

한국인 모유와 조제분유 중의 공액리놀레산

- 연구노트 -

박철우¹ · 반경녀² · 이영남¹ · 김정옥¹ · 김민석³ · 하영래^{3*}

¹{주)HK 바이오텍

²부산지방식품의약품안전청

³경상대학교 응용생명과학부, 농업생명과학연구원

Conjugated Linoleic Acid in Korean Mothers' Milk and Infant Formula

Cherl Woo Park¹, Kyeong Nyeo Bahn², Young Nam Lee¹,
Jeong Ok Kim¹, Min Seok Kim³ and Yeong Lae Ha^{3*}

¹HK Biotech Co., Ltd., Jinju 660-844, Korea

²Busan Regional Korea Food & Drug Administration, Busan 608-829, Korea

³Division of Applied Life Science and Institute of Agricultural and Life Science,
Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract

The concentrations of conjugated linoleic acid (CLA) in twelve Korean mothers' milk samples collected in October 2006 and four infant formula samples produced by Korean manufacturers were determined. CLA detected from both mothers' milk and infant formula samples was only *cis*-9, *trans*-11 CLA isomer. The amount of *cis*-9, *trans*-11 CLA in Korean mothers' milk (100 mL) ranged from 4.32 to 10.12 mg (6.27 ± 0.28 mg). Infant formula (13 g), which is the manufacturers' recommended amount to make up 100 mL with water, contained *cis*-9, *trans*-11 CLA isomer in amounts ranging from 1.61 to 2.97 mg (2.27 ± 0.31 mg).

Key words: conjugated linoleic acid (CLA), *cis* 9, *trans* 11 CLA, Korean mothers' milk, infant formula

서 론

Conjugated linoleic acid(CLA)는 1987년 Ha 등(1)에 의해 처음으로 항암성이 있는 기능성 지방산으로 밝혀진 이래 2006년 12월까지 2,000편 이상의 연구논문이 발표되었다. CLA에 관한 연구는 식품 중의 CLA 함량(2-4), 항암성(1,5), 체지방감소(6-9), 면역증강(10-14), 항동맥경화(15,16), 항당뇨(17,18) 및 성장촉진(19,20) 등에서부터 고기의 저장성 연장(21,22)에 이르기까지 다양한 분야에서 수행되었다. CLA의 다양한 기능성 중 체지방감소 기능을 이용한 제품이 개발되어 1998년 이후 전 세계에서 80여 가지의 제품이 출시되었다. 한국에서는 2006년에 (주)HK바이오텍이 최초로 CLA가 체지방감소에 도움을 주는 건강기능식품으로서 식품의약품안전청으로부터 개별인정을 받았으며, 이를 연질 캡슐의 형태로 제품화(씨엘에이CLA[®])하였다.

CLA가 함유되어 있는 주된 식품은 반추동물의 고기와 우유로서, CLA는 이들 식품을 섭취하는 사람의 몸속에 존재하며, 상당량의 CLA가 모유에 함유되어 있고 수유된 유아 몸으로 전이된다(2). 이 CLA는 반추위에 서식하는 *Butyrivibrio*

fibrisolvens 등의 혐기성 미생물에 의해 linoleic acid로부터 생합성된다(23). 모유는 유아에게 가장 자연적이고 고유한 영양공급원인 동시에 영양적, 면역적 및 심리적인 면에서 인공영양으로 대체할 수 없는 우수성을 갖는다. 특히 모유는 조제분유에 비해 장내에서 유익한 세균군의 형성 역할이 우수하고, 항미생물인자(antimicrobial factor), 항바이러스인자(antiviral factor), 면역글로불린(immunoglobulin), 철결합인자(iron binding factor) 등의 영양학적 인자를 함유하고 있고, 조제분유에 의해 생기는 알레르기 현상도 나타나지 않는 등 가장 이상적인 식품으로 평가되고 있다(24,25).

그러나 최근 여성의 사회진출로 직업여성이 증가함에 따라 모유의 우수성에도 불구하고 부득이 조제분유의 사용이 증가하고 있는 실정이다. 따라서 모유에 존재하며 중요한 영양원이 되는 여러 가지 화합물을 조사·연구하여 조제분유 제조 시 그들을 첨가함으로써 모유에 가까운 조제분유를 제조하기 위한 연구가 진행되고 있다(26).

모유의 성분 중 특히 유아의 뇌세포 분화에 중요한 영양원이 되는 것으로 알려진 지방산 조성은 조제분유의 지방산 조성보다 상이하며, 이들의 생물학적 이용성(bioavailability)

*Corresponding author. E mail: ylha@gnu.ac.kr
Phone: 82 55 751 5471, Fax: 82 55 757 0178

도 상이하다(27). 모유 중의 지방산은 triacylglycerol, diacylglycerol, monoacylglycerol, phospholipids 등의 형태로 존재하며 그 종류가 다양하여 지금까지 동정된 지방산의 종류는 약 183가지에 이르고 있다(28). 이들 지방산은 주로 n-chain saturated fatty acids, branched-chain fatty acids, unsaturated fatty acids로 체내에 흡수되어 에너지원으로 사용되거나 저장지방에 축적, 또는 세포막을 비롯한 체 구성 성분으로서 중요한 역할을 한다. 모유로부터 섭취된 CLA는 유아의 세포막의 주요 구성성분이 되며(28), 면역증가 효과 등의 여러 가지 유익한 기능성을 감안할 때 모유 중의 CLA 함량은 유아의 영양과 건강에 영향을 미치는 중요한 인자가 될 것이다. 따라서 외국인 모유 중의 CLA 함량에 관한 연구는 많이 수행되었지만 한국인 모유 중의 CLA 함량과 지방산의 함량에 관한 연구는 거의 보고된 적이 없다.

본 연구에서는 한국인의 모유와 한국의 제조사로부터 제조된 시판 조제분유 중에 함유되어 있는 CLA를 분리하고 그 함량에 관한 연구를 하였다.

재료 및 방법

모유와 조제분유

모유는 2006년 10월에 경남 진주지역에서 출산한 20~30세 산모 12명으로부터 출산 후 2~3일 사이에 채취하였다. 조제분유는 시판제품 4종을 시중에서 구입하였다.

시약

14% $\text{BF}_3/\text{methanol}$ (125 g BF_3/L methanol; Sigma-Aldrich, MO, USA), n-heptane(Junsei, Inc., Japan), CLA 표준물질(*cis*-9, *trans*-11 CLA, *trans*-10, *cis*-12 CLA, *cis*-9, *cis*-11 CLA, and *trans*-9, *trans*-11 CLA; Metrya, LLC, PA, USA)과 내부표준물질 $\text{C}_{11:0}$ undecanoic acid (99%; Sigma-Aldrich, MO, USA)를 사용하였다. 그 외 사용된 시약은 ACS급 이상이었다.

총 지방함량 측정

모유의 총 지방함량은 Gerber법으로 측정하였다(29). 모유 11 mL를 Gerber tube에 넣고 c- H_2SO_4 10 mL, amylacetate 1 mL, 증류수 2 mL를 가하여 혼합하고, 65°C에서 15분간 반응시켰다. 이것을 원심분리(8,000 rpm, 4 min, 25°C)하고, 다시 60~65°C에서 5분간 반응시켜서 Gerber tube에 나타난 눈금으로 총 지방의 함량을 구하였다. 조제분유의 총 지방함량은 조제분유를 증류수를 이용해서 13% 용액으로 희석한 시료를 Gerber법으로 측정하였다(29).

CLA 분리, 동정, 함량측정

지방 추출: 모유는 전처리 없이 그대로 시료로 사용하였고, 조제분유는 증류수를 이용해서 13% 용액으로 희석한 후 시료로 사용하여 Jiang 등(30)의 방법으로 추출하였다.

시료 10 mL를 원심분리 test tube(45 mL volume)에 취하고 여기에 hexane:isopropanol(3:2, v/v) 30 mL를 첨가하여 Polytron(Kinematica, Lucerne, Switzerland)으로 1분간 추출하고 원심분리(4,000 rpm, 5 min, 25°C)하였다. Hexane층에 0.47 M Na_2SO_4 5 mL를 첨가하여 상층을 분리하고, 분리된 hexane층에 무수 Na_2SO_4 를 사용해서 수분을 제거하고 filter paper로 여과한 다음, 여액을 rotary evaporator(EYELA A-36, Japan)로 hexane을 제거하여 CLA 함량을 구하기 위한 지방 시료로 사용하였다.

CLA의 methyl ester화: GC를 사용하여 CLA를 분리/동정하고 정량하기 위해 모유로부터 추출된 지방을 검화시킨 다음, methyl ester화 하였다(31). 즉, 추출된 지방 약 25 mg을 test tube에 취하고 내부표준용액(undecanoic acid 100 mg/100 mL heptane) 1 mL를 가하였다. 여기에 0.5 N NaOH/methanol 용액 1.5 mL를 가하고 질소로 충전 후 즉시 cap을 닫고 혼합하였다. 100°C heating block에서 약 5분간 검화하였다. 이를 냉각한 후 14% BF_3 5 mL를 가하고 다시 질소로 충전 후 cap을 닫고, 80°C heating block에서 5분간 가열하였다. 반응 시에 균질한 용액이 되도록 2회 흔들었다. 마지막으로 heptane 3 mL를 가하고 cap을 닫은 다음, 1분간 더 반응시켰다. 이를 냉각한 후, 포화 NaCl용액 5 mL를 가하여 혼합하였다. 약 1 mL의 heptane층을 취한 후 이에 소량의 무수 Na_2SO_4 를 가하여 탈수시킨 후 분석용액으로 사용하였다.

CLA의 분리 및 동정: CLA methyl ester를 FID가 장착된 GC로 분리하고 GC retention time을 표준품과 비교한 다음, 이를 GC-MS(Finneganmat mass spectrometer; Shimadzu, Japan)에서 동정하였다. Finneganmat GC와 analyzer Quadrupole mass filter가 장착된 electro impact ionization mode를 사용하였다. Peak의 mass spectrum의 확인은 Wiley, NIH/EPA data base와 비교하여 동정하였다. 이때 사용된 GC(Agilent Technologies 6890) 조건은 Supelcowax-10 capillary column(60 m×0.32 mm i.d., 0.25 μm film thickness)으로 분리하였으며, injector 온도와 detector 온도는 260°C, column 온도는 180~200°C에서 분당 2°C 상승하였다. Carrier gas N_2 와 make-up gas N_2 의 유량은 각각 2.0 mL/min과 30 mL/min이었으며, split ratio는 49:1로 하였다. 주입 용량은 0.01~0.5 $\mu\text{g}/\mu\text{L}$ 함유하는 용액 1.0 μL 이었다.

CLA의 정량: Gas chromatogram상에서 CLA methyl ester임이 확인된 peak의 면적을 표준품의 peak 면적과 비교하여 내부표준물질 방법에 따라 정량하였다.

결과 및 고찰

모유 중의 CLA 이성체 분리 및 동정

모유와 조제분유의 지방을 hexane:isopropanol(3:2, v/v)

을 사용하여 추출한 다음, 검화와 methyl ester화 과정을 거쳐 CLA methyl ester를 GC로 분석하였다. Supelcowax-10 capillary column에서 분리된 CLA methyl ester를 CLA 표준품 methyl ester의 retention time과 비교하고(Fig. 1), 동일 위치에 나타나는 peak의 mass spectrum을 비교하여 동정하였다. 두 시료에 함유된 CLA는 *cis*-9, *trans*-11 CLA로 분리 및 동정되었다. McGuire 등(26)은 미국인 14명을 대상으로 채취한 모유로부터 *cis*-9, *trans*-11 CLA를 분리 및 동정하였으며, Yurawecz 등(32)은 독일여성(n=5) 모유로부터 *cis*-9, *trans*-11 CLA와 *trans*-7, *cis*-9 CLA를 분리 및 동정하였으나, 본 연구에서는 Forgerly 등(2), McGuire 등(26), Park 등(33), Jensen 등(34)이 보고한 바와 같이 *cis*-9, *trans*-11 CLA 이외의 다른 이성체는 분리 및 동정되지 않

았다.

모유 중 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량

한국인 12명을 대상으로 한 모유 중 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 4.32~10.12 mg/100 mL(평균 6.27 ± 0.28 mg/100 mL)이었고, 지방함량 중에는 1.35~3.13 mg/g(평균 1.96 ± 0.06 mg/g)으로 개인에 따라 큰 차이가 있었다(Table 1). 1993년에 Kim이 보고한 보고서(35)에서 한국인 모유의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 20대와 30대 산모의 모유에 각각 4.9 mg/g fat과 4.2 mg/g fat, 계절별로 가을, 봄, 여름, 겨울에 각각 7.5 mg/g fat, 3.2 mg/g fat, 3.2 6 mg/g fat, 4.4 mg/g fat, 지역별로 경남지역에서 5.3 mg/g fat, 서울지역에서 4.2 mg/g fat 함유되어 있다고 보고하였다. 본 연구와 1993년의 연구에서 모유에 함유된 CLA의 이성체는 *cis*-9, *trans*-11 CLA로 동일하였지만, 그 함량은 1993년에 보고한 보고서에서 상대적으로 높은 수치였다. 이것은 아마도 1993년에 정량할 때 사용했던 BF₃/methanol 용액을 100°C로 가열하였기 때문에 다소 그 함량이 높았을 것이라고 생각하지만, 정확히 파악하기는 어렵다.

한국인 모유의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 외국인 모유의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량보다 훨씬 낮았다. McGuire 등(28)은 미국인 14명으로부터 채취한 모유 중 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 2.23~5.43 mg/g fat으로 보고하였다. Low dairy diet를 하는 미국인 산모의 모유에 CLA가 평균 2.3 mg/g fat 함유되어 있었으나, high dairy diet를 하는 산모의 모유 중에는 CLA가 3.8 mg/g fat 함유되어 있어 그 비율이 약 1.5배이었다(33). 또한 버터, ghee, 치즈가 주인 Hare Krishna 식사를 하는 Australia인 산모의 모유 중 CLA 함량은 9.7~12.5 mg/g fat으로 일반식사를 하는 Australia인 산모의 모유 중 CLA 함량(3.1~8.5 mg/g fat)에 비해 2~3배정도 높았다(2).

역학연구에서 미국인 산모가 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량이 낮은 식사를 하는 경우와 *cis*-9, *trans*-11 CLA가 높은 식사를 하는 경우의 1일 *cis*-9, *trans*-11 CLA 섭취량은 각각 34 mg과 291 mg으로 추정되어 큰 차이가 있고(33), Australia

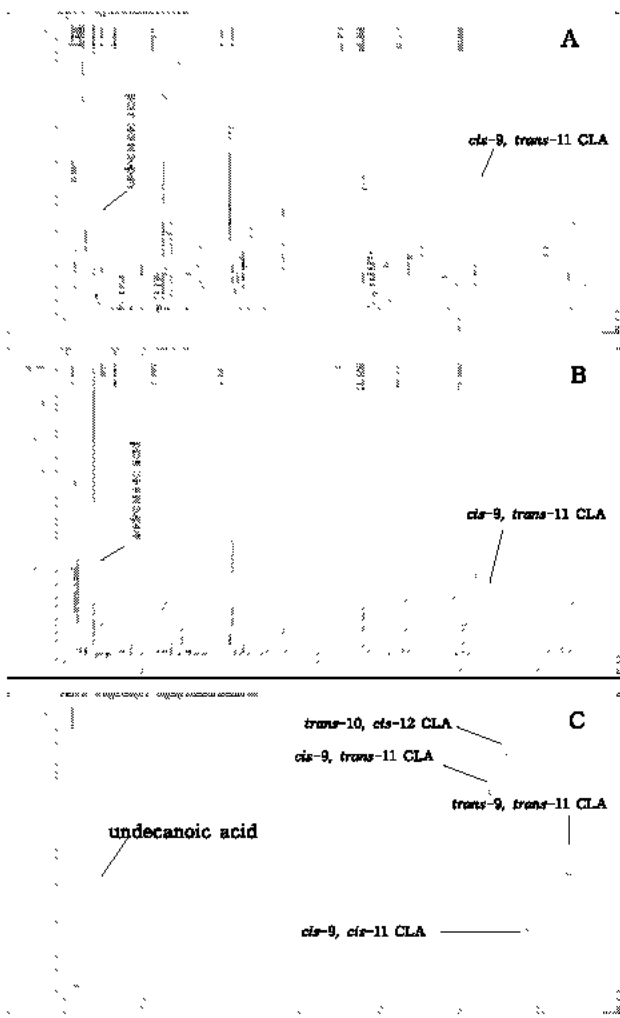


Fig. 1. Typical gas chromatograms of human milk (A), infant formula (B), and CLA standards (C).
 Gas chromatographic condition: GC column, Supelcowax-10 (capillary column, 60 m×0.32 mm i.d.); injector temperature, 260°C; column oven temperature, 180~200°C 2°C/min; detector temperature, 260°C; carrier gas, N₂; carrier gas flow rate, 2.0 mL/min; make-up gas, N₂; make-up gas flow rate, 30 mL/min; and split ratio, 49:1.

Table 1. Contents of total fat and *cis*-9, *trans*-11 CLA of human milk samples collected from Korean mothers and infant formula products manufactured in Korea

Sample	Total fat (%)	<i>cis</i> 9, <i>trans</i> 11 CLA	
		mg/g fat	mg/100 mL mg/100 g
Human milk	3.20±1.40 ¹⁾	1.96±0.06	6.27±0.28
Infant formula	26.85±0.60 ^{2)*}	0.65±0.02*	2.27±0.31 ³⁾ 17.45±1.24

¹⁾Mean±SD (n=12).

²⁾Mean±SD (n=4).

³⁾Thirteen g of infant formula was dissolved to 100 mL water to being eaten to children according to the manufacturer's instruction.

*Significantly different from human milk at p<0.01 by *t* test.

산모의 경우도 식이에 따라 모유 중 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량이 크게 차이가 있는 것으로 보고되어(2), 한국인 모유 중의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량이 개인별로 크게 차이가 나는 것은 산모가 섭취하는 식사 중의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량에 의해 영향을 받았을 것이다. 동물모델 연구에서도 수유 중인 rat의 식이에 CLA 함량이 높을 경우, 모유 중의 CLA 함량도 높다고 보고된 바 있다(36).

산모의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 섭취는 모유로 전이되고 이는 곧 영유아의 체지방 구성과 기능성 지방산으로의 역할을 하기 때문에 CLA를 지속적으로 공급할 필요가 있다. Hachey 등(37)은 산모가 단기적인 CLA 섭취보다 장기적인 CLA 섭취가 모유 중 CLA 함량에 더 큰 영향을 미치며, 약 30% 정도는 식사에 의해 유래된다면, 60% 정도는 저장된 지방으로부터 유래되는 것으로 보고하였다. 따라서, 산모의 식사에 함유된 CLA가 모유 중의 CLA 함량에 일정량 이상 급격한 변화를 가져오지는 않을 것으로 생각된다. 그러나, 수유 중인 산모에게 미국에서 시판되고 있는 CLA제품(약 50% *cis*-9, *trans*-11 CLA와 약 50% *trans*-10, *cis*-12 CLA)을 5일간 섭취하게 하고, 7일간 쉬게 한 다음, 다시 placebo 식사로 olive유를 섭취하게 한 결과, CLA를 섭취하였을 때가 섭취하지 않은 때에 비해 모유 중의 CLA 함량이 유의성 있게 증가하는 것으로 보아(28), 모유 중의 CLA 함량은 식사 중의 CLA 함량과 밀접한 관련성이 있다고 볼 수 있다. 또한, *cis*-9, *trans*-11 CLA는 체내에서 *vaccenic acid*(*trans*-11-18:1)에 *desaturase*의 작용에 의해 생성되는 것으로 추정된다. 따라서 모유 중의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량을 증가시키기 위해서는 장기간의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 섭취로 체내에 축적되게 하는 것이 좋은 방법일 것이다.

조제분유 중의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량

시판 조제분유에서도 *cis*-9, *trans*-11 CLA 이성체만 동정되었다. 4종의 조제분유에 함유된 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 12.35~22.82 mg/100 g으로 평균치는 17.45±1.24 mg/100 g이었고, 지방에 대한 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 0.46 mg/g~0.85 mg/g으로 그 평균치는 0.65±0.02 mg/g이었다(Table 1). 조제분유 중의 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 모유의 26~49%이었다. 조제분유를 제조할 때 formula base로 사용된 지방이 대두로부터 유래된 것인지 유지방인지에 따라 큰 차이가 있는 것으로 보고되었다. 본 연구에서 분석용으로 사용된 4종의 조제분유는 모두 유지방과 대두유를 혼합하여 사용한 것으로 표기되어 있었으나, 사용량에 대한 정보는 알 수 없었다. 외국의 연구결과에 의하면 우유로부터 유래된 지방을 formula base로 사용한 조제분유의 경우 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 1.4 mg/g fat이었으며, 대두와 우유를 혼합하여 사용한 formula base를 사용한 경우 0.3~0.7 mg/g fat이 함유되어 있었다(4). 그러나 제조방법에 따른 조제분유 중의 CLA 함량 차이는 없었던 것으로 보고되었다(26).

본 연구에서 사용한 조제분유의 사용법에 의해 13 g을 물 100 mL에 타서 급유할 경우 2.27 mg CLA를 섭취하게 될 것이다. Table 1에서와 같이 이 조제분유에 함유된 CLA 함량은 모유에 100 mL에 함유된 CLA 함량 6.27 mg에 비해 4 mg 낮기 때문에, 조제분유를 섭취하는 영유아는 모유를 먹는 영유아에 비해 적은 양의 *cis*-9, *trans*-11 CLA를 섭취하게 될 것이다. 따라서 다양한 기능성, 특히 면역증진기능을 갖는 CLA가 영유아의 건강에 미치는 영향에 관한 연구는 수행되지 않았지만, 조제분유를 제조할 때 조제분유의 CLA 함량을 모유의 수준으로 조절하는 것이 바람직할 것이다.

요 약

한국인 모유에는 *cis*-9, *trans*-11 CLA 이성체만 동정되었고, 그 함량은 4.32~10.12 mg/100 mL(평균 6.27±0.28 mg/100 mL)이었고, 지방함량 중에는 1.35~3.13 mg/g(평균 1.96±0.06 mg/g)으로 개인에 따라 큰 차이가 있었다. 한국인 모유에 함유된 CLA의 함량은 외국의 CLA 함량에 비해 낮았고, 그 이유는 식사의 차이 때문인 것으로 추정되었다. 국내에서 제조된 조제분유에서도 *cis*-9, *trans*-11 CLA만 동정되었는데, 그 함량은 12.35~22.82 mg/100 g으로 평균치는 17.45±1.24 mg/100 g이었고, 지방에 함유된 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 0.46 mg/g~0.85 mg/g으로 그 평균치는 0.65±0.02 mg/g이었다. 영유아가 조제분유 제조사의 지시된 13% 조제분유를 섭취할 경우 *cis*-9, *trans*-11 CLA를 2.27 mg 섭취하는 것으로 모유 100 mL에 함유되어 있는 양에 비해 낮다. 따라서 조제분유를 제조할 때 모유와 동일한 *cis*-9, *trans*-11 CLA를 섭취할 수 있도록 조제분유를 제조하는 것이 바람직하다.

감사의 글

이 연구는 산업자원부 지역산업기술개발사업(100276-33) 연구조성비에 의해 수행되었음을 감사드립니다.

문 헌

1. Ha YL, Grimm NK, Pariza MW. 1987. Anticarcinogens from fried ground beef: heat altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis* 8: 1881-1887.
2. Forgerly AC, Ford GL, Svoronos D. 1988. Octadeca 9,11 dienoic acid in foodstuffs and in the lipids of human blood and breast milk. *Nutr Rep Int* 38: 937-944.
3. Ha YL, Grimm NK, Pariza MW. 1989. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: identification and quantitation in natural and processed cheese. *J Agric Food Chem* 37: 75-81.
4. Chin SF, Liu W, Storkson JM, Pariza MW. 1992. Dietary sources of conjugated diene isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J Food Comp Anal* 5: 185-197.

5. Ha YL, Storkson J, Pariza MW. 1990. Inhibition of benzo[a]pyrene induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res* 50: 1097-1101.
6. Gaullier JM, Halse J, Hoye K, Kristiansen K, Fagertun H, Vik H, Gudmundsen O. 2004. Conjugated linoleic acid supplementation for 1 y reduces body fat mass in healthy overweight humans. *Am J Clin Nutr* 79: 1118-1125.
7. Park Y, Albright KJ, Storkson JM, Liu W, Cook ME, Pariza MW. 1997. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids* 32: 853-858.
8. Azain MJ, Hausman DB, Sisk MB, Flatt WP, Jewell DE. 2000. Dietary conjugated linoleic acid reduces rat adipose tissue cell size rather than cell number. *J Nutr* 130: 1548-1554.
9. Kamphuis MMJW, Lejeune MPM, Saris WHM, Westerterp Plantenga MS. 2003. The effect of conjugated linoleic acid supplementation after weight loss on body weight regain, body composition, and resting metabolic rate in overweight subjects. *Int J Obesity* 27: 840-847.
10. Whigham LD, Cook ME, Atkinson RL. 2000. Conjugated linoleic acid: implications for human health cancer, body composition, obesity, immune function, heart disease. *Pharmacol Res* 42: 503-510.
11. Bontempo V, Sciannimanico D, Pastorelli G, Ross R, Rosi F, Corino C. 2004. Dietary conjugated linoleic acid positively affects immunologic variables in lactating sows and piglets. *J Nutr* 134: 817-824.
12. Takahashi K, Akiba Y, Iwata T, Kasai M. 2003. Effect of a mixture of conjugated linoleic acid isomers on growth performance and antibody production in broiler chicks. *Br J Nutr* 89: 691-694.
13. Sugano M, Tsujita A, Yamasaki M, Noguchi M, Yamada K. 1998. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediators and immunoglobulins in rats. *Lipids* 33: 521-527.
14. Turek JJ, Li Y, Schoenlein IA, Allen KGD, Watkins BA. 1998. Modulation of macrophage cytokine production by conjugated linoleic acids is influenced by the dietary n-6:n-3 fatty acid ratio. *J Nutr Biochem* 9: 258-266.
15. Wilson TA, Nicolosi RJ, Chrysam M, Kritchevsky D. 2000. Conjugated linoleic acid reduces early aortic atherosclerosis greater than linoleic acid in hypercholesterolemic hamsters. *Nutr Res* 20: 1795-1805.
16. Mitchell PL, Langille MA, Currie DL, McLeod RS. 2005. Effect of conjugated linoleic acid isomers on lipoproteins and atherosclerosis in the Syrian Golden hamster. *Biochim Biophys Acta* 1734: 269-276.
17. Houseknecht KL, Vanden Heuvel JP, Moya Camarena SY, Portocarrero CP, Peck LW, Nickel KP, Belury MA. 1998. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. *Biochem Biophys Res Commun* 244: 678-682.
18. Ryder JW, Portocarrero CP, Song XM, Cui LY, Combatsaris MT, Galuska D, Bauman DE, Barbano DM, Charron MJ, Zierath JR, Houseknecht KL. 2001. Isomer specific anti-diabetic properties of conjugated linoleic acid improved glucose tolerance, skeletal muscle insulin action, and UCP 2 gene expression. *Diabetes* 50: 1149-1157.
19. Weber TE, Schinckel AP, Houseknecht KL, Richert BT. 2001. Evaluation of conjugated linoleic acid and dietary antibiotics as growth promotants in weanling pigs. *J Anim Sci* 79: 2542-2549.
20. Tischendorf F, Schone F, Kirchheim U, Jahreis G. 2002. Influence of a conjugated linoleic acid mixture on growth, organ weights, carcass traits and meat quality in growing pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr* 86: 117-128.
21. Lee JI, Joo ST, Park TS, Shin TS, Ha YL, Park GB. 1999. Changes in physico-chemical properties of accumulated broiler by conjugated linoleic acid (CLA) during cold storage. *Korean J Food Sci Ani Resour* 19: 88-99.
22. Lee JI, Ha YJ, Jung JD, Kang KH, Hur SJ, Park GB, Lee JD, Do CH. 2004. Changes of quality characteristics of manufactured press ham using conjugated linoleic acid (CLA) accumulated pork during storage periods. *J Anim Sci Technol (Kor)* 46: 645-658.
23. Kepler CR, Hirons KP, McNeill JJ, Tove SB. 1966. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J Biol Chem* 241: 1350-1354.
24. Chandra RK. 1978. Immunological aspects of human milk. *Nutr Rev* 36: 265-272.
25. Poskitt EM. 1983. Infant feeding. *Hum Nutr Appl Nutr* 37: 271-286.
26. McGuire MK, Park Y, Behre RA, Harrison LY, Shultz TD, McGuire MA. 1997. Conjugated linoleic acid concentrations of human milk and infant formula. *Nutr Res* 17: 1277-1283.
27. Kinsella JE. 1972. Stearyl CoA as a precursor of oleic acid and glycerolipids in mammary microsomes from a lactating bovine: possible regulatory step in milk triglyceride synthesis. *Lipids* 7: 349-355.
28. McGuire MA, McGuire MK, Parodi PW, Jensen RG. 1999. Conjugated linoleic acids in human milk. In *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. Yurawecz MP, Mossoba MM, Kramer JKG, Pariza MW, Nelson GJ, eds. AOCS Press, Champaign, Illinois. Vol 1, p 296-306.
29. Yu JH, Kim YW. 1966. Studies on the comparison of Babcock and Gerber tests for the determination of free oil in mozzarella cheese. *Rep Agric Devel* 4: 19-26.
30. Jiang J, Bjoerck L, Fonden R, Emanuelson M. 1996. Occurrence of conjugated cis-9, trans-11 octadecadienoic acid in bovine milk: effects of feed and dietary regimen. *J Dairy Sci* 79: 438-445.
31. KFDA. 2005. Functional Food Code. Korea Food and Drug Administration.
32. Yurawecz MP, Roach JAG, Sehat N, Mossoba MM, Kramer JKG, Fritsche J, Steinhart H, Ku Y. 1998. A new conjugated linoleic acid isomer, 7 trans,9 cis octadecadienoic acid, in cow milk, cheese, beef and human milk and adipose tissue. *Lipids* 33: 803-809.
33. Park Y, McGuire MK, Behre R, McGuire MA, Evans MA, Shultz TD. 1999. High fat dairy product consumption increases 9c,11t 18:2 (rumenic acid) and total lipid concentration of human milk. *Lipids* 34: 348-354.
34. Jensen RG, Lammi Keefe CJ, Hill DW, Kind AJ, Henderson R. 1998. The anticarcinogenic conjugated fatty acid, 9c,11t 18:2, in human milk: confirmation of its presence. *J Hum Lact* 14: 23-27.
35. Kim JO. 1993. Anticarcinogenic conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and minor branched chain fatty acids in mother's milk. Pasture Milk Report.
36. Chin SF, Storkson JM, Albright KJ, Cook ME, Pariza MW. 1994. Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *J Nutr* 124: 2344-2349.
37. Hachey DL, Thomas MR, Emken EA, Garza C, Brown Booth L, Adlof RO, Klein PD. 1987. Human lactation: maternal transfer of dietary triglycerides labeled with stable isotopes. *J Lipid Res* 28: 1185-1192.