

## 육류의 전통 훈제가공기법

유 익 종

축산물이용연구부

훈연(Smoking)의 역사는 오래전 불을 사용하면 서 부터 시작되었으며 염지와 마찬가지로 사냥으로 잡은 고기를 오랫동안 보존하기 위해서 사용되었고, 사람들은 훈연을 하면 고기를 오랫동안 먹을 수 있을 뿐 아니라 향이 좋아지고 색도 좋아짐을 알면서 많이 이용하여 왔다.

우리나라에서는 「증보산림경제」에 산돼지, 집돼지의 훈연방법이 기록되어 있으며 주방이나 헛간 부엌에 시렁을 메고 아궁이에 지핀 장작불의 그름 속에서 훈연하였다.

훈연은 오늘날까지도 고기나 다른 식품을 보존하고 풍미와 색을 좋게하는 목적으로 이용되고 있으나, 냉장방법 또는 첨가물의 발달로 식품자체에 충분한 보존성을 주지 않아도 꽤 장시간 저장이 가능해졌기 때문에 훈연의 보존효과에 대한 중요성은 감소 되었고 오히려 풍미를 좋게하고 외관을 좋게 하는 것이 제일의 목적이 되었다.

### 1. 훈연의 목적

고기를 훈연하는 주요 목적은 ① 제품의 보전성 부여, ② 풍미개선, ③ 제품의 육색 향상, ④ 새로

운 제품 창조, ⑤ 산화방지 등이다.

고기는 훈연에 의하여 형성된 독특한 향기 때문에 완전히 다른 육제품이 만들어진다. 요즘 훈연된 제품들이 많이 나와 있고, 과거에는 강하게 훈연하였으나 점점 약한 훈연향을 선호하는 경향이 있어 많은 상업적 제품들은 훈연향을 가볍게 하는 경향이다.

훈연과 가열처리는 일반적으로 동시에 일어나며 이때 염지에 의하여 형성된 염지육색이 가열에 의하여 안정되어 육색을 좋게하는 원인이 된다. 그리고 대부분의 제품에서 일어나는 갈색의 색조도 훈연에 의하여 더 강하게 나타난다. 갈색화 또는 maillard 반응은 훈연한 제품의 표면에 특징있는 갈색 발현에 기여한다. 갈색화의 기전은 아직 밝혀지지 않았지만 그것은 고기 단백질 또는 질소화합물의 유리 아미노그룹과 당과 탄수화물의 carbonyl기와의 반응이다. Carbonyl은 나무 연기의 주요 성분이며 이것들이 고기를 훈연하는 동안 갈변화를 일으키는 주요 작용을 한다.

훈연은 연기성분 중 phenol이나 유기산이 갖는 살균작용에 의하여 표면의 미생물을 감소시켜 저장기간을 연장시키고 훈연공정 중 표면의 수분증발도

미생물의 성장을 억제하는데 중요한 역할을 한다. 또한 항산화 작용에 의하여 지방의 산화를 억제하여 고기훈연제품의 저장기간을 연장시킨다.

## 2. 연기의 성질

나무를 태울 때 200종류 이상의 화합물이 연기에서 분리되어 진다. 이 모든 화합물이 고기를 훈연하는데 필요한 것은 아니며, 훈연재의 종류와 연소방법 등에 따라서 연기성분에 차이가 생긴다. 연기성분은 고기의 보존성과 향미에 큰영향을 주는데 모든 성분이 중요한 것은 아니고 가장 중요한 연기성분은 일반적으로 페놀류, 알콜, 카보닐, 유기산이다.

### 2.1 페놀류 (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH)

나무연기로 부터 20종류의 서로 다른 페놀류가 분리되었고, 많은 과학자들은 연기향의 최초원인이 페놀임을 알아냈다. 고기나 식품의 훈연중 페놀의 역할은 ① 항산화역할, ② 훈연향 부여, ③ 방부성효과 이다. 페놀은 훈연제품 깊숙히 침투하지 못하므로 주로 표면 미생물 발육억제로서 방부성을 부여하고, 연기의 항산화능력은 훈연제품에서 가장 중요하다고 할 수 있다.

### 2.2 알콜(R-OH)

나무 연기로 부터 많은 종류의 알콜들이 분리되었다. 이들 중 가장 일반적이고 단순한 것은 methanol 또는 wood alcohol이다. 알콜의 역할은 다른 성분들을 운반하여 제품내부에 침투를 도와주는 역할을 한다. 알콜은 훈연향을 내는데는 기여하지만 미생물 성장억제효과는 없고 나무연기 성분 중에서 중요성이 가장 덜 하다.

### 2.3 유기산 (R-COOH)

유기산의 대부분은 acetic acid이며 또 caproic acid, propionic acid, syringic acid 등 많은 양이 존재한다. 유기산은 훈연제품의 풍미에 영향을 주

고 방부성을 증가시키며 표면 단백질을 변성시켜 케이싱이 쉽게 벗겨지게 해준다.

## 2.4 칼보닐(R-CO-R')

칼보닐화합물에는 methyl glyoxal, furfural, acetone, acetic aldehyde, ethanol이 포함된다. 칼보닐 화합물은 연기작용 중 색형성에 중요하며 amino기와 결합하여 melanoid 색소 생산으로 제품색깔을 갈색으로 만든다. 훈연제품의 갈색은 protein-carbonyl 반응의 결과이다.

## 3. 연기의 생산

연기는 나무의 정상적인 산화에 의한 혐기적 증류(anaerobic distillation) 분해결과이다. 모든 산화가 연기를 내는 것은 아니다. 나무는 40-60%의 cellulose, 20-30%의 hemicellulose, 20-30%의 lignin으로 이루어져 있으며 이들의 분해로 연기가 생기고, 그 구성성분은 200-500℃ 온도에서 많은 성분을 분해해서 생긴다. Wasserman (1971)은 나무의 anaerobic distillation을 3 zone으로 설명하였다.

Zone A : 나무의 건조와 acetic acid생성

Zone B(200-280℃) : CO<sub>2</sub>, acetic acid, formic acid 생성

Zone C(280-500℃) : 많은 양의 화합물 생성 열에 의하여 나무가 분해되는 동안 온도경사가 나무의 내부와 외부에 존재하게 된다. 외부표면은 산화되고 내부표면은 산화되기 전 탈수상태가 된다. 탈수되는 사이에 표면온도는 100℃를 넘고 일산화탄소, 이산화탄소, 초산 같은 휘발성유기산이 발생된다. 내부 수분의 수준은 0에 가까워지고 온도는 200-400℃로 급격히 증가한다. 여기서 온도가 떨어지면 연기가 분해는 일어나지 않는다. 200-260℃에서 가스의 방출과 휘발성유기산의 발생이 많고, 260-310℃사이에서 주로 목탄액이 생성되고 약간의 tar가 생성되며 310℃에 이르면 lignin이 분해되어 페놀과 그 유도체가 생긴다.

혼연 중 연소와 산화는 동시에 일어나지만 연기의 양과 질은 발생조건에 따라서 다르다.

이들 연기성분은 혼연되는 동안 산소에 의하여 영향을 받으며 공기의 양을 제한하면 연기는 검고 많은 양의 carboxyl acid가 생긴다. 이러한 연기는 고기혼연에 바람직하지 않으며 연소하는 동안 공기를 충분히 공급하면 연기성분의 생산은 약 8배까지 최대화된다.

Lignin분해와 페놀생산은 310°C에서 최대이고 산은 낮은 온도에서 많이 생산되므로 310°C 이상과 310°C 이하 온도에서의 연기 생산은 다르다. 가장 유효한 성분인 페놀류는 400°C의 연소온도에서 최대가 되나, 이 온도 이상에서는 또한 유해한 benzyrene, dibenzanthracene 등이 많이 생성되는 것으로 보고되므로 340°C 정도의 온도가 좋다.

#### 4. 혼연재의 종류

고기나 다른 동물성식품을 혼연하는데 옥수수 속대, 굳은질의 나무(hard wood)나 연질의 나무(soft wood) 등 다양한 연료가 사용되어왔다. 연료가 다양한 만큼 연료의 성분 조성에 변이가 크기 때문에 연기의 조성은 달라진다.

연기생산은 각각의 연료와 그들의 조성에 크게 의존한다. 연기발생에 이용되는 목재는 수지함량이 적고 향기가 좋으며 방부성물질의 발생량이 많은 것이 좋다. 보통 굳은질의 나무로서 참나무, 밤나무, 도토리나무, 감나무, 벚꽃나무 등이 쓰이고 또한 옥수수속(corn cob), 왕겨 등도 쉽게 구할 수 있어 흔히 사용된다. 연질의 나무는 수지함량이 많아 잘 쓰이지 않으며 주로 쓰이는 단단한 나무를 잘 건조시킨 후 사용하기전에 수분함량을 20-40%로 조절하여 이용한다.

#### 5. 혼연장치

혼연에 있어서는 연기를 발생시키고 이것을 간직하여 둘 수 있는 설비가 필요하며 이것을 혼연실이

라 한다. 혼연실에는 여러 가지 형식이 있으나 크게 나누어 직접발연식과 간접발연식으로 나누고 있다.

##### 5.1 직접발연식

직접발연식이란 혼연실내에서 직접 혼연재를 태워 연기를 발생시키는 것으로 직화식 또는 자연대류식 이라고도 한다. 혼연에 있어서는 일정한 열도 필요한데 이 직접발연식에 있어서는 혼연재를 태워서 연기와 열을 얻기 때문에 두 가지를 조절하기 어렵게 되어 있다.

##### 5.2 간접발연식

연기발생장치를 혼연실 밖에 두어 연기발생기에서 생산된 연기를 안으로 도입하여 혼연하게 되어 있는 것으로 혼연실은 자연순환식, 공기조절 또는 강제환기식 및 연속식의 3가지가 있다.

자연공기 순환식은 대류가 일어나도록 설계되어 있고 공기조절변(damper)을 열고 닫음으로써 이에 따라 공기의 순환이 일어난다.

공기조절 또는 강제환기식은 일반적으로 많이 사용되는 형식으로 조절이 간편하며, 제품의 가열 또는 부분가열이 가능하다. 공기의 순환은 웬으로 하며, 이 형식은 일정한 공기의 순환과 온도의 조절이 양호하며 공기와 습도를 조절하기가 쉽다.

연속식은 frankfurter sausage의 연속제조 공정을 위하여 개발되었다. 이 형식은 공간을 절약하고, 공정의 속도를 높여 노동을 절약한다. 제조시간, 온도, 상대습도의 자동조절이 가능하나 설치비용이 많이 든다.

#### 6. 혼연공정중의 변화

##### 6.1 중량의 변화

혼연공정은 일종의 건조 공정이기 때문에 식품중의 수분은 점점 감소한다. 따라서 식품의 수분증발에 따른 제품의 중량은 감소한다. 수분감소에 의해 제품의 보존성은 향상되지만 동시에 중량감소에 따

른 제품단위 중량당 생산비는 증가한다.

훈연제품의 중량에 미치는 요인으로는 ① 온도와 습도, ② 공기의 유속, ③ 원료육의 종류 등이다. 훈연에 의한 중량감소는 훈연시간의 길이와 훈연온도에 의하여 좌우된다.

수분증발은 제품의 표면에서의 현상이지만 제품의 내부에서의 수분 이동도 일어나며 증발속도가 너무 빠를 때에는 수축하는 것은 없고 견고한 벽을 형성한다. 수축은 물론 수분의 증발에 의한 것으로 적당히 건조 할 때에 외관이 좋아지고 저장성도 높아진다.

## 6.2 연기의 침착

훈연과정에서 연기성분이 제품에 침착되는 과정은 먼저 연기성분이 제품에 살짝 흡착되면서 점점 강하게 접착되어 훈연시간의 경과에 따라서 연기성분은 고기의 내부까지 침투한다. 이러한 현상은 제품표면이 적당히 건조되어 있어야 훈연과정이 좋고 제품이 좋아진다.

접착이 지속적으로 이루어지면 연기성분은 표면에 농축되고 이들은 제품의 수분에 용해되면서 서서히 내부로 침투, 흡수되어 점차 골고루 확산된다.

연기침착의 양과 비율은 ① 연기의 밀도, ② 훈연실의 공기 속도, ③ 훈연실의 상대습도, ④ 제품의 표면상태 등에 의하여 영향을 받는다.

연기의 밀도가 높을수록 연기의 흡착은 커지고, 훈연실내의 공기흐름이 빠를수록 연기의 침투가 빠르다. 그러나 공기의 속도가 빠르면 연기의 밀도를 높게 유지하기 어려우므로 실제로는 이 두가지를 절충하여 공기의 흐름을 빠르게 하되 밀도가 낮아지지 않는 범위에서 조절한다.

상대습도는 침투에는 좋지만 발색을 제한하며, 제품표면의 수분이 많으면 연기의 흡착을 좋게 하고, 너무 건조하면 연기의 흡착을 감소시킨다. 그러나 제품에 따라 표면의 수분 정도 차이가 있으므로 실제로는 최종제품에 따라 조절하지 않으면 안 된다.

## 6.3 단백질의 변화

고기 단백질 중 myosin은 42-51℃에서, myogen류는 55-65℃에서 변성하여 응고 한다.

훈연과정중 훈연과 함께 가열이 이루어지기 때문에 제품의 성질이 달라지게 된다. 훈연함으로써 단백질 변성에 의하여 탈수에 따른 염용성 단백질과 수용성단백질의 변성이 일어난다.

## 6.4 색의 변화

훈연제품의 독특한 색은 축육제품의 품질을 평가하는 면에서 중요한 인자의 하나가 되었다.

충분한 갈색으로 발색을 하는데는 그 발색이 회갈색에서 담적색으로 일정한 형태로 색상이 전환하는 것이 아니고 가장자리에서 조금씩 중심부로 발색성이 넓어지는 것에 의해 발색이 완료된다.

## 6.5 항산화성 증가 및 미생물에 미치는 영향

훈연공정이 미생물에 미치는 효과에 대해서는 훈연성분의 살균력과 훈연 처리중 식품중의 수분이 서서히 감소하고, 수분활성이 감소하여 미생물이 생육하기 어렵게 된다.

훈연은 고기중의 지방산화를 지연시키는 역할을 하고 이것은 훈연중에 항산화성을 가진 연기성분이 고기중에 침투하여 고기중에 항산화성을 부여하기 때문이다.

## 7. 훈연방법

훈연방법에는 훈연온도에 따라 냉훈법, 열훈법 등이 있고 또 액훈법, 전훈법도 있다.

### 7.1 냉훈법(Cold smoking)

주로 건조 소시지의 제조에서 쓰이는 것으로 10-30℃의 낮은 온도에서 훈연한다. 온도 범위가 돈지(豚脂)의 용점 이하인 저온으로 장시간 훈연하게 되어 중량감소가 크고 노력도 드나 제품은 장시간의 저장성이 있다.

## 7.2 온훈법

30-50℃의 온도 범위에서 행하는 훈연법으로 bonless ham, loin ham 등 가열처리 공정을 거치는 제품에 이용된다. 이 방법의 온도범위에서는 미생물이 번식하기에 알맞은 조건이므로 주의하여야 한다.

## 7.3 열훈법

50-80℃(보통 60℃ 전후)의 온도 범위에서 훈연하는 방법으로 이 온도에서는 단백질이 거의 응고하며, 표면만 강하게 경화하여 내부는 비교적 많은 수분이 함유된 채로 응고되므로 탄력이 있는 제품이 된다. 단시간에 끝나므로 노력이 적게 들고, 작업이 합리화되므로 많이 사용되나 훈연중에 풍미가 좋아지는 것은 기대하기 어렵다.

## 7.4 액훈법(Liquid smoke method)

훈연재를 태워서 발생하는 연기로부터 또는 목재의 건유(乾留)에서 생성되는 목초액(wood vinegar) 등 연기성분의 추출액을 훈연액이라고 한다. 이것은 연기성분 중 해로운 발암물질, 타르 등이 제거되어 있어 보다 균일한 훈연에 필요한 성분만을 함유하고 있다. 이 훈연액을 훈연실에서 가열 중 제품 표면에 분무하여 훈연을 수행하거나 염지액에 혼합하여 제품에 직접 주입하는 방법으로 사용된다.

## 7.5 정전기적 훈연(Electrostatic smoking)

20-60kV의 전기가 흐르는 전기장사이를 통과시켜 전하를 띤 연기를 훈연실에 주입하면 제품표면에 반대전하를 띤 성분에 연기가 신속히 결합하므로 연기성분이 제품에 침착된다. 이 방법은 다른 방법과는 달리 연기의 입자성분을 이용하는 것이다. 훈연 후 제품은 일반적으로 적외선가열기로 건조시킨다.

## 7.6 기타의 훈연법

연기의 콜로이드 성분을 냉각, 세척 또는 여과하여 가스 성분만으로 훈연하는 무연훈연방법이나 훈연실에서 나온 연기를 다시 발연실에서 신선한 공기와 함께 주입시켜 발연실에 이용하는 폐쇄회로 훈연방법이 있다. 이 방법은 주로 연기생산에 사용하므로서 낮은 산소함유로 낮은 연소온도를 성취할 수 있어 발암물질이 적은 연기를 생산한다.

## 7.7 우리나라의 훈연법

「중보산림경제」에 산돼지, 집돼지의 훈연법이 자세히 기록되어 있다. 주방이나 헛간 부엌에 시렁을 메고 아궁이에 지핀 장작불의 그릇 속에서 훈연을 하였다. 장시간 짚어 훈연하는 것, 잠깐 짚이고 2-3일간 훈연하는 것 등 여러 가지 방법이 있다.

훈연실을 연정실(煙淨室)이라 하였고, 추운 겨울에 가공한 고기이므로 납육(蠟肉)이라 하였으며 산돼지 고기로 만든 것이 가장 상품이다.

### 7.7.1 조납육법

돼지고기 1근에 소금 1량을 발라 2, 3일에 한번씩 뒤적이면서 반달 쪼 절여 두었다가 좋은 초를 섞어 다시 1, 2일간 담가둔 후에 물로 씻어 연정실에 20일 쪼 둔다. 연정실에서 반건, 반습되었을 때 종이로 잘 싸서 보관하는데 이 때는 향아리에 숯을 한 켠, 고기싼 것 한 켠씩 포개 채워서 시원하게 둔다.

### 7.7.2 납육별법

초와 술을 함께 소금으로 섞은 것을 고기에 절인다. 염장이 끝나면 건져 내어 끓는 물에 넣어 끓이고 기름장을 발라 연정실에 두었다가 다시 훈제한다.

### 7.7.3 사시납육법

돼지고기의 기름을 빼고 셋째 손가락 두 개 만큼 썰어 소금과 양념에 반나절 가랑 절여두었다가 꺼내어 고기 1근에 소금 4량을 납수에 섞어 이틀밤을 담가둔다.

## 8. 각종 훈제육

햄이란 돼지의 뒷다리를 말하는 부위 명칭이다. 그러나 가공 식품으로써는 돼지의 각 부위의 정육 덩어리를 통째로 양념하고, 양념이 잘 스며들도록 하여 훈연, 가열한 제품을 말한다.

### 8.1 본인햄

돼지의 뒷다리 부위를 뼈가 있는 그대로 정형하여 조미료, 향신료 등을 가미하여 훈연, 가열한 것이다.

### 8.2 본리스햄

돼지의 뒷다리 부위에 뼈와 껍질을 제거하고 정형하여 가공한 것이다. 지방함량이 적어 단백하고 부드럽다.

### 8.3 로인햄

돼지의 등심부위를 사용한 햄이다.

### 8.4 솔더햄

돼지의 어깨부위를 정형하여 가공한 것이다.

### 8.5 프레스햄

우리나라와 일본에만 있는 제품이다. 프레스햄은 덩어리 고기를 이용하지 못하고 사각 성형틀에 넣은 뒤 눌러서 훈연한 것이다.

### 8.6 비엔나소시지

쇠고기와 돼지고기를 곱게 갈아서 양의 창자에 넣어서 훈연, 가열한 소시지로 오스트리아 빈이 유명하다고 해서 붙여진 이름이다. 그러나 내용물이나 케이싱의 재료와는 관계없이 직경 20mm 이하의 소시지는 모두 비엔나 소시지라 이름 붙인다.

### 8.7 푸랑크소시지

독일의 푸랑크 푸르트가 유명하며 돼지고기를 갈

아 돼지의 창자에 넣어서 훈연 가공한 것으로 지름이 20mm 이상 36mm 미만인 것에 붙여진다.

## 8.8 보로나소시지

이태리 북부의 지명에서 따온 이름으로 소와 돼지고기를 곱게 갈아서 소의 창자에 넣어 가공한 것이다.

## 참 고 문 헌

- Albert levie, 1967 : The Meat Handbook, The AVI Publishing Company, Inc., p.293-294
- Donald E. Pszczola, 1995(1) : Tour Highlights Production and Uses of Smoked-Based Flavors, Food Technology, p.70-74
- W. E. Kramlich, A. M. Pearson and F. W. Tauber, 1973 : Processed Meats. The AVI publishing company, INC. Westport, Connecticut. U.S.A., p.61-77, p.221-241
- W. E. Riha and W. L. Wendorft, 1993(58:3) : Browing Potential of Liquid Smoke Solution : Comparision of Two Method, J. of Food Science, p.671-674
- 강창기, 박구부, 성삼경, 이무하, 이영현, 정명섭, 1994 # 식육생산과 가공의 과학, 선진문화사, p.183-189
- 박충희, 1993(봄) : 연구사례 훈연공정중의 제변화, 육가공, p.34-44
- 송계원, 1983 : 식육과 육제품의 과학, 선진문화사, p.232-236
- 윤서석, 1980 : 한국음식 역사와 조리, 수학사, p.65-66
- 윤서석, 1987 : 한국음식사연구, 신광출판사, p.189-190
- 황철성, 박순용, 1980 : 식육가공학, 선진문화사, p.225-236