

## 동결건조 및 열풍건조 방법에 따른 마의 성분과 물리적 성질 변화

권중호<sup>†</sup> · 이기동\* · 이수정\*\* · 정신교 · 최종욱  
경북대학교 식품공학과 · 농산물가공저장유통기술연구소  
\*경북과학대학 전통발효식품과  
\*\*한국식품개발연구원

### Changes in Chemical Components and Physical Properties with Freeze Drying and Hot Air-Drying of *Dioscorea batatas*

Joong-Ho Kwon<sup>†</sup>, Gee-Dong Lee\*, Soo-Jeong Lee\*\*, Shin-Kyo Chung and Jong-Uck Choi

Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University &  
Postharvest Technoloy Research Institute, Taegu 702-701, Korea

\*Dept. of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilkok 718-850, Korea

\*\*Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

#### Abstract

Chemical components and some physical properties of fresh, defrosted and dried yams(*Dioscorea batatas*) were determined to obtain basic data for high quality yam processing. Fresh yam showed 81.79% moisture and 15.24% N-free extract. The cohesiveness and adhesiveness of defrosted yam homogenate were significantly higher than those of fresh yam homogenate. Free sugars of yam were mainly composed of sucrose, rhamnose, fructose and glucose, and the contents of fructose and glucose were apparently decreased by hot air drying. Linoleic(45.64%), oleic(8.32%), and arachidic acids(7.40 %) were major fatty acids of yam. Hot air drying caused a decrease in unsaturated fatty acids and an increase in saturated acids. Hot air-dried yam powder showed higher gelatinization properties than freeze-dried yam powder, such as initial pasting temperature, temperature at maximum viscosity, and viscosity at different parameters. Hot air-dried yam powder showed higher Hunter parameter b and  $\Delta E$  values and lower L value than freeze-dried one.

**Key words:** *Dioscorea batatas*, freeze drying, hot air-drying, chemical components, physical properties

#### 서 론

마(山藥, yam)는 아열대 지방에 널리 분포하는 식량 작물의 하나로서 우리나라와 일본에는 참마, 긴마, 큰마, 단마 등이 재배되고 있다(1,2). 마에 대해서는 삼국유사에도 기록되어 있는 것으로 보아 오래 전부터 식용의 대상이 되어 왔던 것으로 여겨진다(3). 그 동안 마는 식용과 생약재로 주로 이용되어 왔으며, 최근에는 건강식품으로 그 수요가 증가되고 있다.

참마는 당뇨병, 폐결핵, 빈뇨증 및 신체가 허약할 때 약재로 많이 사용되었으며, 자양, 익정(益精), 지사(止瀉) 등의 효과와 폐와 비장에 이롭다고 알려져 왔다(4, 5). 한국산 산약류의 생약학적 연구에서는(6) 시료 별

세포내 함유물, 화학성분, 물리적 성상 등이 비교된 바 있다. 박(7)은 한국산 마의 구성다당류, 아미노산 조성 및 생마와 가열처리한 마의 성분변화에 관한 보고를 한 바 있다. 산약의 특수성분인 수용성 점액물질(mucilage)의 정제와 가공에 따른 성상 및 함량 변화에 대한 보고도 있다(8,9). 그리고 한국산 마의 종류별 당질 분석(10), 마전분의 이화학적 특성(11), 마지질의 분획 정량과 지방산 조성(12), 참마의 휘발성 풍미성분(13) 등 마의 이화학적 비교 특성에 관한 연구는 다수 보고되어 있다. 외국의 연구로는 Rasper와 Coursey(14), Suzuki 등(15) 및 Nagashima와 Kamoi(16)에 의한 전분의 이화학적 특성 연구, 일본 산약에서의 mucin, allantoin, dioscin, globulin, glycosamine, choline 등의 확인 연구 등이

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

보고되고 있다.

이상과 같은 여러 방면의 연구에도 불구하고 마를 이용한 가공식품의 개발에 관련된 연구는 아직 부족한 실정이다. 이 등(17,18)은 마의 건조방법을 확립하고 초미쇄 및 공기분급기법을 이용하여 마의 점질물 성분을 건식으로 농축하는 방법에 대하여 보고하였으며, 단마 전분호화액의 기본적인 리올로지 특성에 대하여 보고한 바 있다. 박(2)은 마를 이용한 가공식품의 개발 연구를 실시하여 수프, 차, 스낵, 당과, 병조림 등의 제조 방법을 제시한 바 있다.

이와 같이 전통 생약 및 식품재료로 이용되어 온 마의 성분과 가공에 관련된 여러 가지 특성의 검토는 고품질 가공식품의 개발에 필수적인 사항이 될 것으로 사료되므로, 본 연구에서는 생마 및 건조마의 활용도를 높이기 위한 연구의 일환으로 가공용 생마를 동결 및 건조함에 따라 일어날 수 있는 몇가지 성분과 물리적 특성의 변화를 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 경북 안동군 북후면에서 수확된 긴마 (*Dioscorea batatas* DECNE)를 구입하여 실험에 사용하였다. 마의 일반성분으로서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유 등은 AOAC방법(19)에 준하여 정량하였으며, 환원당은 Somogyi법(20)에 준하여 20배량의 증류수에 의해 2시간 동안 추출된 시험용액을 대상으로 측정하였다. 또한 조사포닌은 부탄올 추출법(21), 총페놀 함량은 Folin-Denis법(22)에 의해 정량하였다.

### 생마의 텍스처 및 물성 측정

생마의 텍스처와 물성은 rheometer(model R-UDJ-DM, I & T Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 먼저 생마의 텍스처는 마의 껍질을 제거한 다음 길이로 절단하여 1.5mm 높이의 막대 모양으로 하여 직경 0.5cm의 stainless steel probe에 의해 two bite compression 시험을 실시하면서 견고성(hardness), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(elasticity)을 5반복 측정하였다. 측정조건은 table speed 48mm/min, chart speed 120mm/min, clearance 4.0mm, power 0.2~2kg의 full scale이었다.

한편 마균질물(yam homogenate)의 물성 측정은 껍질을 제거한 생마를 바로 균질기(4,000rpm/min)로 균질화시킨 다음 균질물(시료 I)과 시료 I을  $-18^{\circ}\text{C}$  이하에

서 24시간 동안 동결시킨 뒤 실온으로 해동시킨 것(시료II)에 대하여 rheometer를 사용하여 응집성(cohesiveness)과 부착성(adhesiveness)을 측정하였다. 측정조건은 table speed 64.3mm/min, chart speed 120mm/min, clearance 4mm, power 0~200g이었으며, 측정에 사용된 probe는 공모양( $\phi 10\text{mm}$ )의 viscositytype 15를 사용하였다.

### 생마의 건조

건조에 따른 마의 성분 및 색도 변화를 확인하기 위하여 수분함량이 약 81%인 생마를 사용하여 건조하였다. 동결건조는 deep freezer(New Brunswick Scientific Co., England)를 이용하여  $-55^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동안 동결시킨 후 동결건조기 TD 5070 RR(Ilshin Lab Co.)를 이용하여  $3.5 \times 10^{-1}\text{bar}$ ,  $-55^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동안 수분함량이 5% 내외가 되도록 건조하였다. 열풍건조는 박피한 후 0.5cm 두께로 장축에 대하여 원반형으로 절질하고  $65^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 대류용 팬과 히터가 장착된 열풍건조기(MCO-830, K사)를 사용하여 수분함량이 약 6%가 되도록 건조하였다. 이상과 같이 건조된 시료는 60 mesh로 분쇄하여 실험에 사용하였다.

### 유리당 분석

마 분말 25g에 최종 ethanol 농도가 75%가 되도록 ethanol을 가한 다음 마 중량의 20배가 되도록 75% ethanol을 다시 첨가한 후  $80^{\circ}\text{C}$ 에서 5시간 동안 추출하였다. 추출액은 냉각, 여과하고 여액을 감압 농축시킨 다음 농축액을 일부 취하여 원심분리(5,000×g, 20min)한 다음 상층액을 0.45 $\mu$  membrane filter로 여과한 후 carbohydrate analysis column과 Waters Associates RI401 Differential Refractometer가 장착된 HPLC(Waters Associates 6000A)를 이용하여 acetonitrile/water(80/20)의 mobile phase에 의해 분석하였다(23).

### 지방산 분석

마의 지방산 조성은 마 분말 10g에 200ml의 chloroform-methanol(2:1)혼합액을 가하여 실온에서 2일간 방치 후 얻은 여과액을 분액여두에 옮기고, 여기에 증류수를 가하여 교반하고 하층부의 chloroform층을 회수하는 조작을 2회 반복하여 얻은 chloroform층을 농축하였다. 농축액에 메탄올을 가하여 피펫으로 수기로 부터 분리한 후 메탄올을 휘발시키고 Supelco Wax 10(0.33mm, i.d.×30m) column이 장착된 GC를 이용하여 지방산을 분석하였다(24).

### 아밀로그래프에 의한 호화특성 시험

마 분말의 호화양상을 알아보기 위하여 Brabender viscograph E type(Brabender Co., German)을 사용하여 Medcalf와 Gilles(25)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 10% 마 분말 수용액 500ml를 1분간 교반시킨 후 amylograph bowl에 넣고 75rpm으로 회전시키면서 1.5°C/min의 속도로 25°C에서 95°C까지 가열하였다. 온도 95°C에서 30분간 유지시킨 후 50°C까지 1.5°C/min의 속도로 냉각시키면서 amylogram을 얻었으며, 이로부터 호화개시 온도, 최고점도, 최고점도 도달 온도, 냉각점도 등을 산출하였다.

### 색도 측정

마 분말의 색도는 color/color difference meter(Model ND-1001 NP, Japan)에 의해 시료의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 및 전반적인 색차( $\Delta E$ , color difference)를 각각 측정하였다. 이때 사용된 표준백판의 L, a 및 b값은 90.6, 0.4 및 3.3이었다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분

마의 일반성분은 Table 1과 같이 수분 81.79%, 조단백질 1.39%, 조지방 0.52%, 조섬유 0.25%, 조회분 0.81%이었고, 건분을 포함한 가용성 무질소물이 15.24%로 높은 함량이었다. 건조방법에 따른 마 분말의 성분조성 변화에서 열풍건조된 마는 동결건조된 마에 비해 조단백질, 조지방, 환원당 등의 함량이 다소 감소되었으며, 특히 환원당의 감소는 열풍건조에 따른 갈색도의 증가와 관련이 있을 것으로 생각된다. 그리고 마의 조사포

**Table 1. Chemical compositions of *Dioscorea batatas* (unit: %)**

Composition	Fresh <i>D. batatas</i>	Freeze-dried <i>D. batatas</i> <sup>1)</sup>	Hot air-dried <i>D. batatas</i> <sup>1)</sup>
Moisture	81.79	0	0
Crude protein	1.39	7.65	6.53
Crude fat	0.52	2.86	1.61
Crude fiber	0.25	1.38	1.43
Crude ash	0.81	4.48	4.57
N-free extract	15.24	83.62	85.86
Reducing sugar	0.10	0.53	0.27
Crude saponin	0.07	0.36	0.22
Polyphenols	0.01	0.04	0.03

<sup>1)</sup>Dry weight basis.

닌과 총폐놀 함량은 아주 미량으로서 이들의 함량변화는 큰 의미가 없을 것으로 여겨진다.

### 생마의 텍스처 및 물리적 특성

생마의 텍스처(조직감)를 알아보기 위하여 rheometer에 의해 몇가지 텍스처 인자를 측정해본 결과 Table 2에서와 같이 약간의 견고성과 탄력성이 확인되었고, 특히 일부 섬유질과 점액성 물질에 의한 응집성과 부착성이 있는 것으로 나타났다. 그리고 생마에는 점액성 물질이 다량 함유되어 있으므로 이를 이용하여 가공 제품을 개발할 때는 생마 균질물의 물리적 특성으로서 부착성, 응집성 등의 성질이 검토되어야 할 것으로 본다.

본 실험에서는 마균질물의 냉동에 따른 물리적 특성 변화를 확인하고자 생마 균질물을 냉동시킨 뒤 실온으로 해동하였을시 rheometer에 의해 응집성과 부착성을 측정해 보았다. 그 결과 Table 3에 나타난 바와 같이 -18°C 이하에서 24시간 냉동시킨 후 실온으로 해동된 시료에 있어서는 생마 균질물에 비해 응집성과 부착성의 증가되는 것으로 나타나 생마 균질물의 냉동에 따른 물성변화에 대하여 좀 더 구체적인 연구와 이를 이용한 냉동 가공제품의 개발 연구가 요망되고 있다.

### 유리당 및 지방산의 변화

마의 건조에 따른 유리당 함량을 분석해 본 결과는 Table 4와 같이 sucrose, rhamnose, fructose, glucose

**Table 2. Textural properties of fresh yams<sup>1)</sup>**

Hardness (cm/kg)	Cohesiveness	Adhesiveness	Elasticity
2.37±0.15 <sup>2)</sup>	0.35±0.03	0.49±0.04	1.03±0.09

<sup>1)</sup>Texture was measured for samples of 5mm height with stainless steel probe(50mm, dia.) by a two bite test and instrumental conditions of table speed 48mm/min, chart speed 120mm/min, clearance 4.0mm, power 0.2~2kg full scale.

<sup>2)</sup>Mean±standard deviations of five determinations.

**Table 3. Textural properties of yam homogenates**

Homogenate	Cohesiveness	Adhesiveness
Sample I <sup>1)</sup>	0.54 <sup>a</sup> ±0.04 <sup>3)</sup>	2.07 <sup>a</sup> ±0.18
Sample II <sup>2)</sup>	0.64 <sup>b</sup> ±0.05	2.59 <sup>b</sup> ±0.22

<sup>1)</sup>Fresh yam homogenate.

<sup>2)</sup>Defrosted yam homogenate following freezing for 24hrs at below -18°C.

<sup>3)</sup>Mean±standard deviations of five determinations and different superscripts within a column indicate significant difference(p<0.05).

Table 4. Free sugar composition of fresh and dried yams

Drying methods	Sugar contents <sup>1)</sup> (%, dry basis)			
	Rhamnose	Fructose	Glucose	Sucrose
Fresh	1.74 <sup>a</sup>	1.70 <sup>a</sup>	1.36 <sup>a</sup>	2.50 <sup>a</sup>
<i>D. batatas</i>				
Freeze-dried	1.70 <sup>a</sup>	1.69 <sup>a</sup>	1.35 <sup>a</sup>	2.45 <sup>a</sup>
<i>D. batatas</i>				
Hot air-dried	1.38 <sup>b</sup>	1.10 <sup>b</sup>	0.85 <sup>b</sup>	2.26 <sup>a</sup>
<i>D. batatas</i> <sup>2)</sup>				

<sup>1)</sup>Different superscripts within a column indicate significant difference(p<0.05).

<sup>2)</sup>Drying temperature: 65°C.

의 순으로 높은 함량을 보였다. 이와 같은 결과는 박(2)의 보고에서 생마와 건조마는 포도당과 과당이 가장 높은 함량이었다고 그 다음으로 sucrose였다는 보고와 상이한 결과였으나, 정(10)의 결과와는 유사한 패턴이었다. 또한 건조방법에 따른 함량 변화에 있어서 동결건조시 유리당의 함량변화는 거의 없었으나 열풍건조시 특히 fructose와 glucose의 함량이 많이 감소되었다. 이는 가열건조시 amino-carbonyl 등의 갈변반응에서 당류의 유실 또는 소모가 부분적으로 일어났기 때문으로 생각된다.

마에 있어서 조지방의 함량은 건조마의 경우에도 1~2% 수준으로 매우 낮은 편이다. 그러나 식품의 이용 및 가공에 있어서 이취의 원인은 lipoxygenase가 지방산에 작용함으로써 발생하는 것으로 보고됨에 따라(26) 지방질 성분의 변화를 조사해 볼 필요가 있다고 본다. 마의 지방산 조성을 가스크로마토그래피에 의하여 분석해 본 결과 Table 5에 나타난 바와 같이 linoleic acid (45.64%)가 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 palmitic acid(27.11%), oleic acid(8.32%), arachidic acid (7.40%), linolenic acid(0.40%) 등의 순으로 비교적 간단한 지방산 조성을 나타내었다. 이와 같은 결과는 김등(12)의 긴마에 대한 지방산 조성 분석결과와 유사한

패턴이었다. 건조에 따른 지방산 조성의 변화에서 동결건조시에는 지방산 조성의 변화가 거의 나타나지 않았으나, 열풍건조의 경우에는 oleic 및 linolenic acid의 감소와 포화지방산의 증가 현상이 현저하게 나타나 불포화지방산은 식품의 가공처리시 여러 요인에 의해 변화가 용이함을 시사하여 주었다.

호화 특성

건조방법을 달리한 마 분말을 10% 현탁액으로 하여 가열에 따른 호화특성을 측정하여 본 결과는 Table 6과 같다. 초기호화온도는 동결건조에 비해 열풍건조시 약 5.3°C 증가되었고, 그 이후에는 점도가 다같이 급격히 증가하면서 최고점도 및 최고점도 도달온도에 있어서도 동결건조 시료에 비해 열풍건조 시료에서 그 값이 상당히 증가되었다. 즉, 동결건조 시료의 최고점도는 1,580 B.U.였고, 92.5°C에서는 1,180 B.U., 50°C로 냉각시켰을 때는 1,130 B.U.로 점차 점도가 변화되었다. 이에 비해 열풍건조마의 경우에는 최고점도 도달온도가 약 9°C 상승하였고, 92.5°C에서의 점도와 냉각점도에 있어서도 동결건조 시료에 비해 20~40% 정도의 높은 값을 나타내었다. 이상의 결과는 박(2)의 보고를 잘 뒷받침해 주는 경향이었고, 마의 열풍건조시 열처리되는 마 전분의 호화개시 온도를 상승시키는 등 여러 가지 호화특성에 영향을 가져왔다. 이와 관련하여 볼 때 카사바 및 마 분말에 있어서 호화개시 온도의 상승은 재빵시 빵껍질 형성에 좋은 결과를 가져왔다는 보고도 있어서(27) 마 분말의 열처리시 야기되는 호화특성의 변화는 여러 가지 가공제품의 개발에 있어서 고려되어야 할 사항으로 여겨진다.

색도

마 분말의 외관적 품질을 평가하기 위하여 동결 및 열풍건조된 분말의 기계적 색도를 측정해 본 결과는

Table 5. Fatty acid compositions of fresh and dried yams

Fatty acid	Relative composition(%)		
	Fresh <i>D. batatas</i>	Freeze-dried <i>D. batatas</i>	Hot air-dried <i>D. batatas</i> <sup>1)</sup>
Palmitic acid(16:0)	27.11	27.20	32.67
Oleic acid(18:1)	8.32	8.31	5.73
Linoleic acid(18:2)	45.64	45.63	45.69
Linolenic acid(18:3)	0.40	0.38	tr.
Arachidic acid(20:0)	7.40	7.40	7.45
Unknown	11.13	11.08	8.46
Saturates	34.51	34.60	40.12
Monoenes	8.32	8.31	5.73
Polyenes	46.04	46.01	45.69

<sup>1)</sup>Drying temperature: 65°C.

**Table 6. Amylogram characteristics of dried yam powders**

Pasting properties	Drying methods	
	Freeze-dried <i>D. batatas</i>	Hot air-dried <i>D. batatas</i> <sup>1)</sup>
Initial pasting temperature(°C)	64.50	69.75
Temperature at maximum viscosity(°C)	79.50	88.50
Maximum viscosity(B.U.)	1580	1790
Viscosity at 92.5°C(B.U.)	1180	1680
Cooling viscosity(B.U.)	1130	1450

<sup>1)</sup>Drying temperature: 65°C.

**Table 7. Hunter's color of dried yam powders**

Drying methods	Hunter's color parameter <sup>1)</sup>			
	L	a	b	ΔE
Freeze-dried <i>D. batatas</i>	89.6	0.4	4.8	0
Hot air-dried <i>D. batatas</i> <sup>2)</sup>	88.8	-0.7	5.2	1.4

<sup>1)</sup>Standard white plate: L 90.6, a 0.4 and b 3.3.

<sup>2)</sup>Drying temperature: 65°C.

Table 7과 같다. 시료의 명도(L값)는 동결건조분말이 높게 나타났으며 황색도(b값)는 동결건조분말이 낮은 값을 나타내었다. 그러나 열풍건조분말의 경우에는 명도가 낮고 황색도가 높게 나타나 가열에 의한 갈변현상이 일어났음을 알 수 있었다. 특히 적색도(a값)의 변화는 시료간의 전반적인 색차(ΔE)의 변화에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 표준백판과의 상대적 비교에서도 열풍건조분말은 동결건조분말보다 색차가 큰 것을 알 수 있어서 가열에 의한 유리당의 감소와 함께 분말의 외관 변화를 초래하는 것으로 나타났다. 마의 건조시 나타나는 이러한 현상은 이 등(17)의 결과와 일치하는 경향이였다.

**요 약**

생마와 건조마의 활용도를 높이기 위한 연구의 일환으로 가공용 생마를 동결 및 건조함에 따라 일어날 수 있는 몇가지 성분과 물리적 특성의 변화를 조사하였다. 생마의 수분함량은 약 82%였고 가용성 무질소물은 약 15% 수준이었다. 생마 균질물은 냉동 후 해동하였을 때 응집성과 부착성이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다. 마의 유리당 조성은 sucrose, rhamnose, fructose, glucose의 순으로 높은 함량을 나타내었으며, 열풍건조시 fructose, glucose가 크게 감소되었다. 마의 지방산 조성은 linoleic acid(45.64%)가 가장 많이 함유되어 있었고, 다음으로 palmitic acid(27.11%), oleic acid(8.32

%), arachidic acid(7.40%) 등의 순으로 비교적 간단한 지방산 조성을 나타내었다. 열풍건조에 의해 oleic acid와 linolenic acid는 감소되었고 포화지방산은 증가되었다. 마 분말의 호화특성 시험에서 동결건조에 비해 열풍건조시 초기호화온도는 약 5.3°C 증가되었고, 최고점도 도달 온도도 약 9°C 상승하였다. 92.5°C에서의 점도와 냉각점도에 있어서도 동결건조 시료에 비해 20~40% 정도의 높은 값을 나타내었다. 마 분말의 기계적 색도에서 열풍건조 시료는 동결건조 시료에 비해 낮은 백색도(L값)와 높은 황색도(b값)를 나타내어 동결건조 시료에 비해 높은 ΔE값을 나타내었다

**문 헌**

1. 이승택 : 최신훈예. 홍농종모, p.22(1991)
2. 박무현 : 대추, 마(산약) 가공식품개발 용역. 한국식품개발연구원, p.163(1992)
3. 김경삼, 김도영, 김정숙, 장형수, 홍종만 : 식품학. 지구문화사, 서울, p.159(1997)
4. 윤병국, 장준근 : 몸에 좋은 산야초. 석오출판사, p.334(1989)
5. 윤병국, 장준근 : 건강할려면 장수하려면. 석오출판사, p.334(1992)
6. 도정애 : 한국산 산약류의 생약학적 연구. 생약학회지, 15, 30(1984)
7. 박부길 : *Dioscorea batatas* DECNE 성분에 관한 연구. 강원대학 연구논문집, 6, 89(1972)
8. 伊澤凡人 : 原色日本藥用植物事典. 新光社, p. 257(1980)
9. 한용남, 한승혜, 이인란 : 산약 점액성분의 정제와 함량 분석에 관한 연구. 생약학회지, 21, 274(1990)
10. 정혜영 : 한국산 마의 당질 분석. 한국식품과학회지, 27, 36(1995)
11. 김화선, 김상순, 박용근, 석호문 : 한국산 마 전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 23, 554(1991)
12. 김용선, 김상순, 김철재, 권중호 : 한국산 마 지질의 분획정량과 지방산 조성. 한국식품과학회지, 27, 652(1995)
13. 이미순, 최향숙 : 참마의 휘발성 풍미성분. 한국식품과학회지, 26, 68(1994)
14. Rasper, V. and Coursey, D. G. : Properties of starches of some west African yams. *J. Sci. Food Agric.*, 18, 240(1967)
15. Suzuki, A., Kanayama, M., Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Physicochemical properties of nagaimo(yam) starch. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 33, 191(1986)
16. Nagashima, T. and Kamoi, I. : Some properties of starch from yam(*Dioscorea*). *Nippon Shokuhin Kyogyo Gakkaishi*, 37, 124(1990)
17. 이부용, 박동준, 구경형, 김현구, 목철균 : 초미세분쇄/공기분급을 이용한 마의 점질물 분리. 한국식품과학회지, 26, 596(1994)
18. 이부용, 이영철, 김홍만, 김철진, 박무현 : 마 전분 호화액의 리올로지 특성. 한국식품과학회지, 24, 619(1992)
19. AOAC : *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemist, Vol. 2, p. 685(1990)

20. Kobayashi, T. and Tabuchi, T. : A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantities of reducing sugars. *J. Agric. Chem. Soc. Japan*, **28**, 171(1954)
21. 최진호, 오성기 : 고려인삼의 노화억제 작용에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, **12**, 323(1983)
22. Schanderl, S. H. : Tannins and related phenolics. In "Methods in Food Analysis" Joslyn, M. A.(ed.), 2nd ed., Academic Press, New York, p.701(1970)
23. Choi, J. H., Jang, J. G., Park, K. D., Park, M. H. and Oh, S. K. : High performance liquid chromatographic determination of free sugars in ginseng and its products. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**, 107(1981)
24. Metcalf, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514(1966)
25. Medcalf, D. G. and Gilles, K. A. : Effect of lyotropic ion series on the pasting characteristic of wheat and corn starches. *Starch/Staerke*, **18**, 101(1996)
26. Fennema, O. R. : *Food chemistry*. 3rd ed., Marcel Dekker, Inc., New York, p.493(1996)
27. Ciacco, G. F. and D'Appolonia, B. L. : Baking studies with cassava and yam flour. 1. Biochemical composition of cassava and yam flour. *Cereal Chem.*, **55**, 402(1978)

(1998년 5월 26일 접수)