른 발효관으로 이송 후 미리 배양한 초산 종균을 가하고 통기 교반하면서 상온에서 발효 산화시켰다. 48시간 발효 후 발효를 중지(초산 농도 약 7%)하고 저장조로 이송한 다음, 발효액의 슬러지를 침전물과 발효액으로 분리하고, 발효액은 세라믹 나노필터에서 제균 여과하였다.

안토시아닌 색소는 음료 제조방법과 동일 방법으로 추출하여 추출액의 슬러지를 분리하고 세라믹 필터로 제균 여과하였다. 여과한 색소 여액을 Amberlite IRC-50에 흡착하고, 수지탑에 7% 에칠알코올 용액을 통과 시켜 색소를 분리한

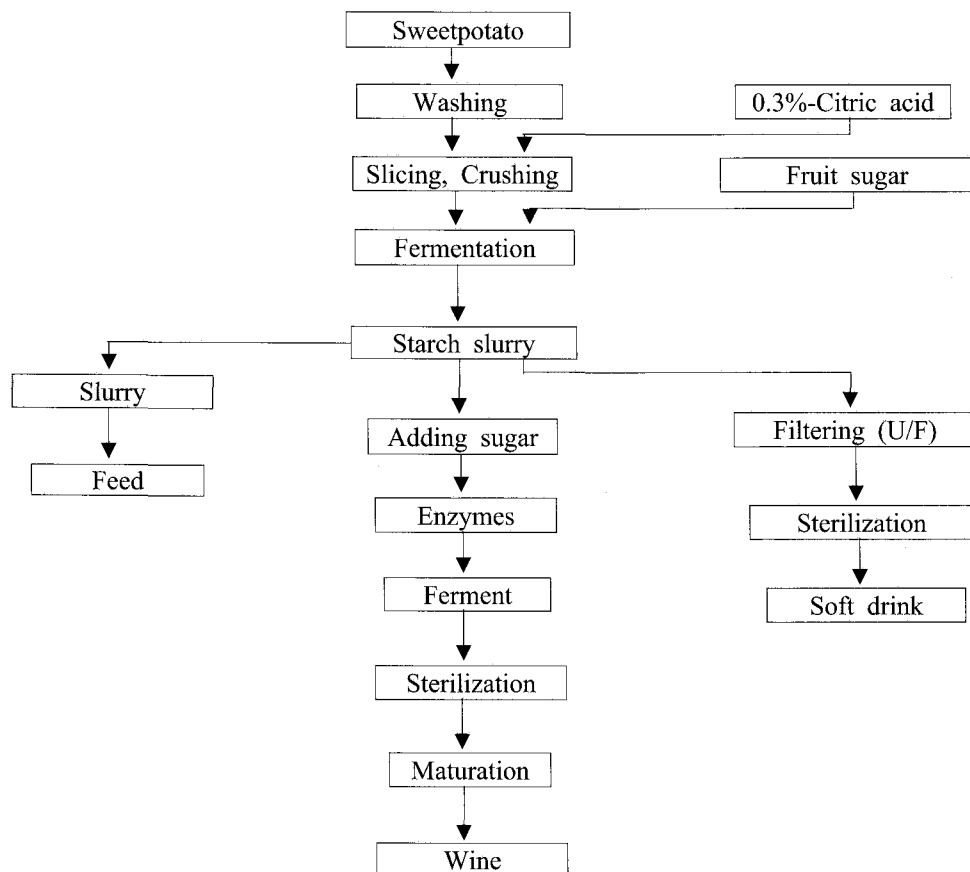


Fig. 1. Processing procedure of soft drink and wine using purple sweetpotato.

후 색소 농축액을 스프레이 드라이어를 사용하여 건조하였다. 색도의 변화는 분광광도계(Cary 100 conc, Varian, Australia)를 사용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였고, 제품에 대한 관능검사는 기호척도법(Hedonic scale)에 따라 매우 나쁘다(1점), 나쁘다(3점), 보통이다(5점), 좋다(7점), 매우 좋다(9점)로 구분하여 실시하였다.

결과 및 고찰

자색고구마 음료 및 와인타입 와인 제조

자색고구마 음료 및 와인의 품질 및 색소 안정성은 Table 1 및 Table 2에서 보는바와 같이 자색고구마 음료는 총고형분 15.6%, 당도 11.8 Brix^o%, pH 4.1의 산성음료로서 안토시아닌 색도는 제조후 4개월까지도 제조직후와 차이를 보이지 않았다. 자색고구마 와인은 알코올 12.6%, 당도 7.8 Brix^o%,

pH 4.9의 약간의 산맛을 느끼는 와인로서 색도는 음료와 마찬가지로 제조 후 4개월 후까지도 제조직후와 차이를 보이지 않는 맑고 깨끗한 안정성을 보였다. 또한 자색고구마 음료 제조 시 유자와 벌꿀 혼합에 의한 기호도에 있어서는 Table 3에서 보는바와 같이 자색고구마만으로 제조한 음료나 유자 및 벌꿀을 각 10%씩 가미한 음료에 비해 유자 및 벌꿀을 각 5%씩 가미한 음료에서 기호도가 가장 높았고, 숙성 온도는 45℃에서 숙성시킨 음료가 상온이나 30℃에서 숙성시킨 음료보다 기호도가 가장 높았다(Table 4). 또한 음료의 청징화는 정치나 한냉사에 의한 여과보다 1500rpm에서의 원심분리에서 수율이 95% 이상으로 가장 좋았다 (Table 5).

자색고구마 분말의 안정성

자색고구마 분말은 최근 면류나 제과 제빵 제조에 많이

Table 1. Stability of color and quality of soft drink from purple sweetpotato.

Total extraction (%)	Sugar (Brix ^o %)	pH	Color index after storage time				
			RAP ¹	1Month	2Month	3Month	4Month
15.6	11.8	4.1	1.73±0.02	1.65±0.03	1.70±0.04	1.69±0.05	1.70±0.04

¹RAP : Right after processing

Table 2. Stability of color and quality of wine from purple sweetpotato.

Alcohol (%)	Sugar (Brix ^o %)	pH	Color index after storage time				
			RAP ¹	1Month	2Month	3Month	4Month
12.6	7.8	4.9	1.56±0.18	1.60±0.15	1.50±0.21	1.54±0.17	1.70±0.08

¹RAP : Right after processing

Table 3. Acceptability according to composition of materials in soft drink from purple sweetpotato.

	Sweetpotato extract 100	Sweetpotato extract 80 : Citron 10 : Honey 10	Sweetpotato extract 90 : Citron 5 : Honey 5
Acceptability (Flavor, color)	4.4±1.3	6.4±1.1	7.8±0.9

※ Hedonic scale; 1(dislike extremely) - 9(like extremely)

Table 4. Acceptability according to fermentation temperature in soft drink from purple sweetpotato.

	Room temperature	30℃	45℃	55℃
Acceptability (Flavor, color)	4.7±1.0	5.9±0.6	7.1±0.8	5.5±1.1

※ Hedonic scale; 1(dislike extremely) - 9(like extremely)

쓰이고 있다. 자색고구마 분말의 색소 안정성은 Table 6에서 보는바와 같이 원료의 색도는 원료 건조 후에 원래의 색도보다 다소 낮았으나 분말 제조 후 4개월까지도 건조당시와 큰 차이를 보이지 않았고 색도가 다소 낮아질 때는 공기 중의 수분흡수가 이루어짐으로서 색도가 떨어지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 자색고구마 분말을 식품가공원료로 이용할 경우 4개월까지 저장이 가능함을 알 수 있었다.

자색고구마 식초의 안정성

자색고구마 발효 식초의 품질 및 색소 안정성은 Table 5에서 보는바와 같이 초산분 함량은 7.2%, 당도는 9.8 Brix^o%, pH는 2.6의 초산성을 보였으며 안토시아닌 색소의 색도는 음료나 와인과 마찬가지로 제조후 4개월까지도 색깔이 변하지 않는 안정성을 보였다.

자색고구마에서 추출한 안토시아닌 색소의 안정성

자색고구마로부터 전분을 제외한 안토시아닌 색소를 식품첨가제로 사용하기 위해서는 색가가의 안정화가 제일 중요하다. 자색고구마에서 추출한 안토시아닌 색소의 품질 및 색소 안정성은 Table 6에서 보는 바와 같이 총고형분은 47.6%, 당도는 49.1 Brix^o%, pH는 3.6의 강산성으로서 안토시아닌 색소는 본 시험에서도 제조후 4개월까지 색도가 거의 변하지 않는 안정성을 보였다.

적 요

안토시아닌 색소가 다량 함유된 자색고구마를 이용하여 음료, 와인을 제조하는 방법과 음료, 와인, 분말, 식초, 색소의 저장기간별 색소 안정성을 구명코자 시험을 수행한 결과

Table 5. Yield according to cleaning method in soft drink from purple sweetpotato.

Cleaning	Storage	Filter (cheese cloth)	Centrifuge (1500 rpm)
Yield (%)	4.7±1.0	5.9±0.6	7.1±0.8

※ Hedonic scale; 1(dislike extremely) - 9(like extremely)

Table 6. Color stability and moisture content according to storage period of purple sweetpotato powder.

	Raw material	Color index after storage time				
		RAP [↓]	1Month	2Month	3Month	4Month
Color value	16.5	15.9±0.2	15.6±0.4	15.4±0.3	15.4±0.5	15.3±0.6
Moisture (%)	68.2	8.9	9.4	9.9	9.8	10.2

[↓]RAP : Right after powdering

*색도 : 525 nm, 10%E, pH 3.5

*보관 : 미생물배양용 접시에 두께 약 5 mm로 하여 창가 보존

Table 7. Quality and color stability of vinegar from purple sweetpotato.

Acid (%)	Sugar (Brix ^o %)	pH	Color index after storage time				
			RAP [↓]	1Month	2Month	3Month	4Month
7.2	9.8	2.6	1.61±0.04	1.55±0.06	1.58±0.09	1.55±0.05	1.52±0.07

[↓]RAP : Right after powdering

*색도 : 525 nm, 10%E, pH 3.5,

*보관 : 미생물배양용 접시에 두께 약 5 mm로 하여 창가 보존

Table 8. Quality and color stability of purple sweetpotato anthocyanin pigment.

Total extraction (%)	Sugar (Brix ^o %)	pH	Color index after storage time				
			RAP [↓]	1Month	2Month	3Month	4Month
47.6%	49.1	3.6	151.3	152.6	151.0	150.8	149.2

를 요약하면 다음과 같다.

1. 자색고구마 음료는 총고형분 15.6%, 당도 11.8 Brix^o%, pH 4.1이었고, 와인에는 알코올 12.6%, 당도 7.8 Brix^o%, pH 4.9이었다. 음료와 와인의 색소 안정성은 4개월 저장 후에도 제조 시와 별다른 차이가 없었다.

2. 자색고구마 90% + 유자 5% + 벌꿀 5%로 조제한 음료가 자색고구마 100%나 자색고구마 80% + 유자 10% + 벌꿀 10%에 비하여 기호도가 높았고, 숙성온도는 30℃에 비하여 45℃가 더 높은 기호도를 보였다.

3. 자색고구마의 분말과 식초, 색소는 4개월 저장 후에도 색도의 변화가 없어 높은 안정성을 보였다.

인용문헌

- Furuta, S., I. Suda, Y. Nishibz, and O. Yamakawa. 1998. High *tert*-butylperoxil radical scavenging activities of sweetpotato cultivars with purple flesh. *Food Sci. Technol. Int. Tokyo*. 29 : 33-35.
- Suda, I., S. Furuta, Y. Nishiba, K. Matsugano, and K. Sugita. 1997. Reuduction of liver injury induced by carbon tetrachloride in rat administered purplecolored sweetpotato juice. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* (in Japanese). 44 : 315-318.
- Yashimoto, M., S. Okuno, M. Yoshinage, M. Yamaguchi, and J. Yamada. 1999. Antimutagenicity of sweetpotato (*Ipomoea batatas*) roots. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 63 : 537-541.
- Goda, Y., T. Shimizu, Y. Kato, M. Nakamura, T. Maitani, N. Teranaka, and M. Yamaguchi. 1996. Tow acylated anthocyanins from purple sweetpotato. *Phytochemistry*. 44 : 183-186.
- Tsukui, A., A. Suzuki, K. Komaki, N. Terahara, O. Yamakawa, and K. Hayashi. 1999. Stability and composition ratio of anthocyanin pigments from *Ipomoea batatas* Poir. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* (in Japanese). 46 : 148-154.
- Odake K., N. Terahara, N. Saito, K. Toki, and T. Honda. 1992. Chemical structures of tow anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Phytochemistry*. 31 : 21-27.
- Shi, Z., I. A. Bassa, S. L. Gabriel, and F. J. Francis. 1992. Anthocyanin pigments of sweet potatoes- *Ipomoea batatas*. *J. Food Sci.* 57 : 755.
- Imbert, M. P., C. E. Seaforth, and D. B. Williams. 1966. Anthocyanin pigments of the sweet potato, *Ipomoea batatas*. *J. Amer. Hort. Sci.* 88 : 481.
- 임종환, 김선재, 이란숙, 이준설, 안영섭. 1997. 자색고구마로부터 천연식용색소의 추출 및 색소의 이용성에 관한 연구. 농촌진흥청. pp. 7-17.