

국내산 마의 성분비교 및 아프리카 마의 쓴맛 물질에 관한 연구

임선아[†] · 김영희* · 오승희** · 하태익** · 이만정

호성여자대학교 식품영양학과

*양산전문대학 전통조리학과

**포항전문대학 식품영양학과

The Study on the Comparisions of Ingredients in Yam and Bitter Taste Material of African Yam

Sun-A Im[†], Young-Hee Kim*, Syng-Hee Oh**, Tae-ik Ha** and Mahn-jung Lee

Dept. of Food Science and Nutrition, Hysung Women's University, Kyungbuk 713-702, Korea

*Dept. of Traditional Food Preparation, Yangsan Junior College, Yangsan 626-800, Korea

**Dept. of Food and Nutrition, Po-Hang Junior College, Young-ill 795-940, Korea

Abstract

In the proximate composition of the yams of home product, wild yam was most abundant in crude lipid and crude protein, and those content in the cultivated yams, cultivated long yam and cultivated short yam were similar. Cultivated long yam is the richest in crude ash. African yam had more crude lipid and crude protein compare to those of home product yams. Especially, the amount of crude lipid in African yam was four-fold of home product yams. In the mineral content, Ca was the richest mineral in four kinds of yam. The rest of mineral were in order of Fe, Mn and Zn. Among the home product yams, the Ca content of wild yam was higher than that of cultivated yam. The contents of Fe, Mn and Zn were also high in wild yam compared to cultivated yam. In the composition of free sugars, the sucrose content is the highest in wild yam, cultivated short yam and African yam. In order The fructose content was the most abundant in cultivated long yam and the next was sucrose. The composition of free fatty acids were in order of lactobacillic acid, palmitic acid and palmitoleic acid. Crude saponin contents of the home products were almost similar level, but crude saponin of wild yam was more abundant than that of cultivated yam. And crude saponin of African yam was much more abundant compared that of other home product yams. There is not much difference in the kinds of saponin from the home product yams. However, the amount of each saponin from the home product yams was different. In case of African yam, 'b' saponin did not appear and 'e' saponin was higher compared with home product yams. In African yam, the bitter taste from ethyl acetate layer was the strongest, and the next was n-butanol layer. It is possible that there was a powerful UV absorption material in the bitter taste of ethyl acetate layer and also supposed that there were saponin and phenol is material.

Key words : yam, fatty acid, saponin, bitter taste

서론

마(*Dioscorea*속)는 다년생 덩굴성 초본으로 전세계의 열대 및 아열대지방에 널리 분포하는 식량 작물로서¹⁾ 아프리카 사람들의 중요한 식량자원이 되고 있다²⁾. 전세계 생산량의 2/3가 적도 아프리카의 Yam belt에서 생

산되고 있으며 우리나라에서는 주로 경북 북부지역에서 생산, 가공되고 있다³⁾. 마는 덩이뿌리 모양에 따라서 장마, 단마로 나누게 되며 가식부는 뿌리가 원주상으로 비대한 괴근이며 내부는 백색이고 외부는 다갈색이다. 장마(*D. batatas* DECNE)는 장산약 또는 자연산 마라고도 부르며 우리나라의 전역에 걸쳐서 분포되어

[†]To whom all correspondence should be addressed

있다. 단마(*D. aimadoimo*)는 일본의 대화(大和)마를 1979년에 도입하여 재배한 품종으로 장마에 비해서 덩이뿌리의 길이가 짧아 수확이 간편하고 생산성도 높아 재배용으로 보급시키는 품종이다^{5,6)}. 아프리카마는 병충해에 강하고 생산량이 많아서 국내보급을 위해 시험 재배 중인데 쓴맛이 있는 결점이 있다^{4,6,7)}. 마는 주성분이 전분이고 특유의 점질물은 mannan과 globulin이 결합한 당단백질이며⁸⁾ 식품과 약재로 이용되고 있는데 식품으로는 주로 일본에서 도로로(トロロ)즙으로 해서 마시거나 삶거나 썰서 식용하기도 하고 고급 과자의 흰 고물의 원료로 사용되기도 하며 수산 연제품의 점착성을 높이기 위해 첨가되기도 한다^{1,9)}. 국내에서는 주로 자양, 강장, 진정, 지사, 당뇨, 천식 등에 약재로 이용되고 있으며¹⁰⁻¹³⁾ 최근에는 건강식품으로 관심이 높아지고 있다. 또한 그 이용률을 높이기 위하여 스프, 스넥, 차 등의 마 가공식품 개발이 진행 중이다.

마에 대한 국내 연구로는 마전분에 관한 연구^{5,7,14)}, 구성다당류, 아미노산 종류에 관한 연구 및 열처리에 의한 성분 변화에 관한 연구¹⁵⁾, 미량 금속성분 등에 관한 것이¹⁶⁾ 보고되고 있다. 국외연구로는 마전분의 이화학적 특성에 관한 연구¹⁷⁻¹⁹⁾, 아미노산과 지방산 조성에 관한 연구^{20,21)}, glycoprotein에 관한 연구¹⁰⁾ 등이 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 각종 마의 산지별 일반성분, 유리당, 유리지방산, 무기질 등과 약효성분으로 주목받고 있는 crude saponin의 조성과 함량을 비교하였다. 또한 아프리카마의 기호도를 높이기 위하여 쓴맛성분을 규명하기 위한 기초 자료로 쓴맛 물질의 분리와 검색을 시도하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 재료 중 자연산마는 농촌진흥원에서 93년 5월에 구했으며 아프리카마는 농촌진흥원에서 시험 재배한 것을 제공받았다. 재배장마와 재배단마는 대구 칠성시장에서 93년 6월에 구입하였다. 이 시료들을 깨끗히 수세하여 가식 부위만을 선별한 후 응달에서 자연 건조시켜 mortar로 분쇄하여 분말 상태로 사용하였다.

일반성분 및 무기성분 분석

수분과 조회분의 정량은 AOAC법에²²⁾ 준하여 분석하였으며 조단백질 정량은 식품공전에²³⁾ 준하였다. 즉, 시료 0.5g을 정확히 분해병에 넣고 H₂SO₄ 10ml와 분해촉

진제(K₂SO₄/CuSO₄ · 5H₂O : 10/1) 3g을 넣어 분해기(Büchi 430 ; Digestor)로 분해한 다음 단백질 자동분석기(Büchi 322 ; Distillation unit/Büchi 342 ; Control unit)로 분석하였다. 조지질은 시료 10g에 ethyl ether 100ml를 넣고 8~12시간 진탕 추출 후 여과지로 여과한 액을 rotary evaporator로 감압 농축시킨 다음 정량하였다. 무기성분 분석은 식품공전에²³⁾ 준하였으며 Atomic Absorption spectrophotometer(AA : Video 1L-12)로 분석하였다.

유리당 분석

유리당은 AOAC방법에²²⁾ 준하여 High Performance Liquid Chromatography(HPLC : SP-8800)를 이용하였으며 분석 조건은 Table 1과 같다.

유리지방산 분석

유리지방산은 AOAC방법에²²⁾ 준하여 Gas Chromatography(GC)로 분석하였으며 이때의 분석조건은 Table 2와 같다.

Crude saponin 분리

Fig. 1과 같이 시료 2g을 80% methanol 50ml로 3시간씩 3회 환류추출한 후 여과하고 이 여액을 50°C 이하에서 감압농축하여 methanol 추출물을 얻었다. 이 methanol 추출물을 약 20ml의 증류수에 용해하고 Shibata²⁴⁾, 김²⁵⁾의 방법에 따라 분리하였다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for free sugar analysis

Instrument : Spectra Physics (SP-8800) Pump SP-8430
Detector : RI
Column : Inercial NH ₂ (5µm, 160×4.6mm)
Mobile phase : acetonitrile/water (75 : 25)
Flow rate : 1.2ml/min
Sample size : 10µl
Chart speed : 0.5cm/min

Table 2. Operating conditions of GC for free fatty acid analysis

Instrument : Hewlett Packard 5890 series II
Detector : FID
Column : glass column(6' × 1/4")
Packing material : 10% SP-2330
Column temp. : 160°C(2min), programmed 3°C/min to 200°C(5min)
Injection port temp. : 250°C
Detector temp. : 280°C

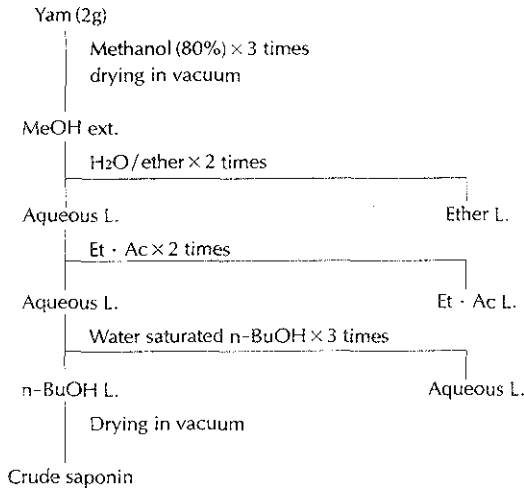


Fig. 1. Flow chart of crude saponin extraction from yam crude saponin.

Crude saponin의 검색

Crude saponin의 검색은 thin layer chromatography (TLC)와 HPLC를 이용하였다. 4종 마의 crude saponin을 methanol에 녹여 최종 농도를 비슷하게 하여 pre-coated silicagel plate (kieselgel 60, Art. 5748, Merck)로 검색하였으며 전개용매는 phenol/water (3 : 1)를 사용하고 검색시약은 Liebermann Burchard reagent로 하였다.

HPLC에 의한 검색에서는 농도가 비슷한 4종 마의 crude saponin methanol용액을 0.45 μ m millipore filter로 여과하여 HPLC에 주입하였으며 분석 조건은 Table 3과 같다.

쓴맛 성분의 분리

아프리카마를 ethyl ether, ethyl acetate, water saturated n-butanol 용매 순으로 분리하여 각 용매의 쓴맛을 확인하였다. 이 중 쓴맛이 강한 ethyl acetate와 n-butanol층을 silicagel column (I.D. 3cm, 70-230mesh, Merck)을 이용하여 각각 7, 8개의 분획으로 나누었으며 이 중 쓴맛이 확인되는 4개의 분획을 각각 얻었다. Silicagel의 충전방법은 dry packing으로 하였으며 packing량은 sample의 60배로 하였다. 용매는 TLC spot가 Rf 0.2 되는 chloroform/methanol (4 : 1, ethyl acetate)와 chloroform/methanol (3 : 1, butanol)로 시작하여 chloroform/methanol/water (9 : 3 : 1, 7 : 3 : 1, 65 : 35 : 10, 61 : 32 : 7)의 순으로 추출하여 각 분획을 받았다.

Table 3. Operating conditions of HPLC for crude saponin analysis

Instrument : ALC-244 (Water Associate)
Detector : RI (8X), UV 254nm/AUFS : 0.5
Column : Lichrosorb NH ₂ (5 μ m, 240 x 4mm)
Mobile phase : acetonitrile/water/n-butanol (82 : 18 : 3)
Flow rate : 0.8ml/min
Sample size : 10 μ l
Chart speed : 0.5cm/min

쓴맛 test

쓴맛 성분은 caffeine을 표준용액으로 하여 훈련된 panel요원 10명이 비교 시험하였다.

쓴맛 성분의 검색

HPLC에 의한 검색

아프리카마의 ethyl ether, ethyl acetate, n-butanol층을 methanol과 물로 용해시켜 0.45 μ m millipore filter로 여과하여 HPLC에 주입하여 검색하였으며, 이때의 분석 조건은 Table 3과 같다.

TLC에 의한 검색

아프리카마의 ethyl acetate, n-butanol층을 column chromatography한 후 쓴맛이 확인되는 몇개의 분획을 선택하여 다시 TLC로 검색하였다. 전개 용매는 chloroform/methanol/water (61 : 32 : 7)를, 검색시약은 1% FeCl₃/1% K₃[Fe(CN)₆](1 : 1, phenol test), Dragendorff 시약 (alkaloid test) 및 Liebermann-Burchard 시약 (terpenoid계 saponin test)을 사용하였다.

UV absorption spectrum에 의한 검색

Column chromatography한 후 TLC한 분획 중 2가지 (BuOH-fr.4, Et · Ac-fr.2)를 UV spectrum (Shimadzu UV-265)으로 확인하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 무기성분 함량

국내마 중에서 조지질 및 조단백질 함량은 Table 4와 같이 자연산마가 가장 많았으며 재배마들은 비슷한 수준이었고 조회분은 재배장마가 6.5%로 가장 많았다. 아프리카마는 조지질과 조단백질의 비율이 국내마에 비해 높은 편이었는데 이 중 조지질은 2.10%로 약 4배 정도 많았다. 이것은 Ciaccio의 *D. alata* 분석치와¹⁹⁾ 비교해 볼 때 조단백질, 조지질의 함량이 2배 정도 많

은 편이었고 조회분도 약간 많은 편이었다.

Ca은 753.8~1880.9ppm의 범위로 4종류 마 모두에서 함량이 가장 많았으며 그 다음이 Fe, Mn, Zn, Cu의 순이었다. 국내마 중에서 자연산마가 재배마에 비해 Ca 함량이 월등히 많았고 Fe, Mn, Zn도 많은 편이었다. 아프리카마의 경우 Ca 함량은 재배마에 비해 많았고 나머지 Fe, Mn, Zn은 모두 국내마에 비해 적었다.

유리당 함량

각종 마의 유리당은 arabinose, rhamnose, glucose, fructose, sucrose (Table 5) 등이었다. 자연산마, 재배산마, 아프리카마에서는 이당류인 sucrose의 함량이 제일 많았다. 재배산마에서는 fructose의 함량이 제일 많았고 그 다음이 sucrose였다. 따라서 각종 마의 주된 유리당은 sucrose라 하겠다. 아프리카마의 유리당 함량은 국내마에 비해 낮은 편이었는데 이 결과는 Ciacco의 *D. alata* 분석치와¹⁹⁾ 비슷하였다.

Table 4. Proximate composition and mineral contents of various yams*

Variety	Wild yam	Cultivated short yam	Cultivated long yam	African yam
Moisture (%)	12.62	11.60	11.49	10.84
Crude lipid (%)	0.50	0.46	0.44	2.10
Crude protein (%)	14.51	12.61	13.03	15.12
Crude ash (%)	4.99	4.02	6.50	4.95
Ca (mg/kg)	1880.90	753.80	1002.10	1848.70
Fe (mg/kg)	49.40	49.40	43.60	34.80
Mn (mg/kg)	20.40	19.20	16.60	11.50
Zn (mg/kg)	22.90	11.20	16.60	11.50
Cu (mg/kg)	3.40	4.20	3.80	4.20

*The yams were dried for several weeks under the shadow previously before analysis

유리지방산 조성

각종 마의 유리지방산 조성을 분석한 결과 (Table 6) palmitic acid로 부터 nervonic acid 까지 모두 12종이 분리 검출되었다. 그 중 lactobacillic acid가 19.53~26.37%로 가장 많이 함유되어 있었고 그 다음이 palmitic acid (17.70~22.77%), palmitoleic acid (11.28~15.92%)의 순으로 4종 마 모두에서 공통이었다. 이러한 결과는 여러 종류의 마에서 linoleic acid와 palmitic acid가 가장 많다고 보고한 Ciacco와 Dáppolonia¹⁹⁾, Kouassi 등²⁰⁾의 분석 결과와 비교할 때 차이를 보였으나 이것은 마의 종류에 따른 차이에 의한 것으로 생각된다. 또한 지방산의 종류에 있어서도 차이를 보여 lauric acid와 myristic acid, pentadecanoic acid는 없는 반면에 lactobacillic acid, erucic acid, lignoceric acid 등이 함유되어 있었다.

Crude saponin 함량

4종 마로 부터 추출한 crude saponin 함량은 Fig. 2와 같았다. 국내마의 crude saponin 함량은 59~63mg 정도의 범위였고 이 중 자연산마가 재배마에 비해 함량

Table 5. Contents of free sugars in various yams*

Variety	Arabinose	Rhamnose	Glucose	Fructose	Sucrose
Wild yam	1.06	1.54	1.05	2.37	4.03
Cultivated short yam	1.14	1.72	2.41	2.31	6.28
Cultivated long yam	1.33	1.08	1.31	2.19	2.10
African yam	ND**	0.95	0.57	0.57	3.80

*The yams were dried for several weeks under the shadow previously before analysis

**not detected

Table 6. Fatty acid composition of total lipids from various yams*

Fatty acids	Wild yam	Cultivated short yam	Cultivated long yam	African yam
Palmitic (16 : 0)	20.08	17.70	18.48	22.77
Palmitoleic (16 : 1)	12.93	11.71	11.28	15.92
Stearic (18 : 0)	4.04	5.33	4.37	2.23
Oleic (18 : 1)	9.16	8.98	7.19	7.53
Linoleic (18 : 2)	1.88	2.86	2.26	3.77
Linolenic (18 : 3)	10.50	8.46	10.72	8.22
Lactobacillic (19 : 0)	21.29	19.53	23.27	26.37
Arachidonic (20 : 4)	10.10	10.67	9.73	4.28
Erucic (22 : 1)	3.36	5.85	5.08	3.08
Docosahexaenoic (22 : 6)	0.53	0.52	0.42	0.34
Lignoceric (24 : 0)	3.77	5.85	4.80	3.76
Nervonic (24 : 1)	2.56	2.47	2.40	1.71

*The yams were dried for several weeks under the shadow previously before analysis

이 많은 편이었으며 아프리카마는 274mg으로 국내마에 비해 월등히 많았다.

Crude saponin의 검색

4종 마의 crude saponin methanol 용액을 TLC로 분리한 결과 Liebermann-Burchard 반응에서 적자색을 띠므로 saponin임을 확인²⁶⁾하였고 4종 마 모두 2개의 spot로 분리되는 것으로 보아 함유된 saponin의 종류에는

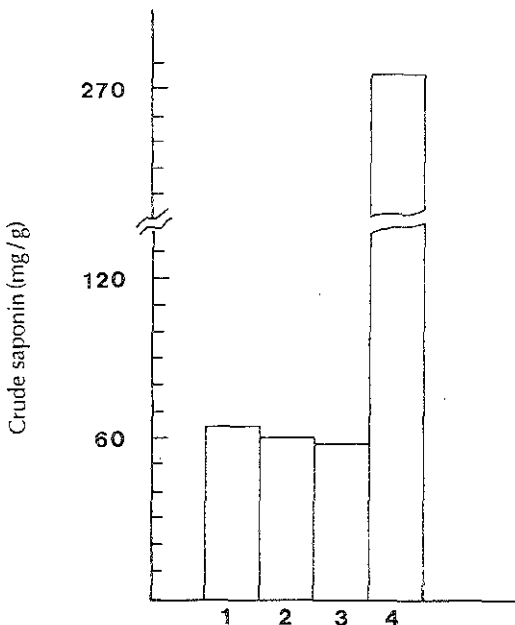


Fig. 2. Crude saponin content of various yams.
1. Wild yam, 2. Cultivated long yam, 3. Cultivated short yam, 4. African yam.

큰 차이가 없는 것 같았다. TLC에서 2가지 물질로 분리된 crude saponin을 다시 HPLC해 본 결과 (Fig. 3) 앞의 TLC에서와 같이 saponin의 종류에는 큰 차이가 없는 것 같았다. 자연산마와 재배마의 crude saponin pattern에는 큰 차이가 없었고 재배장마와 재배단마 간에는 pattern은 비슷하였으나 재배장마의 앞부분 peak가 대체적으로 큰 경향이었고 재배단마에서 'b, c, d' peak가 재배장마에 비해 상대적으로 작았다.

쓴맛이 있는, 아프리카마에서는 RI detector에서 'e' 물질이 상대적으로 상당히 많았고 'b' 물질은 없었으며 'c'는 적었다. UV detector에서는 아프리카마의 뒷부분 peak들이 좀 더 뚜렷하게 나타났다.

쓴맛 성분의 확인

아프리카마의 쓴맛을 각 용매별로 추출하고 caffeine을 농도별로 만들어 표준용액으로 하여 쓴맛의 정도를 비교했으며 그 결과는 Table 7와 같다. 아프리카마의 ethyl acetate층에서 쓴맛이 가장 강하게 나타났고 그 다음이 n-butanol층이었으며 ethyl ether층의 쓴맛은 미약하게 나타났다.

Table 7. Sensory evaluation data of partitioned fractions in African yam

	Caffeine (%)					
	0.0	2.0	3.0	3.5	4.0	4.5
Water	10(100)					
Ethyl ether			7(70*)	3(30)		
n-butanol			2(20)	8(80)		
Ethyl acetate			1(10)	3(30)	6(60)	

* (%)

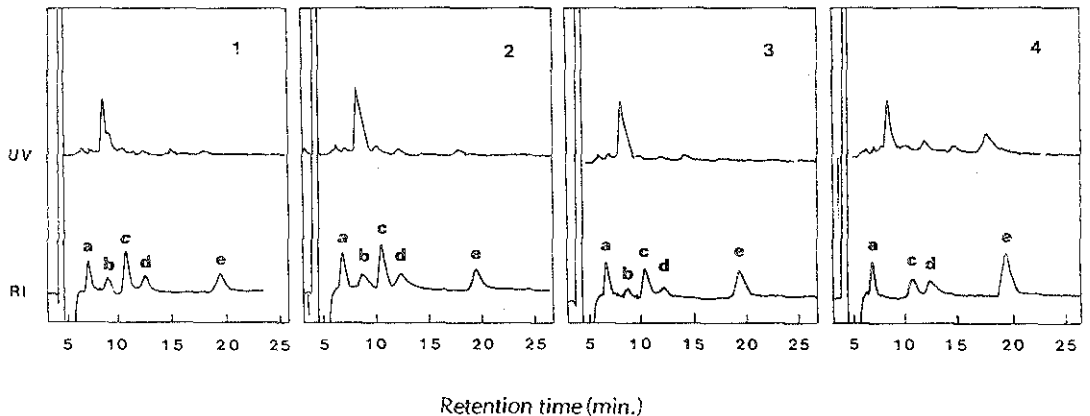


Fig. 3. HPLC chromatograms of crude saponins in various yams.
1. Wild yam, 2. Cultivated long yam, 3. Cultivated short yam, 4. African yam.

쓴맛 성분의 검색

HPLC에 의한 검색

아프리카마의 용매별 추출물을 관능 검사해 본 결과 추출물에 따라 쓴맛의 정도가 달라서 이것을 HPLC로 분리해 보았더니 Fig. 4와 같이 나타났다. Ethyl acetate 층과 ethyl ether층에서는 RI detector로 확인되는 물질이 없었으나 UV detector로는 몇개의 peak가 나타났다. 쓴맛이 강한 ethyl acetate층은 RI에서 별 뚜렷한 peak가 없고 UV에서 몇개의 peak가 나타났는데 이는 UV가 RI 보다 민감하기 때문인 것으로 생각된다. 뚜렷한 RI peak가 없는 것으로 미루어보아 ethyl acetate층의 쓴맛 성분은 RI 반응성이 낮거나 소량으로도 쓴맛을 강하게 나타내는 물질인 것으로 생각된다.

Ethyl ether층은 UV에서 여러개의 peak를 보였지만 이것의 쓴맛은 미약하다. Ethyl acetate층의 UV peak에서는 ethyl ether층과 n-butanol층에는 나타나지 않는, '다' 물질이 특징적으로 있었으며 이 '다'가 ethyl acetate층의 쓴맛 성분 후보로 볼 수 있다. n-butanol층에서는 4개 이상의 RI 흡수 peak를 보여주어 saponin이 4종 이상 있는 것으로 추정되며 UV검출 결과 ethyl ether층에는 없는, '마' 물질이 특징적으로 나타남으로, 이 '마'가 n-butanol층의 쓴맛 성분의 후보로 생각 되어진다. 따라서 ethyl acetate층과 n-butanol층의 쓴맛 성분은

UV 흡수가 큰 물질일 가능성이 있다.

TLC에 의한 검색

식품의 쓴맛 성분은 일반적으로 saponin, alkaloid, phenol성 물질을 들 수 있다. 앞의 TLC와 HPLC의 결과로 아프리카마의 쓴맛 성분에는 saponin이 포함된다는 것을 알 수 있었고 이어서 alkaloid와 phenol test로서 쓴맛 물질을 확인하였다. 쓴맛이 강한 ethyl acetate, n-butanol층을 column chromatography한 결과 쓴맛이 강한 fraction을 각각 4개씩 분리하였으며, 이 중 몇개의 fraction으로 alkaloid와 phenol test를 하였다. Alkaloid test 결과는 Dragendorff 시약으로 확인하였으나 발색되지 않았고 phenol test한 결과 phenol에서 청색으로 반응하는 Ferric chloride 발색시약이 청색으로 반응하였고 또한 ethyl acetate층이 n-butanol층에 비해 평장히 진하게 발색되는 것으로 보아 특히 ethylacetate층은 phenol성 물질임을 확인하였다.

UV absorption spectrum에 의한 검색

앞에서 TLC한 물질 중 2가지물 UV spectrum으로 확인한 결과는 Fig. 5와 같다. Et·Ac-fr.2는 파장 230nm에서 shoulder와 280, 215nm에서 최대 흡수를 보였으며 BuOH-fr.4는 파장 280, 210nm에서 최대흡수를 보였다. 그리고 BuOH-fr.4와 Et·Ac-fr.2에 2N-NaOH를

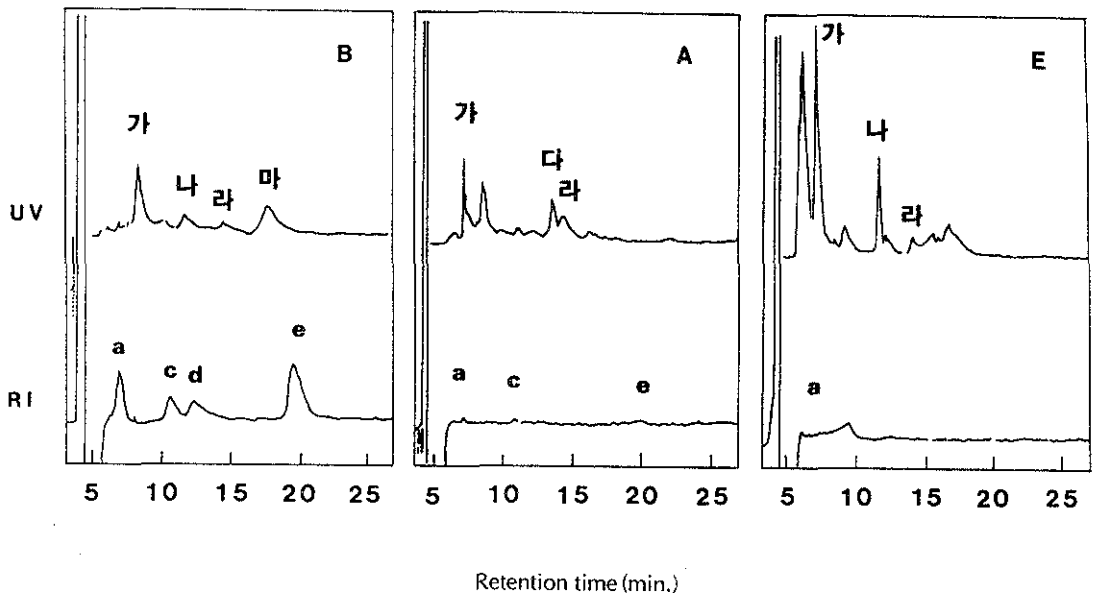


Fig. 4. HPLC chromatograms of partitioned fractions in African yam.
A : Ethyl acetate fraction, B : Water saturated n-BuOH fraction, E : Ethyl ether fraction.

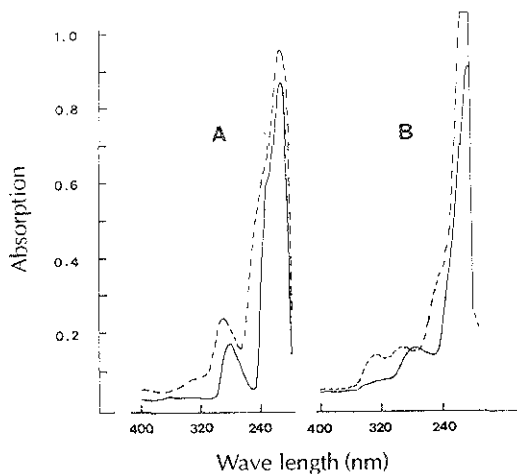


Fig. 5. UV absorption spectra of bitter fractions in African yam after column chromatography.

A : Et · Ac-fr.2, B : BuOH-fr.4.

— bitter fr. in methanol

--- bitter fr. in methanol added 2 drops of 2N NaOH.

첨가한 결과 모두 5~15nm씩 장파장 쪽으로 최대흡수 파장이 이동되었다. 이것은 알칼리에서 장파장쪽으로 shift하는²⁷⁾ phenol의 성질과 같다.

이상의 TLC와 UV spectrum 결과 아프리카마의 쓴맛 성분에는 saponin과 phenol성 물질이 있는 것으로 추정되었다.

요 약

각종 마의 성분비교와 아프리카마의 쓴맛 물질에 관한 연구의 결과 일반성분의 함량은 국내산마 중 조지질, 조단백질의 함량은 자연산마가 가장 많았고 재배마들은 비슷한 수준이었다. 조희분은 재배장마가 가장 많았다. 아프리카마는 조지질, 조단백의 함량이 국내마에 비해 많은 편이었는데 특히 조지질은 약 4배 정도 많았다. 무기질 성분의 함량은 4 종류 모두 Ca이 가장 많았으며 그 다음이 Fe, Mn, Zn 순이었다. 국내마 중 자연산마가 재배마에 비해 Ca이 특히 많았고 그의 Fe, Mn, Zn 등도 많은 편이었다. 유리당의 조성은 자연산마, 재배단마, 아프리카마에서는 sucrose의 함량이 가장 많았다. 재배장마의 경우는 fructose의 함량이 제일 많았고 그 다음으로 sucrose가 많았다. 유리지방산 조성은 lactobacillic acid, palmitic acid, palmitoleic acid의 순으로 많이 함유되어 있었다. Crude saponin의 함량은 국내마들은 비슷한 수준이었으나 자연산마가 재배마 보다 많았고 아프리카마는 국내마에 비해

월등히 많았다. 국내마의 saponin 종류에는 큰 차이가 없는 것 같고 각각의 saponin량에는 약간의 차이를 보였다. 아프리카마의 경우는 국내마에 비해 retention time이 9분대인 saponin('b' saponin)이 없고 retention time이 19분대인 saponin('e' saponin)이 상당히 많았다. 아프리카마의 쓴맛은 ethyl acetate층이 가장 강하고 다음은 n-butanol 층이었다. Ethyl acetate층의 쓴맛 성분 중에는 UV 흡수가 큰 물질이 있을 가능성이 있고 saponin과 phenol성 물질이 있는 것으로 추정되었다.

문 헌

- Purseglove, J. W. : Dioscoreaceae. In "Tropical crops monocotyledons" Longman, I. (ed.), London, p.97(1972)
- FAO : FAO statistics series No.76, p.97(1986)
- 森田智 : 食品原料學. 進藤社, 東京, p.68(1988)
- 농촌진흥청, 열대농업관실 : 국제농업협력 기술사업 보고서, 열대작물 개발에 관한연구, p.58(1991)
- 김화선, 김상순, 박영곤, 석호문 : 한국산 마전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, **23**, 554(1991)
- 정을권 : 산약재배 새 농민 기술대학 교육자료. 42. 서울, p.241(1989)
- 석호문, 박용곤, 남영중 : Photato yam (*Dioscorea bulbifera*)전분의 이화학적특성. 한국식품과학회지, **22**, 753(1990)
- Rasper, V. and Coursey, D. G. : Properties of starches of some west african yams. *J. Sci. Food Agric.*, **18**, 240(1967)
- 紫田耕 : 品材料. 光生館, 東京, p.52(1989)
- 日本和漢圖鑑 : 泰文館, 東京, p.22(1980)
- 原色日本藥用植物事典 : 北隆館, 東京, p. 257(1980)
- 송주택 : 국역향약집성방. 연림사, 서울, p.1772(1989)
- 한성호 편저 : 식품비방. 행림출판사, 서울, p.114(1984)
- 차연수 : 참마 (*Dioscorea japonica* Thunberg)전분의 이화학적 특성에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 식품영양학과 석사학위논문(1983)
- 박부길 : *Dioscorea batatas* DECNE성분에 관한 연구. 강원대학 연구논문집, **6**, 89(1972)
- 박재규 : 생약학회지, **8**, 18(1977)
- Suzuki, A., Kinayama, A., Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Physicochemical properties of nagaimo(yam) starch. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, **33**, 191(1986)
- Nagashima, T. and Kamoi, I. : Some properties of starch from yam (*Dioscorea*). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **37**, 124(1990)
- Ciacco, C. F. and D' appolonia, B. L. : Baking studies with cassava and yam flour. I. Biochemical composition of cassava and yam flour. *Cereal Chem.*, **55**, 402(1978)
- Kouassi, B., Jacques, D., Yves, L. and Bernard, F. : Total amino acid and fatty acid composition of (*Dioscorea tubers*) and their evaluation during storage. *J. Sci. Food Agric.*, **42**, 273(1988)
- Tomohiro, A., Jiro, F., Mayumi, K., Hiroyuki, K. and

- Tokata, T. : The complete amino acid sequence of yam (*Dioscorea japonica*) chitinase. *J. Biological Chem.*, **267**, 19944 (1992)
22. A.O.A.C. : *Official methods of analysis*. 15th ed., Association of official analytical chemists, p.789 (1990)
23. 보건사회부 : 식품공전, p.421 (1991)
24. Shibata, S., Tanaka, O., Ando, M., Tsushima, S. and Oshawa, T. : Chemical studies on oriental plants drugs (IV). *Chem. Pharm. Bull.*, **14**, 559 (1966)
25. 김영희 : 두릅나무 순의 saponin에 관한 연구. 호성여자대학교대학원 식품영양학과 박사학위논문 (1990)
26. Yoon, G. R. and Wroistad, R. E. : Investigation of Marion Blackberry, Strawberry and Plum fruit for the presence of saponins. *J. Agric. Food Chem.*, **32**, 691 (1984)
27. 위재준 : 인삼의 항산화 및 조혈활성 분획성분의 분리 및 동정. 서울대학교대학원 식품공학과 박사학위논문 (1989)

(1994년 11월 2일 접수)