

馬齒種옥수수 품종別 脂質組成의 比較

安斗熙·河奉錫

慶尙大學校 自然科學大學

(1987년 10월 20일 접수)

Comparative Studies on the Lipid Composition in Varieties of Dent Corn

Doo-Hee Ahn, Bong-Seuk Ha

*Department of Food and Nutrition, National Gyeongsang University,
Chinju 620, Korea*

(Received, October, 20, 1987)

Abstract

This study dealt with the comparison of the individual lipid component and fatty acid composition in the six varieties of dent corn, *Zea mays Indentata*. The fatty acid and sterol compositions of the total lipid were analyzed by gas liquid chromatography. The total lipid was also fractionated into three lipid classes namely neutral, glyco and phospholipid by the methods of silicic acid column chromatography. The lipid components of lipid-classes were estimated by thin layer chromatography and TLC-scanner.

The contents of total lipid in six varieties of dent corn were 3.7~5.3%.

Total lipid were mainly composed of triglyceride(69.8~75.7%), free fatty acid(13.0~17.9%), lanosterol(4.8~6.0%), hydrocarbon & esterified sterol(3.5~6.0%), and polar lipid & pigment(2.7~5.9%). The contents of triglyceride in Chech'önok and Hwangok No.3 were slightly higher than other varieties.

The major fatty acid in total lipid from six varieties of dent corn were chiefly consisted of linoleic(46.9~61.4%), oleic(21.9~29.9%) and palmitic acid(10.9~16.7%). Particularly the content of linoleic acid in Chech'önok was higher but oleic and palmitic acid in Chech'önok were less than other varieties.

The compositions of 4-desmethylsterol were mainly composed of sitosterol(44.0~63.2%), campesterol(11.6~15.5%) and stigmasterol(5.6~9.1%). The content of sitosterol in Chinjuok was higher than other varieties and isofucosterol was detected only in Chinjuok.

The compositions of 4-monomethylsterol were mainly composed of obtusifoliol(17.7~37.6%), gramisterol(15.0~27.0%) and citrostadienol(9.1~17.3%). The contents of obtusifoliol and citrostadienol in Kwangok and Chinjuok were less than other varieties.

The contents of fractionated neutral lipid in Suwon No.19, Kwangok, Hoengsongok and Chinjuok(90.3~97.1%) were higher than those of Chech'önok and Hwangok No.3(85.5~86.1%).

Neutral lipid were mainly composed of triglyceride(24.7~80.0%), lanosterol(6.2~20.2%), cholesterol(1.0~50.6%), free fatty acid(4.4~8.9%) and esterified sterol(1.5~15.9%).

The major fatty acid in neutral lipid from six varieties of dent corn were chiefly consisted of linoleic(26.2~55.4%), oleic(22.7~39.1%) and palmitic acid(11.4~41.6%). Particularly the contents of linoleic acid Suwon No.19 and Chech'önok were higher but palmitic acid in Suwon No.19 and Chech'önok were less than other varieties.

Glycolipid were mainly composed of monoglycosylsterol(17.5~56.4%), monoglycosylceramide(8.2~28.9%) and monoglycosyldiacylglycerol(12.4~22.2%). The contents of monoglycosylceramide and monoglycosylsterol in Chinjuok Were higher than other varieties.

The major fatty acid in glycolipid from six varieties of dent corn were chiefly consisted of oleic(14.6~39.3%), palmitic(20.0~26.1%), linoleic(3.6~26.9%) and heptadecanoic acid(3.3~24.7%). Particularly the contents of oleic acid in Chinjuok and heptadecanoic acid in Chech'önok were higher than other varieties.

Phospholipid were mainly composed of phosphatidylinositol(30.9~86.4%) and phosphatidylcholine(4.5~22.0%). The contents of phosphatidylinositol in Hoengsöngok and Hwanngok No.3 were less than other varieties.

The major fatty acid in phospholipid from six varieties of dent corn chiefly consisted of palmitic(37.2~61.6%), heptadecanoic(9.2~31.8%) and oleic acid(4.3~17.2%). Particularly the content of oleic acid in Hocngsöngok was higher but heptadecanoic acid in Hoengsöngok was less than other varieties.

序 論

옥수수, *Zea mays L.*의 脂質成分組成에 관한 研究로는 高木¹⁾, Meyer²⁾, 趙等³⁾의 脂肪酸組成, Weber^{4,5)}, 吉田와 梶本⁶⁾에 의한 成熟過程中的 脂質 및 脂肪酸組成의 變動, 또한 Weber와 Alexander⁷⁾의 品種改良이 脂質組成에 미치는 영향, 此外 田中等⁸⁾의 糖脂質組成에 관한 報告 등이 있다.

한편, sterol 組成에 관한 研究로는 Itoh等⁹⁾, 大野와 原¹⁰⁾, 伊藤와 松本¹¹⁾ 그리고 浜島¹²⁾에 의한 4-desmethylsterol組成, 伊藤와 松本^{13,14)} 그리고 Itoh等¹⁵⁾의 4-monomethylsterol과 4,4'-dimethylsterol組成, 此外 伊藤¹⁶⁾, 藤野¹⁷⁾의 報告 등을 찾아볼 수 있다.

本 研究에서는 우리나라에서 改良, 獎勵되었고 食用 또는 飼料用으로서도 많이 이용되고 있는 馬齒種의 改良品種 옥수수의 脂質成分을 比較하였기에 그 結果를 報告한다.

材料 및 方法

1. 材料

本 實驗에 使用한 試料는 乾燥된 馬齒種(*Zea mays Indentata*) 옥수수 6개 品種 即, 水原19號, 光玉, 橫城玉, 提川玉, 晋州玉 및 黃玉3號를 1985年 9月 강원도 農村振興院에서 購入하여 粉碎한 것을 分析用 試料로 使用하였으며, Bligh & Dyer法¹⁸⁾에 따라 總脂質을 抽出하였다.

2. 一般成分의 分析

AOAC法¹⁹⁾에 의하여 定量하였다.

3. 總脂質의 組成

1) 總脂質의 成分別 및 定量

前報²⁰⁾에서의 같이 Thin layer chromatography(TLC)에 의하여 分離確認된 總脂質의 構成 脂質成分을 Shimadzu CS-910 TLC-scanner로 定量하였으며 이때의 分析條件은 Table 1과 같다.

2) 總脂質의 脂肪酸 組成

總脂質을 基準油脂分析試驗法²¹⁾으로 鹼化한 後,

Table 1. Operation conditions for TLC-scanner

Instrument	Shimadzu dual-wave length TLC-scanner(CS-910)
Wave length	350nm
Slit	Height; 1.25mm
Scanner speed	20mm/min
Scanning method	Reflection zig-zag by single-wave length

회수한 混合脂肪酸을 ester化²²⁾하여 GLC에 의하여 定量하였으며 이때의 分析條件은 Table 2와 같다.

3) 總脂質의 sterol組成

3의 2)에서 얻은 各 試料의 不鹼化物은 TLC에 의해 5개의 fraction(Fr.)으로 分離되었으며 이때의 TLC-chromatogram은 Fig.1과 같다. 本實驗에서는 Fig.1에서와 같이 分離된 Fr.1, 2를 試料로 하여 GLC에 의하여 前報²⁰⁾에서와 같이 sterol組成을 分析하였고, GLC分析條件은 Table 2에 또한 표시하였다.

4) 中性脂質과 極性脂質의 分割 및 定量

總脂質을 硅酸 column chromatography²³⁾에 의하여 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質의 各 lipid class를 分割하였다.

4. 中性脂質의 組成

1) 中性脂質의 成分別 및 定量

硅酸 column으로 分割된 中性脂質의 構成脂質 成分은 TLC에 의하여 3의 1)에서와 같은 方法으로 定量하였다.

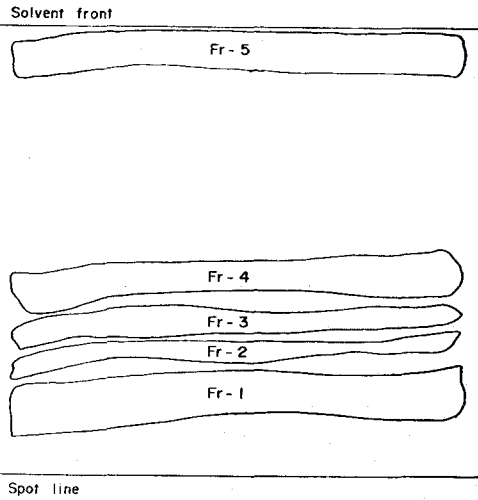


Fig. 1. An example of TLC chromatograms of the unsaponifiable matters from the total lipid of corn seeds.

Absorbent: Wakogel B-10 (500 μ in thickness)

Developing Solvent: hexane-ether(7:3)

Indicator: 0.01% rhodamin 6G-ethanol soln.

2) 中性脂質의 脂肪酸組成

硅酸 column으로 分割된 中性脂質의 脂肪酸組成은 3의 2)에서와 같은 方法으로 定量하였다.

5. 極性脂質의 組成

1) 糖脂質의 成分別 및 定量

硅酸 column으로 分割된 糖脂質을 TLC에 의하여 分離, 定量하였다. 即, chloroform-methanol-28% ammonia water(65:40:7)의 展開溶媒²⁴⁾를 使用하였으며, 0.03% rhodamin 6G-ethanol

Table 2. Operation conditions for gas-liquid chromatography

Items	Fatty acid methyl ester analysis	Sterol analysis
Instrument	GLC(Shimadzu GC-6AM)	GLC(Shimadzu GC-4BM)
Column	DEGS(15%), glass 2m x 3mm I.D.	OV-17(1.5%) glass 2m x 3mm I.D.
Column temp.	165 $^{\circ}$ C	264 $^{\circ}$ C
Detector	FID.	FID.
Detector oven temp.	180 $^{\circ}$ C	280 $^{\circ}$ C
Carrier-gas	N ₂ · 60ml/min	N ₂ · 60ml/min
Chart speed	5mm/min	5mm/min

溶液과 55% H₂SO₄-K₂Cr₂O₇ 溶液으로 發色시킨 後, 標準脂質의 Rf值와 比較하여 α-naphtol試藥²⁵⁾으로 同定하였다. 標準脂質로는 MGC는 α-MGC(美國, Sigma chemical company)를, MGS는 α-MGS(美國, Sigma chemical company)를, MGDG는 α-MDGD(美國, Sigma chemical company)를 使用하였으며, 3의 1)에서와 같은 方法으로 定量하였다.

2) 糖脂質의 脂肪酸組成

硅酸 column으로 分割된 糖脂質의 脂肪酸組成은 3의 2)에서와 같은 方法으로 定量하였다.

3) 磷脂質의 成分別 및 定量

硅酸 column으로 分割된 磷脂質을 TLC에 依하여 分離定量하였다. 即, chloroform-methanol-water (65:16:2)의 展開溶媒를 使用하였으며, 0.03% rhodamin 6G ethanol溶液과 55% H₂SO₄-K₂Cr₂O₇溶液으로 發色시킨 後, 標準脂質의 Rf值와 比較하여 dittmer試藥²⁶⁾으로 同定하였다. 標準脂質로는 PI는 L-α-PI(美國, Sigma chemical company)를 PC는 L-α-PC(美國, Sigma chemical company)를 使用하였으며, 3의 1)에서와 같은 方法으로 定量하였다.

以上과 같이 總脂質, 中性脂質, 糖脂質 및 磷脂質을 TLC로 分離한 chromatogram과 이들 chromatogram을 TLC-scanner에 依하여 作成한 profile과 integration 曲線을 Fig.2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9에 各各 例示하였다.

4) 磷脂質의 脂肪酸組成

硅酸 Column으로 分割된 磷脂質의 脂肪酸組成은 3의 2)에서와 같은 方法으로 定量하였다.

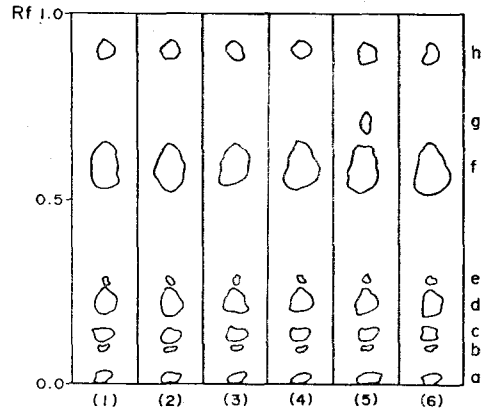


Fig. 2. Thin-layer chromatogram on silica gel G of total lipid fraction from corn seeds.

Developing Solvent: petroleum ether-ethyl ether-acetic acid (80:20:1)
Indicator: 55% sulfuric acid potassium bichromate soln.

Samples:

- TLC plate (1): Suwon No.19
- (2): Kwangok
- (3): Hoengsongok
- (4): Chech'onok
- (5): Chinjuok
- (6): Hwangok No.3

Components identified:

- a. Polar lipid & pigment
- b. Cholesterol
- c. Lanosterol
- d. Free fatty acid
- e, g. Unknown
- f. Triglyceride
- h. Hydrocarbon & Esterified sterol

Table 3. Content of general components and unsaponifiable matters in corn seeds

Varieties	Moisture	Crude protein	Components				USM **
			Crude lipid	Ash	Total* lipid		
Suwon No.19	13.2	9.6	2.9	1.4	3.7	2.3	
Kwangok	13.0	8.3	4.0	1.4	4.8	2.6	
Hoengsongok	13.9	7.3	4.1	1.3	4.7	2.1	
Chech'onok	13.2	7.8	3.5	1.4	4.4	2.0	
Chinjuok	13.5	7.8	4.5	1.4	5.3	2.7	
Hwangok No.3	13.1	8.3	4.3	1.4	5.2	2.5	

* Extracted by methanol-chloroform solvent(By Bligh & Dyer method).

** Unsaponifiable matters.

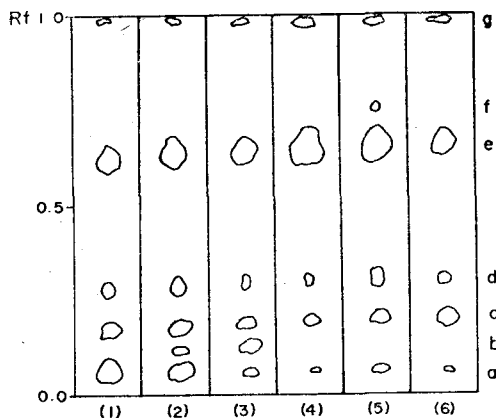


Fig. 3. Thin-layer chromatogram on silica gel G of neutral lipid fraction from corn seeds.

Developing Solvent: n-hexane-diethylether-acetic acid(80:20:1).

Indicator: 55% sulfuric acid-potassium bichromate soln.

Samples:

- TLC plate (1): Suwon No.19
- (2): Kwangok
- (3): Hoengsongok
- (4): Chech'onok
- (5): Chinjuok
- (6): Hwangok No. 3

Components identified:

- a. Cholesterol
- b, f. Unknown
- c. Lanosterol
- d. Free fatty acid
- e. Triglyceride
- g. Esterified sterol

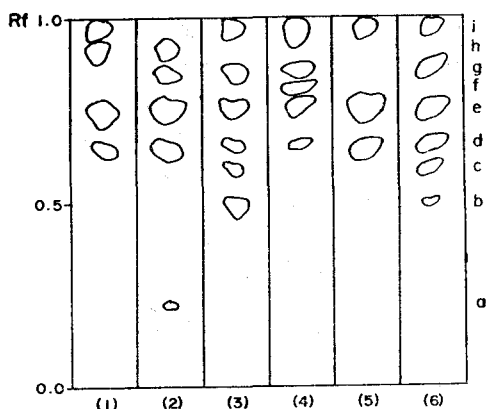


Fig. 4. Thin-layer chromatogram on silica gel G of glycolipid fraction from corn seeds.

Developing Solvent: chloroform-methanol-28% ammonia water(65:40:7)

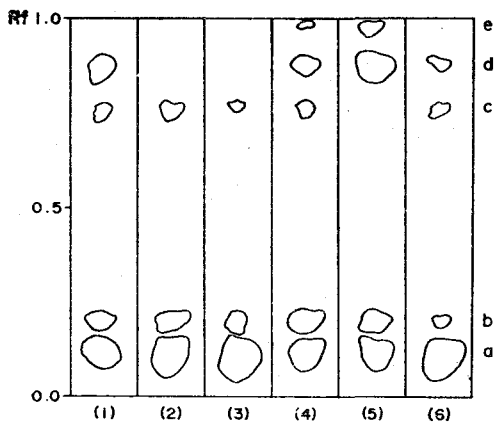
Indicator: 55% sulfuric acid potassium bichromate soln.

Samples:

- TLC plate (1): Suwon No.19
- (2): Kwangok
- (3): Hoengsongok
- (4): Chech'onok
- (5): Chinjuok
- (6): Hwangok No. 3

Components identified:

- a, b, c, f, h, i. Unknown
- d. Monoglycosyl ceramide
- e. Monoglycosylsterol
- g. Monoglycosyldiacylglycerol



←Fig. 5. Thin-layer chromatogram on silica gel G of phospholipid fraction from corn seeds.

Developing Solvent: chloroform-methanol-water(65:16:2)

Indicator: 55% sulfuric acid potassium bichromate soln.

Samples:

- TLC plate (1): Suwon No.19
- (2): Kwangok
- (3): Hoengsongok
- (4): Chechonok
- (5): Chinjuok
- (6): Hwangok No. 3

Components identified:

- a. Phosphatidylinositol
- b. Phosphatidylcholine
- c, d, e. Unknown

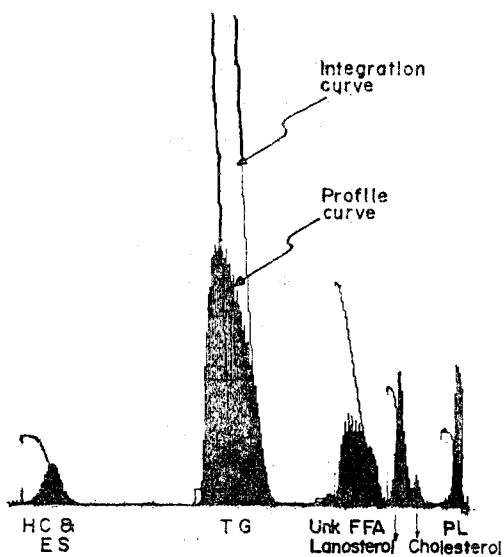


Fig. 6. Distribution profile and integration curve obtained by zig-zag scanning to zones on thin layer chromatograms of the total lipid from corn seeds, Hwangok No. 3.

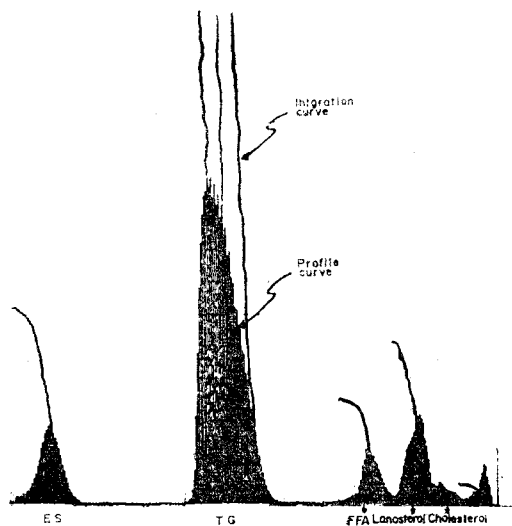
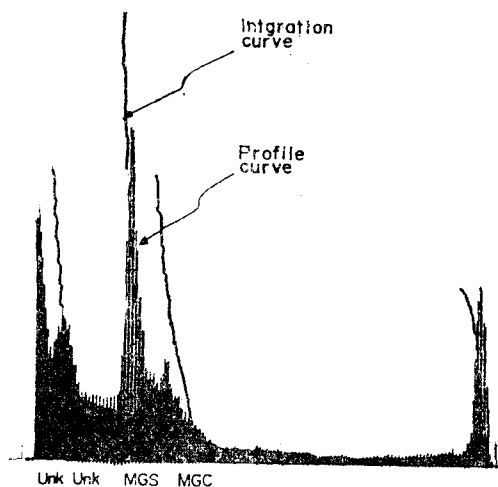


Fig. 7. Distribution profile and integration curve obtained by zig-zag scanning to zones on thin layer chromatograms of the neutral lipid from corn seeds, Chech'ónok.



← Fig. 8. Distribution profile and integration curve obtained by zig-zag scanning to zones on thin layer chromatograms of the glycolipid from corn seeds, Suwon No. 19.

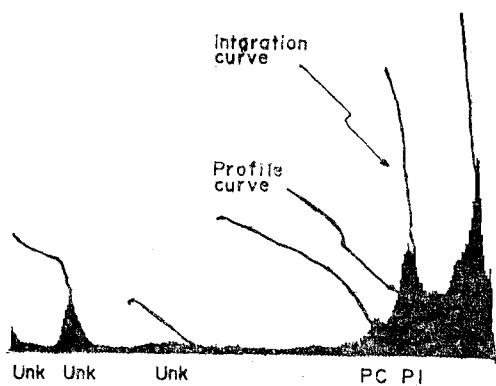


Fig. 9. Distribution profile and integration curve obtained by zig-zag scanning to zones on thin layer chromatograms of the phospholipid from corn seeds, Chech'ónok.

結果 및 考察

1. 一般成分의 含量

Table 3에서, 粗脂肪은 平均 3.9% 含有하며, 晋州玉이 多少 높았다. 이것은 小原 等²⁷⁾과 李²⁸⁾의 粗脂肪含量(3.7%, 4.0%)과 比較하여 대체로 一致하였다. 한편, 總脂質과 不鹼化物含量은 各 各 平均 4.7%와 2.4%인데 이중에서도 晋州玉이 多少 높게 나타났다. 이러한 結果는 Weber⁶⁾ 그리고 Weber와 Alexander⁷⁾가 報告한 總脂質含量(4.0%, 4.6%)과는 類似하였지만, 그러나 田中等⁸⁾의 總脂質含量(9.6%)과 小原 等²⁷⁾, Itoh 等⁹⁾의 不鹼化物含量(1.6%, 1.3%)과 比較하면 多少의 含量差異가 있었다.

2. 總脂質의 組成

1) 總脂質을 構成하는 脂質成分의 含量

Table 4에서, 總脂質의 構成脂質成分은 TG 69.8~75.7%, FFA 13.0~17.9%, lanosterol 4.8~6.0%, hydrocarbon & ES 3.5~6.0% 그리고 PL & pigment 2.7~5.9%의 含量分布를 보였으며, TG와 FFA가 主成分을 이루고 있었다. 以上の 結果는 Weber⁴⁾가 옥수수 的 成熟過程에서 總脂質은 TG, PL, sterol, hydrocarbon & ES 그리고 FFA의 順으로 構成되었다고 한 報告와 比較하여 대체로 類似하였다.

2) 總脂質의 脂肪酸組成

Table 5에서, 總脂質의 構成脂肪酸은 C_{18:2} 46.9~61.4%, C_{18:1} 21.9~29.9%, C_{16:0} 10.9~16.7%로 主要構成脂肪酸을 이루고 있었으며, 이 중에서 堤川玉에서는 C_{18:2}酸의 含量이 가장 높은 반면에 C_{18:1}과 C_{16:0}酸은 가장 낮게 나타났다.

이러한 結果는 日本 油脂 및 油脂製品試驗法部會²⁹⁾에서, 옥수수油의 脂肪酸組成은 C_{18:2}, C_{18:1}, C_{16:0}, C_{18:1} 그리고 C_{18:3}酸의 順으로 主成分을 이루고 있다고 한 報告와 類似하였고, 此外 高木¹⁾, Meyer²⁾, Weber와 Alexander⁷⁾ 그리고 趙 等³⁾의 報告와도 대체로 一致하였다.

한편, 總脂質을 構成하는 不飽和酸 및 飽和酸의 含量比를 보면 堤川玉에서 不飽和酸이 86.2%로 가장 높는데 비해 飽和酸은 가장 낮게 나타났다.

3) 總脂質의 sterol組成

總脂質에서 얻은 不鹼化物을 TLC로 分離한 結果, Fig. 1에서 처음 5개의 Fr.이 나타났으며, 本實驗에서는 Fr. 2(Rf值 0.30)의 4-monomethylsterol 그리고 Fr. 1(Rf值 0.16)의 4-desmethylsterol을 各 各 試料로 하여 sterol組成을 分析하였다. 그리고 sitosterol(RRT: 1.00)을 基準으로 하여 다른 peak의 RRT와 比較하여 sterol을 同定하였다.

Table 4. Lipid compositions of total lipid from corn seeds (peak area %)

Varieties	Total lipid							
	PL & Pigment	Cholesterol	Lanosterol	FFA	Unk(1)	TG	Unk(2)	Hydrocarbon & ES
Suwon No.19	3.3	2.0	5.3	15.6	0.3 (0.29)	71.7		5.1
Kwangok	3.3	1.1	4.8	17.8	0.4 (0.29)	71.6		4.3
Hoengsöngok	2.7	2.2	5.9	17.9	0.6 (0.29)	69.8		3.5
Chech'önok	4.3	0.7	5.8	13.3	0.3 (0.29)	75.7		4.1
Chinjuok	5.9	0.9	6.0	13.0	0.4 (0.29)	71.6	2.1 (0.73)	6.0
Hwangok No.3	4.4	1.1	5.9	13.1	0.6 (0.29)	75.1		4.1

Number in parenthesis are RF values of unknown lipids.

FFA: free fatty acid. Unk: unknown. TG: triglyceride. ES: esterified sterol.

Table 5. Fatty acid compositions of total lipid from corn seeds (peak area %)

Fatty acids	Varieties					
	Suwon No. 19	Kwangok	Hoeng-songok	Chech' ōnok	Chinjuok	Hwangok No. 3
14:0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.2	0.6
15:0	0.1					0.1
16:0	15.0	13.9	12.0	10.9	16.7	15.4
17:0	0.4	0.3		0.5	0.6	0.3
18:0	0.8	2.3	2.3	2.1	1.8	2.6
14:1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
16:1	2.4	0.9	0.8	0.9	1.6	
18:1	24.9	25.4	23.8	21.9	26.0	29.9
20:1			1.3		1.6	0.5
18:2	50.4	52.1	55.7	61.4	47.7	46.9
18:3	2.3	1.6	2.3	1.9	3.3	0.7
TSFA ¹⁾	18.8	16.7	14.4	13.6	19.2	19.1
TUFA ²⁾	80.3	80.0	84.1	86.2	80.4	78.1
TUFA/TSFA ³⁾	4.3	4.8	5.8	6.3	4.2	4.1

1) TSFA: Total saturated fatty acid.

2) TUFA: Total unsaturated fatty acid.

3) TUFA/TSFA: Total unsaturated fatty acid/ Total saturated fatty acid.

Table 6에서, 4-desmethylsterol組成은, sitosterol 44.0~63.2%, campesterol 11.6~15.5% 그리고 stigmasterol 5.6~9.1%로 主成分을 이루고 있었으며, 晋州玉에서는 sitosterol의 含量이 가장 높은 반면에 stigmasterol은 가장 낮았으며, isofucosterol을 含有하고 있어서 特異하였다.

이 結果는 大野와 原¹⁰⁾가 옥수수油의 不鹼化物에는 sitosterol 56.3%, campesterol 15.1% 그리고 stigmasterol 9.8%를 各各 含有하고 있다는 것과 比較하여 多少의 含量差異는 있으나 대체로 一致하고 있음을 볼 수 있었고, 外 Itoh 등⁹⁾, Itoh와 Matsumoto¹¹⁾ 그리고 浜島¹²⁾의 報告와도 類似하였다

Table 7에서, 4-monomethylsterol組成은, obtusifoliol 17.7~37.6%, gramisterol 15.0~27.0% 그리고 citrostadienol 9.1~17.3%로 主成分을 이루고 있었으며, 光玉과 晋州玉에서는 obtusifoliol과 citrostadienol의 含量이 多少 낮게 나

타났다. 이것은 Itoh 등¹³⁾이 옥수수油의 4-monomethylsterol組成은 gramisterol 34.0%, obtusifoliol 30.0% 그리고 citrostadienol 30.0%로 主成分을 이루고 있다고 한 報告와 比較하여 대체로 비슷한 傾向을 볼 수 있었고, 外 伊藤와 松本¹³⁾의 報告와도 類似하였다.

4) 中性脂質과 極性脂質의 含量

Table 8에서, 硅胶 column에서 分離된 中性脂質과 極性脂質의 含量은 中性脂質 85.5~97.1%, 糖脂質 2.1~11.0% 그리고 磷脂質 1.5~5.1%의 含量分布를 보였으며, 中性脂質含量은 水原19號, 光玉, 橫城玉 및 晋州玉이 堤川玉과 黃玉3號보다 높게 나타났고, 糖脂質과 磷脂質含量은 이와 反對 傾向을 보였다.

以上的 結果는 田中 등⁸⁾이 옥수수油의 總脂質에는 中性脂質 95.0%, 糖脂質 2.0% 그리고 磷脂質 3.0%를 含有한다는 報告와 比較하여 대체로 類似하였지만, 趙 등³⁾의 報告와 比較하면 多少의 含量差異를 볼 수 있었다.

Table 6. Compositions of 4-desmethylsterol fraction from the corn seeds
(peak area %)

Varieties	Sterols	Component in relative retention time*			
		0.81	0.88	1.00	1.12
Suwon No.19		14.2	7.3	51.7	
Kwangok		15.5	8.7	47.4	
Hoengsöngok		13.4	9.1	54.0	
Chech'önok		11.6	8.8	52.3	
Chinjuok		14.1	5.6	63.2	2.6
Hwangok No.3		14.9	9.0	44.0	

* Relative retention time(RRT) of sterols from corn seeds are calculated in relation to the retention time of sitosterol as 1.00 and the sterols identified are: 0.81; campesterol, 0.88; stigmasterol, 1.12; isofucosterol.

Table 7. Compositions of 4-monomethylsterol fraction from the corn seeds
(peak area %)

Verieties	Sterols	Component in relative retention time*		
		0.95	1.13	1.52
Suwon No.19		28.7	18.0	13.9
Kwangok		17.7	20.3	12.9
Hoengsöngok		23.6	27.0	14.3
Chech'önok		37.6	24.1	14.7
Chinjuok		19.5	15.0	9.1
Hwangok No.3		27.4	24.4	17.3

* Relative retention time(RRT) of sterol from corn seeds are calculated in relation to the retention time of sitosterol as 1.00 and the sterols identified are: 0.95; obtusifoliol, 1.13; gramisterol, 1.52; citrostadienol.

Table 8. Content of lipid classes in total lipid from corn seeds (wt. %)

Varieties	lipid classes		
	NL	GL	PL
Suwon No.19	94.0	3.4	2.4
Kwangok	90.3	3.7	2.5
Hoengsöngok	94.5	3.3	2.7
Chech'önok	86.1	9.1	5.1
Chinjuok	97.1	2.1	1.5
Hwangok No.3	85.5	11.0	3.5

NL: neutral lipid. GL: glycolipid. PL: phospholipid.

3. 中性脂質의 組成

1) 中性脂質을 構成하는 脂質成分의 含量

Table 9에서, 中性脂質의 構成脂質成分은 TG 24.7~80.0%, lanosterol 6.7~20.2%, cholesterol 1.0~50.6%, FFA 4.4~8.9% 그리고 ES 1.5~15.9%를 各各 含有하고 있었으며, 水原19

號와 光玉에서는 TG의 含量이 낮게 나타난 반면에 cholesterol과 lanosterol은 가장 높게 나타나서 다른 품種과 比較되는 特徵을 볼 수 있었다.

2) 中性脂質의 脂肪酸組成

Table 10에서, 中性脂質의 構成脂肪酸는 C_{18:2} 26.2~55.4%, C_{18:1} 22.7~39.1% 그리고 C_{16:0}酸

Table 9. Lipid compositions of neutral lipid from corn seed (peak area %)

Varieties	Neutral lipid						
	Cholesterol	Unk (1)	Lanosterol	FFA	TG	Unk (2)	ES
Suwon No. 19	50.6		17.6	5.6	24.7		1.5
Kwangok	23.1	12.3 (0.12)	20.2	8.9	32.4		3.1
Hoengsöngok	9.2	18.2 (0.12)	13.1	8.7	55.4		5.3
Chech'önok	1.0		6.2	4.4	80.0		8.0
Chinjuok	5.6		9.9	8.4	68.1	0.9 (0.73)	7.1
Hwangok No. 3	3.8		11.3	6.2	62.8		15.9

Number in parenthesis are RF values of unknown lipids.

Unk: unknown. FFA: free fatty acid. TG: triglyceride. ES: esterified sterol.

Table 10. Fatty acid compositions of neutral lipid from corn seeds (peak area %)

Fatty acids	Varieties					
	Suwon No. 19	Kwangok	Hoengsöngok	chech'önok	Chinjuok	Hwangok No. 3
14:0	1.0	0.8	0.1	0.4	0.4	0.9
15:0	0.2	0.4	0.1			0.2
16:0	14.5	23.3	41.5	11.4	16.2	16.2
17:0	0.6	2.1	0.9	0.9	0.8	1.0
18:0	2.9	3.2	2.0	3.4	3.2	3.3
14:1	0.2	0.3		0.2		0.2
16:1	2.1	2.9	1.9	1.2	1.9	4.1
17:1			0.2			0.3
18:1	26.3	39.1	25.2	22.7	32.0	32.3
20:1						0.6
17:2				1.7		
18:2	50.6	27.3	26.2	55.4	43.9	38.2
18:3	1.2			2.1	1.4	2.0
TSFA	19.2	29.8	44.6	16.1	20.6	21.6
TUFA	80.4	69.6	53.5	79.6	79.2	77.7
TUFA/TSFA	4.2	2.3	1.2	4.9	3.8	3.6

11.4~41.5%의 順으로 主成分을 이루고 있었으며, 水原19號와 堤川玉에서는 C_{18:2}酸의 含量이 가장 높은 반면에 C_{16:0}酸은 가장 낮았다.

이같은 結果는 Weber와 Alexander²⁾의 報告와 比較하여 대체로 類似하였다.

한편, 中性脂質의 構成脂肪酸은 不飽和酸이 53.5~80.4%로서 飽和酸이 16.1~44.6%의 含量 分布를 보인데 비해 높게 나타났다.

4. 極性脂質의 組成

1) 糖脂質을 構成하는 脂質成分의 含量

Table 11에서, 糖脂質의 構成脂質成分은 MGS 17.5~56.4%, MGC 8.2~28.9% 그리고 MGDG 12.4~22.2%의 含量 分布를 보였으며, MGS와 MGC의 含量이 晋州玉에서는 가장 높은 반면에 堤川玉과 橫城玉에서는 가장 낮게 나타났으며, MGDG가 水原19號와 晋州玉에서는 전혀 검출되지 않는 특징을 보였다.

2) 糖脂質의 脂肪酸組成

Table 12에서, 糖脂質의 構成脂肪酸은 C_{16:0} 20.0~26.1%, C_{18:1} 14.6~39.3%, C_{18:2} 3.6~26.9% 그리고 C_{17:0}酸 3.3~23.7%로 主成分을 이루고 있었으며, 晋州玉에서는 C_{18:1}酸의 含量이 가장 높은 반면에 C_{17:0}酸은 가장 낮게 나타났고, 水原19號와 光玉에서는 C_{18:2}酸이 가장 높게 나타났다.

이것은 Weber¹⁾의 報告와 比較하면 대체로 類似하지만, 田中等⁹⁾의 報告와는 多少의 含量 差異가 있었다.

그리고 不飽和酸과 飽和酸의 含量을 比較하면 光玉과 晋州玉에서는 不飽和酸(61.9%, 60.8%)이 가장 높게 나타난 반면에, 飽和酸(34.4%, 34.5%)은 가장 낮게 나타났으며, 不飽和酸/飽和酸의 含量比에서 光玉과 晋州玉이 1.8로 가장 높게 나타나는 특징을 보였다.

3) 磷脂質을 構成하는 脂質成分의 含量

Table 13에서, 磷脂質의 構成脂質成分은 PI 30.9~84.6% 그리고 PC 4.5~22.0%로 主成分을 이루고 있었으며, 橫城玉과 黃玉3號에서는 PI의 含量이 가장 높은 반면에 PC는 가장 낮게 나타났다.

이 結果는 Weber¹⁾가 옥수수油의 磷脂質의 脂質成分으로는 PI, PC 그리고 phosphatidylethanolamine을 含有하고 있다고 한 報告와 比較하면 類似하였다.

4) 磷脂質의 脂肪酸組成

Table 14에서, 磷脂質의 構成脂肪酸은 C_{16:0} 37.2~61.6%, C_{17:0} 9.2~31.8% 그리고 C_{18:1}酸 4.3~17.2%로 主成分을 이루고 있었으며, 橫城玉에서는 C_{18:1}酸의 含量이 가장 높은 반면에 C_{17:0}酸은 가장 낮았다.

한편, 不飽和酸과 飽和酸의 含量을 比較하면

Table 11. Lipid compositions of glycolipid from corn seeds (peak area %)

Varieties	Glycolipid								
	Unk(1)	Unk(2)	Unk(3)	MGC	MGS	Unk(4)	MGDG	Unk(5)	Unk(6)
Suwon No. 19				18.0	36.4			18.5 (0.94)	27.2
Kwangok	2.8 (0.22)			24.8	44.0		12.4	16.1 (0.94)	
Hoengsöngok		16.7 (0.49)	6.7 (0.61)	8.2	22.8		16.9		16.9
Chech'önok				9.4	17.5	20.0 (0.8)	17.3		35.8
Chinjuok				28.9	56.4				14.8
Hwangok No. 3		2.9 (0.49)	12.7 (0.61)	24.0	25.4		22.2		12.7

Number in parenthesis are RF values of unknown lipids.

MGC: monoglycosylceramide.

MGS: monoglycosylsterol.

MGDG: monoglycosyldiacylglycerol.

Unk: unknown.

Table 12. Fatty acid compositions of glycolipid from corn seeds (peak area %)

Fatty acids	Varieties					
	Suwon No. 19	Kwangok	Hoeng-sŏngok	Chech'ŏnok	Chinjuok	Hwangok No. 3
14:0	1.6	1.1	2.0	1.7	2.0	6.1
15:0	0.1	0.4	1.8	0.6	0.8	4.1
16:0	20.5	26.1	23.4	22.9	25.1	20.0
17:0	16.4	4.1	8.0	24.7	3.3	11.1
18:0	2.9	3.6	4.7	2.5	3.3	5.9
14:1	1.3	0.2	0.8	0.1	0.2	0.9
16:1	5.5	4.6	6.5	5.1	2.7	3.9
17:1	0.8		2.8	2.6	0.6	4.0
18:1	16.9	25.7	30.4	14.6	39.3	23.3
20:1	2.7	0.3	1.1			2.3
14:2	0.9	0.4	0.3	0.9	0.2	0.7
16:2		3.8		4.5	1.5	2.5
17:2	1.7			1.0		0.7
18:2	24.6	26.9	11.2	13.0	16.3	3.6
18:3	2.1			0.1		0.3
TSFA	41.5	34.4	39.9	52.4	34.5	47.2
TUFA	56.5	61.9	53.1	41.9	60.8	42.2
TUFA/TSFA	1.4	1.8	1.3	0.8	1.8	0.9

Table 13. Lipid compositions of phospholipid from corn seeds (peak area %)

Varieties	Phospholipid				
	PI	PC	Unk(1)	Unk(2)	Unk(3)
Suwon No.19	48.5	14.1	7.7 (0.77)	29.8 (0.93)	
Kwangok	72.1	19.1	8.8 (0.77)		
Hoengsŏnok	86.4	10.2	3.4 (0.77)		
Chech'ŏnok	46.4	22.0	8.6 (0.77)	19.2 (0.93)	3.8 (1.00)
Chinjuok	30.9	19.9		37.9 (0.93)	11.4 (1.00)
Hwangok No.3	79.3	4.5	7.1 (0.77)	9.1 (0.93)	

Number in parenthesis are RF values of unknown lipids.

PI: phosphatidylinositol. PC: phosphatidylcholine. Unk: unknown.

Table 14. Fatty acid compositions of phospholipid from corn seeds

(peak area %)

Fatty acids	Varieties					
	Suwon No. 19	Kwangok	Hoeng-song ok	Chech'onok	Chinjuok	Hwangok No. 3
14:0		3.9	2.9	3.6	4.4	2.5
15:0		1.7	1.8	2.2	2.1	0.8
16:0	61.0	55.2	37.2	38.4	41.1	61.4
17:0	17.1	18.9	9.2	31.8	23.4	11.6
18:0	4.7	3.4	4.0	2.6	4.6	1.8
14:1		0.2	2.0	1.5	0.1	0.1
16:1		4.2	7.6	4.9	7.1	4.9
17:1	2.6		2.6	2.2	1.5	1.1
18:1	7.3	5.3	17.2	4.3	7.0	5.8
20:1						6.7
14:2	2.4		1.1	2.0	1.4	0.8
16:2			5.5			
17:2					1.4	
18:2	2.4	1.0	4.4	1.9	1.1	
18:3	1.9	0.3				
TSFA	83.4	83.1	55.1	78.6	75.6	78.1
TUFA	16.6	11.0	40.4	16.8	19.6	19.4
TUFA/TSFA	0.2	0.1	0.7	0.2	0.3	0.2

橫城玉에서 不飽和酸이 40.4%로 가장 높은 반면에, 飽和酸은 55.1%로 가장 낮게 나타났고 不飽和酸/飽和酸의 含量比에서는 橫城玉이 0.7%로 높게 나타나는 특징을 보였다.

要 約

馬齒種 6개 品種 옥수수의 總脂質, 中性脂質 및 極性脂質을 構成하는 脂質成分, 脂肪酸組成 그리고 總脂質의 sterol組成을 GLC, TLC, TLC-scanner 및 column chromatography를 利用하여 定量한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1) 옥수수의 總脂質은 3.7~5.3%의 含量分布를 보여 平均 4.7%였다.

2) 總脂質의 構成脂質成分은 TG, FFA, lanosterol, hydrocarbon & ES 그리고 PL & pigment를 含有하며, TG는 堤川玉과 黃玉3號에서 多少 높았다.

3) 總脂質의 脂肪酸組成은 linoleic, oleic 그리고 palmitic acid가 主成分을 이루고, 堤川玉에서는 linoleic acid가 가장 높은 반면에, oleic과 palmitic acid는 가장 낮게 나타났다.

4) 總脂質의 不鹼化合物은 2.0~2.7%의 含量分布를 보였고, 晉州玉에서 多少 높게 나타났다.

4-desmethylsterol組成은 sitosterol, campesterol 그리고 stigmasterol이 主成分을 이루고, 晉州玉에서 sitosterol이 가장 높게 나타났다.

한편, 4-monomethylsterol組成은 obtusifoliol, gramisterol 그리고 citrostadienol이 主成分을 이루고, 光玉과 晉州玉에서 obtusifoliol과 citrostadienol이 가장 낮게 나타났다.

5) 總脂質을 構成하는 中性脂質의 含量은 水原19號, 光玉, 橫城玉 그리고 晉州玉이 堤川玉과 黃玉3號보다 높게 나타났으며, 糖脂質과 磷脂質은 이와 反對 傾向을 보였다.

6) 中性脂質의 構成脂質成分은 TG, lanosterol,

cholesterol, FFA 그리고 ES가 主成分을 이루고 있었다.

7) 中性脂質의 脂肪酸組成은 linoleic, oleic 그리고 palmitic acid가 主成分을 이루고, 水原19號와 堤川玉에서는 linoleic acid가 가장 높게 나타났다.

8) 糖脂質의 構成脂質成分은 MGS, MGC 그리고 MGDG를 含有하며, MGS와 MGC는 晉州玉에서 가장 높은 반면에, 橫城玉과 堤川玉에서는 가장 낮게 나타났다.

9) 糖脂質의 脂肪酸組成은 oleic, palmitic, linoleic 그리고 heptadecanoic acid가 主成分을 이루고, 晉州玉에서 oleic acid가 가장 높은 반면에 heptadecanoic acid는 가장 낮게 나타났고, 堤川玉에서는 이와 反對 傾向을 보였다.

10) 磷脂質의 構成脂質成分은 PI 및 PC를 含有하며, 橫城玉과 黃玉3號에서 PI가 가장 낮게 나타났다.

11) 磷脂質의 脂肪酸組成은 palmitic, heptadecanoic 그리고 oleic acid가 主成分을 이루고, 橫城玉에서 oleic acid가 가장 높은 반면에, heptadecanoic acid는 가장 낮게 나타났다.

參 考 文 獻

1. 高木徹: *油化學*, 27(3), 172~176(1978).
2. Lillian, H.M.: *Food Chemistry*, van nostrand reinhold company 第3版, 18~21(1978).
3. 조성환, 김재욱, 최종덕: *한국영양식량학회지*, 15(1), 15~21(1986).
4. Weber, E.J.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 46(9), 485~488(1969).
5. Weber, E.J.: *Lipids*, 8(5), 295~302(1973).
6. 吉田弘美, 梶本五郎: *農化*, 46(12), 625~630(1972).
7. Weber, E.J., Alexander, D.E.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52(1), 370~373(1975).
8. 田中宏辛, 大西正男, 藤野安彦: *農化*, 58(1), 17~24(1984).
9. Itoh, T., Tamura, T., Matsumoto, T.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 50(4), 122~125

- (1973).
10. 大野佳美, 原一郎: *油化學*, 30(9), 592~598(1981).
11. 伊藤俊博, 松本太郎: *油化學*, 27(1), 745~756(1978).
12. 浜島守男: *油化學*, 27(10), 696~703(1978).
13. 伊藤俊博, 松本太郎: *油化學*, 28(1), 4~13(1979).
14. 伊藤俊博, 松本太郎: *油化學*, 28(4), 231~241(1979).
15. Itoh, T., Tamura, T., Matsumoto, T.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 50(3), 300~303(1973).
16. 伊藤俊博, 加藤秋男, 無類井建夫, 渡邊一郎: *油化學*, 30(5), 307~311(1981).
17. 藤野安彦: *農化*, 56(5), 353~367(1982).
18. Bligh, E.G., Dyer, W.J.: *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911~917(1959).
19. AOAC: "*Official Methods of Analysis*", 13th, ed., Association of official analytical chemists washington, D.C., 223(1980).
20. 河奉錫: *慶尙大學校論文集(自然) 第2輯*, 1~37(1981).
21. 日本油化學協會: *基準油脂分析法*, 朝倉書店, 東京, 163~166(1966).
22. 日本日清製油會社研究所: *ガスクロマトグラフによる脂肪酸の定量分析法, 改定案 第701號*, (1964).
23. Bader, H., Morgan, H.E.: *Biochem. Biophys. Acta.*, 57, 562~568(1962).
24. 林陽: *油化學*, 28(2), 129(1979).
25. Siakotos, A.L., Rouser, G.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 42, 913~919(1965).
26. Lepage, M.: *J. Chromatography*, 13, 99~103(1964).
27. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之: *食品分析ハンドブック 第二版*, 737~738(1973).
28. 李弘祐: 田作, *한국방송통신대학교재*, 12(1982).
29. 日本油脂 및 油脂製品試驗法部會: *油化學*, 28(1), 70(1979).