

일반계 및 다수계 미강유의 극성지방질 조성

권경순 · 최광수* · 김현구**†

군산전문대학 식품영양과
*영남대학교 식품가공학과
**한국식품개발연구원

Comparative Studies on the Composition of Polar Lipids in Japonica and Indica Rice Bran Oils

Kyoung-Soohn Kwon, Kwang-Soo Choi* and Hyun-Ku Kim**†

Dept. of Food and Nutrition, Kun-san Junior College, Kunsan 573-110, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea

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

Abstract

This study was carried out to determine the composition of glycolipids and phospholipids in Japonica and Indica rice bran oils. The ratio of glycolipids and phospholipids was 4.1 : 6.5% in Japonica rice bran oils and 2.6 : 3.7% in Indica rice bran oils. Polar lipid content was significantly higher in Japonica rice bran oils. The main components of glycolipids were esterified steryl glycoside, monogalactosyl diglyceride, steryl glycoside, cerebroside and digalactosyl diglyceride. The content of esterified steryl glycoside was the highest, resulting in 48.8~52.1% of total glycolipids. Phospholipids in rice bran oils consisted of diphosphatidyl glycerol, phosphatidyl ethanolamines, phosphatidyl inositol, phosphatidyl serines, phosphatidyl choline and lysophosphotidyl choline. Major fatty acids of the glycolipids and phospholipids fractions were oleic, linoleic and palmitic acids in Japonica and Indica rice bran oils.

Key words: Japonica & Indica rice bran oils, glycolipids, phospholipids

서 론

수도작의 부산물로 도정 중에 생산되는 부산물인 미강은 7~8%로써 이것은 14~18%(1)의 지방질을 함유하고 있으므로 여기에서 얻을 수 있는 미강유는 적극적인 국내 생산 식용유의 자원개발이라는 점에서 중요한 의미를 지니고 있다. 따라서 미강유의 지방질 성분에 대하여는 많은 보문이 보고되고 있다. 즉 Fujino (2)는 벼 품종에 따른 미강유의 지방질 함량, 극성 및 비극성 지방질 함량과 그 조성 그리고 지방산 조성을 체계적으로 분석하였다. 특히 극성 지방질 중 당지방질로는 esterified steryl glycosides, monogalactosyl diglycerides, steryl glycosides, cerebrosides 및 digalactosyl diglycerides 등이 분리동정되었고, 인지지방질로는 diphosphatidyl glycerols, phosphatidyl serines

및 phosphatidyl cholines 등을 분리동정하였다고 보고하였다(2). 그리고 미강유 중의 sterol계에는 콜레스테롤의 억제작용이 있다는 보고와 더불어 탄화수소로서 squalene, isoparaffin계 탄화수소, 환상탄화수소 등이 함유되어 있는 것으로 보고되었다(3). 또한 미강유 중의 토코페롤은 생리활성이 강한 α 형이 35~40%로 많이 들어 있으며, 탈취 중 scum유 중에도 3~5% 함유되어 있는 것으로 보고되었다(4). 한편, 미강유의 oryzanol은 ferulic acid와 여러 종류의 triterpene alcohol의 ester라는 것이 판명되었고 그 함량은 1.5~2.9%라고 보고되었으며(5) 이 oryzanol은 인체의 건강증진에 유효하고 항산화작용이나 방미, 방부작용도 있기 때문에 약품으로서 또 건강식품이나 천연식품 첨가물로서 큰 관심을 모으고 있다. 한편 국내에는 일반계 미강의 지방질 함량(6)과 지방산 조성(7)에 대한 분석보고와 미강

† To whom all correspondence should be addressed

유로부터 oryzanol을 효율적으로 회수시키는 방법(8)에 대한 보고 등이 있으나 일반계 및 다수계 미강의 지방질에 대한 비교연구는 찾아보기 어렵다. 따라서 본 연구는 일반계 및 다수계 미강의 당지방질 및 인지지방질의 함량과 조성, 지방산 조성 등을 체계적으로 분석하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 미강은 전북 농촌진흥원에서 재배 수확한 일반계 벼(Japonica paddy) 중 낙동 및 소백 2품종과 다수계 벼(Indica paddy) 중 삼강 및 용문 2품종을 선정하였다. 선정된 4품종의 벼는 원통형 마찰식 도정기계를 이용해서 얻은 미강으로서 20mesh의 체를 통과한 것을 폴리에틸렌 주머니(polyethylene pouch)에 포장한 후 냉동고에 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다.

총 지방질의 추출 및 정제

시료 중의 지방질은 Bligh와 Dyer(9)의 방법에 따라 추출하였다. 즉, 미강 5g(수분 함량 14%)을 chloroform/methanol/water(1 : 2 : 0.8, v/v/v; 물 0.8은 시료내의 수분 함량을 포함함)의 혼합용매 50ml로 Waring blender에서 2분간 마쇄한 후 클로로포름 50ml를 첨가하여 5분간 마쇄한 다음 증류수 50ml를 넣어 다시 3분간 마쇄하였다. 이 마쇄액을 Whatman No 1. filter paper로 거른 후 40°C에서 회전식증발기로 농축하여 조지방질을 얻었다. 이 조지방질은 Sephadex G-25(fine form, 20~80, Pharmacia Fine Chemicals Co., Sweden)로 충전한 유리관(1cm I.D.×15cm)을 통과시켜 정제하였다(10). 정제한 지방질은 클로로포름 3ml에 녹여 질소가스로 충전한 후 냉동고(-20°C)에 보관하면서 모든 지방질의 분석시료로 사용하였다.

극성 지방질의 분리 및 정량

정제한 지방질을 Rouser 등(11)의 방법으로 실리산관 크로마토그래피(silicic acid column chromatography, SACC)에 의하여 중성, 당 및 인지지방질을 각각 분리하였다. 즉, 실리산(silicic acid, Bio-Rad HA-325 mesh, Bio-Rad, Richmond, USA) 15g을 감압 플라스크에 담아 chloroform을 가하고 감압하여 공기를 제거한 다음, 직경 20cm의 유리관에 충전하고, 시료 지방질 0.3g을 약 3ml의 클로로포름에 녹여 주입한 후 질소가

스로 1분 동안에 약 3ml의 용매가 흘러내리도록 압력을 조절하면서, 클로로포름, 아세톤 및 메탄올로 각각 용리하여 중성, 당 및 인지지방질을 각각 분리하였다. 이들 각 지방질 획분 중의 용매는 회전식증발기로 제거한 후 증량법에 의하여 이들의 함량을 각각 계산하였다.

극성 지방질의 분별 및 정량

SACC에 의하여 분리한 당 및 인지지방질의 획분을 얇은 막 크로마토그래피(TLC)에 의하여 그의 조성을 분별 확인하였다. 즉, 당지방질 획분을 silica gel H(E. Merk, Germany)로 0.50mm의 얇은 막을 입힌 유리판에 spotting한 후 chloroform/methanol/water(75 : 25 : 4, v/v/v)의 전기용매(12)로 전개하고 40% 황산으로 도포하여 탄화시킨 다음 표준 당 지방질의 R_f 값과 비교하고, 또 당지방질의 확인을 위하여 α -naphthol 시약(13)을 도포하였다. 표준 당지방질로는 esterified steryl glycoside(ESG), steryl glycoside(SG) 및 monogalactosyl diglycerides(MGDG), digalactosyl diglycerides(DGDG), cerebroside(CB) 및 sulfolipids(SL)(Supelco Co., USA)를 사용하였다.

인지지방질은 당지방질 때와 동일한 흡착제로 얇은 막을 만들어 chloroform/methanol/water/28% ammonia water(75 : 30 : 0.5 : 4, v/v/v/v)의 전개용매(12,13)로 전개하고 40% 황산으로 도포하여 탄화시킨 다음, 표준지방질의 R_f 값과 비교하고, 또 인지지방질의 확인을 위하여 Dittmer 시약(14)을 도포하였다. 표준 인지지방질로는 phosphatidyl choline(PC), phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidyl serines(PS), phosphatidyl inositol(PI), phosphatidyl glycerols(PG), diphosphatidyl glycerols(DPG) 및 lysophosphatidyl cholines(LPC)(Supelco Co., USA)를 사용하였다. TLC에 의하여 분리된 당 및 인지지방질의 반점은 TLC scanner에 의하여 그 함량을 각각 정량하였다. 이때의 분석조건은 Shimadzu dual wave length TLC scanner(CS-900)를 사용하여 wave length 350nm에서, slit는 1.25×1.25mm²으로 하였으며, 도표지의 속도는 분당 20mm이었고 scanning 방법은 zig-zag reflection으로 하였다.

지방산의 분석

각 시료에서 분리한 당지방질과 인지지방질 획분의 지방산 조성은 gas chromatography로 분리 정량하였다. 지방산의 메틸에스테르는 10% BF₃/MeOH를 사용하여 Metcalfe 등의 방법(15)에 따라 만들었다. GC의 분석조건은 Varian Vista 6000 GC(FID)를 사용하여 SP-

2330 fused silica capillary column(0.22mm I.D.×25m)으로, 관의 온도는 60°C에서 1분간 유지한 후 분당 5°C로 180°C까지 승온한 다음 19분간 유지하였으며 시료 주입구 및 검출기의 온도는 각각 220°C 및 250°C였으며 12 psi 헬륨을 운반기체로 하여 split ratio는 1 : 50으로 조절하였고, 도표지에 나타난 각 봉우리는 표준 지방산의 메틸에스테르(Supelco Co., USA)의 머무른 시간과 비교하여 확인하였으며, 봉우리의 면적은 기기에 연결된 적분계(Varian Vista 402)에 의하여 구한 다음 총 지방산에 대한 중량백분율로 표시하였다.

결과 및 고찰

극성지방질의 함량

본 실험에 사용한 일반계 및 다수계 미강에서 추출 정제한 미강유 중의 당 및 인지지방질의 함량을 정량한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 일반계 및 다수계 미강유의 지방질 함량은 일반계 미강유의 당지방질은 660~780 mg%이었고 인지지방질은 1140~1160mg%이었다. 다수계 미강유의 경우는 당지방질이 390~740mg이었고 인지지방질은 670~880mg이었다. 일반계 및 다수계 미강유의 지방질 중 당 및 인지지방질의 함량비는 일반계 미강유는 3.9~4.2 : 6.2~6.8%이었고 다수계 미강유는 1.9~3.3 : 3.0~4.3%이었다. 즉 당지방질 및 인지지방질의 함량은 일반계 미강유가 다수계 미강유 보다 유의적으로 많이 함유되어 있었다. 이상과 같은 결과는 Hirayama와 Matsuda(16)가 보고한 것 보다 당지방질의 함량은 적게 나타났고 인지지방질의 함량은 약간 많이 함유되어 있는 것이 특이하였다. 이상과 같은 차이는 벼의 품종, 생육조건, 도정율 및 도정방법 등의 차이 때문인 것으

로 생각되었다.

당지방질의 조성

본 실험에 사용한 각 시료에서 추출한 총 지방질 중의 당지방질 획분을 TLC로 분리한 크로마토그램은 Fig. 1과 같다. 즉, 모든 시료에서 TLC상에 6가지 종류의 당지방질이 분리되었고, 이 중에서 esterified steryl

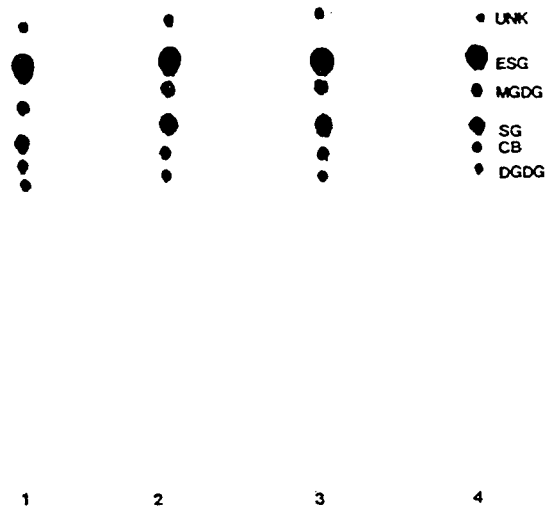


Fig. 1. Thin-layer chromatogram of glycolipids in Japonica and Indica rice bran oils.

1, Nagdong; 2, Sobaeg; 3, Samgang; 4, Yongmoon Adsorbent, silica gel H(0.50mm): solvent system, chloroform/methanol/water(75 : 25 : 4, v/v/v); visualization, charring by heating with 40% H₂SO₄. The spots were identified as follows: Unk, unknown; ESG, sterified steryl glycosides; MGDG, mono-galactosyl diglycerides; SG, steryl glycosides; CB, cerebrosides; DGDG, digalactosyl diglycerides.

Table 1. Nonpolar and polar lipids distribution¹⁾ in Japonica and Indica rice bran oils (mg%)

	Nonpolar lipids	Polar lipids	
		Glycolipids	Phospholipids
Japonica			
Nagdong	16530 ± 350.5 ^{b3)} (89.6 ± 1.9) ^{b2)}	780 ± 55.7 ^a (4.2 ± 0.3) ^a	1140 ± 73.5 ^b (6.2 ± 0.4) ^b
Sobaeg	15160 ± 305.6 ^c (89.3 ± 1.8) ^c	660 ± 33.8 ^b (3.9 ± 0.2) ^b	1160 ± 85.3 ^a (6.8 ± 0.5) ^a
Indica			
Samgang	19260 ± 431.2 ^a (93.8 ± 2.1) ^a	390 ± 20.5 ^d (1.9 ± 0.1) ^d	880 ± 61.4 ^c (4.3 ± 0.3) ^c
Yongmoon	20990 ± 448.0 ^a (93.7 ± 2.0) ^a	740 ± 44.8 ^c (3.3 ± 0.2) ^c	670 ± 44.7 ^d (3.0 ± 0.2) ^d

¹⁾Each lipid fraction was separated by silicic acid column chromatography and quantitated by gravimetric measurement

²⁾Figures in parentheses indicate the percent of total purified lipid extract

³⁾All values are expressed as mean ± S.D. of triplicate determinations. Means with the same lettered superscripts in a column are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test

Table 2. Composition of glycolipids¹⁾ in Japonica and Indica rice bran oils

	Proportion in glycolipids (mg%)					
	Unk.	ESG	MGDG	SG	CB	DGDG
Japonica						
Nagdong	35.1±1.6 ^{b2)} (4.5±0.2) ^{b3)}	399.4±9.4 ^b (51.2±1.2) ^b	29.6±0.8 ^d (3.8±0.1) ^d	216.8±2.3 ^c (27.8±0.3) ^c	46.0±1.6 ^a (5.9±0.2) ^a	53.0±1.6 ^b (6.8±0.2) ^b
Sobaeg	25.7±1.3 ^d (3.9±0.2) ^d	322.1±7.3 ^d (48.8±1.1) ^d	31.0±1.3 ^a (4.7±0.2) ^a	197.3±2.6 ^a (29.9±0.4) ^a	33.7±0.7 ^b (5.1±0.1) ^b	50.2±2.0 ^a (7.6±0.3) ^a
Indica						
Samgang	16.4±0.8 ^c (4.2±0.2) ^c	193.4±3.5 ^c (49.6±0.9) ^c	17.5±0.8 ^b (4.5±0.2) ^b	114.7±1.6 ^b (29.4±0.4) ^b	23.0±0.8 ^a (5.9±0.2) ^a	25.0±0.8 ^c (6.4±0.2) ^c
Yongmoon	34.8±2.2 ^a (4.7±0.3) ^a	385.5±8.9 ^a (52.1±1.2) ^a	30.3±1.5 ^c (4.1±0.2) ^c	212.4±2.2 ^c (28.7±0.3) ^c	33.3±0.7 ^c (4.5±0.1) ^c	43.7±1.5 ^d (5.9±0.2) ^d

¹⁾ Abbreviations are the same as in Fig. 1

²⁾ Expressions are the same as in Table 1

³⁾ Figures in parentheses indicate the percent of glycolipids fraction

glycosides, monogalactosyl diglycerides, steryl glycosides, cerebrosides 및 digalactosyl diglycerides의 5가지 종류의 당지방질을 동정할 수 있었으나, ESG 위에 나타난 하나의 반점은 동정할 수 없었다. 이와 같은 결과는 Hemavathy와 Prabhaka(17)가 미강유 중의 당지방질을 분리 동정한 결과 acylated steryl glucoside, digalactosyl diacylglycerol, monogalactosyl monoacylglycerol을 분리하였다고 보고하였고 Hirayama와 Matsuda(16)는 acylated steryl glucoside, steryl glucoside, monogalactosyl diglycerides 및 digalactosyl diglycerides를 분리하였다고 보고하였다. 이외에 유와 최(6)은 acylated steryl glucoside, steryl glycosides, cerebrosides, digalactosyl diglycerides 등이 분리되었다고 보고하였는데, 대체로 이들의 보고와 유사한 경향을 보였다. Table 2에서 당지방질 중에는 ESG의 함량이 가장 많았고 그 다음이 SG, DGDG, CB 및 MGDG의 순이었다. 일반계 미강유와 다수계 미강유 사이의 당지방질의 함량 차이는 각각 약간씩 있었으나, 이들의 차이는 모두 통계적으로 유의성이 없었다. 한편 미강유의 당지방질 중에는 ESG 및 SG와 같은 스테롤계 당지방질의 함량이 총 당지방질 중의 약 80%나 되었으며, MGDG 및 DGDG와 같은 글리세롤계 당지방질의 함량이 적게 함유되어 있는 것이 특이하였다. 이와 같은 사실은 미강유 중의 당지방질 함량을 보고한 유와 최(6)의 보고와 유사한 경향을 보였으나, Hemavathy와 Prabhaka(17)와 Hirayama와 Matsuda(16)의 연구에서는 스테롤계 당지방질의 함량이 적고 글리세롤계 당지방질의 함량이 많이 함유되어 있는 점이 특이하였다.

인지지방질의 조성

본 실험에 사용한 각 시료에서 추출한 총 지방질 중의 인지지방질 획득을 TLC에 의하여 분리한 크로마토그

램은 Fig. 2와 같다. 즉, 모든 시료에서 TLC상에 diphosphatidyl glycerols, phosphatidyl glycerols, phosphatidyl ethanolamines, phosphatidyl inositol, phosphatidyl serines, phosphatidyl cholines 및 lysophosphatidyl cholines 중 PI와 PS는 겹쳐져서 하나의 반점으로 나타나 6가지 종류의 인지지방질을 동정할 수 있었다. 이와 같은 결과는 Hemavathy와 Prabhaka(17)는 미강유

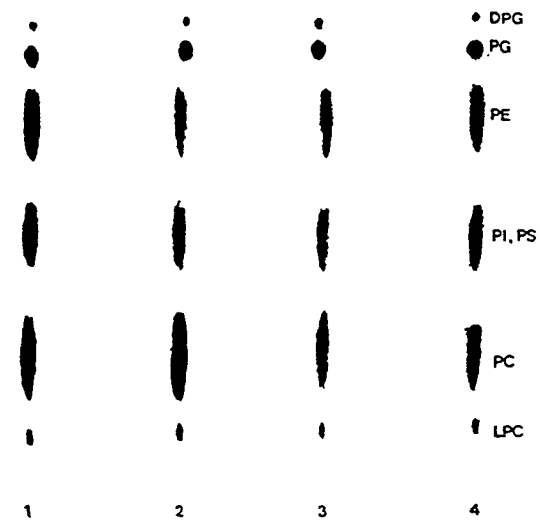


Fig. 2. Thin-layer chromatogram of phospholipids in Japonica and Indica rice bran oils.

1, Nagdong; 2, Sobaeg; 3, Samgang; 4, Yongmoon. Adsorbent, silica gel H(0.50mm); solvent system, chloroform/methanol/water/28% aqueous ammonia (65 : 35 : 4 : 0.2, v/v/v/v); visualization, charring by heating with 40% H₂SO₄. The spots were identified as follows: DPG, diphosphatidyl glycerols; PG, phosphatidyl glycerols; PE, phosphatidyl ethanolamines; PI, phosphatidyl inositols; PS, phosphatidyl serines; PC, phosphatidyl cholines; LPC, lysophosphatidyl cholines.

Table 3. Composition of phospholipids¹⁾ in Japonica and Indica rice bran oils

	Proportion in phospholipids(mg%)					
	DPG	PG	PE	PI+PS	PC	LPC
Japonica						
Nagdong	16.0±1.1 ⁽²⁾ (1.4±0.1) ⁽³⁾	115.1±4.6 ^a (10.1±0.4) ^a	327.2±6.8 ^c (28.7±0.6) ^c	287.3±5.7 ^a (25.2±0.5) ^a	377.3±8.0 ^d (33.1±0.7) ^d	17.1±1.1 ^b (1.5±0.1) ^b
Sobaeg	19.7±1.2 ^a (1.7±0.1) ^a	112.5±3.5 ^b (9.7±0.3) ^b	329.4±5.8 ^d (28.4±0.5) ^d	270.3±4.6 ^b (23.3±0.4) ^b	408.3±9.3 ^c (35.2±0.8) ^c	19.7±2.3 ^a (1.7±0.2) ^a
Indica						
Samgang	13.2±0.9 ^b (1.5±0.1) ^b	80.9±2.6 ^d (9.2±0.3) ^d	265.8±6.2 ^a (30.2±0.7) ^a	186.6±2.6 ^d (21.2±0.3) ^d	323.0±7.0 ^a (36.7±0.8) ^a	10.5±0.9 ^c (1.2±0.1) ^c
Yongmoon	9.4±0.7 ^c (1.4±0.1) ^c	63.0±2.7 ^c (9.4±0.4) ^c	196.3±4.0 ^b (29.3±0.6) ^b	148.1±2.7 ^c (22.1±0.4) ^c	242.5±4.7 ^b (36.2±0.7) ^b	10.7±1.3 ^a (1.6±0.2) ^a

¹⁾Abbreviations are the same as in Fig. 2

²⁾Expressions are the same as in Table 1

³⁾Figures in parentheses indicate the percent of phospholipids fraction

Table 4. Fatty acid composition of glycolipids in rice bran oils (%)

Fatty acid ¹⁾	Variety			
	Japonica		Indica	
	Nagdong	Sobaeg	Samgang	Yongmoon
14 : 0	0.53	0.72	0.95	0.81
16 : 0	15.73	17.36	16.78	18.94
18 : 0	1.22	3.85	1.96	1.72
18 : 1	40.01	37.02	38.35	41.29
18 : 2	38.52	34.05	37.47	34.19
18 : 3	2.90	5.64	3.65	2.00
20 : 0	0.50	0.91	0.42	0.61
20 : 1	0.59	0.45	0.42	0.44

¹⁾Expressed as weight percent and calculated from peak areas of the gas-liquid chromatograms
Fatty acids are expressed as number of carbon: number of double bonds

Table 5. Fatty acid composition of phospholipids in rice bran oils (%)

Fatty acid ¹⁾	Variety			
	Japonica		Indica	
	Nagdong	Sobaeg	Samgang	Yongmoon
14 : 0	0.39	2.93	1.33	0.38
16 : 0	17.94	19.67	25.22	19.45
18 : 0	1.70	3.00	2.27	1.50
18 : 1	38.42	36.33	36.38	38.25
18 : 2	38.93	35.84	32.60	38.44
18 : 3	1.48	0.99	1.34	1.11
20 : 0	0.58	0.97	0.48	0.41
20 : 1	0.56	0.27	0.38	0.46

¹⁾Expressions are the same as in Table 4

의 인지지방질 중에 phosphatidyl cholines, phosphatidyl ethanolamines, phosphatidyl inositol 및 lysophosphatidyl cholines 등을 분리동정한 보고와 유사 최(6), Hirayama와 Matsuda(16)의 보고와 대체로 유사한 경향을 보였다. Table 3에서 보는바와 같이 인지지방질 중에는 PC 함량이 가장 많았고, 그 다음이 PE, PI+PS, PG 순이었으며 DPG와 LPC는 비슷한 수준이었다. 미강유의 인지지방질 중에 PE 및 PG의 함량이 각각 27.2~

29.0% 및 1.4~1.8%로서 Hirayama와 Matsuda(16)가 보고한 것 보다 PE 함량은 적게 나타났고 PG 함량은 유사한 경향이였다. 이와 같은 결과는 벼의 품종, 생육 조건, 실험방법 등의 차이 때문인 것으로 생각되었다.

미강유의 지방산 조성

각 시료에서 추출 정제한 총 지방질 중의 당지방질 및 인지지방질 회분의 지방산 조성을 정량한 결과는 Table 4

및 5와 같다. 즉, 일반계 및 다수계 미강유의 당 및 인지방질을 구성하는 주요 지방산은 oleic, linoleic 및 palmitic acid였으며, 이들 지방산이 총 지방산의 92% 이상을 차지하였다. 당지방질의 지방산 조성은 중성 및 인지방질에 비해서 linoleic acid 함량이 비교적 많이 함유되어 있었으며 인지방질은 oleic acid와 linoleic acid의 함량이 중성 및 당지방질과 대체로 유사한 경향을 나타내었다.

요 약

일반계 및 다수계 미강유의 극성지방질 조성을 밝혀 고자 하였다. 미강유 중의 당지방질의 주요성분은 esterified steryl glycoside가 48.8~52.1%로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 다음으로는 steryl glycoside, monogalactosyl diglyceride, cerebroside 및 digalactosyl diglyceride 순이었다. 인지방질은 phosphatidyl choline이 33.1~36.7%로 가장 많이 함유되어 있었고, 그 다음이 phosphatidyl ethanolamine, phosphatidyl inositol + phosphatidyl serines, phosphatidyl glycerols, diphosphatidyl glycerols, lysophosphatidyl cholines 순이었다. 미강유의 당 및 인지방질획분의 주요지방산은 oleic acid, linoleic acid 및 palmitic acid이었다.

문 헌

- Cornelius, J. A. : Rice bran oil for edible purpose, a review. *Trop. Sci.*, **22**, 1(1981)
- Fujino, Y. : Rice lipids. *Cereal Chem.*, **55**, 5(1978)
- Tatsuo, N. and Hiroshi, I. : Components of free and ester type sterols and triterpenes in rice bran oil. *Hokkaidoritsu Nogyo Shikenjo Hokoku*, **189**, 1(1972)
- Hiroma, K., Toshiaki, U., Takenori, M., Isao, N., Daizo, F., Takeshi, T., Yoshinari, K. and Taro, M. : Comparison of tocopherol contents in crude and refined edible vegetable oils and fats by high performance liquid chromatography. *Yukagaku.*, **32**, 2(1983)
- Toshimi, A., Aiko, O., Megumi, A. and Megumi, Y. : Characteristics of edible rice bran oil. *Shokuryo Kenkyujo Hokoku*, **25**, 37(1970)
- 유정희, 최홍식 : 미강의 지질성분 및 저장 중 지질 특성 변화에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **12**, 4(1980)
- 정태명, 신종수 : Gas chromatography에 의한 미강유의 지방산 분석. *한국농화학회지*, **9**, 29(1968)
- 박상희, 이치교, 노장숙 : 미강유의 유용한 성분의 이용. *국립공업연구소보고*, **21**, 185(1971)
- Bligh, E. G. and Dyer, W. J. : A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911(1959)
- Wüthier, R. E. : Purification of lipids from nonlipid contaminants on Sephadex bead columns. *J. Lipid Res.*, **7**, 558(1966)
- Rouser, G., Kritchevsky, 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)
- Stahl, E. : Thin-layer chromatography, A laboratory hand book. Springer International Student Edition, Springer-Verlag, Berlin, New York, p.388(1969)
- Siakatos, A. N. and Rouser, G. : Analytical separation of nonlipid water soluble substances and gangliosides from other lipids by dextran gel column chromatography. *J. Ar. Oil. Chem. Soc.*, **42**, 913(1965)
- Dittmer, J. C. and Lester, R. L. : A simple, specific spray for the detection of phospholipids on thin-layer chromatograms. *J. Lipid Res.*, **5**, 126(1964)
- Matcalfe, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : Rapid preparation of fatty acid ester from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514(1966)
- Hirayama, O. and Matsuda, H. : Lipid components and distribution in brown rice. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi*, **47**, 69(1973)
- Hemavathy, J. and Prabhaka, J. V. : Lipid composition of rice(*Oryza Sativa* L.) bran., *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **64**, 7(1987)

(1996년 6월 15일 접수)