

감자의 脂肪質 成分에 관한 研究

第 2 報 : 遊離 및 結合 脂質중의 中性 脂質의 組成에 관하여

李 相 榮* · 辛 孝 善

동국 대학교, 공과 대학, 식품 공학과 · *강원 대학교, 농과 대학, 농화학과
(1979년 8월 14일 수리)

Studies on the Lipid Components of Potato Tubers

II. Composition of Neutral Lipids in Free and Bound Lipids

Sang Young Lee* and Hyo Sun Shin

Department of Food Technology, College of Engineering, Dongguk University, Seoul
Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Kangwon National University, Chunchon

(Received August 14, 1979)

Abstract

The composition of the neutral lipids in the free and bound lipids from four varieties of experimentally cultivated potatoes were identified and quantified by thin layer- and gas-liquid chromatographies. The results were summarized as follows;

1. The neutral lipids contained in the free and bound lipids were fractionated and identified as esterified sterol, triglyceride, diglyceride, free fatty acid, and free sterol, of which triglyceride and esterified sterol were most abundant. Meanwhile, the triglyceride and esterified sterol contents in the free lipid to the total lipid quantity were 10 and 2.7 % respectively, approximately 3 times higher than the 3.0 and 0.8 % contained in the bound lipid.
2. The fatty acid composition of the neutral lipids in the free and bound lipids was the same as that of the total free and bound lipids. The only difference was that content of saturated fatty acid was lower rate in the neutral lipid of the free lipid than in the total free lipid, whereas the unsaturated fatty acid was more abundant in the neutral lipid of the free lipid. Fatty acid composition of individual neutral lipid was of almost the same pattern as that of the total neutral lipid.

序 論

前報⁽¹⁾에서 필자는 감자중의 遊離 및 結合 脂質의 含量과 이들 脂肪質중의 中性 脂質, 糖脂質, 磷脂質의 含量 및 그들의 脂肪酸 組成에 대하여 비교 보고하였다. 中性 脂質은 일반적으로 動, 植物體의 구성 지방질중

그 含量이 가장 많으며 또한 중요한 生理 機能을 담당하고 있다. 그러므로 일반 동, 식물체중의 中性 脂質의 구성 지방질을 分別 定量한 보고는 상당히 많으나⁽²⁻⁶⁾, 감자 지방질중의 中性 脂質을 구성하는 지방질을 分別 定量한 보고는 매우 드문편이다. 다만 감자에 대하여는 총 지방질중의 triglyceride가 15.4 %, free sterol이 0.6 %라는 Galliard⁽⁶⁾의 보고가 있을 뿐이고, 감자와

같은 薯類에 속하는 고구마중의 中性 脂質에 대하여는 李 등⁽⁷⁾과 Walter 등⁽⁸⁾이 보고한 바가 있다.

따라서 저자들은 감자의 遊離 및 結合 脂質중의 中性 脂質을 구성하는 지방질의 종류와 그의 지방산 조성을 각각 分別, 定量하여 몇가지 결론을 얻었으므로 이에 보고하고 지 한다.

材料 및 方法

材 料

前報⁽¹⁾와 동일한 것을 사용하였다.

方 法

가. 中性 脂質의 分別 및 定量

前報⁽¹⁾와 동일한 방법으로 추출한 遊離 및 結合 脂質을 판 크로마토그래피에 의하여 中性 脂質을 분리한 후 그 구성 지방질은 TLC에 의하여 각각 分別 확인 하였다. TLC plate (20×20 cm)는 silica gel G (E. Merck 社製)로 0.25 mm의 얇은 막을 입힌 다음 110°C에서 1 시간 활성화 시킨 것을 사용하였고, n-hexane-diethyl ether-acetic acid (80 : 20 : 1, v/v)⁽⁹⁾의 전개 용매로 上昇 一次元法에 의하여 中性 脂質을 분리하였으며, 40 % 황산 및 요오도 증기의 발색제를 사용하여 표준 지방질의 R_f값과 비교하여 中性 脂質의 종류를 확인하였다. 표준 中性 脂質로는 cholesterol과 lanosterol(영국, Shandon社製)을 free sterol (FS)의, linolenic acid(영국 Shandon社製)를 free fatty acid (FFA)의, triolein(미국 Applied-Science社製)을 triglyceride(TG)의, cholesterol palmitate(영국 Shandon社製)를 esterified sterol (ES)의, 1,3-dipalmitin(미국 Sigma社製)을 diglyceride(DG)의 표준 물질로 각각 사용하였다.

이상과 같이 TLC에 의하여 분리 확인된 각 지방질은 Shimadzu dual-wave length TLC scanner에 의하여 각 지방질의 함량을 정량 하였으며, 그 분석 조건은 Table 1과 같다.

나. 脂質酸 분석

Table 1. Instrument and operating conditions for TLC scanner

Instrument	Shimadzu dual-wave length TLC scanner (CS-900)
Wave length	350 nm
Slit	Height: 1.25 mm Width: 1.25 mm
Scan speed	20 mm/min
Scanning method	Reflection zig-zag by single-wave length

판 크로마토그래피에 의하여 분리한 中性 脂質은 BF₃-methanol로 Metcalfe 등⁽¹⁰⁾의 방법에 의하여 지방산의 에스테르를 만들었고, TLC에 의하여 분리된 中性 脂質의 각 지방질의 지방산 조성은 TLC에 나타난 각 반점을 끊어 모아 클로로포름으로 지방질을 추출한 후^(11,12) 역시 Metcalfe 등의 방법에 따라 지방산의 에스테르를 만든 후 GLC에 의하여 각각 분리 정량 하였으며, 분석 조건은 前報⁽¹⁾와 같았다.

結果 및 考察

中性 脂質을 구성하는 脂肪質의 함량

본 실험에 사용한 감자의 遊離 脂質과 結合 脂質중의

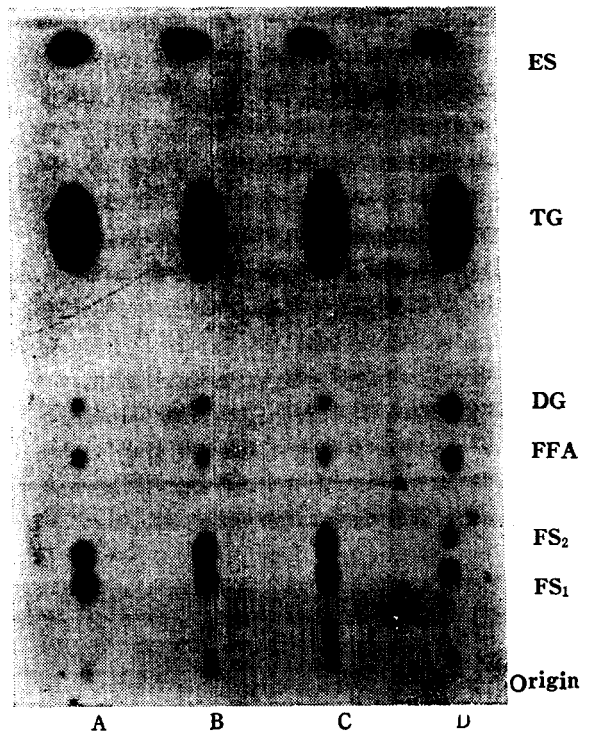


Fig. 1. Thin layer chromatogram of neutral lipids in free lipids from potato powder

The plate was coated with 0.25 mm of silica gel G and activated for 1 hr at 110°C before use. The solvent system was n-hexane-diethyl ether-acetic acid, 80 : 20 : 1 (v/v), and the compounds were detected by charring with 40 % H₂SO₄.

A : Irish Cobbler, B : Warba, C : Shimabara; D : Saco, ES : esterified sterols, TG : triglycerides, DG : diglycerides, FFA : free fatty acids, FS₁ : free sterols whose R_f is the same as cholesterol, FS₂ : free sterols whose R_f is the same as lanosterol

中性 脂質을 TLC로 분리한 크로마토그램은 각각 Fig. 1 및 2와 같으며, 이들 크로마토그램을 TLC scanner 에 의하여 작성한 프로파일 및 적분 곡선은 Fig. 3 및 4와 같고 또 이들 곡선으로부터 中性 脂質을 구성하는 지방질의 함량을 정량한 결과는 Table 2와 같다. 즉, 遊離 脂質 중에는 TG가 평균 67.4 %로서 가장 많았고 ES가 18.5 %로 그 다음으로 많았고 cholesterol 및 lanosterol 과 동일한 Rf 값을 가진 FS는 8.0 %였고 그외의 DG와 FFA는 약 3.0 % 내외의 적은 함량이었다. 한편 結合 脂質 중의 中性 脂質을 구성하는 지방질의 함량은 遊離 脂質의 경우와 비슷하나 총 지방질에 대한 각 지방질의 함량은 遊離 脂質과 매우 대조적이었다. 즉, 遊離 脂質의 경우 총 지방질에 대한 TG의 함량은 평균 10 %이나 結合 脂質 중에는 TG가 평균 3.0 %로 遊離 脂質 중의 TG보다 약 3배 가량 그 함량이 적은 점이 매우 特異 하였다. 그외의 中性 脂質을 구성하는 지방질의 함량은 遊離 및 結合 脂質 사이에 큰 차이점이 없고 다만 ES의 함량이 結合 脂質보다 遊離 脂質 중에 그 함량이 많았다. 이와같은 결과는 감자의 총 지방질 중에 TG 15.4 %, FS 0.6 %라는 Galliard의 보고⁽⁶⁾와 거의 비슷하나 다만 ES의 함량이 본 실험 결과에서는 많았는데 그것은 본 실험에 있어서 ES중에는 탄화수소가 포함 되었기 때문 이라 생각된다. 이상과 같은 실험 결과는 감자중의 中性 脂質의 구성 지방질에 대한 연구가 없어 그 비교가 어려우나 감자중의 TG 함량은 밀가루중의 TG보다는 적고, 고구마 보다는 그 함량이 많은 편이었다⁽⁶⁾. 다만 본 실험 결과로 미루어 보아 감자중의 中性 脂質은 結合 脂質보다 遊離 脂質 중에 그 함량이 훨씬 많으며 그중에

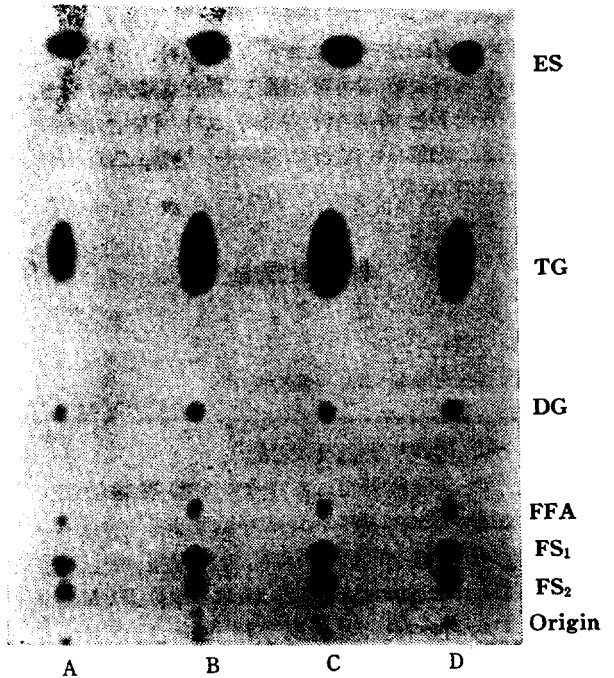


Fig. 2. Thin layer chromatogram of neutral lipids in bound lipids from potato powder
TLC conditions and abbreviations were the same as in Fig. 1

서도 TG가 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 한편 4가지 품종간의 중성 지방질의 구성 지방질 종류나 그 함량에는 뚜렷한 차이점이 없었다.

脂肪酸 조성

본 실험에 사용한 감자의 遊離 및 結合 脂質중의 中

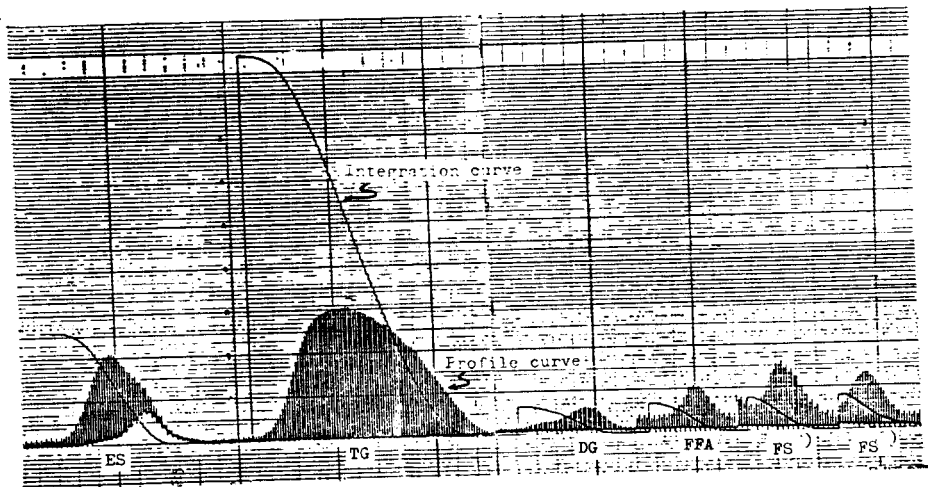


Fig. 3. Distribution profile and integration curve obtained by zig-zag scanning to zones on thin layer chromatograms of neutral lipids in free lipids from potato powder
Abbreviations are the same as in Fig. 1

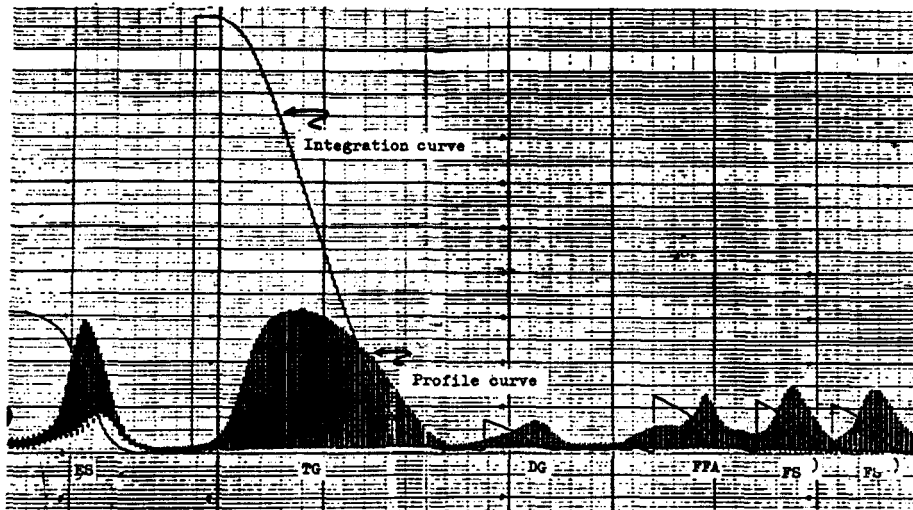


Fig. 4. Distribution profile and integration curve obtained by zig-zag scanning to zones on thin layer chromatograms of neutral lipids in bound lipids from potato powder
Abbreviations are the same as in Fig. 1

Table 2. Composition of neutral lipids in free and bound lipids from potato powder

Variety	ES		TG		DG		FFA		FS ₁		FS ₂		
	% of TL	% of NL	% of TL	% of NL	% of TL	% of NL	% of TL	% of NL	% of TL	% of NL	% of TL	% of NL	
Free lipid	Irsh Cobbler	2.7	18.3	10.0	67.1	0.4	2.5	0.5	3.6	0.7	4.4	0.5	4.1
	Warba	2.8	18.7	10.0	67.4	0.4	2.7	0.5	3.5	0.6	4.3	0.5	3.4
	Shimabara	2.7	18.4	10.1	67.8	0.3	2.4	0.5	3.4	0.7	4.5	0.5	3.5
	Saco	2.8	18.5	10.0	67.2	0.4	2.6	0.6	3.7	0.5	3.6	0.6	4.2
	Mean±S.D.	2.7 ±0.1	18.5 ±0.3	10.0 ±0.1	67.4 ±0.5	0.4 ±0.1	2.6 ±0.2	0.5 ±0.1	3.6 ±0.2	0.6 ±0.2	4.2 ±0.7	0.5 ±0.1	3.8 ±0.7
Bound lipid	Irish Cobbler	0.8	18.8	3.0	66.7	0.1	2.5	0.1	3.2	0.2	4.8	0.2	4.0
	Warba	0.9	19.1	3.0	65.9	0.1	2.2	0.2	3.4	0.2	5.0	0.2	4.4
	Shimabrara	0.9	19.0	3.0	66.1	0.1	2.3	0.2	3.7	0.2	4.3	0.2	4.6
	Saco	0.9	18.9	3.0	66.8	0.1	2.7	0.1	3.0	0.2	4.4	0.2	4.2
	Mean±S.D.	0.8 ±0.1	18.7 ±0.2	3.0 ±0	66.4 ±0.8	0.1 ±0	2.4 ±0.4	0.2 ±0.1	3.3 ±0.5	0.2 ±0	4.6 ±0.6	0.2 ±0	4.3 ±0.4

Abbreviations are the same as in Fig. 1

1. and 2. : See footnote in Fig. 1

性 脂質을 구성하는 지방산 組成을 精量한 결과는 Table 3과 같다.

즉, 감자의 遊離 및 結合 脂質중의 中性 脂質을 구성하는 주된 지방산 組成은 總 遊離 및 結合 脂質을 구성하는 지방산 組成의 패턴과 거의 같았다⁽¹⁾. 다만 遊離 脂質중의 中性 脂質을 구성하는 불포화 지방산의 함량은 總 遊離 脂質의 것보다 많았고 포화 지방산의 함량은 總 遊離 脂質의 것보다 적은 것이 特異한 점이라 할 수 있다.

한편, 中性 脂質을 구성하는 각 지방질의 구성 지방산 組成을 精量한 결과는 Table 4와 같다.

즉, 中性 脂質을 구성하는 각 지방질의 주된 지방산의 組成은 總 中性 脂質의 구성 지방산 組成과 그 패턴이 거의 같았으며 또한 遊離 및 結合 脂質 사이에도 그 차이점이 없었다. 이와 같은 지방산 組成의 패턴은 콩과⁽¹³⁾ 亞麻 종자(flax seed)⁽¹⁴⁾의 中性 脂質을 구성하는 지방산 組成과도 거의 비슷 하였다.

Table 3. Fatty acid composition of total neutral lipids in free and bound lipids from potato powder (relative weight percent)

Variety		14 : 0	14 : 1	16 : 0	18 : 0	18 : 1	18 : 2	18 : 3	22 : 0	Sat'd	Unsat'd
Free lipid	Irish Cobbler	1.5	1.5	11.4	3.6	1.5	54.4	24.0	0.2	16.7	81.4
	Warba	1.5	—	5.1	8.6	3.4	63.0	18.5	—	15.2	84.9
	Shimabara	1.2	0.4	14.2	4.4	1.4	54.7	23.4	0.2	20.0	79.9
	Saco	—	—	25.6	1.4	6.6	48.2	18.8	—	27.0	73.6
	Mean	1.1	0.4	14.1	4.5	3.2	55.1	21.1	—	19.7	79.8
Bound lipid	Irish Cobbler	0.9	—	30.3	7.0	3.4	44.0	14.4	—	38.2	61.8
	Warba	1.3	0.4	20.8	2.2	1.9	52.8	20.4	0.2	24.5	75.5
	Shimabara	5.7	—	31.2	7.8	2.8	40.9	11.0	0.6	45.3	54.7
	Saco	0.3	0.3	36.8	2.9	1.4	47.2	10.4	0.3	40.3	59.3
	Mean	2.0	0.2	29.8	4.6	2.8	46.2	14.1	0.3	36.8	63.3

Table 4. Fatty acid composition of individual neutral lipid in free and bound lipids from potato powder (average of four varieties in relative weight percent)

Fatty acids	ES		TG		DG		FFA		FS ₁		FS ₂	
	FL	BL	FL	BL	FL	BL	FL	BL	FL	BL	FL	BL
14 : 0	1.0	0.6	0.1	0.4	0.2	0.3	0.4	0.5	1.2	0.8	1.0	1.2
14 : 1	1.2	—	0.9	—	—	—	—	—	1.5	—	1.0	—
16 : 0	12.7	29.4	15.7	18.6	13.5	15.6	17.2	20.9	13.8	25.7	16.3	21.8
18 : 0	3.3	5.9	3.0	6.8	2.6	1.3	4.8	3.6	2.9	6.5	3.7	5.1
18 : 1	1.3	3.0	2.4	3.5	4.7	3.2	1.4	2.7	1.0	2.9	1.4	2.7
18 : 2	52.8	40.4	60.3	54.7	62.3	56.5	50.8	49.7	51.7	50.6	59.2	52.3
18 : 3	27.3	20.7	17.6	15.7	16.7	23.1	25.2	22.5	27.5	13.1	17.2	16.9
22 : 0	—	—	0.6	0.3	0.1	—	0.2	0.1	0.3	0.4	0.2	—

Abbreviations are the same as in Fig. 1

要 約

시험 재배한 4가지 감자 품종에서 추출한 遊離 및 結合 脂質중의 中性 脂質을 구성하는 지방질을 박층 크로마토그래피, 가스-액체 크로마토그래피 등의 방법에 의하여 분리 정량하여 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 遊離 및 結合 脂質 중의 中性 脂質로는 esterified sterol, triglyceride, diglyceride, free fatty acid, free sterol 등의 성분을 분리 동정하였고, 이중 triglyceride와 esterified sterol의 함량이 가장 많았다. 한편 遊離 脂質 중의 triglyceride와 esterified sterol의 함량은 總 脂質에 대하여 각각 10 및 2.7%로 結合 脂質 중의 3.0 및 0.8% 보다 각각 3배 정도로 많았다.

2. 遊離 및 結合 脂質 중의 中性 脂質을 구성 하는 주된 지방산 조성은 總 遊離 및 結合 脂質을 구성 하는 지방산 조성과 같았으며 다만 遊離 脂質의 中性 脂質 중에는 總 遊離 脂質 보다 포화 지방산의 함량이 적고 불포화 지방산의 함량이 많은 것이 다른 점이었다. 또 中性 脂質을 구성하는 각 지방질의 주된 지방산 조성은 總 中性 脂質의 구성 지방산 조성과 그 패턴이 거의 같았다.

文 獻

1. 李相榮, 辛孝善 : 한국 식품 과학 회지, 11 (4), 291 (1979)
2. 鄭安錫, 辛孝善 : 한국 식품 과학 회지, 10, 119 (978)
3. 李楹, 辛孝善 : 한국 식품 과학 회지, 9, 284

- (1977)
4. Katz, M. A., Dugan, Jr., L. R. and Dawson, L. E. : *J. Food Sci.*, **31**, 717 (1966)
 5. Zadernowski, R. and Sosulski, F. : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **55**, 870 (1978)
 6. Galliard, T. : *Phytochemistry*, **7**, 1907 (1968)
 7. 李寬寧, 李瑞來 : 한국 식품 과학 회지, **4**, 309 (1972)
 8. Walter, W. M., Hansen, A. P. and Purcell, A. E. : *J. Food Sci.*, **36**, 795 (1971)
 9. Smith, I. and Feinberg, E. G. : *Paper, Thin Layer Chromatography and Electrophoresis*, Shandon Sci. Co., London, p. 187 (1965)
 10. Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : *Anal. Chem.*, **38**, 514 (1966)
 11. Blank, M. L., Verdino, B. and Privett, O. S. : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **42**, 87 (1965)
 12. Christie, W. W., Noble, R. C. and Moore, J. H. : *Analyst*, **95**, 940 (1970)
 13. 辛孝善 : 韓國 農化學 會誌, **17**, 247 (1974)
 14. Zimmerman, D. C. and Klosterman, H. J. : *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **42**, 58 (1975)