

친환경 기능성 축산식품 생산

최 낙 진

축산연구소 영양생리과

친환경 기능성 축산식품 생산

최 낙 진

축산연구소 영양생리과

서 론

최근 사회적 관심사는 건강하고 풍요로운 삶을 의미하는 웰빙(Well-being)에 대한 것으로, 이에 따라 소비자의 구매 성향 또한 변화하고 있다. 그리고, 소득 수준의 향상으로 식품에 대한 영양 기능과 감각 기능의 양적 선호에서 생리활성 기능의 질적 욕구로 전환되면서 소비자의 식생활은 과거에 비해 양적·질적으로 상당한 수준으로 까다로워지고 있다. 더불어, 환경 친화적이고, 안전하게 신뢰할 수 있는 식품에 대한 선호도 또한 높아지고 있다. 한편 소비자들의 경제적 향상은 영양소 섭취의 차별적 고급화와 고급 동물성 단백질 소비의 증가로 이어져, 향후 축산식품 생산 방향은 안전한 친환경적 축산 식품 생산과 더불어 건강 관련 기능성 축산 식품 개발에 많은 노력과 연구가 요구된다.

친환경 축산식품

일반적으로 축산식품 생산의 배경에는 잠재적인 부정적 이미지가 적지 않으며, 그 중 축산 폐기물로 인한 환경 오염과 축산식품 내 항생제 잔류와 같은 문제들은 시급히 선행하여 해결해야 할 과제라고 할 수 있다. 따라서, 유기농법을 바탕으로 한 친환경 축산식품 생산과 이에 부응하는 환경 친화적 사료개발이 요구된다.

1. 친환경 축산식품이란?

근자에 들어 우리 주변에서 ‘자연산’, ‘환경친화적’, ‘유기농’이란 이름이 낯설지 않다. 그러나 대부분의 소비자들은 이에 대한 정확한 정보도 없을 뿐 더러, 오히려 많은 혼란만을 가중시키고 있다. 실제로 친환경 농산물 인증마크는 농림부에서 철저한 검증을 거쳐 4가지 등급으로 구분하여 부여하고 있다. 첫째, 유기농산물은 3년 이상 농약과 화학비료를 일절 사용하지 않고 재배한 가장 안전한 농산물, 둘째, 전환기 유기농산물은 1년 이상 농약과 화학비료를 일절 사용하지 않고 재배한 농산물, 셋째, 무농약 농산물은 농약을 일절 사용하지 않고, 화학비료는 권장량의 1/3 이내 사용하여 키운 농산물, 넷째, 저농약 농산물은 화학비료를 권장량의 1/2 이내, 농약 살포횟수는 농약 안전 사용기준의 1/2 이하로 재배한 농산물들을 지칭한다. 따라서, 완전한 유기친환경 축산식품의 생산은 우리의 현실상 많은 어려움과 한계에 부딪히게 되는 것은 완전 유기

농법에 의한 사료작물 재배가 우선적으로 실현되어야 하기 때문이다.

2. 친환경 축산식품 생산 전략

새롭게 다가온 21세기를 맞아 중장기적인 안목에서의 축산업이 지속적으로 발전하기 위해서는, 국내 축산업도 이 시대에 맞추어 환경친화적 산업으로 전환되어야만 한다. 단순히 생산성 향상 및 원가절감에 치중한 경제적 측면의 단편적 시각에서의 가축 생산으로부터 벗어나 축산물의 안전성과 가축 분뇨에 의한 환경오염 문제에도 관심을 기울여야 한다. 환경친화적 저 공해성 사료 개발의 궁극적 목적은 사료 내 영양소의 이용효율을 높여 분뇨를 통한 영양소의 배설량을 줄이는데 목적이 있으며 질소, 인, 미분해 섬유소성 물질 등을 줄이는데 중점을 두고 있다. 현재까지, 친환경 사료 개발을 위해 여러 가지 방향에서 연구가 진행되어 왔다. 그 첫째, 질소 배설 저감을 위해 단위동물에서는 합성 아미노산의 사용(Gatel 등, 1992)과 반추동물에서는 by-pass 단백질 및 아미노산 제제가 첨가되어 왔다(Richardson 등, 1976). 둘째, 반추동물의 위 내 발효로 생성되는 메탄 생성 억제를 위하여 지방, inophore, 할로젠 화합물의 첨가 및 반추위 프로토조아의 제거 등에 대한 연구결과가 보고되고 있다(Czerkawsk, 1966; Whitelaw 등, 1984). 반추위 내 메탄 생성을 억제함으로써, 지구 온난화 문제와 가축의 영양학적인 소모를 줄일 수 있다(Duxbury 등, 1993). 셋째, 악취에 관련된 물질인 암모니아, sulfide, skatole, inodole, 휘발성 지방산 등의 배설물의 함량을 낮추어 악취를 제어하는 연구도 동시에 진행되어지고 있다(Terada 등, 1993). 이와 같이 최근에 들어서, 다양하게 친환경적인 저 공해성 사료 개발에 많은 관심들이 집중되어 있는 한편, 가축의 성장을 촉진하고, 사료 효율을 개선하여 생산물의 품질을 향상시킬 목적으로 사용되는 사료 첨가제 중, 항생제는 축산 분야에서 오랫동안 가축의 사료에 사용함으로써 질병의 예방과 치료는 물론 고기, 우유 계란 등 축산물의 생산성에 적지 않은 기여를 하여 왔다. 그러나, 최근 항생제의 남용으로 많은 문제점이 제기되고 있으며, 특히 EU 국가를 비롯한 일부 국가에서는 항생제 사용 가축의 생산물 수입을 엄격히 규제하고 있다. 항생제 사용 규제의 이유로서는 첫째, 가축에게 사용한 항생물질이 축산물 내에 잔류할 수 있다는 것과 둘째, 그 축산물을 통하여 섭취된 항생물질에 의한 인체의 내성 증가, 셋째, 사료 중의 항생제와 접할 수 있는 양축업자의 항생제 내성의 위험성에 대한 보고 또한 적지 않기 때문이다. 이러한 이유로 영양학자들은 축산물 생산에 이용할 수 있는 항생제 대체 물질에 관한 많은 연구가 진행되고 있으며, 그 결과 몇몇 가능성 있는 물질들이 개발되었다. 그 대표적인 것이 바로 미생물을 이용한 각종 효소제와 prebiotics, probiotics, synbiotics 및 천연항균물질들이다. Probiotics 제조에는 박테리아, 효모, 곰팡이 등이 사용되고 있다(Wiedmeier 등, 1987; Kung 등, 1997).

기능성 축산식품

최근의 웰빙 바람에 편승하여 소비자들의 축산식품에 대한 구매 요구는 영양소 섭취와 고품질의 맛을 즐기는 수준을 넘어, 건강 증진은 물론 질병 예방과 치료까지 염두에 두고 있다. 특히, 축산식품의 콜레스테롤과 포화지방산의 함량이 높다는 이유로 일부 소비층에서 기피하는 현상으로써 나타나고 있다. 따라서 소비자들의 요구 변화에 따라 건강 유지와 질병에 대한 예

방은 물론 치료의 효능까지 가지는 신개념의 기능성 축산 식품개발이 절실히 요구되고 있다.

1. 기능성 식품 소재원

우유 및 유제품, 난제품, 식육과 육가공품 등의 축산식품에 기능성 특정성분의 강화나 증가, 특정 성분의 조성비 변화, 축산물의 바람직하지 못한 성분이나 물질 제거 및 감소시키는 방법 등이 있다. 잘 알려진 축산물의 기능성 소재들로는 올리고당, 키토산, 비타민류, 광물질류, 타우린, 보호 아미노산, 보호지방, n-3 지방산, CLA, 활성 peptide, IgY, IgG, 이소플라본, 생균제, 천연항산화제 등이 있다. 이들 소재원들 중 본 논고에서는 쇠고기 내 CLA 함량과 관련한 내용에 대하여 살펴보기로 한다.

1) CLA의 생성 및 생리적 기능

CLA란 필수지방산인 linoleic acid(C18:2 n-6, *cis*-9, *cis*-12)의 구조로부터 9, 11또는 10, 12번 탄소의 위치가 바뀐 기하(*cis*-, *trans*-) 이성체 모두를 일컫는 용어로서, 주로 CLA의 여러 이성체 중 생리적 활성이 가장 뛰어나고, 양적으로 대부분을 차지하는 *cis*-9, *trans*-11 및 *trans*-10, *cis*-12 CLA를 지칭한다고 할 수 있다. 반추동물이 생산하는 고기, 우유 및 치즈에서 CLA를 발견할 수 있으며(Ha 등, 1989; Chin 등, 1992), 이는 반추위 내의 박테리아에 의한 biohydrogenation 과정에서 생성되며(Harfoot와 Hazlewood, 1988), 또한 피하지방이나 근내 지방에서도 *trans* C18:1을 전구체로 하여 $\Delta 9$ desaturase에 의하여 생합성 되는 것으로 밝혀졌다(Corl 등, 2001).

CLA에는 여러 종류의 이성체가 알려져 있는데, 그 중 *cis*-9, *trans*-11과 *cis*-10, *trans*-12 CLA가 가장 많은 비율을 차지하고, 생리적으로 가장 활발하여, 인체에 이로운 여러 가지 역할을 하는 것으로 알려졌다. 임상실험보고에 의하면, CLA는 체내 지방비율을 감소시키고(Chin 등, 1994; Choi 등, 2004), 면역 체계를 촉진시키며(Cook 등, 1993), 동맥 경화증을 예방하며(Lee 등, 1994), 그리고 항암 효과가 있는 것으로 증명되었다(Ip 등, 1994; Belury, 1995). 구체적으로, *trans*-10, *cis*-12 CLA는 체조직 성분에 영향을 끼쳐 체지방 함량을 감소시키는 역할을 하며(Park 등, 1999; Pariza 등, 2001), 반면에 *cis*-9, *trans*-11 CLA는 체지방에는 영향을 주지 않으면서 항암효과가 있는 것으로 알려졌다(Pariza 등, 2001).

2) CLA의 근내 침착과 지방합성

앞서 언급했다시피 CLA의 다양한 기능 중 *trans*-10, *cis*-12 CLA는 체지방을 감소시키는 기능이 있기 때문에 이론적으로 근내 지방침착이 저해되는 문제점이 대두될 수 있으며, 쇠고기 내 CLA 침착에 따른 기능성 육과 고급육 생산이란 두 가지의 목적을 충족시키는데 어려움이 따를 것으로 보인다. 따라서, 본 논고에서는 사료 급여 조건에 초점을 맞추어 anti-obesity인자로서의 *trans*-10, *cis*-12 CLA와 항암인자인 *cis*-9, *trans*-11 CLA의 생성, 침착 및 역할에 대하여 살펴보기로 한다.

(1) *Trans*-10, *cis*-12 CLA에 의한 체지방 감소 메커니즘

Trans-10, *cis*-12 CLA 첨가에 의한 체내 지방함량 감소의 메커니즘은 아직까지 명확히 밝

혀진 바가 없지만 몇 가지 실험 결과들이 이를 입증하고 있다. 즉, *trans*-10, *cis*-12 CLA 첨가는 다음과 같은 결과를 나타낸다 1) stearoyl-CoA desaturase(SCD) 활성과 유전자 발현 감소(Choi 등, 2000; 이 등, 2004), 2) lipolysis 증가(Park 등, 1999), 3) triglyceride 함량 감소(Park 등, 1999; Evans 등, 2000; Brown 등, 2001), 4) lipoprotein lipase activity 감소(Park 등, 1999), 5) apoptosis 유도(Evans 등, 2000), 6) 지방세포로부터 leptin 분비 감소와 leptin mRNA 발현 억제(Kang과 Pariza, 2001), 및 7) total lipid 내로의 glucose 침착 감소(Brown 등, 2001)이다.

한편, *trans*-10, *cis*-12 CLA에 의한 triglyceride 함량의 감소는 단일불포화지방산(monounsaturated fatty acid) 합성의 감소의 결과인 것으로 조사되었다(Brown 등, 2001). 단일 불포화 지방산의 합성에 관여하는 효소는 SCD로서 간 조직이나 지방 조직에서 palmitic acid(C16:0)와 stearic acid(C18:0)를 palmitoleic acid(C16:1)와 oleic acid(C18:1)로 전환시키는 작용을 한다. 단위동물과는 달리 반추동물의 경우는 간 조직보다는 지방조직에서 SCD 활성이 높고, mRNA 발현이 3배 정도 많은 것으로 조사되었다(Lori, 1991; Lee 등, 2005). 또한 SCD 활성과 mRNA 발현이 체내 phospholipid보다는 triglyceride 내에서 높게 나타났고, 이로 인하여 triglyceride 내 palmitoleic acid(C16:1)과 oleic acid(C18:1) 함량이 높았다(이 등, 2004; Lee 등, 2005).

(2) *Cis*-9, *trans*-11 CLA와 근내 지방 침착

여러 연구결과들에 의하면 근 조직 내에서 *cis*-9, *trans*-11 CLA는 phospholipid보다는 triglyceride에 우선적으로 다량 침착된 것이 조사되었으며(Fritsche 등, 2001; Lorenz 등, 2002; Scollan 등, 2002), Raes 등(2004)은 이러한 결과는 궁극적으로 근내 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량 증가는 근내 지방함량 증가와 관련이 있는 것으로 예측하였다. 따라서, *trans*-10, *cis*-12 CLA와는 달리 *cis*-9, *trans*-11는 근내 지방 침착 증가에 정(+)의 효과가 있거나 혹은 부(-)의 효과가 없음을 간접적으로 제시하고 있으나, 이에 대한 구체적이고 체계적인 증명 실험은 수행되어야 한다.

3) 급여 사료에 의한 CLA 생산과 침착

Sackmann 등(2003)의 보고에 의하면 조사료 급여 수준의 증가에 따라 십이지장으로의 *trans*-10, C18:1 flow는 감소한 반면에 *trans*-11, C18:1 flow는 증가하였고, sunflower oil 첨가는 *cis*-9, *trans*-11 CLA flow에 영향을 주지 않았다고 보고하였다. 한편, Beaulieu 등(2002)은 고비율의 농후사료 급여 시 대두유 첨가 수준이 증가할수록 반추위 내 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량은 비례적으로 증가하였으나 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 변화가 없는 것으로 보고한 바 있다. 그리고, 대두유를 첨가하지 않은 대조구와 비교하여 대두유를 5% 첨가한 처리구 공시축의 근육 조직이나 지방조직 내 침착된 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량은 증가한 반면에 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 처리구별 차이가 없었다(Beaulieu 등, 2002). 그러나 주의해야 것은 고비율의 농후사료에 oil 첨가시 근육조직이나 지방조직 내 존재하는 *trans*-10, *cis*-12 CLA는 증가되었으나, 두 조직 내 존재하는 *trans*-10, *cis*-12 CLA의 실제 함량은 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량보다 훨씬 낮았다(Beaulieu 등, 2002). 표 1은 급여 사료에 상관없이 소의

표 1. 소의 근육 및 지방조직 내 *cis*-9, *trans*-11 CLA와 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량 (mg /100mg 지방산)

조직 부위	<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 CLA	<i>trans</i> -10, <i>cis</i> -12 CLA	참고문헌
근육조직 ¹	0.34	0.01	Beaulieu 등, 2002
지방조직 ²	0.45	0.03	Beaulieu 등, 2002
근육조직 ³	0.57	0.08	Marks 등, 2004
지방조직 ⁴	0.75	0.09	Marks 등, 2004
지방조직 ⁵	0.31	0.02	Poulson 등, 2004

¹ 근육조직: forequarter, loin 및 hindquarter 부위 내 함량의 평균값.

² 지방조직: subcutaneous, mesenteric 및 perirenal 부위 내 함량의 평균값.

³ 근육조직 longissimus dorsi muscle.

⁴ 지방조직: subcutaneous adipose tissue.

⁵ 지방조직: longissimus dorsi muscle에서 분리한 subcutaneous adipose tissue.

근육 및 지방 조직 내 침착된 CLA 이성체 중 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량이 *trans*-10, *cis*-12 CLA보다 훨씬 높은 것을 보여주고 있으며, 근육조직보다는 지방조직에서 보다 많은 양이 존재하고 있는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 다양한 실험동물을 대상으로 수행한 연구 결과들을 통하여 그 이유를 확인할 수 있는데, 동일량의 *cis*-9, *trans*-11 CLA와 *trans*-10, *cis*-12 CLA를 사료 내 첨가 급여하였을 때 돈육, 계란 혹은 흰쥐 체 조직으로 *cis*-9, *trans*-11 CLA가 *trans*-10, *cis*-12 CLA보다 우선적으로 침착된 것을 보여 주고 있다(Sugano 등, 1997; Raes 등, 2002; Bee, 2000).

Realinie 등(2004)은 비육 말기 거세우를 3개월 동안 각각 조사료와 농후사료로 비육한 결과 조사료 급여구 공시축의 근내 total CLA 함량과 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량이 농후사료 급여구보다 높게 나타난 것을 조사하였다(표 2). 그러나, 농후사료 급여구 공시축의 근내 총지방 함량은 조사료 급여구보다 오히려 높게 조사되었다(Realinie 등, 2004; Nuernberg 등, 2005; 표 3). 그 이유는 고비율의 농후사료 급여가 조사료 위주의 급여보다 propionate 생성량이 훨씬 높으며, propionate는 gluconeogenic pre-cursor로서 glucose 생성량을 증가시킴으로서 근내 지방 축적을 촉진할 유도하기 때문으로 판단된다. 연구결과에 의하면, glucose, glucose precursor, insulin 및 NADPH-linked dehydrogenase는 조사료 보다는 농후사료에 의하여 증가되었고(Okine 등, 2003), 건초사료와 비교하여 곡류사료에 의하여 insulin 수준과 동시에 propionate가 50~60% 증가하였다고 보고된 바 있다(Trenkle, 1970). 그리고 Lee 등(2005)의 연구 결과에 따르면, 한우 근내 SCD mRNA 발현량과 활성도는 불포화지방산, 특히 C 18:2 함량과 반비례의 경향을 보임으로써 근내 지방침착은 CLA 보다는 불포화지방산 함량에 의하여 영향을 받는 것으로 요약할 수 있다. 한편 Madron 등 (2002)은 지방조직 내 존재하는 *cis*-9, *trans*-11 CLA는 *trans*-11, C18:1과 밀접한 상관관계가 있다고 보고하였다. 즉, 근내 존재하는 *cis*-9, *trans*-11 CLA는 반추위를 통과한 것뿐만 아니라, 반추위에서 생산된 *trans*-11, C18:1를 기질

표 2. 조사료 혹은 농후사료 위주 비육시 거세우 근내 지방산 함량 조성 변화

지방산 (%)	조사료 비육	농후사료 비육
C16:0	21.61	24.26
C18:0	17.74	15.77
C18:1n-9	31.54	37.28
C18:2n-6	3.29	2.84
C18:3n-3	1.34	0.35
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11	0.41	0.23
Total CLA	0.53	0.25
C20:4n-6	1.28	0.95
C20:5n-3	0.69	0.30
C22:6n-3	0.09	0.09

표 3. 조사료 혹은 농후사료 위주 비육시 독일산 홀스타인(Holstein)과 시멘탈(Simmental) 숫소의 근내 지방과 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량 변화

항목	조사료		농후사료	
	홀스타인	시멘탈	홀스타인	시멘탈
근내 지방함량 (%)	2.30	1.51	2.67	2.61
CLA <i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 (%)	0.84	0.87	0.75	0.72

(Nuernberg, 2005).

로 하여 *cis*-9, *trans*-11 CLA가 근내에서 생합성 되는 것을 알 수 있다. 따라서, 소장으로의 *trans*-11, C18:1 flow 증가를 통하여 근내 *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량을 증가시킬 수 있는 효과적인 방법이라고 할 수 있다.

따라서 위의 내용들은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 농후사료 급여 비율이 높으면 근내 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량이 증가되나 극히 소량이다. 그리고, *cis*-9, *trans*-11 CLA 함량은 변화가 없으나, 실제 함량은 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량보다 훨씬 높다. 둘째, 농후사료 다량 급여에 의하여 소량 증가된 *trans*-10, *cis*-12 CLA의 지방합성 억제 효과는 에너지 밀도가 높은 농후사료의 다량섭취로 인하여 생산된 glucose를 기질로 한 지방 합성 작용에 의하여 희석될 수 있으며, 고비율의 농후사료에 의하여 근내 지방 침착이 향상 된다. 셋째, 사료 내 *trans*-11, C18:1 함량을 직접적으로 첨가하거나, 간접적으로 반추위내 생성을 증가시켜서 근내 *cis*-9, *trans*-11 CLA의 생합성을 촉진시킬 수 있다.

2. 기능성 CLA 축산식품 생산 전략

최근의 연구 자료에 의하면 고비율의 농후사료 급여시 근내 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량이 증가한 것으로 보고된 바 있으며, 이로 인하여 근내 지방함량 감소에 따른 육질 저하를 우려 하

였으나, 실제로 근내 증가된 *trans*-10, *cis*-12 CLA 함량은 극히 소량으로서, 오히려 농후사료 다급에 의하여 근내 지방 함량이 증가하는 결과를 보였다. 따라서 농후사료 위주로 비육을 실시하고 있는 기존의 국내 축산 현장에서도, CLA에 의한 인체 건강과 관련한 기능성 육 생산과 동시에 근내 지방 침착을 향상시켜서 육질이 우수한 고급육 생산이 가능한 것으로 요약할 수 있다. 그리고 근내 CLA 함량 증진을 위하여 직접적으로 육우 사료 내 CLA를 첨가 급여할 수 있으며, 또는 불포화지방산 함량이 높은 oil과 같이 급여할 수도 있다. 또한, 간접적으로는 체내 CLA 합성 전구체인 *trans* C18:1를 급여하거나 혹은 반추위 내 생산을 유도하여 체내에서 CLA 합성을 유도할 수 있다. 또한 우수한 밀소 확보와, 출하 연령, 품종, 거세 유무, 사양 환경 등에 의하여 육질이 영향을 받기 때문에 기능성 고급육 생산에 있어서 매우 중요하게 고려해야 할 사항들이다.

결 론

기능성 축산식품에 대한 소비자들의 지속적인 요구에 부응하여 기능적 측면의 연구 개발 성과는 향상되고 있으나, 관능적인 측면도 동시에 충족시킬 수 있어야 함은 물론, 생산자적 입장에서 저비용의 기능성 축산식품 생산을 통한 고품질의 경제성 있는 기능성 축산식품 개발이 적극적으로 이루어져야 한다. 한편, 환경 친화적인 안전한 축산식품의 생산은 우선적으로 유기농법을 이용하여 재배된 사료작물의 확보가 선행되어야 하는데, 경제성과 인간과의 식량 경쟁을 고려해야 한다. 따라서, 완전한 유기 친환경 축산 식품의 생산은 현실적으로 어려움이 뒤따를 것으로 보이며, 간접적으로 환경친화적인 사료 첨가제 개발을 통하여 가축의 분뇨량의 감소와 분뇨에 의한 2차적 환경오염의 억제에 관한 노력이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

1. Beaulieu, A. D., Drackley, J. K. and Merchen, N. R. (2002) Concentrations of conjugated linoleic acids (*cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. *Journal of Animal Science* 80:847-861.
2. Bee, G. (2000) Dietary conjugated linoleic acids alter adipose tissue and milk lipids of pregnant and lactating sows. *Journal of Nutrition* 130:2292- 2298.
3. Belury, M. A. (1995) Conjugated dienoic linoleate: a polyunsaturated fatty acid with unique chemoprotective properties. *Nutrition Reviews* 53:83-89.
4. Brown, J., Evans, M. and McIntosh, M. (2001) linoleic acid partially reverses the suppressive effects of conjugated linoleic acid on preadipocyte triglyceride content. *Journal of Nutritional Biochemistry* 12:381-387.
5. Chin, S. F., Liu, W., Storkson J.M., Ha, Y.L. and Pariza, M. W. (1992) Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens.

- Journal of Food Composition and Analysis* 5:185–197.
6. Chin, S. F., Storkson, J. M., Albright, K. J., Cook, M. E. and Pariza, M. W. (1994) Conjugated linoleic acid is a growth factor for rate as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *Journal of Nutrition* 124:2344–2349.
 7. Choi, Y., Kom, Y., Han, Y., Pack, Y., Pariza, M. and Ntambi, J. (2000) The *trans*-10, *cis*-12 isomer of conjugated linoleic acid down regulates stearoyl-CoA desaturase I gene and improved feed efficiency. *Journal of Nutrition* 130:1920–1924.
 8. Choi, N. J., Kwon, D. H., Yun, S. H., Jung, M. Y. and Shin, H. K. (2004) Selectively hydrogenated soybean oil with conjugated linoleic acid modifies body composition and plasma lipids in rats. *Journal of Nutritional Biochemistry* 15:411–417.
 9. Cook, M. E., Miller, C. C., Park, Y. W. and Pariza, M. W. (1993) Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune induced growth depression. *Poultry Science* 72: 1301–1305.
 10. Corl, B. A., Baumgard, L. H., Dwyer, D. A., Griinari, J. M., Phillips, B. S. and Dauman, D. E. (2001) The role of Δ^9 desaturase in the production of *cis*-9, *trans*-1 CLA. *Journal of Nutritional Biochemistry* 12:622–630.
 11. Czerkawski, J. W., Blaxter, K. L. and Wainman, F. W. (1966) The metabolism of oleic, linoleic and linolenic acids by sheep with reference to their effects on methane production. *British Journal of Nutrition* 20:349–362.
 12. Duxbury, J. M., Harper, L. A. and Mosier, A. R. (1993) Contributions of agroecosystems to global climate change. In: L. A. Harper, A. R. Mosier, J. M. Duxbury and D. E. Rolston (Ed.) *Agricultural Ecosystem Effects on Trace Gases and Global Climate Change*. pp. 1–18. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society, America, Denver, CO.
 13. Evans, M., Geigeman, C., Cook, J., Curtis, L., Kuebler, B. and McIntosh, M. (2000) Conjugated linoleic acid suppresses triglyceride content and induces apoptosis in 3T3-L1 preadipocytes. *Lipids* 35:899–910.
 14. Fritsche, S., Rumsey, T. S., Yurawecz, M. P., Ku, Y. and Fritsche, J. (2001) Influence of growth promoting implants on fatty acid composition including conjugated linoleic acid isomers in beef fat. *European Food Research and Technology* 212:621–629.
 15. Gatel, F. and Grosjean, F. (1992) Effect of protein content of the diet on nitrogen excretion by pigs. *Livestock Production Science* 31:109.
 16. Ha, Y. L., Grimm, N. K. and Pariza, M. W. (1989) Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: indemnification and quantification in natural and processed cheeses. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 37:75–81.
 17. Harfoot, G. G. and Hazlewood, G. P. (1988) Lipid metabolism in the rumen. In: Hosbon, P. N. (Ed.), *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier, USA. p. 382–426.
 18. Ip, C., Scimeca, J. A. and Thompson, H. J. (1994) Conjugated linoleic acid: a powerful

- anticarcinogen from animal sources. *Cancer* (Suppl.) 74:1050–1054.
19. Kang, K. and Pariza, M. W. (2001) *Trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid and atherosclerosis in secretion from 3T3-L1 adipocytes. *Biochemistry Biophysics Research Community*, 287:377–382.
 20. Kung, L., Kreck, E. M., Tung, R. S., Hession, A. O., Sheperd, A. C., Cohen, M. A., Swain, H. E. and Lee, J. A. Z. (1997) Effects of a live yeast culture and enzymes on *in vitro* ruminal fermentation and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80:2045.
 21. Lee, K. N., Kritchevsky, D. and Pariza, M. W. (1994) Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* 108:19–25.
 22. Lee, S. H., Yoon, D. H., Choi, N. J., Hwang, S. H., Cheong, E. Y., Oh, S. J. Cheong, I. C. and Lee, C. S. (2005) Developmental relation shop of unsaturated fatty acid composition and stearyl- CoA desaturase mRNA level in Hanwoo steers muscle. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* 18:562–566.
 23. Lorenz, S., Buettner, A., Ender, K., Nuernberg, G., Papstein, H. J., Schieberle, P. and Nuernberg, K. (2002) Influence of keeping system on the fatty acid composition in the longissimus muscle of dulls and odorants formed after pressure- cooking. *European Food Research and Technology* 214:112–118.
 24. Lori, C., John, S., Lunt, D. K. and Smith, S. B. (1991) Fatty acid elongation and desaturation enzyme activities of bovine liver and subcutaneous adipose tissue microsome. *Journal of Animal Science* 69:1064–1073.
 25. Madron, M. S., Peterson, D. G., Dwyer, D. A., Corl, B. A. Baumgard, L.H., Beermann, D. H. and Bauman, D. E. (2002) Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular, and subcutaneous fat in beef steers. *Journal of Animal Science* 80:1135–1143.
 26. Marks, D. J., Nelson, M. L., Busboom, J. R., Cronrath, J. D. and Falen, L. (2004) Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barley-potato product finishing diets: II. Fatty acid composition of muscle and subcutaneous fat. *Journal of Animal Science* 82:3611–3616.
 27. Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N.D., Wood, J.D., Nute, G.R. and Richardson, R.I. (2005) Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, In press.
 28. Okine, E. K. and Arthur, P. F. (2003) Does the amount and rate of fatty acid deposition in ruminants depend on the type of diet or energy level of the diet? Available: <http://www.ahric.gov.ad.ca/reseachupdate/97beef28.html>.
 29. Pariza, M. W., Park, Y. and Cook, M. E. (2001) The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research* 40: 283–298.

30. Park, Y., Storkson, J. M., Albright, K. J., Liu, W., Cook, M. E. and Pariza, M. W. (1999) Evidence that the *trans*-10, *cis*-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids* 34:235–241.
31. Poulson, C. S., Dhiman, T. R., Ure, A. L. Cornforth, D. and Olson, K. C. (2004) Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA or raised on forages. *Livestock Production Science* 91:117– 128.
32. Raes, K., Huyghebaert, G., De Smet, S., Nollet, L., Arnouts, S. and Demeyer, D. (2002) The deposition of conjugated linoleic acids in eggs of laying hens fed diets varying in fat level and fatty acid profile. *Journal of Nutrition* 132:182–189.
33. Raes, K., De Smet, S. and Demeyer, D. (2004) Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology* 113: 199–221.
34. Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M. and Mattos, D. De. (2004) Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguyan eef. *Meat Science* 55: 567–577.
35. Richardson, L. F., Raun, A. P., Potter, E. L., Cooley, C. O. and Rathmacher, R. O. (1976) Effect of monensin on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. *Journal of Animal Science* 43:657– 664.
36. Sackmann, J. R., Duckett, S. K., Gillis, M. H., Realini, C. E., Parks, A. H. and Eggelston, R. B. (2003) Effect do forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *Journal of Animal Science* 81:3174–3181.
37. Scollan, N. D., Cooper, A., Evans, P., Enser, M., Richardson, R. I. Nute, G. R., Fisher, A. V. and Wood, J. D. (2002) Effect of forage legumes on the fatty acid composition of beef and other aspects of meat quality: In: Proceedings of the 48th ICoMST, vol. I. Rome, Italy, pp.356– 357.
38. Sugano, M., Tsujita, A., Yamasaki, M., Yamada, K., Ikeda, I. and Kritchevsky, D. (1997) Lymphatic recovery, tissue distribution, and metabolism effects of conjugated linoleic acid in rats. *Journal of Nutritional Biochemistry* 8:38–43.
39. Terada, A., Hara, H., Li, S. T. Yagi, S., Ichikawa, H., Nichi, J., Ko, S. H. and Itsuoka, T. (1993) Effect of microbial preparation and fecal flora and fecal metabolic products of pigs. *Animal Science and Technology (Jpn)* 65:806–814.
40. Trenkle, A. (1970) Effects of short-chain fatty acids, feeding, fasting, and type of diet on plasma insulin levels. *Journal of Nutrition* 100: 1323–1330.
41. Whitelaw, F. G., Eadie, J. M., Bruce, L. A. and Shand, W. J. (1984) Methane formation in faunated and ciliate-free cattle and its relationship with rumen volatile-fatty acid

proportions. *British Journal of Nutrition* 50:261-275.

- 42 이승환, 윤두학, 황수환, 정은영, 김언현, 이창수. (2004) 한우 간 및 등심 조직에서 불포화 지방산의 조성비율과 Stearoyl-CoA desaturase mRNA의 발현 양상. *한국동물자원과학회지* 46:7-14.