

## 조, 기장, 수수의 지방질과 지방산 조성

소한섭 · 이삼빈 · 하영득\*

계명대학교 식품가공학과

### Total Lipid Content and Fatty Acid Composition in *Setaria italica*, *Panicum miliaceum* and *Sorghum bicolor*

Han-Sup Soh, Sam-Pin Lee and Young-Duck Ha\*

Department of Food Science & Technology, Keimyung University, Daegu 704-710, Korea

#### Abstract

Fatty acid compositions of *Setaria italica*, *Panicum miliaceum* and *Sorghum bicolor* were determined with total lipids extracted. Total lipid content of *Setaria italica*, *Panicum miliaceum* and *Sorghum bicolor* were 3.9%(w/w), 2.7%(w/w) and 2.3%(w/w), respectively. Total lipids were fractionated into neutral lipids, glycolipids and phospholipids by the silicic acid column chromatography. Neutral lipids were the most abundant component. Among fatty acids separated by GC, linoleic acid was determined as a major fraction in *Setaria italica*, *Panicum miliaceum* and *Sorghum bicolor*. Palmitic acid and oleic acid were also separated as second major components. In *Setaria italica*, behenic acid was separated from the phospholipid fraction and myristic acid from the neutral lipid fraction. Linolenic acid was not detected in all the samples.

Key words: *Setaria italica*, *Panicum miliaceum*, *Sorghum bicolor*, fatty acids.

#### I. 서론

조(*Setaria italica*/Italian millet)는 화본과 1년초의 식물로 원산지는 동부아시아이다. 고대부터 재배되어 중국에서는 B.C 2700년에 이미 오곡의 하나였으며, 우리 나라에서도 옛날부터 구황작물로 중요시되어 왔고, 친근성으로 내한성이 강하여 가뭄을 타기 쉬운 산간지대에서는 밭벼 대신 재배되었다.

기장(*Panicum miliaceum*/common millet)은 화본과 1년초의 재배식물로서 원종은 명확하지 않으나 동부

아시아 및 그보다 약간 중앙아시아에 가까운 지역까지 포함한 대륙성 기후의 온대지역에서 유목민에 의해 재배되었을 것이라는 견해가 유력하다. 열매는 익으면 떨어지기 쉽고 도정하면 조와 비슷하나 조보다 는 굵다. 엽초에는 흰털이 밀생하는 것이 특징이다. 현재는 산간의 개간지 등에서만 재배되기 때문에 중요성이 낮다<sup>1)</sup>.

수수(*Sorghum bicolor*/Sorghum)는 화본과 1년초이며 원산지는 동아시아에서 중앙아시아에 걸친 대륙성 기후의 온대지방으로 추정된다. 내건성이 극히 강한 작물로, 이는 뿌리의 발달이 왕성하고 심근성이

있으며 요구량이 적고, 잎과 줄기에 각질이 잘 발달되어, 수분증산을 억제 조절하기 때문이다. 신석기 시대부터 아시아와 유럽 일대에서 재배되었고, 중국에서는 오곡의 하나로서 고대에는 중요한 작물로 취급되었다. 한국에는 중국을 거쳐 전해졌으며, 오랜 옛날부터 재배되어온 것으로 추정된다. 현재의 수수 재배상황은 북한 지역이 비교적 재배면적이 넓으며 남한에는 강원 및 경기에서 일부 재배되고 있다.

위의 곡식 모두 예전엔 중요한 오곡의 하나이거나 구황작물의 하나였으나 현재는 수확량이 적고 주식으로 이용하기 부적합하여 제한적으로 재배되고 주식보다는 별식이나 주식의 혼반용으로 이용되고 있다. 그러나 이들 곡류의 조성에 관한 체계적인 연구와 이들을 이용한 다양한 가공 식품의 개발을 통하여 수요를 증가시킴으로서 재배 농가 및 지역 경제에도 크게 도움을 줄 수 있으리라 생각된다. 조, 기장, 수수 등 구황작물의 조성과 활용에 관한 연구는 지금까지 극히 제한적이라 할 수 있다. 그러므로 이들 식품의 보급과 활용에 도움을 주고자 성분분석의 일환으로 단백질 특성 연구<sup>2)</sup>에 이어 본 실험을 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재 료

본 연구에 사용한 곡류는 각각 차조(1998년산 제주도), 기장(1998년산 예천), 수수(1998년산 영천)로서 가공된 것을 사용하였다.

각 시료는 마쇄기를 이용하여 분말화한 후 40mesh로 체질하여 밀봉 용기에 담아 냉장실에 보관하면서 분석 시료로 사용하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 총 지질 함량

분말형 시료 각 10g을 chloroform:methanol(2:1,v/v) 혼합용매로 Bligh와 Dyer<sup>4,8)</sup>의 방법에 따라 총지질을 추출하였고 함량은 중량법으로 정량하였다.

시료에 대해 10배의 chloroform-methanol용매를 넣고, magnetic stir로 저어주면서 12시간 동안 shaking 한 후 정치하여, 여과지로 잔사를 여과하고 액을 모

아둔다. 잔사에 다시 추출용매를 가하고 같은 방법으로 2회 더 반복한 후 여과한 액을 모았다. 3번을 더 풀이한 액을 모아 회전진공 농축기(rotary vacuum evaporator)로 농축하여 용매를 제거하고 총지질함량을 구하였다.

농축한 시료는 냉장고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다.

#### 2) 중성지질, 인지질, 당지질의 분리 및 정량

농축한 시료를 Rouser방법<sup>3,9)</sup>에 의해 silicic acid column chromatography (SACC)을 이용하여 중성지질, 당지질, 인지질로 분리한 후 각 분획을 중량법으로 정량하였다.

100~200mesh silicic acid(Sigma Chemical Co. U.S.A)를 증류수로 씻어서 콜로이드성 미립자를 제거하고, methanol로 다시 씻어 110°C dry oven에서 24시간 활성화 시켰다. 활성화된 silicic acid 10g을 달아 40ml의 chloroform으로 slurry를 만들어 기포가 혼입되지 않도록 glass column(i.d. 20mm×40cm)에 채우고 chloroform을 조금씩 흘러 내리면서 세척하고, silicic acid가 공기와 접촉하지 않도록 1cm 정도 용매가 차 있도록 조절해 두었다.

각 시료 200mg을 5ml 정도의 chloroform에 녹이고 glass column에 주입한 후 분당 1ml의 속도로 용매가 흘러나오도록 조절하면서 chloroform 100ml, acetone 200ml, methanol 100ml로 각각 용리하여 중성지질, 당지질, 인지질로 분획하였다.

분획한 각각의 시료액은 40°C에서 회전 진공 농축기로 용매를 제거하고 수분을 날린 후 중량법에 의해 이들의 함량을 각각 계산하였다.

#### 3) 지방산 분석

각 시료(조, 기장, 수수)에서 분리한 중성지질, 당지질, 인지질 분획의 지방산 조성은 gas-chromatography(G.C)에 의해 분리 정량하였다.

먼저 준비된 9개의 시료(각 시료당 3가지) 분획에서 각각 50mg을 분취하여 10ml용 시험관에 넣고 1ml의 13% BF<sub>3</sub>-methanol을 시료에 가한 후 80°C 항온수조에서 환류냉각기를 설치하고 5분간 가열하여

**Table 1.** Instrument and operating conditions for gas-chromatography

Instrument	DONAM SYSTEMS 6200
Detector	Flame Ionizations Detector
Column	5% DEGS-PS glass column
Column temp.	190°C
Injector temp.	210°C
Detector temp.	250°C
Carrier gas and flow-rate	N <sub>2</sub> 30ml/min
Sample size	4 µl
Air flow	330ml/min
Hydrogen flow	30ml/min

methylester화<sup>5,10,11</sup> 시켰다.

Ester화한 시험관에 NaCl포화수용액 3ml를 가하여 남은 BF<sub>3</sub>를 중화시킨 후, hexane 3ml를 부어 잘 흔들어준다.

Hexane층에 무수황산나트륨을 가하여 나머지 수분을 제거한 후 GC용 분석시료로 사용하였다. 사용한 G.C의 분석 조건은 Table 1.과 같다.

지방산 methylester의 표준품은 Sigma Chemical Co. (U.S.A)의 제품을 사용하였고, 표준지방산들의 retention time과 비교하여 시료의 각 구성 지방산을 동정하였다. 각 구성지방산의 함량은 총 봉우리의 면적 합산치에 대한 상대적 백분율로 구성 지방산의 함량을 표시하였다. 표준지방산의 methylester의 농도는 chloroform ml당 10mg의 용액을 10,000ppm의 농도가 되게 희석하여 사용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 총지질 함량

Chloroform-methanol(2:1)용매로 추출한 총지질의 양은 각 시료 10g에 대하여 조, 기장, 수수가 각각 0.389g, 0.270g, 0.233g으로 정량되어 조가 3.9%, 기장 2.69%, 수수 2.33%로 나타났다.

#### 2. 중성지질, 당지질, 및 인지질의 분리 정량

조, 기장, 수수 3가지 곡류의 중성지질, 당지질, 인지질의 분리정량 결과는 Table 2와 같다. 중성지질, 당지질 및 인지질 중의 각 지방산 함량은 크로마토

**Table 2.** Content of neutral lipids, glycolipids and phospholipids in *Setaria italica*, *Panicum miliaceum* and *Sorghum bicolor* (unit:%)

Lipid fractions	<i>Setaria italica</i>	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Sorghum bicolor</i>
Neutrallipid	72.43	69.22	77.39
Glycolipid	18.81	21.14	16.06
Phospholipid	8.76	9.64	6.55

그램상의 총 지방산에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

중성 지질의 양이 총지질의 70~80%로 가장 많았으며, 다음이 당지질, 인지질 순이었다. 중성지질은 수수가 77.39%로 가장 많았고, 다음으로 조 72.43%이었으며, 기장 69.22%로 가장 적었다. 당지질은 기장이 21.14% 정도로 가장 많았고, 조 18.81%, 수수 16.06%로 세 시료중 가장 적은 양을 나타내었다. 인지질은 기장이 9.64%로 가장 많았으며, 조 8.76%, 수수 6.55%로 나타났다.

실험결과 조, 수수, 기장은 현미나 쌀보다는 중성지질 함량은 적었고, 당지질 인지질의 양은 많았다.

#### 3. 지방산 조성

조, 기장, 수수의 각 지방질의 지방산 조성에 대한 gas chromatogram 동정은 Table 3, 4, 5와 Fig. 1~3에서 보는 바와 같다.

각 지방질의 지방산 조성을 보면 16:0, 18:1, 18:2 지방산이 대부분을 차지하고, 그외에 14:0, 18:0, 20:0, 22:0가 적은 양 들어있었다.

##### 1) 조의 지방산 조성

조로부터 분리한 각 지질분획의 지방산 조성은 Table 3에 나타내었고, GC에 의한 분리정량은 Fig. 1에 나타내었다.

중성지질은 linoleic acid가 57.32%로 가장 많았고, 그밖에 palmitic acid와 oleic acid가 각각 23.26%와 12.8%, stearic acid와 arachidic acid가 각각 4.47%와 2.15%로 검출되었고 myristic acid는 극히 소량 들어 있는 것으로 나타났다.

당지질은 중성지질과 비슷한 조성을 보였으나 arachidic acid의 peak가 동정되지 않았고, linoleic acid

Table 3. Fatty acid compositions in *Setaria italica*

(unit : %)

	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	22:0
Neutrallipid	0.00015	23.26	4.47	12.80	57.32	-	2.15	-
Glycolipid	-	17.09	2.49	17.42	63.00	-	-	-
Phospholipid	-	7.80	4.56	61.63	13.24	-	-	12.77

Table 4. Fatty acid composition in *Panicum miliaceum*

(unit : %)

	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	22:0
Neutrallipid	-	18.04	1.24	34.41	46.32	-	-	-
Glycolipid	-	15.04	4.46	23.30	55.96	-	1.24	-
Phospholipid	-	14.05	2.97	11.39	68.12	-	-	3.02

Table 5. Fatty acid composition in *Sorghum bicolor*

(unit : %)

	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0
Neutrallipid	-	20.10	1.32	39.63	38.95	-	-
Glycolipid	-	24.64	1.52	30.62	41.91	-	1.31
Phospholipid	-	18.73	2.58	21.55	55.22	-	1.92

와 oleic acid의 함량은 약간 많은 반면에, palmitic acid와 stearic acid는 조금 적었다.

인지질의 주 지방산은 oleic acid로서 61.63%였으며, 중성지질과 당지질에 비하여 훨씬 높은 함량을 보였고, linoleic acid는 13.24%로서 상대적으로 적은 양을 나타내었다. behenic acid가 12.77%의 많은 양으로 함유된 것이 특징적이었다.

## 2) 기장의 지방산 조성

각 분획별 지방산 조성은 Table 4와 같고 GC에 의한 분리정량은 Fig. 2에 나타내었다.

기장의 각 분획별 지방산 조성은 조와 마찬가지로 palmitic acid, oleic acid, linoleic acid가 대부분을 차지하고 소량의 stearic acid, arachidic acid 및 behenic acid가 함유되어 있었다.

중성지질에서의 지방산 조성은 조와 유사하게 linoleic acid의 양이 46.32%로 가장 많았고, oleic acid가 34.41%로 그 다음 순이었다.

Stearic acid의 비율은 조와 유사한 경향이었지만, 조에서보다도 더 적은 양으로 동정되었다.

기장의 인지질에서는 linoleic acid가 68.12%로 특

히 많고, 그 밖의 지방산으로는 palmitic acid 14.05%, oleic acid 11.39% 및 stearic acid 2.97% 순이었다. 조의 인지질과 비교해서 훨씬 적은 양이긴 하나 기장의 인지질에서도 behenic acid가 3.02%로 뚜렷이 검출되었다. 또 arachidic acid가 당지질에서 1.24% 발견되었다.

## 3) 수수의 지방산 조성

수수의 지방산 조성은 Table 5와 같으며, GC에 의한 분리정량은 Fig. 3과 같다.

수수의 지방산 조성은 palmitic acid, oleic acid 및 linoleic acid가 대부분을 차지하고 stearic acid와 arachidic acid는 적은 양으로 나타났다.

중성지질의 지방산은 oleic acid와 linoleic acid가 각각 39.63%, 38.95%로 비슷한 양으로 함유되어 있고, 그 다음으로 palmitic acid가 20.1%를 차지했다.

당지질의 지방산 조성은 중성지질과 유사한 경향이었으나 palmitic acid와 linoleic acid 함량이 약간 높은 반면, oleic acid의 함량은 중성지질에서 보다 낮았다. 또한 arachidic acid도 1.31% 검출되었다.

인지질의 지방산 조성은 linoleic acid의 함량이

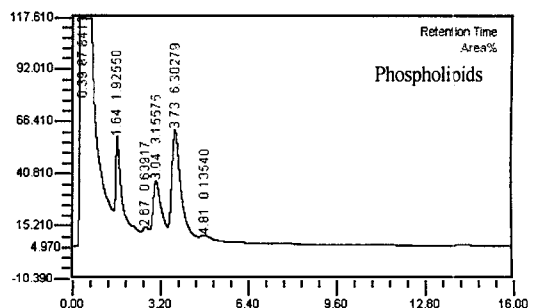
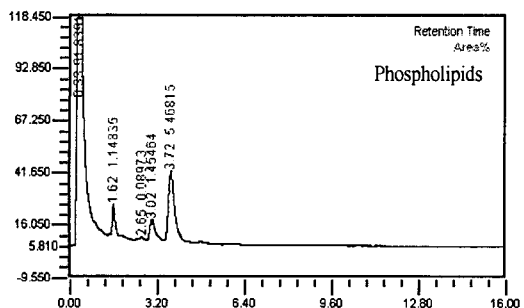
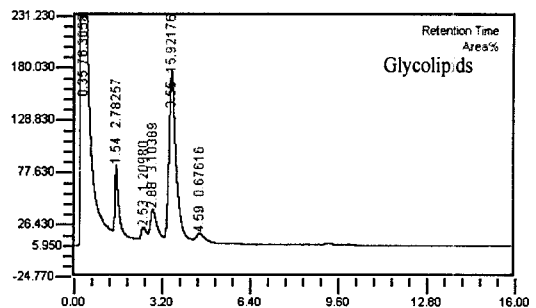
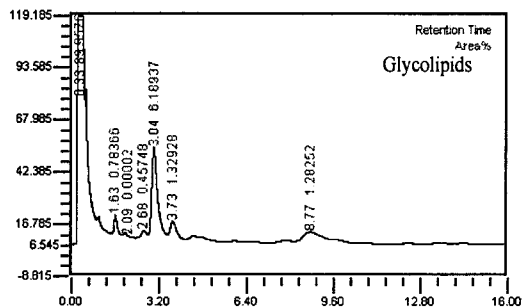
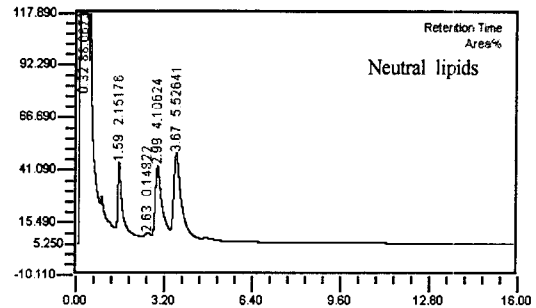
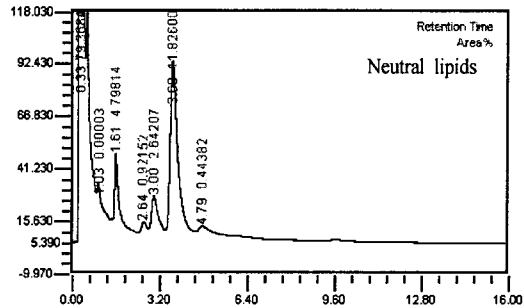


Fig. 1. Fatty acid composition of *Setaria italica*.

Fig. 2. Fatty acid composition of *Setaria italica*.

55.22%로 가장 많았고, 그 다음으로 oleic acid와 palmitic acid가 각각 21.55% 및 18.73%로 나타났다. linoleic acid의 양은 중성지질과 당지질에 비해 많았고, oleic acid는 적은 양이었다. 또 arachidic acid는 당지질에서 보다 약간 많은 1.92%가 검출되었다.

IV. 요약

시료로부터 chloroform-methanol(2:1/v:v)혼합용매로 추출하여 얻은 조, 기장, 수수의 총지질 함량은 각각

3.9%, 2.7% 및 2.3%였다.

추출한 총지질을 silicic acid column을 이용하여 중성지질, 당지질, 인지질로 분획하고 그 함량을 구한 결과 총지질에서 중성지질, 당지질, 인지질의 함량은 조에서 72.4%, 18.8% 및 8.8%였고, 기장은 69.2%, 21.1% 및 9.6%였으며, 수수는 77.4%, 16.1% 및 6.6%였다.

모든 시료에서 중성지질이 가장 많은 양을 함유하고 있었으며, 각 지방질의 지방산을 GC로 분석한 결과, 모든 시료에서 가장 많은 지방산은 linoleic acid

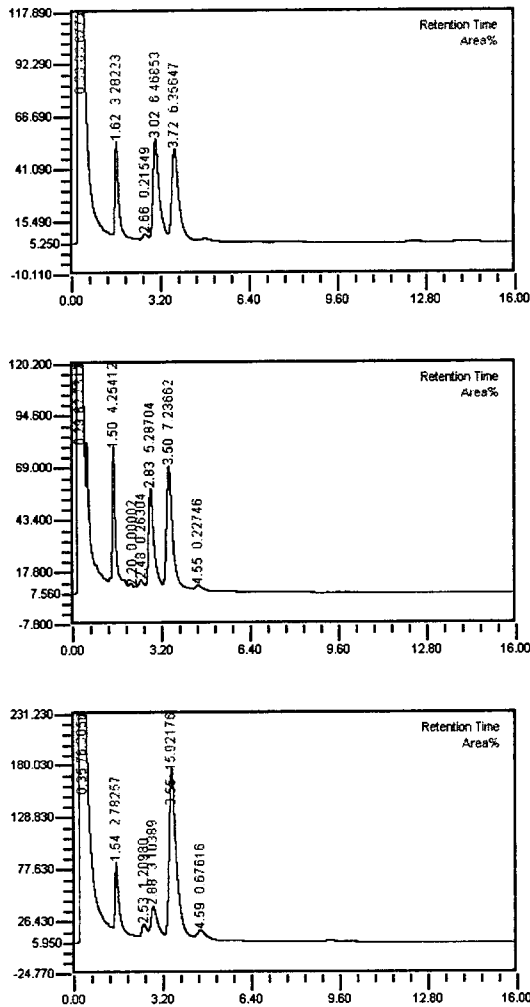


Fig. 3. Fatty acid composition of *Sorghum bicolor*.

였고, oleic acid와 palmitic acid가 그 다음으로 많은 양을 나타내었다. 조의 인지질에서 behenic acid가 12.77%로 상당한 양이 검출된 것과 중성지질에서 극히 소량이지만 myristic acid가 검출된 것이 특징적이다. Linolenic acid는 모든 시료에서 검출되지 않았다.

## V. 문헌

1. 정진해 : 식용작물, 부민문화사, 342-359, 1997.

2. 하영득, 이삼빈 : 조, 수수 및 기장의 단백질 특성, 농산물저장유통학회지, 8, 189-192, 2001.
3. 신효선, 이종용 : 멥쌀과 찰쌀중의 지방질 함량 및 중성지질의 조성에 관한 비교, 한국식품과학회지, 18, 137, 1986.
4. 이희자 : 현미와 백미의 식이섬유 및 지질성분에 관한 연구. 연세대학교 대학원 박사학위 논문, 1998.
5. 이희자, 이현주, 변시명, 김형수 : 현미와 백미의 지질함량 및 중성지질의 조성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 20, 585-592, 1988.
6. Hahn, L. D., Rooney, L. W. and Earp, C. F. : Tannis and polyphenols of sorghum, Cereal Foods World, 29, 776-779, 1984.
7. Ha, T. Y., Cho, I. J. and Nam, Y. J. : Screening of inhibitory activity against oxidative stresses from several agricultural products. The 57th annual meeting of the Korean Society of Food Science and Technology, Seoul, Korea, 1996.
8. Bligh, E. G. and Dyer, W. J. : A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. J. Biochem. Physiol., 37, 911, 1959.
9. Rouser, G., Kritchevsky, G., Simon, G. and Nelson, G. J. : Quantitative analysis of bran and spinach leaf lipids employing silicic acid column Chromatography and acetone for elution of glycolipids, Lipids, 2, 37, 1967.
10. Morrison, W. R. and Smith, L. M. : Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol, J. Lipid Res., 5, 600, 1964.
11. Metcalf, L. D., Schmitz, A. A., and Pelha, J. R. : Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis, Anal. Chem., 38, 514-517, 1966.