

황색고구마 퓨레의 품질과 Carotenoid색소

정순택[†] · 임종환 · 강성국
목포대학교 식품공학과

Quality Properties and Carotenoid Pigments of Yellow Sweet Potato Puree

Soon-Teck Jung[†], Jong-Whan Rhim and Seong-Gook Kang

Dept. of Food Engineering, Mokpo National University, Muan 534-729 Korea

Abstract

Two kinds of sweet potato puree were prepared with *Benihayato* cultivar of yellow sweet potato with or without α -amylase enzyme treatment. Chemical and rheological properties of enzyme-treated puree were different from those of control puree. Reducing sugar content and iodine value increased by α -amylase enzyme treatment, while alcohol insoluble solids and viscosity decreased by enzyme treatment. However, the changes of carotenoid content were not significantly different. Hunter-b values(yellowness) were 27.19 and 23.54 for no enzyme-treated puree(NTP) and enzyme-treated puree(ETP), respectively. Hunter-a values(redness) were 2.24 and 6.05 for NTP and ETP, respectively. Content of total carotenoid of canned puree heated at 130°C for 30 min decreased by 59 percents.

Key words: yellow sweet potato puree, *Benihayato*, enzyme treated puree, carotenoid

서 론

고구마는 우수한 탄수화물과 에너지 공급원인 식량 자원(1)으로 열량소 외에 천연의 식이섬유, 무기물, β -carotene의 영양성과 기능성(2-4)이 확인되면서 편의 식품, 기호식품, 건강보조식품의 재료로 이용된다. 또한 재배가 용이하고 단위 면적 당 수확량이 많아 미래식량 우주식량(5,6)으로 기대되는 작물이다. 고구마의 주된 용도가 전분의 생산이었으나 전분의 수입 자유화에 의하여 고구마의 생산기반이 위축됨으로서 전분 이외의 새로운 용도 개발, 고구마 가공식품 개발, 기능성 고구마 신품종 육종 등이 중요한 과제가 되었다.

새로운 고구마 품종(7)으로 β -amylase가 함유되지 않아 가열 처리할 때 감미가 증가하지 않는 사쓰마 히가리, 비타민 A원인 carotene을 다량 함유하고 육질의 색이 신선한 오렌지색을 갖는 황색고구마, 천연색소 anthocyanin의 자색을 띄는 자색고구마 등이 육종되어 재배가 확대되고 있으나 이들의 기능성을 유지하기 위한 가공기술과 가공식품이 연구되지 않고 있다. 황색고구마와 자색고구마는 그의 기능성이 황색과 자색의 색소에 있어 이들 색소의 이용과 식품개발에는 색소의 특성

에 관한 연구가 필요하다.

또 고구마는 저장성이 약하여 다양한 전처리기술과 가공소재가 만들어지고 있다(8-10). 절간, flake, granule 등의 건조식품소재, 또는 paste, puree, dice로 가공되어 식품제조용 소재로 사용되고 있다(11). 그중 액체 상태로 제조되어 필름포장이나 통조림, 벌크포장한 고구마퓨레 제품은 저장과 수송 등이 용이하고 공정이 단순화되어 고구마 압출스넵, 고구마 빵, 스프, 고구마 음료, 엿과 물엿, 이유식, 고구마 분말원료로 많이 이용하고 식품첨가물로 사용되며 술과 식초의 발효기질로 이용되어질 수 있으나 우리나라에는 이에 관한 연구가 없다.

고구마 퓨레는 퓨레 제조과정 중의 마쇄와 파쇄 사별 방법(12-14), 증자방법과 효소처리 등(15-17)의 가공 방법에 따라 색조, 당도, 점도와 수송능을 포함한 물성이 크게 변화한다. 그리고 이들을 원료로 한 제품의 품질에 크게 영향을 미치므로 고구마 중의 불용성물질의 가수분해 정도와 유동특성에 따른 다양한 용도의 제품이 필요하다. 특히 새로운 식품소재 및 천연 식용색소 자원으로 기대되는 황색고구마는 보통고구마의 carotene 함량(18)이 0.02mg/100gr.wt이하인데 비하여 4.6mg~20.2mg으로 대단히 높고 대부분 β -carotene으로 되

[†]To whom all correspondence should be addressed

어 있으며(19) 색소로서의 기능 외에 β -carotene의 항암작용, 항산화작용, 심혈관계의 질병 및 백내장, 스트레스 예방 등의 생리화학적 기능성이 우수하다(20-22). 그러나 고구마 중의 chlorogenic acid, tannin 등의 polyphenol류를 비롯하여 jalapin 등을 함유하여 가열 증자할 때 이취와 고미를 내는 ipomeamarone이 생성되고(5), Hunter value L, a, b값이 변화하며 polyphenol oxidase 등 효소와 산화에 의하여 흑갈색으로 변색하여 퓨레의 품질을 저하시킨다(23-25). 따라서 본 연구에서는 식품소재로 다양하게 이용될 수 있는 황색고구마 퓨레를 제조하여 퓨레의 품질특성을 분석하고 퓨레를 포장하여 살균할 때 가열처리 조건에 따른 carotenoid 색소의 변화를 측정하였으며, 퓨레의 품질을 향상시키기 위하여 황색고구마를 α -amylase로 처리하여 제조한 퓨레의 품질특성도 같이 측정하여 비교하였다.

재료 및 방법

재료

퓨레 제조용 황색고구마는 일본의 Kyushu National Agriculture Experimental Station에서 1996년 10월 수확한 Benihayato 품종을 분양받아 상대습도 85%, 온도 13°C로 조절된 항온 항습기에 보관하면서 시료로 사용하였으며 190~250g의 고구마를 선별하여 사용하였다.

황색고구마 퓨레의 제조

고구마퓨레는 Fig. 1과 같이 Sylvia 등(14)의 방법에 따라 제조하고 Szyperski 등(16)의 방법과 Chang-Rupp와 Schwartz(17)의 방법을 변형하여 효소 처리한 퓨레를 제조하였다. 재료 고구마는 reel type washer로 잘 세척하고, 102°C의 10% NaOH액 중에 5분 동안 침지하여 박피한 다음 reel washer에서 NaOH액을 충분히 제거하였다. 그런 다음 고구마의 상처 부위를 도려내고 양끝을 절단하여 제거하고 4등분 하였다. 처리된 고구마를 10분 동안에 90°C로 정온된 autoclave에서 10분 동안 증자하여 재료 중량비 5%의 증류수를 첨가하면서 1.52mm의 체를 통과할 정도로 Fitz mill(Fitzpatric Co., USA)로 마쇄하여 전당 농도를 15%로 조정하여 통조림 한 후, 100, 110, 120, 130°C의 autoclave에서 10분간 살균하여 30°C의 항온조에 보관하면서 시료로 하였다. 또 처리된 고구마를 90°C에서 10분 동안 증자하여 마쇄한 황색고구마 페이스트를 80°C로 조정하여 원료 고구마 1kg당 100 unit의 α -amylase(Junsei Chemical Co.)를 첨가하여 30분 동안 반응시킨 다음, 위와 같이

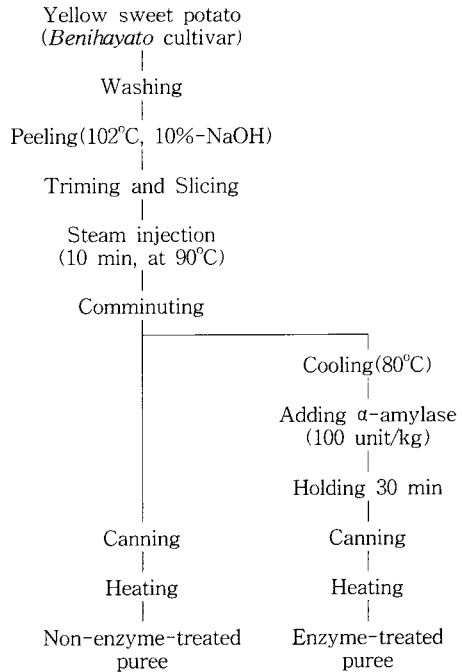


Fig. 1. Procedure for preparation of yellow sweet potato puree.

포장하고 살균하여 비교시료로 하였다.

품질특성분석

황색고구마와 퓨레 그리고 α -amylase로 처리된 황색고구마 퓨레의 수분, 전당, 환원당, 요오드가, 알코올 불용성 성분(alcohol insoluble solid; AIS)을 분석하고, Brix, 점도, 색차 등을 측정하였다. 환원당은 Somogyi 변법으로, 전당은 시료를 HCl로 분해한 후 중화하여 환원당과 같이 분석하고, 요오드가(iodine value; IV)는 시료 2g을 증류수 100ml와 같이 마쇄하여 0.2% 요오드액 5ml를 넣어 반응시킨 후, Whatman filter paper No. 5로 여과한 여액을 spectrophotometer(HP 8452A, Hewlett Packard Co., USA)로 625nm에서 흡광도를 측정하였다. AIS는 시료 10g을 증류수 20ml와 마쇄하고 80% 알코올 300ml와 혼합하여 30분간 끓인 후, Whatman filter paper No. 1로 감압하에서 여과하여 여과되지 않은 불용물을 여지와 같이 105°C 건조기에서 항량을 구하였다.

점도는 Ice 등(15)의 방법에 따라 시료에 동량의 증류수를 mixer로 충분히 혼합하고 점도계(Brookfield RV-II, Brookfield Co., USA)를 사용하여 30°C에서 측정하고, 색차(ΔE)는 Hunter colorimeter(Color QU-EST, USA)로 L, a, b값을 측정하였다.

총 carotenoid 정량

황색고구마 푸레의 총 carotenoid는 Chandler와 Schwartz(23)의 방법을 변형하여 정량하였다. 푸레를 통조립하여 100°C, 110°C, 120°C, 130°C의 autoclave에서 20~30분 간격으로 160분까지 가열한 carotenoid를 정량하였다. 시료를 45°C의 열풍건조기에서 14시간 건조한 후, 45mesh 이하로 분쇄하여 동량의 methanol과 증류수를 혼합한 후 상온에서 2시간 동안 교반하여 수용성 색소를 분리 제거하고, acetone-n-hexane(1:1) 70 ml로 추출한 후 Whatman filter paper No.1로 여과하고, 잔사는 같은 용매 140ml로 잔사의 색이 없어질 때까지 반복 추출하였다. 추출액을 압소에서 하룻동안 방치한 후 분리된 상징액을 취하여 과포화 KOH/methanol을 첨가하고 질소가스를 충전하여 30분간 상온의 암실에서 검화한 후 증류수 100ml로 3회 세척하였다. 이어 무수 Na₂SO₄로 탈수하고 clude carotenoid 용액을 100 ml로 정용하여, 위의 spectrophotometer로 448nm에서 흡광도를 측정하고, β-carotene표품(from carrots, Sigma Co.)으로 작성한 검량선을 이용하여 색소함량을 측정하였다.

결과 및 고찰

황색고구마 푸레의 성분

황색고구마 *Benihayato*로 제조한 푸레의 화학적 특성은 Table 1과 같다. 수분함량은 80.54%이었으며 α-amylase로 처리한 푸레는 82.24%로서 효소처리하지 않은 푸레보다 수분함량이 높았고, Szyperski 등(16)의 고형물함량 21.1%와 21.8%의 결과와 비슷하였다. 재료의 환원당은 2.12%로 일반고구마의 함량 0.2~1.5%보다 월등히 높았으며(18), 증자한 다음 푸레로 만든 후 4.96%로 증가하였고, 효소처리한 경우 7.48%로 크게 증가하여, 가열처리에 의한 분해와 고구마 중의 β-amylase의 작용에 의하여 glucose와 fructose가 소량 증가하고 maltose와 sucrose가 생성된 것으로 고찰된다(27). 푸레의 전당은 각각 15.44%와 15.36%이었고 pH는 각각 5.8과 5.4로 Ice 등(15)의 보고보다 높았다. IV

는 효소처리하지 않은 푸레가 0.88이었고 효소처리한 것이 1.62로 전분의 분해 정도에 따라 차이가 있었다. Takahara 등(28)은 고구마 저장 중 sucrose 함량이 증가하고 특히 *Benihayato*는 sucrose와 dextrin이 60% 이상 현저하게 증가하지만 fructose와 glucose 등 환원당은 sucrose보다 훨씬 적으며, 전분함량도 다른 고구마 품종에 비하여 많이 감소한다고 하였다. 이들의 변화는 시료 중의 α-amylase가 시료의 전분 분해에 크게 관계한다는 보고(28)와 같이 재료인 황색고구마는 amylase 활성이 강하고 푸레제조 과정에서 고구마의 천연 효소의 작용에 의한 자가분해로 환원당이 증가하고 pH가 낮아진 것으로 생각된다. 그러나 Hagenimana 등(29)이 고구마 중의 α-amylase는 고구마 조직의 전분을 가수분해시킬 수 없다는 보고와 Pichia 등(9)이 고구마의 가열처리 중 환원당량이 별로 증가하지 않는다는 보고와는 차이가 있었다. 이것은 푸레 제조방법의 차이 때문인 것으로 고찰되며, Sylvia 등(14)의 7종류의 고구마푸레 제품 중 건조고형물이 11.8~14.4%이고 전분함량이 2.4~5.0%인 것과는 비슷하였다. 고구마푸레를 제조할 때 Ice 등(15)과 Szyperski 등(16), Chang-Rupp와 Schwartz(17)는 고구마를 마쇄하여 생고구마 푸레를 만든 다음 증자하여 제조하거나, 증자한 다음 냉각한 후 효소처리하여 제조하였으나, 본 실험의 예비실험에서 재료를 마쇄하여 가열처리할 경우 Scott와 Kattan(24)의 보고와 같이 심한 변색이 일어나고 이취가 생겼다. 또 Sylvia 등(14)도 관능의 묘사분석치가 가장 낮다고 한 것과 같이 마쇄와 증자조작이 신속이 진행되거나 효소의 불활성화와 산소와 빛의 차단이 필요하였다. 그러나 다량으로 생산할 경우 이 조작이 곤란하여, 그들의 방법을 변형하여 제조하였기 때문에 그들의 결과와는 크게 차이가 있어 직접 비교할 수 없었다.

알코올 불용성 물질

고구마와 고구마제품의 AIS는 대부분이 전분 등 다당류이고 소량의 단백질과 지방으로 구성되어 있어, 푸레의 가공성과 이용성을 위하여 중요한 성분으로 그의 함량은 Table 1과 같다. 황색고구마의 AIS는 202.3mg/100g, 효소처리하지 않은 황색고구마 푸레의 AIS는

Table 1. Chemical characteristics of raw sweet potato and canned sweet potato puree¹⁾ from *Benihayato* cultivar

	Moisture (%)	pH	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Iodine value (IV)	Alcohol insoluble solid(AIS)(mg%)
Raw sweet potato	72.67	6.4	2.12	23.48	0.42	202.3
Non-enzyme-treated puree	80.54	5.8	4.96	15.44	0.88	126.2
Enzyme-treated puree	82.24	5.4	7.48	15.36	1.62	65.5

¹⁾Canned sweet potato purees were heated for 10 min at 100°C.

126.2mg/100ml이었고 α-amylase로 처리한 퓨레는 65.5 mg/100ml로 차이가 컸다. 효소처리한 퓨레의 AIS는 67.6%가 가용화 되어 32.4%가 감소되었다. Walter와 Purcell(30)이 고구마의 dextrin은 0.1g/100g 정도라고 하였으나 Takahata 등(28)은 *Benihayato*가 저장 중에 dextrin 양이 1.0~1.5mg/g으로 현저히 증가하지는 않지만 고구마의 저장 중이나 가열하여 굽는 동안에 glucose, fructose, sucrose, dextrin의 생성과 재료 중의 α-amylase와의 관계는 밀접하다고 하였다. Szyperski 등(16)은 고구마 퓨레의 AIS는 저장한 고구마로 제조한 경우 건조고형물 중 48%이고 당량은 42%이었으며, 신선한 고구마로 제조할 때 AIS의 양이 62%로 매우 높고 당량은 26%이었으나, α-amylase로 처리한 퓨레의 AIS와 당량은 건조고형물 중 29%와 24%로 크게 적어졌다. 특히 신선한 고구마로 만든 퓨레는 그의 AIS량이 61.3 %나 감소되었고 당량은 건조고형물 중 5%의 증가에 그쳐, AIS의 감소는 전분이 당당류까지 분해되어서가 아니라 dextrin의 생성 때문이라는 보고와 일치하였다. 또한 AIS는 가열 중 maltose의 생성과 상관 관계가 있고 81°C에서 10분 동안 처리하였을 때, 가용성 고형물이 63%(dry w/w)까지 증가한다는 Hoover(31)의 보고와 일치하였다. 또 McArdle와 Bouwkamp(27)가 고구마 퓨레를 30°C에서 80°C로 가열할 때 가용성 고형물은 선형적으로 증가하지만, AIS는 70~80°C에서 현저하게 감소하여 35.70~37.61%가 되었다는 보고와도 일치하였다.

품질특성

고구마는 퓨레 제조과정 중 품종과 가열조건에 따라 습성경도, 압축과 파쇄성, 전단응력, 점성 등이 차이가 있고(13) 퓨레의 가열 중 dextrin의 생성에 의하여 젤화가 진행되고 냉각할 때 노화가 일어나는 등 관능적 품질과 물성이 크게 변한다(17). 황색고구마 퓨레의 Brix와 점도는 Table 2에 나타낸 바와 같이 각각 16.4 Brix와 118.4 cps이었으나, α-amylase로 효소 처리한 황색고구마 퓨레는 18.2 Brix와 32.9 cps로 되어 유동성이 크게 개선되었다. 고구마 퓨레는 yield stress를 갖는 pseudo-plastic이나 온도의존성 shear thinning flow를 나타내고(14) 퓨레의 유체특성은 고구마 중의 전분의 가수분해 정도에 따른 제어인자인 점도로서 특징 지워진다.

가수분해는 효소작용 이외에 퓨레의 제조 방법에 따라 큰 차이가 있다. Walter 등(12)은 고구마를 마쇄하여 가열한 전분의 분해율은 60%이었으나 원료를 절단하여 가열한 후 마쇄한 퓨레의 분해율은 82~86%로 증가하여 고구마를 절단하여 가열하는 것이 마쇄한 것을 가열할 때보다 더 완전하게 전분을 가수분해시켰으며 점도도 가장 낮았다는 보고와 일치하였다. Sylvia 등(14)은 앞에서와 같이 본 실험의 가열온도인 90°C에서 퓨레의 고형물과 전분함량이 감소하면서 순간탄력변형과 지연탄성은 거의 일정하였으며 냉각되면서 이들이 증가된다고 하였다. 따라서 Hoover(32)는 퓨레의 조직감과 향미를 증강시키기 위하여 고구마를 효소로 가수분해 하였으며, α-amylase가 퓨레의 점도를 조절하는데 가장 중요한 효소라고 하였다. Chang-Rupp와 Schwartz(17)는 일정한 점도를 갖는 균일한 제품을 제조하기 위하여 가수분해된 퓨레와 효소처리를 하지 않은 퓨레를 혼합하여 점도를 조절하였다. 그러나 퓨레의 물리적 특성을 확인하기 위해서는 유체의 물성에 관한 많은 연구가 더욱 필요하며, 퓨레는 저장 중 젤화와 노화에 의하여 물성이 변화하므로 이에 관한 앞으로의 연구도 요구된다.

퓨레의 Carotenoid함량과 색

시료로 제조한 퓨레의 carotenoid함량은 Table 3과 같이 18.42mg/100ml이었으며 효소 처리하여 제조한 퓨레의 carotenoid함량은 18.85mg/100ml으로 거의 비슷하였으나, Hunter의 색차계에 의한 L, a, b value는 각각 35.50, 2.24, 27.19와 48.24, 6.05, 23.54로 차이가 있었다. 효소처리한 퓨레의 색은 더 밝았으나 황색은 감소하고 적색이 약간 증가하였다. 황색고구마 퓨레의 색은 재료인 *Benihayato* 황색고구마의 황색색소인 carotene 함량이 보통고구마인 고계 14호, Beniasma, Beniodome, 사쓰마 히까리, 고가네 센강 등의 0.02mg/100g보다 1000배 이상으로 높았다. 또 다른 황색고구마의 carotene 함량이 4.6~16.7mg/100g인 것보다 더 높아(18) 그 함량에 따라 황색으로 특징 지워진다. 따라서 Ameny(22)는 퓨레의 색이 퓨레 중의 carotenoid함량으로 표현되어질 수 있는가를 검토하기 위하여 HPLC로 White fleshed African sweet potato의 β-carotene을 정량하였다. 색차는 L: -0.74, a: 0.39, b: 0.74이었으며, 이 고구마로 만든 퓨레의 색차는 L: -0.45, a: 0.16, b: 0.09로 약간 변한다고 하였다. 그러나 고구마퓨레의 색은 carotenoid 외에 고구마 중의 효소활성과 퓨레제조 중의 가열조건, 퓨레 중의 환원당에 의한 Maillard반응, caramelization, pH, buffer ion, 금속이온과 아미노산의 양 등에 따라 크게

Table 2. Quality properties of yellow sweet potato puree

Treatment	°Brix	Viscosity(cps)
Non-enzyme-treated	16.4	118.4
Enzyme-treated puree	18.2	32.9

Table 3. Total carotenoid contents and Hunter color of yellow sweet potato puree

Treatment	Total carotenoid (mg/100ml)	Hunter color			Hue b/a
		L	a	b	
Raw yellow sweet potato	20.21 ¹⁾	18.16	10.15	6.75	0.67
Non-enzyme-treated puree	18.42	36.50	2.24	27.19	12.13
Enzyme-treated puree	18.85	48.24	6.05	23.54	3.89

¹⁾Content unit of carotenoid is mg/100g.

영향을 받는다. Yakubu 등(10)은 저장기간에 따라 감미와 색이 증가되고, Scott와 Kattan(24)에 의하면 polyphenol oxidase(PPO)에 의해 고구마의 박피나 가열과정에서 색조가 어두워지거나 갈변 등의 퇴색이 일어난다. 또 Walter와 Purcell(30)은 효소적 갈변의 강도는 고구마 중의 페놀 화합물 중 80% 이상을 차지하는 chlorogenic acid와 isochlorogenic acid의 함량과 깊은 관계가 있다고 하였다. Lourenco 등(33)은 PPO는 60~80°C에서 15분 가열할 때 불활성화 된다 하였고, Genova 등(34)이 사과즙 제조과정 중 파쇄하는 동안에 65~70°C에서 15~20분 처리하여 PPO를 불활성화시킨 사과즙은 Hunter hue angle과 chroma value, color difference가 거의 변화 없이 일정하였다고 하였다. 따라서 고구마 중의 PPO함량과 처리과정 중 열에 의한 PPO의 불활성화가 퓨레의 색에 영향을 준다고 하였다. 본 실험에서는 재료를 절단하여 곧 가열하여 퓨레를 제조하였으므로 색의 변화가 적었다. 효소처리하여 제조한 퓨레의 색이 증가된 것은 효소처리한 퓨레의 환원당이 Table 1에서와 같이 더 많아 환원당이 가열과정 중 Maillard반응에 의하여 색이 증가된다는 Roe와 Faulks(35)의 보고와 일치하였다. Roe와 Faulks(35)는 튀김고구마의 색은 환원당의 함량에 따라 한정되지만 아미노산에 따라서도 영향을 받아 가열중 과잉의 Maillard 갈변반응에 의하여 쓴맛과 바람직 하지 않은 색을 나타낸다 하였고, Marquez와 Anon(36)은 고구마 제품의 색조 발현에 환원당이 가장 중요한 인자이기 때문에 가공전에 가공에 적합한 고구마의 환원당 수준을 정하여야 한다고 까지 하였다. Buera 등(37)은 당의 caramelization이 제품 전체의 색에 영향을 미칠수 있으나, 이 반응에 의한 색은 Maillard 갈변에 비하여 그다지 중요하지 않다고 하였다.

가열에 의한 총 carotenoid의 변화

시료를 통조림하여 100°C, 110°C, 120°C, 130°C의 autoclave에 20~30분 간격으로 160분까지 가열살균한 황색고구마 퓨레의 온도와 가열시간에 따른 총 carotenoid함량의 변화는 Fig. 2와 같고, 색차는 Fig. 3과 같

다. 모든 시료의 carotenoid함량은 가열온도가 상승하고 가열시간이 길어짐에 따라 감소되었다. 통조림 퓨레를 100°C에서 10, 30, 60, 120, 150분간 가열하였을 때 carotenoid함량은 각각 16.18, 13.39, 11.48, 10.16, 9.81 mg/100ml로 감소되었으며, 가열온도가 110°C, 120°C, 130°C로 상승함에 따라 감소량은 더 많아졌다. 퓨레를 130°C에서 10분 동안 가열하였을 때 함량이 거의 반으로 감소하였으며 20분에 8.12mg/100ml이었고 30분 가열하였을 때 7.47mg/100ml으로서 59.45%가 감소되어,

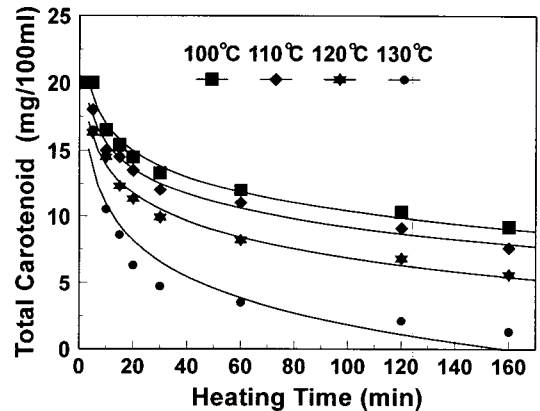


Fig. 2. Changes of total carotenoid content of yellow sweet potato puree heated.

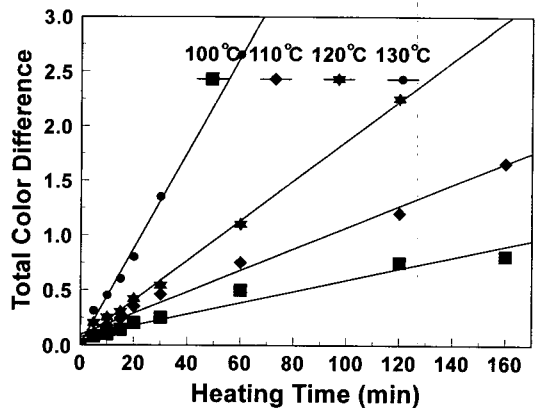


Fig. 3. Changes of total color difference of yellow sweet potato puree heated.

Collins 등(38)이 고구마를 냉동하여 구운 제품의 β -carotene은 낮은 온도보다도 가열시간이 짧을 때 함량이 더 높다는 보고와 일치하였다. 푸레의 황색색소인 carotenoid는 열에 비교적 안정하지만 온도가 높아지면 열분해와 중합반응에 의해서 뿐만 아니라, 산화에도 민감하여 그 함량이 감소하며, α 선과 고구마의 부패에 관여하는 효소반응에 의하여도 carotenoid가 파괴된다(10, 38, 39). Shim 등(40)은 감귤 껍질의 carotenoid는 30°C에서는 변화가 없었으나 40°C에서부터 색의 변화가 시작되어 100°C에서는 색소의 50%만이 잔류한다고 한 보고와 거의 일치하였다. Wagner와 Warthesen(41)도 분무 건조한 당근즙의 β -carotene이 23°C에서 2~3일에 그 함량이 반감된다고 한 보고와도 같았다. 푸레 중의 β -carotene은 이론적으로 100% 비타민 A의 활성을 갖고, 과일이나 채소 중 비타민 A의 80%를 제공하며 비타민 A는 세계적으로 섭취량이 가장 부족한 비타민으로 영양학적으로 매우 중요하여 제품에서 비타민 A의 변화는 품질결정의 중요한 요소가 된다(39).

요 약

황색색소와 β -carotenoid의 기능성이 우수한 Benihayato 품종의 황색고구마로 푸레를 제조하여 푸레의 품질특성과 색의 변화를 측정하였다. 푸레는 황색고구마를 세척, 절단한 후 90°C에서 10분간 가열한 후 마쇄하여 제조하였고, 효소처리한 푸레는 마쇄하면서 α -amylase를 100 unit/kg 첨가하여 제조하였다. 효소처리 하지 않은 푸레의 Brix는 16.4, 환원당은 2.12%, 요오드가 0.88, 알코올불용성 물질은 12.62%이었으나, 효소처리한 푸레는 Brix가 18.2, 환원당은 7.48%, 요오드가 1.62, 알코올 불용성물질은 6.55%로서 알코올 불용성 물질은 48.5%가 감소되었다. 점도는 각각 118.4 cps와 32.9 cps로서 효소처리한 푸레는 점도가 크게 나아졌으며 carotenoid의 함량은 큰 차이가 없었다. 효소처리 하지 않은 푸레와 효소처리한 푸레의 Hunter 색차는 각각 L: 36.50, a: 2.24, b: 27.19와 L: 48.24, a: 6.05, b: 23.54이었다. 통조림한 푸레를 100~130°C에서 가열할 경우, carotenoid함량은 100°C에서 30분에 11.48 mg/100ml로 낮아졌으나, 130°C에서는 30분에 7.47mg/100ml로 되어 59.45%가 감소되었다.

감사의 글

이 연구는 1997년도 한국과학재단 지정 식품산업기술연구센터의 지원 협력과제(과제번호 97-15-03-01-

A-3)의 연구결과 일부이며 지원에 감사드립니다.

문 헌

- O' Hair, S. K. : Farinaceous crops. In "Handbook of tropical food crops" Martin, F. W.(ed.), CRC Press, Boca Raton, FL, p.109(1984)
- Bouwkamp, J. C. : Sweet potato products. In "A natural resource for the tropic" CRC Press, Boca Raton, FL (1985)
- Scott, G. J. : Sweet potatoes as animal feed in developing countries; present patterns and future prospects. *FAO Anim. Prod. Health Pap.*, **95**, 183(1992)
- Ravindran, V., Ravindran, G., Sirakanesan, R. and Rajaguru, S. B. : Biochemical and nutritional assessment of tubers from 16 cultivars of sweet potato. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 2646(1995)
- Nagahama, T. : Potential functions of sweet potato and current topics on them. *Proc. of Korea-Japan Symposium*, Mokpo, Korea, p.5(1996)
- Hoff, J. E., Howe, J. M. and Mitchell, C. A. : Nutritional and cultural aspects of plant species selection for a controlled ecological life support system. *NASA Contractor Rep.*, **166324**, Moffert Field, CA(1982)
- 鹿兒島懸 : サスマイモの成分と栄養. 鹿兒島懸農産物加工研究指導センター, p.5(1995)
- Pichia, D. H. : Sugar content of baked sweet potatoes from different cultivars and length of storage. *J. Food Sci.*, **51**, 846(1986)
- Pichia, D. H. : Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, **111**, 89(1987)
- Yakubu, P. I., Baianu, I. C., Bechtel, P. J., McGee, B., Lu, J. Y., Loretan, P., Pace, R. D., Grim, C., Orr, P. H. and Dawkins, N. : The effects of storage time and gamma radiation on physicochemical and sensory properties of Jewel sweet potatoes. Abstracts 31, IFT Annual Meeting, Orlando, U.S.A.(1997)
- 馬場透 : サスマイモ加工利用の現状と問題点. *でん粉と食品*, **17**, 45(1992)
- Walter, Jr. W. M., Truong, V. D. and Sylvia, K. R. : Effects of puree preparation methods on the textural characteristics of a restructured sweet potato products. Abstracts 17, IFT Annual Meeting, Orlando, USA (1997)
- Truong, V. D., Walter, Jr. W. M. and Hamann, D. D. : Textual properties of cooked sweet potato correlations of instrumental and sensory parameters. Abstracts 88, IFT Annual Meeting, New Orleans, USA(1996)
- Sylvia, K. E., Truong, V. D. and Walter, Jr. W. M. : Rheological properties of sweet potato puree from various selections. Abstracts 88, IFT Annual Meeting, New Orleans, USA(1996)
- Ice, J. R., Hamann, D. D. and Purcell, A. E. : Effects of pH, enzymes and storage time on the rheology of sweet potato puree. *J. Food Sci.*, **45**, 1615(1980)
- Szyperki, R. J., Hamann, D. D. and Walter, Jr. W. M. : Controlled alpha amylase process for improved sweet

- potato puree. *J. Food Sci.*, **51**, 360(1986)
17. Chang-Rupp, P. L. and Schwartz, S. J. : Comparison of oligo- and polysaccharides formed from starch during processing of sweet potato puree by endogenous and exogenous enzyme treatments. *J. Food Sci.*, **53**, 1144(1988)
 18. Kim, S. J., Rhim, J. W., Jung, S. T., Ahn, Y. S. and Oh, Y. B. : Carotenoid contents of yellow sweet potatoes(in Korea). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 218 (1997)
 19. Byers, T. and Perry, G. : Dietary carotenoids vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annual. Rev. Nutr.*, **12**, 139(1992)
 20. Krinsky, N. I. : Actions of carotenoids in biological systems. *Annual. Rev. Nutr.*, **13**, 561(1993)
 21. 末木一未 : β -Carotene의 有効性研究의 現況. 食品と開發, **27**, 12(1992)
 22. Ameny, M. A. : Relationship between Hunter color value and β -carotene contents in white flashed African sweet potato. Abstracts 96, IFT Annual Meeting, New-Orleans(1996)
 23. Chandler, L. A. and Schwartz, S. J. : Isomerization and losses of trans- β -carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 129(1988)
 24. Scott, L. E. and Kattan, A. A. : Varied differences in the catechol oxidase content of the sweet potato root. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, **69**, 436(1957)
 25. Walter, Jr. W. M. and Purcell, A. E. : Effect of substrate levels and polyphenol oxidase activity on darkening in sweet potato cultivars. *J. Agric. Food Chem.*, **28**, 941(1980)
 26. Hunter, R. S. : Scales for measurement of color difference. In "Measurement of appearance" Wiley, J.(ed.), Interscience, N.Y., p.133(1975)
 27. McArdle, R. N. and Bouwkamp, J. C. : Use of heat treatments for saccharification of sweet potato mash. *J. Food Sci.*, **51**, 364(1986)
 28. Takahata, Y., Noda, T. and Sato, T. : Changes in carbohydrates and enzyme activities of sweet potato lines during storage. *J. Agric. Food Chem.*, **43**, 1923(1995)
 29. Hagenimana, V., Vegina, L. P. and Simard, R. E. : Distribution of amylases within sweet potato root tissue. *J. Agric. Chem.*, **40**, 1777(1992)
 30. Walter, W. M. and Purcell, A. E. : Changes in amyloid carbohydrates during preparation of sweet potato flakes. *J. Food Sci.*, **41**, 1374(1976)
 31. Hoover, M. W. : An enzyme activation process for producing sweet potato flake. *Food Technol.*, **21**, 322, 1592(1976)
 32. Hoover, M. W. : An enzyme process for producing sweet potato flakes from starch and uncured roots. *Food Technol.*, **20**, 84(1966)
 33. Lourenco, E. J., Neves, V. A. and DaSilva, M. A. : Polyphenol oxidase from sweet potato; purification and properties. *J. Agric. Food Chem.*, **40**, 2370(1992)
 34. Genovese, D. B., Elustondo, M. P. and Lozano, J. E. : Color and cloud stabilization in cloudy apple juice by steam heating during crushing. *J. Food Sci.*, **62**, 1172 (1997)
 35. Roe, M. A. and Faulks, R. M. : Color development in a model system during frying. *J. Food Sci.*, **56**, 1711 (1991)
 36. Marquez, G. and Anon, M. C. : Influence of reducing sugars and amino acids in the colour development of fried potatoes. *J. Food Sci.*, **51**, 157(1986)
 37. Buera, M. P., Chirife, J., Resnik, S. L. and Wetzler, G. : Non enzymatic browning in liquid model system of high water activity. *J. Food Sci.*, **52**, 1063(1987)
 38. Collins, J. L., Liao, J. Y. and Penfield, M. P. : Chemical, physical and sensory attributes of formed and frozen, baked sweet potato. *J. Food Sci.*, **60**, 465(1995)
 39. Desobry, S. A., Netto, F. M. and Labuza, T. P. : Comparison of spray-drying, drum-drying and freeze-drying for β -carotene encapsulation and preservation. *J. Food Sci.*, **62**, 1158(1997)
 40. Shim, K. H., Sung, N. K., Kang, K. S., Choi, J. S. and Jang, C. W. : Isolation and physicochemical properties of carotenoid pigments from orange peels. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 148(1994)
 41. Wagner, L. A. and Warthesen, J. J. : Stability of spray-dried encapsulated carrot carotene. *J. Food Sci.*, **60**, 1048(1995)

(1998년 4월 15일 접수)