

한국산 마지질의 분획 정량과 지방산조성

김용선 · 김상순 · 김철재 · 권중호*

숙명여자대학교 식품영양학과, *경북대학교 식품공학과

Quantitative Fractionation of Total Lipids and Their Fatty Acid Composition in Korean Yam Tubers.

Yong-Sun Kim, Sang-Soon Kim, Chul-Jai Kim and Joong-Ho Kwon*

Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

To investigate the lipid components of Korean yams (*Dioscorea batatas* and *Dioscorea aimadoimo*), silicic acid column, thin layer and gas chromatographies were applied. Total crude lipid contents in *D. batatas* and *D. aimadoimo* were 1.70% and 1.31%, and total purified lipid contents were 1.35% and 0.99% on a dry weight basis. Lipids were fractionated and quantitated by silicic acid column chromatography. The contents of neutral lipids, glycolipids and phospholipids were 43.33, 39.60 and 17.07% in *D. batatas* and 43.94, 34.74 and 21.32% in *D. aimadoimo*. Neutral lipids were the most abundant, in which triglycerides and sterol ester were found as the major components. Glycolipids were mainly composed of monogalactosyl and trigalactosyl diglycerides. Phosphatidyl choline and phosphatidyl ethanolamine were the major components of phospholipid. Fatty acids of the total lipids were mainly linoleic and palmitic acids. The fatty acid compositions of neutral lipids, glycolipids and phospholipids were the same tendency as that of total lipids. However, the content of linolenic acid in glycolipids was higher than in neutral lipids and phospholipids when fractionated.

Key words: yam, total lipids, neutral lipid, glycolipid, phospholipid, fatty acid

서 론

마는 *Dioscorea*에 속하는 다년생 덩굴초본으로 가식부는 뿌리가 원주상으로 비대한 괴근(塊根) 형태이며 생근의 내부는 백색, 외부는 다갈색으로 여러곳에 세모근 및 소공이 있다. 한편 마는 산약(山藥)이라 부르며 옛부터 한방에서 한약재로 주로 사용되어 왔으며⁽¹⁾ 최근에는 미국 등지에서 마전분을 이용하여 소화율이 높은 칼로리 공급원 또는 건강식품으로서 어린이와 병약자를 위한 제빵, 비스킷, 소오스, 스프 등의 원료로도 쓰이고 있다⁽²⁾.

한편 마의 식품가공시에 생기는 이취는 lipoxygenase가 지방산에 작용함으로써 발생하는 것으로 알려져 있으며⁽³⁾, 탈지함으로써 yam flour의 점도가 증가된다는 보고가 있다⁽⁴⁾. 또한 마를 25°C에서 수개월 저장하는 동안 지방산의 함량은 증가하나 지방산 조성에는 변화가 없었다고 하며⁽⁵⁾ 마품종에 따른 지방산 조성의 유의적인

차이는 발견할 수 없다는 보고⁽⁶⁾가 있다.

그러나 전분 식품의 이용 및 가공에 있어서 문제가 되는 것은 소량 함유되어 있는 지방질의 자동산화 즉, 불포화지방산의 산화에 의해 독특한 이취(off-flavor)가 발생하는 것으로 알려지고 있다⁽⁷⁻¹⁰⁾. 한편, 최근 마의 이용 및 가공이 점차 확대됨으로 yam flours/flakes 등의 저장중에 문제가 되는 이취등을 개선하여 보다 효율적인 마의 가공이용을 위하여 지질연구가 요구되나 우리나라는 다른 근채류에 비해 마의 구체적인 지질 연구가 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 재배되고 있는 긴마(*Dioscorea batatas*), 단마(*Dioscorea aimadoimo*) 2품종을 선택하여 지질을 중성지질, 당지질 및 인지질로 분획 정량한 후 그 성분을 각각 분리 정량하고 각획분의 지방산 조성을 분석하였다.

재료 및 실험방법

실험 재료

본 실험에서 사용한 긴마(*Dioscorea batatas*)는 경기도 이천산, 단마(*Dioscorea aimadoimo*)는 경상남도 진주산

Corresponding author: Chul-Jai Kim, Department of Food and Nutrition, College of Home Economics, Sookmyung Women's University, 53-12, Chungpa-dong 2 Ka, Yongsan-ku, Seoul 140-742, Korea

으로 1991년 1월에 구입하여 사용하였다. 구입한 마는 수세후 절단(thickness 2 mm)하여 동결건조(RLE-100L형, 共和, Japan)하였고 이를 분말화한 후 40 mesh(425 μm)의 체를 통과시킨 것을 지질의 추출시료로 사용하였다. 건조시료의 수분함량은 건마의 경우 5.3%, 단마의 경우 4.0%였다.

일반 성분 분석

생시료의 수분, 조지방, 조단백, 조회분은 A.O.A.C 표준방법⁽¹¹⁾으로 정량하였다.

총지질의 추출 및 정제

시료 분말의 총지질 추출 및 정제는 Folch법⁽¹²⁾에 따라 진행하였으며 함량은 중량법으로 정량하였다.

중성지질, 당지질 및 인지질의 분획 및 정량

추출 정제한 총지질을 Rouser 등⁽¹³⁾의 방법에 따라 silicic acid column chromatography(SCC)^(14,15)에 의하여 중성지질, 당지질 및 인지질로 각각 분획하였고 중량법에 의하여 정량하였다.

중성지질, 당지질 및 인지질의 분별 및 정량

SCC에 의하여 분리한 각 지질 획분을 thin layer chromatography(TLC)에 의하여 그의 조성을 분별 확인하였다. Silicagel 60 TLC plate(layer thickness 0.2 mm, 20×20 cm, Merck Co., Darmstadt, Germany)를 사용하였고 전개용매는 중성지질의 경우 petroleum ether-ethyl ether-acetic acid(80:20:1, v/v/v), 당지질과 인지질은 chloroform-methanol-water(65:25:4, v/v/v) 혼합용매를 이용하였으며 전개한 후 30% 황산용액으로 도포하여 탄화시킨 다음 표준품의 R_f값과 비교하여 동정하였다. 지질 표준품은 Nu Check Prep, Inc.(Elysian, MN, U.S.A.)의 표준품을 사용하였다. TLC에 의하여 분리 확인된 각 지질의 반점은 Shimadzu TLC scanner(dual wavelength, CS-910, Tokyo, Japan)에 의하여 상대함량을 계산하였으며 이때의 분석조건은 wavelength: 540 nm, scan speed: 5 mm/min 이었다.

지방산 분석

총지질과 SCC에 의해서 분획한 중성지질, 당지질 및 인지질은 Lepage와 Roy의 방법⁽¹⁶⁾에 의해 methylester

화한 후 gas chromatography(GC)에 의하여 분석하였다. 표준지방산의 methylester는 Alltech계(Deerfield, IL, U.S.A.)의 GLC용 시약을 사용하였다. GC기종은 Shimadzu GC-9A이고 stainless steel(3m×3 mm) column에 15% diethylene glycol succinate(DEGS)를 충전하여 사용하였고 column온도는 194℃, 검출기(FID)와 injection온도는 250℃, N₂ gas의 유속은 60 ml/min으로 행하였다.

통계처리

실험 data는 통계 package SAS를 이용하여 품종 간의 유의성 검정을 t-test로 실시하였다. 그리고 모든 처리는 5% 유의수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

일반 성분

시료의 일반 성분 조성은 Table 1과 같다. 즉, 수분과 탄수화물은 95% 이상을 차지하고 있으며 건마(*D. batatas*)와 단마(*D. aimadoimo*)의 수분과 회분함량은 서로 비슷한 수준을 나타냈고 조지방과 조단백 함량은 건마가 단마보다 유의적으로 높게 나타났다. 한편, 건마의 수분과 조회분은 김⁽¹⁷⁾의 보고와 유사하였다.

총지질의 함량

시료 분말의 총지질 및 정제 총지질의 함량을 정량한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 건마와 단마의 총지질 함량은 건조물에 대하여 각각 1.70%, 1.31%이며, 정제 총지질의 함량은 각각 1.35%, 0.99%로 건마가 단마보다 다소 높아 유의적인 차이를 보였다(p<0.05).

본 실험의 결과에서는 건마와 단마 간에 유의적인 차이는 있었으나 그 차이는 Osagie와 Opute⁽⁶⁾의 4가지 품종 즉, *D. alata*, *D. bulbifera*, *D. rotundata*, *D. cayensis*의 결과인 0.4~1.5%와 비교할 때 품종 간의 차이는 비교적 작았다.

중성지질, 당지질 및 인지질 함량

시료 분말에서 추출 정제한 총지질을 SCC에 의하여 중성지질, 당지질 및 인지질을 분획하여 정량한 결과는 Table 3과 같다. 즉, 건마의 총지질중에는 중성지질, 당지질 및 인지질이 각각 43.33%, 39.60%, 17.07%, 단마에는 각각 43.94%, 34.74%, 21.32%로 중성지질이 가장

Table 1. Proximate compositions of *D. batatas* and *D. aimadoimo*

Varieties	Component compositions(%) ¹⁾				
	Moisture	Carbohydrate	Lipid	Protein	Ash
<i>D. batatas</i>	77.78±1.26	17.81±1.32	0.26±0.01* ²⁾	2.96±0.07*	1.19±0.01
<i>D. aimadoimo</i>	77.36±1.27	18.97±1.28	0.23±0.03*	2.28±0.08*	1.16±0.03

¹⁾Values are based on the fresh weight and expressed as mean±SD for 4 replications.

²⁾Mean values are significantly different at the 5% level.

Table 2. Crude and purified lipids in *D. batatas* and *D. aimadoimo*

Varieties	Lipid content(%) ¹⁾	
	Crude	Purified
<i>D. batatas</i>	1.70 ± 0.07	1.35 ± 0.03
<i>D. aimadoimo</i>	1.31 ± 0.08	0.99 ± 0.08

¹⁾Values are based on the dry basis and expressed as mean ± SD for 4 replications.

Table 3. Contents of neutral lipid, glycolipid, and phospholipid from total lipids in *D. batatas* and *D. aimadoimo*

Varieties	Total lipids(%) ¹⁾		
	Neutral lipid	Glycolipid	Phospholipid
<i>D. batatas</i>	43.33 ± 0.59	39.60 ± 0.51 ²⁾	17.07 ± 0.07*
<i>D. aimadoimo</i>	43.94 ± 1.71	34.74 ± 1.12*	21.32 ± 0.63*

¹⁾Values are the percent of total lipids and expressed as mean ± SD for 4 replications.

²⁾Mean values are significantly different at the 5% level.

많았으며 그 다음으로는 당지질, 인지질 순으로 나타났다. 긴마와 단마의 경우, 중성지질에서는 유의적인 차이가 없었으나 당지질과 인지질에서는 유의적인 차이가 있었으며 당지질에서는 긴마가, 인지질에서는 단마가 양적으로 우수하였다. 한편, Walter와 Hansen⁽¹⁸⁾이 행한 고구마의 실험결과인 중성지질 42.1%, 당지질 30.8%, 인지질 27.1%라는 보고와 감자의 경우, 중성지질 21.0%, 당지질 31.6%, 인지질 47.4%라는 Galliard의 보고⁽¹⁹⁾ 및 중성지질 21.0%, 당지질 38.0%, 인지질 45.5%라는 Le-page의 보고⁽²⁰⁾와 비교해 볼때 마는 감자보다는 고구마와 상당히 비슷한 경향임을 알 수 있었다.

중성지질, 당지질 및 인지질의 조성

마의 중성지질을 TLC로 분리한 chromatogram은 Fig. 1과 같으며 이를 TLC scanner로 정량한 결과는 Table 4와 같다. 즉, TLC상에서 9가지 종류의 중성지질이 분별되었고 그 중 6가지는 동정할수 있었으나 3가지는 확인할 수 없었다. 긴마의 경우, 중성지질의 구성성분중 함량이 많은 것은 sterol ester와 triglyceride이었고 단마의 경우는 triglyceride의 함량이 가장 많고 그 다음은 sterol ester순이었다. 이와같이 sterol ester의 함량이 많은 것은 탄화수소(hydrocarbon)가 포함되어있기 때문일 것으로 추측된다. 즉, 마의 중성지질 조성은 품종간에 상이한 차이를 나타내었고 단마의 경우는 감자 중성지질의 triglyceride함량⁽²¹⁾과 매우 비슷한 경향을 보였다.

마의 당지질을 TLC로 분리한 chromatogram은 Fig. 2와 같으며 이를 TLC scanner로 정량한 결과는 Table 5와 같다. 즉, TLC상에 6가지 종류의 spot가 분별되었고 그 중에서 5가지는 확인할수 있었으나 한가지는 확인할

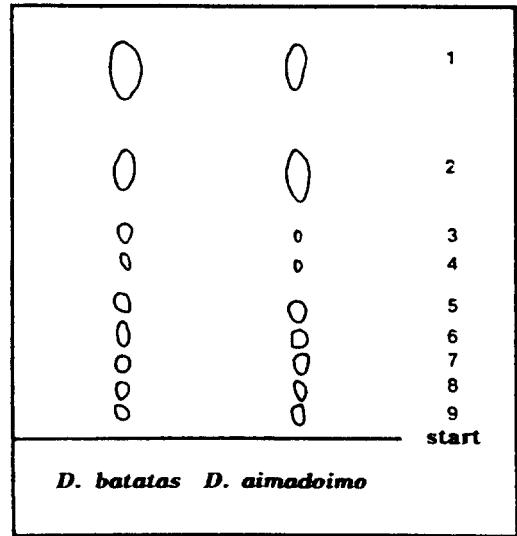


Fig. 1. Thin layer chromatogram of neutral lipid in yam varieties. The solvent system was petroleum ether-ethyl ether-acetic acid(80 : 20 : 1, v/v/v), and the compounds were detected by charring with 30% H₂SO₄.

The neutral lipid spots were identified as follows: 1, Sterol ester; 2, Triglyceride; 3, Unknown 1; 4, Unknown 2; 5, Free fatty acid; 6, 1,3-diglyceride; 7, Free sterol; 8, Unknown 3; 9, Monoglyceride.

Table 4. Composition of neutral lipid in *D. batatas* and *D. aimadoimo*

Lipid class	Component composition(%)	
	<i>D. batatas</i>	<i>D. aimadoimo</i>
Sterol ester	39.2	19.2
Triglyceride	33.8	65.0
Free fatty acid	5.4	3.1
1,3-Diglyceride	5.8	2.3
Free sterol	2.9	3.0
Monoglyceride	4.7	1.7
Unknown 1	0.6	0.2
Unknown 2	0.8	0.1
Unknown 3	6.8	5.4

수 없었다. 긴마의 경우, 당지질의 구성성분 중 함량이 많은 것은 trigalactosyl diglyceride, monogalactosyl diglyceride, digalactosyl diglyceride, esterified steryl glycoside, steryl glycoside순이었고 단마는 monogalactosyl diglyceride, trigalactosyl diglyceride, esterified steryl glycoside, digalactosyl diglyceride, steryl glycoside순으로 당지질의 구성은 품종간에 매우 상이하하였다.

마의 인지질을 TLC로 분리한 chromatogram은 Fig. 3과 같으며 이를 TLC scanner로 정량한 결과는 Table 6과 같다. 즉, 4종류의 인지질이 확인되었다. 긴마와 단마의 경우, phosphatidyl choline과 phosphatidyl ethano-

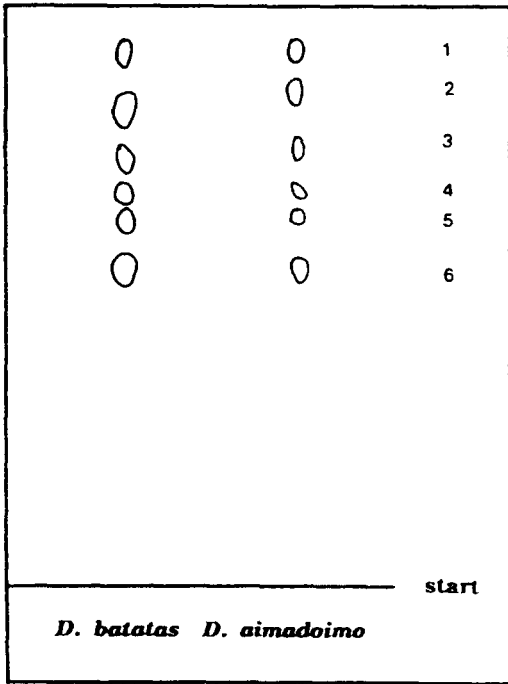


Fig. 2. Thin layer chromatogram of glycolipid in yam varieties. The solvent system was chloroform-methanol-water(65 : 25 : 4, v/v/v), and the compounds were detected by charring with 30% H₂SO₄.

The glycolipid spots were identified as follows:
 1, Esterified steryl glycoside; 2, Monogalactosyl diglyceride; 3, Unknown; 4, Steryl glycoside; 5, Digalactosyl diglyceride; 6, Trigalactosyl diglyceride.

Table 5. Composition of glycolipid in *D. batatas* and *D. aimadoimo*

Lipid class	Component composition(%)	
	<i>D. batatas</i>	<i>D. aimadoimo</i>
Esterified steryl glycoside	16.5	12.9
Monogalactosyl diglyceride	22.3	34.5
Steryl glycoside	4.7	5.0
Digalactosyl diglyceride	16.7	8.8
Trigalactosyl diglyceride	34.1	29.8
Unknown	5.7	9.0

lamine이 가장 높은 함량을 차지하였고 그 외에 phosphatidyl inositol, phosphatidyl glycerol이 함유되어 있다. 한편 감자의 실험결과⁽²¹⁾도 인지질의 주된 지질이 phosphatidyl choline, phosphatidyl ethanolamine으로 마와 비슷한 경향을 보였다.

지방산 조성

시료 분말에서 추출 정제한 총지질과 SCC에 의하여 분획한 중성지질, 당지질 및 인지질의 지방산 조성을

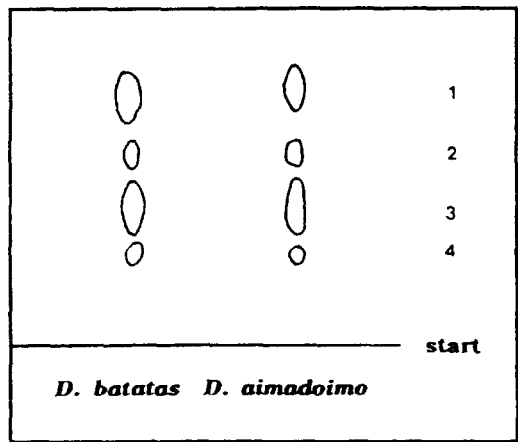


Fig. 3. Thin layer chromatogram of phospholipid in yam varieties. The solvent system was chloroform-methanol-water(65 : 25 : 4, v/v/v), and the compounds were detected by charring with 30% H₂SO₄.

The phospholipid spots were identified as follows:
 1, Phosphatidyl ethanolamine; 2, Phosphatidyl glycerol; 3, Phosphatidyl choline; 4, Phosphatidyl inositol.

Table 6. Composition of phospholipid in *D. batatas* and *D. aimadoimo*

Lipid class	Component composition(%)	
	<i>D. batatas</i>	<i>D. aimadoimo</i>
Phosphatidyl ethanolamine	45.3	31.7
Phosphatidyl glycerol	4.4	3.3
Phosphatidyl choline	43.4	58.3
Phosphatidyl inositol	6.9	6.7

GC에 의하여 분리 정량한 결과는 Table 7과 같다.

즉, 긴마, 단마에서 총지질의 지방산 조성은 모두 linoleic acid(각각 44.0%, 45.0%)가 가장 많은 부분을 차지하고 있었으며 palmitic acid(각각 26.2%, 30.1%), oleic acid, linolenic acid 등의 순이었다. 그리고 linoleic acid는 품종간에 서로 유사한 경향을 보였다.

한편, 중성지질의 지방산 조성은 총지질의 지방산 조성의 pattern과 거의 비슷하였으나 myristic acid와 stearic acid가 다른 분획지질에서 보다 다소 많았다. 또한 palmitic acid와 linoleic acid는 품종간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

그리고 당지질과 인지질의 지방산 조성은 총지질과 중성지질의 지방산 조성 pattern과 비슷하였으나 당지질의 지방산 조성은 품종간에 유의적인 차이를 보였으며 한편, 마의 당지질 중에서는 다른 분획지질에서 보다 linolenic acid가 다소 많은 것이 특이한 점이라 할 수 있다. 또한 인지질의 지방산 조성은 품종간에 유의적인 차이가 없으나 linoleic acid함량이 총지질과 다른 분획지질의 경우보다 다소 많았다. 이와 같은 결과는 Kouassi와 Dio-

Table 7. The fatty acid compositions of lipids in *D. batatas* and *D. aimadoimo*

Varieties	Fatty acid composition(%) ¹⁾										Saturated		Unsaturated	
	14:0	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	Others	(%)	(%)	(%)	(%)		
Total	0.5±0.12	26.2±1.39 ²⁾	2.8±0.08*	3.9±0.16*	10.5±0.24*	44.0±1.39	9.4±1.75*	2.7±1.91	30.6±1.20	66.7±1.28				
lipid	0.3±0.08	30.1±0.90*	3.0±0.14*	1.2±0.08*	11.8±0.33*	45.0±1.10	6.3±0.24*	2.3±0.37	31.6±0.91	66.1±1.15				
Neutral	2.3±0.29*	24.0±1.43	nd	6.9±0.24	14.6±0.82*	43.5±3.18	7.5±0.08*	1.2±4.44	33.2±1.39	65.6±2.45				
lipid	1.7±0.29*	24.2±3.29	4.9±0.37	6.0±1.70	11.1±2.04*	44.4±0.80	5.6±0.86*	2.1±1.77	31.9±3.36	66.0±2.05				
Glycolipid	nd	24.7±1.85*	1.7±0.08	4.3±0.22*	13.4±1.88*	36.1±2.14*	19.8±2.29*	nd	29.0±1.85*	71.0±1.85*				
<i>D. aimadoimo</i>	nd	31.2±2.91*	nd	2.3±0.54*	9.4±2.26*	40.5±2.14*	13.0±0.29*	3.6±2.17	33.5±2.55*	62.9±0.57*				
Phospholipid	0.2±0.13	29.6±0.31	1.9±0.87	2.1±0.74*	9.6±0.49*	50.2±3.15	4.7±0.79*	1.7±0.57	31.9±1.13	66.4±1.14				
<i>D. aimadoimo</i>	nd	30.3±1.00	nd	0.7±0.05*	10.4±0.03*	51.3±1.08	3.5±0.29*	3.8±0.88	31.0±0.13	65.2±0.90				

¹⁾Values are expressed as mean±SD for 4 replications.²⁾Mean values are significantly different at the 5% level.³⁾Not detected.

poh⁽⁵⁾, Osagie와 Opute⁽⁶⁾의 결과와 같은 경향을 보여주었다.

결과적으로 마의 불포화지방산의 함량이 포화지방산의 함량보다 훨씬 많았으며 불포화지방산의 산화로 인한 이취발생 등 나쁜 영향을 미치는 것으로 생각되므로 가공 및 이용에 있어서 불포화지방산의 산화를 방지하도록 해야 할 것이다.

요 약

한국산 마(긴마, 단마)에서 총지질을 추출하고 이의 각종 구성 지질을 SCC(silicic acid column chromatography)에 의해 분획 정량하고, 이들의 조성을 TLC에 의해 분별한 후 각 획분의 지방산 조성을 GC에 의하여 분석하였다. 마의 건조물 중 총지질의 함량을 보면, 긴마, 단마는 각각 1.70%, 1.31%이었고 정제 총지질은 각각 1.35%, 0.99%였다. 또한 정제 총지질을 SCC로 중성지질, 당지질 및 인지질로 분획 정량한 결과, 긴마는 각각 43.33%, 39.60%, 17.07%, 단마는 각각 43.94%, 34.74%, 21.32%로 중성지질이 가장 많았다. 마의 중성지질을 구성하는 주요성분은 triglyceride와 sterol ester이며 당지질의 구성성분은 monogalactosyl diglyceride, trigalactosyl diglyceride이었다. 그리고 인지질의 주요 구성성분은 phosphatidyl choline, phosphatidyl ethanolamine이었다. 총지질을 구성하는 주된 지방산을 보면, 마는 linoleic acid와 palmitic acid가 가장 많은 부분을 차지하였고 또한, 총지질 중의 중성지질, 당지질 및 인지질을 구성하는 주된 지방산 조성은 총지질을 구성하는 지방산 조성의 pattern과 거의 같았으며, 다만 당지질 경우 linolenic acid가 중성 및 인지질에서 보다는 구성성분으로 다소 많았다.

문 헌

1. 김정수: 본초학. 원광대학교 한의과대학 본초학 교실. 진명출판사, 서울 (1975)
2. Ciacco, C.F. and D'appolonia, B.L.: Characterization of starches from various tubers and their use in bread-baking. *Cereal Chem.*, **54**, 1096 (1977)
3. Galliard, T.: Recent Advances in the Chemistry and Biochemistry Plant Lipids. *Academic Press*, London, Chapter 11 (1975)
4. Osagie, A.U., Mologohome, A.O. and Opute, F.I.: Effect of extractable lipid on the viscosity characteristics of yam tuber flours. *J. Food Sci.*, **47**, 1378 (1982)
5. Kouassi, B. and Diopoh, J.: Total amino acids and

- fatty acids composition of yam(*Dioscorea*) tubers and their evolution during storage. *J. Sci. Food Agric.*, **42**, 273 (1988)
6. Osagie, A.U. and Opute, F.I.: Composition of lipids in *Dioscorea* tubers. *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 993 (1982)
7. Highlands, M.E., Licciardello, J.J. and Herb, S.F.: Observations on the lipid constituents of white potatoes. *Am. Potato J.*, **31**, 353 (1953)
8. Buttery, R.G., Hendel, C.E. and Boggs, M.M.: Autoxidation of potato granules: Changes in fatty acids. *J. Agric. Food Chem.*, **9**, 245 (1961)
9. Buttery, R.G.: Autoxidation of potato granules: Formation of carbonyls and hydrocarbons. *J. Agric. Food Chem.*, **9**, 248 (1961)
10. Kinsella, J.E.: Food lipids and fatty acids: Importance in food quality, nutrition, and health. *Food Technol.*, **42**(10), 124 (1988)
11. A.O.A.C.: *Official Method of Analysis, 14th ed.*, Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A. (1984)
12. Folch, J., Lees, M. and Sloanestany, G.H.: A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957)
13. Rouser, G., Krilchersky, G., Simon, G. and Nelson, G.J.: Quantitative analysis of brain and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and acetone for elution of glycolipids. *Lipids*, **2**, 37 (1967)
14. Hirsch, J. and Ahrens, Jr. E.H.: The separation of complex lipid mixtures by the use of silicic acid chromatography. *J. Biol. Chem.*, **233**, 311 (1958)
15. Katz, M.A. and Dawson, L.E.: A pressure control valve as an aid in column chromatography. *J. Chromato.*, **18**, 589 (1965)
16. Lepage, G. and Roy, C.C.: Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. *J. Lipid Res.*, **27**, 114 (1986)
17. 김화선: 한국산 마 전분의 이화학적 특성. 숙명여자대학교 대학원 (1990)
18. Walter, W.M., Hansen, A.P.: Lipids of cured centennial sweet potatoes. *J. Food Sci.*, **36**, 795 (1971)
19. Galliard, T.: Aspects of lipid metabolism in higher plants. 1. Identification and quantitative determination of the lipids in potato tubers. *Phytochemistry.*, **7**, 1907 (1968)
20. Lepage, M.: The lipid components of white potato tubers. *Lipids*, **3**, 477 (1968)
21. 이상영: 감자의 지방질 성분에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사학위 논문 (1977)

(1994년 12월 31일 접수)