

제조방법에 따른 마 스낵의 성분 변화

신 승 렬[†]

대구한의대학교 한방식품과학부

Changes on the Components of Yam Snack by Processing Methods

Seung-Ryeul Shin[†]

Faculty of Herbal Food Science, Daegu Haany University, Gyeongsan 712-715, Korea

Abstract

The study was intended to develop a yam snack to increase the consumption and the added value of the yam which has many kinds of medicinal effects and functions. Moisture content of a freeze-drying yam snack was higher than those of hot wind drying and vacuum drying yam snack. However, carbohydrate content was opposed to it. The content of soluble proteins in freeze drying yam snack was 6.43 mg/100 g, and lower than that those in hot wind drying and vacuum drying yam snack. The contents of total sugar and reducing sugar were not noticeably different by processing methods. The major organic acids of yam snack were malic, acetic, acids, and acetic acid. Citric acid were rich contented in hot wind and vacuum dried yam snack, but the content of malic acid in freeze dried yam snack was higher than those in hot wind and vacuum dried yam snack. The contents of the amino acids and total amino acids showed the highest contents in vacuum dried snack and the next came in hot wind dried snack and freeze dried snack order. The content of free amino acids were not different by processing methods. Total content of vitamin C were not different by processing methods, but a ascorbic acid was higher in freeze dried yam snack than those in other. The dehydroascorbic acid contents of the hot-air and vacuum dried snack was higher than those of the freeze dried snack. Potassium, sodium and magnesium were the main minerals of the yam snacks.

Key wordsyam, snack, sugar, organic acid, vitamin

서 론

마(Dioscorea batatas)는 우리나라, 일본 및 중국 등의 나라에서 자생하거나 재배되고 있으며, 마과에 속하는 다년생 덩굴식물로서 덩이뿌리를 가지고 있으며 약재 및 식용하는 것으로 10속 650여종이 열대와 아열대 지역에 널리 분포하고 있다(1). 마의 일반성분으로는 수분함량 74%, 총지질 0.92%, 총질소함량 0.40%, 회분 1.25%, 그리고 전분 19.5%를 함유하며(2), 마의 주성분은 전분질이고 단백질, 무기질, 비타민 C, 그리고 비타민 B₁ 등의 영양성분을 함유하며, mutin 질을 다량 함유하고 있어 점질성이 매우 높은 알칼리성 식품으로서 그 소비량이 증가하고 있다(3). 마의 약리적 성분은 saponin, tannin, polyphenol, allantoin, arabinose, mannose, rhamnase 등으로 구성 다당류와 단백질로 구성된 당단백질이 있고, 그외에 uronic acid, chellidonic acid, sitosterol 등이

포함되어 있다(4,5). 야생마에 함유되어 있는 스테로이드물질을 이용해서 현대 의학적으로는 먹는 피임약과 성호르몬을 생산하고 있으며(6,7), 관절염 치료제인 cortisone도 야생마에서 추출한 corticosteroid가 주원료로 알려져 있다(8-10).

건조 전처리 방법으로 이용하고 있는 삼투건조는 당류나 소금을 사용하여 삼투효과를 이용한 건조방법으로 열에 의한 색과 맛, 향기의 손상을 최소화하고 건조시 변색을 막아 줄 뿐만 아니라 신맛의 제거 및 단맛을 증가시킬 수 있어 기호성을 향상시킬 수 있는 건조방법이다(11). 과일이나 채소에서 동결, 진공 그리고 열풍건조의 전처리로 혹은 새로운 제품개발의 목적으로 삼투건조가 많이 이용되고 있으며(12), 이에 따른 건조 중 물질의 이동, 성분의 변화, 조직의 변화 등에 관한 연구가 보고되고 있다(13). Lee 등(14)은 열풍건조 전 삼투건조를 행한 당근 후레이크가 무처리한 것보다 품질이 향상됨을 보고하였으며, Yang 등(15)은 4가지 건조방법을 이용하여 lowbush-blueberry의 품질을 평가 비교하였다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 널리 재배되고 있으나 저

[†]Corresponding author. E-mailshinsr@dhu.ac.kr, Phone : 82-53-819-1428, Fax : 82-53-819-1428

장이 까다로운 식용마 각종 약리 및 기능성을 함유한 마의 소비층대와 부가가치 증대를 위하여 새로운 마의 가공식품인 마 스낵을 개발하고자 마의 당절임 공정의 최적화를 위한 반응표면분석법으로 당절임 공정의 최적 조건을 분석한 후, 최적조건 공정으로 당절임 및 건조방법에 따라 제조된 마 스낵의 성분에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

재 료

실험 재료는 경북 경산지역에서 생산된 장마(*Dioscorea batatas* DECNE.)를 구입·선별하여 박피한 후 디스크 형태(45 mm 두께)로 절제하여 사용하였다.

스낵제조

마 스낵의 제조를 위한 당절임은 전보(16)의 마 스낵 제조를 위한 당절임의 최적조건에 따라 행하였다. 즉, 적당한 크기로 절제한 마를 설탕 58%용액, 온도 40°C에서 5.5시간을 당절임한 것을 각각 동결, 열풍 및 진공 건조하여 마 스낵을 제조하였다.

일반성분 분석

일반성분의 분석은 AOAC(17)에 준하여 행하였다. 수분 함량은 각 시료를 일정하게 취하여 상압가열건조법으로, 조회분 함량은 직접회화법으로, 조단백질의 함량은 Kjeldahl 법으로 각각 정량하였다. 조지방의 함량은 시료 50 g에 chloroform-methanol 혼합용액(1 : 1) 100 mL를 가하여 상온에서 교반기로 교반하면서 4시간 추출, 분액하여 건조시킨 다음 중량법으로 분석하였다.

수용성 단백질 정량

수용성 단백질의 정량은 Lowry 등(18)의 방법에 따라 행하였다. 즉, 시료 0.2 mL를 시험관에 취하고 Lowry 혼합시약 1 mL 첨가후 10분간 반응시킨 다음 0.1 mL Folin 시약을 첨가하여 30분 방치 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 단백질의 함량은 동일한 방법으로 혈청알부민 검량선에 측정된 흡광도를 비교하여 산출하였다.

총당 및 환원당 정량

총당 함량은 시료 5 g을 정확히 칭량하고 여기에 25 HCl 용액 10 mL와 증류수 100 mL를 넣어 가수분해시킨 후 이것을 시료액으로 하여 Somogyi-Nelson법(19)으로 정량하였다. 즉, 시료액 1 mL를 시험관에 취하고 Somogyi 시약 A액과

B액을 25 : 1로 혼합한 액을 1 mL첨가해서 20분간 가열, 냉각한 후 Somogyi 시약 C액을 1 mL 첨가해서 실온에 방치 후 증류수 5 mL를 혼합해서 520 nm에서 흡광도를 측정하고 glucose 검량선에 의하여 총당 함량으로 나타내었다. 환원당 정량은 시료 10 g을 마쇄한 다음 여과지로 흡입 여과한 후 100 mL로 정용한 것을 시료로 하여 총당 정량과 동일한 방법으로 정량하였다.

유기산 정량

유기산 정량은 Cho 등(20)의 방법에 따라 일정량의 시료 10 g을 증류수 50 mL를 가하여 균질화한 후 원심분리(8,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상정액을 0.45 μL membrane filter로 여과한 다음 음이온 교환수지 column(Amberlite IRA-400)에 흡착시킨 후 증류수로 수회 세척하여 당류를 제거한 것을 Metroseo Organic acids(7.8×250 mm) column이 부착된 Ion chromatography로 분석하였다. 이때 표준시약은 sigma사 제품의 acetic acid, citric acid, lactic acid, malic acid 및 succinic acid를 사용하였다.

유리 및 구성 아미노산 정량

유리 아미노산은 일정량의 시료를 증류수를 가하여 유리 아미노산을 추출한 것을, 구성 아미노산은 가수분해용 관에 일정량의 시료와 6 N HCl 용액을 주입하여 탈기, 밀봉한 뒤 105°C에서 24시간 동안 가수분해하여 여과, 농축한 것을 citrate buffer로 용해하여 각각 아미노산분석용 column(lithium high resolution PEEK)이 부착된 아미노산 자동분석기(Chrom20, Pharmacia, Sweden)로 분석하였다.

Vitamin C 정량

비타민 C 정량은 DNP 비색법(21)의 준하여 분석하였다. 즉, 분석용 시료는 시료 5 g에 동량의 10% 메타인산 용액을 가하여 균질화한 후 5% 메타인산용액으로 100 mL 정용하여 12,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 여과지로 흡입여과한 다음 희석한 것으로 하였다. 비타민 C의 정량은 추출액 2 mL에 indophenol 0.2 mL, 메타인산 혼액 2 mL를 넣어 충분히 혼합하였고, 여기에 DNP 1 mL를 가하여 37°C에서 3시간 반응시켜 즉시 방냉한 후 85% 황산용액 5 mL를 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치, 540 nm에서 흡광도를 측정하여 검량선(Con.6.803×O.D.5400.0083)에 의하여 함량을 산출하였다.

무기질 정량

무기질 분석은 시료 0.5 g에 증류수 50 mL 가한 후 100배 희석하여 용해한 다음 진한 질산 5 mL를 가하여 이를 전처리 시험용액으로 사용하였다. 전처리 방법으로는 microwave

digestion system(ETHOS 1600, Sweden)을 이용하여 최고 660W로 총 20분간 산분해를 하였다. 전처리 과정을 거친 시험용액의 무기질 함량은 원자흡수분광광도계(AA-6701F, Shimadzu, Japan)로 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분의 변화

전보(8)의 마 스낵제조를 위한 반응표면분석에 의한 당질 임의 최적 조건에 따라 절입한 마를 제조방법에 따라 제조한 마 스낵의 수분 및 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같았다. 동결건조, 열풍건조 및 진공건조 방법에 따라 마 스낵의 수분함량은 각각 6.96, 3.49, 5.85%로 나타났다. 수분의 함량은 동결건조에 의해 제조한 마 스낵에 가장 높았고, 열풍건조한 것에서 가장 낮았다. 마 스낵의 탄수화물의 함량은 88.47-92.23%의 정도이었으며, 열풍 건조한 것에서 가장 높게 나타났다. 그리고 지방함량은 동결건조에서 1.22%의 함량을 보였으나 열풍과 진공건조에서는 각각 0.47, 0.63%이었고, 동결건조에 비해 낮은 함량을 보였다. 단백질의 함량은 0.08-0.18%이었으며 열풍 및 진공건조한 것에서 높았다. 회분은 3.27-3.63%으로 건조방법에 따른 큰 차이를 보이지 않았으며, 수분함량의 변화에서 동결건조한 마 스낵의 수분함량이 다른 건조방법에 비해 높은 것은 건조방법에 따른 보습도와 열풍건조에 의해 수분의 증발이 많았다는 것으로 생각된다. 또한 마 스낵 제조를 위한 건조방법에 따른 영양성분의 변화는 식품을 설탕용액에 침지하였을 때 설탕이 식품속으로 침투되거나 표면의 설탕코팅으로 인하여 건조속도를 저하시킨다는 Kim(22)의 보고에 따라 설탕의 흡수정도와 수분의 함량과 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

Table 1. Contents of general components in the yam snacks by processing methods.

Components	Production methods ¹⁾		
	SFD	SHD	SVD
Moisture	6.96	3.49	5.85
Carbohydrate	88.47	92.23	90.02
Crude lipid	1.22	0.47	0.63
Crude ash	3.27	3.63	3.39
Crude protein	0.08	0.18	0.11

¹⁾SFD ; yam snack produced by freeze drying methods after sugar immersion process, SHD ; yam snack produced by hot-air dry methods after sugar immersion process, SVD ; yam snack produced by vacuum drying methods after sugar immersion process.

가용성 총당, 환원당 및 단백질 함량

Table 2는 가용성 총당, 환원당 및 가용성 단백질의 함량을 분석한 결과이다. 제조 방법에 따른 마 스낵의 환원당의 함량은 1.031.20 mg/100 g이었고, 총 가용성 당의 함량은 51.80 53.04 mg/100 g이었다. 마 스낵의 제조 방법에 따른 환원당과 총 가용성 당의 함량은 뚜렷한 차이가 없었다. 수용성 단백질의 함량은 동결 건조한 마 스낵에서 6.43 mg/100 g이었고, 열풍 건조, 7.11 mg/100 g, 진공 건조, 8.73 mg/100 g이었다. 이는 열풍, 진공건조과정에서 동결건조에 비해 조직과 성분의 변화와 더불어 수분함량의 낮은 것에 기인하는 것으로 생각된다.

Table 2. Contents of water-soluble sugar and protein in the yam snacks by processing methods.

Components	Processing methods ¹⁾		
	SFD	SHD	SVD
Reducing sugar	1.20	1.03	1.16
Total soluble sugar	51.80	53.04	52.96
Water-soluble protein	6.43	7.11	8.73

¹⁾See to Table 1.

유기산 함량

마 스낵의 유기산의 조성은 Table 3에서 보는 것과 같이 acetic, citric, lactic, malic, succinic acid가 동정되었고, malic, acetic, citric, succinic, lactic acid의 순으로 함량이 많았다. 마 스낵에 유기산의 함량이 가장 많은 malic acid는 동결 건조, 열풍 건조 및 진공 건조에서 각각 339.96, 234.72, 178.59 mg/100 g이었고, 동결 건조가 다른 제조방법보다 가장 높은 함량을 나타내었다. Acetic acid와 citric acid는 진공 건조한 것에서 각각 50.86, 44.09 mg/100 g으로 동결과 열풍 건조에 비해 가장 높았다. Lactic acid는 1.191.79 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 보였고, 제조방법에 따라 차이가 없었다. Succinic acid는 건조 방법에 따른 함량의 차이가 비교적 많았는데, 동결건조한 경우에는 3.20 mg/100 g이었고, 진공건조한 것에는 24.69 mg/100 g이었다. 총 유기산의 함량은 동결 건조, 열풍 건조 및 진공 건조에서 각각 418.15, 329.73, 299.91 mg/100 g이었고, 동결 건조한 것에서 가장 많았고 열풍, 진공 건조 순으로 함량이 많았으며, 제조방법에 따른 많은 차이가 보였다.

Dixon 등(23)은 식품의 삼투처리시 삼투작용에 의해 식품 중의 유기산과 같은 비교적 분자량이 적고 용해성이 큰 물질은 수용액으로 용출되어 그 함량이 감소한다고 보고하였다. 마의 경우에 유기산의 함량이 비교적 높은 것은 마의

특성인 점액성분의 함량이 높아서 유기산을 비롯하여 가용성 물질의 용출을 제한되었기 때문인 것으로 생각된다. 또한 제조방법에 따라 유기산의 함량이 차이가 있고, 특히 열풍과 진공건조한 것에서 그 함량이 낮은 것은 건조 중에 높은 열에 의해 휘발한 결과인 것으로 생각된다.

Table 3. Contents of organic acids in the yam snacks by processing methods

Organic acids	Processing methods ¹⁾		
	SFD	SHD	SVD
Acetic acid	39.05	36.25	50.86
Citric acid	34.75	43.35	44.09
Lactic acid	1.19	1.79	1.68
Malic acid	339.96	234.72	178.59
Succinic acid	3.20	13.62	24.69
Tatol	418.15	329.73	299.91

¹⁾See to Table 1.

유리 및 구성아미노산 함량

제조방법에 따른 마 스낵의 구성 및 유리 아미노산 조성 과 함량의 변화는 각각 Table 4, 5와 같았다. 구성 아미노산 중에 필수아미노산의 함량은 146.89-286.06 mg/100 g으로 valine, leucine, phenylalanine의 함량이 비교적 높았고, 비필수 아미노산은 393.23-646.08 mg/100 g으로 alanine, glycine, glutamic acid, serine 등의 함량비가 높았으나, 필수 아미노산인 methionine의 함량은 극히 낮았다. 총 유리 아미노산의 함량은 동결, 열풍, 진공건조한 것에서 각각 540.12, 760.02, 932.14 mg/100 g으로 나타났으며, alanine과 glutamic acid의 함량은 구성 아미노산과 유사하게 다른 아미노산에 비해 높았다. 제조방법에 유리 아미노산의 함량의 변화는 유기산의 경향과 반대로 진공건조한 마 스낵에서 가장 높았고, 열풍, 동결건조 순으로 낮았다.

Vitamin C 함량

마 스낵의 비타민 C의 함량은 Table 6에 보는 바와 같았으며, 제조방법에 다른 비타민 C의 함량은 동결, 열풍 및 진공 건조한 것에서 각각 2.82, 2.38, 2.49 mg/100 g으로 동결건조한 것에 가장 함량이 높았고, 열풍건조한 것에서 가장 낮았고, 고온에서 건조하는 열풍건조와 진공건조에 경우에는 동결건조한 것에 비해 그 함량이 낮았다. 환원형 비타민 C는 총 비타민 C와 같이 동결건조한 것에서 그 함량이 높고, 열풍건조한 것에서 낮았다. 산화형 비타민 C는 환원형 비타민 C와는 반대 경향으로서 열풍건조한 것에 가장 높고, 동결건조한 것에 낮았다.

동결건조한 마 스낵에서 환원형과 총 비타민 C의 함량이 높고 열풍건조한 것에 그 함량이 낮은 것과 산화형 비타민

의 함량은 그 반대인 것은 완두콩을 건조할 때, 동결건조에서는 30%의 vitamin C 손실이 일어나는 반면, 열풍건조에서는 50 %의 감소가 있었다는 Labuza 와 Riboh(24)의 보고와 같이 건조 중에 높은 열에 의해 비타민 C이 산화된 결과인 것으로 생각된다.

Table 4. Contents of total amino acids in yam snacks by drying methods.

Amino acids	Processing methods ¹⁾			
	SFD	SHD	SVD	
Isoleucine	17.29	18.56	32.32	
Leucine	27.03	46.53	54.66	
Lysine	18.39	34.96	41.77	
EAA ²⁾	Methionine	tr ⁴⁾	0.15	0.40
	Phenylalanine	26.58	45.73	53.33
	Threonine	16.74	24.26	35.28
	Valine	40.86	56.68	68.30
	Total	150.89	226.87	286.06
Histidine	5.18	11.16	13.79	
Arginine	44.29	61.31	73.44	
Tyrosine	1.73	3.91	3.84	
Cystine	1.22	2.40	2.44	
NEAA ³⁾	Alanine	136.04	137.74	159.89
	Glycine	34.51	72.89	96.99
	Proline	23.97	31.53	32.66
	Serine	47.17	51.59	90.58
	Aspartic acid	40.98	72.34	75.91
	Glutamic acid	58.14	88.28	96.54
Total	393.23	533.15	646.08	
Total amino acid	540.12	760.02	932.14	

¹⁾See to Table 1, ²⁾ EAA : essential amino acid,

³⁾ NEAA : nonessential amino acid, ⁴⁾tr : trace.

무기질 함량

Table 7은 제조방법에 따라 제조된 마 스낵의 무기질의 함량을 원자흡수분광도계로 분석한 결과이다. 무기질 중에 칼륨(K)의 함량은 동결건조, 열풍건조 및 진공건조 한 경우에 각각 255.01, 242.85, 236.36 mg/100 g이었으며 다른 무기질에 비해 월등히 높았으나 건조방법에 따라 뚜렷한 차이가 없었다. 그 다음은 나트륨(Na), 마그네슘(Mg) 및 칼슘(Ca)의 순으로 함량이 높았다. 철(Fe), 아연(Zn), 망간(Mn)의 함량이 비교적 적었고, 건조방법에 따라 변화가 없었다. 총 무기질의 함량은 276.51-290.85 mg/100 g이었으며, 제조방법에 따라 차이가 없었다. 최근 미량 필수원소에 대한 연구가 진전됨에 따라 무기질 성분의 역할이 점차 밝혀지고 있는데, 체내

Table 5. Contents of free amino acids and derivatives in yam snacks by processing methods

Amino acids	Processing methods ¹⁾		
	SFD	SHD	SVD
Aspartic acid	19.58	16.16	17.97
Threonine	14.55	13.75	13.97
Serine	77.32	72.44	70.04
Glutamic acid	4.76	1.50	3.26
FAA ²⁾ Glycine	10.03	7.87	7.72
Alanine	80.56	60.61	59.78
Histidine	1.82	2.06	2.07
Proline	1.88	3.40	4.26
Total FAA	210.05	177.79	179.07
Phosphoserine	4.60	5.15	6.81
Taurine	4.38	6.57	6.51
Sarcosine	1.63	1.31	1.44
α -Aminoadipic acid	1.04	0.66	0.71
β -Alanine	5.74	4.03	4.22
AA ³⁾ β -Aminoisobutyric acid	0.25	0.40	0.50
γ -Aminoisobutyric acid	48.37	35.16	37.03
Hydroxylysine	0.39	0.32	0.35
Ornithine	0.24	0.24	0.27
Hydroxyproline	6.90	12.91	13.81
Total AAD	73.54	66.75	71.65
Total free amino acids	284.04	244.54	250.72

¹⁾See to Table 1, ²⁾ FAA : free amino acid,

³⁾ AAD : amino acid derivatives.

Table 6. Contents of vitamin C in the yam snacks by processing methods.

Vitamin C	Processing methods ¹⁾		
	SFD	SHD	SVD
Ascorbic acid	1.75	1.05	1.26
Dehydroascorbic acid	1.07	1.33	1.23
Total	2.82	2.38	2.49

¹⁾See to Table 1.

에서 유해한 활성산소의 무독화에 관여하는 SOD의 구성성분으로서 Zn, Cu, Mn이 함유되어 있고, 유해 과산화지질의 분해에 관여되는 glutathione peroxidase의 구성 성분으로서 Se이 함유되어 있어 미량원소의 중요성이 재인식되고 있어 식품에 있어서 매우 중요시 되고 있다.

Table 7. Mineral contents of the yam snacks by processing methods.

Minerals	Processing methods ¹⁾		
	SFD	SHD	SVD
Na	14.28	20.44	17.65
K	255.01	242.85	236.36
Ca	7.27	5.96	6.58
Mg	12.54	12.37	14.23
Fe	1.18	1.39	1.29
Zn	0.28	0.12	0.19
Mn	0.29	0.19	0.21
Total	290.85	283.32	276.51

¹⁾See to Table 1.

요 약

본 연구는 각종 약리 및 기능성을 함유한 마의 소비증대와 부가가치 증대를 위하여 새로운 마의 가공식품인 마 스낵을 개발하고자 당절임 최적조건에서 당절임한 마스낵의 제조방법에 따라 성분변화를 조사하였다. 수분함량은 열풍, 진공 건조한 것에 비해 동결건조한 것이 높았고, 탄수화물 함량은 반대되는 경향이였다. 수용성 단백질 함량은 동결건조한 것에서 6.43 mg/100 g으로서 열풍 및 진공 건조한 것에 비해 낮았으나, 총당과 환원당의 함량은 건조방법에 따라 뚜렷한 차이가 없었다. 주요 유기산은 malic, acetic, citric acid이었고, acetic acid와 citric acid의 함량은 동결 건조한 것에 비해 열풍, 진공 건조한 것에 많았고, malic acid는 열풍 및 진공 건조한 것에 비해 월등히 높았다. 구성아미노산 중 대부분의 아미노산과 총 유리아미노산의 함량은 진공 건조한 것에 가장 많았고, 다음으로 열풍, 동결 건조한 순이었으며, 유리아미노산의 함량은 큰 차이가 없었다. 총 비타민 C의 함량은 건조방법에 따라 차이가 없었으나, 환원형 비타민 C는 열풍, 진공 건조한 것에 비해 동결 건조한 것에서 많았고, 산화형 비타민 C는 동결건조한 것에서 가장 낮았다. 무기질의 함량은 칼륨, 나트륨, 마그네슘의 함량이 높았다.

참고문헌

1. Cho, J.H., Oh, S.M., Lee, S.P. and Bea, S.D. (1996) Effects of irrigation time on growth and yield of *Dioscorea batatas* DECNE. Korean J. Medicinal Crop Sci., 4, 205-211
2. Onayemi, O. (1986) Some chemical factors affecting the

- quality of processed yam. *J. Food Sci.*, 51, 161-164
3. 김일혁. (1988) 약품 식물학 개론., 학창사, 서울, p.107-109
 4. 한국식품개발연구원. (1992) 대추, 마(산약) 가공식품개발 연구 용역 - II. 마의 이화학적 특성과 마를 이용한 제품 개발. 재단법인 한국식품개발연구원, 연구용역보고서, p.107-113.
 5. 과학백과사전출판사. (1984) 약초의 성분과 이용., 일월서각, p.690-693
 6. Bajaj, Y.P.S., Furmanowa, M.A. and Olszowska, O. (1998) Biotechnology of the micropropagation of medicinal and aromatic plants in agriculture and forestry. *Medicinal and aromatic plants I*, 4, p.60-103
 7. 중국의과학원 약용식물자원개발 연구소 (1991) 중국약용식물재배학. 농업출판사, 서울 p.1375
 8. Stohs, S.J. and Andel-Olemy, M.M. (1972) Metabolism of progesterone by *Dioscorea deltoidea* suspension cultures. *Phytochemistry*, 11, 1397-1400
 9. Stohs, J.S., Wegner, C.L. and Rosenberg, H. (1975) Steroids and saponinins of *Dioscorea deltoidea* tissue culteres. *Planta Med.*, 28, 101-105
 10. Tang, S., Zhang, H., Dong, Y.L.F. and Ding, Z. (1979) The quantitative analysis and identification of steroidal saponinins of the *Dioscorea* Plant. *Acta. Bot. Sci.*, 21, 171-176
 11. Ponting, J.D., Watters, G.G., Forrey, R.R., Jackson, R. and Stanley, W.R. (1966) Osmotic Dehydration of Fruits. *Food Technol.*, 20, 1365-1371
 12. Kim, M.H. (1990) Mass transfer and optimum processing condition for osmotic concentration of potatoes prior to air dehydration. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 22, 497-503
 13. Biswal, R.N., Bozorgmehr, O.K., Tompkind, F.D. and Liu, X. (1991) Osmotic concentration of green bean prior to freezing. *J. Food Sci.*, 56, 1008-1015
 14. Lee, B.W., Shin, G.J., Kim, M.H. and Choi, C.U. (1989) Effect of pretreatment before air drying on the quality of carrot flake. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 21. 430-434
 15. Yang, C.S.T. and Atallah, W.A. (1985) Effect of four drying methods on the quality of intermediate moisture lowbush blueberries. *J. Food Sci.*, 50, 1233-1239
 16. Han, J.y., N.W. Hwang, S.H. and Youn, S., Shin, S.R. (2003) Optimization for the Sugaring Process of Yam for Snack Food Using Response Surface Methodology, *Lirean J. Food Preserv.*, 10, 320-325
 17. AOAC (1984) Official Methods for Analysis, 14th ed., Association of official analytical chemists. Washington D.C., USA
 18. Lowry, O.H., Roserbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-269
 19. Nelson, N. (1994) A photometric adoption of the somogyi method for determination of glucose. *J. Biol, Chem.*, 153, 375-380
 20. Cho, Y.S., Park, S.K. and Lee, H.Y. (1991) Composition of free sugars, organic acids and free amino acids in loquat flesh. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 20, 89-93
 21. 식품영양실험핸드북-식품편. 한국식품영양과학회 (2000), 효일, 서울, p.258-259
 22. Kim, M.H. and Toledo, R.T. (1987) Effect of osmotic dehydration and high temperature fluidized bed drying on properties of dehydrated rabbiteye blueberries. *J. Food Sci.*, 52, 980-984
 23. Dixon, G.M., and Jen, J.J.. (1977) Changes of sugars and acids of osmovac-dried apple slices. *J. Food Sci.*, 42, 1126-1127
 24. Labuza, T.P. and Riboh, D. (1982) Theory and application of Arrbenius kinetics to the prediction of nutrient losses in foods. *Food Technol.*, 36, 66-74

(접수 2004년 10월 11일, 채택 2004년 11월 26일)