

율무와 염주의 식이섬유, 아미노산 및 지질 성분의 비교

우자원 · 이미숙 · 이회자* · 김형수

연세대학교 식생활학과, *중경공업전문대학 식품영양과

Comparative Studies on the Dietary Fiber, Amino Acids and Lipid Components of Yullmoo and Yeomjoo

Ja-Won Woo, Mi-Suck Lee, Hee-Ja Lee* and Hyong-Soo Kim

Department of Food & Nutrition, Yonsei University, Seoul

*Department of Food & Nutrition, Jungkyung Technical College, Daejeon

Abstract

The study was conducted to compare the components such as proximate composition, total dietary fiber(TDF) content, acid detergent fiber(ADF) content, lignin, water binding capacity(WBC), amino acid composition and lipid components from brown Job's tears, dehulled Job's tears, brown Yeomjoo and bran of Job's tears. The results from this study are summarized as follows: Total dietary fiber(TDF) content of Job's tears, brown Job's tears, brown Yeomjoo and bran of Job's tears were 2.70%, 3.86%, 4.33% and 13.3% each. Water-binding capacity(WBC) of TDF and ADF were 2.63 ± 0.02 g H₂O/g TDF and 5.89 ± 0.15 g H₂O/g ADF each. In amino acids composition of samples, glutamic acid content was the highest and the next was leucine. Chemical score of leucine in dehulled Job's tears was very high(189), in contrast lysine was very low(22-23) So lysine was a first limiting amino acid in Job's tears and Yeomjoo. Neutral lipid contents were 90.89%-96.55%, glycolipid contents were 2.35%-7.48% and phospholipid contents were very low. The major fatty acids of lipid fractions were palmitic acid, oleic acid and linoleic acid.

Key words: total dietary fiber(TDF), acid detergent fiber(ADF), water binding capacity(WBC)

서 론

율무(Job's tears)는 학명이 *Coix agrestis* Loureiro로 포아풀과에 속하는 1년초이며 검은 색을 띤 타원형 열매가 결실한다⁽¹⁾. 율무는 분류에 있어서 두가지 견해가 있는데⁽²⁾ 하나는 율무가 염주의 변종이라는 것이고, 다른 하나는 율무가 *Coix mayuem* Roman에 속하며 염주와는 다른 종류에 속한다는 것이나 전자의 의견이 보통 더 잘 받아들여지고 있다.

염주(*Coix Lachryma*)는 아시아가 원산인 것으로 생각되며, 열매는 염주를 만들거나 율무와 유사한 목적으로 사용되어 왔다.

여러 실험에서 율무와 염주의 관계를 규명한 바 염주의 배유 전분은 메 전분이며 율무의 전분은 찰 전분이라고 보고 했다⁽³⁾. 이 율무를 중국 한나라 때에는 식량으로 이

용하였으며 우리나라에서는 옛부터 자양 강장제, 건위제, 신통제, 이노제 등으로 한방에서 사용하였고 음식으로는 죽, 떡, 엿, 과자 등의 원료로도 쓰여 왔다. 최근에는 율무차, 율무 스프 등의 건강식품으로 각광을 받고 있다.

현재까지 연구 보고된 바에 의하면 우 등⁽⁴⁾은 율무와 염주 전분의 이화학적 특성에 관하여 조사하였고, 안⁽⁵⁾은 율무의 영양성분과 물리적 특성을 연구하였으며, 木原⁽⁶⁾은 율무의 화학성분과 그 이용에 관하여 그리고 정⁽⁷⁾은 율무 추출물이 유산균 생육에 미치는 영향을 보고하였다. 한편 한 등⁽⁸⁾은 율무에서 추출한 지질의 이화학적 성질 및 저장시 산패도를 측정하였으며, 한 등⁽⁹⁾은 율무가루 저장중 지방질 조성의 변화와 산화 양상을 조사하여 보고하였다. 진⁽¹⁰⁾의 율무 이용 개발에 관한 연구 및 호⁽¹¹⁾의 율무쌀 단백질 분리와 특성에 관한 연구가 있었다. 신 등⁽¹²⁾은 율무쌀의 다각적인 활용을 위하여 율무쌀 전분의 물리적 성질을 고찰하고 율무쌀 가루를 밀가루와 쌀가루에 혼합하여 제빵 적성 및 떡으로서의 적성에 관하여

Corresponding author: Hee-Ja Lee, Department of Food and Nutrition, Jungkyung Technical College, 155-3, Jayang-dong, Dong-gu, Daejeon, 300-100

보고한 바 있다.

본 연구는 울무를 식품으로 이용하기 위한 기초 자료로 도정을 하지 않은 현울무와 76.4%로 도정한 울무쌀, 겉껍질만 제거한 현염주 그리고 울무겨의 몇가지 성분을 조사하여 보았다. 즉, 식이섬유의 함량, 추출된 식이섬유의 수분 결합력 등을 측정하였고, 울무와 염주 단백질의 아미노산 조성과 제한 아미노산을 결정하였고, 지질 성분의 조성과 지방산 조성 등을 분석하여 그의 이화학적 특성들을 비교하여 보고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 및 시료의 조제

본 연구에 사용한 울무와 염주는 1987년 산으로 경동 시장에서 구입하였다. 울무는 현울무를 구입하여 농산물 검사소 양곡실험실에서 McGill Sheller Mill(McGill Sheller Co., U. S. A.)을 이용하여 76.4%로 도정하여 울무쌀로 만들었다. 염주는 딱딱한 외피를 제거한 후 현염주로 만들어 사용하였다.

실험에 사용한 시료의 수는 울무쌀, 현울무, 현염주 및 울무겨의 총 4가지이다. 시료들은 탈지, 분쇄과정을 거쳐 60mesh 체로 쳐서 폴리에틸렌 병에 넣어 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

시료의 일반 성분

시료의 일반 성분은 AOAC법⁽¹³⁾에 따라서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방, 탄수화물을 정량하였다.

식이섬유 정량

총 식이섬유(TDF), acid detergent fiber(ADF) 및 lignin 정량은 AOAC법⁽¹³⁾과 이 등⁽¹⁴⁾의 방법에 따라 측정하였다.

식이섬유의 수분 결합력 측정

울무겨에서 TDF와 ADF를 추출하여 이 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 수분 결합력을 측정하였다.

아미노산 정량⁽¹⁶⁾

분말 시료 100mg과 6N-HCl 20m/을 ampule에 넣고 질소 gas로 충전시켜 밀봉하여 105°C oven에서 24시간 가수분해 후 rotary evaporator로 감압 건조하고 증류수로 3~4회 재 건조하였다. 이것을 0.2N 구연산 완충액(pH 2.2) 10m/에 용해 후 membrane filter(0.45

μm)를 사용하여 여과한 후 이중 20μl를 취해 아미노산 자동 분석기(LKB 4151 alpha plus amino acid analyzer)에 넣어 정량하였다. tryptophan은 DAB법⁽¹⁷⁾으로 정량하였다.

지질의 추출 및 정제

지질의 추출 및 정제는 이 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 실시하였다.

중성지질과 극성지질의 분리 및 정량

이 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 중성지질, 당지질 및 인지질을 분리 정량하였다.

중성지질의 분별 및 정량

SACC에 의해 분리한 중성지질의 획분을 Stahl⁽²²⁾ 및 이 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 얇은막 크로마토 그래피(TLC)법으로 분리 확인하였으며, 중성지질의 각 반점은 Fiber Optic Scanner(Kontes, U. S. A.)에 의하여 그 함량을 정량하였다.

총지질, 중성지질, 당지질 및 인지질의 지방산 분석

각 시료에서 분리한 총지질, 중성지질, 당지질 및 인지질 획분의 지방산 조성은 이 등⁽¹⁵⁾의 방법에 따라 gas chromatography(GC)에 의하여 분리 정량하였다.

결과 및 고찰

시료의 일반성분

울무쌀, 현울무, 현염주 및 울무겨의 일반성분 조성은 표 1과 같다.

각 시료의 수분 함량은 8.65%~12.24% 범위로 현염주의 수분 함량이 12.24%로 가장 높았고 울무겨는 다른 시료에 비해 수분 함량이 낮아서 8.65%였다. 거를 제외하고 나머지 시료들 간에는 수분 함량의 차이가 나타나지 않았으며, 한 등⁽⁸⁾의 보고에서 나타난 9.23% 보다는 다소 높았다.

조지방 함량은 울무쌀이 2.02%로 가장 낮고, 현울무와 현염주의 조지방 함량은 비슷하였으며 울무겨는 26.32%로 조지방이 주로 겨층에 분포되어 있었다.

조단백질 함량은 13.90%~14.71% 사이로 시료간에 차이를 나타내지 않았으며, 조회분 함량은 울무겨가 7.54%로 가장 높았고, 울무쌀이 0.50%였다. 조섬유 역시 울무겨가 3.23%로 가장 높았고 나머지 시료는 0.

Table 1. Proximate composition of Job's tears(Yullmool) and Yeomjoo

(Unit: %)

Sample	Moisture	Crude Fat	Crude Protein	Crude Ash	Crude Fiber	Starch
Dehulled Job's tears	11.14	2.02	14.71	0.50	0.59	71.04
Brown Job's tears	10.62	7.62	14.38	2.14	0.80	64.40
Brown Yeomjoo	12.24	7.09	13.97	1.62	0.64	64.86
Job's tears' Bran	8.65	26.32	13.90	7.54	3.23	40.36

59%~0.80% 사이였다.

전분의 함량은 울무쌀이 71.04%로 가장 높았고, 현엽주와 현울무는 비슷하였으며 울무겨는 40.36%로 가장 낮았다.

한편 울무는 일반성분을 쌀과 비교해 보면⁽²⁴⁾ 조지방과 조단백질 함량이 높은 편이다.

식이섬유의 함량

시료중의 총 식이섬유(TDF)의 성분별 함량은 표 2와 같다.

총 식이섬유 함량은 울무쌀, 현울무, 현염주 및 울무겨 중에서 울무쌀이 2.70%로 가장 낮았다. 현미(6.44%), 백미(3.22%) 및 겨(22.43%)의 총 식이섬유와 비교해 보면⁽²⁵⁾ 울무의 총 식이섬유 함량은 매우 낮은 편이다.

Acid detergent fiber(ADF)의 함량은 울무쌀이 1.81%로 가장 낮고 현울무와 현염주는 비슷하였으며 울무겨가 7.13%로 가장 높았다. 이러한 결과는 과일(5.31~27.07%)이나 채소(13.70~21.24%)의 ADF⁽¹⁴⁾와 비교해 볼 때 매우 낮은 값이다.

Non-cellulosic polysaccharide의 함량도 과일이나 채소에 비해 매우 낮아서 0.41%~5.99% 범위였다. Cellulose 함량은 1.55%~4.91%, lignin 함량은 0.26%~2.22% 범위였고 현울무와 현염주 사이에는 이들 함량의 차이가 없었다.

식이섬유의 수분 결합력

울무겨에서 추출한 total dietary fiber(TDF)와 acid detergent fiber(ADF)의 수분 결합력을 측정 한 결과는 표 3과 같다.

총 식이섬유의 수분 결합력은 2.63±0.02g H₂O/g TDF였고, ADF의 수분 결합력은 5.89±0.15g H₂O/g ADF로 식이섬유 추출방법에 따라 수분 결합력의 차이가 컸다. 쌀겨에서 추출한 neutral detergent fiber(NDF)의 수분 결합력⁽²⁵⁾은 5.60±0.87g H₂O/g NDF로 울무 ADF의 수분 결합력과 비슷하였다.

수분 결합력은 식이섬유의 특성을 나타내는 척도로 시료, 식이섬유 추출방법 및 수분결합력 측정방법에 따라 차이가 크게 나타난다.

시료중의 아미노산 조성

각 시료의 아미노산 조성을 표 4에 표시하였다. 전체적으로 울무쌀, 현울무 및 현염주간에 아미노산 조성에 차이가 크지 않았다. 모든 시료에서 건물 100g 당 아미노산 함량을 보면 가장 높은 것은 glutamic acid로 울무쌀, 현울무 및 현염주가 3,460mg~3,822mg 범위로 비슷하였고 울무겨는 이보다 다소 떨어지는 값이었다. 다음으로 필수 아미노산인 leucine 함량이 시료 100g 당 1,075~1,956mg 범위로 쌀(640mg/100g)⁽²⁶⁾, 겉보리(650mg/100g)⁽²⁷⁾, 쌀보리(710mg/100g)⁽²⁷⁾, 영광밀

Table 2. Dietary fiber content of Job's tears(Yullmool) and Yeomjoo

Sample	Total dietary fiber	Acid detergent fiber	Non-cellulosic Polysaccharides	Cellulose	Lignin
Dehulled Job's tears	2.70	1.81	0.89	1.55	0.26
Brown Job's tears	3.86	3.45	0.41	2.88	0.57
Brown Yeomjoo	4.33	3.26	1.07	2.77	0.49
Job's tears' Bran	13.12	7.13	5.99	4.91	2.22

Table 3. Water binding capacity of Job's tears(Yullmool) fibers by centrifugation method

	Water binding capacity (gH ₂ O/g DF)	initial moisture (%)
TDF	2.63 ± 0.02 ^{a)}	9.84
ADF	5.89 ± 0.15	8.59

a) Mean ± standard deviation, n=3
 TDF: Total dietary fiber
 ADF: Acid detergent fiber

(697mg/100g)⁽²⁸⁾, 현미(648mg/100g)⁽²⁹⁾ 등에 비하여 매우 높은 편이었다. Proline 과 alanine 함량도 매우 높았으며, tryptophan 은 함량이 가장 낮아 71mg~87mg 범위였고 울무겨만 다소 높아 146mg 이었다. Lysine 함량은 울무겨가 525mg 으로 백미, 현미^(26,29)보다 높았으며 울무쌀, 현울무 및 현염주는 180mg~253mg 범위로 낮았다.

A/E비 화학가(chemical score)는 1965년 FAO/WHO 단백질 공동위원회로부터 장려하고 있는 식품 단백질의 질적 비교 방법으로서 식품 단백질의 총 필수아미노산중 각 필수아미노산 비(A/E)를 계란의 A/E와 비교하는 방법((식품 A/E/계란 A/E)×100)으로서 이 값이 가장 낮은 아미노산을 제1 제한 아미노산이라 하고 이에 대한 score 를 나타낸 것이다. 이 A/E비 화학가는 표 5에서 보는 바와 같이 leucine 이 110~189 범위로 가장 높았으며 다음이 phenylalanine+tyrosine 이 110~137 범위였다. 울무쌀, 현울무 및 현염주의 che-

Table 4. Amino acid composition of Job's tears(Yullmool) and Yeomjoo (mg/100g)

Samples Amino Acid	Dehulled Job's tears	Brown Job's tears	Brown Yeomjoo	Job's tears' Bran
Aspartic acid	849	903	871	1060
Threonine*	287	303	353	417
Serine	428	448	445	463
Glutamic acid	3822	3582	3460	2360
Proline	1318	1431	1586	1185
Glycine	226	315	278	561
Alanine	1331	1273	1190	898
Cystine	90	102	106	156
Valine*	631	640	582	595
Methionine*	270	200	240	146
Isoleucine*	518	509	498	428
Leucine*	1956	1767	1759	1075
Tyrosine	538	502	486	387
Phenylalanine*	687	641	634	541
Histidine	232	255	249	332
Lysine*	180	253	221	525
Arginine	399	522	486	877
Tryptophan*	71	80	87	146

*Essential amino acid

mical score 가 가장 낮은 것은 lysine 으로 그 값이 각각 22, 32 그리고 29로 제1 제한 아미노산이 되었고, 울무겨는 화학가가 가장 낮은 것이 methionine+cystine 으로 그 값이 62 였으며 따라서 제1 제한 아미노산이 되었다. 제1 제한 아미노산인 lysine 의 화학가는 쌀(밀양 23호 : 89.5, 이리 365호 : 78.4)⁽²⁶⁾과 비교할 때 매우 낮았다.

Table 5. Chemical scores of Job's tears(Yullmool) and Yeomjoo

Sample EAA	Dehulled Job's tears	Brown Job's tears	Brown Yeomjoo	Job's tears' Bran
Methionine+cystine	69	60	71	62
Isoleucine	88	89	89	77
Valine	87	90	84	86
Phenylalanine+tyrosine	137	119	132	110
Threonine	49	53	63	75
Leucine	189	175	179	110
Lysine	22	32	29	69
Tryptophan	50	58	65	109
First limiting Amino acid	Lys.	Lys.	Lys.	Met.+Cys.
Chemical score	22	32	29	62

EAA: Essential amino acid

중성지질, 당지질 및 인지질의 함량

각 시료에서 총지질을 추출해서 이를 SACC에 의해 분획한 중성지질, 당지질 및 인지질의 함량 비율은 표 6과 같다.

총지질중 중성지질 함량이 90.89%~96.55% 범위로 가장 높고 다음이 당지질로 2.35%~7.48% 범위였으며, 인지질은 1.10%~2.12% 범위로 가장 낮았다.

이러한 경향은 쌀의 경우와 같으며⁽³⁰⁾ 중성지질 : 당지질 : 인지질의 함량 비율은 다소 차이가 있었다. 즉, 현미, 백미와 비교해 볼 때 중성지질은 쌀 보다 함량이 높고 당지질과 인지질은 낮았다.

중성지질의 조성

본 실험에 사용한 4가지 시료중의 중성지질 획분을 TLC로 분리한 후 이 크로마토그램을 TLC scanner로 정량한 결과는 표 7과 같다. 즉, 모든 시료에서 triglyceride(TG), free fatty acid(FFA), diglyceride(DG) 및 free sterol(FS) 등 4가지 종류의 중성지질이 분리되었다.

울무와 염주의 중성지질에는 TG 함량이 가장 높고 다음이 FFA, DG, FS 순이었다. 쌀의 중성지질⁽³⁰⁾에서도 TG 함량이 가장 많고 다음이 FFA 였으나 그 다음의 순

서는 일치하지 않았다. 현울무의 TG 함량이 69.19%로 가장 높았고 울무쌀은 42.33%로 낮았다. FFA는 시료 간에 거의 차이를 나타내지 않았으며, 반면에 DG는 차이가 컸다.

총지질, 중성지질, 당지질 및 인지질의 지방산 조성

표준 지방산의 methylester를 GC로 분리하여 standard gas chromatogram을 얻었으며, 이를 표준으로 하여 얻어진 총지질의 지방산 조성 비율을 표 8에 표시하였다.

울무와 염주지질을 구성하고 있는 주요 지방산은 palmitic acid, oleic acid 그리고 linoleic acid 그 중에서도 oleic acid가 가장 많은 비율을 차지하고 있었다. 총지질중 현울무, 울무쌀 그리고 거의 지방산 조성은 크게 차이 없이 유사하였으나 현염주의 지방산 조성은 palmitic acid가 다른 시료에 비해 매우 낮았고 oleic acid가 다소 높았다.

중성지질의 지방산 조성도 현염주를 제외하고는 시료 간에 조성의 차이가 별로 없었다. 현염주는 palmitic acid 함량이 역시 낮았고 oleic acid 함량이 다소 높았다. 한 등⁽⁶⁾의 보고에 따르면 현울무와 울무쌀의 지방산

Table 6. Content of major lipid classes in Job's tears(Yullmool) and Yeomjoo

Sample	Proportion in total lipid (%)		
	Neutral lipid	Glyco-lipid	Phospho-lipid
Dehulled Job's tears	90.89	7.48	1.64
Brown Job's tears	93.30	4.94	1.76
Brown Yeomjoo	96.55	2.35	1.10
Job's tears' bran	93.90	3.98	2.12

Table 7. Compositions of neutral lipids in Job's tears(Yullmool) and Yeomjoo

Variety	Proportion in neutral lipid (%)			
	TG	FFA	DG	FS
Dehulled Job's tears	42.33	23.62	23.62	10.43
Brown Job's tears	69.19	26.60	1.18	3.03
Brown Yeomjoo	53.19	26.32	13.02	7.48
Bran of Job's tears	58.99	24.72	9.55	6.74

TG: triglyceride FFA: free fatty acid
DG: diglyceride FS: free sterol

Table 8. fatty acid compositions of total lipid, neutral lipid, glycolipid and phospholipid in Job's tears(Yullmool) and Yeomjoo

	Fatty acid ^{a)}		
	16:0	18:1	18:2
Total lipid			
Dehulled Job's tears	17.69	41.69	40.58
Brown Job's tears	13.67	50.09	36.24
Brown Yeomjoo	7.52	54.29	38.18
Job's tears' bran	13.89	49.74	36.37
Neutral lipid			
Dehulled Job's tears	19.17	44.50	36.33
Brown Job's tears	14.12	51.06	34.81
Brown Yeomjoo	8.71	57.88	33.41
Job's tears' bran	18.25	50.70	31.05
Glycolipid			
Dehulled Job's tears	32.57	24.93	40.14
Brown Job's tears	25.63	35.86	38.52
Brown Yeomjoo	19.98	46.51	33.51
Job's tears' bran	41.96	32.50	25.55
Phospholipid			
Dehulled Job's tears	28.96	39.09	32.32
Brown Job's tears	17.65	42.26	40.08
Brown Yeomjoo	37.27	36.45	26.26
Job's tears' bran	20.34	36.88	42.78

a) fatty acid are expressed as the number of carbons: number of double bonds

은 palmitic acid, oleic acid 그리고 linoleic acid 로 이루어져 있었으며 두 시료간에 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 본 실험에서도 같은 경향이였다. 쌀에서는 위의 세가지 지방산 외에도 소량의 stearic acid 와 linolenic acid 가 검출되었고⁽³⁰⁾ 구성 지방산에 있어서도 oleic acid 보다는 linoleic acid 함량이 다소 높은 경향으로 울무, 염주와는 차이가 있었다.

당지질의 지방산 조성은 총지질, 중성지질과는 달리 울무쌀, 울무겨의 palmitic acid 가 oleic acid 함량보다 높았다. 현울무와 현염주는 다른 지질획분에서와 마찬가지로 oleic acid, linoleic acid, palmitic acid 순으로 함량이 많았다.

인지질의 지방산 조성에서는 시료간에 palmitic acid 함량에 차이가 커서 17.65%-37.27% 범위였다. 현염주는 palmitic acid 와 oleic acid 함량이 비슷하였고 linoleic acid 함량은 낮았다. 전체적으로 당지질과 인지질에서 palmitic acid 의 함량이 총지질과 중성지질 보다는 높았고, oleic acid 함량이 낮아지는 경향을 보였다.

요 약

현울무, 울무쌀, 울무겨 그리고 현염주를 시료로 하여 일반성분, 총 식이섬유 함량, acid detergent fiber 함량, lignin 함량, 수분 결합력, 아미노산 조성 및 중성지질 조성 등을 살펴보았다.

그 결과, 울무쌀의 총 식이섬유량은 2.70% 였고, 현울무는 3.86% 였으며 현염주는 4.33% 그리고 울무겨는 13.12% 였다. Acid detergent fiber 양은 울무쌀이 1.81%로 가장 낮았고 현울무, 현염주는 각각 3.45%, 3.26%로 비슷한 값이었다. 울무겨에서 추출한 총 식이섬유와 acid detergent fiber 의 수분 결합력을 측정하여 비교한 바 총 식이섬유의 수분 결합력은 $2.63 \pm 0.02g H_2O/g TDF$ 로 매우 낮았고, acid detergent fiber 의 수분 결합력은 $5.89 \pm 0.152g H_2O/g ADF$ 였다.

울무쌀, 현울무, 현염주 그리고 울무겨의 아미노산 조성은 glutamic acid 함량이 가장 높았고 다음이 leucine 이었으며, 울무쌀의 경우 leucine 의 chemical score 는 189로 매우 높았으며 반면에 lysine 의 chemical score 는 22-32 사이로 매우 낮아 울무, 염주의 제한 아미노산이 되었다. 지질성분은 중성지질이 80.89%-96.55% 범위로 대부분을 차지했고, 당지질이 2.35%-7.48% 사이로 현염주의 당지질 함량이 가장 낮았다. 인지질은 함량

이 매우 낮아서 1.10%-2.12% 범위였다. 각 지질 성분의 지방산 조성은 palmitic acid, oleic acid 그리고 linoleic acid 였으며 현염주를 제외하고는 조성상에 크게 차이가 나지 않았다.

문 헌

1. 학영사 편집부 원예대백과, 학영사, p.1254(1974)
2. Yoshiko, I., Kang, M.Y., Asaoka, M., Sakamoto, S. and Fuwa, H. : Some properties of starches of Job's tears, *J. Japan Soc. Starch*, 30(1), 5(1983)
3. Sakamoto, S. : Waxy endosperm and perisperm of cereals and grain amaranth and their geographical distributions, *J. Japan Soc. Starch Sci.*, 29(1), 41(1982)
4. 우자현·윤계순·김형수 : 울무와 염주 전분의 이화학적 특성, 한국농화학회지, 8(1), (1985)
5. 안선애 : 울무의 영양성분과 물리적 특성에 관한 연구, 한양대학교 대학원 석사학위 논문(1981)
6. 木原芳次郎 : 薏苡仁の化學成分とその利用, *藥事科學* 184, 5(1946)
7. 정진모 : 울무 추출물이 *Lactobacillus casei* IFO 3425 의 생육에 미치는 효과에 관한 연구, 고려대학교 대학원 석사학위 논문(1982)
8. 한영숙·구본순·안명수 : 울무 지질에 관한 연구, 대한가정학회지, 24(1), 59(1986)
9. 한지숙·이숙희·최홍식 : 울무가루 저장중 지방질 조성의 변화, 한국식품과학회지, 20(5), 691(1988)
10. 진갑덕 : 울무의 이용개발에 관한 연구, 영남대학교 울무개발연구단 보고, 2, (1974)
11. 호정기 : 울무쌀 단백질의 분리와 그 특성에 관한 연구, 중앙대학교 대학원(1984)
12. 신민자·안명수 : 울무 전분의 조리과학적 특성에 관한 연구, 한국조리과학회지, 3(2), 59(1987)
13. AOAC, *Official Methods of Analysis*, 14th ed., Association of official analytical chemists Washington, D.C.(1984)
14. 이경숙·이서래 : 과실·채소중 식이섬유의 분석법 검토 및 함량 분석, 한국식품과학회지, 19(4), 317(1987)
15. 이희자 : 현미와 백미의 식이섬유 및 지질 성분에 관한 연구, 연세대학교 대학원 박사학위 논문 (1988)
16. Sathe, S.K., Iyer, V. and Salunkhe, K. : Functional properties of Great Northern Bean(*Phaseolus Vulgaris* L.) proteins, amino acid composition, in vitro digestibility, and application to cookies, *J. Food Sci.*, 47, 8(1981)

17. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之 : 食品分析 ハンドブシラ, 建帛社, 東京, p.114(1969)
18. Bligh, E.G. and Dyer, W.J. : A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 977(1959)
19. Wuthier, R.F. : Purification of lipids from nonlipid contaminants on Sephadex bead columns. *J. Lipid Res.*, **7**, 558(1966)
20. Rouser, G., Kritchevsky, G., Simon, G. and Nelson, G. J. : Quantitative analysis of bran and spinach leaf lipids employing silicic acid column chromatography and actone for elution of glycolipids. *Lipids*, **2**, 37(1967)
21. 신효선·이종용 : 멧살과 찹쌀중의 지방질 함량 및 중성지방질의 조성에 관한 비교, *한국식품과학회지*, **18**(2), 137(1986)
22. Stahl, E. : *Thin Layer Chromatography*. Academic Press, New York, 52(1969)
23. Morrison, W.R. and Smith, L.M. : Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron flowride-methanol. *J. lipid Res.*, **5**, 600(1964)
24. 이희자 : 현미와 백미의 식이섬유 및 지질성분에 관한 연구, 연세대학교 대학원 박사학위 논문(1988)
25. 이희자·변시명·김형수 : 현미와 백미의 식이섬유에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **20**(4), 576(1988)
26. 김울상·임경자·박 훈·전승규 : 한국 식품중의 아미노산 조성에 관한 연구(I)(쌀 다수확 장려품종의 아미노산 조성), *한국식품과학회지*, **10**(4), 371(1978)
27. 이종숙·김성곤·김춘수·조만희 : 걸보리 및 쌀보리의 무기질과 아미노산 함량, *한국식품과학회지*, **15**(1), 90(1983)
28. 류인수·오남환 : 아미노산 조성으로 본 국산 소맥의 제빵 특성, *한국식품과학회지*, **12**(3), 205(1980)
29. 박 훈 : 현미의 배아 및 배유중의 아미노산 함량, *한국식품과학회지*, **6**(1), 12(1974)
30. 이희자·이현주·변시명·김형수 : 현미와 백미의 지질 함량 및 중성지방질의 조성에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **20**(4), 585(1988)

(1988년 12월 26일 접수)