

綠豆發芽중 脂肪質成分의 變化

崔甲晟 · 金載勳

서울대학교 식품공학과

Changes in Lipid Components During Germination of Mung Bean

Kap-Seong Choi and Ze-Uook Kim

Department of Food Science and Technology Seoul National University, Suwon

Abstract

This investigation was conducted to observe changes of lipid components (phospholipids, free sterols, free fatty acids, triglycerides and estrified sterols) and fatty composition in diethyl ether extract and 85% MeOH extract from cotyledon and seedling axis of mung bean which were germinated in the dark at 25-27°C for 7 days. The total lipid contents in cotyledon and seedling axis gradually decreased during germination. The triglyceride content in total lipid from cotyledon decreased and free fatty acid content increased, but triglyceride content from seedling axis decreased slightly and free fatty acid content decreased. Free sterol, esterified sterol and phospholipid content in cotyledon increased continuously, but their content in seedling axis decreased slightly. The major fatty acids in mung bean were palmitic acid, linoleic acid and linolenic acid.

序 論

綠豆(*Phaseolus vidissimus*)를 發芽시킨 숙주나물은 계절에 관계없이 재배할 수 있는 新鮮한 食品으로서 의의가 크며 特히 獨特한 風味를 가지고 있어 우리나라에서 嗜好性이 높은 食品으로 널리 食用되어 왔으며 最近 구미 各國에서도 영양가 높은 셀러드 음식이라하여 수요가 增加하고 있다. 綠豆는 發芽過程중 成分이 현저하게 變化되므로⁽¹⁻³⁾ 生化學者들이 生化學的 變化特性을 究明하는 데에도 많이 使用되어 왔다. 綠豆成分 중 脂肪質은 저장중 에너지源으로서, 생체막을 구 성하는 必須成分으로서의 역할 등 여러가지 기능을 가지고 있고 特히 發芽過程중에는 주로 에너지源과 탄수화물 등의 合成에 利用된다고 알려져 있다.⁽⁴⁾ 本 研究에서는 綠豆發芽時 수반되는 대사 및 成分變化에 關한 研究의 일 환으로서 綠豆 發芽중 중요한 에너지원이며 풍미에 영향을 미칠것으로 생각되는 脂肪質의 各 成分을 發芽 過程중 一定時間 間隔으로 定量·分析하였다.

材料 및 方法

材料

1982年 栽培收穫한 綠豆를 選別한 後 유효 염소 함유량이 4% 이상이 되는 차아염소산 용액으로 처리하고 연성세제로 세척한 것을 17시간 水浸한 後 24~27°C로 유지되는 incubator에 넣어 하루 5~6회 注水하여 7日間 發芽 시켰다. 發芽과정중 2日 간격으로 綠豆芽를 채취하여 子葉部(Cotyledon)와 胚軸部(Seedling axis: Hypocotyl+Root)의 두 부분으로 分離하여 酵素를 不活性化 시켜 凍結 乾燥한 다음 분쇄한 것을 發芽綠豆의 分析試料로 使用하였다.

方法

가. 脂肪質의 抽出 및 精製: 試料中の Diethyl ether Extract(DE)는 Soxhlet抽出器를 利用하여 Diethyl ether로 24時間동안 抽出하였고, 85% Methanol Extract(ME)는 Schoch法⁽⁵⁾에 따라 85% Methanol로 80°C에서 3時間씩 3回 反復抽出하였다. 이와같이 抽出한 脂肪質은 냉장고에 밀봉하여 放置하였다가 沈澱物을 分離·除去한 後, Folch法⁽⁶⁾에 依하여 精製하였고 精製한 脂肪質은 질소가스를 充填한 試驗管에 넣어 냉동실에 保管하면서 分析試料로 使用하였다.

나. TLC에 依한 脂肪質의 分別 및 定量: 抽出·精製한 DE 및 ME의 成分은 TLC^(7,8)에 依하여 分別·確認하였다. 즉, silica gel-G로 0.25mm의 막을 입힌 T-

LC plate를 乾燥 · 活性化시킨 后 脂肪質을 chloroform 에 녹여 spotting하고 n-hexane-diethyl ether-glacial acetic acid(80 : 20 : 1 v/v)의 展開溶媒⁽⁹⁻¹¹⁾를 使用하여 展開시킨 다음 炭化 · 發色시킨 것을 標準 脂肪質의 Rf值와 比較하여 各 構成脂肪質을 同定 · 確認하였고 分離된 脂肪質 成分은 Farrand vis-UV-2 Chromatogram analyzer를 使用하여 TLC plate上의 面積을 求하고 各 脂肪質標準品の 重量과 面積에 對한 標準曲線을 利用하여 定量하였다.

다. 脂肪酸의 分析: 抽出精製한 DE 및 ME의 脂肪酸 組成은 gas-liquid chromatography (GLC)에 依하여 分離 · 定量하였다. 脂肪酸의 methyl ester는 各 脂肪質을 BF₃-methanol을 利用한 Metcalfe 등의 方法⁽¹²⁾에 따라 調製하였다. relative retention volume 및 retention time은 既知 濃度의 標準 脂肪酸ester의 peak를 서로 對照하여 各 脂肪酸를 確認하였으며 各 chromatogram의 面積은 半值幅法에 依하여 구한 다음, 構成脂肪酸의 百分率로 表示하였다.

結果 및 考察

Diethyl ether Extract(DE) 및 85% MeOH Extract(ME)의 含量 變化

綠豆 發芽中 子葉部와 胚軸部에 對한 DE 및 ME의 含量變化를 乾物量으로 표시하면 各各 Table 1 및 2와 같고, 總 脂肪質의 含量變化는 Fig. 1과 같다. 즉, DE의 含量은 發芽가 進行됨에 따라 子葉部 및 胚軸部에

Table 1. Content of diethyl ether extract in the mung bean seedlings germinated in the dark(%)

Days after germination	Cotyledon		Seedling axis	
	Crude	Purified	Crude	Purified
0	2.35	1.55	-	-
1	1.10	0.94	2.37	1.35
3	1.22	0.84	2.30	1.31
5	0.95	0.63	2.27	1.31
7	0.78	0.42	2.20	1.21

Table 2. Content of MeOH extract in the mung bean seedlings germinated in the dark(%)

Days after germination	Cotyledon		Seedling axis	
	Crude	Purified	Crude	Purified
0	2.38	0.46	-	-
1	1.55	0.62	1.22	0.09
3	1.92	0.20	1.30	0.08
5	0.87	0.11	1.29	0.08
7	0.92	0.10	0.80	0.05

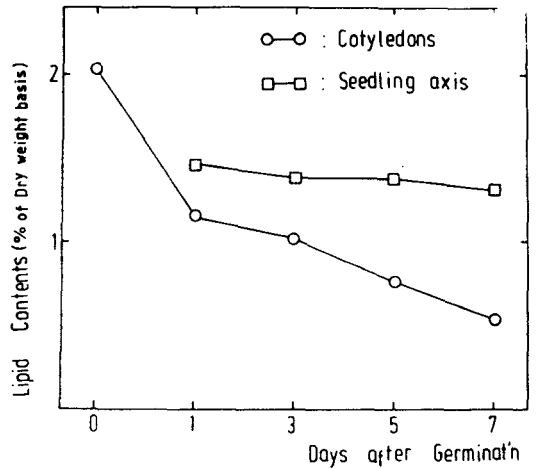


Fig. 1. Changes in total lipid contents during germination of mung bean

서 다같이 감소하였으며 減少되는 정도는 發芽 7日后 發芽前 試料에 比하여 子葉部는 平均 0.28%씩 減少하였고 胚軸部에서는 보다 完만하게 減少되었다. ME의 含量도 DE에서와 거의 같이 減少되는 경향을 나타냈고 정제율은 DE에 比하여 상당히 떨어졌다. 總脂肪質은 子葉部에 比하여 胚軸部の 脂肪質 含量이 전체적으로 낮게 나타났고 發芽가 進行되는 동안 DE에서와 같이 胚軸部보다는 子葉部에서 減少정도가 크게 나타났다. 이것은 胚軸部에서 炭水化合物 등 非脂肪質 成分이 주로 增加되기 때문인 것으로 추측하고 있다.⁽¹³⁾

脂肪質의 構成成分의 變化

綠豆 發芽中 子葉部와 胚軸部の Total lipid를 TLC에 依하여 phospholipid, free sterol, free fatty acid, triglyceride 및 esterified sterol의 變化를 보면 Fig. 2~6과 같다. 즉, 總脂肪質의 경우 發芽가 進行됨에

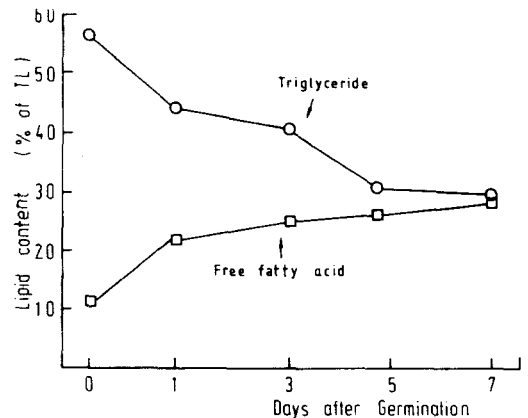


Fig. 2. Changes of contents of triglyceride and free fatty acid in the cotyledon during germination of mung bean

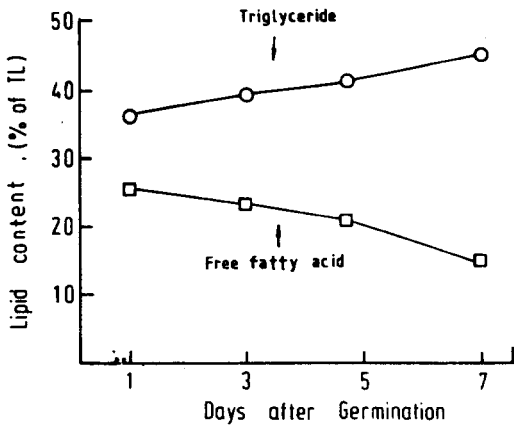


Fig. 3. Changes of contents of triglyceride and free fatty acid in the seedling axis during germination of mung bean

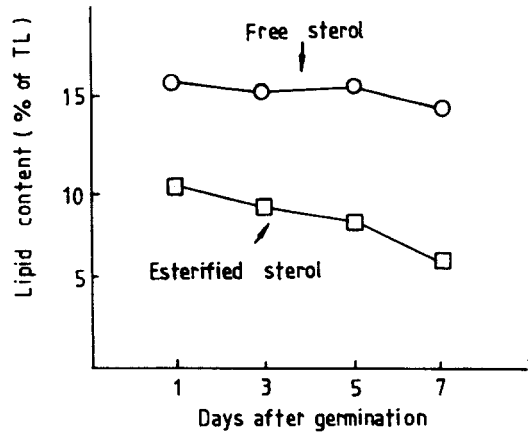


Fig. 6. Changes of contents of free and esterified sterols in the seedling axis during germination of mung bean

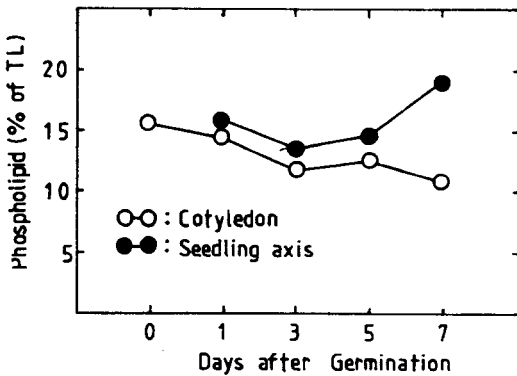


Fig. 4. Changes of phospholipid contents in cotyledon and seedling axis during germination of mung bean

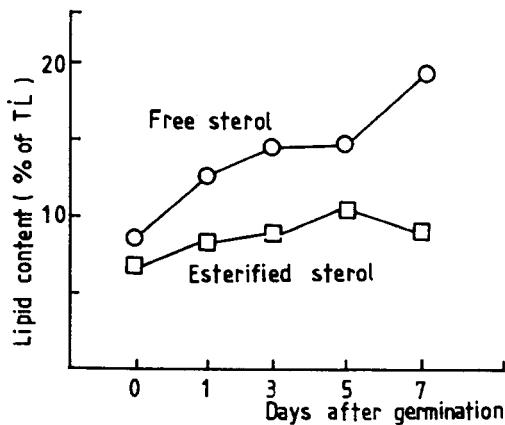


Fig. 5. Changes of contents of free and esterified sterols in the cotyledon during germination of mungbean

따라서 脂肪質 構成成分중 子葉部의 中性脂質인 triglyceride는 급격히 減少했으며 胚軸部의 triglyceride는 增加했고, 子葉部의 Free fatty acid含量은 계속 增加하는 한편, 胚軸部의 free fatty acid의 含量은 減少되었다. 이와 같은 결과는 大豆發芽에 對한 研究 結果⁽¹⁶⁾와 대체로 같은 傾向이며 子葉部의 貯藏지방인 triglyceride가 lipase에 依해서 계속 分解되는 것을 보여주고 있다. 變化 정도는 DE의 子葉部에서의 triglyceride 含量은 發芽 3日以後부터 급격히 감소되어 發芽 7日 後에는 發芽前에 比하여 總脂肪質의 약 32%가 減少되었고 胚軸部에서는 9.0%가 增加되었다. 또한 free fatty acid는 triglyceride의 경우와는 反對로 DE에서는 子葉部에서 發芽前 12.37%에서 發芽 7日後 23.31%로 增加하는 한편, 胚軸部에서는 23.38%에서 13.73%로 감소되었다.

그리고 子葉部에서 추출한 DE의 인지질은 發芽가 進行되면서 계속 減少하여 發芽 7日後에는 發芽前에 比하여 3%가 감소했고 胚軸部에서는 약간의 증가추세를 보였다. 이와같은 結果는 發芽가 進行되면서 membrane의 構成物質으로서의 역할이 不必要해짐으로써 分解되거나 胚軸部로 이동하는 것으로 推測된다. Free sterol과 esterified sterol은 子葉部에서는 증가했고 胚軸部에서는 減少하는 結果를 나타냈다. ME의 變化도 DE에서와 거의 같은 傾向을 나타냈으나 總脂肪質중의 含量이 적은 部分을 차지하므로 變化는 극히 미미한 것으로 생각된다.

脂肪酸 組成의 變化

綠豆 發芽중 子葉部 및 胚軸部에서 抽出한 DE 및 ME의 構成 脂肪酸의 變化를 GLC로 分析한 結果는

Table 3. Fatty acid composition of diethyl ether and methanol extracts in the cotyledon during germination of mung bean

Germ. (days) ⁺	Fatty acids (%)													
	10:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:4	22:0	24:0	Sat.	Unsat.	
DE	0	-	0.14	23.02	3.71	10.13	41.39	15.10	0.45	2.72	2.32	1.03	33.39	66.61
	1	-	0.47	6.09	9.48	3.27	42.66	20.42	2.28	2.91	9.10	3.32	30.74	69.26
	3	-	0.31	23.68	4.28	1.89	31.23	17.85	0.57	13.94	3.34	3.11	35.29	64.71
	5	-	-	26.53	2.94	0.72	35.95	20.89	0.53	0.37	6.54	5.52	42.06	57.94
	7	0.31	0.19	22.21	5.73	4.03	30.33	15.24	0.51	8.35	8.24	7.21	43.40	56.60
ME	0	21.76	0.16	34.33	3.86	2.41	27.04	-	-	1.54	8.53	0.37	69.01	30.99
	1	-	-	41.51	4.72	19.21	38.31	-	0.96	1.63	2.61	0.11	49.85	50.15
	3	-	-	34.37	5.16	15.50	36.26	-	8.03	-	0.67	-	48.23	51.77
	5	-	-	31.50	5.22	13.13	23.14	0.72	2.69	5.23	11.62	6.85	57.88	42.12
	7	-	-	46.93	7.79	7.73	26.12	17.49	7.49	1.76	-	2.17	64.38	35.62

Table 4. Fatty acid composition of diethyl ether and methanol extracts in the seedling axis during germination of mung bean

Days after germination	Fatty acids (%)												
	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:4	22:0	24:0	Sat.	Unsat.	
DE	1	-	38.82	3.81	1.88	34.84	5.34	2.45	4.22	8.03	5.61	53.72	46.28
	3	-	40.97	6.31	1.92	16.64	6.64	4.47	5.11	11.03	6.92	69.70	30.30
	5	-	32.58	3.77	-	44.78	10.38	5.74	-	2.74	-	44.83	55.16
	7	-	30.68	5.87	3.37	9.01	14.76	2.71	14.17	12.09	7.35	58.70	41.30
ME	1	-	37.76	7.05	8.00	18.81	24.61	0.96	-	1.63	1.18	48.58	51.42
	3	0.83	38.95	7.31	6.02	19.16	24.54	0.45	-	1.16	1.59	50.29	49.71
	5	-	37.24	8.54	7.42	22.31	20.32	0.21	-	1.42	1.54	49.95	50.05
	7	-	34.16	8.72	8.03	30.39	18.21	0.03	-	-	-	43.37	56.63

Table 3, 4 와 같다. 즉, 子葉部에서 抽出한 DE 에서는 포화지방산은 增加되는 경향을 나타냈으며 불포화 지방산은 전체적으로 減少하고 있으나 linolenic acid 는 약간의 增減이 있었다. ME 에서는 DE 에서와 같은 경향을 나타내고는 있으나 增減정도가 상당히 불규칙하게 나타났고 linolenic acid 는 DE 에서보다 적게 나타났다. 胚軸部에서 抽出한 DE 에서의 주요 構成脂肪酸인 palmitic acid 는 38.82% 에서 30.68% 로 각각 減少되었고 stearic acid 는 3.81% 에서 發芽 7 日後에는 5.87 % 로 약간 增加되었다. oleic acid 는 약간 增加되는 추세를 보였으며 불포화 지방산중 linolenic acid 는 5.34% 에서 14.76% 로 약 9% 가 增加되었고 linoleic acid 는 子葉部 에서와는 달리 불규칙한 變化를 나타냈다. ME 에 있어서 stearic acid 와 linoleic acid 는 發芽가 進行되는 동안 增加되었고 linolenic acid 는 減少되었다.

子葉部 및 胚軸部 전체 脂肪質에서 子葉部の 脂肪酸 이 胚軸部보다 많았으며 各各의 脂肪酸은 상당히 불규칙한 變化를 나타내어 복잡한 지질대사를 암시하고 있었다. 대체적으로 子葉部 에서는 linoleic acid 가 胚軸部 보다, 胚軸部 에서는 stearic acid 가 子葉部보다, 상대적인 含量수치가 높게 나타났다. 綠豆 脂肪質의 전체 脂肪酸 含量을 볼때 palmitic acid, linoleic acid, linolenic acid 가 主要 構成脂肪酸을 차지하는 것으로 나타났다.

要 約

綠豆를 7 日間 發芽시키면서 2 일간격으로 子葉部와 胚軸部の 粗脂肪量, 構成脂肪質 및 構成脂肪酸의 變化를 研究한 結果 綠豆發芽중 子葉部와 胚軸部の 粗脂肪

質은 다같이 減少하였는데 減少정도는 子葉部에서 더 심하게 나타나며 子葉部의 triglyceride는 계속 減少하였고 free fatty acid의 含量은 계속 增加하였으나 胚軸部에서는 反對경향을 보였다. sterol은 子葉部에서 增加했고 胚軸部에서는 약간씩 減少경향을 나타냈으며 인지질은 胚軸部에서 약간의 增加 現狀을 나타냈고 子葉部에서는 계속적으로 減少하였다. 發芽중 子葉部 및 胚軸部의 構成脂肪酸은 불규칙하게 變化했고 子葉部에서는 linoleic acid가 胚軸部에서는 stearic acid가 主要 構成脂肪酸으로 나타났다.

文 獻

1. Per Amen : *J. Sci. Food Agric.*, **30**, 869 (1979)
2. Fordam J. R., Wells C. E. and Chen L. H. : *J. Food sci.*, **40**, 552 (1975)
3. Kaushalya Gupta and Wagle D. S. : *J. Food Sci.* **45**, 394 (1980)
4. Yoshida H. and Kajimoto G. : *Agric. Biol. Chem.*, **42** (7), 1323 (1978) *Agric*
5. Schoch, T. J. : *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 2954 (1942)
6. Folch J., Lee M. and Stanley, H. S. : *J. Biol. Chem.*, **226**, 497 (1957)
7. Mangold H. K. : *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **38**, 708 (1961)
8. Stahl, E. : *Thin Layer Chromatography*, Academic press, New York (1969)
9. 藤野安彦 : 脂質分析入門, 学会出版センター, 東京 (1978)
10. Kuksis, A. : *Handbook of Lipid Research*, 1 (vol.), plenum press (1978)
11. Price, P. B. and Parson, J. G. : *Lipids*, **9**, 560 (1974)
12. Metcalfe, L. D., Schmitz, A. A. and Pelka, J. R. : *Anal chem.*, **38**, 514 (1966)
13. 辛考善 : 한국농화학회지, **17** (4), 240 (1974) (1985년 5월 11일 접수)