

녹두의 유리 및 결합지질의 조성에 관한 연구

엄수현 · 최홍식

부산대학교 식품영양학과

Composition of Lipid Class and Fatty Acid in Free and Bound Lipids From Mungbean

Soo-Hyon Um and Hong-Sik Cheigh

Dept. of Food Science and Nutrition, Pusan National University, Pusan, 609-735, Korea

Abstract

The composition of lipid class and fatty acid of free lipids(FL) and bound lipids(BL at low temperature and BL at high temperature) from Mungbean (*Phaseolus radiatus*, L) was investigated with the chromatographic procedures. The contents of neutral lipid (NL), glycol lipids(GL) and phospholipids(PL) in FL were 89.1% , 7.1%, and 3.7%, on the other hand those of BL were 49~56%, 28~29% and 15~21%, respectively. The major components of NL fraction were triglycerides, 1,2-diglycerides and esterified sterol in the lipids of FL and BL. Esteryl steryl glycosides and monogalactosyl diglycerides were observed as major GL components of FL and BL. Of the PL in FL and BL, phosphatidyl ethanolamine, diphosphatidyl glycerides and phosphatidyl choline were the major components. The predominant fatty acids of NL, GL and PL were linoleic, palmitic and linolenic acids. There are a little difference between the compositions of BL at low and high temperature extraction.

서 론

녹두(綠豆; mungbean; *Phaseolus radiatus*, L)는 단백질, 탄수화물등을 다량 함유하고 있는 두류의 하나로서 지질은 1~2% 함유하고 있다. 녹두의 지질은 두류의 대표적인 위치에 있는 대두와 비교할 때, 그 특성이 크게 다른것으로 알려지고 있다. 녹두의 지질에 관한 지금까지의 연구로서는, 지방산 조성 및 그 변화, 발아기간동안의 지방질 특성 변화 등이 있다.¹⁻⁴⁾ 이들 연구들에서는 대부분이 총지방질에 관한 것이며 유리지질(free lipid) 및 결합지질(bound lipid)에 관한 연구는 거의 볼 수가 없다. 그러나 일반 곡류들인 보리 호밀 밀 등에서는 유리지질과 결합지질의 조성에 대한 연구가 보고 발표되고 있으며, 또한 이들 제품의 가공 및 저장에 유리지질과 결합지질이 큰 영향을 미치고 있음을 알

수 있다⁵⁻⁷⁾.

따라서 본 연구에서는 녹두에서 부터 유리지질과 결합지질을 추출하고, 이들을 정제 분획하여 각 성분을 정량하고 아울러 지방산 조성을 분석하였으므로 그 결과를 보고코져 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 녹두(품종: 방아사)는 밀양원종장에서 구입, 조쇄하여 습식방법으로 껍질을 제거하고 실온에서 건조한 다음, 입도 60mesh 범위로 재분쇄한 것으로 냉장고에 보관하면서 분석시료로 사용하였다. A.O.A.C 법⁸⁾에 의하여 분석한 시료의 일반성분은 수분 11.8%, 조단백질(N×5.71) 20.2%, 조지질 1.6%, 조회분 2.4%, 그리고 조섬유소 1.0%

이었다.

유리 및 결합지질의 추출과 분획

마쇄한 녹두가루 시료를 petroleum ether(PE)로 Soxhlet법에 의해서 7시간 동안 추출⁹⁾ 한 후 이를 흡인 여과 시킨 다음, 회전 진공증발기로 30°C에서 농축시켜 정량용 유리지질 시료로 이용하였다. 결합지질은 유리지질을 추출하고 남은 잔사를 Morrison 방법¹⁰⁾에 의해 water saturated butanol (35 : 65, v/v, WSB) 용액을 사용하여 저온(25°C)과 고온(95°C)에서 다음과 같이 각각 추출하였다. 저온추출방법은 시료의 5배량의 WSB를 가하여 25°C에서 1시간 30분 동안 교반기에서 교반한 후 1시간 동안 실온에서 방치하여 감압여과시킨 후 잔사에 대해 이 과정을 3번 반복한 다음 추출액 모두를 함께 회전진공증발기(30°C)로 용매를 휘발시킨 후 결합지질(저온)을 얻었다. 고온추출방법은 잔사시료의 5배량에 해당하는 WSB를 가하여 95°C에서 증탕하여 2시간 동안 흔들며 주면서 추출하였고 이를 실온에서 방치하여 감압여과 시켜 추출액을 얻었다. 그리고 잔사에 대해 이 과정을 3번 반복하였고, 추출액을 50°C의 회전진공증발기로 용매를 휘발시키므로써 결합지질(고온)을 얻었다. 이들 결합지질(저온 및 고온)들을 질소가스로 충전시킨 후 냉장고에 보관하면서 지질 분석시료로 사용하였다. 그리고 이들 유리지질과 결합지질들은 Diffmer 방법에 의해 Sephadex G-25 column(Pharmacia Fine Chemicals, 20~80 μ m, Sweden)을 사용하여 정제하였으며¹¹⁻¹²⁾ 정제한 유리지질과 결합지질을 Rouser등의 방법에 따라 silicic acid(Lipid chromatography grade, 325mesh, Sigma CO, USA)로 충전한 column chromatography(CC)에 의해 중성지질은 10배량의 chloroform으로, 당지질은 20배의 acetone으로 그리고 인지질은 10배량의 methanol로 각각 차례로 분획하고 중량비로 이들 양을 계산하였다^{13,14)}.

중성지질, 당지질 및 인지질의 분별과 정량

위에서 분리된 각 지질 분획을 Stahl등의 방법에 따라 thin layer chromatography(TLC)에 의해 각 성분을 분별하였다^{15,16)}. 이때 사용된 TLC plate는 중성지질의 분별에는 미리 만들어진 silica gel TLC

plastic sheet(Merck Co., Darmstadt, Germany, thickness : 250 μ m)이며 인지질과 당지질의 분획에는 silica gel G-60(E. Merck, Germany)을 유리판(20×20 cm)에 5 μ m두께로 입혀 사용하였으며 이 때 사용된 전개 용매로는 중성지질의 경우 petroleum ether-diethylether-acetic acid(80 : 20 : 1, v/v/v), 당지질은 chloroform-methanol-water(75 : 25 : 4, v/v/v), 인지질은 chloroform-methanol-water-28% aqueous ammonia(65-35-4.0-0.2, v/v/v)였으며 이때 지질표준품도 함께 전개시켜 표준화합물과 일치하는 분리된 반점을 확인하였다¹⁷⁻²⁰⁾. 그리고 발색제로는 sulfuric acid-dichromate reagent을 분무하여 130°C에서 탄화시켰다. 또한 anthrone 시약을 분무하여 당지질성분을, anthrone시약과 molybdenum 시약을 각각 분무하여 인지질성분을 별도 확인하였다²¹⁻²³⁾. 이때반점뒤의 지질성분을 동정하기 위하여 표준품(Sigma Chemical Co., USA)들도 함께 사용하였다. 그리고 위에서 얻은 TLC에 나타난 분획된 성분의 반점 및 지질표준품의 그것을 scanner(Shimadzu dual-wave length TLC scanner, CS-930, Japan)에 의해 정량하였으며 이 때의 기기분석조건은 wave length : 370nm, slit : height(0.4mm), width (0.4mm), scanning method : reflection zig-zig(by single-wave length)이었다.

지방산의 분석

정제한 각각의 지질은 gas chromatography(GC)법에 의하여 분리정량하였다. 먼저 각각의 지질을 0.5N-NaOH-methanol 용액으로 비누화 시킨후 12.5% BF₃-methanol을 사용하여 Morrison과 Smith의 방법²⁴⁾에 따라 지방산의 methylester를 만들었다. 그리고 GC(Hewlett Packard, 5793A, USA) 분석은 전보에 준하였다.¹⁷⁾ 다음 chromatogram에 나타난 각 봉우리는 표준지방산의 methylester(Sigma Chemical Co., USA)의 머무름시간과 비교하여 확인하였고 봉우리의 면적은 기기에 연결된 Hewlett-Packard 3390A 적분계에 의하여 구한 다음 총 지방산에 대한 백분율로 나타내었다.

결과 및 고찰

Table 1. Total content of crude and purified lipid in mungbean flour

(%)

	Free lipids	Bound lipids(BL)	
		BL-Low temp	BL-High temp
Crude lipid	1.4±0.02*	2.0±0.15	1.9±0.2
Purified lipid	1.1±0.04	0.5±0.25	0.8±0.04

*Mean value ± standard deviation

유리지질과 결합지질의 함량

추출된 유리지질과 결합지질의 함량은 Table 1과 같다. 즉, 유리지질분획에서의 조지질과 그로부터 정제된 지질의 함량은 각각 1.4, 1.1%이며, 저온에서 추출된 결합지질은 각각 2.0, 0.5%, 고온에서 추출된 결합지질은 각각 1.9, 0.8% 함량이었으며 유리지질뒤 총 추출량보다는 결합지질의 총 추출량이 훨씬 높은 반면, 정제지질의 수율면에서는 유리지질이 결합지질보다 상대적으로 높은 수율을 보였다. 한편, 이전의 연구에 의하면 녹두의 조지질 함량이 0.8~1.5% 범위를 나타내었는데 본 시료의 유리지질함량도 이와 거의 유사한 경향을 보였다¹²⁵⁾. 그리고 곡류의 지질성분 연구에서 유리 지질함량이 결합 지질함량보다 일반적으로 높은 결과였는데 본 실험과는 현저한 차이를 보여주고 있다^{5~7)}. WSB으로 추출된 결합지질은 지질이외의 다른 성분들이 많은 양 추출되었는데 Bloksman의 연구에 의하면 butanol 용액에 첨가된 물의 양이 증가할수록 지질의 양과 비지질의 양이 증가하였다²⁶⁾.

중성지질, 당지질, 인지질의 함량

유리지질과 결합지질(저온 및 고온)의 중성지질, 당지질, 인지질의 함량은 Table 2와 같다. 즉, 유리지질의 중성지질, 당지질, 인지질함량은 89.5, 7.1, 3.7이고 고온에서 추출한 결합지질은 49.2, 29.0, 21.8%로 나타났으며 모든 추출지질 함량면에서 중성지질의 함량이 가장 높게 나타났고 당지질, 인지질 순으로 높았다. 중성지질의 함량이 유리 지질에서보다 결합지질에서 15배 정도 낮았으며 당지질과 인

지질의 함량은 3~4배 정도 높게 나타났으며 결합지질에서는 인지질의 함량이 저온에서 추출한 결합지질보다 고온에서 추출한 결합지질에서 1.5배 정도 높게 나타났다.

녹두에 관한 지질조성면에서 연구한 결과는 거의 없는 실정이므로 비교하기 어려우나 곡류 지질을 연구한 Price의 연구보고와는 유리지질의 함량면에서는 상당히 비슷한 경향을 보여주었다²⁷⁾. 그리고 보리의 유리지질의 함량 조성면에서는 비슷하였지만, 결합지질의 함량 조성면에서는 차이를 나타내었다⁶⁾.

중성지질 성분의 분별정량

분획된 시료들의 중성지질을 TLC plate상에 재분리시켜본 결과는 Fig. 1과 같고 이를 정량한 결과는 Table 3과 같다. 1,2-diglyceride(1,2-DG), 1,3-diglyceride (1,3-DG), free fatty acid(FFA), triglyceride(TG), esterfied sterol(ES) 등이 분별정량되었고 유리지질에서는 TG(82.8%)의 함량, 결합지질(저온 및 고온)에서는 TG(32.5, 57.8%)와 FFA(28.2, 21.6%) 함량이 높고 1,3-DG의 함량은 결합지질보다 유리지질에서, 고온에서 추출한 결합지질보다 저온에서 추출한 결합지질에서 상당히 높았고 FFA의 함량은 유리지질보다 결합지질에서 10배 정도 높게 나타났으며 TG의 함량은 유리지질보다 결합지질에서 ½배 정도 낮았다. 곡류들의 유리지질의 중성지질조성은 본 실험결과와 비슷한 경향이었으며 TG의 함량이 가장 높은것은 이들과 모두 유사한 결과이었다^{26,27)}.

Table 2. Composition of neutral lipid, glycolipid and phospholipid of total lipids from mungbean flour (%)

	Free lipids	Bound lipids(BL)	
		BL-Low temp	BL-High temp
Neutral lipids	89.1±0.98*	56.4±0.06	49.2±0.01
Glycolipids	7.1±0.10	28.6±0.24	29.0±0.25
Phospholipids	3.7±0.02	15.0±0.12	21.8±0.12

*Mean value ± standard deviation

Table 3. Composition of neutrall lipids in mungbean flour

(%)

	Free lipids	Bound lipids(BL)	
		BL-Low temp	BL-High temp
1,2-Diglycerides (1,2-DG)	6.6±0.28*	trace	3.4±0.16
1,3-Diglycerides (1,3-DG)	trace	26.3±0.07	5.4±0.17
Free fatty acid(FFA)	2.8±0.07	28.2±1.56	21.6±0.38
Triglycerides(TG)	82.8±1.1	32.5±0.16	57.8±0.84
Esterified sterol(ES)	4.6±0.75	0.7±0.20	0.1±0.01
Unknown(UK) 1**	2.4±0.19	0.2±0.10	trace
Unknown(UK) 2	0.4±0.07	8.7±0.12	10.2±0.12
Unknown(UK) 3	trace	3.3±0.10	1.5±0.26

*Mean value ± standard deviation

**Three spots (No. 4,6 and 7) were separated as shown in Fig.2.

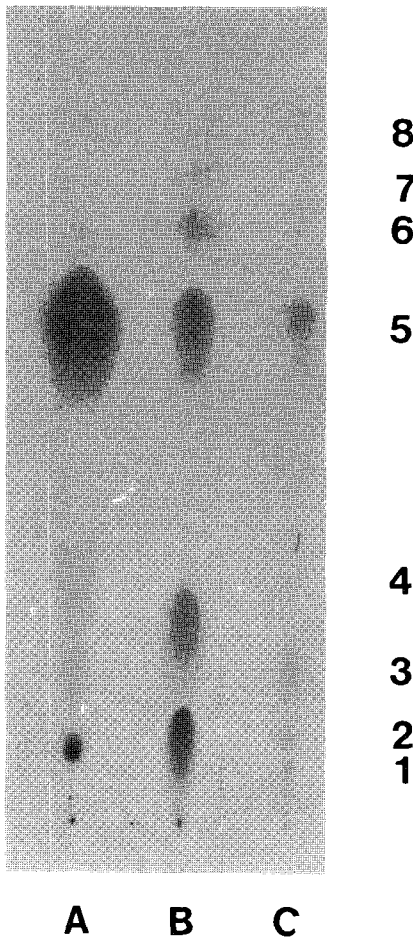


Fig. 1. Thin layer chromatographic separation of neutral lipids in the mungbean flour.

A: Free lipids, B: Bound lipids-Low temp, C: Bound lipids-High temp

1: 1,2-DG, 2: 1,3-DG, 3: FA, 4: UK1, 5: TG, 5: TG, 6: UK2, 7: UK3, 8: ES (See Table 3)

Adsorbent: silica gel G (0.25mm/thickness)
Solvent system: petroleum ether/diethyl ether/acetic acid (80:20:1, v/v/v)

당지질성분의 분별정량

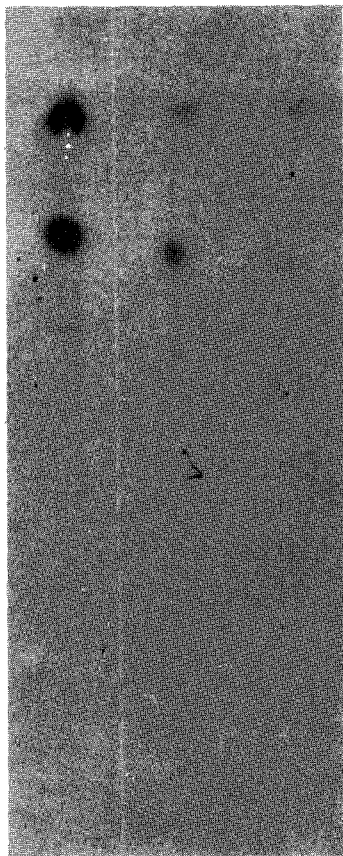
Fig. 2와 Table 4에서 보는 바와 같이 확인된 지질성분은 digalactosyl diglycerides(DGDG), cerebrosides (CB), steryl glycosides(SG), monogalactosyl diglycerides(MGDG), esteryl steryl glycosides(ESG) 등이었으며 ESG의 함량이 유리지질(89.9%)과 저온(92.7%) 및 고온(76.0%)에서 추출한 결합지질에서 가장 높았으며 MGDG, SG, CB는 유리지질 저온보다 고온에서 추출한 결합지질에서 상당히 높게 나타났고 MGDG, CB는 유리지질보다 저온결합지질에서 3배 정도 높았으며 DGDG는 유리지질, 고온결합지질보다 저온결합지질에서 2배 정도 높았다. 일반적으로 식물중의 당지질은 주로 MGDG, DGDG, ESG, sulqoquinosyl diglyceride(SQD) 등으로 되어 있으며^{28,29)} 쌀의 당지질중에는 ESG 및 SG와 같은 sterol계 당지질의 함량이 총 당지질중의 약 60%를 함유하고 있었다²⁰⁾.

Table 4. Composition of glycolipid in mungbean flour (%)

	Free lipids	Bound lipids(BL)	
		BL-Low temp	BL-High temp
Digalactosyl diglycerides(DGDG)	0.5±0.25*	1.3±0.44	0.6±0.21
Cerebrosides(CB)	0.3±0.01	0.9±0.45	1.5±0.2
Steryl glycosides(SC)	0.8±0.25	0.7±0.29	4.1±0.25
Monogalactosyl diglycerides(MGDG)	8.2±0.76	2.9±0.45	17.5±0.47
Esteryl steryl glycosides(ESG)	89.8±0.94	92.7±0.26	76.0±0.17
Unknown(UK) 1**	0.4±0.12	1.5±0.29	0.3±0.07

*Mean value ± standard deviation

**One spots (No. 1) were separated as shown in Fig. 2.



7
6
5
4
3
2
1

A B C

인지질성분의 분별정량

정제된 총지질로부터 분획한 인지질을 TLC plate 상에서 재분리시켜 본 결과는 Fig. 3 및 Table 5와

Fig. 2. Thin layer chromatographic separation of glycolipids in the mungbean flour.

A: Free lipids, B: Bound lipids-Low temp, C: Bound lipids -High temp.

1:UK1, 2:DGDG, 3:CB, 4:SG5:MGDG, 6:ESG, 7:NL (See Table 4)

Adsorbent: silica gel G (0, 5mm/thickness)

Solvent system: chloroform/methanol/ water (75/25/4, v/v/v)

같다. 즉, lysophosphatidyl choline(LPC), phosphatidyl choline(PC), phosphatidyl inositol(PI), phosphatidyl serine(PS), phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidyl glycerols(PG), diphosphatidyl glycerides(DPG) 등이 분별정량되었으며 이중 주된 성분을 살펴보면 유리지질의 경우 PE(64.7%), PC(10.8%), DPG(16.7%)이었고 저온에서 추출된 결합지질에서는 PI+PS(44.5%), PE(37.4%), 고온에서 추출한 결합지질에서는 PC(20.5%), PI+PS(26.7%), PE(35.2%)였다. PI+PS의 함량이 유리지질보다 결합지질에서 대단히 높게 나타났으나, DE의 함량은 유리지질보다 결합지질에서 배나 낮게 나타났다. 또한 PC는 유리지질보다 저온에서 추출한 결합지질에서 배나 낮은 결과 였지만 고온에서 추출한 결합지질에서는 배나 높게 나타나는 흥미로운 사실도 볼 수 있었다. 한편, 쌀의 인지질은 LPC, PG, PI+PS가 주성분이며 보리 인지질 조성은 PC와 LPC가 총지질의 80%를 함유한다는 보고가 있다²¹⁾. 그리고 밀 인지질조성에서는 N-acyl PE, N-acyl LPG와 N-acyl GDG가 분획 동정되었으며 PC와 LPC의 함량이 가장 높고 PI가 그 다음으로 주된 성분이라는 보고도 있다³⁰⁾.

Table 5. Composition of phospholipids in mungbean flour

(%)

	Free lipids	Bound lipids (BL)	
		BL-Low temp	BL-High temp
Lysophosphatidyl choline(LPC)	2.8±0.21*	0.4±0.29	1.8±0.10
Phosphatidyl choline(PC)	10.8±0.68	5.1±0.81	20.5±0.64
Phosphatidyl inositol(PI)& Phosphatidyl serine(PS)	5.3±0.28	44.5±0.91	26.7±0.35
Phosphatidyl ethanolamine(PE)	64.7±0.57	37.4±1.89	35.2±1.04
Phosphatidyl glycerols(PG)	0.5±0.07	8.5±0.93	0.8±0.07
Diphosphatidyl glycerides(DPG)	16.7±0.52	4.1±0.47	15.0±0.29

*Mean value ± standard deviation

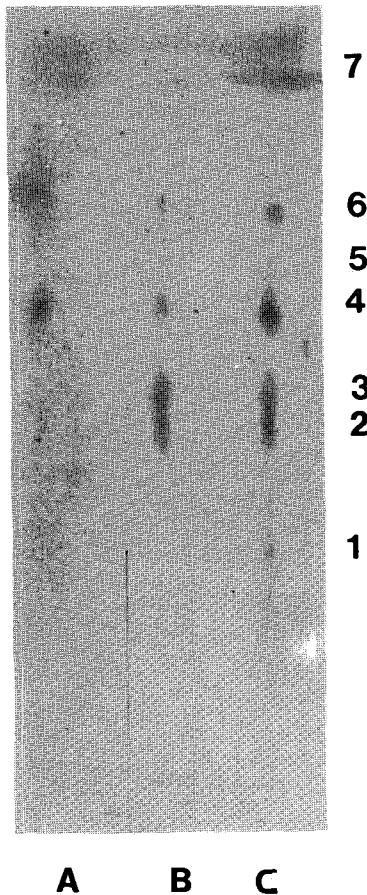


Fig. 3. Thin layer chromatographic separation of phospholipids in the mungbean flour.

A: Free lipids, B: Bound lipids-Low temp, C: Bound lipids-High temp

1: LPG, 2: PC, 3: PI+PS, 4: PE, 5: PG, 6: DPG, 7: NL (See Table 5)

Adsorbent: silica gel G (0.5mm/thickness)

Solvent system: chloroform/methanol/water/28%aqueous-ammonia (65:35:4.0:0.2, v/v/v)

지방산의 조성

녹두지질들의 지방산 조성은 Table 6과 같다. 유리지질의 주요 지방산은 linoleic acid(39.6%)가 가장 높고 그 다음 palmitic acid(24.9%), linolenic acid(19.7%), stearic acid(6.7%)이며 저온에서 추출한 결합지질 지방산조성은 linoleic acid(46.0%)가 가장

높고 palmitic acid(30.7%), linolenic acid(14.5%), stearic acid(5.3%) 순으로 함유되어 있고, 고온에서 추출한 결합지질의 지방산조성은 linoleic acid(45.9%), palmitic acid(31.4%), linolenic acid(13.9%), stearic acid(5.2%) 순으로 함유되어 있다. 위 결과로써 녹두의 주된 지방산은 linoleic acid, palmitic acid, linolenic acid였으며 유리지질에서는 결합지질에서 확인되지 않는 arachidonic acid와 behenic acid가 함유되어 있다. 그리고 유리지질의 지방산은 결합지질보다 myristic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid의 함량이 높았고 palmitic acid와 linoleic acid의 함량은 낮게 나타났으며 저온에서 추출한 결합지질과 고온에서 추출한 결합지질의 지방산 조성은 서로 비슷하였다. 한편 유리지질과 결합지질의 지방산 조성에 관련된 이전의 연구는 없지만 녹두의 주된 지방산은 linoleic acid, palmitic acid, linolenic acid이고 그외 capric acid, arachidonic acid, lignoceric acid의 지방산도 보고한바 있다³³¹⁾. 그리고 본 연구에서와 같은 방법으로 결합지질을 추출한 기장의 결합지질 지방산은 linoleic acid 66%와 palmitic acid 20%함량순으로 보고 한바 있다³²⁾.

Table 6. Fatty acid composition of lipid fractions in mungbean flour

(%)

Fatty acids	Free lipids	Bound lipids(BL)	
		BL-Low temp	BL-High temp
14 : 0	0.3±0.01*	0.2±0.02	0.2±0.01
16 : 0	24.9±0.19	30.8±0.35	31.4±0.14
18 : 0	6.7±0.14	5.3±0.06	5.2±0.04
18 : 1	3.8±0.06	4.1±0.03	3.3±0.02
18 : 2	39.6±0.11	47.0±0.21	45.9±0.03
18 : 3	19.7±0.04	13.6±0.15	12.9±0.07
20 : 0	1.9±0.08	Trace	Trace
22 : 0	3.0±0.06	Trace	Trace
Unknown(UK)	0.1±0.01	0.2±0.01	0.2±0.01

*Mean value ± standard deviation

요약

녹두(*Phaseolus radiatus*, L)로 부터 유리지질과 결합지질(저온 및 고온)을 얻은 다음, 이들을 다시 중성지질, 당지질, 인지질로 분획 정량하고 다시 이 분획된 성분을 정량하였으며 아울러 각 분획별 지방산 조성을 분석하였다. 녹두 유리지질의 중성지질, 당지질, 인지질의 함량비율은 각각 89.1, 7.1, 3.7%였으며 결합지질(저온)은 56.4, 28.6, 15.0%였으며 결합지질(고온)의 경우는 49.2, 29.0, 21.8%였다. 유리지질 확보의 중성지질조성 중 주된 성분은 triglycerides (82.8%), 1,2-diglycerides(6.6%), esterified sterols(4.6%)이었고, 저온에서 추출한 결합지질은 triglycerides(32.5%), free fatty acid(28.2%), 1,3-diglycerides(26.3%)들이고 고온에서 추출한 결합지질은 triglycerides(57.8%), free fatty acid(21.6%)이었다. 한편 유리지질 확보의 주된 당지질 성분은 esteryl steryl glycosides(89.9%), monogalactosyl diglycerides(8.2%)였고 저온 또는 고온에서 추출된 결합지질의 당지질성분은 esteryl steryl glycosides가 주성분(76~93%)였고 monogalactosyl diglycerides도 함유되어 있었다. 유리지질 및 결합지질의 인지질조성을 보면 phosphatidyl ethanolamine, diphosphatidyl glycerides, phosphatidyl choline, phosphatidyl inositol + phosphatidyl serine 등이 주요성분으로 함유되어 있었다. 또한 각 분획된 지질의 지방산 조성은 유리지질에서는 linoleic acid(39.6%), palmitic

acid(24.9%), linolenic acid(19.7%), 저온 또는 고온 결합지질에서는 linolenic acid, palmitic acid, linolenic acid이었고 유리지질에서는 결합지질에서 나타나지 않는 arachidic acid와 behenic acid가 함유되어 있었다.

(본 연구의 일부는 한국과학재단의 지원으로 수행되었으며, 이를 깊이 감사드립니다.)

문헌

1. 이 만정 : 효성여대논문집 12, 471(1973).
2. 고 무석, 박 복희, 이 신재 : 한국영양식량학회지, 11, 75(1982).
3. 최 갑성, 김 재욱 : 한국식품과학회지, 17, 272(1985).
4. Kondo, Y. : *Agr. Biol. Chem.*, 46, 2377(1982).
5. 신 효선, 김 현구 : 한국식품과학회지, 14, 382(1982).
6. Smith, R.R., Youngs, V.L. and Puskulcu, M. : *Cereal Chem.*, 54, 803(1977).
7. Daniels, N.W.R., Wendy Richmond, J., Ruseell Eggitt, D.W. and Coppock, J. B. M. : *J. Sci. Fd. Agric.*, 17, 20(1966).
8. Assos. of Official Anal. Chemists : *Official Methods of Analysis*, Fourteenth Edition, Arlington, 166 (1984).
9. Druthi, J.D. and Bhatia, I.S. : *J. Sci. Fd. Agr.*, 21, 420(1970).
10. Morrision, W. R., Mann, D. L., Wong, S. and Coventry, A. M. : *J. Sci. Fd. Agr.*, 26, 507(1975).
11. Christie, W. W. : *Lipid Analysis*, 2nd Edition, Pergamon Press, Oxford, 23(1982).

12. Wuther, R.E. : *J. of Lipid Research*, 7, 558(1966).
13. Rouser, G., Kritchevsky, G. and Simon, G. : *Lipids*, 2, 37(1967).
14. Marnetti, G. V. : *Lipid Chromatographic Analysis*, Marcel Dekker Inc., New York(1967).
15. Stahl, E. : *Thin Layer Chromatography*, Academic Press, New York, 105(1969).
16. Gritter, B. S. : *Introduction of Chromatography*, Norstrand Company, New York, 39(1968).
17. 이 숙희, 최 홍식, 김 창식 : 한국 식품과학회지, 14, 399(1982).
18. 신 효선, 이 민웅 : 한국식품과학회지, 12, 185 (1980).
19. Wilson, R. F. and Rinne, R. W. : *Plant Physiol.*, 54, 744(1974).
20. 엄 주홍 : 석사학위 청구논문, 동국대학교, (1984).
21. Amenta, J. S. : *J. Lipid Research*, 5, 270(1964).
22. Patton, S. and Thomas, A. T. : *J. of Lipid Research*, 12, 331(1971).
23. Dittmer, J. C. and Lester, R. L. : *J. of Lipid Research*, 5, 126(1964).
24. Morrison, W. R. and Smith, L.M. : *J. of Lipid Research*, 5, 600(1964).
25. Kawamura, S., Tuboi, Y. and Tomotumuzu, A. : *Tech. Bull, Kagawa, Agr. Coll.* 7, 87(1955).
26. Bloksma, A. H. : *Cereal Chemistry*, 43, 602(1966).
27. Price, P. B. and Parson, J. G. : *J. of the Amer. Oil Chemists' Soci.*, 52, 490(1975).
28. Kates, M. : *Adv. Lipid Res.*, 8, 225(1970).
29. 伊藤精亮, 岡田周三, 藤野安彦 : 日本 農藝化學會誌, 48, 431(1974).
30. Colborne, A. J. and David, L. L. : *Phytochemistry*, 14, 2639(1975).
31. 김 영순, 한 용봉, 유 영진, 조 재선 : 한국식품과학회지, 13, 146(1981).
32. Klopfenstein, W. E. : *Lipids*, 13, 557(1967).

(Received May 30, 1988)