

# 덴마크에서의 축산물 및 사료의 Salmonella 관리



홍 종 해

강원대학교 수의학과 교수

덴마크는 유럽 북부에 위치한 작은 반도 국가로 국토면적 44,000m<sup>2</sup>에 약 530만명(남한 면적 99,000m<sup>2</sup>, 인구 4,300만명)이 거주하고 있으며, 1995년의 GNP는 U\$ 33,100로 EU 회원국 중에서 가장 높다. 축산업은 1800년대 말 곡물농업에서 전환되었고, 이후 지속적인 발전을 거듭하여, 1997년도 현재 사육 가축 두수는 소 200만두, 돼지 1,140만두, 산란계 400만수, 육계 1,250만수에 이르고 있다.

표 1. 덴마크의 가축사육두수 및 축산물 생산량

구 분	가축사육두수		'98 도축두수	'98 축산물 생산량(톤)
	1992	1997		
소	2,190,000	2,004,000	648,000	177,000
돼 지	10,455,000	11,383,000	20,800,000	1,650,000
산란계	3,866,000	3,993,000	-	-
육 계	12,619,000	12,510,000	138,000,000	178,000

출 처

1) The Statistical Yearbook 1998, Denmark's Statistic

2) Danish Veterinary and Food Administration, 7th

축산물 생산량은 1998년 현재 우육 177,000톤, 돈육 1,650,000톤, 계육 178,000톤 규모인 수출주도형 축산국가이며, 특히 돈육의 85% 이상을 수출하고 있다. 덴마크 축산업의 발전은 중세시대의 guild와 같은 협동조합 체제가 업계에 정착되어, 축산물 생산의 전과정에 대한 지분을 농민이 공유하고 있어 긴밀한 협력관계

로 서로의 이익을 추구하고 있다. 따라서 도축장을 중심으로 농장이 잘 연결되어 도축장에서 엄격한 규제와 농장에서의 적극적인 협조는 Salmonella 오염 예방과 같은 안전성 관리가 잘 이루어지는 원천이 되고 있다.

## I. Salmonellosis 관리

덴마크의 가축질병예방법에 의하면 가축의 Salmonellosis와 축산물의 Salmonella 항체 양성은 보고하도록 되어 있다. 가축군에서 Salmonellosis가 확인되면 생축의 판매와 축산물 생산이 금지되는데, 돼지에서는 systematic control programme을, 육계 및 산란계에서는 박멸(eradication)정책을 취하고 있다.

Salmonella는 동물에서는 대부분 잠재상태(latent)로 큰 영향을 주지 않지만 사람에는 건강 피해를 유발한다. 따라서 많은 예산이 요구되는 Salmonella 관리 프로그램을 운영하는 이유는 사람의 건강보호를 위해서이다. 이러한 프로그램을 운영하지 않는다면 생산단가를 낮출 수 있어 업계에 이익이 될 수도 있지만, Salmonellosis가 발생할 경우 이로 인한 신뢰성 저하는 결과적으로 수출주도형 축산업계에 치명적인 손실을 초래하게 된다.

덴마크의 Salmonella 관리 프로그램의 중심기관은 Danish Zoonosis Centre로 보건부와 농수산부의 합의하에 Danish Veterinary Service에 설치되어 있다. 이곳은 사람과 동물의 Salmonella 감염 및 식품의 Salmonella 오염을 관리하며, 또한 다른 Zoonosis 자료를 수집·분석하여 그 결과를 EU에 보고하고 있다. Danish Zoonosis Centre를 중심으로 관련된 부서와의 업무연결 체계는 (그림 1)과 같다.

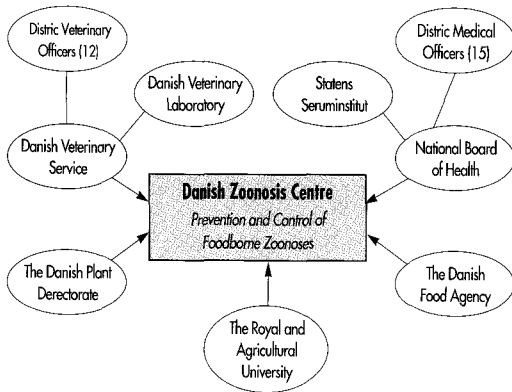


그림 1. 인수공통질병 관리업무 연결체계

사람의 Salmonellosis는 장내세균을 분석·조사하는 Statens Seruminstitut에서 담당하고 있다. 이곳은 병원으로부터 가검물을 의뢰받아 검사하는데, 보고되는 건수는 실제 발생건수의 10% 정도로 추정된다. 대부분의 감염원은 식품이며, 그 중 축산식품이 주요원인인 것으로 예상하고 있다. 1980~1995년 사이에 보고된 사람의 Salmonellosis 발생추세는 (그림 2)와 같다.

## II. 덴마크의 Salmonella Surveillance and Control Programme

육류가 Salmonella에 오염되지 않도록 하는 기본원칙은

- ① 가축군에서의 Salmonella 발생을 통제하고,
- ② 도축장 작업시 교차오염으로 장 내용물이 도체를 오염시키지 않도록 하는 것이다.

따라서 덴마크의 Salmonella 관리 프로그램은 가축군 관리(herd control)와 도축관리(slaughter control)를 연계하고 있으며, 도축장 최종생산 도체의 장기검사 및 미생물검사 결과를 근거로 조치가 이루어진다.

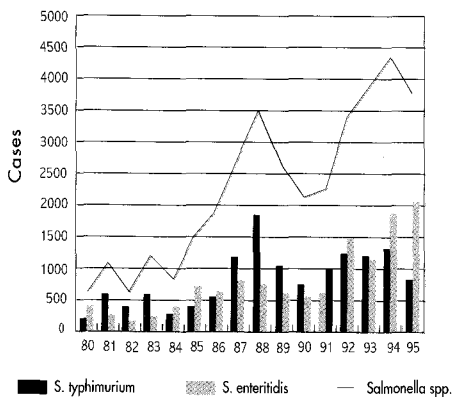
Salmonella 감시 및 관리 프로그램은 다음 단계로 이루어진다.

- ① 사료의 Salmonella 오염관리
- ② 혈청학적 방법에 의한 가축군 감시와 허용기준 초과 가축군에 대한 조치
- ③ 신선육과 내장의 Salmonella 오염감소를 위한 통제

위생적으로 향상된 도축기술 적용

허용기준이 초과된 가축군 도축시 특별한 예방관리 최종생산품에 대한 감시와 Salmonella 검출시의 규제

Figure 2. Registered Cases of Human Salmonellosis in Denmark, 1980-1995



## 주요 축산물의 관리 프로그램 개요는 다음과 같다.

### ① 닭 및 계란

1989년 Veterinary Service의 협조하에 육계 업체에 자발적인 관리 프로그램을 시작하였고 모든 업체가 참여하였다. 사료생산, 시설관리, 사양관리시의 위생개념 도입과 지속적인 감시가 그 주요 내용이었다.

1991년 모든 육계군에 대한 Ante Mortem(AM) 관리가 도입되어, 도계장으로 출하전 Veterinary Service의 수의검사관이 계군검사를 시작하였다. 이전부터 실시해 온 계군당 16수의 Salmonella 검사가 의무화되었고, 추가적으로 도계장 위생 검사와 도축장에서 계군검사 및 50수의 목피부를 검사하였다.

1994년 1월 1일 Council Directive 92/117/EEC 발효로 모든 계군(산란계 포함)에 대한 Salmonella Enteritidis와 Salmonella typhimurium 검사를 시작하였다. 도계 3주전 농장내 계군 사육장소에서 60개 분변이 채취되어 검사되었다.

감염된 계군은 Veterinary Service의 명령으로 살처분되었고, 농장주는 가축과 계란에 대한 보상을 받았다(EEC Commission으로부터 보상액의 50% 지원).

검사결과 1994년 11곳의 육계군이 감염되었으며(5건의 S. Enteritidis, 6건의 S. typhimurium), 1995년 이후 1996년까지는 1곳의 육계군만이 S. Typhimurium에 감염된 것으로 나타났다. AM 검사에서는 5%, 목피부검사에서는 10% 감염되는데, 모두 S. Typhimurium 감염이었다.

**산란계 관리 프로그램** - 1991년 자발적인 프로그램으로 사육시설 수입관리, 계군에 대한 정기적인 미생물검사, hatcheries의 위생관리, 100수에 대한 항문 swab과 미생물검사(위생관리의 효과를 측정하기 위한 목적)를 실시하였다. 1994년 EEC Directive로 의무화되었고, Directive 588/DK/1995에 의거하여 (1) 오염된 사료 및 사료원료는 81°C 이상으로 열처리되었고, (2) 모든 사료업체는 정부의 검사를 받게 되었으며, (3) 검사결과와는 업체명단과 함께 공개되었다.

1995년 혈청검사에서는 무작위로 추출된 148 계군의 30개 계란검사에서 17%의 계군감염이, 각 계군에서 100개씩 수거된 계란에서는 0.1%의 난각오염이 있었다.

Veterinary Service Order(1994.1.1)로 S. Enteritidis와 S. typhimurium 박멸정책 시작되어, (1) 산란계 hatcheries에서는 모든 Salmonella 혈청형을, (2) 소비용 계란에서는 S. Enteritidis와 S. typhimurium 박멸조치가 더욱 강력하게 수행되었다.

### ② 돼지와 돈육제품

여러 돈군에서 Salmonella가 검출되었지만, 과거 수년동안 특정지역을 제외하고는 돈군에서의 Salmonellosis 발생은 드물었다. 1992년 142개 돈군에서 검출되었고 그중 112개군이 S. Typhimurium에 감염되었다. 그러나 여전히 전통적인 식육검사와 도축장 위생관리로 도체의 감염을 줄일 수 있으며, 인체에 대한 위험은 미미한 것으로 생각하였다.

1993년 코펜하겐에서 S. Infantis에 의한 사람의 Salmonellosis가 발생되었는데, 간이도축장에서 도축된 돈육이 원인으로 밝혀졌다. 이 당시는 고온으로 인하여 대규모 도축장이 파업중이었다. 이에 따라 1,500개 대규모 돈군의 도축돈에 대해서 맹장 내용물을 검사하였다. 그후 이 검사방법은 육즙에 대한 혈청학적검사(mix-ELISA)로 바뀌었다.

1995년 1월 1일부터는 년 100두 이상을 도축하는 농장에 적용되어 18,000개 돈군과 150개 도축장이 포함되었다. 이에 따라 매년 약 800,000개 시료를 검사하고 있다(검사대상 돼지의 4%에 해당). 1996년 10월 검사결과 돈군의 1.4%가 고오염군, 2.9%는 중간오염군, 95.7%는 합격군으로 분류되었다. 도축장 도체와 내장에 대한 Salmonella 검사결과는 도체에서 1~2%, 내장에서는 5~10% 오염률을 보여 프로그램 수행이후 오염이 감소한 것으로 나타났다.

### ③ 소 및 쇠고기

소에서의 Salmonellosis 발생은 심각한 정도는 아니었다. 1995년 162개군에서 발견되었고, 주요 혈청형은 S. Dublin과 S. Typhimurium이었다. 1995년 도축장 도체에 대한 미생물검사 결과 0.6%의 양성률을 보였고, 이후 소에 대한 monitoring은 실시하지 않고 있다.

### III. 사료의 Salmonella 관리

덴마크의 모든 사료공장은 Danish Plant Directorate로부터 사료제품, 공정, 동물성 성분이 포함된 사료원료에 대해서 정기적인 Salmonella 검사를 받고 있다. Rendering plant에 대한 위생관리는 Veterinary Service의 animal health section에서 담당하고 있다. 1998년도의 검사 결과는 (표 2)와 같다.

표 2. 공정 및 사료제품에 대한 살모넬라 검사현황, 덴마크, 1998

구 분	사료제품검사			공정검사	사료원료검사
	돼지사료	소 사료*	가금류 사료		
검사 시료수	1,440	795	256	3,222	313
Salmonella 검출 건수	1	3	0	217	20
양성률 %	0.1	0.4	-	6.7	6.4
혈 청 형	S. Tennessee 1	S. Derby 1 S. Mbandaka 1 S. Welikade 1	-	S. Derby 83 S. 4,12:b:- 52 S. Havana 12 S. Montevideo 8 기타 25종	S. 4,12:b:- 4 S. Derby 3 S. Agona 2 S. Livingston 2 기타 7종

출처 : Danish Plant Directorate. \* 소, 말, 양, 토끼용 사료 포함.

① 사료제품검사 - Danish Plant Directorate는 사료공장과 소매점에서 시료를 채취한다.

시료 채취량은 사료생산량에 따라서 차이가 있으며 공정 및 사료제품에서 Salmonella가 검출되면 시료채취량이 늘어난다.

② 공정검사 - 년간 4회 실시하며 시료는 공정상의 CCP에서 채취한다. 열처리 제품은 열처리 후에 채취하며, 열처리 하지 않는 제품은 사료원료는 물론 공정중에서도 채취한다. 공장시설은 national good production hygiene 규정을 준수하는지 여부를 확인하기 위하여 검사하는데, 매 2시간마다 열처리 관리상태가 monitoring되는지 확인한다. 시료에서 Salmonella가 검출되거나 혹은 위생상태에 중대한 결함이 발견될 때는 추가검사를 실시한다. 공정검사에서의 Salmonella 양성률은 1987년 1.8%에서 1998년에 6.7%로 증가되었는데, 그 원인은 1997년 4분기부터 검사항목에 포함된 채종박의 Salmonella 오염 때문이었다.

혈청형 분포에서 S. Derby와 S. 4:12:b:-가 문제점으로 나타났고 대부분 채종박 오염에 유래되었다.

### ① 사료원료의 오염

사료오염 Salmonella는 가축에서 유래하는 경우가 매우 드물다. 사료에서 발견되는 대부분의 Salmonella는 열처리한 사료원료의 저장과 가공공정에서 증식한다. 이러한 원료에 오염된 Salmonella는 외래성이며, 수분이 많은 사료원료에서 증식이 빨라 소독이나 멸균으로는 통제되지 않는다. 사료원료에 대한 검사결과

를 보면 열처리 사료원료에서의 검출률이 높다. 반면 가공하지 않은 곡류, 종자(seed), 조사료에서는 검출되지 않았다.

중국과 아프리카산 면실박은 기계적 추출과 솔벤트 추출에서 각각 74%, 33%의 높은 오염률을 보였고, 유럽산 채종박은 어분이나 육 및 육골분보다 오염이 높았다.

목초, 사일리지, 사탕무우에서는 오염되지 않았다. 일반적으로 조사료와 곡류는 가공된 원재료보다 오염이 매우 낮았다 (표 3).

표 3. 덴마크 사료원료중의 Salmonella 오염률 1991~1993

사료 원 재료	검사 시료수	Salmonella 검출률 %
Cottonseed meal(면실박) - 기계적 추출	31	74
Cottonseed meal(면실박) - solvent 추출	24	33
Rapeseed meal(채종박) - 기계적, solvent 추출	76	21
Coconut meal(야자박)	31	7
Soybean meal(대두박)	23	0
Sunflower meal(해바라기씨박)	11	9
Fish meal(어분)	18	0
Meat and bone meal(육분과 육골분)	17	6
Grass meal, pelleted	49	2
Grass(목초)	73	0
Grass silage	16	0
Hay	9	11
Grain straw	8	0
Small grain, whole, ground or rolled	37	3
Fodder beets	20	0

출처 : Flye and Strudsholm, 1993

### ② 펠렛 냉각기에서의 오염

열처리 사료의 재오염은 주로 공정상의 응축 지점에서 발생된다. 누수나 응축이 없다면 사료는 건조한 상태로 저장된다. 응축은 펠렛 밀의 steam conditioner에서 항상 일어나지만

이곳의 온도는 Salmonella 증식온도보다 높은 46℃ 이상으로 유지된다.

따라서 기계가 작동하지 않는 경우를 제외하고는 Salmonella가 성장하지 못한다.

그러나 chute airlock와 펠릿밀에서 냉각기로 운송되는 관의 내부표면이 세균증식이 가능한 온도로 낮아지고, 더운 펠릿으로부터 수분이 증발되어 찬부분과 접촉하여 응축되면 Salmonella 증식조건을 제공한다. 냉각기 위 내부표면에 특히 응축이 잘 발생되며 외부에서 유입되는 공기에 먼지와 입자가 포함되어 Salmonella 증식의 좋은 조건을 제공한다.

따라서 유속은 냉각기 내의 응축에 큰 영향을 미친다. 냉각기로부터 배출되는 공기의 온도와 이슬점은 500 m<sup>3</sup>/ton pellets의 낮은 유속에서는 이슬점이 높으나 2,000 m<sup>3</sup>/ton pellets 이 되면 이슬점이 6℃로 낮게 된다. 즉, 유속이 커지면 응축 위험이 낮아지는 것이다.

대부분 냉각 펠릿의 절대온도 관리에만 신경을 쓰지만, 응축은 펠릿과 실내온도의 차이로 인하여 발생된다는 점에 유의하여야 한다.

### ③ 펠릿과정의 온도관리

여러 동·식물성 사료원료는 Salmonella에 어느 정도는 오염되어 있으며 어떤 경우에는 심하게 오염되어 있다. 심한 오염은 식물성 유지의 종자에 많으며 특히 면실박에서 심하다. 중국산과 아프리카산 면실박에 오염이 많으며, 팜, 코코넛, 채종유에서도 Salmonella가 검출된다. 다행히도 생산된 대부분의 사료는 펠릿후 적절히 냉각되므로 최종 펠릿제품에는 사료원료

보다 오염이 아주 적다. 그러나 오염이 심한 사료원료를 사용하거나 부적절한 온도나 혹은 다른 부적절한 조건하에서 펠릿되는 경우는 오염이 발생된다. 덴마크에서 조사된 연구에 의하면 돼지 맹장의 내용물에서 분리한 Salmonella의 64%가 외래성이었고 사료가 원인이었다.

### 펠릿사료의 Salmonella 오염을 통제하기 위해서는

- ① 자연상태에서 오염된 사료원료내의 Salmonella가 펠릿과정에서 어떻게 감소하는지,
- ② 여러 사료원료의 특성
- ③ 공정변화가 Salmonella 감소에 미치는 영향을 파악하는 것이 중요하다.

### ④ Salmonella 증식조건

가열처리, 신선한 냉각공기 공급, 청결한 시설유지만으로는 산재된 Salmonella 오염으로부터 안전할 수 없다. 수분, 온도, 그리고 다른 조건들이 증식에 적합하다면 단 한개의 세균이 존재하여도 급속히 증식하여 공장 전체를 오염시킬 수 있기 때문이다.

#### Salmonella 증식의 최소 조건들은

- ① 사료중의 수분함량이 20~30% 이상
- ② 온도 7~46℃
- ③ pH 4~4.5 이상이다.

또한 곰팡이나 젖산형성균과 같은 다른 미생물의 생존과도 관련되는데, 영양분 소실이나 유기산과 같이 성장에 악영향을 주는 대사물질의 생성에 영향을 받는다. 따라서 청결히 유지

관리되는 사일로나 곰팡이가 있는 곳에서는 발견되지 않는다. 사료중의 Salmonella 증식을 예방하는 물리적인 간단한 방법은 사료를 건조하고 뜨겁게 보존하는 것이다.

### 5 Salmonella 예방전략

사료원료를 오염시킨 외래성 Salmonella가 열처리 공정에서도 생존한다면 재오염과 증식의 원인이 된다. 사료중의 산발적인 외래성 혹은 동물분변유래 오염은 먼지, 동물, 여러 환경요인에 의해서 다양한 교차오염으로도 발생한다. 이러한 위해예방을 위해서는 강력하고 포괄적인 접근이 필요하며, Salmonella의 위해성이 약할 때 통제하는 것이 심각한 위험을 사전에 예방할 수 있는 효율적인 전략이다.

#### 권장되는 조치사항은

- ① 공정시설의 모든 부분을 건조하고 뜨겁게 유지관리하여 세균의 증식을 방지하고,
- ② 공급자로부터 원재료 오염여부에 관한 검사 기록을 요구하거나, 펠렛온도 81℃ 이상으로 열처리 조건을 강화하여 사료원료로부터의 오염 위험을 줄이고,
- ③ 사료원료와 열처리된 최종제품은 엄격히 분리하고 먼지나 해충으로부터의 교차오염도 방지하며,
- ④ 생산된 사료제품에 대한 실험실 분석기록을 보존하며,
- ⑤ 생산환경내 잠재된 교차오염원을 제거하는 것이다.

위생적인 사료생산 및 저장방법은 (표 4)와 같다.

#### 표 4. 위생적인 사료생산과 저장

##### ① 일반적 위생규칙

공장주위 환경을 청결히 유지한다.  
배수가 잘 되도록 하고, 공장주위의 지면을 잘 포장한다.  
공장내 동물의 출입을 금지한다.  
원재료 수급시 습기로부터 보호되고, 청소가 용이한 구조를 갖춘다.  
먼지와 오물의 발생을 줄이고, 먼지가 쌓이는 기구와 빈상자 등은 사용후 치운다.  
냉각기와 compressor로부터 유입되는 공기에 오염물질이 섞이지 않도록 한다.  
모든 사료원료는 곰팡이, 수해, 그리고 해충, 새, 쥐의 오염을 받지 않도록 한다.

##### ② 세척과 소독

Plant Directorate에서 허용하는 세척 및 소독 프로그램을 운영한다.

##### ③ 사료원료

사료원료는 사료 완제품과 구분하여 저장한다.  
Salmonella에 오염된 사료원료는 규정온도로 열처리한 후 판매한다.  
배합사료중에 오염된 사료원료가 포함된 경우는 규정온도로 열처리한다.

##### ④ 첨가제

Plant Directorate에서 허용한 경우 이외에는 열처리 후에 첨가제를 넣지 않는다.

##### ⑤ 저장과 운송

사료제품의 저장과 운송시 Salmonella 오염이 발생하지 않도록 관리한다.

##### ⑥ 열처리와 냉각

최종 배합사료는 81℃로 열처리한다.  
열처리 온도는 연속적으로 혹은 매 2시간마다 기록한다.  
기록은 최소한 6개월 보존하여 Plant Directorate 검사시 열람하도록 한다.  
열처리 제품은 즉시 냉각기로 보내서 저장온도로 냉각한다.  
가열제품을 냉각하기 전에 냉각기는 완전히 청소하여 사용한다.