

Conjugated Linoleic Acid의 형성과 식품중의 함량 및 항산화효과에 관한 연구

안명수 · 우나리아

성신여자대학교 생활과학대학 식품영양학과

A Study on the Formation, Contents of Foods, and Antioxidative Effect of Conjugated Linoleic Acid

Myung Soo, Ahn and Nariyah, Woo

Department of Food Science and Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

A research was carried out to determine the formation, contents in foods, and antioxidative effects of conjugated linoleic acid (CLA). CLA was known as a mixture of positional isomer of linoleic acid (LA), that was included in milk, meat, and fish. The formation of CLA from methyl linoleate and soybean oil (SBO) stored at $20\pm 1^\circ\text{C}$ was higher than at $40\pm 1^\circ\text{C}$, and CLA formation from methyl linoleate stored at $20\pm 1^\circ\text{C}$ was over 13 times higher than early amounts(188 ppm) and was higher than that from SBO. In edible vegetable oils, the content of CLA were the highest in canola oil (CAO, 348 ppm) but were decreased during storage at $40\pm 1^\circ\text{C}$, while the content of CLA in cotton seed oil (CSO) were 292 ppm, which increased dramatically (1322 ppm) during 28 days of storage at $40\pm 1^\circ\text{C}$. Because the peroxide value (POV) of CSO at that time was very low (10.05 meq/kg · oil), CLA occurrence of CSO was shown to be very available during storage at temperature. CLA content of milk from a market ranged 293~2148 ppm, which depended on the manufacturing companies. In meat, the CLA content was very high in pork (2379 ppm), and among fishes, that of spanish mackerel was the highest (1040 ppm, almost same as beef), which increased greatly (2039 ppm) during boiling with seasoning. Antioxidative effect of CLA on SBO was almost same as that of BHT until 7 days of storage at $40\pm 1^\circ\text{C}$, but decreased greatly after that period. In case of corn oil (CNO), antioxidative effects of CLA were higher than those of BHT and tocopherol, suggesting that the effect was different depending on the kinds of oils used as substrates. During heating at $180\pm 1^\circ\text{C}$, antioxidative effect of CLA on SBO appeared almost same as those of BHT and tocopherol, and it was also shown greater effects in heating at high temperature ($180\pm 1^\circ\text{C}$) than at low temperature($40\pm 1^\circ\text{C}$).

Key words: conjugated linoleic acid (CLA), soybean oil, canola oil, cotton seed oil, antioxidative effect

I. 서 론

Conjugated linoleic acid(CLA)는 linoleic acid(LA)의 위치 이성체의 혼합물로 우유 및 유제품과 고기 중에 함유되어 있다¹⁾. Pariza²⁾들은 쇠고기를 굽는 조리 과정 중에 형성될 수 있는 변이원에 대하여 inhibitor로 작용하는 것을 발견하고 그것이 CLA인 것으로 보고하였다. LA는 이중결합의 위치가 9-위, 12-위에 독립형으로 있으며 cis형인데 비하여 CLA는 10-위와 12-위

또는 9-위와 11-위 탄소에 이중결합이 cis 또는 trans형이 공액형으로 혼합, 존재하는 LA의 위치 및 기하 이성체이며 항암 효과와 죽상동맥경화증을 감소시키는 효과가 있는 것이 알려져 이에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다^{3,4)}. 사료에 1% 내외의 CLA를 첨가하여 사육한 쥐에게 유방암이 저해되었으며³⁾ CLA가 함유된 식이를 준 쥐에게 dimethyl benz(a)anthracene을 장기간 식이 시킨 때 유방 종양 발생이 저지되었음을 보고하였으며⁴⁾ 또한 1%의 CLA가 함유된 식사를 한 사람에게서 암세포의 성장이 억제되었음³⁾도 보고되는 등 CLA가 anti-inhibitor와 anti-promotor를 겸비한 항암제인 것으로도 알려 졌다⁵⁾.

*본 연구는 1997년도 성신여자대학교 학술특별연구비에 의하여 수행되었음.

그리고 죽상경화인 토끼에게 CLA를 매일 섭취시킨 결과 LDL-cholesterol과 total plasma-cholesterol이 감소되었고 죽상동맥경화증도 현저히 감소되었다^{3,7)}고 하였다. 또한 CLA 사료로 사육된 쥐, 생쥐, 닭, 토끼에게서 체지방이 감소되고 체단백질이 증가된 것⁶⁾이 보고된 바 있으며 in vivo와 in vitro에서 항산화성이 있음^{8,9)}도 보고되었다. CLA는 사람의 혈액 중에 10 ppm 이상 함유 되어 있으며¹⁰⁾ 낙농 및 축산(반추동물)식품 중에 최고 2000 ppm 정도 함유되어 있어 미국인들의 경우 하루 10 gr 이상 섭취하고 있다^{8,11)}고 보며 또 linoleic acid가 free radical에 의해 산화될 때 혈청 중의 albumin과 작용하여 CLA가 생성된다¹⁰⁾고 알려져 있다.

이와 같이 현재 CLA의 생리적 기능과 중요성이 부각되고 있는 시점에서 우리의 식품에 대한 자료가 없는 실정이므로 본 연구에서는 methyl linoleate와 LA가 다량 함유되어 있는 몇 종류의 식물성 기름을 기질로 하여 20±1°C 및 40±1°C에서 항온 저장하면서 CLA의 형성 상태를 측정하고 또 상용되고 있는 몇 종류의 시판 우유와 생선 및 쇠고기, 닭고기, 돼지고기 중의 CLA양을 측정하였다. 그리고 대두유를 기질로 하여 CLA의 항산화효과를 BHT, tocopherol의 항산화작용과 비교하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 기질유지로서 대두유, 옥수수유, 면실유, 유채유(주) 오뚜기)와 Linoleic acid(Sigma chemical Co., U.S.A)가 사용되었다. 표준시약으로 Conjugated linoleic acid(Sigma chemical Co., U.S.A)와 기존 항산화제로 BHT(Kanto Chemical Co., Japan), tocopherol(Kanto Chemical Co., Japan)를 상승제로 citric acid(Junsei Chemical Co., Japan)를 사용하였으며 용매는 각각 특급 시약을 사용하였다. 시판 우유 6종과 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 및 청어, 고등어 삼치, 꽁치를 시중에서 무작위로 구입하여 사용하였다. 쇠고기는 양지머리 부위를, 돼지고기는 삼겹살을, 닭고기는 전체를 토막내어 무작위로 선택하였으며, 생선은 머리, 꼬리, 내장을 제거하고 공시하였다.

2. 실험방법

(1) CLA함량 측정

우유와 육류는 각각 Folch 방법¹²⁾에 의해서 유지를 추출하였다. 생선은 종류별로 날것과 broil oven에서

180°C로 구운것, 황¹³⁾의 방법에 따라 조린것을 Folch 방법에 따라서 유지를 추출하였다. 추출한 유지는 Lepage 등¹⁴⁾의 방법에 의해서 methylation시킨 후 HPLC로 분석하였다.

대두유와 linoleic acid는 각각 20±1°C에서 56일간, 40±1°C에서 42일간 항온 저장하였고 대두유, 면실유, 옥수수유, 유채유는 각각 40±1°C에서 42일간 저장하면서 7일 간격으로 앞에서와 같은 방법으로 CLA함량을 측정하였다.

(2) HPLC에 의한 CLA 분석방법

기기 및 분석조건은 Table 1과 같으며 CLA와 LA의 표준곡선은 Fig. 1과 같았다. 모든 초자기구는 갈색용기를 사용하였으며 용매는 HPLC용 특급용매를 사용하였다.

(3) CLA의 유지에 대한 항산화효과 측정

대두유와 옥수수유를 40±1°C 항온기에서 42일간 자동 산화시켰다. Control은 기질 유지만을 사용하였고 BHT, tocopherol, CLA를 각각 0.02% 첨가하여 항산화효과를 비교하였다. 또 CLA와 tocopherol에 0.02%의 citric acid(CA)를 혼합하여 60±1°C에서 항온 저장하면서 대두유에 대한 상승 효과를 측정하였으며 각 시료에 대한 항산화효과는 AOAC법¹⁵⁾에 의해 측정된 과산화물가(POV)를 측정하였으며 meq/kg·oil로 나타내었다.

그리고 대두유를 180±1°C를 oil bath 상에서 BHT,

Table 1. Operating conditions for CLA analysis by High Performance Liquid Chromatography

Instrument	: HPLC, Shiseido nanospace, SI-1, Japan
Column	: Capcell Pak C18 UG120 S5 4.6*250 mm
Detector	: UV-VIS Detector nanospace 2002
Mobile Phase	: Methanol:D.W.=85:15
Injection volume	: 20 µl
Flow rate	: 900 µl/min
Wavelength	: 215 nm
Temp.	: 40°C
Integrator	: S-MC nanospace

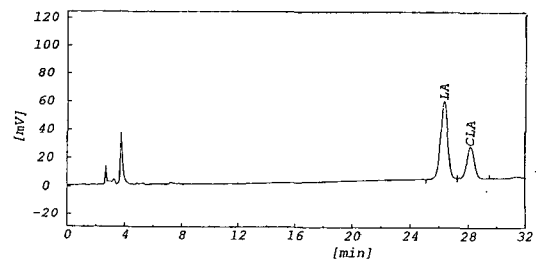


Fig. 1. Standard High Performance Liquid Chromatogram of conjugated linoleic acid and linoleic acid.

tocopherol, CLA 0.02%를 첨가하여 33시간 동안 가열하면서 AOAC법^{15,16)}에 따라 측정된 POV, AV에 의하여 항산화효과를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Linoleic acid(LA)와 대두유에서의 CLA생성

LA(C_{18:2})는 이중결합이 2개인 독립형의 penta diene 구조를 하고 있으나 저장중의 공명현상에 의해 공액형의 penta diene구조로 변화되므로 LA의 methyl ester와 대두유(SBO)를 20±1°C 및 40±1°C서 항온 저장하면서 CLA의 생성량을 HPLC로 측정해 보았으며 결과는 Table 2에서 보는 것과 같았다.

Table 2에서와 같이 LA단독인 경우에는 20±1°C에서 저장되는 동안 CLA양이 초기 188 ppm이던 것이 28일까지 계속 증가되어 2572 ppm에 달하여 약 14.3 배로 되었고 56일 후에는 약 20배인 3829 ppm에 도달되나(Fig. 2) 40±1°C에서는 초기에 824 ppm이던 것이 14일에 1664 ppm으로 나타나 20±1°C에 비해 약 2배로 낮게 나타났다. 대두유에서는 20±1°C나 40±1°C 모두 유사한 CLA생성량을 보이며 20±1°C

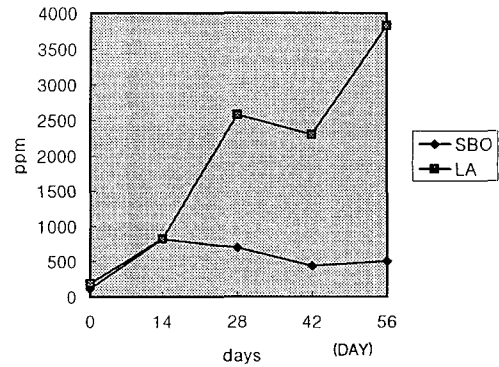


Fig. 2. CLA amounts in soybean oil and linoleic acid at 20±1°C for 56 days.

에서는 14일째에, 40±1°C에서는 7일째에 각각 가장 높은 값을 보였으며 21일에 거의 0상태가 되나 그후 다시 상당량이 생성되는 특징을 보이며 LA단독일 때 보다 생성량이 낮은 것은 대두유 중에 여러 가지 지방산이 존재하고 있으며 그 중 LA함량이 약 50% 내외인 것에 기인한다고 본다. 따라서 CLA생성을 위해서는 저장 온도가 낮을수록 CLA생성에 유리한 것으로 나타났다.

Table 2. The occurrence amounts of CLA from linoleic acid and soybean oil stored at 20±1 and 40±1°C for 56 days (100 ppm)

Substrate	Temp. (°C)	Stored period (days)							
		0	7	14	21	28	35	48	56
LA	20	188		815		2572		2299	3829
	40	824	929	1664	1087	280	388	349	
SBO	20	112		815		696		440	508
	40	112	767	262	0	671	358	404	

LA: Linoleic acid (methyl linoleate)
SBO: Soybean oil.

Table 3. The CLA amounts and peroxide values of various vegetable oils stored at 40±1°C for 42 days

Vegetable oils	Stored period (days)	CLA amount (ppm)						
		0	7	14	21	28	35	42
SBO		112	767	262	0	671	358	404
CSO		292	294	0	143	1322	223	1145
CNO		279	634	0	519	298	251	494
CAO		348	104	0	180	0	407	223
		POV (meq/kg · oil)						
SBO		1.95	5.96	26.13	40.22	140.13	99.79	216.95
CSO		9.92	10.10	10.96	8.86	10.07	67.22	13.89
CNO		6.87	5.89	18.81	10.08	14.13	12.09	89.10
CAO		7.87	17.02	17.27	16.27	79.21	30.89	180.62

SBO: Soybean oil CSO: Cotton seed oil CNO: Corn oil CAO: Canola oil.

2. 식물성 기름에서의 CLA생성

대두유(SBO)이외에 linoleic acid함량이 비교적 높은 면실유(CSO), 옥수수유(CNO)와 유채유(CAO)를 40±1°C에서 42일간 저장하면서 CLA의 생성량을 HPLC로 측정된 결과는 Table 3과 같았다.

Table 3에서와 같이 초기에 CLA함량이 SBO는 112, CSO는 292, CNO는 279, CAO는 348 ppm이던 것이 저장 7일째에 SBO는 767 ppm, CNO는 634 ppm의 CLA를 생성하는 것을 보여 다른 식물성 기름 보다 많은 양이 생성되었고 POV도 매우 낮았다. 특히 CSO의 경우 28일째에 1322 ppm의 높은 CLA양을 보이며 POV도 10.05 meq/kg · oil로 낮아 이때의 CLA의 생성은 상당히 유효한 것으로 나타났다. 그러나 SBO는 28일째에, CSO는 35일째에, CNO는 42일째에, CAO는 28일째에 POV가 모두 60 meq/kg · oil을 초과하므로 그 시기에서는 CLA의 생성량이 증가된다 하더라도 유효하지 않은 것으로 해석할 수 있다. 또한 SBO는 21일째에, CSO, CNO 및 CAO는 모두 14일째에 CLA의 양이 "0" 상태로 된 것을 공통적으로 보이고 있는데 이것은 아마 산패초기과정에서 보이는 이중결합의 공명현상이 활발히 진행된 것에 기인하는 것으로 추측하나 이에 대한 지속적인 연구로 확인되어야 한다고 생각한다.

3. 상용 동물성 식품중의 CLA함량

우리나라에서 상용되고 있는 동물성 식품중에서 우유와 육류 및 생선류에 대하여 CLA 함량을 측정된 결과는 Table 4에서 보는 것과 같았다.

우유중의 CLA함량은 최저 293 ppm에서 최고 2148 ppm인 것으로 나타나 Ha 등⁸⁾과 Dormandy 등¹⁰⁾이 보고한 낙농 및 축산 식품 중에 최고 2000 ppm 정도 함유되어 있다고 한 것과 유사한 값을 보였으며 6가지 시유중에서 3종류는 1450 ppm 이상인 것으로 측정되었

다. 육류 중에서는 쇠고기에 1150, 돼지고기에 2370, 닭고기에 200 ppm 정도 함유되어 있어 돼지고기에 특히 높은 것으로 나타났으며 그 다음이 쇠고기로 돼지고기의 1/2 정도이었고 닭고기는 극히 낮은 값을 보였다. 청어(Herring), 고등어(Mackerel), 삼치(Spanish mackerel), 꽁치(Mackerel pike) 등 지방 함량이 비교적 높은 생선류에서는 날것인 것중에서 고등어에 77 ppm으로 가장 적은 반면 삼치에 1040 ppm으로 가장 높아 쇠고기의 CLA함량과 거의 비슷하였으며 조리 방법으로는 구이를 한때 청어와 고등어에서는 CLA함량이 증가하나 조림 시에 청어와 고등어는 크게 CLA 양이 감소하였고 반면에 삼치와 꽁치에서는 각각 약 2배, 1.2배 증가되었다.

4. CLA의 유지에 대한 항산화효과

(1) 자동산화 과정에서의 항산화효과

CLA의 유지에 대한 항산화효과의 여부를 확인 하

Table 4. CLA amounts in Milks, Meats and Fishes

Food	Amounts (ppm)	Food	Amounts (ppm)
Milk 1	1948	Raw	
2	847	Herring	132
3	293	Mackerel	77
4	891	Spanish mackerel	1040
5	1463	Mackerel pike	357
6	2148	Broiled	
Raw		Herring	371
Beef	1150	Mackerel	277
Pork	2370	Spanish mackerel	1068
Chicken	200	Mackerel pike	50
		Boiled with seasoning	
		Herring	34
		Mackerel	75
		Spanish mackerel	2039
		Mackered pike	414

Table 5. Peroxide values of soybean oil and corn oil with BHT, tocopherol and CLA stored at 40±1°C 28 days

Stored period(days) Oils	0	7	14	21	28
SBO	1.95	5.96	26.13	40.22	140.13
+BHT 0.02%	1.95	1.99	6.33	4.97	29.91
+Toc 0.02%	1.95	13.85	12.10	7.73	23.73
+CLA 0.02%	1.95	2.02	14.11	40.82	139.90
+CLA 0.04%	1.95	4.02	24.09	47.12	127.70
+CLA 0.06%	1.95	2.00	28.91	22.19	134.20
CO	6.87	5.89	18.80	10.08	67.22
+BHT 0.02%	6.87	2.03	12.11	12.11	18.53
+Toc 0.02%	6.87	2.11	4.06	16.14	11.95
+CLA 0.02%	6.87	2.20	4.99	8.091	17.54

SBO: Soybean oil CO: Corn oil.

기 위하여 기질 대두유에 CLA를 0.02, 0.04, 0.06%를 각각 첨가하고 또 옥수수유에 0.02%의 CLA를 첨가하여 40±1°C에서 28일간 저장하면서 POV를 측정하였으며 이들 효과를 0.02%의 BHT와 tocopherol을 각각 첨가한 경우와 비교한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같았다.

대두유에서는 CLA를 0.02% 첨가시 초기 7일까지는 tocopherol 보다 약간 POV가 낮아 항산화효과를 보이나 21일 후에는 40 meq/kg · oil에 도달하여 SBO와 같은 높은 값을 보였다. 또한 CLA의 첨가율을 0.04%, 0.06%로 높인 경우는 0.02%인 때 보다 더 높은 POV를 보여 오히려 산패를 높이는 효과를 보여 주었다. 그러나 옥수수유에 있어서는 Fig. 3에서 보는 것과 같이 저장 21일까지는 BHT나 tocopherol 보다 항산화효과가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 대두유에서 나타났던 경향과는 일치하지 않아 기질 유지의 종류에 따라 CLA 항산화효과는 다른 것을 알 수 있었다.

또한 상승제로서 0.02%의 citric acid를 CLA를 같이 대두유에 첨가하여 60±1°C에서 저장하면서 POV를 측정하고 항산화효과를 비교한 결과는 Fig. 4에서 보는 것과 같았다. 이때 임의로 POV가 80 meq/kg · oil 이 될 때까지를 유도기간으로 한 경우 SBO는 8.1일인데 비하여 tocopherol에 citric acid를 첨가한 것은 7.9일로 SBO 보다 오히려 짧았으며 BHT를 첨가한 것은

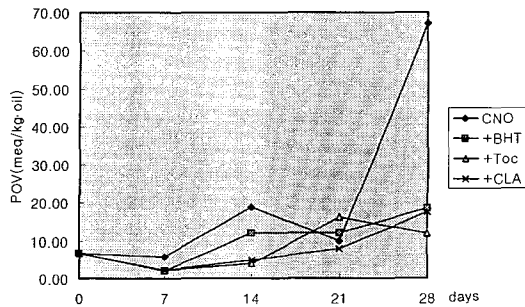


Fig. 3. Changes of peroxide values in corn oil with each 0.02% of BHT, tocopherol and CLA stored at 40±1°C for 28 days.

9일이었고 CLA에 citric acid를 첨가한 경우는 10.3일로 가장 긴 것으로 나타나 BHT나 tocopherol보다도 항산화효과가 높은 것으로 나타났다.

(2) 가열산화시 항산화효과

저온저장시 CLA의 항산화효과는 BHT에 가깝게 큰 것으로 나타난바 고온가열시에도 그 효과의 여부를 확인하기 위하여 대두유에 BHT, tocopherol과 CLA를 각각 0.02%씩 첨가하고 180±1°C에서 33시간 가열하면서 AV와 POV를 측정된 결과 Fig. 5 및 Table 6과 같았다.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 대두유를 고온 가열할 때에도 CLA가 첨가된 때에 33시간 가열하여도 AV가 0.37에 불과하여 SBO의 1/10정도이었으며 BHT와 to-

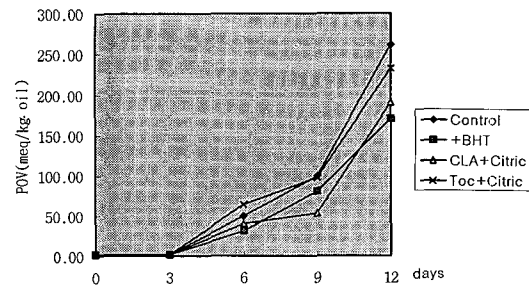


Fig. 4. Changes of peroxide values in soybean oil added CLA with each 0.02% of citric acid as synergist stored at 60±1°C for 12 days.

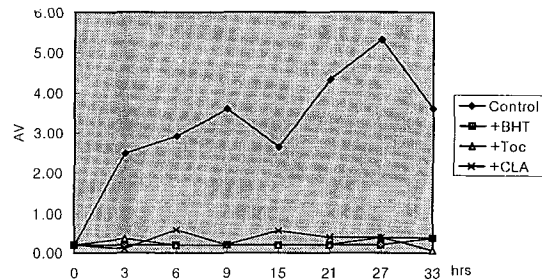


Fig. 5. Changes of acid value in soybean oil without or with each 0.02% of BHT, tocopherol and CLA heated at 180±1°C for 33 hours.

Table 6. Peroxide value of soybean oil without or with BHT, tocopherol and CLA heated at 180±1°C for 33 hours (meq/kg · oil)

	0	3	6	9	15	21	27	33
SBO	1.95	38.65	40.01	41.56	40.98	137.66	67.33	73.92
+BHT	1.95	9.26	14.82	9.48	17.31	11.27	11.27	14.11
+Toc	1.95	3.76	1.26	19.79	14.73	1.31	1.31	4.80
+CLA	1.95	11.76	10.21	3.64	3.74	14.13	14.13	25.32

SBO: Soybean oil.

copherol을 첨가한 때와 유사한 값을 보여 항산화효과가 분명히 있음을 확인 할 수 있었다. 또한 POV는 고온 가열시 hydroperoxide의 파괴가 심하므로 불안정한 값을 보이긴 하나 SBO와 BHT, tocopherol 및 CLA 첨가시와 경향을 비교하기 위하여 측정된 결과 AV에서와 마찬가지로 POV도 BHT 및 tocopherol을 넣은 경우와 같이 SBO에 비해 아주 낮은 값을 보여 항산화효과를 나타내었으며 저온에서보다 오히려 고온가열시 그 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

IV. 요약

Conjugated linoleic acid(CLA)의 생성과 식품중의 함량 및 유지에 대한 항산화효과를 알아보기 위하여 methyl linoleate(LA)와 대두유(SBO)를 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$, $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 그의 생성량을 측정하였고 상용되고 있는 시판우유 6종류와 쇠고기, 돼지고기, 닭고기, 그리고 청어, 고등어, 삼치, 꽁치 중의 CLA함량을 측정하였다. 또한 CLA, BHT, tocopherol을 기질 대두유에 첨가하고 $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하고, 상승제로서 citric acid를 같이 첨가하여 $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 POV를 측정하여 항산화효과를 비교하였으며 또한 이들을 $180\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 가열하면서 그의 효과를 동시에 측정된 결과는 다음과 같았다.

1. LA에서의 CLA의 생성은 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장한 경우, 28일째에 초기량(188 ppm)의 약 14배 이상으로 증가되었으며 $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서는 14일까지 생성량이 증가되나 그 이후는 감소되었다. 대두유에서도 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 인 때 14일까지 생성량이 높았으며 $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ 인 때는 7일까지 생성량이 증가되나 그 이후 약간씩 감소되어 LA 및 SBO 모두 $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 인 때에 CLA의 생성이 좋은 것으로 나타났다.

2. 식물성 기름 중에서 CLA함량은 유채유에 348 ppm으로 가장 높았으며 $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장시 면실유의 경우 초기에 292 ppm이던 것이 저장 28일째에 1322 ppm으로 증가되고 또한 POV도 $10.05 \text{ meq/kg} \cdot \text{oil}$ 로 낮아 CLA의 생성이 매우 유효하였다. 대두유는 저장 7일에 767 ppm으로 상당히 큰 증가량을 보인 반면 유채유는 대체적으로 저장시에 감소되었다.

3. 시판 우유중의 CLA함량은 293~2148 ppm이었으며 제조회사에 따라 크게 차이가 있었고 육류 중에서는 돼지고기에 2370 ppm으로 높았으며 생선 중에서는 삼치에 1040 ppm으로 높았으며, 삼치를 조림했을 경우에는 2039 ppm으로 증가되었다.

4. 저온 저장시 CLA의 유지에 대한 항산화효과는

대두유에서는 초기 7일에는 tocopherol 보다는 크고 BHT와 거의 유사하였으며, 21일 이후에는 항산화효과가 없고 오히려 산화를 촉진시키는 것으로 나타났다. 또한 CLA의 첨가량이 많을수록 항산화효과는 떨어졌으나 상승제인 citric acid가 공존하면 항산화효과가 BHT나 tocopherol보다 더 높게 나타났다. 옥수수 유에서 CLA의 항산화효과는 저장 중 BHT나 tocopherol 보다 항산화효과가 높게 나타나 기질유지의 종류에 따라 차이가 있었다. $180\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 유지를 가열하는 경우에는 CLA의 항산화효과가 크게 나타났으며 그 정도는 BHT나 tocopherol과 거의 유사하였고 저온 저장시의 경우 보다 더 높은 항산화효과를 보였다.

참고문헌

1. Clement Ip, Joseph A. Scimeca and Henry J. Thompson; Conjugated linoleic acid, cancer Supplement August, 1050, 74(3), (1994).
2. Pariza, M.W., Ashoor, S.H., Chu, F. S. and Lund, D.B.; Effects of time and temperature on mutagen formation in pan fried hamburger, cancer Lett., 7, 63 (1979).
3. Barbara Fitch Haumann; Conjugated Linoleic acid offers research promise, Inform, 152, 7(2), (1996).
4. Clement Ip, Meenakshi Singh, Henry J. Thompson and Joseph A. Scimeca; Conjugated Linoleic acid Suppresses Mammary Carcinogenesis and proliferative Activity of the Mammary Gland in the Rat, Cancer Research, 1212-1215, 54, March 1, (1994).
5. Clement Ip, Stephanie P. Briggs, Albert D. Haegele, Henry J. Thompson, Jayne Storkson and Joseph A. Scimeca ; The efficacy of Conjugated Linoleic acid in mammary cancer prevention is independent of the level or type of fat in the diet, Carcinogenesis, 1045-1050, 17(5), (1996).
6. Young L. Ha and Michael W. Pariza, Naturally Occuring Novel Anticarcinogen Conjugated Dienoic Derivatives of Linoleic acid (CLA), J. Korean Soc. Food Nutr. 401-407, 20(4), (1991).
7. Kisun N. Lee, David Kritchevsky and Michael W. Pariza; Conjugated Linoleic acid and atherosclerosis in rabbits, Atherosclerosis, 19-25, 108, (1994).
8. Yeong. L. Ha, Jayne Storkson and Michael W. Pariza; Inhibition of Benzo(a)pyrene induced Mouse Forestomach Neoplasia by Conjugated Dienoic Derivatives of Linoleic acid, Cancer Research, 1097-1101, 50, (1990).
9. Pariza, M.W., Ha, Y.L., Sword, J.T., Benjamin, H. and Gruter, A; Generation of anticarcinogenic fatty acids during food processing, FASEB J., 169, 4, (1990).
10. Dormandy, T.L. and Wickens, D.G.; The experimented and Clinical pathology of diene conjugation,

- Chem. Phyto. Lipids., 353, 45, (1987).
11. Ha, Y.L., Grimm, N.K. and Pariza, M.W.; Newly recognized anticarcinogenic fatty acids ; Identification and quantification in natural and processed Cheeses. J. Agric. Fd. Chem., 37, 75, (1989).
 12. Folch J., Less M and Slone Stanly G.M.; A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue, J. Bio. Chem, 226, 497-509, (1957).
 13. 황혜성, 한국의 요리 2, 66, 대학당, (1995).
 14. Lepage G., and Roy C.C.; Direct transesterification of all classes of lipids in a one step reaction, J. Lipid Res., 27, 114-120, (1986).
 15. A.O.A.C.; Official methods of analysis Vol. 2, Association of Official Analytical Chemists, Chap. 41, 9, (1995).
 16. A.O.A.C.; Official methods of analysis Vol. 2, Association of Official Analytical Chemists, Chap. 41, 11-12, (1995).
-
- (1998년 1월 15일 접수)