

## 국산 쌀배아의 이화학적 성분

최원균 · 윤승길\* · 황성연\*\*

한국과학기술원 생체대사연구센터, 환경대학교 식물자원학과\*, 환경대학교 식품공학과\*\*  
(2000년 8월 17일 접수)

### The Chemical Components of Korean Rice Germ

One-Kyun Choi, Seung Kil Yun\*, and Seong-Yun Hwang\*\*

Bioanalysis and Biotransformation Research Center, Korea Institute of Science and Technology

Department of Plant Resources, Hankyong National University\*

Department of Food Technology, Hankyong National University\*\*

(Received August 17, 2000)

### Abstract

The chemical components of Korean rice germ were analyzed. Proximate compositions of rice germ were as follows; crude lipid 21.18%, crude protein 16.50%, crude fiber 2.95%, crude ash 6.23% and carbohydrate 44.45%. Free sugar compositions were as follows; fructose 50.20mg/100g, glucose 68.80mg/100g, maltose 569.00mg/100g. Major amino acids of rice germ are glutamic acid (1920.9mg/100g), arginine (1503.7mg/100g), aspartic acid(1208.7mg/100g) and leucine (1039.7mg/100g). Fatty acid compositions of rice germ lipid extracted by chloroform-methanol (2:1) were palmitic (22.2%), linoleic acid (38.9%), oleic acid (24.7%) and palmitic acid (22.2%). Mineral elements were phosphorus (1766.22mg/100g) and potassium (1217.80mg/100g). Vitamins were composed of Vit E (11.96mg/100g) Vit B1 (5.69mg/100g) and niacin (2.96mg/100g). 16 flavonoids and 9 phenolic acids in rice germ were not detected. Above the chemical components of rice germ were compared with that of rice endosperm and wheat germ.

**Key words:** chemical components, rice germ

### I. 서론

버려지는 부산물 중에서 생리적 및 영양적인 가치를 갖는 신규 물질을 찾고자 하는 노력은 식품 및 생물공학 산업에서 계속되고 있는 연구과제이다. 쌀을 주식으로 하는 국내에 있어서 벼 도정 시 발생하는 부산물들은 최대의 부존자원으로 이중 많은 양의 쌀눈도 포함되어 있는데, 다양한 영양적 가치의 예측에도 불구하고 대부분 미강과 함께 사료로 사용되고 있다. 실제로 국내에서 생산되는 벼의 양인 510만톤<sup>1)</sup>에서 쌀배아의 양을 추측해보면 수십만톤의 쌀배아의 활용이 안되고 있는 실정이다. 국외에서 쌀눈에 대한 연구는 일

본을 비롯한 여러나라에서 쌀배아에서 특이성 물질 분리 및 특성에 대한 연구가 진행되고 있다<sup>2~7)</sup>. 국내에서는 쌀배아에 포함된 미강 활용에 대한 연구는 1982년부터 김 등<sup>8)</sup>의 시작으로 계속되어<sup>9,10)</sup> 왔으나 쌀배아에 대한 연구로는 신 등의 쌀배아의 일반성분과 쌀배아유지의 저장중 변화에 대한 보고<sup>11,12)</sup> 외에 다른 연구는 아직 미흡하다. 국내에서 쌀배아의 이용은 일부만이 쌀배아를 그대로 또는 배아유를 일부 지방의 특산물로 판매되고 있을 뿐이고, 나머지는 사료로 쓰이거나 분리되지 못한 채 미강과 함께 농산 폐기물로 처리되고 있는 실정이다. 국내의 쌀배아 이용 제품으로는

수년전부터 숙취음료로 각광받고 있는 쌀배아 발효액 제품이 있기는 하나 원재료를 전량 일본에서 수입하고 있다. 본 연구는 쌀배아의 활용을 위한 기초연구로 쌀배아의 이화학 성분에 대해 실험하였다. 또한 쌀배우부와 밀배아의 이화학성분도 함께 실험하여 결과를 비교하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

이천농산(수원, Korea)에서 1999년 9월에 추정품종의 벼를 수확 후 도정시 얻어진 쌀배아와 쌀배아가 제거된 쌀배우부를 그대로 세척 후 건조하여 40 mesh의 체를 통과시키고, 시료를 균일화하여 냉동 보관하면서 실험에 사용하였다. 비교하기 위해 사용된 밀배아는 미국의 North Dakota지역에서 생산된 Dark Northern Spring 중 강력분용 밀에서 분리된 것을 동아제분(인천, Korea)에서 구입 후 쌀배아와 같은 방법으로 처리하였다.

### 2. 일반성분분석

시료는 수분함량은 105°C 상압가열 건조법, 조지방함량은 soxhlet추출법(Auto Soxtec System HT 1043, Tecator, Sweden), 조단백질 함량은 semimicro Kjeldahl 법(Kjeltec 1030 Auto Analyzer, Tecator, Sweden)으로 측정된 질소량에 질소계수 6.25를 곱하여 산출하였으며, 조섬유의 함량은 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-NaOH분해법으로 (Dosi-Fiver 6 units, J. P. Selecta, Spain), 조회분은 직접회화법으로 측정하였다<sup>13)</sup>. 당질의 함량은 100%에서 단백질, 지방, 섬유질 및 회분의 양을 뺀 값으로 나타내었다.

### 3. 유리당 분석

시료 10g을 취하여 80% 에탄올 100mL을 넣고 80°C에서 2시간 동안 증탕하며 환류 추출하여 여과지(Whatmann No. 2)로 여과하여 감압농축한 후 증류수를 가하여 10 mL로 정용하였다. 8000g에서 5분간 원심분리 한 뒤 상정액을 취하여 3-5°Brix의 일정한 농도로 희석하고 0.45µm membrane filter (Nalgene, Rochester, NY, USA)로 여과한 후 유리당 조성분석시료로 사용하였다. HPLC분석에 사용한 column은 carbohydrate analysis column (4.6mm I.D.×25cm, Waters, Milford, MA, USA), 용매는 75% acetonitrile

(Sigma, St. Louis, MO, USA)로 이동속도는 분당 0.8mL씩 흘려주었고, 굴절률 검출기로 검출하였다. 본 실험에 사용한 HPLC system은 Shisheido사 SI-1을 사용하였다.

### 4. 아미노산 분석

시료 1g을 6 N의 HCl 20mL과 함께 분해용 시험관에서 105°C에서 24시간 산가수분해 시켜 얻은 분해액을 0.2µm의 filter에서 여과한 후 ninhydrin 방법을 이용한 아미노산 자동분석기에서 분석하였다. 분석기기는 6300 amino acid analyzer (Beckman Inc., Fullerton, CA, USA)를 사용하였고, 검출은 460nm와 530nm에서 하였다. 사용한 column은 sodium column (4.6mm×15cm) 이었다.

### 5. 무기질 분석

무기질 전처리에는 건식법<sup>14)</sup>으로 하였으며 inductively coupled plasma-atomic emission spectrophotometer (Spectro flame Modula E, Fitchburg, MA, USA)용을 사용하였다. 기기 작동 조건은 <Table 1>과 같다.

### 6. 비타민 분석

비타민 A와 E는 chloroform/methanol/water의 혼합 용매로 추출<sup>15)</sup>하여 HPLC로 분석하였다. Column은 µ-Bondapak C18 (4.6mm×15cm), 용매는 100% methanol로 용매의 이동속도는 분당 1mL씩 흘려주었으며, 검출은 비타민 A는 325nm에서 C는 295nm에서 하였다. 비타민 C는 5% methaphosphoric acid용액으로 신속히

<Table 1> Operating conditions of ICP for mineral analysis

Power	1.2 Kw for aqueous	
Nebulizer pressure	3.5 bar for meinhard type C	
Aerosol flow rate	0.3 L/min	
Sheath gas flow	0.3 L/min	
Cooling gas	12 L/min	
Wavelength (nm)	Fe	275.574
	Cu	324.754
	K	766.491
	Zn	213.856
	Mn	257.610
	P	178.290
	Na	588.995
	Ca	373.690

추출하여<sup>16)</sup> HPLC법으로  $\mu$ -Bondapak C18 (4.6mm I.D.  $\times$  250mm), 용매는 100% H<sub>2</sub>O로 용매의 이동속도는 분당 1mL씩 흘러주었으며 검출은 270nm에서 하였다. 다른 수용성 비타민들은 메탄올과 물의 1:1 혼합용매로 추출 후 HPLC법으로  $\mu$ -Bondapak C18 (4.6mm  $\times$  250mm)의 column에서, 100% H<sub>2</sub>O에서 60% methanol의 용매로 20분간에 걸쳐 gradient를 걸어 주었으며, 분당 1mL씩 흘러주었고 검출은 270nm에서 하였다.

7. 지방산 분석

지방산조성의 분석은 Bligh와 Byer법<sup>17)</sup>에 준하여 지질을 추출하고, n-hexane층을 메틸에스터화<sup>18)</sup>시킨 후 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 탈수한 후 여과하여 GC로 분석하였다. 분석시 GC는 Hewlett Packard 6890A (Palo Alto, CA, USA)를 사용하였으며 column은 HP사 FFAP으로 injection port는 260도, detection port는 270도, oven은 초기온도 180도부터 분당 2도씩 220도까지 높였다. 사용한 가스는 헬륨, 시료주입량은 0.5 $\mu$ L, split ratio는 50:1, 검출은 flame ionization 검출기로 하였다.

8. Flavonoid와 phenolic acid의 screening

3종류의 glycoconjugated flavonoid와 9종류의 phenolic acid 그리고 13종의 aglycone flavonoid들을 분석하기 위해 김등의 방법<sup>19)</sup>을 응용하였다. 즉, 0.5g의 시료를 80% methanol로 추출한 액을 다시 물과 ethylacetate로 추출하고, ethylacetate층만 취하여 evaporation 시킨 후, methanol로 희석하여 모세관 전기영동기로 분석하였다. 분석은 Beckman사 P/ACE 5500 (Fullerton, CA, USA) 기기를 사용하였고, 모세관은 fused silica capillary (50 $\mu$ m I.D.  $\times$  50cm)를 사용하였으며, run buffer는 50 mM의 sodium dodecyl sulfate와 100 mM의 sodium borate, pH 8.0이었다. 검출은 220nm에서 하였으며 시료주입은 0.5 psi의 압력에서 3초 동안 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분함량

쌀배아, 쌀배유와 밀배아의 일반성분은 <Table 2>와 같이 쌀배아는 수분 8.69%, 조지방 21.18%, 조단백질 16.50%, 조섬유 2.95%, 조회분 2.95%, 그리고 당질함량은 44.45%로 나타났다. 이는 신 등의 결과<sup>12)</sup>와 비교해 볼 때 조지방(21.6%), 조회분(2.8%), 조단백 함량은 거

의 일치하였으며 조섬유와 당질은 약간 차이가 있었다. 쌀배유의 성분과 비교해 보면 예상대로 수분과 당질을 제외한 다른 성분함량이 쌀배아에서 월등히 많았다. 또한 밀배아와 비교해 볼 때 조지방 함량은 3배, 조회분은 2배로 높았으며, 조섬유와 당질은 거의 비슷했고, 조단백질은 더 낮게 나타났다.

2. 유리당 함량

쌀배아, 쌀배유와 밀배아의 유리당함량은 <Table 3>과 같다. 쌀배아와 밀배아에서는 maltose, glucose, fructose가 있었으며 쌀배유에서는 maltose와 glucose만 나타났다. Sucrose는 모든 시료에서 검출되지 않았다. 쌀배아에서는 maltose, glucose, fructose가 각각 569.00, 68.80, 50.20mg/100g으로 maltose의 양이 아주 많이 함유되어 있음을 확인하였고, 밀배아에서는 세 유리당 모두 쌀배아에 비해 약 6배에서 13배정도까지 많이 들어 있었다.

3. 아미노산함량

쌀배아, 쌀배유와 밀배아의 아미노산함량은 <Table 4>와 같다. 쌀배아에서는 글루탐산이 1920.9mg/100g, 아르기닌이 1503.7mg/100g, 아스파르트산이 1208.7mg/100g, 알라닌이 1001.2mg/100g으로 가장 많이 함유되어 있었으며, 유허아미노산인 시스틴과 메티오닌은 적었

<Table 2> Proximate compositions of rice germ, rice endosperm and wheat germ ( % of total weight)

Composition	Rice germ	Rice endosperm	Wheat germ
Moisture	8.69	12.6	11.59
Lipid	21.18	0.43	7.48
Protein	16.50	6.87	25.12
Fiber	2.95	0.33	2.79
Ash	6.23	0.41	3.96
Carbohydrate	44.45	79.36	49.06

<Table 3> Free sugar composition of rice germ, rice endosperm and wheat germ (mg/100g)

Composition	Rice germ	Rice endosperm	Wheat germ
Fructose	50.20	trace	327.24
Glucose	68.80	44.53	954.43
Maltose	569.00	168.40	6162.00
Sucrose	trace	trace	trace

<Table 4> Amino acid composition of rice germ, rice endosperm and wheat germ

Composition	Rice germ	Rice endosperm	Wheat germ
Aspartic acid	1208.7	340.8	1936.6
Threonine	566.8	114.7	887.6
Serine	620.4	169.0	902.4
Glutamic acid	1920.9	707.0	3285.6
Proline	476.3	239.9	684.6
Glycine	658.2	73.4	1054.9
Alanine	1001.2	300.1	1469.9
Cystein	33.3	10.7	26.8
Valine	882.1	308.5	1333.5
Methionine	236.5	103.4	347.1
Isoleucine	535.7	193.1	807.8
Leucine	1039.7	399.8	1560.1
Tyrosine	353.6	59.5	441.0
Phenylalanine	586.4	220.9	792.5
Histidine	745.5	124.2	882.1
Lysine	978.1	145.9	1731.7
Arginine	1503.7	395.7	2201.9

다. 쌀배아의 아미노산 조성을 보면 필수아미노산의 함량이 고루 많이 분포되어 있음을 확인하였으며 이러한 결과로 보아 중요한 아미노산의 공급원으로 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 밀배아는 시스틴을 제외한 다른 아미노산들이 쌀배아보다 약간 함량이 더 많았으며 쌀배유는 쌀배아의 아미노산 함량과 비교해 볼 때 모든 아미노산의 함량이 낮았다.

4. 무기질함량

쌀배아, 쌀배유와 밀배아를 회화시킨 회분의 무기질 조성은 <Table 5>와 같으며 8종류의 무기성분들이 검출

<Table 5> Mineral composition of rice germ, rice endosperm and wheat germ

Composition	Rice germ	Rice endosperm	Wheat germ
Fe	7.99	0.76	6.99
Cu	1.16	0.23	0.61
K	1217.80	81.85	789.14
Zn	11.75	1.41	12.61
Mn	16.74	0.96	16.96
P	1766.22	117.05	1051.78
Na	16.22	6.86	52.61
Ca	36.60	7.45	47.87

되었으며 100g당 mg으로 나타내었다. 쌀배아의 무기성분들은 칼륨과 인이 각각 가장 많은 1217.80, 1766.22mg/100g이었으며 칼슘, 마그간, 나트륨이 각각 36.60, 16.74, 16.22mg/100g으로 많았으며, 아연, 철, 구리도 각각 11.75, 7.99, 1.16mg/100g이 들어있었다. 모든 시료에서 칼륨과 인이 가장 많이 함유되어 있었다. 쌀배아에서는 철과 구리가 밀배아보다 많았고, 밀배아에서는 나트륨과 칼슘이 쌀눈보다 많이 들어있었다. 쌀배유는 쌀배아와 밀배아에 비해 현저히 낮은 양의 무기성분들이 있었다.

5. 비타민함량

쌀배아, 쌀배유, 밀배아의 수용성과 지용성 비타민 함량은 <Table 6>과 같으며 100g당 mg으로 나타내었다. 비타민 E는 알파, 베타, 감마 그리고 델타의 모든 양을 합산하였다. 쌀배아와 밀배아에서는 5가지의 수용성 비타민과 지용성비타민인 토코페롤이 함유되어 있었으며 비타민 B<sub>6</sub>를 제외한 나머지 비타민들이 쌀배아에서 밀배아보다 더 많은 양이 있었다. 즉 쌀눈에서는 비타민 E가 11.96mg/100g으로 가장 많았으며 B<sub>1</sub>과 B<sub>2</sub>는 각각 5.69mg/100g, 0.45mg/100g였으며, 비타민 C는 1.66mg/100g 그리고 나이아신과 비타민 B<sub>6</sub>는 각각 2.96mg/100g, 0.69mg/100g였다. 이에 비해서 쌀배유는 비타민 B<sub>6</sub>만 1.02mg/100g이 있었고 나머지는 없거나 1mg/100g이하로 나타났다.

6. 지방산함량

쌀배아, 쌀배유, 밀배아의 지방산의 구성은 <Table 7>과 같다. 즉, 6가지 종류의 지방산이 함유되어 있었으며, 쌀배아의 주지방산은 linoleic acid와 oleic acid로 전체지방산의 약 64%를 차지하고 있었다. 또한 모든

<Table 6> Vitamin composition of rice germ, rice endosperm and wheat germ

Composition	Rice germ	Rice endosperm	Wheat germ
Water soluble vitamin			
Thiamin (Vit B <sub>1</sub> )	5.69	0.73	2.01
Riboflavin (Vit B <sub>2</sub> )	0.45	0.13	0.02
Ascorbic acid (Vit C)	1.66	trace	0.33
Niacin	2.96	0.97	0.64
Vitamin B <sub>6</sub>	0.69	1.02	3.18
Fat soluble vitamin			
Tocopherol (Vit E)	11.96	trace	8.93

<Table 7> Fatty acid composition of rice germ, rice endosperm and wheat germ

Composition	(Peak area %)		
	Rice germ	Rice endosperm	Wheat germ
Palmitic (16:0)	22.2	23.7	20.3
Stearic (18:0)	1.1	1.7	0.5
Oleic (18:1)	24.7	32.6	15.2
Linoleic (18:2)	38.9	40.4	57.2
Linolenic (18:3)	2.0	0.4	6.7
Arachidic (20:0)	3.1	1.1	trace
Unknown	8.0	0.1	0.1

유지류에 널리 분포되어 있는 palmitic acid가 22.2%였으며 vegetable oil<sup>20)</sup>이나 종자유<sup>21)</sup>에 소량 존재하고 있는 것으로 알려진 arachidic acid도 3.1%였다. 쌀배유의 지방산구성은 쌀배아와 유사한 함량의 분포를 가졌으나 밀배아의 경우는 쌀배아와 비교해 볼 때 oleic acid는 더 적은 15.2%, linoleic acid는 더 많은 57.2%로 약 72%를 차지하고 있었으며, arachidic acid는 나타나지 않았다.

7. Flavonoid와 phenolic acid의 검색

Flavonoid와 phenolic acid는 식물체에 존재하여 여러 가지 생리활성을 나타내는 물질이다. 따라서 본 실험에 사용되는 시료들에서 이러한 성분들이 존재하는지를 확인하기 위하여 25종의 flavonoid들을 screening한 결과(Table 8) 쌀배아와 쌀배유에는 검출되지 않았으며 밀배아에서는 syringic acid, vanillic acid, gallic acid를 검출할 수 있었다.

이상의 결과에서 쌀배아에 들어있는 성분들을 확인하였으며, 현재 가공용으로 사용되고있는 밀배아의 성분과 비교하였을 때도 여러 성분들이 더 우수한 것으로 보아 식품재료로서 활용가능성을 보여주었다.

IV. 요약

국내에서 버려지는 쌀눈활용을 위한 기초연구로 쌀눈의 화학성분들을 분석하였다. 일반성분은 수분 8.69%, 조지방 21.18%, 조단백질 16.50%, 조섬유 2.95%, 조회분 6.23%, 그리고 당질함량은 44.45%로 나타났다. 유리당은 maltose, glucose, fructose가 있었으며 각각 569.00, 68.80, 50.20mg/100g함유되어 있었다. 아미노산함량은 글루탐산이 1920.09mg/100g, 아르기닌이 15.03mg/100g, 아스파르트산이 1208.7mg/100g, 알라닌이

<Table 8> Flavonoids and phenolic acids screening of rice germ, rice endosperm and wheat germ

Composition	Rice germ	Rice endosperm	Wheat germ
Glycoconjugated flavonoid			
rutin	-	-	-
naringin	-	-	-
hesperidin	-	-	-
Phenolic acids			
ferulic acid	-	-	-
syringic acid	-	-	+
m-coumaric acid	-	-	-
vanillic acid	-	-	+
gentisic acid	-	-	-
salicylic acid	-	-	-
caffeic acid	-	-	-
gallic acid	-	-	+
protocatechuic acid	-	-	-
Aglycone flavonoids			
catechin	-	-	-
epicatechin	-	-	-
baicalein	-	-	-
myricetin	-	-	-
taxifolin	-	-	-
quercetin	-	-	-
natinenin	-	-	-
luteolin	-	-	-
jaceosidin	-	-	-
kaempferolapigenin	-	-	-
chrysin	-	-	-
flavone	-	-	-

(-; not determined, +; determined)

1001.2mg/100g으로 가장 많이 함유되어 있었으며, 함황 아미노산인 시스틴과 메티오닌은 적었다. 무기질 조성은 8종류의 무기성분들이 검출되었으며 칼슘과 인이 각각 가장 많은 1217.80, 1766.22mg/100g이었으며 칼슘, 망간, 나트륨이 각각 36.60, 16.74, 16.22mg/100g으로 많았으며, 아연, 철, 구리도 각각 11.75, 7.99, 1.16mg/100g이 들어 있었다. 비타민함량은 5가지의 수용성 비타민과 지용성비타민이 토크페롤이 함유되어 있었으며, 비타민 E가 11.96mg/100g으로 가장 많았고 B<sub>1</sub>과 B<sub>2</sub>는 각각 5.69mg/100g, 0.45mg/100g였으며 비타민 C는 1.66mg/100g 그리고 나이아신과 비타민 B<sub>6</sub>는 각각 2.96mg/100g, 0.69mg/100g였다. 지방산은 6가지 종류의 지방산이 함유되어 있었으며, 주지방산은 linoleic acid와 oleic acid로 전체지방산의 약 64%를 차지하고 있다. 또

한 모든 유지류에 널리 분포되어 있는 palmitic acid가 22.2%였으며, arachidic acid도 3.1%였다. 16종의 flavonoid와 9종의 phenolic acid를 screening한 결과 쌀눈에서는 검출되지 않았다.

### 감사의 글

본 연구는 2000년 중소기업청 산학연 컨소시엄사업으로 수행된 연구결과의 일부이며, 지원해주신 중소기업청, 대한농산과 이천농산에 감사를 드립니다.

#### ■ 참고문헌

- 1) [Http://152.99.1616.2/scripts/pakmul/pjakmul1.jdc](http://152.99.1616.2/scripts/pakmul/pjakmul1.jdc), Rice production in Korea, 1998
- 2) Yamamoto A, Fuji Y, Yasumoto K, Mitsuda H. Product specificity of rice germ lipoxygenase, *Lipids* 15(1): 1-5, 1980
- 3) Ahmed CM, Padayatty JD. Identification of individual histone mRNAs from rice embryos, *Indian J Biochem Biophys* 19(3): 160-6, 1982
- 4) Tabary F, Balandreau J, Bourrillon R. Purification of the rice embryo lectin and its binding to nitrogen-fixing bacteria from the rhizosphere of rice, *Biochem Biophys Res Commun* 119(2): 549-55, 1984
- 5) Abbas HK, Mirocha CJ, Shier WT. Isolation, identification and biological activity of chlamydsoporol from *Fusarium culmorum* HM-8, *Mycopathologia* 118(2): 115-23, 1992
- 6) Yamaguchi J, Lim PY, Aratani K, Akazawa T. Isolation and characterization of nuclei from rice embryos, *Cell Struct Funct* 17(2): 87-92, 1992
- 7) Chung RL, Chen JC, Chu J, Tzen JT. Characterization of seed oil bodies and their surface oleosin isoforms from rice embryos, *J Biochem* 120(1): 74-81, 1996
- 8) Kim CJ, Cheigh HS, Lim JH, Shin MK, Kim SK. Characteristics of lipolysis mechanism by rice bran lipase, *Korea advanced institute of scientific technology #822-1508-029-1*: 1-20, 1982
- 9) Kim CJ, Cheigh HS, Kim DC. Low cost extrusion cooking system for rice bran stabilization in Thailand, *Genetic engineering research institute #86-10-0424-00-00*: 1-103, 1986
- 10) Lee HY, Hah TY, Lee SH, Keum JS. Studies on the utilization of rice bran as foodstuff and development of functional rice bran snack, *Korea food research institute #94-50-0036-00-00*: 1-121, 1994
- 11) Shin DH, Chung JK. Changes during storage of Rice Germ oil and its fatty acid composition, *Korean J Food Sci Technol* 30: 77-81, 1998
- 12) Shin DH, Chung JK. Chemical composition of the rice germ from rice milling and its oil stability during storage, *Korean J Food Sci Technol* 30: 241-243, 1998
- 13) Sullivan DM, Carpenter DE(eds), A.O.A.C. international Methods of Analysis for Nutrition Labeling, A.O.A.C. international Virginia, p. 20, 1995
- 14) Sullivan DM, Carpenter DE(eds), A.O.A.C. international Methods of Analysis for Nutrition Labeling, A.O.A.C. international Virginia, p. 161, 1993
- 15) Sullivan DM, Carpenter DE(eds), A.O.A.C. international Methods of Analysis for Nutrition Labeling, A.O.A.C. international Virginia, p. 549, 1993
- 16) Sullivan DM, Carpenter DE(eds), A.O.A.C. international Methods of Analysis for Nutrition Labeling, A.O.A.C. international Virginia, p. 561, 1993
- 17) Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification, *J Bio Physiol* 37:911, 1959
- 18) Christie WW. The preparation of methyl and other esters of fatty acids. In *Lipid Analysis*, 2nd ed., Pergamon press, New York, p. 52, 1982
- 19) Kim KR, Ryo SL, La S, Kim JH, Shin DH, Ji EJ. Capillary electrophoresis and the on-line capillary electrophoresis-electrospray ionization mass spectrometry of phenolic compounds. The 50th annual convention of the pharmaceutical society of Korea, Oct, 1999
- 20) Pryde EH. Fatty acid. The American oil Chemists' Society. Champaign, IL, USA, p. 4, 1979
- 21) Kirschenbauer HG. Fats and oils: an outline of their chemistry and technology. New York, Chapman & Hall, London Reinhold Publishing Corporation, p. 8, 1960