

## 생리활성을 강화한 기능성 축산식품의 연구개발 동향과 전망

이 복 희

중앙대학교 가정대학 식품영양학과

### Current Trend and Perspective of Research and Development on Biologically-Active Livestock Products

**Bog-Hieu Lee**

*Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University, Kyonggi, Korea*

#### ABSTRACT

Livestock products like meat, milk, and egg have been principal food sources for human beings since the historic periods of time. Nowadays consumption of these food items have been avoided due to its high contents of SFA, cholesterol and total fat which are major culprits of chronic adult diseases causing major deaths of people. However, the relationship between livestock products and diseases is not always true because the amounts of fat and cholesterol and types of fatty acids in meat and meat by-products depend on the part of the meat and types of animals. Although meat intakes do not always cause major adult diseases, still the developmental necessity does exist for animal foods equipped with biologically active properties, which in turn can improve nutritional status and health more than ever. Meat with high protein lean part and low fat can be produced by applying synthetic somatotropin and beta-adrenergic agonists like clenbuterol, cimaterol etc. during breeding. This application brings benefits like higher growth rate, lower fat contents and improve feed efficiency ratios. Meats fortified with long chain PUFA( $\omega$ -3 fatty acids) can also be produced by modulating feed composition. Egg products have faced the reduced sales annually because of its high cholesterol contents. Recently brand eggs fortified with special nutrients or chemical components having functional properties in the human body system are very popular. Research interests have been focused on eggs with low cholesterol and high omega-3 fatty acids. Low cholesterol eggs and high omega-3 eggs can be produced in several different ways, but popular way to increase is feeding the feeds with different oil sources containing high omega-3 and 6 fatty acids such as fish oil, perilla oil, linseed oil and lecithin etc. But proper composition of feed formula should be found and economically beneficial. Brand eggs fortified with vitamin, mineral, unknown growth factors are also manufactured. Low cholesterol and high  $\omega$ -3 PUFA milk are marketed recently. Cholesterol removal technology is not completely established and has several limitations to be overcome. Milk fortified with  $\omega$ -3 fatty acids is made by

incorporating high  $\omega$ -3 fatty acid foods in feed despite of extraordinary way of fatty acid metabolism in cow.

All these biologically active products will be very beneficial and useful for human consumption when limitations of manufacturing technology such as safety and lowered sensory qualities are resolved. Furthermore, thorough and precise tests and quality control for these products should be performed to ensure the effectiveness and usefulness in terms of improving health and nutritional status in general. However one caution should be pointed out to lay people informing that these items are *nothing but a food and not panacea*. Therefore, it is important to remember that the only way of maintaining good health is absolutely through consuming balanced diet.

Key words: Biologically-active, Livestock products, Low cholesterol, Omega 3 fatty acids, Brand eggs.

## I. 서 론

현대는 고도의 산업화, 정보화 사회로 의학 및 생명과학 분야도 눈부신 발전을 거듭하므로써 인간의 수명은 점차로 연장되고는 있으나 아직도 많은 사람들이 암, 동맥경화, 뇌혈관질환, 고혈압, 당뇨병 등의 성인병으로 사망하고 있다. 한국인의 사망원인 중 뇌혈관질환이 1위를 차지하고 그 뒤를 이어 암이 제 2위를 차지했다. 특히 암에 의한 사망율은 해마다 높아져 심각한 건강 문제가 되고 있으며 선진외국에서도 이와 유사한 경향을 보이고 있다<sup>1)</sup>. 문제가 되고 있는 성인병은 여러 가지 복합적 요인(multiple risk factors)에 의해 발생이 되지만 대개 식인성(dietary origin)으로서 식이 중 총지방, 포화지방, 콜레스테롤, 총열량, 당질, 불포화지방, 식이섬유, 나트륨, 칼륨 및 칼슘 등의 영양소 섭취와 밀접한 관계가 있으며 이 중 가장 문제가 되는 식이요인으로 지방성 물질이 지적되었다<sup>2)</sup>. 일반 식품 중 영양 밀도(nutrient density)가 높으면서 거의 완전식품에 가까운 축산식품은 단백질, 무기질, 비타민 등의 영양소가 풍부하여 유사 이래 인간의 주요 식품자원으로 활용되어 왔다. 그러나 최근 성인병에 의한 사망율이 증가하고 건강지향적 사고의 확산으로 축산식품 섭취가 성인병 발병에 직접적인 원인이 된다고 하는 소비자들의 잘못된 인식에 의해 축산식품을 기피하는 경향이 높아지고 있다. 그러나 쇠고기, 돼지고기, 계란 등의 축산식품 섭취는 기피하면서도 수입 육가공 식품의 소비는 기하급수적 신장세를 보

이고 있으며 그 외에도 인스턴트 식품과 같은 편의 식품과 가족 단위의 외식 빈도수 증가로 사실상 국민 건강 차원에서 더욱 많은 문제점이 야기되고 있다<sup>3)</sup>. 일반적으로 돼지고기의 경우 콜레스테롤 함량이 매우 높은 것으로 알려져 있으나 돼지고기의 콜레스테롤 함량은 100g 중량 당 60~70 mg정도인데 반해 버터와 치즈는 각각 250mg, 100mg씩으로 콜레스테롤이 더 많이 함유되어 있어 육가공 제품의 영양적 조성이 더욱 문제가 될 수 있음을 알 수 있다<sup>4)</sup>. 인스턴트 식품의 대명사로 불리는 라면이나 fast food chain점에서 흔히 접하게 되는 french fries 등은 지방함량이 낮은 식물성 식품을 유지에 튀겨 만듦으로써 라면과 french fries의 지방 함량이 각각 14~21%, 44%씩으로 증가하였으며 사용하고 있는 튀김기름의 종류도 콜레스테롤과 포화지방이 농축되어 있는 라아드나 쇼트닝 등으로 일반 축산식품에 비해 더 많은 영양문제를 야기하고 있다<sup>5)</sup>. 따라서 축산식품의 섭취가 무조건적으로 인체에 해롭다고 하는 인식은 잘못된 것으로 오히려 여러 가지 가공식품 및 인스턴트 식품 소비를 자제하여 균형이 잡히고 건전한 식생활 문화가 정착되도록 하는 것이 무엇보다 시급하다고 하겠다.

비록 축산식품의 영양 조성이 반드시 인체에 유해한 것이 아닐지라도 건강에 영향을 미친다고 하는 소비자의 인식이 문제가 되고 있으므로 이들 영양성분을 건강에 유익한 방향으로 개선하려는 노력이 무엇보다 요구되며 지속적인 수입개방 정책에 능동적으로 대처하기 위해서는 외국 식품에 대해 경쟁력을 갖는 축산식품 개발의 필요성이 제기되고 있다. 근

래 축산식품의 경쟁력 제고를 위하여 생체 기능성이 강조된 고품질, 고부가가치의 축산식품에 대한 연구가 활기를 띠고 있다. 급속한 산업화에 따른 생활양식의 변화에 부응할 수 있는 다양하면서도 고급화된 식품에 대한 요구도가 더욱 높아지고 있으며 단조롭고 식상하기 쉬운 오늘날의 식생활을 탈피하기 위해서도 건강에 유익하고 우리의 입맛을 돌아주며 식단을 풍요롭게 해줄 수 있는 식품의 개발은 식품산업계는 물론 건강과 관련된 모든 분야에서 국민건강과 영양 증진이라는 대명제하에 반드시 선행되어야 할 연구 과제로 보인다. 따라서 본고에서는 요즈음 연구가 활발한 기능성 식품에 대한 일반적 사항과 국·내외의 연구 현황을 소개하고 현재 시도되고 있는 기능성 축산식품의 생산방법이나 생산기술에 관한 연구 동향을 살펴봄으로써 이들 식품의 문제점을 개선, 바람직한 개발 방향을 제시하고자 함을 목적으로 한다.

## II. 기능성 식품과 국내외 연구동향

기능성 식품은 “식품에 물리적, 화학적, 생명공학적인 기법을 이용하여 해당 식품의 기능을 특정한 작용을 발현하도록 부가가치를 부여한 식품군”으로 정의되며 이를 의미하는 용어도 매우 다양하여 functional food, nutraceuticals, medical food, genetically engineered food, pharmafood, designer food 등으로 표현되고 있다. 이들 용어의 의미는 일반적인 식품과는 다른 식품의 기능을 표시하기 위한 것으로 식품의 기능은 영양보급기능(1차 기능), 향미·미각 등 관능적 만족감의 부여(2차 기능), 신경계·내분비계나 면역 등 고차원적인 생명활동에 대한 조절기능(3차 기능)으로 분류할 수 있으며 기능성 식품은 이들 중 제 3차 기능을 특별히 강조한 식품이라 할 수 있다<sup>6)</sup>. 기능성 식품이 개발된 배경은 급속한 산업화로 최근 인스턴트 식품과 같은 가공식품의 소비가 증가하여 고칼로리, 고지방, 고당질, 저섬유질 섭취에 의한 영양섭취의 불균형은 이른바 현대병 또는 문명병 등을 야기시키고 있어 이를 바로 잡을 수 있는 식품이 요구되어지기 때문이다. 또한 의학의 발달에 따라 인간의 평균수

명이 연장되고 노인인구 증가추세에 따른 고령화시대가 도래하고 있어 질병의 예방과 치료를 표방하는 기능성 식품의 등장은 시대적 필연성이라고 할 수 있겠다. 그 외에도 성인병은 식생활과 밀접한 관계가 있음을 감안해 볼 때 성인병 증가에 따른 의료비 부담의 증가를 절감할 수 있는 특별한 식품에 대한 기대와 다른 한편으로는 과학의 발달에 힘입어 생물공학적인 기법(Biotechnology)을 이용한 식품가공기술의 발달 및 보급으로 인해 기능성 식품의 탄생이 가능하게 되었다. 기능성 식품은 기능별로 크게 5 가지로 분류할 수 있다. 생체 리듬의 조절, 생체 방어, 질병 예방, 질병 회복, 노화 억제 등으로 대부분의 기능성 식품은 이 중 어느 하나에 속하게 된다<sup>7)</sup>.

일본은 비교적 일찍부터 기능성 식품에 대해 관심을 갖고 연구를 시작했던 국가 중의 하나로 1984년부터 1986년까지 문부성에서 “식품의 계통적 해석과 전개”라는 연구를 81명의 식품 과학자, 영양 학자, 의학자 등이 참여하여 수행하였고 그 결과 식품의 3차적 기능이 강조된 기능성 식품의 연구가 시작되었다. 그 후에는 문부성, 농림수산성 및 후생성의 주도하에 활발한 연구가 이루어지고 있으며 1991년 9월에는 영양개선법의 시행규칙 일부를 개정, 식품의 생체조절기능을 상품에 표시할 수 있는 “특정보건식품”의 허가제도가 시행되기에 이르렀다<sup>8)</sup>. 한편 미국에서는 국립암연구소(NCI)에서 1990년 부터 암을 예방할 수 있는 식품을 개발하기 위해 장기적인 연구를 시작하면서 기능성 식품에 대한 연구가 활발해지기 시작했으며 주요 연구 기능성 식품소재로는 flavonoid, coumarin, tri-terpene, phenolic acid, carotenoid, mono-terpene 등이며 암 예방과 관련된 phytochemicals이다. 이들 phytochemicals는 특정 질병의 예방에 도움이 되며 식품으로서 사용되고 허용될 수 있는 성분으로 마늘, 양배추, 대두, 생강, 당근, 셀러리, 당근과 같은 과채류 위주의 식품이다<sup>9)</sup>. 우리나라에서도 최근 기능성 식품에 대한 관심이 고조되면서 이에 대한 연구에 활기를 띠고 있다. 현재 우리나라의 기능성 식품 소재에 대한 연구 중 발효식품으로부터 항암 펩타이드의 탐색, ACE(Angiotensin Converting Enzyme)저해 펩타

이드 탐색, 단백질수분해물에 의한 특수 질병 치유 펩타이드 개발, 저알러지성 펩타이드 소재 및 콜레스테롤 저해 펩타이드 소재 등으로 기능성 펩타이드에 대한 연구가 활발하다<sup>10)</sup>. 이들 기능성 식품은 특수영양식품과 건강보조식품 항목에 분류해 넣고 있으며 특수영양식품에는 이유식, 식이섬유 가공식품 및 조제분유 등의 3가지 식품이 속하며 건강보조식품은 뱀장어유 가공식품, 에이코사펜타엔산(EPA) 및 도코사헥사엔산(DHA) 함유식품 등 총 22종의 식품이 포함되어 있다<sup>11)</sup>.

### Ⅲ. 기능성 축산식품의 연구동향

축산식품은 유사 이래 인간의 주요 식품자원으로 매우 유용하게 사용되어 왔으며 인체 기능의 정상적 유지 및 발달에 필수적인 영양소가 다량 함유되어 있어 중요한 식품소재로 인식되어 왔다. 최근 고혈압, 동맥경화, 뇌졸중 등의 심혈관질환이나 암, 당뇨병 등의 성인병에 위험인자로 알려진 콜레스테롤, 지방, 포화지방의 함량이 높다는 이유로 일부 계층에서는 이를 기피하는 경향을 나타내고 있다. 반면에 이들 소비자는 건강지향적 사고와 대중매체에 의한 건강 및 영양정보의 습득으로 다양하면서도 차별화된 고급 축산물에 대한 구매경향이 높은 것으로 파악되고 있다. 따라서 질병의 예방이나 치료에 효과적이면서 건강증진에 도움이 될 수 있는 부가가치가 높은 고급 축산물의 개발은 필연적인 것으로 보인다.

#### 1. 지방함량이 낮고 근육단백질이 풍부한 meat 생산

쇠고기, 돼지고기, 닭고기와 같은 주요 축산식품 생산시 지방은 이들 가축에 의해 자연적으로 생성되지만, 생산업자는 이들 식품이 지방 부위는 적고 근육단백질이 풍부한 고기를 생산하므로써 생산비용을 절감할 뿐만 아니라 건강지향적인 소비자와 산업체 등에게 좀 더 바람직한 제품을 제공해 주는 두 가지 이점을 달성할 수 있게 된다. 지난 50여년 동안 축산식품의 생산, 가공 및 이용에 있어 획기적인 기술의 발달이 이루어졌다. 즉, 축산식품 자체의 조성

을 변화시키고 적육 생성율과 효율성을 조절할 수 있는 생물활성이 있는 합성물의 제조가 바로 그것이다. 이와 같은 작용을 담당하는 합성물에는 두가지가 있다: somatotropin과 beta-adrenergic agonists. somatotropin(ST)은 성장호르몬으로서 191개의 아미노산으로 구성되어 있으며 뇌하수체 전엽에서 합성, 분비되는 호르몬이다. 분자량은 21,500 dalton으로 두 개의 이황화 결합(disulfide band)을 지니는데 이 호르몬의 생리활성을 결정하는 중요한 부분이다. 최근 ST는 recombinant porcine somatotropin으로 불리는 porcine somatotropin(PST)의 합성체가 생산되고 있다. 이들 ST는 천연적인 것이든 합성된 형태이든 분자 구조상 유사하며 단지 일부 구조에 약간의 차이가 있을 뿐이다<sup>12)</sup>. PST를 성장기 돼지에게 투여했을 때 자발적 사료 섭취는 저하되고 일당증체량은 증가되었다. PST를 70~130  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 체중 농도로 투여하였을 때 일일 사료 섭취량은 약 0.44 kg(14%) 감소, 일당증체량은 0.14 kg(15%) 증가하였으며 이와 같은 성장을 향상은 단백질과 무기질 합성이 증가하고 체지방 축적이 감소되었기 때문으로 나타났다. 또한 PST는 간, 신장, 위장의 내장은 물론 골격근(skeletal muscle)의 성장을 촉진시키는 반면 피하지방, 복강, 골격근의 지방량은 감소시킨다. 돼지에서 체중증가 및 도체 적육율(carass leanness)이 10~100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 체중 농도로 PST를 투여하였을 때 직선적 증가를 보였다<sup>13)</sup>.

Adrenergic agonists는 epinephrine과 norepinephrine과 같은 catecholamines을 말하며 부신수질(adrenal medulla)에서 소량씩 규칙적으로 분비되며 일단 한 번 분비되고 나면 각각의 target tissues와 organs에 존재하는 adrenergic receptors의 종류와 수에 따라 다양한 효과를 나타내게 된다<sup>14)</sup>. Adrenergic receptors는 알파와 베타형으로 구분되며 베타 수용체는 평활근의 이완, 지방분해(lipolysis) 및 당분해(glycolysis) 등에 작용한다. 돼지의 경우 beta-adrenergic receptors는 지방조직과 근육막에 존재하는 것으로 밝혀졌다<sup>15)</sup>. 최근 몇가지 synthetic beta-adrenergic agonists가 제조, 가축에 이용되고 있는데 이들 화학 합성품 중 가장 많이

사용되고 있는 것이 phenethanolamine이며, 이외에도 clenbuterol, cimaterol, L-644,969, ractopamine, salbutamol 등이 있다. 이러한 화학합성품을 사용할 때 기대되는 효과는 ① lean growth rate의 증대 ② carcass fat 함량의 감소 ③ percent carcass dressing의 향상 ④ 사료 이용 효율의 향상 등이다. 이들 합성품의 효과는 지난 25 년동안 가축의 성장 및 지방대사와 관련하여 꾸준히 연구되어져 오고 있으며, 또한 이들 약물이 지난 30 년동안 인체 약품으로 사용되었지만 현재는 가축 생산을 위하여 FDA의 승인을 기다리고 있는 상태이다<sup>16)</sup>. 다음의 Table 1, 2, 3은 각 화학합성품이 가축에서 미치는 효과를 요약한 것이다. 비록 이들이 각각의 가축에서 발휘되는 효과에는 다소 차이가 있으나, clenbuterol, cimaterol, L-644,969는 양에서 성장과 도체 적육율에 유효하고, ractopamine은 돼지에서 특별히 좋은 성적을 나타내는 것으로 알려져 있다. 이

러한 약품이 각 동물의 종류에 따라 동물의 적육 생성율에 다른 효과를 나타내는 것은 adrenergic receptor에 대한 화합물의 특이성에 기인하며 clenbuterol과 salbutamol은 selective  $\beta_2$ -agonists이고, ractopamine은 주로  $\beta_1$ -selective agonist로 작용하기 때문이다. 이들  $\beta$ -agonist제가 나타내는 기전은 지방조직의 세포표면에서  $\beta$ -adrenergic receptor와 상호작용하여 adenylyl cyclase를 활성화시키므로써 cyclic AMP의 생산 및 protein kinase의 활성을 촉진시킨다. 동시에 hormone-sensitive lipase를 활성화시키는 반면 지방산 및 TG 생합성과 관련된 lipogenic enzyme을 불활성화 시키므로써 가축의 적육 생성율을 향상시키게 된다. 또한 골격근육에서 phenethanolamine의 주요한 작용은 근육단백질 생성 강화 및 질소보유율(nitrogen retention)을 증가시키는 것이다. Smith 등(1989)<sup>17)</sup>은 ractopamine을 소에 투여시 myosin의 mRNA 함량을 증가시키며

**Table 1.** Effect of phenethanolamines on growth and carcass composition of finishing swine

Dose (ppm)	Average dairy gain		Growth efficiency		Carcass dressing(%)		Carcass fat content		10th Rib fat thickness	
	(kg)	(%, Imp.) <sup>†</sup>	(Grain /feed)	(%, Imp.) <sup>†</sup>	(%)	(%, Imp.) <sup>†</sup>	(%)	(%, Imp.) <sup>†</sup>	(cm)	(%, Imp.) <sup>†</sup>
Clenbuterol										
0	.765		.312		74.7		32.0		3.39	
1.0	.717*	-	.292	-	75.6*	1.2	28.5 <sup>‡</sup>	10.9	2.99*	11.8
Cimaterol										
0	.780		.267		74.1		NR		2.87	
1.0	.739*	-	.274	2.6	74.8	0.9	NR		2.49 <sup>‡</sup>	13.2
L-644,969										
0	NR		.297		NR		NR		4.52	
4	NR		.311	4.8	NR		NR		3.32 <sup>‡</sup>	26.6
Ractopamine										
0	.818		.267		73.3		29.9		2.62	
20	.891*	8.9	.305*	14.2	74.2	1.2	25.6*	14.4	2.26*	13.7
Salbutamol										
0	.836		.376		74.2		NR		1.39	
8	.901*	7.8	.412	9.6	76.4	3.0	NR		1.07 <sup>‡</sup>	23.0

\* Significantly different from control group ( $P < .05$ ).

<sup>†</sup> Percent improvement vs. control

<sup>‡</sup> Significantly different from control group ( $P < .01$ ).

- = no improvement vs. control.

NR = data not reported.

**Table 2.** Effect of phenethanolamines on growth and carcass composition of ruminants

Dose (ppm)	Average dairy gain		Growth efficiency		Carcass dressing (%)		Carcass fat content		Rib fat thickness	
	kg	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	Grain / feed	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	%	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	%	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	cm	(%, Imp.) <sup>‡</sup>
Clenbuterol-cattle										
0	1.10		.084		63.7		35.2		1.29	
0.8	1.01	—	.083	—	64.5	1.3	28.0 <sup>†</sup>	20.5	.83 <sup>†</sup>	35.7
Cimaterol-cattle										
0	.816		.085		55.6		22.1		NR	
5.2	1.064	30.4	.111	30.6	60.2	8.2	13.8	37.6	NR	
L-644, 969-cattle										
0	.78		.10		NR		21		NR	
1	.91	16.7	.12 <sup>†</sup>	20.0	NR		15 <sup>†</sup>	28.6	NR	
Ractopamine-cattle										
0	1.25		.130		60.7		30.3		NR	
30	1.48*	18.4	.154*	18.5	61.0*	0.5	28.8*	5.0	NR	
Clenbuterol-sheep										
0	.212		.120		54.6		NR		.59	
2	.263 <sup>†</sup>	24.1	.149 <sup>†</sup>	24.2	57.2*	4.8	NR		.37 <sup>†</sup>	37.3
Cimaterol-sheep										
0	.239		.153		51.4		27.4		.43	
10	.309*	29.3	.178	16.3	56.3 <sup>†</sup>	9.5	25.9	5.5	.33	23.3

\* Significantly different from control group (P<.05)

<sup>†</sup> Significantly different from control group (P<.01)

<sup>‡</sup> Percent improvement vs. control

NR = data not reported

— = no improvement vs. control

증가된 mRNA는 전사율(transcription)증가 및 mRNA의 안정성(stability)을 증가시킨다고 하였다. 또한 이렇게 생산된 축산물은 그 관능적 품질에 큰 차이가 없었으며, 가장 큰 장점은 지방함량이 적은 고기를 생산할 수 있다고 하였다. 그러나 이들 합성품을 사용할 때 가축의 유전적 특성이 적육 생성율에 의해 영향을 줄 수 있음이 밝혀졌으며 합성품의 효과를 극대화 하기 위해서는 사료내 아미노산 수준을 상승시켜줘야 함이 보고되었다.

따라서 이 두 가지 물질을 이용하여 적육율이 높은 제품(lean meat products)을 경제적으로 생산하는 것은 생산업자에게 매우 독특한 기회를 부여해

주는 대신 이들 합성품을 사용할 때 초래될 수 있는 사료 내 적정 아미노산 조성이나 영양소 및 각 가축의 유전적 소질 능력을 감안하여 사용하여야만 최대의 효과를 기대할 수 있겠다.

## 2. 지방산 조성을 조절한 meat 생산

포화지방산이나 콜레스테롤 함량이 많다는 축산물의 조성상 문제점을 극복하기 위하여 축산물의 지방산 조성을 바꾸려는 시도가 계속적으로 진행되어 오고 있다. 문제가 되는 포화지방산은 lauric acid (C<sub>12:0</sub>), myristic acid(C<sub>14:0</sub>), palmitic acid(C<sub>16:0</sub>) 등으로 축산물 중에 분포도가 높은 palmitic acid를

**Table 3.** Effect of phenethanolamines on growth and carcass composition of poultry

Dose (ppm)	Average dairy gain		Growth efficiency		Carcass dressing (%)		Fat pad % of carcass		Carcass fat content	
	g	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	Grain / feed	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	%	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	%	(%, Imp.) <sup>‡</sup>	cm	(%, Imp.) <sup>‡</sup>
Clenbuterol-chickena										
0	54.5		.446		69.38		3.81		18.1	
1	56.8	4.2	.465	4.3	70.51	1.6	3.62	5.0	16.5	8.8
Cimaterol-cattle										
0	56.2		.435		70.30		2.59		17.2	
0.5	57.4*	2.1	.442*	1.6	71.29 <sup>†</sup>	1.4	2.61	-	16.4	4.7
Ractopamine-turkey										
0	103.6		.267		78.99		1.36		NR	
22	118.6 <sup>†</sup>	14.5	.296 <sup>†</sup>	10.9	80.13 <sup>†</sup>	1.4	1.20 <sup>†</sup>	11.8	NR	

\* Significantly different from control group (P<.05)

<sup>†</sup> Significantly different from control group (P<.01)

<sup>‡</sup> Percent improvement vs. control

NR = data not reported

- = no improvement vs. control

a Combined data from these experiments; therefore, statistics not reported

stearic acid 혹은 다른 불포화지방산(oleic acid 등)으로 바꾸려는 연구가 이루어지고 있다. 고올레인산 식이 급여시 근육과 지방조직에 oleic acid 함량이 증가하고 palmitate 및 다른 포화지방산의 감소가 생겼다. 반면에 소의 경우 급여된 사료 중 불포화지방산은 소의 제 1위 미생물에 의하여 수소첨가(hydrogenation) 작용이 일어나 포화지방산으로 변화되므로써 사료내 불포화지방산을 높이기 위한 또 다른 기술이 필요하다. Calcium alginate로 coating한 high oleic acid sunflower oil 급여시 지방조직에 큰 변화를 주지 못했으나 stearate가 크게 증가하고, palmitate는 감소하는 결과를 얻었다. 비록 원하는 oleic acid 함량의 증가는 달성하지 못했으나 오히려 stearate가 증가하므로써 또 다른 좋은 결과가 유도되었다. 왜냐하면 palmitate가 oleic acid로 전환되기 위하여 elongation과 desaturation의 두 단계가 필요하지만 stearic acid는 oleic acid로 쉽게 전환되므로써 대사상 잇점이 있게 되기 때문이다. 과거에는 stearic acid가 혈액 중 cholesterol이나 triglyceride를 증가시키므로써 palmi-

tate, lauric acid와 함께 인체에 유해한 물질로서 인식되어 왔으나 일련의 연구에서 밝혀진 바로는 stearic acid가 오히려 cholesterol을 감소시키거나 적어도 아무런 영향이 없는 중성적 효과(neutral effect)를 지닌 것으로 나타나<sup>18)</sup>, stearic acid가 풍부한 meat의 생산도 인체에 유익한 작용을 할 수 있을 것으로 기대된다.

ω-3 지방산이 인체에 미치는 영향에 대한 연구가 활성화 되기 시작한 것은 북서부 그린랜드 에스키모들을 대상으로 실시한 역학조사 결과, 생선이나 생선유 등에 풍부한 ω-3 지방산을 많이 섭취하는 인구 집단에서 서구인에 비해 관상동맥성 심장질환(coronary heart disease, CHD)의 발병율이 낮고 이로 인한 사망률 역시 낮은 것이 보고되면서 부터였다. Kromann과 Green(1980)<sup>19)</sup>에 의하면 1,800명의 그린랜드 에스키모인 중에서 25년 동안 단 3명에서 심장병이 발생한 것에 비해 같은 기간 중 덴마크인에게서는 40명의 환자가 발생하였다고 한다. ω-3 지방산이 인체에 미치는 영향에 대한 연구 결과에 따르면 ω-3 지방산의 주요한 영향은 동맥경화, 혈전증,

혈압 등 심혈관질환의 예방과 치료에 매우 효과가 있는 것으로 밝혀졌으며  $\omega$ -3 지방산의 이와 같은 영향은 혈액 중의 TG, cholesterol, LDL-cholesterol, VLDL-cholesterol 등의 지방분획을 감소시키며 HDL-cholesterol을 상승시키는 변화를 유도하며 또한  $\omega$ -3 지방산으로 생성되는 eicosanoids 중 항혈전 작용이 있는 물질(PGI<sub>2</sub>, PGI<sub>3</sub>, TXA<sub>3</sub>) 합성을 촉진하며 동시에 혈전생성 촉진 물질(thromboxane A<sub>2</sub>)생성을 억제하므로써 심혈관질환의 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 나타났다. 그 외에도  $\omega$ -3 지방산은 인체의 성장과 발달에 중요한 영향을 미치는 데 특히, 뇌, 망막, 기타 신경조직의 성장과 발달에 직접적인 영향을 주는 것으로 보고되었다<sup>20)</sup>.

식품 중  $\omega$ -3 지방산 함량을 높이기 위해서 사료 중  $\omega$ -3 지방산이 풍부한 식품을 혼합 급여, 동물에게 먹여  $\omega$ -3 지방산이 강화된 식품을 제조하는 방법을 이용한다. 이러한 방법의 성공 여부는  $\omega$ -3 지방산 함량이 동물에게 얼마나 이행될 수 있으며 식품의 관능적 성질에 영향을 주지 않으면서도 유의한 양의  $\omega$ -3 지방산을 이행시키도록 하는 것이 연구의 관건이 된다. 사람과 동물에게  $\omega$ -3 지방산이 풍부한 어유를 급여하면 혈액내 EPA(20:5  $\omega$ 3), DHA(22:6  $\omega$ 3) 함량이 증가되는 반면 AA함량은 감소된다고 하였다. AA의 상승은 생체내 각종 조직의 세포내에서 혈전 생성을 촉진하거나 혈관수축을 증가시키는 종류의 eicosanoids를 생산하므로써 고혈압, 심근경색증, 동맥경화증, 골수염 등 여러가지 생리적 질병의 원인이 되고 있어 이의 생성은 바람직하지 않은 것으로 알려져 있다<sup>21)</sup>.

$\omega$ -3 지방산 강화 계육 생산을 위해서 육계에 full-fat linseed, full-fat canola 등을 급여하였을 때 아무것도 급여하지 않은 군에 비해 계육 중  $\omega$ -3 지방산 농도가 증가되었음이 관찰되었으며<sup>22, 23)</sup>, redfish meal, redfish oil을 급여한 경우에는 가슴과 다리근육에서  $\omega$ -3 지방산 조성이 변화되었으며 다리근육에 비해 가슴근육에서 총 $\omega$ -3 지방산 함량의 증가가 더 많았음이 보고되었다<sup>24)</sup>. 또한 수육계에 비해 암육계에서  $\omega$ -3 지방산 함량이 더 높게 나타나 이들 지방산 축적 정도에 있어 성(sex)별 차이가 있음도 보고되었다<sup>25)</sup>. 따라서  $\omega$ -3 지방산 지방산 강화 계육

의 생산은 사료 중 혼합시켜 주는 물질에 따라  $\omega$ -3 지방산이 계육에 이행될 수 있으며 이행되는 부위도 조절이 가능하여  $\omega$ -3 지방산 함량이 높은 가슴살을 가진 육계 생산도 가능할 것이다. 그러나 생산시 한 가지 문제점은  $\omega$ -3 지방산 함량이 풍부한 어유를 사료에 혼합할 경우 생성되는 어취의 제거가 제조기술상 해결되어야 할 과제로서 일부 연구 결과 사료내 어유 수준은 2~6% 정도가 가장 효과적이라고 하였다<sup>26)</sup>.

돈육의 경우, 분쇄 linseed를 5% 함유한 사료를 급여했을 때 무처리구에 비해 피하지방 및 근육내의 제한된 범위내에서 함량이 증가하였으며<sup>27)</sup>, 이 등(1992)<sup>28, 29)</sup>은  $\omega$ -3 지방산 함량이 높고 콜레스테롤 함량이 적은 고기를 생산하기 위해 동·식물성 기름 중 linolenic acid와 EPA함량이 높은 유지를 선정, 콜레스테롤 함량이 일반 돼지고기보다 16% 낮고 arachidonic acid(AA)함량이 일반 돼지고기보다 27% 낮으며  $\omega$ -3: $\omega$ -6 지방산 비율이 높아진 돈육을 생산하였으며(Table 4), 아마종실, 들깨, 밀, 조, 귀리, 어분, 소금, 향산화제 등을 첨가한  $\omega$ -3 지방산 강화 돈육 생산용 사료도 개발되었다<sup>30)</sup>. 이들  $\omega$ -3 지방산 강화육은 일부 회사에 의해 생산, 시판되고 있으며 가격은 일반육에 비해 약 20~30% 비싸게 판매되고 있다.

### 3. 생리 활성을 강화시킨 특수란 생산

우리의 식탁에 자주 오르는 계란은 양질의 단백질

**Table 4.** Characteristics of omega pork

Item	Control pork	Omega pork
Total omega fatty acid(%)	1.0	7.0
EPA	-	2.5
DPA	0.3	1.4
DHA	0.4	2.2
Cholesterol (mg/100g)	90	76
Arachidonic acid(%)	2.2	1.6
$\omega$ -6/ $\omega$ -3	16:1	3:1
SFA(%)	39.4	34.9



은 물론 철분, 비타민, 무기질이 풍부하여 인간에게 필요한 영양분을 모두 갖춘 완전식품임에도 불구하고 단지 콜레스테롤 함량이 높다는 이유로 건강지향적인 소비자로부터 외면 당하고 있어 그 소비 증가가 정체되고 있는 축산식품 중의 하나이다. 사실상 콜레스테롤은 생체 세포막의 물리적 상태를 조절해주는 대사물질로서 동물 조직에서 콜레스테롤은 스테롤 분획의 95% 이상을 차지하며 스테로이드 호르몬, 비타민 D, 담즙산의 전구체가 될 뿐만 아니라 뇌의 myelin 및 혈장지단백질의 구성분으로서 인체에 반드시 필요한 물질이다. 그러나 지나치게 많이 섭취하게 되면 동맥경화와 같은 심혈관질환에 노출되기 쉬운 사람에게 위험인자로 작용하게 된다. 현재 미국과 일본을 위시한 선진외국에서 성인 남·녀의 주요 사인(死因)으로 대두되고 있는 동맥경화, 심근경색 및 고혈압 등의 심장혈관계 질환(cardiovascular disease: CVD)의 발생은 고콜레스테롤, 고포화지방 식이 섭취시 그 위험성이 더욱 높아지는 것으로 여러 역학조사 결과 지적되고 있다<sup>31, 33)</sup>. 더우기 혈중 콜레스테롤 수치가 상승하여 관상동맥성 심장질환(冠狀動脈性 心腸疾患)에 대한 위험이 높은 사람의 경우 콜레스테롤 섭취량의 제한은 그 치료에 필수적이므로 계란과 같이 콜레스테롤 함량이 높은 식품(대란 1개당 약 280mg 함유)은 피하도록 권장하고 있다.

따라서 성인병의 위험인자(危險因子: risk factor)로 작용하는 콜레스테롤 섭취를 줄이고 저칼로리, 저지방, 고섬유질 위주의 식생활을 지향하는 현대인의 식품 선호경향에 맞는 새로운 식품에 대한 개발 요구가 높아지고 있다. 계란의 콜레스테롤 함량을 낮추기 위한 방법에는 몇가지가 있을 수 있다. 첫째는 사양학적 방법으로 계란에 물리, 화학적 처리를 하지 않고 사양시에 사료의 성분을 변화시켜 주거나<sup>34, 35)</sup>, 콜레스테롤의 흡수, 배설, 합성 과정을 저해시키는 약품을 산란계에 투여한다는가 혹은 닭의 품종이나 계통을 유전적으로 취사·선택하거나 닭의 산란주기, 나이, 계란의 크기 등을 조절함으로써 저콜레스테롤 계란을 생산하는 것이다<sup>36)</sup>. 약품에 의해 콜레스테롤 함량을 조절하는 방법은 가장 확실하지만 이러한 약품(D-thyroxin, triparanol, azast-

erol, vanadium, diethyl-amino-ethyldiphenyl valerate)사용시 닭에 대한 부작용, 난중(卵重), 영양소 조성의 변화, 계란내 잔류물(undesirable residues) 및 원가 상승이 문제가 될 수 있다<sup>37-39)</sup>.

두번째 방법은 산란계에 기술적으로 물리, 화학적 처리를 실시하여 콜레스테롤을 저하시키는 방법이다. 계란의 콜레스테롤을 제거하기 위한 기술적 처리방법에는 흡착제나 효소를 이용하거나<sup>40)</sup> 초임계 추출법이나 용매 추출법을 이용하여 콜레스테롤을 제거하는 방법이 있다<sup>41)</sup>. 그러나 이런 방법으로 콜레스테롤 함량을 낮추는 것은 기술적 측면에서 여러 가지 제한 사항이 많고 제거율 또한 낮은 편이라 보편적으로 활용되지 못하고 있는 실정이다. 한편 국내외에서  $\omega$ -3 지방산을 강화시킨 계란이 캐나다, 일본 및 우리나라에서도 시판, 관심을 끌고 있다<sup>42)</sup>.  $\omega$ -3 지방산 강화란의 장점은 콜레스테롤 함량의 저하보다는 고농도의  $\omega$ -3 지방산의 작용으로 인해 혈액 중 콜레스테롤 상승 등을 억제시키는데 있다.

이 등<sup>43)</sup>에 의해 콜레스테롤 함량은 저하시키고  $\omega$ -3 지방산을 강화시킨 계란이 개발되었다. 사료에  $\omega$ -3 지방산 함량이 높은 어유, 들깨유, 아마인유(linseed oil)와  $\omega$ -6 지방산 함량이 높은 레시틴(lecithin)을 적정 비율로 혼합한 기름을 지방원으로 기존 산란계 배합사료에 첨가하여 생산한 계란으로서 일반란에 비해 콜레스테롤 함량은 약 10% 감소되고 난황의 omega-3 계열 지방산은 3~5배 증가된 생리활성 기능 강화에 초점을 두고 개발된 계란이다. 다시 말하면 저 콜레스테롤 및  $\omega$ -3 지방산 강화 계란은 동·식물성 기름을 적절히 혼합하여 지방의 이용율을 향상시키는 동시에 사료내 불포화지방산/포화지방산(PUFA/SFA) 비율이 1:1~1.5:1 정도 되게 조절하므로써 콜레스테롤 함량을 감소시키고 생체내 기능 활성화에 유용한  $\omega$ -3 계열 지방산 함량을 증가시켜준 것이다. 이러한 특수란은 생체 생리활성의 지표로 인식되고 있는 혈중 중성지방, 콜레스테롤 함량 및 혈압(systolic blood pressure)에 대한 동물실험 결과에서도 유의한 효과를 미치는 것으로 나타났다(Table 5).

이외에도 계란에 특정성분을 강화시켜준 특수란이 개발, 생산되고 있다. 인체에 유용한 비타민이나

**Table 5.** Characteristics of omega egg

Item	Control egg	Omega egg
Total omega fatty acid(%)	1.74±0.39	7.21±0.54
LNA	1.25±0.09	2.82±0.46
DPA	0.13±0.03	0.49±0.11
DHA	1.36±0.30	3.90±0.59
Cholesterol (mg /100g of yolk)	14.19±0.64	12.61±0.94
Arachidonic acid(%)	3.63±0.40	2.15±0.21
$\omega$ -6 / $\omega$ -3	9.84	2.17
SFA	38.44±2.43	37.41±1.95

무기질, 약효 성분이나 미지 성장인자 등을 사료에 혼합하여 급여할 경우 산란중인 계란에 이들 성분이 이행되므로써 계란 중 특정성분의 함량이 상승되게 되는 것이다. 그러나 모든 영양성분이 사료로부터 계란에 이행되는 것이 아니므로 모든 영양소나 특정 성분을 강화시킬 수는 없다. 비교적 이행이 잘 되는 성분으로는 지용성 비타민(A, E, D 등), 일부 수용성 비타민(B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, Biotin), 요오드, 셀레늄, 아연, 망간 등의 무기질을 들 수 있으며 약효나 미지 성장인자로 대표적인 것으로는 인삼 및 해초, 네카리치가 있다. 또한 면역활성이 증가된 고향계 계란의 생산에 대한 연구가 활기를 띠고 있어 많은 관심을 끌고 있다. 난황 중 면역물질인 IgY(yolk immunoglobulin) 함량을 증가시키기 위해 산란계에 항원을 접종하여 계란 1개당 150mg의 항체를 생산해 낼 수 있으며 이렇게 생산된 계란 8개분의 항체는 토끼 1마리에서 얻은 항체량과 같아 그 활용에 있어 매우 고무적인 결과를 제시해 주고 있다. 왜냐하면 IgY를 산업적으로 분리 생산할 경우, 이 항체는 충치 예방, 로타바이러스에 의한 돼지 하리증, 뱀장어 질병 예방약 등의 개발에 활용될 수 있기 때문이다<sup>44)</sup>.

최근 시중에 유통되고 있는 특수란은 약 40여종에 이르고 있으며 일반란에 비해 약 1.5~2배 정도 비싼 가격에 판매가 되고 있다. 이들 특수란의 생산은 소비자에게 다양하면서도 영양이 풍부한 잇점을 제공하여 좋으나 유통되고 있는 특수란에 함유된 특정 성분에 대한 철저한 품질관리가 요구되며 같은 브랜

드의 계란이라도 계절에 따라, 유통기간에 따라 함유된 특정성분의 농도가 일정하게 유지되지 않는 취약점이 보완되어야 하겠다<sup>45)</sup>.

#### 4. 저 콜레스테롤 및 오메가 3 지방산 강화 우유 생산

우유의 콜레스테롤 함량(11mg /100g)은 타 축산 식품에 비해 높은 편이 아니나 우유를 가공한 유제품(버터, 치즈) 생산시 우유 중의 지방산 조성이나 콜레스테롤 함량이 제품의 소비 및 선호도에 대단히 큰 영향을 미치게 되므로 이들 성분의 조절은 중요한 의미를 갖는다. 그러나 우유 콜레스테롤을 효과적으로 제거하기 위한 기술이 완전히 확립되어 있지도 않으며 제거수율도 매우 낮아 더욱 더 많은 연구가 수행되어야 할 분야로 보인다. 돼지고기, 닭고기, 계란 등에서 콜레스테롤 함량을 낮추거나 지방산 조성을 감소시키는 경우와 유사한 방법을 사용할 수 있으나 물리적, 생물학적 방식이 제안되고 있다. 물리적 방법으로는 우선 콜레스테롤과 유사한 분자구조를 갖는 베타-사이클로덱스트린(beta-cyclodextrin:beta-CD)을 이용하여 콜레스테롤을 흡착시켜 제거하는 방법을 들 수 있으며 초임계 가스 추출법(supercritical fluid extraction) 및 steam stripping법을 이용할 수가 있는데 전자는 초임계 상태에 있는 가스를 이용, 혼합물로 부터 특정성분을 분리 추출하는 법으로서 고압을 가하면 용출물의 증기압이 상승하여 용매인 가스밀도가 증가하게 된다. 이 때 용매-용질간의 상호작용을 이용하여 분리하게 된다. 보통 이 방법을 사용할 때 콜레스테롤 제거수율은 약 85%정도였으며 콜레스테롤의 완전제거는 어려웠다. 한편 미국의 Omega Source 사가 개발한 steam stripping법은 진공하에서 공기를 흡입시켜 220~230℃에서 콜레스테롤을 증류하는 것으로 제거수율은 약 95% 정도로 보고하고 있으며 Omega Source사에서는 이 방법에 의해 콜레스테롤이 제거된 버터유를 1일 120kg 정도 생산하고 있다고 한다. 그러나 이 방법을 사용할 때 문제점은 풍미가 저하될 가능성이 있어 이의 보완이 요구된다. 생물학적 방법은 미생물의 작용으로 콜레스테롤을 분해하거나 타 물질로 변화시키는 방법으로 사용 가

능한 미생물로는 eubacteria, *Rhodococcus equi* N23, Nordica 등이 있다<sup>46)</sup>.

한편 우유의 지방산 조성 변화 기술은 돼지고기, 계육 및 계란에서의 방법과는 다른 기술이 요구되는 분야로서 그 이유는 유우와 같은 반추동물은 사료 중의 불포화지방산을 소의 제 1위 미생물이 수소첨가 반응을 일으켜 포화지방산으로 변화시키게 된다. 즉, 사료지방의 지방산 조성은 유지방으로 이용되기 전 반추미생물에 의해 합성된 지방산, 유선조직에서 새로이 합성된 지방산 및 체지방조직에서 새로이 합성된 지방산 등에 의해서 희석될 뿐만 아니라 반추동물에 의한 가수분해와 가수소화 작용으로 인해 섭취 지방산의 특징이 크게 바뀌게 된다<sup>47)</sup>. 따라서 사료 중의 지방산 조성은 체지방 조성에 영향을 미치지 않으며 결과적으로 체조직 지방산과 우유 지방산은 사료의 지방산보다 포화도가 더 높기 마련이다. 그러므로 급여된 지방산이 반추위 내에서 변형이 적게 일어나게 할 수 있는 방법은 지방을 어느 형태로든 반추 미생물로 부터 보호하는 것이다. 보통 사료지방이 유지방으로 전이되는 양은 반추위내 가수소화 반응, 지방 흡수율, 체지방 조직의 지방 침착 정도에 의해 영향을 받는다<sup>48)</sup>. 불포화지방산이 가수소화 되는 정도는 60~90% 로 추정되며 이로 인해 사료 중 고불포화지방산 급여시에 십이지장내의 stearic acid 유입량은 증가되나 불포화지방산의 증가는 어렵다<sup>49)</sup>. 지방 흡수율은 적정량의 지방(900~1,400g)이 첨가되었을 때 효과적이며 포화지방산의 소화율이 불포화지방산에 비해 높았으며, 첨가 지방의 물리적 상태(용해상태:응고상태)도 소화율에 영향을 준다<sup>50)</sup>.

유지방 조성 변화를 위해서 canola씨, flax씨, 전지대두, 목화씨, 해바라기씨 등을 적절한 비율로 혼합한 사료 급여시 우유 지방산 조성의 변화가 유도되었음이 보고되었다. canola종실, 해바라기씨 및 고올레인산 해바라기씨를 젖소에게 급여했을 때 단쇄와 중쇄 지방산은 20~40% 감소되고 stearic acid와 oleic acid는 55~80%까지 증가되었음이 보고되었다<sup>51)</sup>. 또한 전지대두를 지방 급원으로 급여했을 때 우지군에 비해 유지방내 단쇄 및 중쇄 포화지방산은 물론 palmitic acid는 감소하였고 stearic

acid, linoleic acid, linolenic acid는 증가하였다. 목화와 해바라기씨를 이용한 연구결과도 전술한 실험결과와 유사하였다.

최근  $\omega$ -3 지방산을 강화시킨 우유 제품이 시장에 자주 등장하고 있다. 이들은  $\omega$ -3 지방산의 농축물을 우유에 첨가하여 만들어진 제품이 대부분이며 일부 제품의 경우 사료 중  $\omega$ -3 지방산이 높은 물질을 혼합, 급여하여 사육, 착유한 제품도 간혹 시판되고 있다. 특히 우유에는 long chain  $\omega$ -3 PUFA 함량이 모유에 존재하는 함량에 비해 매우 낮아 DHA를 강화시키는 경우가 많은데 대략 3~9 mg/100ml 정도로 함유하고 있으며 이와 함께 DHA를 강화한 조제분유도 생산되고 있고 함량은 45~72 mg/100g 정도이다. 우유의 경우 함량 미표시 제품이 많아 제품에 대한 신뢰도의 문제가 제기될 수 있으며 이와 같은 기능성 식품의 품질 규격에 대한 분야는 좀 더 심도있게 논의되어 안전하며 믿을 수 있는 제품의 유통과 소비가 이루어져야 하겠다.

#### IV. 결론 및 제언

급격한 산업화와 고도의 경제성장을 이룩한 우리나라는 국민 소득 수준 10,000\$ 시대에 살고 있다. 소득 수준의 향상은 생활을 풍요롭고, 여유있게 만들므로써 과거와는 다른 식생활 문화가 정착되어 바쁜 생활 중에 간편하게 먹을 수 있는 인스턴트 식품 및 가공 식품을 선호하며 가족 단위의 외식 빈도수도 증가하고 있는 추세이다. 또한 건강지향적 마인드로 인해 건강보조 식품에 지나치게 의존하기도 하며 사망의 주요 원인이 되는 성인질환에 대한 두려움으로 축산식품이 성인병 발병에 직접적인 원인이 된다는 인식에 의해 이들 육제품을 무조건적으로 기피하는 경향 또한 두드러지고 있다. 그러나 실제로 이들 육제품은 여러 가지 영양소가 농축되어 있어 이의 소비를 제한할 경우 영양적 문제가 야기될 수 있으며 영양밀도가 높아 소량 섭취시에도 다양한 영양소의 섭취가 가능하다. 비록 이러한 제품의 영양적 우수성과 잇점이 있다고 하더라도 이들 식품에 대한 소비자의 부정적 인식의 전환이 요구되며 건강에 유익한 조성을 갖고 있거나 질병의 치료 및 예방

에 도움이 될 수 있도록 기능성(functional properties)이 강조된 다양하고 고급화된 축산식품의 연구, 개발이 필수적이라 하겠다.

쇠고기, 돼지고기, 닭고기, 계란 및 우유 등은 우리의 식생활 중 가장 많이 소비되는 축산식품으로서 이를 원료로 식품의 3차 기능을 강조시켜준 기능성 축산식품에는 축종별 다양한 제품이 있을 수 있겠으나 본고에서는 대별하여 4가지를 살펴보았다. 이들은 근본적으로 축산식품 소비에 가장 장애가 되고 있는 콜레스테롤, 포화지방, 총 지방량의 감소 및 불포화지방량의 증가,  $\omega$ -3 지방산의 강화 등에 초점을 두고 연구되었다. 축종 중 반추동물의 경우 가축의 소화, 생리적 특성으로 인해 불포화지방산 수준의 증가를 위한 지방산 조성 변화가 어려웠으며 콜레스테롤 제거를 위해 계란이나 우유에 물리, 화학적 방법의 사용은 낮은 제거수율, 잔류용매 회수 문제 및 안전성이 문제가 되고 있다. 한편 사양시 약품을 이용한 계란의 콜레스테롤 제거방법은 약품을 사용할 때 초래되는 난중, 잔류물, 닭에 대한 부작용 등의 문제가 지적되고 있다. 그 외에  $\omega$ -3 지방산을 강화한 제품의 경우 다량의 어유 사용으로 식품에 어취가 남는 등 관능적 품질을 저하나 풍미의 손상이 일어나 이에 대한 기술적 보완 문제가 남는다. 한편 특정 영양소나 성분을 계란에 이행시킨 특수란의 경우 시장에 유통되고 있는 제품의 특정 유효성분 함량이 계절별로, 유통기간 별로 일정치 않거나 함량이 표시되지 않은 것이 많아 품질관리나 제품에 신뢰도의 문제가 될 수 있다. 전반적으로 기능성 식품은 의약품과의 구분이 명확하지 않아 이에 대한 소비자의 인식 부족에 의해 이들 식품에 대해 지나치게 의존하는 경향이 일어날 수 있으므로 생체 조절 기능을 갖춘 기능성 식품의 유용성과 안전성에 대한 정확하고 엄격한 검증시스템의 구축이 시급하며 권위있는 기관으로부터 공정한 심사 및 이의 제도화가 반드시 필요하다고 하겠다.

위와 같은 문제점이나 제한점이 개선, 보완된다면 생리 활성이 강화된 축산식품의 보급은 미래의 식품으로 축산식품의 수입개방에 대한 경쟁력을 향상시켜줄 것이며 건강에 유익하면서도 고급화, 다양화, 차별화 된 식품을 공급하여 줌으로써 우리의

식생활을 윤택하게 할 것이며 더 나아가 국민 건강 증진에도 유용한 식품으로 많이 활용되리라 보여지며 이 분야의 연구·개발 노력에 대한 전망은 매우 밝은 것으로 생각된다.

## V. 참고문헌

1. 한석현: 축산식품 중의 cholesterol에 관한 고찰, 한국축산식품학회 추계 심포지움 및 학술발표회, 11~48, 1995.
2. 이일하, 이현옥, 노숙령, 안숙자: III. 식생활과 심혈관질환, 인체영양과 건강, 중앙대학교 출판부, 53~67, 1995.
3. 정찬길, 김기현, 정해동: 돼지고기 소비자 의식에 관한 조사보고, 대한양돈협회, 3~211, 1993.
4. Pennigton, J. A. T. and Church, H. N.: Bowes and Church's Food values of portions commonly used(13th ed), Harper & Row Publishers, N.Y. 1980.
5. 김동훈: 제 1장. 가시적인 지방질과 비가시적인 지방질, 식용유지의 산패, 고려대 출판부, 1~5, 1994.
6. 권태완: 식품의 3차 기능에 걸맞는 표현에 대하여, 식품과학과 산업, 28(4):64~67, 1995.
7. 최대성, 고하영: 제 6장. 기능성 식품, 식품기능화학, 지구문화사, 247~253, 1995.
8. 전중건: 일본에 있어서의 특정보건용 식품(기능성 식품)의 현상과 전망. 건강 및 기능성 식품(국제 심포지움 발표 논문집). 한국식품과학회, 3~13, 1995.
9. I-San Lin, R.: Chap. 17. Phytochemicals and antioxidants. In: Functional Foods: Designer foods, pharmafoods, nutraceuticals, Goldberg, I(editor), Chapman & Hall Co., N.Y. 393~439, 1994.
10. 이형주: "산학협동 연구회: 활동 최종 결과 보고서". 기능성 식품소재 연구회. 1995.
11. 식품공전. 한국식품공업협회, 1995.
12. Bechtel, P. J.: "Primer on somatotropins and their effects on finishing and lactating

- swine". In: Proceedings of the University of Illinois Pork Industry Conference. 46~54, Champaign, IL:University of Illinois. 1987.
13. Etherton, T. D., Wiggins, J. P., Evock, C. M., Chung, C. S., Rebhun, J. F. Walton, P. E. and Steele, N. C.: Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone: Determination of the dose response relationship, *J. Anim. Sci.* 64:433~443, 1987.
  14. Althen, T. G., Ono, K., Topel, D. G.: Effect of stress susceptibility or stunning method on catecholamine levels in swine, *J. Anim. Sci.* 44:985~991, 1977.
  15. Bocklen, E., Flad, S., Muller, E., von Faber, H.: Comparative determination of beta-adrenergic receptors in muscle, heart and backfat of pietrain and large white pigs, *Anim. Prod.*, 43:335-340, 1986.
  16. Anderson, D. B., Veenhuizen, E. L., Jones, D. J., Schroeder, A. L., and Hancock, D. L.: Fat and cholesterol reduced foods, 43, 1991.
  17. Smith, S. B., Garcia, D. K., and Anderson, D. B.: Elevation of a specific mRNA in longissimus muscle of steers fed ractopamine, *J. Anim. Sci.* 67:3495~3502, 1989.
  18. Bonanome, A., and Grundy, S. M.: Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels, *N. Engl. J. Med.* 318:1244~1248, 1988.
  19. Kromann, N. and Green, A.: Epidemiological studies in the Upernavik District, Greenland. Incidence of some chronic diseases 1950-1974. *Acta Med Scand.* 208:401~406, 1980.
  20. 이양자: 식이성 지방과 건강-한국인의 지방산 섭취 현황, 건국대학교 동물자원연구센터 국제 심포지움. 87~111, 1994.
  21. Simopoulos, A. P.: Chap. 16. Fatty acids. In: *Functional Foods: Designer foods, pharmafoods, nutraceuticals*, Goldberg, I (editor), Chapman & Hall Co., N.Y. 355~392, 1994.
  22. Ajuyah, A. O., Lee, K. H., Hardin, R. T. and Sim, J. S.: Influence of dietary full-fat seeds and oils on total lipid, cholesterol and fatty acid composition of broiler meats, *Canadian J. Anim. Sci.* 71(4):1011~1019, 1994.
  23. Ajuyah, A. O., Ahn, D. U., Hardin, R. T. and Sim, J. S.: Dietary antioxidants and storage affect chemical characteristics of omega-3 fatty acid enriched broiler chicken meats, *J. Food Sci.* 58(1):36~43, 61, 1993.
  24. Hulan, H. W., Ackman, R. G., Ratnayake, W. M. N. and Proudfoot, F. G.: Omega-3 fatty acid levels and performance of broiler chickens fed redfish meal or redfish oil, *Canadian J. Anim. Sci.* 68(2):533~547, 1988.
  25. Hulan, H. W., Ackman, R. G., Ratnayake, W. M. N. and Proudfoot, F. G.: Omega-3 fatty acid levels and general performance of commercial broilers fed practical levels of redfish meal, *Poultry Sci.* 68(1):153~162, 1989.
  26. Stansby, M. E.: Marine-derived fatty acids or fish oils as raw material for fatty acids manufacture, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56:793A~796A, 1979.
  27. Cunnane, S. C., Stitt, P. A., Ganguli, S. and Armstrong, J. K.: Raised omega-3 fatty acid levels in pigs fed flax, *Canadian J. Anim. Sci.* 70(1):251~254, 1990.
  28. 이남형, 윤철석, 김홍만, 박병성, 유근홍, 성기승, 김덕영:  $\omega$ -3계 지방산 함량이 높고 콜레스테롤 함량이 적은 고기를 생산하기 위한 지방사료첨가제의 제조방법. 대한민국특허청 특허공보. 공고번호 92-767, 1992
  29. 이남형, 윤철석, 한찬규 외 6인: 저콜레스테롤 및 불포화지방산 함량이 높은 축산물 생산에 관한 연구(Ⅲ), 한국식품개발연구원 연구보고서, 1991.

30. 여영근: n-3 지방산이 축적된 우유 및 유우용 사료조성물, 대한민국특허청 특허공보. 공고번호 95-6782, 1995.
31. Connor, W. E., Lin, D. S., and Harris, W. S.: A comparison of dietary polyunsaturated  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3 fatty acids in human: Effect on plasma lipids, lipoproteins and sterol balance (Abstr.) *Atherosclerosis* 1:363, 1981.
32. Glueck, C. J.: Dietary fat and atherosclerosis, *Am. J. Clin. Nutr.* 32:2703~2711, 1979.
33. Hegsted, D. M., McGandy, R. B., Meyers, M. L., and Stare, F. J.: Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man, *Am. J. Clin. Nutr.* 17:281~295, 1965.
34. Weiss, J. F., Naber, E. C., and Johnson, R. M.: Effect of dietary fat and D-tyroxine on the incorporation of acetate-1- $^{14}$ C into egg yolk lipids, *J. Nutr.* 93:153~160, 1967.
35. Naber, E. C.: The cholesterol problem, the egg and lipid metabolism in the laying hen, *Poult. Sci.* 55:14~30, 1976.
36. Bogin, E.: Low cholesterol eggs, *Proceedings of the 4th European symposium on the quality of egg products.* 97~101, 1991.
37. Singh, R. A., Weiss, J. F., and Naber, E. C.: Effect of azasterols on sterol metabolism in the laying hen, *Poult. Sci.* 51:449~457, 1972.
38. Keshavarz, L.: The influence of turmeric and curcumin on cholesterol concentration of eggs and tissues, *Poult. Sci.* 55:1077~1083, 1976.
39. Hafez, Y. S. M., and Kratzer, F. H.: The effect of pharmacological levels of dietary vanadium on the egg production, shell thickness and egg yolk cholesterol laying hens and conturnix, *Poult. Sci.* 5:923~926, 1976.
40. Beitz, C., Hartman, P. A., Young, H. W. and Zaks, A.: Use of enzyme to decrease cholesterol content of dairy products. *Progress report to Wisconsin Milk Marketing Board.* 1993.
41. Bradley, R. L.: Removal of cholesterol from milk fat using supercritical carbon dioxide. *J. Dairy Sci.* 72:2834~2840, 1989.
42. Sim, J. S.: Dietary guidelines and designer food concept in animal agriculture, 건국대학교 동물자원연구센터, 국제심포지움(제5회), 113~145, 1994.
43. 이남형, 한찬규, 이복희: 특수계란의 유효성 평가에 관한 연구. 한국식품개발연구원 보고서. 1994.
44. Hatta, H.: Prevention of fish disease using egg yolk antibody(IgY). *Proc. International Symposium. Nonconventional Egg Uses and Newly Emerging Processing Technologies.* Alberta. 93, 1992.
45. 한찬규, 이남형, 윤철석, 이복희, 성기승: 저콜레스테롤 계란 생산을 위한 사료 개발(II), 한국식품개발연구원 연구보고서, 1994.
46. 이복희, 유익중, 강통삼: 계란의 콜레스테롤 함량 조절 기술에 관한 고찰, *한국가금학회지* 20(4):217~231, 1993.
47. Grummer, R. R.: Effect of feed on composition of milk fat, *J. Dairy Sci.* 74:3244~3257, 1991.
48. Palmquist, D. L., Beaulieu, A. D. and Barbano, D. M.: Feed and animal factors influencing milk fat composition in ADSA Foundation Symposium, *J. Dairy Sci.* 76:1753~1771, 1993.
49. Palmquist, D. L. and Conrad, H. R.: High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production and plasma metabolites, *J. Dairy Sci.*, 61:890~901, 1978.
50. Macleod, R. K. and Buchanan-Smith, J. G.: Digestibility of hydrogenated tallow, saturated fatty acids and soybean oil-supplemented diets by sheep, *J. Anim. Sci.* 35:890~895, 1972.

51. Middough, R. P., Baer, D. P., Casper, D. J., Schingoethe and Seas, S. W.: Characteristics of milk and butter from cows fed sunflower seeds. *J. Dairy Sci.* 71:3179~3187, 1988.