

일반계 및 다수계 미강유의 지방질 함량과 중성지방질 조성

권경순 · 김현구* · 안명수**

군산전문대학 식품영양과, *한국식품개발연구원,
**성신여자대학교 식품영양학과

Comparative Studies on the Lipid Content and Neutral Lipid Composition in *Japonica* and *Indica* Rice Bran Oils

Kyoung-Soohn Kwon, Hyun-Ku Kim* and Myung-Soo Ahn**

Department of Food and Nutrition, Kun-san Junior College

*Korea Food Research Institute

**Department of Food and Nutrition, Sung-shin Women's University

Abstract

This study was carried out to determine the lipid content and neutral lipid compositions of *Japonica* and *Indica* rice bran oils. The average content ratio of neutral lipids, glycolipids and phospholipids were 89.5 : 4.0 : 6.5 in *Japonica* rice bran oil and 93.7 : 2.6 : 3.7 in *Indica* rice bran oils, respectively. It was seen that the neutral lipid content was significantly higher in *Indica* rice bran oil, while the contents of glycolipids and phospholipids were significantly higher in *Japonica* rice bran oils. The neutral lipids consisted of esterified sterol, triglyceride, free fatty acid, free sterol, diglyceride and monoglyceride. Triglyceride was the highest (48.7-49.7%) among the neutral lipids. Major fatty acids of rice bran oils were oleic (39.65-43.68%), linoleic (32.62-39.42%) and palmitic acid (16.54-18.83%). The linoleic acid content was higher in *Japonica* rice bran oils than in *Indica* rice bran oils.

Key words: *Japonica* and *Indica* Rice Bran oils, lipid content, neutral lipids

서 론

수도작의 부산물로 얻어지는 미강유는 적극적인 국내 생산 식용유의 자원개발이라는 점에서 상당한 가능성을 가지고 있는 것으로 생각된다. 따라서 미강유의 지방질 성분에 대하여는 많은 논문^(1,4)이 발표되고 있다. 즉, Fujino 등⁽¹⁾은 미강의 총지방질 함량이 18.3%임을 보고한 바 있으며 Hemavathy 등⁽²⁾은 21.9-23.0%, Lugay 등⁽³⁾은 21.3% 그리고 Tanaka 등⁽⁴⁾은 19.4%라고 보고하였다. 비극성 및 극성 지방질의 함량 및 조성에 관하여 많은 연구가 이루어졌으며, 일반적으로 중성, 당 및 인지지방질의 함량비(%)는 89.0 : 6.0 : 4.0였으며, 그의 조성에 있어서 중성 지방질로는 triglycerides, diglycerides, monoglycerides, free fatty acids 및 esterified sterols 등이 분리동정되었다. Cornelius⁽⁵⁾가 식용을 목

적으로 미강유의 지방산 조성을 보고한 것과 Hemavathy⁽²⁾ 등이 미강유의 지방질성분을 분석한 것과 또 Lugay 등⁽³⁾ 많은 연구자들이 Gas-liquid chromatography (GLC)에 의한 미강유 지방질의 지방산 조성을 보고한 결과에 의하면, 미강유의 주요 구성지방산은 oleic, linoleic, palmitic acid이고 부 지방산으로는 linolenic, stearic acid 등이었다.

이 외에 Tanaka 등⁽⁴⁾은 일본의 벼품종별로 미강유의 지방질 함량과 지방산 조성을 연구보고하였으며, Gaydou 등⁽⁶⁾은 말레이시아산 벼 품종에 따른 미강유의 일반성분, 지방산 조성과 sterol성분을 보고한 바가 있다. 또한 미강유중에 함유되어 있는 sterol류가 linoleic acid와의 상승작용으로 혈중 콜레스테롤량을 저하시킨다고 보고하였다.

그리고 Cornelius⁽⁵⁾ 및 Kim⁽⁷⁾은 미강유를 적절히 착유하고 정제한 경우, Linolenic acid 함량은 낮아지고 생화학적 효과와 항산화성 물질인 Tocopherol과 oryzanol이 미량으로 함유되어 있으므로 산패를 지연

Corresponding author: Kyoung-Soohn Kwon, Department of Food and Nutrition, Kun-san Junior College, Cheonbuk 573-110, Korea

시킬 수 있다고 하였다.

이상과 같이 다른 식물성유에 비하여 산화안정성이 높고 품질이 우수한 식용유가 될 수 있다는 사실을 감안할 때 미강의 합리적인 수집체계, 적절한 착유 및 정제기술의 개발은 시급하다고 하겠다. 그러므로 본 연구는 일반계 및 다수계 미강에 대하여 총지방질 함량, 중성 지방질 함량과 조성, 지방산 조성 등을 체계적으로 분석하였기에 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 미강은 전북 농촌진흥원에서 재배 수확한 일반계 벼(Japonica paddy) 중 낙동 및 소백의 2품종과 다수계 벼(Indica paddy) 중 삼강 및 용문의 2품종을 선정하였다.

선정된 4품종의 벼는 수확직후에 도정률 8%로 원통형 마찰식 도정기계를 이용해서 얻은 미강으로서 20 mesh의 체를 통과한 것을 폴리에틸렌 주머니(polyethylene pouch)에 포장한 후 냉동고에 저장하면서 분석용시료로 사용하였다.

총 지방질의 추출 및 정제

시료중의 지방질은 Bligh 등⁽⁶⁾의 방법에 따라 추출하였다. 즉, 미강 5 g(수분함량 14%)을 chloroform/methanol/water (1 : 2 : 0.8, v/v/v; 물 0.8은 시료내의 수분함량을 포함함)의 혼합용매로 Waring blender에서 2분간 마쇄한 후 클로로포름 50 ml를 첨가하여 5분간 마쇄한 다음 증류수 50 ml를 넣어 다시 3분간 마쇄하였다. 이 마쇄액을 Whatman No.1 filter paper로 거른 후 질소기체하에서 40°C에서 회전식진공증발기로 감압농축하여 조지방질을 얻었다. 이 조지방질은 sephadex G-25 (fine form, 20-80, Pharmacia Fine Chemicals Co., Sweden) 15 g을 upper phase 100 ml에 하룻밤동안 soaking하여 충전시킨 유리관(1 cm I.D.×15 cm)을 통과시켜 정제하였다⁽⁹⁾. 정제한 지방질은 클로로포름 3 ml에 녹여 질소가스로 충전한 후 냉동고 (-20°C)에 보관하면서 모든 지방질의 분석시료로 사용하였다.

중성 및 극성 지방질의 분리 및 정량

정제한 지방질을 Rouser 등⁽¹⁰⁾의 방법으로 실리시안 판 크로마토그래피(silicic acid column chromatography, SACC)에 의하여 중성, 당 및 인 지방질을 각각 분리하였다. 즉, 실리시산(silicic acid, Bio-Rad HA-325 mesh, Bio-Rad, Richmond, USA) 15 g을 suction flask

에 담아 chloroform을 가하고 suction하여 air bubbles를 제거한 다음, 직경 20 cm의 유리관에 충전하고, 시료지방질 0.3 g을 약 3 ml의 클로로포름에 녹여 주입한 후 질소가스로 1분동안에 약 3 ml의 용매가 흘러내리도록 압력을 조절하면서, 클로로포름, 아세톤 및 메탄올로 각각 용리하여 중성, 당 및 인지지방질을 각각 분리하였다. 이들 각 지방질 획분중의 용매는 질소기체하에서 회전식진공증발기로 제거한 후 중량법에 의하여 이들의 함량을 각각 계산하였다.

중성 지방질의 분별 및 정량

SACC에 의하여 분리한 중성 지방질의 획분을 얇은 막 크로마토그래피(TLC)에 의하여 그의 조성을 분별 확인하였다. 즉, 중성 지방질을 실리카겔 G (silica gel G.E. Merck, Germany)로 0.25 mm의 얇은 막을 입힌 유리판에 spotting한 후, n-hexane/diethyl ether/acetic acid (80 : 20 : 1, v/v/v)의 전개용매⁽¹¹⁾로 전개하고 40% 황산으로 도포하여 탄화시킨 다음 표준 중성 지방질의 R_f 값과 비교하여 그 종류를 확인하였다. 표준 중성 지방질로는 Supelco. (Beliefonte, PA, USA)의 cholesteryl palmitate, triolein, linoleic acid, cholesterol, 1,2-diolein, α-monoolein을 사용하였다. TLC에 의하여 분리 확인된 각 지질의 반점은 TLC scanner에 의하여 그 함량을 각각 정량하였다. 이때의 분석조건은 Shimadzu dual wave length TLC scanner (CS-900)를 사용하여 wave length 350 nm에서, slit는 1.25×1.25 mm²으로 하였으며, 도표지의 속도는 분당 20 mm이었고 scanning방법은 zig-zag reflection으로 하였다.

지방산의 분석

각 시료에서 분리한 총 지방질과 중성 지방질 획분의 지방산 조성은 기체-액체 크로마토그래피(GLC)에 의하여 분리 정량하였다. 지방산의 메틸에스테르는 10% BF₃/MeOH 를 사용하여 Metcalfe 등의 방법⁽¹²⁾에 따라 만들었다. GLC의 분석조건은 Varian Vista 6000 GC (FID)를 사용하여 SP-2330 fused silica capillary column (0.22 mm I.D.×2.5 m)으로, 관의 온도는 60°C에서 1분간 유지한 후 분당 5°C로 180°C까지 승온한 다음 19분간 유지하였으며 시료주입구 및 검출기의 온도는 각각 220°C 및 250°C였으며 12 psi 헬륨을 운반기체로하여 split ratio는 1 : 50으로 조절하였고, 관 끝부분의 make-up gas는 질소를 분당 30 ml로 공급하였으며, 도표지에 나타난 각 봉우리는 표준지방산의 메틸에스테르(Supelco Co., USA)의 머무른 시간과 비교하여 확인하였으며, 봉우리의 면적은 기기에 연결

된 적분계(Varian Vista 402)에 의하여 구한 다음 총 지방산에 대한 중량백분율로 표시하였다.

결과 및 고찰

총 지방질 함량과 정제수율

일반계 미강 및 다수계 미강의 총 지방질 함량은 Table 1과 같다. 즉, 미강의 총 지방질 함량은 건량기 준으로 일반계 미강이 17.9-19.5%, 다수계 미강이 21.4-23.4%였으며, 총 지방질에 대한 정제수율은 일반계 미강이 94.5-94.8%, 다수계 미강이 95.6-95.8%로서 다수계 미강이 지방질함량이나 정제수율이 더 높은 것을 알 수 있었다. 이와같은 결과는 미강의 총 지방질 함량이 18.3%라고 보고한 Fujino⁽¹⁾의 연구 및 19.4%라고 보고한 Akio Tanaka⁽⁴⁾ 등의 연구와 Eckey⁽¹³⁾가 보고한 19-22%, 21.9-23.0%라고 보고한 Hemavathy⁽²⁾ 및 21.3%라고 보고한 Lugay⁽³⁾의 연구결과와는 대체로 일치하나, 10.7%라고 보고한 Miyazawa⁽¹⁴⁾ 등의 연구와는 다소 차이가 있으며 그것은 벼의 품종, 생육조건 및 실험방법 등이 서로 다르기 때문인 것으로 추측된다.

중성 및 극성 지방질 함량의 조성

본 실험에서 사용한 일반계 및 다수계 미강에서 추출 정제한 미강유중의 중성, 당 및 인지지방질의 함량을 정량한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 일반계 및 다수계 미강유의 지방질함량은 일반계 미강유의 중성 지방질이 15160-16530 mg, 당지방질이 660-780 mg 및 인지지방질이 1140-1160 mg이었고, 다수계 미강유에서는 중성 지방질이 19260-20990 mg, 당지방질이 390-740 mg 및 인지지방질이 670-880 mg이었다. 일반계 및 다수계 미강유의 지방질중 중성, 당 및 인지지방질의 함량비는 일반계 미강유는 89.3-89.6 : 3.9-4.2 : 6.2-6.8%였고, 다수계미강유는 93.7-93.8 : 1.9-3.3 : 3.0-4.3%였다. 즉, 중성 지방질의 함량은 다수계 미강유가 일반계 미강유보다 많은 반면, 당지방질 및 인지지방질과 같은 극성 지방질의 함량은, 다수계 미강유가 일반계 미강유보다 적었다.

이상과 같은 결과는 Hirayama⁽¹⁵⁾가 발표한 미강유의 중성, 당 및 인지지방질의 함량비가 89.4 : 8.6 : 2.0%라고 보고한 것과 극성 지방질의 함량비는 대체로 비슷한 경향이나 당지방질 및 인지지방질의 함량비는 상이하였다. 이상과 같은 차이도 총 지방질의 함량과 같이 벼의 품종, 생육조건, 도정율 및 도정방법 등의 차이때문인 것으로 추측된다.

Table 1. Total lipid content and purification yield in Japonica and Indica rice bran varieties (g/100 g dry matter)

	Crude ¹⁾ lipid	Purified ²⁾ lipid	Purification yield(%)
Japonica			
Nagdong	19.52±0.9 ³⁾	18.45±0.8 ^c	94.52
Sobaeg	17.90±0.8 ^d	16.98±0.8 ^d	94.86
Indica			
Samgang	21.41±1.0 ^b	20.53±0.9 ^b	95.89
Yongmoon	23.42±1.1 ^a	22.40±1.0 ^a	95.64

¹⁾Extracted by Bligh and Dyer method with the mixture of chloroform/methanol/water (1.0 : 1.0 : 0.8, v/v/v)

²⁾Purified by Sephadex G-25 gel filtration

³⁾All values are expressed as mean±SD 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. Nonpolar and polar lipids distribution¹⁾ in Japonica and Indica rice bran oils (%)

	Nonpolar lipids	Polar lipids	
		Glycolipids	Phospholipids
Japonica			
Nagdong	16530±350.5 ^{b3)} (89.6±1.9) ^{b2)}	780±55.7 ^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 show percent of total purified lipid extract

³⁾Expressions are the same as in Table 1

중성 지방질의 조성

본 실험에 사용한 각 시료에서 추출한 총 지방질 중의 중성 지방질 획득을 TLC로 분리한 크로마토그램은 Fig. 1과 같다. 즉, 모든 시료는 TLC상에서 esterified sterol (ES), triglycerides (TG), free fatty acid (FFA), free sterols (FS), diglycerides (DG), monoglycerides (MG)의 6가지 종류의 중성 지방질은 동정할 수 있었으나, FFA와 FS사이에 나타난 하나의 반점은 동정할 수 없었다. 이와같은 중성 지방질의 분리동정은 미강유의 중성 지방질을 분리동정한 Hemavathy 등⁽²⁾의 TG, DG, MG, FS 및 FFA 등으로 보고한 결과와 거의 일치하였다. Table 3에서 보여주듯이 중성 지방질 중

Table 3. Composition of nonpolar lipids in Japonica and Indica rice bran oils Proportion in nonpolar lipids (%)

	ES ¹⁾	TG	FFA	UNK.	FS	DG	MG
Japonica							
Nagdong	1355.5±66.1 ^{a3)} (8.2±0.4) ^{a2)}	8165.8±148.8 ^b (49.4±0.9) ^b	4413.5±82.6 ^a (26.7±0.5) ^a	347.1±16.5 ^a (2.1±0.1) ^a	810.0±33.1 ^b (4.9±0.2) ^b	578.5±16.5 ^c (3.5±0.1) ^c	859.6±33.1 ^c (5.2±0.2) ^c
Sobaeg	1182.5±45.5 ^b (7.8±0.3) ^b	7413.2±121.3 ^c (48.9±0.8) ^c	4078.0±60.6 ^c (26.9±0.4) ^c	333.5±30.3 ^a (2.2±0.2) ^a	773.2±30.3 ^a (5.1±0.2) ^a	560.9±30.3 ^b (3.7±0.2) ^b	818.6±45.5 ^b (5.4±0.3) ^b
Indica							
Samgang	1425.2±57.8 ^c (7.4±0.3) ^c	9379.6±154.1 ^d (48.7±0.8) ^d	5354.3±115.6 ^d (27.8±0.6) ^d	365.9±38.5 ^c (1.9±0.2) ^b	924.5±38.5 ^b (4.8±0.2) ^c	712.6±19.3 ^b (3.7±0.2) ^b	1097.8±57.8 ^a (5.7±0.3) ^a
Yongmoon	1658.2±84.0 ^b (7.9±0.4) ^b	10432.0±188.9 ^a (49.7±0.9) ^a	5709.3±105.0 ^b (27.2±0.5) ^b	335.8±21.0 ^c (1.6±0.1) ^c	860.6±42.0 ^d (4.1±0.2) ^d	860.6±42.0 ^a (4.1±0.2) ^a	1133.5±42.0 ^b (5.4±0.2) ^b

¹⁾Abbreviations are the same as in Fig. 1

²⁾Figures in parentheses show percent of nonpolar lipids fraction

³⁾Expressions are the same as in Table 2

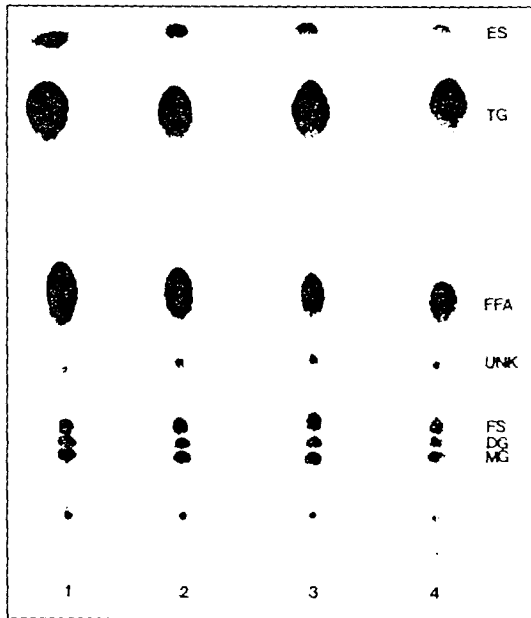


Fig. 1. Thin-layer chromatogram of nonpolar lipids in Japonica and Indica rice bran oils 1, Nagdong; 2, Sobaeg; 3, Samgang; 4, Yongmoon Adsorbent, silica gel γ (0.25 mm); solvent system, n-hexane/diethyl ether/ acetic acid (80 : 20 : 1, v/v/v); visualization, charring by eating with 40% H₂SO₄; the spots were identified as follows: ES, exterified sterols; TG, triglycerides; FFA, free fatty acids; Unk, unknown; FS, free sterols; DG, diglycerides; MG, monoglycerides

는 TG가 가장 함량이 많았고 그 다음이 FFA였으며, DG, MG, FS, DG의 순이었다. 한편 미강유의 중성 지방 중 TG의 함량은 유 등⁽¹⁶⁾과 비슷하나 FFA 함량은 낮고 DG 함량이 높아졌으며, Hemavathy 등⁽²⁾의 구에서는 TG의 함량이 월등하게 높은 반면 FFA 함량이 매우 낮은 것이 특이하였다. 이와같은 차이는 버

Table 4. Fatty acid composition of total lipids in four rice bran oils

Fatty acid ²⁾	Variety			
	Japonica		Indica	
	Nagdong ¹⁾	Sobaeg	Samgang	Yongmoon
14 : 0	0.39	0.38	0.40	0.41
16 : 0	16.54	17.75	18.29	18.83
18 : 0	1.46	1.53	1.48	1.79
18 : 1	39.65	40.41	41.58	43.68
18 : 2	39.41	37.21	35.46	32.62
18 : 3	1.51	1.61	1.65	1.51
20 : 0	0.52	0.58	0.67	0.72
20 : 1	0.52	0.53	0.47	0.44

¹⁾Expressed as weight percent and calculated from peak areas of the gas-liquid chromatograms

²⁾Fatty acids are expressed as number of carbon : number of double bonds

의 품종, 생육조건, 실험방법 등의 차이때문인 것으로 추측된다. 본 실험에 사용한 일반계 미강유와 다수계 미강유 간의 중성 지방질의 함량은 일반계 미강유가 다수계 미강유에 비하여 ES, FS 함량은 유의적으로 높았으나 FFA, DG, MG 함량은 유의적으로 낮은 것이 특징이었다.

미강유의 지방산 조성

각 시료에서 추출제제한 미강유의 지방산 조성을 정량한 결과는 Table 4와 같다. 즉, 일반계 및 다수계 미강유의 주요 구성지방산은 oleic, linoleic, palmitic acid 3가지로 총 지방산의 95% 이상을 차지하고 있으며, 그 중에서 oleic acid의 함량이 가장 높고, 그 다음은 linoleic, palmitic acid의 순이었다. 그 외에 linolenic, stearic, arachidic, eicosenic, myristic acid가 소량씩 함유되어 있다. 이상과 같은 지방산의 분석결과는 Cornelius⁽⁵⁾, Morita⁽¹⁷⁾, Hartman 등⁽¹⁸⁾ 및 여러 보고들^(2,12,16,19)

문 헌

Table 5. Fatty acid composition of nonpolar lipids in four rice bran oils

Fatty acid ¹⁾	Variety			
	Japonica		Indica	
	Nagdong	Sobaeg	Samgang	Yongmoon
14 : 0	0.31	0.46	0.45	0.44
16 : 0	17.80	19.44	20.97	19.86
18 : 0	1.56	1.45	1.75	1.78
18 : 1	39.19	39.82	41.94	43.37
18 : 2	38.61	36.33	32.16	31.90
18 : 3	1.44	1.50	1.55	1.48
20 : 0	0.56	0.51	0.71	0.71
20 : 1	0.53	0.49	0.47	0.46

¹⁾Expressions are the same as in Table 4

에서 미강유의 지방산 조성을 분석하여 oleic, linoleic, palmitic, linolenic 및 stearic 등이라고 한 결과와 대체로 일치하는 경향이였다. 또한, 일반계 및 다수계 미강유사이의 지방산 조성의 차이는 크지 않았으며 단지 linolenic acid의 함량이 다수계 미강유보다 일반계 미강유가 다소 높았다. 한편, 중성 지방질 획득을 구성하는 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 즉, 중성 지방질을 구성하는 주요지방산은 oleic, linoleic 및 palmitic 였으며 이들 함량도 총 지방질의 경우와 같이 일반계 및 다수계 미강유 간에 차이가 거의 없었으나 palmitic acid의 함량이 다수계가 다소 많은 것이 특이하였다.

요 약

일반계 및 다수계 미강유의 지방질 함량과 중성 지방질 조성을 분석하고자 하였다. 조지방의 함량은 다수계 미강이 19.5-20.7%로서 일반계 미강보다 약 4-5% 높았고, 미강유중의 중성, 당 및 인지지방질의 평균 함량비는 일반계 미강유에서는 89.5 : 4.0 : 6.5%이었고, 다수계 미강유에서는 93.7 : 2.6 : 3.7%이였다. 즉, 중성 지방질의 함량은 다수계 미강유가 일반계 미강유보다 유의적으로 많았다. 중성 지방질은 주로 esterified sterol, triglyceride, free fatty acid, free sterol, diglyceride 및 monoglyceride로 되어 있었다. 중성 지방질중에는 triglyceride가 48.7-49.7%로 가장 함량이 많았고, 다음으로는 free fatty acid가 26.7-27.8%로 많은 양이 존재하고 있었다.

일반계 및 다수계 미강유의 주요 구성 지방산은 palmitic acid 등 3가지로 총 지방산의 95% 이상을 차지하고 있으며 그중에서 oleic acid의 함량이 가장 높고, 그 다음은 linoleic, palmitic acid의 순이었다.

1. Fujino, Y.: Rice lipids., *Cereal Chem.*, **55**, 5 (1978)
2. Hemavathy, J. and Prabhaka, J.V.: Lipid composition of rice (*oryza sativa* L.) bran. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **64**, 7 (1987)
3. Lugay, J.C. and Juliano, B.O.: Fatty acid composition of rice lipids by gas liquid chromatography, *J. Am. oil. Chem. Soc.*, **41**, 12 (1964)
4. 田中章夫, 田邊惠三, 加藤秋男, 林典子, 龍澤紀子: 國産米ぬか油の脂肪酸について. *油化學*, **31**, 6 (1982)
5. Cornelius, J.A.: Rice bran oil for edible purpose, a review. *Top. Sci.*, **22**, 1 (1981)
6. Gaydou, E. M., Raonizafinimanana, R. and Bianchin, J. P.: Quantitative analysis of fatty acids and sterols in Malagasy rice bran oils. *J. Am. oil. Chem. Soc.*, **57**, 4 (1980)
7. Kim, S.K., Kim, C.J., Cheigh, H.S. and Yoon, S.H.: Effect of caustic refining, solvent refining and steaming refining on the deacidification and color of rice bran oil. *J. Am. oil. Chem. Soc.*, **62**, 1492 (1985)
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. Wüthier, R.E.: Purification of lipids from nonlipid contaminants on Sephadex bead columns. *J. Lipid Res.*, **7**, 558 (1966)
10. 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)
11. Kuksis, A.: Fatty acids and glycerides. In *Handbook of Lipid Research*, Plenum Press, New York and London, Vol.1, p.134 (1978)
12. Metcalfe, 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)
13. Eckey, E.W.: *Vegetable Fats and Oils*. Reinhold Publishing Corp., New York., p.294 (1954)
14. Miyazawa, T., Tazawa, H. and Fujino, Y.: Molecular species of triglyceride in rice bran. *Cereal Chem.*, **55**, 2 (1978)
15. Hirayamam O. and Matsuda, H.: Lipid components and distribution in brown rice. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi.*, **47**, 6 (1973)
16. 유정희, 최홍식: 미강의 지질성분 및 저장중 지질 특성 변화에 관한 연구. *한국식품과학회지*, **12**, 4 (1980)
17. Shugo M. and Hiroshi H.: Determination of the fatty acid composition of rice bran oil by gas chromatography. *Bunseki Kagaku.*, **11**, 282 (1962)
18. Leopold H. and Regima C.A. Lago: The composition of lipids from rice hulls and from the surface of rice caryopsis. *J. Sci. Food Agric.*, **27**, 939 (1976).
19. 정태명, 신중수: Gas chromatography 에 의한 미강유의 지방산 분석. *한국농화학회지*, **9**, 29 (1968).

(1995년 4월 6일 접수)