

豆乳에 添加된 大豆油, 옥수수油, 및 팜·야자油의 酸化安定성의 比較

李 秉 龍

第三化學株式會社 研究開發部

Comparison of Stability of Soybean, Corn and Palm Oils Added to Soybean Milk Against Accelerated Oxidation

Lee, Byung-Ryong

Che-Sam Chemical Co., Ltd. Seoul Korea

(Received Aug. 1, 1985)

ABSTRACT

This study was carried out to investigate interrelationships among the acid, peroxide, iodine, thiobarbituric acid values, and changes of fatty acid compositions of some vegetable oils added to soybean milk.

A storage temperature of 100°C was used for the oxidation of the oils, and to determine of variation of the chemical properties and changes of the fatty acid composition, all the samples were carried out in every 8 hours for 40 hours. The changes in fatty acid compositions of the vegetable oils were measured by high performance liquid chromatography.

The results obtained were as follow;

1. The acid values of the fresh soybean, corn, and palm oils added to the soybean milk were 0.05, 0.12, and 0.06, whereas those of the oils stored for 40 hours were 0.08, 0.18, and 0.09, respectively.
2. The peroxide values of the fresh soybean, corn, and palm oils added to the soybean milk were 0.3, 1.0, and 0.3, whereas those of the oils stored for 40 hours were 1.1, 1.1, and 0.9, respectively.
3. The iodine values of the fresh soybean, corn, and palm oils added to the soybean milk were 132.7, 124.1, and 57.0, whereas those of the oils stored for 40 hours were 127.3, 108.3, and 52.0, respectively.
4. The thiobarbituric acid values of fresh soybean, corn, and palm oils added to the soybean milk were 0.18, 0.05, and 0.02, whereas those of the oils stored for 40 hours were 0.25, 0.19, and 0.07, respectively.
5. The percent content of the major fatty acids of the soybean, corn, and palm oils freshly added to the soybean milk were 2.3%, 2.5%, and 25.2% for palmitic acid, 3.2%, 3.2%, and 4.8% for stearic acid, 39.7%, 40.7%, and 59.3% for oleic acid, 49.9%, 53.0%, and 10.5% for linoleic acid, and 4.7%, 0.4%, and 0.7% for linolenic acid, respectively. Those of the oils stored for 40 hours were 2.9%, 4.5%, and 36.7% for palmitic acid, 8.5%, 6.8%, and 7.0% for stearic acid, 37.8%, 38.8%, and 49.2% for oleic acid, 46.2%, 49.5%, and 5.8% for linoleic acid, and 4.2%, 0.1%, and 0.1% for linolenic acid, respectively. The fatty acid compositions changed significantly: the amounts of the unsaturated fatty acid decreased considerably.

The results of the present study demonstrated greater stability of the palm oil as compared with the stability of soybean oil and corn oil added to the soybean milk.

I. 緒 論

우리 나라 주요식품들의 單位價格當 購入量과 體內에서 이용되는 단백질량을 비교할 때 大豆는 저렴한 가격과 높은 단백질 함량으로 인하여 가장 경제적인 임이 밝혀지고 있다^{1,2)}. 경제적인 식품중의 하나인 大豆는 그 原形을 유지하면서 섭취하기 보다는 變形된 식품의 형태로 가공하여 이용하는 경우가 늘어나고 있는데 豆乳, 두부, 된장 및 소세지에 첨가하는 방법이 이에 屬한다고 하겠다.

大豆의 가공식품중 豆乳는 沈漬-磨碎-濾過-加熱의 過程을 갖는 기초적인 加工食品이다. 최근 豆乳는 營養飲料로 인정되면서 생산량이 급격히 증가하게 되었으며 豆乳의 工業적 생산을 위한 品質向上 研究가 활발히 진행되고 있는 실정이다.

豆乳 製造時에 植物性油를 첨가하는 경우가 대부분인데, 첨가하는 목적은 첫째, 植物性油를 첨가함으로써 다실 때 느끼는 不快한 口感, 끈끄러움^{3,4)} (chalkiness)을 줄이려고 하는데 있다. 둘째, 液狀의 豆乳는 그대로 정치하면 단백질 分子間의 結合에 의한 凝集反應을 일으켜 침전되는 현상이 생기는데, 植物性油의 고급지방산을 豆乳전체에 분산하여 이 단백질들과 結合시켜 이들 間의 凝集을 미연에 조절, 방지하고자 하는데 있다. 셋째, 植物性油를 첨가하여 脂肪含量을 높이는 營養強化의 목적이 있는 것이다.

豆乳에 첨가하는 植物性油는 단위중량당 높은 calories의 공급원이며 또 細胞構成分의 일원으로서 生理的 機能을 가지는 영양소이다. 그러나 豆乳 제조과정 중에 과도한 加熱處理에 의해 油脂成分은 熱酸化, 加水分解, 그리고 重合 및 分解反應이 일어나는 한편, 油脂는 發熱, 發泡, 着色등 여러가지 劣化現象을 일으키고 風味나 安定性을 저하시켜 豆乳의 品質을 떨어뜨린다. 이와같은 加熱酸化 結果, 일반적으로 過酸化物, carbonyl化合物 및 遊離脂肪酸등이 증가한다는 Perkins⁵⁾, Jacobson⁶⁾ 등의 많은 보고가 있으며 脂肪酸組成에 있어서 Kawahara⁷⁾ 등도 oleic acid가 증가하는 반면에 linoleic acid가 감소한다고 보고하였다.

本 실험에서는, 일반적으로 豆乳 제조시에 첨가하는 植物性油인 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油를 大豆蛋白質(soy protein isolates; SPI)에 첨가하여 豆

乳를 제조한 후 100°C 恒溫器에 저장하여 저장기간 중에 일어나는 酸化過程을 化學的인 방법으로 측정하여 그 安定性을 서로 비교하였고 저장기간 중 脂肪酸組成의 變化를 알아보고자 하였다.

II. 實驗材料 및 方法

1. 實驗材料

- 1) 豆乳원료는 大豆蛋白質(미국 A.E. Staley Co., 제품, No. U4-111型)을 사용하였다.
- 2) 大豆油: 市販 大豆油(제일제당주식회사제품)를 사용하였다.
- 3) 옥수수油: 市販 옥수수油(서울식품공업주식회사제품)를 사용하였다.
- 4) 팜·야자油: (주)농심에서 畜 産제품에 bulk로 판매하는 제품을 사용하였으며 실험직전의 위 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油의 酸價 過酸化物價, 요오드價, TBA價는 Table 1과 같다.
- 5) 설탕: 정백당((주)삼양사제품)
- 6) 유화제: 모노글리세리드(일신산업사제품)
- 7) 식염: 순도 99%의 제재염(한주소금제품)
- 8) 용기: (주)鄭食品에서 사용하고 있는 유리병(최대용량 205ml, 외경 2.2cm, 내경 1.2cm)
- 9) 병마개: (주)鄭食品 제품용기에 사용하고 있는 왕판(직경 2.61cm, 무게 2.85kg)
- 10) 사용수: 증류수를 사용하였으며 이 증류수의 pH는 6.70~6.75 정도이다.

2. 實驗方法

1) 豆乳의 제조

일반적으로 豆乳는 大豆를 마쇄하여 大豆粕을 분리시킨 液으로 제조하는 경우가 많으나 本 실험에서는

Table 1. Chemical properties of vegetable oils used in the experiment

	Soybean oil	Corn oil	Palm oil
Acid value	0.054	0.122	0.064
Peroxide value*	0.273	0.895	0.195
Iodine value	133.03	126.03	57.46
Thiobarbituric acid value	0.232	0.07	0.021

* meq./kg

Table 2. Formulation of soybean milk

	(%)
Water	87.0
S.P.I.	5.0
Sugar	4.5
Monoglyceride	0.4
Vegetable oil	3.0
Salt	0.1

大豆蛋白質粉(SPI)을 사용하였다. Table 2와 같이 일정한 중량비(W/W)에 의한 배합(혼합 교반시간, 15분)을 한 후 고압균질기(균질압력, 200kg/cm²)로 균질화시킨 다음 미리 세척한 병에 充塡하여 단전하고 autoclave에서 온도 121°C, 유지시간 15분의 조건으로 살균한 후, 온도의 차이로 인한 병 파손을 방지하면서 냉각하여 豆乳를 제조하였다. 豆乳 제조시에 첨가된 植物性油는 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油이었다. 즉, 3種의 豆乳를 제조하였다.

2) 豆乳의 處理方法

제조한 豆乳를 200ml 삼각플라스크에 각각 200ml씩 넣어 100°C로 조절된 恒溫器에서 40시간 동안 處理하면서 8시간마다 검사하였다.

3) 豆乳의 脂質抽出

豆乳中の 脂質抽出은 試料에 5배의 石油 에테르를 가하여 진탕한 것을 吸引濾過하여 용액과 殘渣를 분리하고 殘渣를 재차 抽出한 후 濾液을 합하여 40°C以下에서 rotary evaporator로 농축한다. 이것을 10배의 chloroform-methanol (2:1, V/V)용액을 가하여 진탕한 후 분액여부에 옮겨 증류수로 세척하여 분리되는 chloroform層을 分取하여, 역시 40°C以下에서 rotary evaporator로 농축한 것을 粗脂質로 하였다.

4) 酸價

A.O.C.S. 試驗法⁸⁾에 따랐다.

5) 過酸化物價

A.O.C.S. 試驗法⁹⁾에 따랐다.

6) 요오드價

Wijs 方法¹⁰⁾에 따랐다.

7) TBA價

Sidwell 等의 方法¹¹⁾에 따랐다.

8) HPLC에 의한 脂肪酸의 分離

① 脂肪酸分離

Christie 法¹²⁾에 의해 정제한 脂肪酸을 HPLC에 의해 分離, 定量하였다.

② HPLC 條件

脂肪酸分離에 사용한 HPLC는 Waters Associa-

tes, Model ALC/GPC-440 이었고 分離條件은 Table 3과 같다.

Table 3. Operating conditions of the HPLC analysis

Apparatus	Waters Associate Model 440 Absorbance Detector
Column	u-Bondapak C ₁₈
Detector	RI Detector 16 X
Mobil Phase	Methanol : Water : Chloroform : Acetic acid (65 : 19 : 10 : 6)
Flow Rate	1.5 ml/min
Chart Speed	2 inch/min
Injection Volume	15 μl

III. 結果 및 考察

1. 酸價의 變化

酸價測定의 의미는 油脂가 酸敗 또는 가열분해 중에 油脂의 量에 직접 영향을 미치며, 酸化의 촉진, 발연점의 저하 등의 부수적인 품질저하를 일으키는 遊離脂肪酸 含量的 증가를 추적하는데 있다. 본 실험에서 酸價의 變化는 Table 4와 같았다. 大豆油첨가 豆乳, 옥수수油첨가 豆乳, 팜·야자油첨가 豆乳의 酸價는 各各 0.05, 0.12, 0.06이었으며, 100°C 저장조건에서 40시간 경과한 후에 酸價는 各各 0.08, 0.18, 0.09이었다.

2. 過酸化物價의 變化

本 실험에서 過酸化物價 變化는 Table 4와 같았다. 즉, 옥수수油를 첨가한 豆乳에 있어서는 100°C 저장조건에서 16시간 후에 감소하는 경향을 보였으며, 大豆油를 첨가한 豆乳의 경우는 100°C 저장조건에서 24시간후부터 감소하는 경향을 보였다. 한편, 팜·야자油를 첨가한 豆乳의 경우는 100°C 저장조건에서 40시간까지 계속 증가하는 경향을 나타내었다.

Ramanthan 등¹³⁾은 熱酸化에 의해 생성된 hydroperoxide는 순간적으로 분해되어 hydroxy, carbonyl, carboxyl 化合物로 되는 것을 論하였다. 加熱酸化溫度가 높아질수록 酸化의 誘導期間은 急速도로 단축되며 過酸化物의 分解에 의하여 낮은 過酸化物價의 최대치를 갖는 사실은 Sims¹⁴⁾, 熊澤 恒¹⁵⁾ 등에 의해 언급된 바 있다.

本 실험에서는 3種의 油脂를 첨가한 豆乳中 酸化 誘導期間이 가장 짧은 것은 옥수수油첨가 豆乳이고,

Table 4. Variation in chemical properties of vegetable oils to the soybean milk and thermally oxidized at 100°C

	Collection hour	Acid value	Peroxide value*	Iodine value	TBA value
Soybean oil	0	0.05	0.3	132.7	0.18
	8	0.06	0.7	132.1	0.14
	16	0.06	1.3	131.8	0.17
	24	0.06	1.6	131.6	0.20
	32	0.07	1.2	130.2	0.24
	40	0.08	1.1	127.3	0.25
Corn oil	0	0.12	1.0	124.1	0.05
	8	0.13	1.4	121.8	0.04
	16	0.15	1.5	117.6	0.03
	24	0.16	1.3	115.1	0.07
	32	0.17	1.1	112.8	0.09
	40	0.18	1.1	108.3	0.19
Palm oil	0	0.06	0.3	57.0	0.02
	8	0.07	0.5	56.7	0.03
	16	0.07	0.6	55.9	0.03
	24	0.08	0.8	55.1	0.04
	32	0.08	0.8	54.8	0.06
	40	0.09	0.9	52.0	0.07

* meq./kg

그 다음이 大豆油첨가 豆乳, 팜·야자油첨가 豆乳의 順이라 할 수 있겠다.

3. 요오드價의 變化

요오드價는 油脂의 不飽和度를 표시하여 주는 척도로서, 不飽和脂肪酸이 갖고 있는 二重結合의 총수에 비례하며, 대체로 특정 油脂의 恒數로 볼 수 있다. 또한, 요오드價는 加熱酸化에 의하여 점차 감소하게 된다.

本 실험에서 요오드價의 變化는 Table 4와 같이 전반적으로 완만한 감소추세를 보였다. 그러나, 옥수수油첨가 豆乳의 경우는 大豆油첨가 豆乳, 팜·야자油첨가 豆乳에 비해 요오드價 감소 경향이 현저하였다. 이 사실은 옥수수油첨가 豆乳가 다른 試料와는 달리 저장기간 16시간 후에 過酸化物價가 급격히 증가하게 된 사실과 관련이 있는 것으로 보여진다.

4. TBA價의 變化

TBA價는 油脂의 酸敗測定 방법으로서 酸化된 油脂속의 carbonyl化合物中 하나인 malon aldehyde가 2-thiobarbituric acid와 빨간색 복합체를 형성하며, 이 빨간색의 強度는 油脂의 酸敗도와 關係를 갖고 있음이 알려졌다^{16,17)}. 또한, 이 呈色反應의 強

度는 試料油脂의 脂肪酸의 종류와 組成에 의해서 크게 영향을 받으며 不飽和도가 큰 脂肪酸의 함량이 클수록 크다고 한다.

本 실험에서 TBA價의 變化는 Table 4와 같이 大豆油첨가 豆乳와 옥수수油첨가 豆乳의 TBA價는 초기에는 높은 수치를 나타내다가 일단 감소한 후 大豆油첨가 豆乳는 8시간 후부터, 옥수수油첨가 豆乳는 16시간 후부터 정상적인 증가추세를 보이기 시작하였다. 酸化가 진행됨에 따라 大豆油, 옥수수油등 대부분의 植物性油는 TBA價가 증가한다는 尙¹⁸⁾, 申¹⁹⁾의 보고와는 다르게 나타났다. 이것은 豆乳 제조시에 첨가된 SPI에 상당량 함유하고 있는 단백질, 아미노산 성분들의 간섭에 의해 초기에는 吸光度가 일시 증가하였다가 이들 성분과 TBA의 복합체들이 분해됨에 따라 점차 감소한 후 일정시간이 경과된 후부터 酸化가 진행됨에 따라 다시 증가하는 추세를 보인 듯 여겨진다.

5. HPLC에 의한 脂肪酸組成의 變化

加熱하지 않은 各油脂의 構成脂肪酸를 上記한 分析方法과 같은 조작조건으로 HPLC에 의하여 分離, 定量한 脂肪酸組成은 Table 5와 같고, 100°C 저장조건에서 처리시간에 따른 脂肪酸組成의 變化는 Table 6에서 보는 바와 같다.

즉, 不飽和脂肪酸인 linolenic acid, linoleic acid, oleic acid는 加熱酸化가 進行됨에 따라 현저하게 감소하는 경향을 나타내었고, 상대적으로 飽和脂肪酸은 점차 증가하였다.

이는 加熱酸化가 進行됨에 따라 不飽和脂肪酸은 급격히 감소하고, 飽和脂肪酸은 상대적으로 증가하였다는 金^{20,21)} 등의 보고와 linolenic acid는 linoleic acid보다 1.5배, 그리고 oleic acid는 16~25배 빨리 酸化된다는 Kawahara⁷⁾ 등의 보고와는 약간의 차이가 났다. 이것은 大豆蛋白質 自體가 갖고 있는 抗酸化因子²²⁾가, 처리된 豆乳에서 酸化抑制 作用을 한 것으로 보여진다. 또한, 많은 量의 linolenic acid와 linoleic acid가 감소한 결과는, 지방의 가열은 不飽和脂肪酸이 過酸化물이 되고, 이 過酸化물은 다시 ca-

rbonyl化合物과 hydroxy acid로 분해되며, 그 일부는 부분적으로 酸化된 脂肪이 高分子化된다고 Kummerow²³⁾ 등이 보고하였는데 본 실험에서도 많은 量의 linolenic acid와 linoleic acid가 감소한 것은 加熱酸化에 의하여 상당량의 過酸化물과 高分子物이 형성되는 것으로 思料된다.

그리고, 본 실험에 사용된 標準脂肪酸과 100°C 저장조건에서 가열처리한 3種의 豆乳에서 추출한 脂肪酸의 HPLC分析은 Fig. 1, 2, 3, 4와 같다.

IV. 要約

本 실험에서는 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油를 첨가한 豆乳를 제조하여 100°C에서 酸化시킬 때, 以上の 植物性油의 酸價, 過酸化물價, 요오드價, TBA價의 變化와 脂肪酸組成 變化를 조사함으로써 그 安定性을 비교하고자 하였다. 제조된 豆乳는 100°C 恒溫器에 저장하면서 매 8시간마다 40시간 동안 정기적으로 조사하였다.

그 결과는 다음과 같다.

1. 酸價의 變化; 豆乳제조 직후의 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油의 酸價는 各各 0.05, 0.12, 0.06이었고, 40시간 가열처리 후에는 0.08, 0.18, 0.09이었다.
2. 過酸化물價의 變化; 豆乳제조 직후의 大豆油, 옥

Table 5. Fatty acid composition of the soybean, corn, and palm oils (%)

	Soybean oil	Corn oil	Palm oil
Palmitic acid	2.1	2.4	24.3
Stearic acid	3.2	1.4	4.1
Oleic acid	39.4	40.9	59.5
Linoleic acid	50.3	54.8	11.3
Linolenic acid	4.9	0.5	0.8

Table 6. Changes in fatty acids composition of vegetable oils added to the soybean milk and thermally oxidized at 100°C (%)

	Collection hour	Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid
Soybean oil	0	2.3	3.2	39.7	49.9	4.7
	8	2.5	5.9	38.5	48.2	4.7
	16	2.6	7.0	38.2	47.5	4.6
	24	2.8	7.3	38.0	47.2	4.5
	32	2.6	7.9	38.0	46.9	4.4
	40	2.9	8.5	37.8	46.2	4.2
Corn oil	0	2.5	3.2	40.7	53.0	0.4
	8	3.4	2.8	40.5	52.7	0.5
	16	3.7	4.0	40.2	51.6	0.4
	24	4.0	5.1	39.7	50.8	0.2
	32	4.2	6.4	39.0	50.1	0.2
	40	4.5	6.8	38.8	49.5	0.1
Palm oil	0	25.2	4.8	59.3	10.5	0.7
	8	25.6	5.5	59.1	9.2	0.5
	16	27.3	6.0	58.0	8.5	0.4
	24	27.9	6.6	58.3	8.7	0.4
	32	31.9	6.7	53.5	7.8	0.2
	40	36.7	7.0	49.2	5.8	0.1

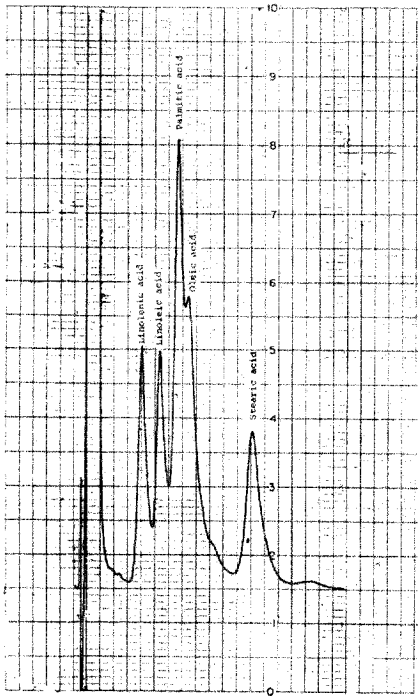


Fig. 1. Chromatograms of the mixture of standard fatty acids

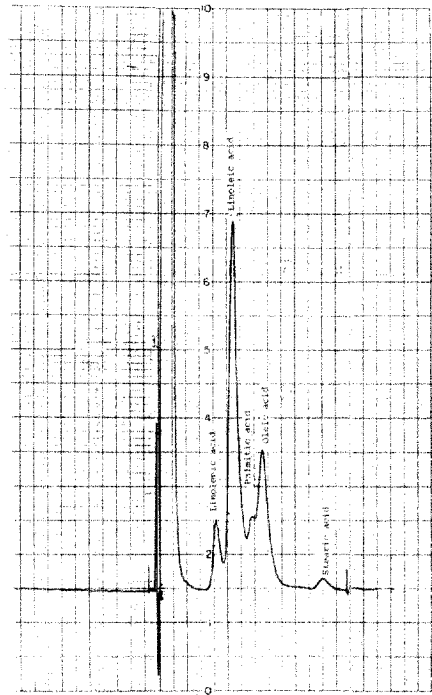


Fig. 2. Chromatograms of the fatty acids of the soybean oil added to the soybean milk and oxidized at 100°C

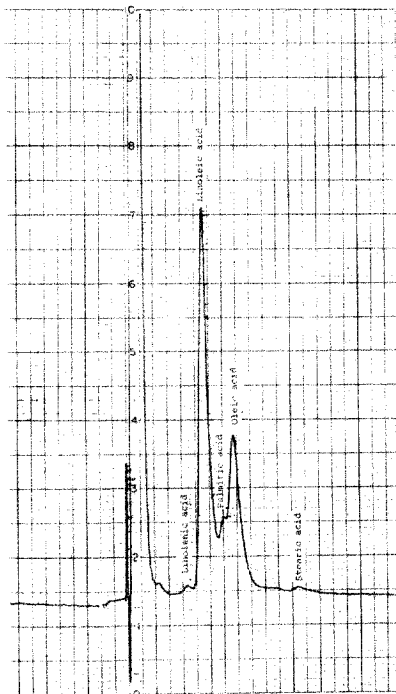


Fig. 3. Chromatograms of the fatty acids of the corn oil added to the soybean milk and oxidized at 100°C

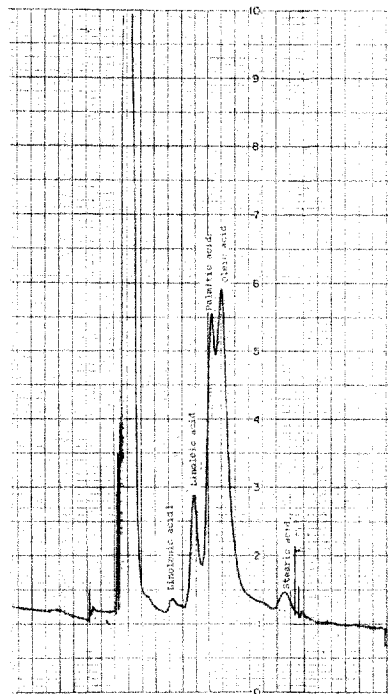


Fig. 4. Chromatograms of the fatty acids of the palm oil added to the soybean milk and oxidized at 100°C

수수油, 팜·야자油의 過酸化物價는 各各 0.3, 1.0, 0.3 meq./kg 이었고, 40시간 가열처리 후에는 1.1, 1.1, 0.9 meq./kg 이었다.

3. 요오드價의 變化; 豆乳제조 직후의 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油의 요오드價는 各各 132.7, 124.1, 57.0 이었고, 40시간 가열처리 후에는 127.3, 108.3, 52.0 이었다.

4. TBA價의 變化; 豆乳제조 직후의 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油의 TBA價는 各各 0.18, 0.05, 0.02 이었고, 40시간 가열처리 후에는 0.25, 0.19, 0.17 이었다.

5. 脂肪酸組成의 變化; 豆乳제조 직후의 脂肪酸組成은 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油의 palmitic acid 가 各各 2.3, 2.5, 25.2% 이었고, stearic acid 가 各各 3.2, 3.2, 4.8% 이었고, oleic acid 가 各各 39.7, 40.7, 59.3% 이었고, linoleic acid 가 各各 49.9, 53.0, 10.5% 이었고, linolenic acid 가 各各 4.7, 0.4, 0.7% 이었다.

한편, 40시간 가열처리 후의 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油의 palmitic acid는 各各 2.9, 4.5, 36.7% 이었고, stearic acid는 各各 8.5, 6.8, 7.0% 이었고, oleic acid는 各各 37.8, 38.8, 49.2% 이었고, linoleic acid는 各各 46.2, 49.5, 5.8% 이었고, linolenic acid는 各各 4.2, 0.1, 0.1% 이었다.

即, 不飽和脂肪酸인 oleic acid, linoleic acid, linolenic acid는 시간이 경과할수록 현저하게 감소하는 경향을 나타내었다.

이상의 本 실험결과를 고찰해 볼 때, 豆乳에 첨가하는 大豆油, 옥수수油, 팜·야자油 중, 팜·야자油가 大豆油나 옥수수油 보다 酸化安定성이 대체적으로 좋다고 볼 수 있었다.

文 獻

1. 한국경제신문 : 1983년 9월 1일 호.
2. 농촌진흥청 : 식품분석표, p. 21 (1981).
3. Mustakas, G.C. : A new lipid-protein concentrate for beverages, *Cereal Sci. Today*, **19** (2), 62 (1974).
4. Hitzman, J.W., Nelson, A.I. and Wei, L.S. : Effect of added oil on soy beverage quality, *J. of Food Sci.*, **47**, 2064 (1984).
5. Perkins, E. G. : Formation of non-volatile decomposition products in heated fats and oils, *Food Technol.*, **21**, 611-616 (1967).
6. Jacobson, G.A. : Quality control of commercial deep fat frying, *Food Technol.*, **21**, 147-159 (1967).
7. Kawahara, F.K., Dutton, H.T. and Cowan, J. C. : Volatile cleavage products of autoxidized methyl linoleate, *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **29**, 633-636 (1952).
8. A.O.C.S. : AOCS Official and Tentative Method, 3th ed., Method CD 3a-63, *Am. Oil Chemists Soc., Ohio* (1978).
9. A.O.C.S. : AOCS Official and Tentative Method, 2nd ed., Method CD 8-53, *Am. Oil Chemists Soc., Chicago* (1946).
10. A.O.A.C. : Official Method of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, *Washington, D.C.*, 440 (1980).
11. Sidwell, C.G., Salwin H., Benca, M. and Mitchell, J.H. Jr. : *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **31**, 603 (1954).
12. Christie, W.W. : Lipid Analysis, Oxford, *Pergamon Press* (1973).
13. Ramanathan, V., Sakuragi, T. Kummerow, F. A. : Thermal Oxidation of Methyl Ester of Fatty acid, 36, 244 (1959).
14. Sims, R.P.M. : Oxidative Polymerization, In Autoxidation and Antioxidant vol. II, edited by Lundberg, W.O. Interscience Publishers, New York, 632-636 (1962).
15. 熊澤 恒 : フライ油の 老化に関する 研究, 油化學, **9**, 380 (1960).
16. Sinnhuber, R.O. and Yu, T.C. : 2-Thiobarbituric Acid Method for the Measurement of Rancidity in Fishery Products, *Food Technol.*, **12**, 9 (1958).
17. Yu, T.C. and Sinnhuber, R.O. : Removal of Interfering Pigments in Determining Malonaldehyde by the 2-Thiobarbituric Acid Reaction, *Food Technol.*, **16**, 115 (1962).
18. 全哲分 : 市販중일 一部 國産 食用油 製品의 自動酸化에 대한 安定性, 고려대학교 식량개발대학원 碩士學位 論文 (1983).
19. 申愛子, 金東勳 : 大豆油의 加熱酸化中의 特性變化, 韓國食品科學會誌, **14**(3) 257-264 (1982).
20. Kim, Young Mi : Peroxide and TBA value, Fatty acid composition and Pentane Production of Oxidized Edible Oils, Thesis for the Degree of Master, *Dept. of Food Technol.*

Graduate School Korea University (1983).

- 21 Kim, Joung Mi : A Study on the Relative Effectiveness of some Synthetic Antioxidants on Sunflower Seed Oil, Thesis for the Degree of Master, *Dept. of Food Technol.* Graduate School of Food and Agriculture Korea Univ. (1984).
22. 金中晚 : 大豆의 抗酸化性에 대하여, 韓國食品工業協會誌, **64**, 70(1980).
23. Kummerow, F.A. : Toxicity of Heated Fats, *Lipids and their Oxidation*, AVI Pub. Co., Westport, Connecticut, 294-298 (1962).