

자색고구마로부터 붉은 색소 농축물의 추출 및 그 색소 분말의 제조 특성

†구본순·송대식*

서일대학 식품생명과학과, *신원 FIC

Extraction of Natural Red Color Pigment Concentrate and Manufacturing Characteristics of Pigment Powder from Purple-Fleshed Sweet Potato

†Bon-Soon Koo and Dae-Sik Song*

Dept. of Food Science & Biotechnology, Seoil University, Seoul 131-702, Korea
ShinwonFIC, Gyeonggi-do 403-023, Korea

Abstract

Pigment concentrates with violet-red color and sweet taste were obtained from purple-fleshed sweet potato(PFSP) using ethyl alcohol and water. Extract from general potato(GP) were used as a control. The relative stability of PFSP pigment concentrate(PFSPPC) in a storage test over 15 days was confirmed in the order of dark > fluorescence > sun-light irradiation. The relative stability of GP pigment concentrate(GPPC) in a storage test over 15 days was confirmed in the order of sun-light > fluorescence > dark storage. The RRP of PFSPPC was higher than that of GPPC, but the color strength of GPPC was 1/2 that of PFSPPC. Treatment of PFSPPC with aluminum potassium sulfate(0.2~0.3%, w/w) best improved its stability. The improved RRP of PFSPPC were 45.16~47.31% in sun light irradiation, 55.91~60.22% in fluorescence irradiation, and 76.34~75.97% in dark storage conditions. In substituting aluminum potassium sulfate for chitosan, an amount of 0.2~0.3%(w/w) was suitable, giving similar results in improving pigment stability for all concentrates tested. Also, freeze-dried PFSPPC powder was manufactured as a substitute for dextrin, and also as a substitute for chitosan to the extent of 0.25%(w/w). The results of storage stability for freeze-dried PFSPPC and GPPC powder over 15 days, irradiation were, PRRs of 74.47~89.36% and 61.54~76.92%, respectively. The stability improving effect of freeze dried PFSPPC powder was confirmed by the results of storage experiments at various conditions. The use of freeze-dried PFSPPC powder was therefore confirmed to be an effective treatment for general foods.

Key words: purple-fleshed sweet potato(PFSP), residual ratio of pigment(RRP), pigment stability.

서론

식품에서의 색은 독특한 빛깔을 나타내어 식품의 관능적 품질 특성을 결정하는 중요한 품질인자로 작용한다. 따라서 각종 가공식품의 제조과정에서 이들 색소는 다양하게 사용되고 있는데, 화학적 합성품 색소들은 그 안전성 문제가 제기되고 있으므로 적색 계통의 합성색소를 대신할 수 있는 천연색

소 중 이용 가능성이 높은 것이 anthocyanin계 색소이다(Francis FJ 1989). 과일이나 채소에서 붉은색을 나타내는 anthocyanin 색소는 산소, 햇빛, pH, ascorbic acid, 온도 등 여러 요인에 의하여 쉽게 파괴되므로(Markakis P 1982; Ribereau-Gayon P 1982; Lee 등 1996), 잼이나 과일주스 같이 anthocyanin을 함유하는 식품은 가공이나 저장 중에 아름다운 천연의 붉은색 또는 자주색으로부터 갈색으로 변하여 품질의 저하를 초래한다(Spayd

† Corresponding author: Bon-Soon Koo, Dept. of Food Science & Biotechnology, Seoil University, Seoildaehak-gil 22, Seoul 131-702, Korea. Tel: +82-2-490-7460, Fax: +82-2-490-7811, E-mail: bskoo@seoil.ac.kr

등 1981; Simard 등 1982). 이에 따라 최근 새로운 천연 식용 색소원으로 주목 받고 있는 자색고구마(Zurin 등 1992; Otake 등 1992; Kim 등 1995)는 일본 큐슈 지방에서 자생하던 산천자(山川紫)라고 알려진 품종을 국내에 도입하여 재배한 것으로 일반 고구마와는 전혀 다른 특징을 갖고 있어 관심의 대상이 되고 있다. Kim 등(1995)에 의하면, 일반 고구마와 자색고구마의 영양성분을 비교 분석한 결과, 색소를 제외하고는 성분의 함량 차이는 거의 없는 것으로 밝혀진 바 있다. 자색고구마로부터 색소의 추출 및 그 특성을 조사한 Kim 등(1996)의 연구 결과에 의하면, 자색고구마 색소는 물, ethanol, methanol 등의 용매에는 잘 추출되지만 비극성 유기용매에는 거의 추출되지 않는 수용성 색소였다고 한다. 이와 함께 0.1% 구연산을 첨가한 20% ethanol 용액이 자색고구마 색소 추출을 위한 최적의 용매였다고 확인하였다. 이와 같이 추출한 색소의 주성분인 anthocyanin은 red, scarlet, mauve, violet 및 blue 등의 색조를 띠는 많은 종류의 과채류나 꽃, 열매, 잎, 뿌리 및 기타 저장기관에 존재하는 수용성의 색소로서 현재 약 300여종의 anthocyanin이 자연계에 존재하는 것으로 알려지고 있다(Henry BS 1992). 이 자색고구마로부터 분리한 anthocyanin 색소에 대한 pH, 당, 유기산, 금속이온, ascorbic acid 및 광 등의 영향을 조사한 바 있다. 그 결과, 이 색소의 안정성은 광에 의하여 크게 저하되었는데, 형광보다 일광에 대한 영향이 더 컸으며, 저장 시 광을 차단함으로써 안정성을 증진시킬 수 있었다고 보고한 바 있다(Lee 등 1996). 또한, Lee 등(2009)은 검정콩에서 안토시아닌 색소의 함량 및 그 색소 안정성에 미치는 추출조건과 첨가물 처리의 영향을 고찰한 바 있으며, Koo 등(2002)은 천연 치자색소와 볶음향을 처리하여 참기름 대체 향미유를 개발하고자 한 바 있다.

본 연구에서는 기존의 실험실적 추출방법을 지양하고 대량생산을 추구하기 위한 방안의 일환으로 효소처리 및 열수추출법을 병행한 색소 성분의 추출방법을 확립하고자 하였다. 이와 함께 각종 가공식품에의 적용을 위하여 추출물에 덱스트린을 처리한 후 분무 건조하여 추출 분말을 제조하는 방법을 동시에 검토하였다. 이와 함께 이들 색소 성분에 대한 각종 조건 하에서의 안정성을 측정하여 변색 등 각종 변화를 최대한 억제하여 소중한 천연색소 자원을 식품에 적용할 수 있는 기초자료를 마련하고자 시도하였다.

재료 및 방법

1. 재료

수원 작물시험장에서 재배한 자색고구마를 수확한 후 즉시 일정한 온도와 습도(13°C, 85%)로 조절된 항온 항습기에 저장하면서 시료로 사용하였다. 한편, 일반 고구마는 경북 김천 지

역에서 재배된 것을 농가에서 직접 구매하여 자색고구마와 동일한 조건 하에서 저장하며 사용하였다. 효소분해를 위하여 처리한 복합 amylase(Novo Co., Sweden), 첨가물로 사용한 명반, 키토산은 전량 식품첨가물용을 구입하여 사용하였다.

2. 색소 성분의 추출

자색고구마 100 g을 선별, 세척한 후 물을 가하여 삶았다. 삶은 자색고구마를 미분쇄 하여 복합 amylase와 물을 가하여 60°C에서 4시간 동안 추출하였다. 추출이 끝난 후 90°C로 열처리하여 효소를 실활시킨 후 여과하고 60 Brix 농도가 되도록 농축하여 추출물을 얻어 그 수율을 계산하였다. 이 추출물 50 g에 dextrin 50 g을 혼합하고 분무 건조하여 색소 분말을 제조한다. 일반 고구마를 이용한 동일한 실험을 진행하여 비교군으로 활용하였다.

3. 색소 성분의 광안정성 시험

자색고구마로부터 추출한 색소의 광안정성을 측정하기 위하여 pH 3.0의 완충용액을 사용하여 20배로 희석하여 제조한 색소액 20 mL씩을 취하여 cap test tube에 넣고 밀봉한 후 일부는 일광 및 형광에 노출시켜 상온에 보관하였다. 나머지는 빛을 완전히 차단하기 위하여 cap test tube를 알루미늄 호일로 싸 후 암소에 보관하며 분광광도계(spectrometer, Hewlett Packard, 8452A, USA)를 이용하여 색소액의 경시적인 흡광도 변화를 526 nm에서 측정하였다.

4. 색소 성분의 산소, 질소에 대한 안정성 시험

산소에 대한 안정성의 시험은 광안정성 측정 시험과 동일한 전처리를 실시한다. 즉, pH 3.0의 완충용액을 사용하여 20배로 희석하여 제조한 색소액 20 mL씩을 취하여 cap test tube에 넣었다. 여기에 일부는 O₂ gas를 충전하고 나머지는 N₂ gas를 충전한 후 밀봉한 후 60°C의 항온기에 저장하면서 24시간 간격으로 흡광도의 변화를 측정하여 저장기간에 따른 색소의 잔존율을 조사하였다. 이 때, 색소의 잔존율은 저장 개시일을 기준으로 하여 그 이후 색소의 잔존량을 백분율로 표시하였다.

5. 동결 건조 분말의 제조

Dextrin 40 g과 자색고구마 색소 농축물 60 g을 혼합한 후 동결 건조하여 분말을 제조하였다. 즉, 동결 건조 분말의 제조는 동결 건조기(Freeze dryer, Hanil, Clean Vac 8B)를 이용하여 실온(25~29°C)에서 응축기 온도 -70°C, 압력 76 mmHg의 조건 하에서 48시간 동결 건조하였다.

6. 통계 분석

모든 분석 결과는 SPSS 프로그램(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc.)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 각 측정 평균값은 Duncan의 다중범위시험법으로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 자색고구마로부터 붉은 색소 성분의 추출

자색고구마(purple-fleshed sweet potato, PFSP)는 70.20%의 수분과 25.73%의 가용성 무질소물을 함유하고 있어 이들의 합은 총 95.93%에 이르며, 조단백 2.01%, 조지방 0.25%, 조섬유 0.87% 및 조회분 0.94%를 함유하고 있는 것으로 알려지고

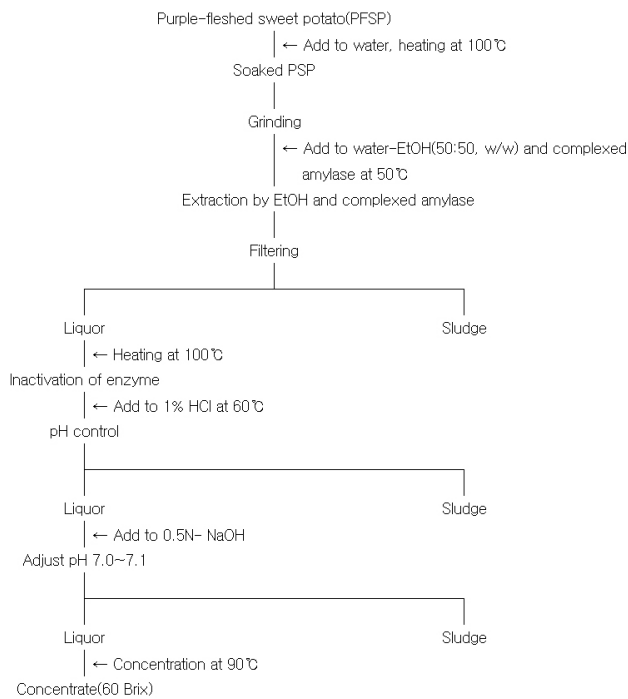


Fig. 1. Flow diagram for the extraction of purple fleshed sweet potato pigment concentrate.

있다(Kim 등 1995). 따라서, 본 연구에서는 수분을 제외한 기타 성분 중 가장 많은 양을 차지하고 있는 탄수화물 성분을 완전히 분해하여 제거한 후 색소 성분을 추출하고자 하였다. 즉, 그 동안 PSP 등에 함유되어 있는 붉은 색소 성분인 anthocyanin 계 색소의 추출은 일반적으로 산-알칼리 처리와 함께 methanol을 추출용매로 사용하였다(Fuleki 등 1968, Lee 등 1996). 그러나 본 연구에서는 직접 식품에 적용하기 위하여 현재 우리나라 식품첨가물공전(KFIA 2008)에서 추출용매로 허용하고 있는 주정 및 물을 이용하는 방향으로 그 추출방법을 개선하였다. 그 추출방법은 Fig. 1에 나타난 바와 같았다. 이와 같은 과정을 거쳐 얻어진 여액을 90°C에서 농축하여 PFSP 1 kg으로부터 60 Brix 농도의 농축물 50.3 g을 얻었다. 상대적으로 일반 고구마(general potato, GP)에서는 농축물 7.4 g을 회수하여 PFSP 대비 약 14.71%에 그쳤다. 이와 같이 제조한 농축물은 공통적으로 효소분해에 의해 다당류가 포도당 등 단당류로 변환되어 강한 단맛을 나타내는 특성을 나타내었다. 또한, 그 색상은 약한 보랏빛을 띠는 붉은 색상이 발현되었다.

2. 색소 성분의 광안정성

PFSP 색소 농축물(PFSP pigment concentrate, PFSPPC)을 일광조사, 형광조사 및 암소 저장하며 15일 동안의 색소 성분 잔존율을 측정한 결과는 Table 1에 나타난 바와 같았다. 즉, 전체적인 안정성은 암소 저장>형광조사>일광조사로 나타나 일광조사 하에서의 안정성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 이들 저장조건에 따른 개별 변화 양상을 보면 일광조사품은 그 안정성이 가장 낮아 저장 초기 급격한 감소를 보였으며, 15일 후에는 12.90%만 잔존하였다. 형광조사품은 15일 후에는 37.63%가 잔존하였다. 상대적으로 암소 저장품은 일정 수준의 안정성을 나타내었고 15일 후에는 63.44%가 잔존하였다. 이러한 결과로 볼 때, PFSPPC는 햇빛이나 형광조사 하에서는 그 안정성이 매우 낮아 별도의 보관방법을 설정하거나 근본적인 안정성 부여 방법의 개발이 필요할 것으로 판단되었다.

Table 1. Effect of irradiation on the stability of purple-fleshed sweet potato pigment concentrate and general potato pigment concentrate

Storage period (day)	Purple-fleshed sweet potato pigment concentrate			General potato pigment concentrate		
	Sun light	Fluorescence	Dark	Sun light	Fluorescence	Dark
0	0.93±0.02	0.93±0.03	0.93±0.02	0.54±0.02	0.54±0.02	0.54±0.01
3	0.48±0.02	0.53±0.02	0.77±0.02	0.52±0.03	0.48±0.02	0.49±0.01
6	0.20±0.01	0.45±0.03	0.71±0.02	0.47±0.02	0.42±0.02	0.45±0.02
9	0.15±0.01	0.43±0.03	0.69±0.02	0.45±0.03	0.40±0.02	0.41±0.01
12	0.13±0.01	0.38±0.02	0.64±0.02	0.41±0.02	0.37±0.03	0.35±0.02
15	0.12±0.01	0.35±0.02	0.59±0.01	0.40±0.02	0.36±0.01	0.32±0.01

¹⁾ Values are mean±S.D., n=3.

이러한 결과는 포도과즙음료 및 포도주스에서 이미 확인된 바 있다. 즉, 포도과즙으로 제조한 탄산음료 내의 anthocyanin 색소가 광을 차단하였을 때에는 안정성이 높아 제품의 반감기가 20℃에서 461일인 반면 일광에 노출시켰을 때에는 그 손실율이 증가하여 반감기가 197일로 떨어졌다고 보고한 바 있다(Palamidis 등 1975). 또한, 유리병에 보관한 포도주스의 색깔이 빛에 의해 크게 저하된다는 보고도 찾아볼 수 있어 (Tressler 등 1936) 일광조사가 anthocyanin계 색소의 안정성을 크게 저하시키는 것으로 확인할 수 있었다.

한편, GP 색소 농축물(GP pigment concentrate, GPPC)의 색소 성분 안정성은 일광조사>형광조사>암소 저장의 순으로 나타나 PFSPCC와는 전혀 다른 양상을 나타내었다. 저장기간 15일 경과의 순으로 나의 잔존율은 일광조사품 74.07%, 일광조사품 66.67% 및 암소 저장품 59.26%를 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때, GPPC는 PFSPCC에 비하여 그 광안정성이 월등>형우수한 것으로 판명되었다. 따라서, 광안정성 측면에서는 PFSP에 비하여 GP가 월등>형우수한 것으로 나타났으나, 그 양적 측면에서는 PFSP가 우수하여 상반된 결과를 나타내었다.

3. 색소 성분의 산소, 질소에 대한 안정성

산소 및 질소 충전이 PFSPCC와 GPPC의 안정성에 미치는 영향은 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 즉, 산소충진 하에서 PFSPCC와 GPPC를 각각 15일간 저장한 후의 색소 잔존율은 30.11% 및 33.33%로 큰 차이를 보이지는 않았다. 그러나 동일한 조건에서 질소를 충전한 결과 15일 저장 후 색소의 잔존율은 각각 48.39% 및 44.44%로 유사한 잔존율을 보였지만 그 강도에서는 큰 차이를 나타내었다. 특히 PFSPCC는 산소 충전 하에서 특이한 색소 감소 현상을 나타내었다. 다른 시료군은 일반적으로 저장기간의 경과에 따라 일정하고 완만한

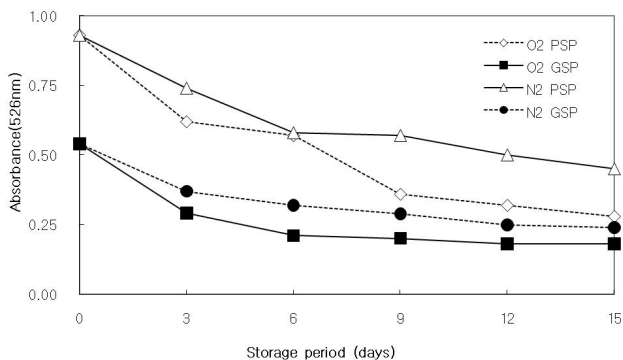


Fig. 2. Effect of oxygen and nitrogen treating on the stability of purple-fleshed sweet potato(PSP) and general potato (GSP) pigment concentrate.

감소 추세를 나타내는데 비하여 PFSPCC는 저장 9일 후 급격한 감소 현상을 나타내었다. 이러한 현상들로부터 이들 색소 농축물의 색소안정성 측면에서 산소는 질소에 비하여 그 안정성을 크게 감소시키는 인자인 것을 확인할 수 있었다. 특히 PFSPCC는 일광조사에 의하여 그 색소 잔존율이 저장과 동시에 크게 감소하는 것으로 나타난데 비하여 질소 충전물에서는 그 감소 경향이 완만한 경향을 보여 이 색소 농축물의 사용에서는 질소충진 방법이 하나의 대안이 될 수 있을 것으로 기대된다.

4. 명반 처리가 색소 성분의 안정성에 미치는 영향

이상에서 살펴 본 바와 같이 PFSPCC는 그 붉은 색상의 강도는 강하였으나 저장기간 및 저장조건에 따른 색소 잔존율은 GPPC에 비하여도 월등히 낮은 뿐만 아니라 근본적으로 식품에의 적용 자체가 한계에 봉착하는 문제점이 있는 것으로 확인되었다. 이에 본 연구에서는 여름철 어린이들이 봉숭아 꽃잎과 명반을 으깨어 손톱에 밝고 선명한 봉숭아 고유의 물을 들이는 점에 착안하여 PFSPCC에 식품첨가물용 명반 (Aluminum potassium sulfate, $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 0 \sim 12\text{H}_2\text{O}$) 0~0.5% (w/w)를 처리하여 이의 안정성 향상을 도모하고자 시도하였다. 그 결과는 Fig. 3~5에 나타난 바와 같다. 즉, 일광조사에 의한 PFSPCC에 대한 명반 처리 효과는 Fig. 3에 나타난 바와 같이 0.2~0.3%(w/w) 처리군에서 가장 우수한 효과를 나타내었으며, 처리량의 증가에 따른 비례적인 증가 효과는 나타나지 않았으나 무처리군의 잔존율에 비하여 분명한 개선 효과를 나타내었다. 암소 저장 결과는 Fig. 5에 나타난 바와 같이 앞의 일광조사, 형광조사 등에 비하여 더욱 안정화된 결과를 보였다. 이상에서 살펴 본 바와 같이 명반 처리에 따른 색소 성분의 발현 및 안정성 향상 측면에서 명반의 적정 처리량은 0.2~0.3%(w/w) 수준인 것으로 확인되었다. 이상의 결과들로 볼 때 전체적으로 PFSPCC에 대한 명반 처리가 저장 15일 색

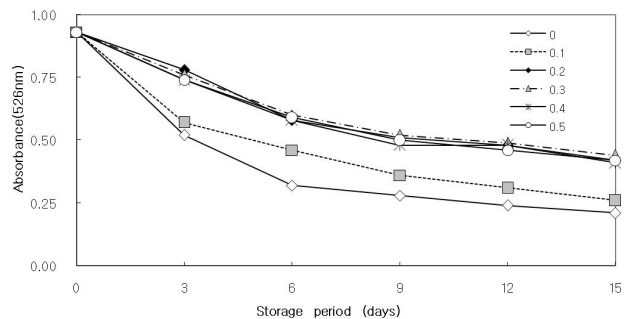


Fig. 3. Effect of sun light irradiation and treating to aluminum potassium sulfate on the stability of purple-fleshed sweet potato concentrate.

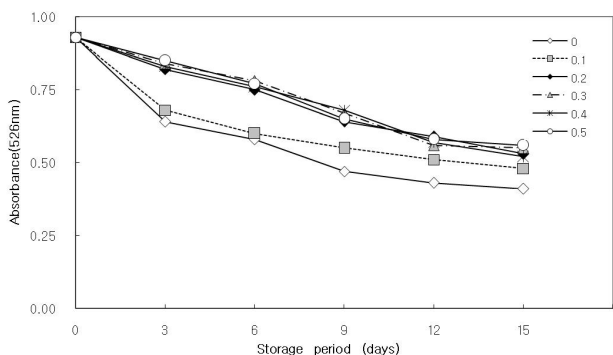


Fig. 4. Effect of fluorescence irradiation treating to aluminum potassium sulfate on the stability of purple-fleshed sweet potato concentrate.

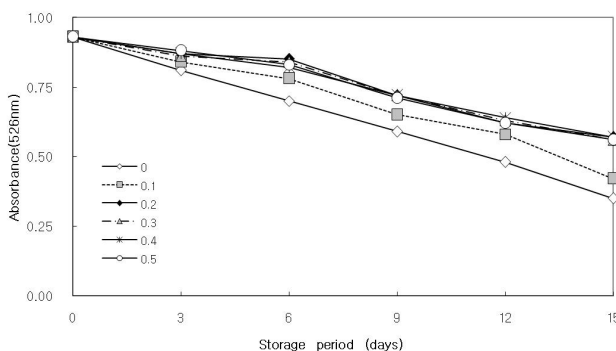


Fig. 5. Effect of dark storage and treating to aluminum potassium sulfate on the stability of purple-fleshed sweet potato concentrate.

소 성분 잔존율을 기준으로 판단할 경우 일광조사 및 형광조사 하에서는 큰 효과를 발휘하지 못하는 것으로 나타났으나, 암소 저장에서는 우수한 색소 성분 잔존 효과를 나타내었다. 이는 곧 PFSPCC에 명반 처리를 행하여 식품을 제조한 후 포장지에 알루미늄 증착 등을 이용하여 광선을 차단할 경우 충분한 색상 유지가 가능한 것으로 판단된다. 이러한 명반 처리의 효과는 색소와 명반 사이에 착염이 형성되어 안정화가 향상된 것으로 추정되지만 확실한 분자구조의 변화 양상을 확인하지는 못 하였다.

5. 키토산 처리가 색소 성분의 안정성에 미치는 영향

이와 같이 명반 처리의 효과는 확인되었으나 최근 이 명반이 치매를 유발할 수 있다는 등의 일부 주장이 제기되어 현재 식품업계에서는 당면에서도 종전에 사용해 오던 명반 처리를 자제하고 대체품으로 키토산을 처리하거나 아예 명반을 빼고 있는 상황이다. 이에 본 연구에서도 이러한 사회적인 문제점을 감안하여 명반 대신 키토산을 처리하여 그 효과를 분

석해 본 결과는 Fig. 6~8에 나타낸 바와 같다. 즉, 일광조사에 의한 PFSPCC에 대한 키토산 처리 효과는 Fig. 6에 나타낸 바와 같이 저장 초기에는 0.2~0.3%(w/w) 처리군에서 가장 뛰어난 효과를 나타내었으며, 이러한 변화는 15일 이후에도 거의 변화 없이 유사한 경향을 보였다. 형광조사 하에서의 PFSPCC에 대한 키토산 처리 효과는 Fig. 7에 나타낸 바와 같이 저장 초기에는 0.2~0.3%(w/w) 처리군에서 개선된 효과를 나타내었다. 키토산 0.5%(w/w) 처리군의 15일 저장 후 색소 성분 잔존율은 46.24%로 무처리군의 잔존율 32.26%에 비하여 개선 효과를 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때, PFSPCC의 경우 일광조사보다도 오히려 형광조사 하에서의 안정성이 더 낮은 것을 알 수 있었다. 한편, 암소 저장 결과는 Fig. 8에 나타낸 바와 같이 앞의 일광조사, 형광조사 등에 비하여 상대적으로 안정화된 결과를 보였다. 즉, 저장 15일 후 색소 성분 잔존율은 0.2~0.5%(w/w) 처리군에서 우수한 효과를 나타내었다. 이는 저장 15일 후 색소 성분 잔존율은 68.82~72.04%로 무처리군의 잔존율 45.16%에 비하여 월등한 개선 효과를 나타내어 전체적으로 안정화된 특성을 보였다. 이상에서 살펴 본 바와 같이 키토산 처리에 따른 색소 성분의 발현 및

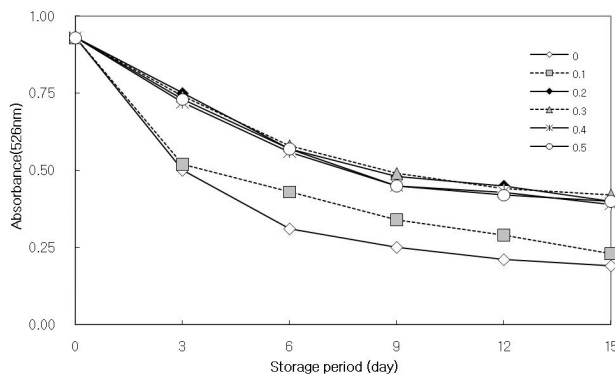


Fig. 6. Effect of sun light irradiation and treating to chitosan on the stability of purple-fleshed sweet potato concentrate.

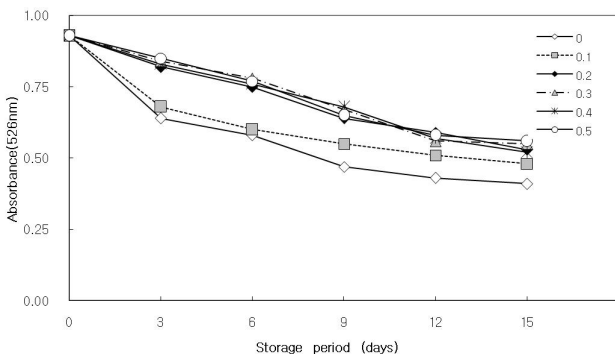


Fig. 7. Effect of fluorescence irradiation and treating to chitosan on the stability of purple-fleshed sweet potato concentrate.

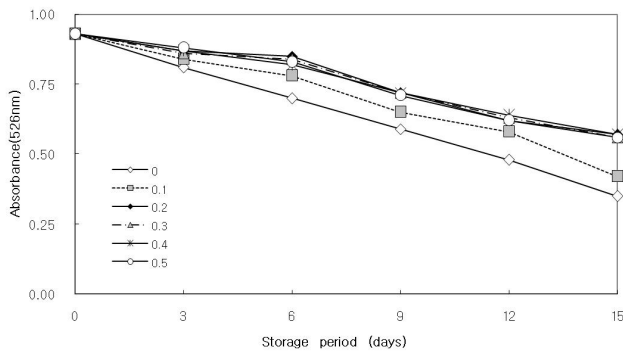


Fig. 8. Effect of dark storage and treating to chitosan on the stability of purple-fleshed sweet potato concentrate.

안정성 향상 측면은 명반 처리에서와 거의 동일한 수준으로 이의 적정 처리량은 0.2~0.3%(w/w) 수준인 것으로 확인되었다.

6. 동결 건조 고구마 색소 농축물 분말의 색소 성분 안정성

GPPC, PFSPPC 모두 일광, 형광, 암소 저장 모두에서 그 정도의 차이는 있었지만 색깔이 쉽게 탈색되어 안정성에 큰 문제점이 있는 것으로 위에서 발견되었다. 이에 그 안정성 부여에 가장 효과가 우수하였던 키토산 0.2~0.3%(w/w) 처리를 고려하여 dextrin 40 g과 GPPC, PFSPPC 각각 60 g에 농축물 대비 0.25%(w/w)에 해당하는 키토산을 처리하여 동결 건조 분말을 제조하였다. PFSPPC 동결 건조 분말의 저장안정성을 측정한 결과는 Fig. 9에 나타낸 바와 같다. 즉, 일광조사한 분말은 점진적인 탈색현상이 발생하여 15일 저장 후 약 76.60%의 잔존율을 나타내었다. 상대적으로 형광조사한 분말은 74.47%의 잔존율을 보였으며, 암소 저장 분말은 89.36%의 잔존율을 나타내었다. 따라서, 저장조건에 따른 안정성은 암소 저장>일광조사>형광조사의 순으로 나타났다. 이러한 결과는 위에서 색소 농축물 자체를 동일조건 하에서 보관하였을 경우와 비교해 보면 뛰어난 안정성 개선 효과가 있는 것으로 확인되었다. 비교군으로 측정한 GPPC 동결 건조 분말의 저장안정성은 Fig. 10에 나타낸 바와 같이 일광조사, 형광조사 및 암소 저장 시료군에서 15일 저장 후 그 색소 성분 잔존율이 각각 65.38%, 61.54%, 76.92%로 나타났다. 이러한 결과는 상대적으로 GPPC 동결 건조 분말의 저장안정성이 PFSPPC 동결 건조 분말에 비하여 월등히 낮으며, 여기서도 동일하게 저장조건에 따른 안정성은 암소 저장>일광조사>형광조사의 순으로 나타났다.

이는 이들 농축물의 동결 건조 분말의 저장이 고구마 색소 농축물 자체의 저장에 비하여 dextrin에 코팅되어 상대적으로 조사에 대한 반응성이 약화되었기 때문인 것으로 판단된다. 이와 함께 분말화 과정에서 열풍건조, 진공건조 등을 적용할 경우 심한 열처리로 인하여 안정성의 열화를 초래할 수 있으

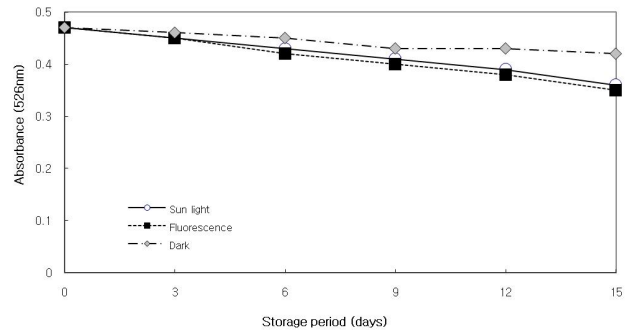


Fig. 9. Effect of pigment stability according to chitosan treating at the various storage conditions in freeze dried purple-fleshed sweet potato concentrate powders.

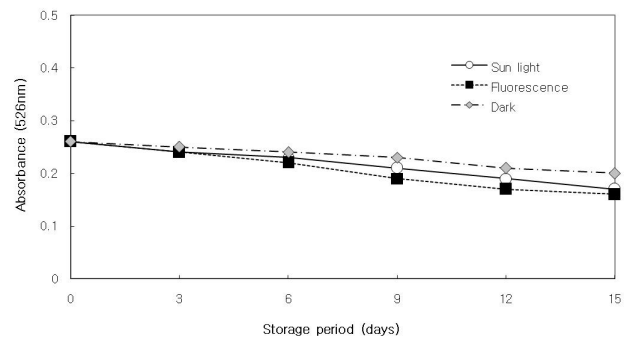


Fig. 10. Effect of pigment stability according to chitosan treating at the various storage conditions in freeze dried general potato concentrate powders.

나, 본 연구에서 시도한 저온하에서의 동결 건조 방법이 본 건조 분말의 색소 안정화에는 크게 기여한 것으로 판단된다. 따라서, 이들 PFSPPC 및 GPPC를 식품에 안정적으로 적용하기 위해서는 포장자재의 차별화를 통한 보관방법 개선 등의 방법보다는 동결 건조 분말화를 통한 사용방안이 효과적인 것으로 확인되었다.

요약 및 결론

자색고구마와 비교군인 일반 고구마로부터 주정과 물을 이용하여 약한 보랏빛~붉은 색상의 강한 단맛을 갖는 색소 추출 농축물을 얻었다. PFSP 색소 농축물(PFSP pigment concentrate, PFSPPC)을 15일간 저장실험한 결과, 그 안정성은 암소>형광>일광조사의 순으로 나타났으며, 색소 잔존율은 각각 63.44%, 37.63% 및 12.96%였다. 상대적으로 GP 색소 농축물(GP pigment concentrate, GPPC)의 안정성은 일광>형광>암소의 순으로 색소 잔존율은 각각 74.07%, 66.67% 및 59.26%로 차이를 보였다. 색소 잔존율은 GPPC가 PFSPPC보다 높은 것으로 나타났으나, 실제 붉은 색상의 강도는 각각 0.54, 0.93

로 GPPC는 PSPPC의 약 1/2 수준이었다. PFSPPC의 낮은 안정성을 개선하기 위하여 0.2~0.3%(w/w)의 명반을 처리한 결과 우수한 개선 효과가 인정되었다. 일광조사하에서 PFSPPC의 색소 잔존율은 45.16~47.31%로 무처리군의 22.58%에 비하여 크게 증가하였으며, 형광조사하에서는 무처리군의 44.09%가 55.91~60.22%로 개선되었고, 암소 저장에서는 무처리군의 60.21%에서 76.34~75.97%로 증가하였다. 명반을 키토산으로 대체하여 동일한 저장실험을 실시한 결과, 그 적정 처리량은 0.2~0.3%(w/w)로 동일한 경향을 나타내었으며, 전체적인 안정성 개선 효과는 명반 처리군에서와 유사한 결과를 나타내었다. 이러한 색소의 안정성을 근본적으로 개선하여 가공식품에 적용하기 위한 방안의 일환으로 텍스트린 40 g, 0.25%의 키토산을 함유한 색소 농축물 60 g을 혼합하여 동결 건조 분말을 제조하였다. 이 PFSPPC 동결 건조 색소 분말에 대한 저장조건별 안정성을 측정한 결과 저장 15일 후 색소 잔존율은 74.47~89.36%였고, GPPC 동결 건조 색소 분말에서도 61.54~76.92%로 안정적인 잔존율을 나타내었다. 따라서, PFSPPC를 일반 가공식품에 안정적으로 적용하기 위해서는 키토산 처리와 동결 건조 분말화 및 포장소재의 차별화를 통한 보관방법 등이 요구되는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 서일대학 학술연구비 지원에 의해 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Fuleki T, Francis FJ. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J Food Sci* 33:266-270
- Fuleki T, Francis FJ. 1968. Quantitative methods for anthocyanins. 3. Purification of cranberry anthocyanins. *J Food Sci* 33:574-579
- Francis FJ. 1989. Food colorants : anthocyanins. *CRC Crit Rev in Food Sci Nutr* 28:273-314
- Henry BS. 1992. Natural food colors. In *Natural Food Colorants*, Hendry GAF, Houghton JD (eds.), Blackie and Son Ltd. Glasgow, p.39
- Kim SY, Ryu CH. 1995. Studies on the nutritional components of purple sweet potato(*Ipomoea batatas*). *Korean J Food Sci Technol* 27:819-825
- Kim SJ, Rhim JW, Lee LS, Lee JS. 1996. Extraction and characteristics of purple sweet potato pigment. *Korean J Food Sci Technol* 28:345-351
- Korea Food Ind. Association. 2008. Food Additives Codex
- 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* 28:352-359
- 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* 22:150-157
- Koo BS, Kim DS, Jung RC. 2002. Manufacturing of seasoning oil as sesame oil substituted used for roasting flavor. *Korean J Food Nutr* 15:337-341
- Markakis P. 1982. Stability of anthocyanins in foods. In *Anthocyanins as Food Colors*, Markakis P (Ed.), Academic Press, New York, p.163
- Odake K, Terehere N, Saito N, Toki K, Honda T. 1992. Chemical structures of two anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas*. *Phytochemistry* 31:2127-2132
- Palamidis N, Markakis P. 1975. Stability of grape anthocyanin in a carbonated beverage. *J Food Sci* 40:1047-1052
- Ribereau-Gayon P. 1982. The anthocyanins of grapes and wines. In *Anthocyanins as Food Colors*, Markakis P (Ed.), Academic Press, New York, p.209
- Simard RE, Bourzeix M, Heredia N. 1982. Factors influencing color degradation in blueberry juice. *Lebensm.-Wiss-u-Technol* 15:177-181
- Spayd SE, Morris JR. 1981. Influence of immature fruits on strawberry jam quality and storage stability. *J Food Sci* 46:414-417
- Tressler DK, Pederson CS. 1936. Preservation of grape juice. II. Factors controlling the rate of deterioration of bottled Concord juice. *Food Res* 1:87-93
- Zurin S, Bassa IA, Gabriel SI, Francis FJ. 1992. Anthocyanin pigments of sweet pigment potatoes-*Ipomoea batatas*. *J Food Sci* 57:755-758

(2010년 2월 4일 접수; 2010년 3월 10일 채택)