



<총 설>

저지방 육제품의 제조 및 평가

진 구 북[†]

전남대학교 동물자원학부 및 생물공학연구소

Manufacture and Evaluation of Low-Fat Meat Products(A review)

Koo Bok Chin[†]

Department of Animal Science and Biotechnology Research Institute,
Chonnam National University, Gwangju, Korea

Abstract

Reducing the fat content of processed meat products can be performed by (1) using leaner raw meat materials, (2) inducing non-meat ingredients that serve to replace a portion or all of the fat, and (3) applying new ingredient combinations, technologies or processing procedures that decrease the fat and cholesterol content of meat products. Low-fat meat products were manufactured with fat replacers which were food ingredients that had the functional and sensory properties of fat without contributing fat calories, resulting in lower fat(<3%) content. Added water, non-meat proteins, carbohydrates, such as starch and hydrocolloids(gums) and vegetable oils have been used as typical fat replacers to be used in meat products. In addition, fat substitutes included structural lipids, sucrose polyester and ingredient combinations. Formulations for the manufacture of low-fat meat products in combined with new technologies have focused on the use of fat replacer combinations that contributes a minimum of calories and not detrimental to flavor, juiciness, mouthfeel or textural traits expected more traditional products. In conclusion, some combinations of fat replacements that mimics the flavor, mouthfeel and textural characteristics of fat offer potential for further development of low-fat meat products to have similar characteristics of regular-fat counterparts.

Key words: low-fat meat products, fat replacer, flavor, texture.

서 론

유화형 소시지(emulsified sausage)와 같은 식육가공품은 일반적으로 30% 이내의 지방을 함유하고 있고 이러한 지방은 육제품의 맛과 풍미와 바람직한 조직감을 준다. 이와 같이 식품으로 섭취되는 지방은 우리 인체에서 합성되어지지 않는 필수지방산(essential fatty acids)의 주요한 공급원이 되고 식육가공품에 있어서는 맛, 풍미, 식감을 주는 중요한 영양소이다. Cross 등(1980)은 분쇄육 가공품에서 지방 함량이 약 15% 첨가시에 최적 기호성(palatability)을 준다고 보고하였

다. 국내에서 시판되는 유화형 소시지의 영양성분을 조사한 결과 약 10~25%까지 다양한 지방의 함량을 나타내었다 (Chung, 2002). 식품으로 섭취되는 지방은 꼭 필요하지만 과도한 지방의 섭취는 비만, 고혈압, 동맥경화 및 관상동맥계의 질환(coronary heart disease)과 상관관계가 있다고 보고되었으며, 미국심장학회(American Heart Association, AHA, 1978)에서는 소비자들에게 총 섭취하는 칼로리에서 지방이 차지하는 비율이 33%를 넘지 않을 것과 그 중에서 포화지방산(saturated fatty acid)이 차지하는 비율이 10%를 넘지 않을 것을 강조하였다. 따라서 소비자들은 이와 같은 기준에 준하여 저지방 기능성 식품을 찾게 되었고 이른바 건강식품(healthier foods)을 선호하게 되었다. 따라서 본 논고는 저지방소시지의 개발을 위하여 필요로 되는 제조기술과 지방대체제를 소개함으로써 바람직한 향미와 조직감을 갖는 저지방 소시지의

[†]Corresponding author : Koo Bok Chin, Dept. of Animal Science, Chonnam National University, PukGwangju, P.O. Box 205, Gwangju, Korea. 500-600, Tel : 062-530-2121, Fax : 062-530-2129, e-mail : kbchin@chonnam.ac.kr

개발을 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

식육가공품의 규정(Regulations)

식품공전(Korean Food Regulation, 1996)에서 식육가공품"이라 함은 식육을 주원료로 제조 가공한 햄, 소시지, 베이컨 등의 제품으로서 신선한 원료를 이용하여 위생적으로 처리된 것으로 이미, 이취가 없고 대장균을 비롯한 세균수가 음성이어야 한다고 규정되어 있다. 각 성분 배합기준을 살펴보면 주로 원료육과 전분의 함량으로 제품이 분류되고 있으며, 육 함량이 100%인 포장육으로 부터 식육함량이 50% 이상인 분쇄가공품으로 분류된다(Table 1). 본 규정에서 식육에 대한 명확한 정의가 없으므로 식육의 함량이 많은 경우라 하더라도 지방이 많은 경우 좋은 원료육이 될 수 없으므로 식육을 명확하게 살코기(lean)와 지방(fat)으로 분류하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 예를 들면 미국의 경우 대분할육의 외부지방을 적정하게 제거하고 살코기와 지방을 적절하게 배합한 원료육을 세절하여 우육 (90/10: 90% 살코기와 10%의 지방)과 돈육(50/50 살코기와 지방의 비율이 1:1인 경우)으로 판매되고 있어서 제조하고자 하는 육제품에 따라서 살코기와 지방의 비율을 고려하여 원료육을 선택하게 되는데 이는 원료육의 정확한 살코기와 지방의 비율을 파악하여야 최종제품의 지방의 함량을 예측할 수 있기 때문이다.

한편 미국 농무성(United States Department of Agriculture, USDA, 1996)의 식품규정에 따르면 지방의 함량에 따라서 5가지로 분류되고 있다(Table 2). 원래의 제품에서 총 지방의 25% 이상의 지방을 소거하였을 경우 "감소된 지방(reduced fat)", 일상적으로 소비자에게 공급되는 총량(Recommended Amount Customarily Consumed, RACC)의 3% 이하는 "저지방(low-fat)" 및 0.5% 이하의 지방을 함유할 경우 "무지방(no-fat)" 식품으로 분류하였다. 국내에서도 저지방에 대한 명확한 기준이 없기 때문에 10~15%의 지방을 갖는 육제품이 저지방이란 명칭으로 보고되었으며(Moon et al., 1996a,b) 저지방제품과 기존의 유향형 육제품의 차이가 없이 혼용되

Table 1. The formulation of meat products in Korea

Items	Meat	Starch
(%).....	
Packaging materials	100	
Press ham	>85	<5
Mixed press ham	>75	<8
Regular sausage	>70	<10
Dried meats	>85	
Marinated meats	>60	
Ground meats	>50	

Table 2. Summary of nutrient content claims for reduced, low and fat free products approved by United States of Department of Agriculture

Fat claims on label	Specification
"Fat-free"	For product that contains less than 0.5 g of fat per RACC* or labeled serving size and no addition of fat
"Low-fat"	For products that contains a RACC greater than 30 g or greater than 2 tablespoons and contains 3 g or less fat per RACC
"Reduced-fat"	For product that contain at least 25% less fat per RACC "reduced fat - 50% less fat than our regular products"
"---- % fat free"	For product that meet the criteria for "low-fat" and the entire claims is in uniform type size
"100% fat-free"	For product that meet the criteria for "Fat free" contain less than 0.5 g per 100 g and contain no added fat

*RACC: Recommended Amount Customarily Consumed.

어 사용되어 왔다. 이와 같이 저지방의 개념을 도입하는 이유는 3% 이하의 지방을 갖는 초 저지방 육제품을 제조하기 위해서 기존의 저지방제품과는 달리 고품질의 원료육과 함께 함량이 가급적 적게 함유되어 있어야 하기 때문이다. 하지만 지방함량이 적은 원료육으로 저지방 육제품의 제조하였을 경우 가열감량과 조직감 및 색도의 차이로 인한 품질의 저하를 가져올 수 있다(Keeton, 1994).

지방감소 기법(Fat Reduction Technologies)

유전적인 변형

사양이나 유전적인 방법에 의하여 지방을 감소시키는 방법으로 불포화지방산이 다량 함유된 사료를 돈육에 급여하면 근육내의 포화지방산이 감소하는 경향을 나타낸다고 보고하였으나(John et al., 1986) 그 사양방법에 따른 이전연구자들의 의견은 분분하다. Rhee 등(1990)은 10~12%의 카놀라 오일을 급여시 가열감량이나 관능적인 특성이 차이가 없었다고 보고하였으나 신선육과는 달리 염지육에서는 관능적인 차이를 보였다고 발표하여(Shackelford et al., 1990a,b) 신선육과 가공육 사이에 차이를 보이고 있음을 시사하였다.

외부 지방 제거

지방을 감소하는 대표적인 방법으로 원료육의 외부지방을 제거하여 저지방 육제품을 가능하게 한다. 하지만 지방대신에 살코기를 첨가하여 저지방 육제품을 제조시에는 단가가

Table 3. Classification of fat replacement for low-fat meat application

Fat replacement	Source or Example
Fat replacer	
Protein-based	Soy, Gelatin, Milk, Whey, Wheat, Oat and Corn
Carbohydrated-based	Konjac flour, Carrageenan, Various modified and unmodified starches, Maltodextrin, Locust bean gums, Cellulose derivatives, Carboxyl methyl cellulose
Fat modification	Vegetable oil (Canola, Sunflower, Safflower, Peanut)
Fat substitutes	
(Structure lipid)	Caprenin, Salatrim, Olestra EPG (Esterified Propoxylated Glycerols) DDM(Diakkyl Dihexadecymalonate) TATCA(Trialkoxytricarballate)

Chin, 1997)

기싸지고 수분과 단백질의 비율(Moisture: protein ration)이 낮아지므로 조직이 질기게 되기 때문에 수분과 단백질의 비율을 조절함으로써 기존의 유화형 육제품과 같은 조직학적 성상을 갖는 저지방 소시지를 제조할 수 있다(Chin et al., 1998a).

지방 대체제 첨가

일반적으로 식육가공품에는 20~30%의 지방이 첨가되기 때문에 이와 같은 지방을 제거하고 이를 대체할 수 있는 지방대체제를 첨가하게 된다. 지방대체제(fat replacer)라 함은 식육가공품의 제조시 첨가되어 맛, 다즙성, 식감 등의 관능적인 특성에는 영향을 미치지 않으며 식육가공품에 최소한의 영향을 주는 첨가물이다(Table 3). 일반적으로 지방대체제는 살코기, 수분, 단백질 및 탄수화물 대체제 및 기타 합성 물질로 구분된다.

지방감소 효과(Fat Reduction Effects)

지방과 육단백질이 단단하게 결합되어 제조된 유화형 소

시지와는 달리 지방을 제거한 저지방 세절 육제품(low-fat comminuted meat products)은 지방제거에 의한 조직과 향미의 변화를 가져올 수 있다. 일반적으로 저지방 육제품은 지방대신 수분의 첨가로 인한 가열감량이 많이 생기고 외부 표피가 생기며 조직이 너무 뻣뻣해지며 지방에서 나타나는 식감이 감소되므로 기존의 제품과 같은 방식으로 제조시에는 많은 문제점이 나타나게 된다. 유화형 육제품과 저지방 육제품과의 주사현미경적 관찰을 통하여 3차원적인 구조가 확인되었으며(Chin et al., 2000) 저지방 육제품 제조시 첨가되는 지방대체제는 가열감량과 저장중의 유리수분의 양을 감소시키고 단백질간의 결합력을 약화시켜 조직을 다소 부드럽게 해 주는 역할을 할 수 있다(Fig. 1).

지방대체제들(Fat Replacers)

수분(Added Water)

수분은 저지방 육제품 제조시 사용되는 지방대체제로서 가장 값싸고 많이 이용되는 지방대체제이다. 우리나라의 경우 소시지는 수분이 70% 이하이고 지방이 35% 이하이며, 프레스햄의 경우 수분 75% 이하, 조지방이 20% 이하 및 일반햄은 수분 72% 이하, 조지방 10% 이하로 규정되어 있다. 따라서 최종수분의 함량에 따라서 제품의 질이 결정되고 있다. 한편 미국의 경우 Protein fat free values가 설정되어 있어서 염지육에서 지방을 제외한 단백질의 함량을 구하여 제조하고자 하는 최종제품의 수분함량을 결정한다. 소시지의 경우는 "40% rule"이 있어서 첨가할 수분의 양과 최종지방의 함이 40%를 넘을 수 없다. 이 원칙에 의하여 유화형 소시지의 경우 수분이 10~39%까지, 그리고 지방은 30% 이내의 다양한 제품을 생산할 수 있다. 첨가된 수분은 식육단백질과 첨가한 지방대체제 및 첨가물을 수화시키고 고르게 섞이게 하는 작용을 하여 바람직한 기호성을 주지만 과도한 수분첨가에 의한 가공 공정 중 수분의 유리와 조직감의 변화를 줄 수 있기 때문에 단백질의 함량에 비례한 적당량의 수분의 첨가

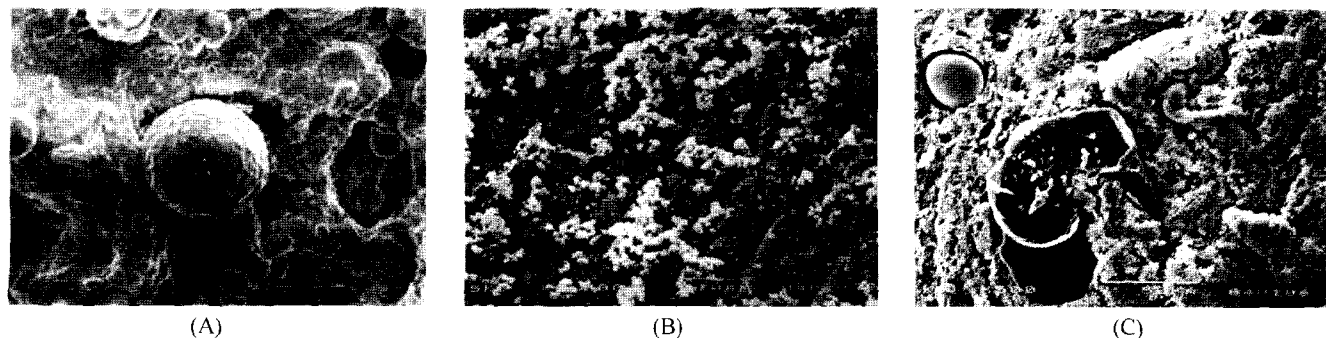


Fig. 1. Scanning electron micrographs of low-fat bolognas as compared to regular-fat counterpart (A=regular-fat bologna; B=low-fat bologna; C= low-fat bologna with fat replacers).

Table 4. The composition of soy protein preparation

Component	Soy flour	Concentrate	Isolate
(%).....		
Protein	56.0	72.0	96.0
Fat	1.0	1.0	0.1
Fiber	3.5	4.5	0.1
Ash	6.0	5.0	3.5
Carbohydrate	33.5	17.5	0.3

(Kinsella, 1979)

는 매우 중요하다(Uram et al., 1984). 기존의 유화형 육제품과는 달리 저지방 세절 육제품의 경우 많은 수분량의 함유로 인한 저장성의 감소가 나타나는데 젯산나트륨과 지방대체제의 첨가로 일부 저장성을 증진시킬 수 있다고 보고되었다(Murano and Rust, 1995; Bloukas et al., 1997; Chin and Choi, 2001).

비 육류단백질 대체제

1) 대두단백질(Soy Proteins)

대두단백질은 정제정도와 단백질 함량에 따라 flour(40~54%, 단백질), concentrate (<70%, 단백질), isolate(>90%, 단백질)로 나뉘어지며(Kinsella, 1979, Table 4), 저지방 육제품에 이용되어 보수력을 증대시켜 가열수율을 높이고 다즙성 및 조직감을 증대시키므로 지방대체제로 자주 사용되고 있다(Brown and Zayas, 1990; McMIndes, 1991). 또한 동결한 우육의 저지방 패티와 생 소시지에서 대두단백질이 지방산화 억제작용이 보고되었으며, 특히 철이나 아연과 같은 2가 이온이 많이 함유된 경우 오히려 지방산화를 촉진한다고 보고하였다. 대두단백질이 비교적 덜 정제된 flour의 경우 잔존 탄수화물이 미생물의 증식을 촉진시키고, 색도와 외관을 오히려 감소시키는 역할을 한다. 세절 육가공제품에 있어서 지방과 대체된 대두단백질은 결합력을 증진시키고, 보수력과 가열수율을 증진시키며 특히 육단백질과 대체하여 단가를 절감할 수 있다. 대두단백질을 첨가하여 15%의 지방을 함유

하는 frankfurter는 30%의 지방을 함유하는 것과 큰 차이가 없었고(Decker et al., 1986), 3% 이상 첨가하면 경도와 불쾌취가 증가한다고 보고하였다. 저지방 볼로나 소시지 제조시 약 2% 이내의 대두단백질을 첨가하면 풍미와 조직감이 30%의 지방을 갖는 대조구와 큰 차이를 나타내지 않으며 이것은 혼합지방 대체제의 상승효과에 기인한다고 Chin 등(1999, 2000)은 보고하였다.

2) 우유단백질(Milk Proteins)

우유단백질은 대개 우유성분으로부터 기초로 하여 지방을 제거한 탈지유로부터 생산되는데, 카제인 단백질(casein)과 유청 단백질(whey protein)로 분류되어진다. 카제인 단백질은 우유단백질을 효소 등으로 침전시키고, 세척 후 염을 첨가하고 가열 후 건조시켜 백색의 분말로 생산된다. 카제인 염(sodium caseinate)은 육제품의 유화력을 증진시키고 다즙성과 부드러운 조직감을 주기 위하여 첨가된다. 특히 유화형 육제품에서 카제인 염은 식육단백질과 반응 후 차차 지방층으로 흡수되고 가열 처리 중 유화안정에 기여하고 수분의 증발을 막아주는 역할을 한다. 또한 지방이 첨가되지 않은 유화형 육제품에서는 생성된 단백질 겔이 육류단백질과 함께 굳어 탄력성이 있는 조직감을 제공하여 준다. 우유단백질의 예를 보면 Table 5과 같다.

탈지분유(nonfat dry milk, NFD)는 살균된 탈지유를 농축시키고 건조시켜 분말로 만든 우유제품이다. 탈지분유는 카제인 염과 같은 용도로 사용되지만 약간 낮은 단백질 함량과 경제적인 잇점이 있다. 특히 탈지분유는 가열소시지에서 향미, 색 및 유화력을 증진시키는데 기여하고 있다(Park and Carpenter, 1987). 한편 탈지분유에서 칼슘을 제거시킨 제품은 지방분리를 막고 푸석푸석한 조직감을 방지하며 유화 안정성에 기여한다(Keeton et al., 1984).

유청단백질(whey protein)은 건조유청, 농축물, 순수정제를 포함한 다양한 형태로 존재한다. 유청단백질에는 특히 leucine, isoleucine 및 valine과 같은 필수아미노산이 많이 함유되어 있고 농축물의 경우 30~80%의 단백질을 포함한다. 유청단백질은 70℃ 이하 또는 pH 3~5 사이에서 용해되고,

Table 5. Milk protein ingredients for the low-fat meat products

Ingredients	Protein(%)	Properties	Applications
NFDM ¹	34~36	Water binding, foam formation, emulsification	Meat and meat analogs
Caseinate	89~94	Superior emulsification, water binding	Meat products, meat analogs
Dried whey	2.5~13.1	Some forming, texture formation, absorption media	Meat products
WPC ²	30~80	Excellent water-binding, gelation foaming, emulsification	Meat products, surimi fat substitute
WPI ³	> 90	Enhancement of WPC properties	

¹NFDM - non-fat Dry Milk; ²WPC: Whey Protein Concentrate; ³WPI - Whey Protein Isolate (Keeton, 1996).

가열시 점도가 증가되고 보수력이 증가된다. 따라서 함께 첨가된 당은 열 안정성을 증대시켜준다. 가열이 진행되어 65°C 이상이 되면 난백과 같은 단단하고 탄력성이 있는 겔이 형성되는데 이와 같은 겔형성을 위한 최소 단백질은 3% 이내이다. 이와 같이 세절 육제품에서 가열 겔의 형성은 바람직한 조직감을 부여하는데 중요하며 가열 중 고기입자의 응집성과 수축을 감소시킴으로써 다즙성을 증가시켜준다(Casella, 1983; Ensor et al., 1987).

3) 옥수수, 밀 및 기타 단백질들 (Corn, Wheat and Others)

옥수수나 밀 단백질은 저지방 육제품에 사용되어 대두나 유유단백질과 같이 가열수축을 높이고, 수분과 지방의 보유능력을 증진시킬 뿐만 아니라 증량제로서 작용을 한다(Brown and Zayas, 1990). 이와 같은 단백질은 또한 필수아미노산의 중요한 급원으로 작용함으로써 영양소를 제공한다. 기타 해바라기씨 단백질은 분쇄육이나 세절 육제품에서 가열수축, 유화력을 증진시킨다고 보고하였고 따라서 앞으로 많은 연구가 수행되어야 할 분야로 사료된다 (Mittel and Johnson, 1985).

4) 계란단백질(Egg Protein)

전란, 난백 및 난황으로부터 분리되는 계란 단백질은 식품 속의 기포(foaming) 생성능력과 유화력과 보수력을 증대시키지만 다른 단백질에 비하여 단가가 비싸기 때문에 많이 사용되지 못하고 있다. 볼로나 소시지의 제조시 계란단백질(3%)의 첨가는 품질에 저하를 일으키지 않으며 경도 및 응집성 등과 같은 조직감을 부여한다고 보고하였다(Caballo et al., 1995).

5) 젤라틴(Gelatin)

동물의 결합조직의 구성성분인 collagen을 수화하여 생성시킨 젤라틴을 식육가공품의 제조시 첨가하면 수분 보유능력이 좋기 때문에 자주 사용되고 있으나 결합력을 격감시킬 수 있기 때문에 사용량이 다소 제한되고 있다. 젤라틴은 두 가지 형태로 나뉘는데 Type A와 Type B로 나누어지며 Type A는 등전점의 pH가 7에서 9사이인 반면, Type B는 등전점이 4.8에서 5.2사이이다. 이와 같은 결합조직의 첨가는 조직의 결합력을 낮추기는 하나 저지방 육제품의 다즙성을 증가시킨다고 보고하였다(Campbell et al., 1996).

탄수화물류(Carbohydrates)

1) 전분(Starch)과 말토덱스트린(Maltodextrin)

전분과 효소에 의한 가수분해 형태인 말토덱스트린은 식육가공품의 보수력과 조직감을 증가시키기 위하여 사용되고 있다(Skrede, 1989). 약 3%의 젤라틴화 된 감자전분을 분쇄육에 첨가하였을 때 가열수축과 연도가 증가하였으나 전반적으로 관능적인 향미가 낮고 다즙성이 줄어 전분의 양을 낮추거나 우육 인공 향미제의 첨가가 불가피하였다고 보고되었다(Berry and Wergin, 1990). 최종지방 함량이 5% 이하가 되기 위하여 폴리덱스트린, 감자전분 등을 혼합 첨가하였을 경우 패티의 색을 밝게 하였고, 가열감량을 20~40% 정도 줄였을 뿐만 아니라 우육의 향이나 다즙성도 오히려 증가하였다(Trout et al., 1992). 따라서 전분 자체만 첨가하는 것보다 비육류단백질이나 친수성 콜로이드를 함께 첨가하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 또한 Oatrim은 귀리전분의 효소적 가수분해 산물로서 식육가공품에 이용되고 있다.

2) 친수성 콜로이드(Hydrocolloids)

(1) 콘 작(Konjac flour)

중동지방의 다년생 약초식물인 *Amorphophallus konjac*의 괴경을 건조, 분쇄 및 키질하여 콘작 전분입자를 추출하여 제조된다(Tye, 1991). 콘작은 30만 이상의 분자량을 갖는 거대분자로서 glucose 3분자와 mannose 2분자가 β -1,4 결합으로 글루코만난(glucomannan)을 형성하고 있다. 특히 매 19개의 glucose와 mannose의 중합체에 acetyl group이 결합되어 수화력을 높여 준다. 콘작을 약 알칼리나 가열에 의하여 탈아세틸화 시킴에 의하여 3차원적인 가열 겔을 형성시킬 수 있고 콘작 자체의 80~100%의 수분을 흡수할 수 있는 강한 흡습성을 가지고 있다. 따라서 콘작은 식품에 점성을 주거나 가열 겔을 형성할 수 있을 뿐만 아니라 다른 친수성 콜로이드인 카라기난, xanthan gum 및 locust bean gum 등과 결합되어 훨씬 탄력성이 있는 가열 겔을 생성할 수 있다고 보고되었다.

콘작은 저지방 육제품의 제조에 다양하게 사용되고 있다. 강직 전 돈육소시지의 제조시 콘작 겔이 약 10~20% 첨가되면 기존의 36%의 지방을 함유하는 대조구에 비하여 가열수축이 높고 관능적인 성상 및 전단력을 높게 하였다고 보고하였다(Osborn and Keeton, 1994). 더욱이 콘작이 다른 친수성 콜로이드와 상승작용이 있음을 고려하여 콘작과 카파(kappa)-카라기난 또는 전분을 혼합하여 겔을 제조 후에 저지방 소시지의 제조시 첨가하면 기능성 뿐만 아니라 조직감이 더욱 좋아짐을 제시하였다(Becker, 1996; Chin et al., 1998a,b). 또한 저지방 소시지의 제조시 첨가한 혼합 겔은 과도한 지방의 제거로 나타날 수 있는 관능적인 성상을 보완할 수 있고 조직적인 결합을 보완할 수 있기 때문에 필요한 첨가물이라 할

수 있다. Chin (2000)은 식육단백질을 첨가하여 친수성 콜로이드와 반응시킨 후 가열 겔을 형성하였고 겔 강도를 측정하여 본 결과, 친수성 콜로이드중에서 큰작은 단일 첨가구보다 카라기난과 혼합첨가시 겔 강도가 높고 보수력이 증진되었다고 보고하였으며, 가열 겔 형성의 최적 조건은 pH가 6.0 이상이고 친수성 콜로이드의 첨가량이 1.0% 및 가열 겔의 형성 온도가 70°C 이상이면 적합하였다고 결론지었다(Chin and Chung, 2002).

(2) 카라기난(Carrageenan)

카라기난(carrageenan)은 *Rhodophyceae*라 부르는 해조류로부터 추출된 황이 함유된 탄수화물(galactose)로 구성되어 있다(Igoc, 1982). 카라기난은 kappa, iota 및 lambda 3가지 형태를 가지고 있는데, kappa와 iota는 겔 형성능력을 가지고 있는 반면, lambda는 겔 형성능력이 없고 단지 식품에 점성을 부여한다. kappa형태는 보수력이 좋고 가열감량 및 조직감을 부여하기 때문에 재구성육이나 육가공제품에 있어서 가장 일반적으로 사용되는 형태이다(Huffman et al., 1991). 한편 iota는 주로 동결에 비교적 안정성을 가지고 있어서 동결우육 패티와 같은 냉동제품의 제조에 이용된다. 약 0.5%의 카라기난을 함유한 저지방 햄버거 패티(10% 지방)는 기존의 햄버거 패티와 유사한 조직학적 성상을 갖는 것으로 보고되었고(Huffman and Egbert, 1990), kappa 카라기난 0.5~1.0%와 식염 2~3%를 갖는 beef roll에서 가열감량이 낮고 조직적인 성상이 증진되었다고 보고하였다. 카라기난은 소시지와 같은 세절 육제품에도 많이 이용되고 있는데 저지방 유향물에서 kappa와 iota형의 카라기난은 둘다 보수력을 증진시켰고, kappa형은 경도를 증진시켰다(Foegeding and Ramsey, 1986). 저지방 저염 제품에서 카라기난의 첨가는 관능적인 성상을 증진시키는데 매우 효과적이었다고 보고되었다. 따라서 카라기난의 식육가공품의 이용은 기능적, 조직적 그리고 관능적인 성상을 증진시켰고, 첨가량은 0.5~1.0%가 적당하다고 보고되었다. 저지방 소시지의 경우 카라기난의 단독 사용보다 다른 친수성 콜로이드와의 복합사용이 더욱 상승 효과가 있어서 복합사용을 권장하였다(Chin and Lee, 2002).

(3) Alginate

Alginate는 mannuronic acid와 glucuronic acid를 함유하는 연쇄상의 탄수화물로서 분쇄육이나 재구성육의 결합력을 증진시키기 위하여 사용되고 있다. 특히 algin/calcium 가열 겔은 재구성 육제품 제조에 이용되어 대조구보다 결합력 및 응집성을 증진시켰고, calcium alginate를 코팅한 돈육 패티의 경우 대조구보다 warmed over flavor를 적게 발생시켜 지방 산화를 억제한다고 보고되었다(Wanstedt et al., 1981).

(4) Xanthan Gums

*Xanthaomonas campestris*라 불리는 미생물의 발효에 의하여 생성된 고분자탄수화물로서 염과 함께 식품에 점성을 부여하기 위하여 사용된다. Xanthan gum들은 locust bean gum과 결합하여 탄력성 있는 가열 겔을 형성하고 guar gum과 결합하여 점성을 증진시키며 상승효과를 갖고 있는 것으로 보고되고 있다(Sanderson, 1981). 저지방 유향물에서 보수력과 가열수율이 높으나 조직감을 낮추는 역할을 한다(Wallingford and Labuza, 1983; Foegeding and Ramsey, 1987).

(5) 셀룰로오스 유도체 및 섬유소(Cellulose Derivatives and Fibers)

Cellulose는 glucose의 α -1,4 결합으로 이루어진 고분자 다당류로서 식물세포벽을 구성하는 중요 골격으로 불용성이며 소화되지 않는 특성을 가지고 있다. carboxyl methyl cellulose(CMC), methyl cellulose와 hydroxy methyl cellulose 등과 같은 cellulose의 유도체들은 식품첨가물로 이용되어 보수력과 조직감을 증진시킨다. 전분 유도체가 수분에 풀어져서 겔 망상구조를 형성하고 점성을 증진시키는 역할을 한다. 식육가공품에 이용현황을 보면, 지방을 감소시킨 세절 소시지에 CMC의 첨가는 조직감을 약화시켜주고 따라서 조직이 질감을 방지할 수 있다고 보고하였고(Lin et al., 1988), methyl cellulose를 세절우육에 첨가할 경우 점성은 증가하였지만 압착력은 감소하였다고 보고하였다(Hill and Prusa, 1985). 또한 식이섬유(dietary fiber)등은 저지방 햄버거 패티에 첨가되어 가열감량을 줄이고 식감과 다즙성을 주었고 polydextrose나 감자 전분과 같은 탄수화물과 복합 첨가시에는 비 첨가구에 비하여 견고성과 응집성을 감소시켜 결국 20%의 지방을 함유한 기존의 햄버거 패티와 유사한 조직감을 가졌다고 보고하였다(Troutt et al., 1992).

(6) Pectin

펙틴은 식물과 과실류의 일차적인 세포벽을 구성하는 구조탄수화물로 polygalacturonic acid로써 에스테르화의 정도에 따라서 high methoxy(HM)와 low methoxy(LM)로 구분된다. HM pectin은 약 50~80%의 에스테르화된 카아복실 그룹을 가지는 반면, LM pectin은 약 20~40%의 카아복실그룹을 가지고 있다. Pectin은 식육가공품에 첨가되어 조직을 연화시키고 유향안정성을 증진시키는 역할을 한다(Wallingford and Labuza, 1983).

식물성 기름(Vegetable Oils)

미국심장학회에서(American Heart Association, AHA, 1978)는 식품으로서 섭취한 지방이 고혈압이나 심장병과 같은

관상동맥계(coronary heart disease)의 질환과 밀접한 관계가 있다고 보고하였고, 섭취한 총 열량에서 지방이 차지하는 비율이 30% 이상을 넘지 않기를 권장하였다. 특히 동물성 지방에 많이 포함되어 있는 포화지방산은 혈중 콜레스테롤 함량을 증가시킨다는 연구결과가 발표된 이래 소비자들은 동물성 지방의 섭취를 꺼려하고 있는 실정이다. 이러한 관점에서 식육가공품의 제조에 옥수수, 카놀라, 해바라기 및 면실류 등의 식물성 유의 이용은 동물성 지방에 많이 포함되어 있는 포화지방산을 줄임으로써 소비자에게 건강식품으로서 부각될 수 있다고 사료된다. 이전 연구 결과에서, 우육의 지방을 부분적으로 가수화시킨 식물성 유로 교체시 동물성 지방을 사용한 것과 유사한 가열 감량과 기호성을 가진 것으로 보고하였다(Liu et al., 1991). 하지만 저지방 육제품의 제조에 있어서 동물성 지방을 식물성 지방으로 교체시에 조직의 연화나 관능성이 떨어질 수 있다고 Park 등(1989)은 보고하였고, 이러한 결점을 보완하기 위하여 단백질의 함량을 조절하거나 식물성 유와 함께 수분의 양을 증가시키고 보수력을 높일 수 있는 지방대체제의 첨가를 권장하였다. 예를 들면 미리 유화시킨 올리브유를 약 7.5% 첨가한 저지방(10% 지방) frankfurter의 경우 단백질의 함량이 약 12%일 경우 27.6%의 지방과 10.9%의 단백질함량을 갖는 기존의 frankfurter와 유사한 관능적인 특성을 가졌다고 보고하였다. 따라서 식육가공품의 식물성유의 이용은 바람직하나 조직의 변화와 불포화 지방산이 많은 식물성 유의 첨가로 지방산화를 촉진하지 않은 범위에서 단백질의 함량을 조절하는 것이 바람직하다고 사료된다.

지방 치환제(Fat Substitutes)

지방치환제라 함은 지방대체제와는 달리 지방의 골격은 그대로 유지하면서 일부 지방산만 치환시킨 형태를 가지고 있다.

구조지방(Structured Lipid)

구조지방은 triglyceride의 형태에서 지방산의 구조를 short chain과 long chain으로 재배치하여 지방의 기능적 특성을 가지면서 칼로리를 감소시킨 형태를 가지고 있다. 지방의 재배치에 기인하여 구조지방들은 부분적으로 흡수되어 칼로리를 적게 생산하며 건강식품으로서 간주되어지고 있다. 대표적인 것으로 caprenin은 2개의 medium chain 지방산인 caprylic (C8)과 capric acids(C10)와 한 개의 long chain 지방산인 behenic acid(C22)로 구성되어 있다. Behenic acid가 일부 부분적으로만 흡수되기 때문에 caprenin은 9 kcal/g이 아니라 5 kcal/g만 생성시킨다(Keeton, 1996). 한편 Salatrim(short and long acryl triglyceride molecule)은 역시 칼로리를 감소시키

기 위하여 short chain 지방산으로는 acetic, propionic, butyric acid 등이 이용되고 long chain 지방산으로는 palmitic acid, stearic acid 등이 치환되어진다. 이러한 long chain과 short chain의 복합체는 지방의 바람직한 기능성을 가져다 준다. long chain 지방산인 stearic acid는 주로 대두나 카놀라의 완전한 가수분해로 생성된다. Salatrim은 소화되어 지방산과 glycerol로 분해되어지고 short chain fatty acid는 long chain fatty acid보다 칼로리를 적게 내며 stearic acid는 부분적으로 체내로 흡수되기 때문에 salatrim의 칼로리는 상대적으로 낮게 된다(Kosmark, 1996).

당 폴리에스터(Sucrose Polyester)

Sucrose polyester는 sucrose의 골격을 가지고 있고 6~8개의 지방산으로 구성되어 있으며, 당의 hydroxyl group(OH)과 지방산이 결합하는 형태를 가지고 있다. 대표적인 것으로 Olestra가 있는데 소화효소에 의하여 분해되지 않으므로 전혀 칼로리를 생산하지 않는다. Olestra는 현재 스낵식품이나 감자튀김 등의 요리를 할 때 사용되는 것으로 short chain 포화지방산의 치환에 의하여 고체형태로 전환되어질 수 있다. Olestra는 지방산의 크기와 포화 정도의 변형에 의하여 식육가공품 뿐만 아니라 다양한 식품에 적용될 수 있다(Giese, 1996).

복합첨가제(Ingredients Combinations)

식육가공품에 있어서 지방과 같은 식감과 특성을 갖기 위하여 여러 가지 첨가물을 혼합하는 것이 필요하다. 예를 들면 CarraFat™은 carrageenan, 식염, 향미제 등을 혼합한 것으로 패티와 세절 소시지의 제조시 첨가하여 지방과 같은 식감을 줄 수 있고, 탄수화물을 주성분으로 하는 Matricks™ 등을 발효소시지와 같은 육가공제품에 이용될 수 있다. 특히 carrageenan은 konjac flour나 locust bean gum과의 복합사용시 단독으로 사용할 때보다 효과가 좋았고(Chin and Lee, 2002), 대두단백질을 살코기와 대체하여 사용하여 기존의 유화형 소시지와 유사한 조직학적 성상을 갖는 저지방소시지를 개발할 수 있었다고 보고하였다(Chin, 1997; Chin et al., 2000; Choi and Chin, 2002). 따라서 혼합대체제의 첨가는 단독으로 사용할 때보다 더 많은 장점을 가지고 있어서 탄수화물과 단백질의 혼합브랜드화가 필요하다.

효율적인 저지방육제품 제조공정 및 저장

저지방 육제품의 제조는 누구나 할 수 있으나 얼마나 효과적으로 제조하느냐 하는 것은 쉬운 것은 아니다. 따라서 효율적인 배합과 혼합 가공 및 가열공정은 무엇보다도 중요하다 사료된다.

1) 세절 및 혼합과정(Cutting and Mixing)

진공상태하에서 세절 및 혼합과정을 수행하는 것은 저지방 육제품의 제조에 있어서 매우 중요하다. 진공상태의 여부가 특히 저장성에 관련이 있기 때문이고 세절 중 공기혼입에 의한 조직감의 약화를 막을 수 있기 때문에 필요하다. 저지방 소시지의 제조시 첨가되는 빙수의 첨가 또한 세절 온도를 조절한다는 점에서 중요한 의미가 있다고 하겠다. 일반적인 기존의 유화형 소시지의 경우 세절 온도가 15~16℃까지 허용하였지만, 저지방 소시지의 경우 첨가한 친수성 콜로이드와 식육단백질의 적절한 결합상태를 유지하기 위하여 냉장 온도에서 세절 및 혼합이 끝내기를 권장하고 있다(Miles, 1996). 게다가 저지방 소시지의 경우 기존의 유화형 소시지에 비하여 첨가할 빙수의 양이 많고 따라서 세절 시간이 길지만 점성이 그리 높지 않다. 따라서 비 육류단백질이나 지방대체제의 첨가에 의하여 고기반죽의 점성을 높이는 것이 좀더 바람직한 조직감을 위하여 필요하다.

2) 건조, 훈연 및 가열과정(Drying, Smoking and Cooking)

저지방 소시지의 가열수율과 바람직한 외관을 갖기 위하여 기존의 유화형 소시지의 제조공정을 따르되 건조 및 가열 시간을 단축시키는 것이 필요하다. 이것은 기존의 유화형 소시지가 저지방 소시지에 비하여 가열수율이 높고 따라서 수분의 손실이 적기 때문이다(Chin et al., 2000; Choi and Chin, 2002). 유화형 소시지에 비하여 저지방 소시지의 수분함량이 훨씬 많고 건조 및 가열 공정이 빨리 진행되므로 이에 따른 상대적인 건조 및 가열시간의 단축이 필요할 것으로 사료된다.

3) 포장(Packaging)

저지방 소시지의 경우 기존의 유화형 소시지에 비하여 냉장 저장중의 진공포장에 의한 감량이 많이 발생한다. 이것은 과다한 수분의 함유에서 비롯된 것으로 세절, 혼합시 적정 진공상태와 세절 온도의 유지로 방지되어질 수 있다. 다중 적층 필름보다는 단일 필름이 제품의 표면에 밀착하여 저지방 육제품의 감량을 줄일 수 있고, 진공포장보다는 공기조절 포장에 의한 냉장중의 감량을 줄일 수 있을 것으로 보고하였다(Miles, 1996).

결 론

저지방 육제품이라 함은 지방을 제거하고 그 대신 원료육, 수분 및 지방대체제를 이용하여 제조한 육제품으로서 지방 함량이 3~5% 이하의 비교적 낮은 지방함량을 갖는 육제품

이라 정의할 수 있다. 저지방 육제품의 제조를 위한 지방감 소기법은 원료육의 지방을 제거한 살코기를 지방 대신 이용하는 방법, 지방대체제를 이용하는 방법 그리고 복합첨가제를 첨가하는 방법 등 저지방 육제품의 제조에 알맞은 가공기법을 이용하여야 한다. 지방대체제는 지방대신 사용되어 칼로리를 내지 않으나 지방과 같은 식감을 줄 수 있는 물질로서 지방대체제와 치환제로 구분할 수 있다. 지방대체제로는 대표적으로 수분을 들 수 있고 친수성 콜로이드와 같은 탄수화물과 비 육류단백질을 기초로 한 것이고, 지방치환제는 지방의 구조나 골격은 같으나 일부 지방산을 대체하여 소화 및 흡수되지 않음으로써 저 칼로리를 생성한다. 저지방 육제품의 제조는 그리 어렵지 않지만 소비자가 요구하는 기존의 유화형 육제품과 유사한 향미와 조직감을 갖는 육제품의 제조가 필요하다. 이와 같은 육제품을 제조하기 위하여 수분과 단백질의 함량을 조절하거나, 적절한 지방대체제의 선별 및 복합 대체제를 통한 조직감의 개선과 지방과 같은 향미를 생성할 수 있는 전구체를 이용하여 향미를 개선하는 방법이 필요하다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 한국과학재단 목적기초연구(R05-2001-000-00706-0)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. American Heart Association (AHA). (1978) Diet and coronary heart disease. *Circulation*, **58**, 762A-766A.
2. Becker, A. R. (1996) Evaluation of konjac gels as fat substitutes in meat "emulsion" products. M. S. Thesis. Texas A&M University. College Station, TX, USA.
3. Berry, B. W. and Wergin, W. P. (1990) Effects of fat level, starch gel usage and freezing rate on various properties of ground beef patties. *J. Animal Sci.*, **68**, (Suppl.1), 24.
4. Bloukas, J. G., Paneras, E. D. and Fournitzis, G. C. (1997) Sodium lactate and protective culture effects on quality characteristics and shelf-life of low-fat frankfurters produced with olive oil. *Meat Sci.*, **45**(2), 223-238.
5. Brown, L. M. and Zayas, J. F. (1990) Corn germ protein flour as an extender in broiled beef patties. *J. Food Sci.*, **55**, 888-892.
6. Caballo, J., Barreto, G. and Colmenero, F. J. (1995) Starch and egg white influence on properties of bologna sausages as related to fat content. *J. Food Sci.*, **60**, 673-677.
7. Campbell, R. E., Hunt, M. C., Kropf, D. H. and Kastner, C. L. (1996) Low-fat ground beef from desinewed shanks with reincorporation of processed sinew. *J. Food Sci.*, **61**, 1285-1288.
8. Casella, L. J. (1983) Whey use in meat products. *Meat Process*, **22**(7), 76-79.
9. Chin, K. B. (1997) Evaluation of konjac blends, soy protein isolate

- and lean muscle as fat replacements in low-fat meat batters. Ph.D. Dissertation, Texas A&M University. College Station, TX, USA.
0. Chin, K. B. 2000. Functional properties of heat-induced gels prepared with salt soluble proteins, non-meat proteins and hydrocolloids in a model study. *Food Sci. and Biotechnol.*, **9**, 368-371.
 1. Chin, K. B. and Choi, S. H. (2001) Evaluation of the addition of sodium lactate and a fat replacer in very low-fat bologna on the product quality and shelf-life effect during refrigerated storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **30(5)**, 858-864.
 2. Chin, K. B. and Chung, B. K. (2002) Development of low-fat meat processing technology using interactions between meat protein and hydrocolloids. I. Optimization of interactions between meat proteins and hydrocolloids by model study. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **31(3)**, 438-444.
 3. Chin, K. B. and Lee H. C. (2002) Development of low-fat meat processing technology using interactions between meat protein and hydrocolloids. II. Development of low-fat sausages using the results of model study. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **31(4)**, 629-635.
 4. Chin, K. B., Keeton, J. T., Longnecker, M. T. and Lamkey, J. W. (1998a) Functional, textural and microstructural properties of low-fat bologna (model system) formulated with a konjac blend. *J. Food Sci.*, **63**, 801-807.
 5. Chin, K. B., Keeton, J. T., Longnecker, M. T. and Lamkey, J. W. (1998b) Low-fat bologna in a model system with varying types and levels of konjac blends. *J. Food Sci.*, **63**, 808-813.
 6. Chin, K. B., Keeton, J. T., Longnecker, M. T. and Lamkey, J. W. (1999) Utilization of soy protein isolate in a low-fat bologna model system with two level and two types of konjac blends. *Meat Sci.*, **53**, 45-57.
 7. Chin, K. B., Keeton, J. T., Longnecker, M. T. and Lamkey, J. W. (2000) Evaluation of konjac blends and soy protein isolate as fat replacements in a low-fat bologna. *J. Food Sci.*, **65**, 756-763.
 8. Choi, S. H. and Chin K. B. (2002) Development of low-fat comminuted sausage manufactured with various fat replacers similar textural characteristics to those with a regular fat counterpart. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **34(4)**, 577-582.
 9. Chung, H. D. (2002) Evaluation of product quality of comminuted sausage sold in Gwangju. B. S. Thesis. Dept. of Animal Science, Chonnam National University.
 20. Cross, H. R., Berry, B. W. and Wells, L. H. (1980) Effect of fat level and cooking source on the chemical sensory and cooking properties of ground beef patties. *J. Food Sci.*, **45**, 791-793.
 21. Decker, C. D., Conley, C. C. and Richert, S. H. (1986) Use of isolated soy protein in the development of frankfurters with reduced levels of fat, calories, and cholesterol. *Proceedings 40th Reciprocal Meat Conference*, St. Paul, MN, pp. 93-103.
 22. Ensor, S. A., Calkins, C. R. and Quint, L. N. (1987) Comparative evaluation of whey protein concentrate, soy protein isolate and calcium-reduced non-fat dry milk as binders in an emulsion-type sausage. *J. Food Sci.*, **52**, 1155-1158.
 23. Foegeding, E. A. and Ramsey, S. R. (1986) Effect of gums on low-fat meat batters. *J. Food Sci.*, **51**, 1495-1498.
 24. Foegeding, E. A. and Ramsey, S. R. (1987) Rheological and water holding properties of gelled meat batters containing iota-carrageenan, kappa-carrageenan or xanthan gum. *J. Food Sci.*, **52**, 549-553.
 25. Giese, J. (1996) Olestra; properties, regulatory concerns, and applications. *Food Technol.*, **50(3)**, 130-131.
 26. Hill, S. E and Prusa, K. J. (1985) Physical and sensory properties of lean ground beef patties containing methylcellulose and hydroxy propylmethyl cellulose. *J. Food Quality*, **11**, 331-337.
 27. Huffman, D. L. and Egbert, W. R. (1990) Advances in lean ground beef production. *Alabama Agriculture Experiment Station. Bulletin*, No 606. pp.1-27. Auburn University, AL.
 28. Huffman, D. L., Egbert, W. R., Chen, C. and Dylewski, D. P. (1991) Technology for low-fat ground beef. *Proceedings 44th Reciprocal Meat Conference*. pp.73-77.
 29. Igoe, R. S. (1982) Hydrocolloids interactions useful in food systems. *Food Technol.*, **36(4)**, 72-74.
 30. John, L. C., Buyck, M. J., Keeton, J. T., Leu, R. and Smith, S. B. (1986). Sensory and physical attributes of frankfurters with reduced fat and elevated monounsaturated fats. *J. Food Sci.*, **51**, 1144-1149.
 31. Keeton, J. T. (1994) Low-fat meat products - Technological problems with processing. *Meat Sci.*, **36**, 261-276.
 32. Keeton, J. T. (1996) Non-meat ingredients for low-/no-fat processed meats. *Proceedings 49th Reciprocal Meat Conference*, pp. 23-31.
 33. Keeton, J. T., Foegeding, E. A. and Patana-anake. (1984) A comparison of non-meat proteins, sodium tripolyphosphate and processing temperature effects on physical and sensory properties of frankfurters. *J. Food Sci.*, **49**, 1462-1465.
 34. Kinsella, J. E. (1979) Functional properties of soy proteins. *J. Amer. Oil. Chem. Soc.*, **56**, 242-258.
 35. Korean Food Regulations. (1997) Food standard and criterions: Meat products. *Korean Food Industrial Association*. pp. 225-229.
 36. Kosmark, R. (1996) Salatrim; Properties and applications. *Food Technol.*, **50(4)**, 98-101.
 37. Lin, K. C., Keeton, J. T., Gilchrist, C. L. and Cross, H. L. (1988) Comparison of carboxymethyl cellulose with differing molecular features in low-fat frankfurters. *J. Food Sci.*, **53**, 1592-1595.
 38. Liu, K. C., Huffmann, D. L. and Egbert, W. R. (1991) Replacement of beef fat with partially hydrogenated plant oil in lean ground beef patties. *J. Food Sci.*, **56**, 861-862.
 39. McMIndes, M. K. (1991) Application of isolated soy protein in low-fat meat products. *Food Technol.*, **45**, 61-64.
 40. Miles, R. S. (1996) Developing and manufacturing low-/Now-fat products and processes. *49th Reciprocal Meat Conference*, pp 17-20.
 41. Mittel, G. S. and Osborne, W. R. (1985) Meat emulsion extender. *Food Technol.*, **39**, 121-130.
 42. Moon, J. D., Park, G. B., Lee, H. G., Kim, Y. G., Jin, S. K., Lee, I. K., Shin, T. S. and Song, D. J. (1996a). Effects of seed oils, water and carrageenan on the sensory properties of low-fat sausages during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **16**, 121-126.
 43. Moon, J. D., Park, G. B., Kim, J. S., Park, T. S., Lee, I. K., Shin, T. S. and Song, D. J. (1996b). Effects of seed oils, water and

- carrageenan on the texture property of low-fat sausages during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **16**, 127-133.
44. Murano, E. A. and Rust, R. E. (1995) General microbial profile of low-fat frankfurters formulated with sodium lactate and a texture modifier. *Muscle Foods*, **18**, 313-323.
 45. Osburn, W. N. and Keeton, J. T. (1994) Konjac flour gels as fat substitutes in low-fat pre-rigor fresh pork sausage. *J. Food Sci.*, **58**, 484-489.
 46. Park, J., Rhee, K. S., Keeton, J. T. and Rhee, K. C. (1989) Properties of low-fat frankfurters containing monosaturated and omega-3 polysaturated oils. *J. Food Sci.*, **54**, 500-504.
 47. Park, L. L. and Carpenter, J. A. (1987) Functionality of six non-meat proteins in meat emulsion system. *J. Food Sci.*, **52**, 271-274, 278.
 48. Rhee, K. S., Ziprin, Y. A. and Davison, T. L. (1990) Characteristics of pork products from swine fed a high monounsaturated fat diet; part 2-uncured processed products. *Meat Sci.*, **27**, 343-357.
 49. Sanderson, G. R. (1981) Polysaccharides in foods. *Food Technol.*, **35**, 50-57, 83.
 50. Shackelford, S. D., Miller, M. F., Haydon, K. D. and Reagan, J. O. (1990a) Evaluation of feeding elevated levels of monounsaturated fats to growing-finishing swine on acceptability of low-fat sausage. *J. Food Sci.*, **55**, 937-941.
 51. Shackelford, S. D., Miller, M. F., Haydon, K. D. and Reagan, J. O. (1990b) Effect of feeding elevated levels of monounsaturated fats to growing swine on acceptability of low-fat sausages. *J. Food Sci.*, **55**, 1497-1500.
 52. Skrede, G. (1989) Comparison of various types of starch when used in meat sausage. *Meat Sci.*, **25**, 282-287.
 53. Trout, E. S., Hunt, M. C., Johnson, D. E., Claus, J. R., Kastner, C. L. and Kropf, D. H. (1992) Characteristics of low-fat ground beef containing texture-modifying ingredients. *J. Food Sci.*, **57**, 19-24.
 54. Tye, R. J. (1991) Konjac flour: Properties of and applications. *Food Technol.*, **45**, 87-92.
 55. Uram, G. A., Carpenter, J. A. and Reagan, J. O. (1984) Effects of emulsions, particle size and levels of added water on the acceptability of smoked sausages. *J. Food Sci.*, **49**, 966-967.
 56. USDA. (1996) Nutrient content claims for fat, fatty acids, and cholesterol content of meat products. Subpart G-cooked sausage. Code of federal Regulations. Title 9, Pt. 317. 362. Office of Federal Register, National Archives and Records Administration, GSA, Washington, DC.
 57. Wallingford, L. and Labuza, T. P. (1983) Evaluation of water binding properties of food hydrocolloids by physical/chemical methods and in a low-fat emulsion. *J. Food Sci.*, **48**, 1-5.
 58. Wanstedt, K. G., Seidelman, S. C., Donnelly, L. S. and Quenzer, N. M. (1981) Sensory attributes of precooked, calcium alginate-coated pork patties. *J. Food Prot.*, **44**, 732-735.

(Accepted December 17, 2002)