

도축 가공장 표준 설계 및 위생처리공정개발·탐색

주관연구기관 : 서울대학교 산학협력단

농림수산식품부

※ 주의 내용

제 출 문

농림수산식품부 귀 하

이 보고서를 “도축 가공장 표준 설계 및 위생처리공정 개발·탐색(서울대학교/박용호)”과제의 연구결과
보고서로 제출합니다.

2011 . 01 .13

주관연구기관명 : 서울대학교 산학협력단

주관연구책임자 : 박 용 호

목 차

I. 연구개발결과 요약문

도축 가공장 표준 설계 및 위생처리공정 개발·탐색

II. 총괄연구개발과제 연구결과

제1장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 목표

제2장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 내용 및 방법

제3장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 결과

제4장 제4장 연구결과에 따른 도축가공장 제안설계

제5장 총괄연구개발과제의 연구결과 및 정책제안

제6장 참고문헌

제7장 영상자료 (붙임)

연구결과보고서 요약문

연구과제명	도축 가공장 표준 설계 및 위생처리공정 개발·탐색		
중심단어	도축장, 도축가공장, 표준설계, 위생처리공정		
주관연구기관	서울대학교 산학협력단	주관연구책임자	박용호
연구기간	2010년 4월 - 2011년 1월 (8개월)		
<p>○ 최근 30년동안 한국인의 1인당 육류 소비량은 35.4킬로그램으로 1983년보다 3배 넘게 증가했다. 국민식생활 형태의 선진화로 동물성 단백질식품인 식육류의 소비가 계속 증가하고 있고, 앞으로도 계속 증가할 것으로 전망된다. 특히 냉장식육류가 수입되고 있어 국내 산 식육류와의 소비 경쟁에서 문제시 될 수 있는 것은 그 품질의 우수성과 더불어 위생적 안전성이 가장 심각한 문제로 대두된다. 그러나 우리의 국내 현실은 수출 선진국과 비교해 볼 때 현격한 차이를 보이고 있으며, 특히 위생적 안전성 관리면 에서 상당히 낙후되어 있음을 자인할 수밖에 없는 것이 현실적인 것이다. 또한 2000년대에 접어들어 농 축산물 교역의 국제화가 대두되면서 우리나라의 도축장도 선진국과 같이 본래의 역할을 다하지 못한다면 축산물의 질과 위생은 물론 안정성도 보장받지 못할 것이다. 도축가공장의 표준설계의 확립은 한-미 FTA 및 한-EU FTA 체결에 따른 국내 도축산업의 국제적인 경쟁력을 강화 시킬 수 있을 뿐더러, 국내에서 현재 운영 되는 도축장들이 갖고 있는 문제점을 극복할 수 있는 대안을 마련할 수 있을 것이다.</p> <p>○ 외국의 선진화된 도축장의 시설 및 설비 연구 현황에 대해서 조사함으로써 질병 감염 전파를 예방하는 도축장의 위치 및 설계, 도축현황과 최첨단 도축라인 및 전자동 시스템 도입현황, 도축 부산물의 분류 및 위생 처리시스템 등에 대해서 살펴보았다. 국내 소·돼지 도축 가 공장 공정시설과 선진국 시설을 비교하기 위해 전국의 도축가공장을 방문하여 도축 가공 공정별 위생시설 및 위생수준을 모니터링 하고 도축공정별 도체의 생물학적 위해 오염 최소화 방안을 마련한다. 표준 도축가공공정을 위한 기초자료를 확보함으로써, 국내 도축가공장의 가이드라인을 확립하였다.</p> <p>○ 무엇보다 현재 실행되고 있는 HACCP의 기준이 좀 더 엄격해져야 한다. 기본적으로 국내 도축장은 부지가 좁고, 시설이 낙후되어 선진화된 해외 도축장의 시스템에 밀리고 있는 실정이다. 기존 시설에서 최근 HACCP 규정에 따라 시공 및 보수가 되어 왔으나, 좀 더 보완 및 개선이 되어야 한다. 보고서에서 언급하고 있는 각 시설 및 공정 과정을 HACCP규정에 추가로 하여야 하며, 이는 국내 도축장의 위생상태 향상 및 거점 도축장의 건설에 있어서 배경이 될 것으로 사료된다.</p>			

총괄연구개발과제 연구결과

제1장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 목표

1.1 총괄연구개발과제의 목표

○ 2008년 한국인의 1인당 육류 소비량은 35.4킬로그램으로 1983년보다 3배 넘게 증가했다. 국민식생활 형태의 선진화로 동물성 단백질식품인 식육류의 소비가 계속 증가하고 있고, 앞으로도 계속 증가할 것으로 전망된다. 특히 냉장 식육류가 수입되고 있어 국내산 식육류와의 소비 경쟁에서 문제시 될 수 있는 것은 그 품질의 우수성과 더불어 위생적 안전성이 가장 심각한 문제로 대두된다. 그러나 우리의 국내 현실은 수출 선진국과 비교해 볼 때 현격한 차이를 보이고 있으며, 특히 위생적 안전성 관리면 에서 상당히 낙후되어 있음을 자인할 수밖에 없는 것이 현실인 것이다.

○ 더욱이 축산물의 처리단계인 도축과정에서의 위생적 안전성 확보는 그 축산물의 품질 고급화와 소비자의 선호도를 향상시키기 위한 가장 중요한 단계라 할 수 있다. 즉 아무리 훌륭한 축산물을 생산한다 하더라도 처리단계에서 비위생적인 축산물이 생산 공급될 수밖에 없는 현실이라면 이는 무엇보다 먼저 시정되어야 할 당면 과제라 아니할 수 없다. 또한 HACCP 제도의 도입으로 도축장의 운용수준이 올라갈 것으로 기대했으나, 2009년 HACCP 평가에서 소·돼지 도축장의 경우 도축검사라인의 길이 부족 (35곳)과 위치 부적절 (34곳), 작업장 구획별 차단 미흡 (45곳) 등 ‘도축 인프라’ 부분의 문제점이 발견 됐고 ‘시설·위생’ 측면에서 계류장 시설 미흡 (31곳), 냉장실에서 도체간격 부족 (22곳), 가식부산물 처리상태 문제 (17곳), 생체검사장 조명의 조도 부족 등이 문제점으로 지적됐다.

○ 축산물 유통은 집적 채취해서 소비에 공급할 수 있는 채소류와 같은 일반 농작물의 유통체계와는 다르게 생산지에서 생산되어 어떠한 형태로든 가공의 과정을 거쳐야 소비자에게 공급될 수 있다는 특징을 갖고 있다. 이러한 일련의 과정은 농가에서 생산된 축산물(생축)은 수집상을 거쳐 수축을 도살, 해체하기 위한 시설을 설비한 도축장에서 도축과정을 거

친후, 수육(정육, 지육, 내장등)의 형태로 도, 소매상을 거쳐 소비자의 식탁에 오르게 되는 것이다. 지난 80년대 말까지만 해도 도축장은 형태(생축 → 수축)만을 바꾸어 주는 서비스의 대가로 수수료만 받는 단순한 처리장으로 간주해 온 것 또한 사실이다. 그러나 2000년대에 접어들어 농,축산물 교역의 국제화가 대두되면서 우리나라의 도축장도 선진국과 같이 본래의 역할을 다하지 못한다면 축산물의 질과 위생은 물론 안정성도 보장받지 못할 것이다.

○ 도축가공장의 표준설계의 확립은 한-미 FTA 및 한-EU FTA 체결에 따른 국내 도축산업의 국제적인 경쟁력을 강화 시킬 수 있을뿐더러, 국내에서 현재 운영되는 도축장들이 갖고 있는 문제점을 극복할 수 있는 대안을 마련할 수 있을 것이다. 또한 녹색성장에 적합한 새로운 친환경적 도축산업시설 모델 구축 및 국내 도축시설의 위생성 향상 및 축산물 안전성 확보, 폐축산자원 활용을 통한 새로운 부가가치 창출, 도축장 주변 환경에 대한 생물학적 안전성 평가 및 방역시스템 구축, 도축시설과 관계하여 발생하는 민원해소 및 환경오염 감소, 현재 국내에서 운영중인 도축장의 에너지 효율 및 환경오염 (수질/대기) 개선효과를 볼 수 있을 것이다.

1.2 총괄연구개발과제의 목표달성도

구 분	달 성 도											비 고	
	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
외국의 선진화된 도축장의 시설 및 설비 현황 조사	→												
국내 소·돼지 도축 가공장의 시설 및 설비 현황 조사			→										
선진국들의 정책 및 방향에 대해 조사						→							
국내 실정에 맞는 표준 도축 가공 공정에 대한 설계를 확립									→				
달성도 (%)													100

1.3 국내·외 기술개발 현황

○ 국내 연구동향 및 연구배경

우리나라 도축시설의 수는 1980년 351개소에서부터 지속적으로 감소하는 추세이다. 운영주체별 도축시설 수는 1980년 이후 351개의 도축시설 중에서 관영 290개, 민간운영 42개, 조

합 19개소로 관영도축시설이 전체의 82.6%를 차지하였다. 그 당시 지방 행정기관에서는 행정구역내 육류의 수급안정을 확보하기 위하여 도축장을 운영하였으나 점차 도축장이 환경문제 유발 등으로 대부분의 관영 도축장이 폐쇄되었고 민영 도축장 수는 점차 증가하였다. 1989년까지 도축장은 축산물위생처리법 시설기준에 따라 특급, 1급, 2급으로 허가 등급이 구분되었다. 도시지역에 위치한 특급도축장은 1980년 47개에서 1989년 65개로 증가하였으나 군 지역에 위치한 소규모인 1급이나 2급 도축장은 크게 감소하였다. 그러나 1995년 1월부터 도축장 허가는 일반도축장과 간이 도축장으로 분류는 전환점이 되어 1997년 12월부터는 간이도축장 구분 없이 도축시설로 통일된다. 대도시에는 농협중앙회가 지원·운영하는 축산물공판장, 축협도축장과 도매시장, 지자체에서 지원·운영하는 축산물종합처리장(LPC) 그리고 개인이 운영하는 중·소도시 및 군에서 일반도축장으로 구분되어 현재에 이르고 있다. 현재 도축산업시설은 “축산물가공처리법” 법률 규정에 따라 2003년 7월 모든 도축시설은 의무적으로 해섭(Hazard Analysis Critical Control Point, 위해요소중점관리기준)을 적용·시행하고 있으며 HACCP에 적합한 시설을 갖추고 시설을 운영하고 있다. 하지만 이런 노력 뒤에도 계속해서 도축가공장의 위생문제가 거론되고 있으며, 시설에 대한 표준설계가 미흡한 실정이다.

○도축산업의 문제점

도축산업시설의 가동률은 소·도축이 25% 그쳐 전국 소·돼지(50%) 도축시설의 평균 가동률(표2) 이 낮아 운영상태가 매우 부실하다. 농림수산식품부가 2007년 발표한 자료 분석 결과 전국 16개 시·도별 도축장 가동률은 소도축장이 약 18%, 돼지 도축장 40%로 나타났다. 특히 소도축장의 경우 서울(112%)을 제외한 대다수 지역의 도축장이 40%를 밑도는 가동률을 보였고, 심지어 일부 도축장은 10% 미만의 가동을 하는 도축시설도 있는 실정이다. 돼지 도축시설의 경우도 가동률이 40%에 못 미치는 곳이 많아 운영의 효율성 문제가 제기되고 있다. 이같이 대부분의 도축장이 가동률이 낮아지면서 경영상태 악화로 이어져 시설투자 부족 등으로 축산물의 안전하고 위생적인 처리 등에 차질이 발생하게 된다.

표 2. 도축시설 정비 정책 및 제도변화

구 분	도축장수	주 요 시 책	비고
1977.11	515	○ 도축장 정비방안 시달 - 1시·군 1개소 이하로 정비	
1981.02	315	○ 도축장 권역화 추진 - 관영도축장 민영화 유도 및 신규허가 불허	
1983.03	220	○ 전국의 도축권역을 65개소로 통폐합 정비계획수립 - 86아시아게임 및 88올림픽 대비	
1991.05	171	○ 도축장 정비 및 현대화 방안 확정 시달 - 관영도축장 폐쇄 유도 - 정비대상 도축장 등급격상 억제	
1992.10	165	○ 축산물위생처리법 시행규칙 개정 - 도축장 위생시설 기준 강화 - 도축장 등급조정(3등급→2등급) - 특급도축장, 1급도축장, 2급도축장 ⇨도축장, 간이도축장	
1993.06	161	○ 도축장 정비 행정규제 완화 - 민영도축장 통폐합 자율화 및 관영도축장 폐쇄 유도	
1993.06	161	○ 소·돼지에 대한 축산물등급판정 의무화 시행 - 1992.7 시범사업 이후 의무시행	
1994.01	161	○ 축산물종합처리장(LPC) 사업 계획 수립 - 점차적으로 전국에 10개 건설계획	
1997.05	115	○ 축산물 가공업의 일원화 - 축산물위생처리법으로 개정 ⇨ 농림부로 일원화	
1997.12	115	○ 도축장 등급에 미달하는 도축장 폐쇄 - 도축장 및 간이도축장 시설기준에 미달 도축장 폐쇄	
2000.07	113	○ 도축장에 대한 HACCP(위해요소중점관리기준) 적용 - Hazard Analysis Critical Control Point - 2003년 7월 1일 모든 도축장에서 전면시행	
2004.04	105	○ 양돈자조금 징수 - 농가들이 도축장에 한우를 출하시 600원/두 거출	
2005.05	105	○ 한우자조금 징수 - 농가들이 도축장에 한우를 출하시 20,000원/두 거출	
2007.12	106	○ 쇠고기이력추적제 법률 제정·공포 - 2004.10 → 9개 우수브랜드 경영체 선정, 시범사업실시	

○ 국외 연구동향 및 연구배경

덴마크 도축가공장은 EU에서 가장 엄격한 규정을 실시하고 있다. 공정과정, 도체처리 및 부산물 재활용 처리가 매우 뛰어나 국내 도축가공장들의 모델로 적용되어야 한다고 여러 문헌들이 말하고 있다. 덴마크의 경우 도축가공장의 자동설계화 및 표준설계모델을 확립하여 축산물의 유통 과정 중에 발생하는 오염빈도를 줄이고, 소비자들에게 안전하고 신뢰되는 축산물을 제공하고 있다. 이러한 표준설계모델 확립후, 덴마크의 축산 시장규모는 세계의 중심에 위치하고 있으며, 축산 강대국으로 국제적인 경쟁력을 강화시키고 있다.

□ 덴마크 비육돈 출하규모 변화

○ 규모화가 급격히 진행되어 '07년 전체7,315농가 중 5천두 이상 출하하는 1,269농가(17.3%가 전체 19백만두 중 11백만두(55.3%)를 출하

— 연간 4천두 이상 출하농가 : 1,721농가(23.5%), 12,755,924두(65.8%)

(단위 : 가구, 두, %)

규모	농가수			출하 두수		
	'87	'97	'07	'87	'97	'07
1천두 미만	39,182 (90.0)	14,912 (72.5)	3,104 (42.4)	6,986,162 (65.5)	3,301,991 (18.0)	961,654 (5.0)
1 ~ 2천두	3,016 (6.9)	2,736 (13.3)	1,080 (14.8)	4,160,309 (27.1)	3,925,849 (21.4)	1,603,998 (8.3)
2 ~ 3천두	863 (2.0)	1,367 (6.6)	805 (11.0)	2,052,466 (13.4)	3,345,950 (18.2)	1,984,547 (10.2)
3 ~ 4천두	273 (0.6)	665 (3.2)	605 (8.3)	925,932 (6.0)	2,294,355 (12.5)	2,091,564 (10.8)
4 ~ 5천두	111 (0.3)	366 (1.8)	452 (6.2)	491,626 (3.2)	1,615,082 (8.8)	2,028,006 (10.5)
5 ~ 10천두	99 (0.2)	451 (2.2)	991 (13.5)	642,549 (4.2)	2,984,055 (16.2)	6,823,010 (35.2)
10천두 이상	6 (-)	68 (0.3)	278 (3.8)	84,943 (0.6)	908,698 (4.9)	3,904,908 (21.1)
계	43,550 (100)	20,565 (100)	7,315 (100)	15,343,987 (100)	18,375,980 (100)	19,397,487 (100)

※ 양돈농가('07) : 전체농가 44,618호의 16.4%, ※ 새끼돼지 수출('07) : 380만두

□ 육성돈만 사육하는 전문농가가 크게 증가

(단위 : 가구)

구분	'87	'97	'07
모돈 + 육성돈	17,942(51.1%)	8,425(47.0%)	2,904(42.0%)
육성돈만 사육	8,407(23.9%)	6,214(34.7%)	3,347(48.4%)
모돈만 사육	8,765(25.0%)	3,280(18.3%)	663(9.6%)
계	35,114(100%)	17,919(100%)	6,914(100%)

※ 이유돈(50kg미만) 전문 사육농가는 제외(300 ~ 400여 농가)

□ 종류별, 분기별 사육돼지 현황('07)

(단위 : 천두)

※ 3,500농가 표본조사

구분	1분기(1.1)	2분기(4.1)	3분기(7.1)	4분기(10.1)
모돈	870	890	875	861
— 미경산	215	218	220	209
— 경산	655	672	655	652
수태지(미거세)	17	16	16	15
새끼떨린 모돈	234	247	240	244
이유모돈	42	46	44	40
도태돈(모돈+수태지)	9	10	9	14
육종용 처녀돈(50kg이상)	268	254	256	264

새끼돼지	2,512	2,702	2,637	2,670
이유돈(50kg미만)	5,768	5,849	5,726	5,938
비육돈(50kg이상)	3,893	3,584	3,846	3,992
계	13,613	13,599	13,648	14,039

□ 육성돈, 모돈의 사육규모와 농가수 비율('07)

(단위 : %)

육성돈			모돈		
구분	농가수	사육두수	구분	농가수	사육두수
1 ~ 49	10.8	0.1	1 ~ 4	10.8	0.1
50 ~ 199	10.4	0.6	5 ~ 19	8.6	0.2
200 ~ 499	10.9	1.9	20 ~ 49	4.2	0.4
500 ~ 999	14.4	5.5	50 ~ 99	6.9	1.6
1,000 ~ 1,999	19.2	14.6	100 ~ 199	12.9	6.0
2,000 ~ 2,999	12.7	16.3	200 ~ 299	13.3	10.2
3,000 ~ 3,999	7.6	13.8	300 ~ 399	11.5	12.2
4,000 ~ 4,999	5.3	12.5	400 ~ 499	8.9	12.2
5,000 ~	8.6	34.6	500 ~	23.0	56.9
계	100	100	계	100	100

□ 돈육 가공장(도축·가공) 현황

구분	'70	'80	'90	'06	'07
협동조합(Danish Crown)	50	18	5	2	2
일 반(Private Owned)	4	2	8	10	11
계	54	20	13	12	13

□ 소유별 도축 두수(비육돈, 모돈)

- 협동조합 소유 도축장 2개소에서 전체 물량의 80.3%를 도축
 - 도축장당 평균 도축두수 : 36,137두/일(연간 250일 작업 기준)
 - ※ 1일 2교대 작업

(단위 : 두, %)

구분	'06	'07	증감(%)
협동조합(Danish Crown)	18,730,498(84.5)	18,068,607(80.3)	- 3.5
일 반(Private Owned)	3,429,723(15.5)	4,432,731(19.7)	29.2
계	22,160,221(100)	22,501,338(100)	1.5
※ 도체중량(kg)	81.2	83.9	

□ 도축·가공장 종사인력과 임금

- 인력 : ('03) 13,900명 → ('05) 12,000 → ('07) 10,700
- 임금 : ('00) 188.66DKK/시간 → ('05) 223.83 → ('07)240.62

※ 환율('09. 5월) : 1 덴마크 크로네 = 230.4원 = 0.18달러

□ 생산자가격과 마진

- 도체 돼지 생산자 가격 : ('05) 8.72DKK/kg → ('07) 8.52
- 도체가격/배합사료 가격 비율 : ('05) 7.44 → ('07) 6.23
- 생산자 마진 : ('05) 250DKK/두(이유돈 151, 비육돈 99)
→ ('07) 162(이유돈 102, 비육돈 60)

□ 돈육 생산량과 수출('07)

(단위 : 천톤, 백만DKK)

생산		수출		
물량	금액	물량	금액	국가 전체 수출대비
2,046	18,051	1,891	27,475	5.0%

제2장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 내용 및 방법

가. 연구내용

○ 외국의 선진화된 도축장의 시설 및 설비 연구 현황에 대해서 조사함으로써 질병 감염 전파를 예방하는 도축장의 위치 및 설계, 도축현황과 최첨단 도축라인 및 전자동 시스템 도입현황, 도축 부산물의 분류 및 위생 처리시스템 등에 대해서 살펴보았다. 견학하게 될 도축장은 독일 Fleischcenter Coesfeld 에 위치한 Westfleisch EG와 프랑크푸르트 및 코펜하겐 시내에 위치한 대형 유통점을 살펴보았다. 또한 덴마크 Maglegaardsvej 2 DK-4000 Roskilde에 위치한 세계 제일의 도축장 Danish Meat Research Institute와 Danish Meat School 그리고 도축장에서 채혈한 혈액을 처리하는 공장인 Daka Protein을 방문하였다. 유럽최대 돼지도축장이며 Horsens 에 위치하며 전공정 자동화된 Packer를 자랑하는 Danish Crown 도축장을 방문 조사하고 부분육 처리 시설 자동화와 로봇창고로 물류 자동화의 수준이 높은 Thisted 에 위치한 Tican 도축장을 방문하여 자동처리의 시설을 조사하였다.

○ 국내 소·돼지 도축 가공장 공정시설과 선진국 시설을 비교하기 위해 전국 10개의 도축가공장을 (표.1) 방문하여 도축 가공 공정별 위생시설 및 위생수준을 모니터링 하고 도축공정별 도체의 생물학적 위해 오염 최소화 방안을 마련하였다. 표준도축가공공정을 위한 기초자료를 확

보함으로써, 국내 도축가공장의 가이드라인을 확립하였다. 위 10개의 도축장은 2009년도 도축장 HACCP 운용수준 평가를 바탕으로 하여 선진화된 도축장의 시설 및 설비가 시급한 중위등급에 포함되어 있는 도축장을 임의로 선정 한 것이다.

지역	도시	이름
경기도	파주, 광주	북서울파주도축장, 우진산업
강원도	홍천	제일산업
충청북도	음성, 제천	음성대찬미트, 부농산업
전라북도	남원	대대푸드원
전라남도	나주	중앙축산
경상북도	구미	구미칠곡축협도축장
경상남도	김해	부경 축산물 공판장
제주도	제주	제주축협축산물공판장
총합	10	10

표. 1. 전국 도축가공장

○ 도축 가공장 표준 시설 설계 및 위생처리 공정 개발을 위해서 환경 보전 및 에너지 절약이 가능한 친환경 도축장을 디자인하고 도축 가공장 표준 위생시설 및 위생처리공장의 개발·탐색을 바탕으로 도축 공정별 도체의 생물학적 위해 오염 최소화 방안을 마련하였다. 또한 도축 부산물의 위생 시설 및 위생 처리 공정 개발함으로써, 교차오염 및 전파를 방지하는 가이드라인을 마련하였다.

나. 연구방법

○ 선진화된 외국의 도축가공장 및 교육시설 등을 방문 견학하여 표준 도축 가공 공정을 위한 기초자료를 확보한뒤, 선별된 10개 도축가공장의 시설 및 현황을 조사하였다. 우리나라 실정과 가장 비슷한 덴마크의 도축가공장을 기반으로 새로운 도축가공장 표준설계 및 위생처리 공정 시스템에 대한 가이드라인을 확립하였다.

○ 덴마크의 경우 세계최고의 도축가공장 시설을 갖추고 선별된 교육을 실시함으로써 국제적인 경쟁력 및 영향력을 끼치고 있다. 이 연구는 덴마크 도축가공장 최대 회사인 Danish Meat Research Institute의 협력을 요청하였다. DMRI는 EU 농수산업식품부의 식품안전성 및 수의학 분야에 고문을 담당하고 있는 회사이다. 특히, 각 나라별로 정책이 다른 도축 규정에 맞게, 도축가공장을 디자인하며 설계를 돕고 있고, 도축관련 기관들의 협력으로 설립된 회사이며, Danish Meat School을 운영하고 있어 검사관 및 관리인에 대해 철저한 교육을 실시하고 있다. 새롭게 변화하는 축산물 실정에 따라 가이드라인을 EU에 제시하는 회사로 이 연구에 큰 도움이 되었다.

○ 이 연구는 도축가공장 표준 시설 설계 및 위생처리 공정 개발하기위해 미래 지향적인 도축가공장의 단지 배치 계획 및 탐색, 도축공정과 육가공 공정 및 관련시설의 합리적 동선을 고려한 건축계획, 부산물 공간의 합리적 공간 배치 및 현실적인 면적 산출 기준을 탐색하여 한국적 상황을 고려한 도축가공장의 단면을 계획하였다. 미국이나 호주 등의 도축장은 부지가 매우 넓지만 우리나라는 매우 협소한 부지에 도축장이 위치함으로, 일본 도축장의 단면 계획 및 시공을 연구해야 한다. 동물의 도살시 발생하는 소음 차단 및 원활한 온수 공급을 위한 건축 환경을 계획 및 탐색하였다. 이 외에도 여러 선진국들의 정책 및 방향에 대해 조사하여 국내 실정에 맞는 표준도축가공공정에 대한 설계를 확립하였다.

제3장 총괄연구개발과제의 최종 연구개발 결과

가. 외국 선진화된 도축장의 R&D (덴마크)

덴마크: 국토 43,000 km²-인구 5천3백만

2007년 돼지 수출량: 189만톤 (생산량의 85%)

주요 시장: EU, 일본, 러시아, 중국, USA

일본 시장 점유율: 31%

영국 시장 점유율: 26% (베이컨)

협력회사: Danish Crown, TiCan, DMRI

농장주가 주가 되어있으며, 돼지 농가와 도축장 (도축, cutting, 포장), DMRI가 통합적으로 협력하고 있다. 처리 산업군과 장비 생산업체, 대학간의 긴밀한 협력으로 돼지 생산과 산업화의

모든 영역에서 최첨단 기술과 경영 원칙을 적용하고 있으며 고품질 사료와 건강한 돼지의 생산을 목적으로 90%이상이 돼지 농가가 소유하며 관리하는 축협 시스템의 통제 아래에서 도축되고 처리, 생산되어지며 시장에 선을 보이고 있다.

덴마크의 돼지고기 산업을 2007년 기준으로 살펴보면, 7200 개의 돼지농가가 있으며 돼지 2,630마리를 생산하고 200만톤의 돼지고기를 생산한다. 그 가치를 다져보면 181억 덴마크크로네로 한화로 환전시 약 4조 1천억원에 해당하고 있다. 그 중 생체의 수출은 490만 마리에 해당하며 사설 도축장에서의 도축은 170만 마리, 도축장 협회에서의 도축은 1960만 마리에 달하고 있다. 국외수출이 90%로 175억 DKK, 한화 약 6조 2천억원이며 자국내 소비는 10% 30억 DKK로 한화 약 6조 800억원이다. 전체적인 양돈산업의 규모는 30.5억 DKK로 한화 약 7조원에 해당된다. 덴마크는 국토의 넓이에 비해 돼지 생산량이 많으며, 연간 2500만 마리의 돼지를 생산한다. 세계적으로 보았을 때, 덴마크는 상위 10위 안에 드는 생산 국가이지만, 아직 1위에는 미치지 못하고 있다. 그러나 덴마크는 돼지고기 주요 수출 국가이며, 세계 130개국 이상에 수출하고 시설 및 설비의 첨단화로 1위에 근접해 가고 있는 상태이다. 국제적 주요 수출국가로서의 위치는 산업체와의 수많은 협동에 의해서 달성되었으며 중요한 2가지의 요소로 1900년대의 급격한 돼지 생산 성장에 밑바탕이 되었다. 첫째는 한가지 제품 (베이컨)에 하나의 시장 (영국)에서 규격화되고 각기다른 요구에 맞춘 다양한 공급 체인으로의 변화를 달성했다. 이는 각 나라에서 원하는 부분 및 가공상태를 도축 가공장에서 맞춤으로써 수출산업에 최적화를 맞춘 것으로 해석된다. 둘째는 국가간 판매와 공급조직은 공공 사업체 ESS-FOOD가 관장을 하였다. ESS-FOOD는 덴마크의 자회사인 Danish Crown의 회사이며 세계 여러나라와 무역을 담당하며 맞춤형태의 축산물을 생산하는 형태이다.

DMRI의 협동조합을 만들었으며, 덴마크 육류 기술의 중심점이라 말할 수 있다. 덴마크 양돈농가들을 통한 덴마크 육류 협회를 소유하고 있고, 덴마크, 노르웨이, 스웨덴 육류 산업을 위한 R&D 센터를 운영하고 있다. 거래액 USD 3200만 달러중 컨설팅이 차지하는 비율은 약 1100만 달러로 1995년 이래로 세계 10권 안에 들게한 85개의 특허를 보유하고 있다. 축산 식품의 효율성 증대, 생산품질 조정, 식품 안전성의 극대화를 최종 목표로 두고 있으며, 국제적으로 덴마크 육류 산업의 국가적이며 국제적인 R&D 링크를 담당하고 있다.

전문적 기술을 개발하여 농장에서 돼지들을 운송해서 도축장을 거쳐 처리된 가공육을 소비자의 식탁에 올려놓기까지의 전 과정을 담당하며, 육가공 공장 관리와 처리 시설 디자인을 위한 새로운 기술의 관점을 모두 고려하고 있다는 것이 특징이다. 육류 산업 기술에 관련된 R&D를 담당하여 육류품질 또한 기여하고 있다. 육류품질은 4가지의 요소로 판단하고 있으며, 식미적 품질 (맛, 연도, 다즙성, 외관), 영양적 품질 (지방 함유량, 단백질 함유량, 비타민, 미네랄), 기

술적 품질 (수분 함유량, 육즙 손실, 공정 수율, pH, 색깔), 윤리적 품질 (동물복지, 환경, 작업 조건) 이고 축산식품의 품질에 대하여서 일곱가지의 연결성을 두고 연구하고 있다. 번식 (종, 유전자), 생산시스템 (운동, 사료급여), 취급요령 (운송, 계류장, 기절요법), 도축&냉장 (시간/온도), 냉동 (시간/온도, 포장), 숙성 (시간/온도, 포장), 조리 (방법, 시간/온도)이다.

환경 (법적으로 허용된 범위)

동물의 복지와 건강을 고려하여 덴마크에서는 목장의 위치 및 환경을 다음과 같이 규정하고 있다.

- 가축중에 따른 위치와 디자인
- 가축의 크기에 따른 계획
- 가축 생산의 알맞은 경작지
- 분뇨 처리 능력

덴마크 환경부에서는 EU 규정(91/676/EEC)에 맞추어 동물들의 생산부터 수송까지 규제하고 있다. 동물들의 복지와 환경오염의 최소한이 법적인 규제의 최종 목표이다.

2007년 1월부터 새로운 환경법이 개정 되었는데, 다른 모든 조항들을 이해하기 쉽게끔 하나로 바꾸고, 동물의 크기보다 더 큰 농장이 필요할뿐더러, 농장에서 자체적으로 사일리지 공급이 가능해야 한다고 설명하고 있다.

덴마크 농림부는 가축 생산에 대한 계획과 관리에 대해 가이드라인을 제시하여 선진 축산화로 세계 정상에 설수 있도록 도움을 주었다.

1. 수송

덴마크는 운송과정에서 발생하는 Stress를 최적화하여 Weight Loss를 최적화 할뿐만 아니라 PSE (Pale, Soft, Exudative)육 방지를 위해 특장차를 제작하여 운행하고 있다. 특히 가축에게는 낮은 적재밀도, 편안한 공간, 그룹사이즈, 소음/스트레스, 상처가 없어야 그 품질의 가치를 인정받을수 있기에 차량은 고정되고 최소화된 기계적 환기시스템, 고무바닥재, 절연 벽재 및 바닥재, 분무 시스템, 적재장비, 법규/시장의 요구충족을 모두 갖춰 운행하고 있다. 구획당 15마리의 수송 능력과 수송 시간은 Stress를 대비하여 2-4시간으로 제한하고 있다. 도축장 및 농장의 거리를 염두해둔 설계이다. (그림.1, 2)



그림. 1. 3텍으로 구성되어 있고 200-240 마리의 운송능력이 있다.



그림. 2. 2텍으로 구성되어 있고 120-180마리의 운송 능력이 있다.

덴마크에서는 수송 시간에 따른 가축의 사망건수가 통계적으로 그래프로 정리되어 있다. 특장 차량을 이용하여 수송을 한 뒤로부터는 수송 중 가축이 사망하는 수가 줄어들었다.

특장 차량을 이용한 수송은 도체의 근출혈을 줄일뿐만 아니라 농장에서 수송 차량으로 탑승시 혹은 수송차량에서 도축 계류장으로 하차시에도 차량의 각도를 조절하여 안정적인 이동이 가능하며, 전기봉을 사용하지 않아 품질 개선 부분에서도 탁월한 효과를 보이고 있다.

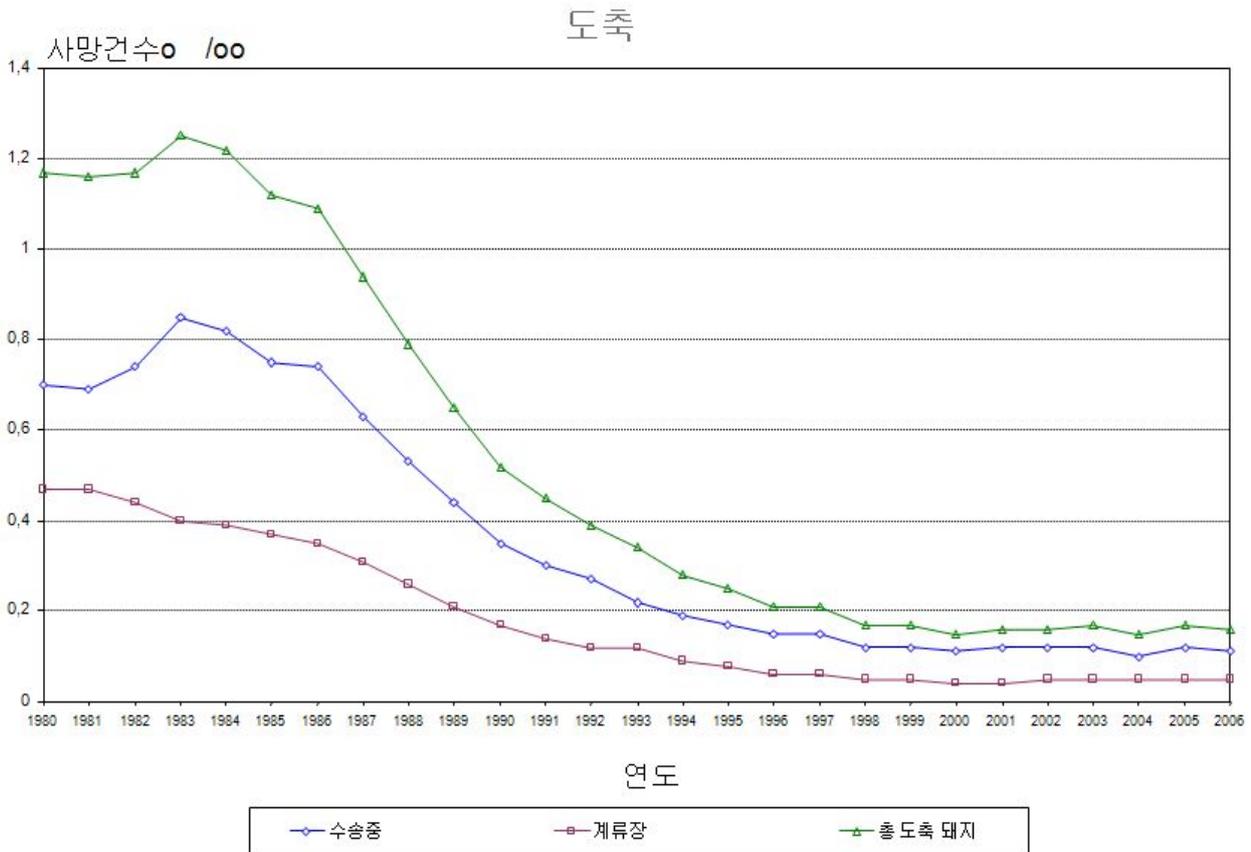


그림. 3. 수송 및 계류장에서 사망건수

2. 계류

돼지 도축장의 계류장은 가축이 미끄러지지 않으며, 내리고 이동이 쉽도록, 즉 돼지가 어느 방향으로 가야하는지 스스로 찾아가기 쉽도록 설계되어 있다. 전기봉의 사용은 엄격하게 금지하고 있으며, 어느 방향이든지 가축이 스스로 결정하고 이동하도록 유도한다. 하역 중 발생할 수 있는 사고를 대비해 수의사의 관리 하에 이루어지며, 운송 중 발생할 수 있는 돼지의 건강상태를 확인하기도 한다. 수의사는 이런 것 들을 관리하여 수송차량에 돼지가 과적되지 않도록 한다. 모든 도축장은 수송 되어진 돼지와 차량번호 도축장의 번호가 프로그램화 되어 시스템에 입력이 된다. 수송 차량 및 운전자, 수송 시간까지도 모두 기록되어 돼지의 건강과 복지에 최우선 되도록 한다. 이렇게 하차하게 되면 돼지는 계류장에서 도축 전까지 약 한시간 가량 머물게 된다. 계류장의 펜스에는 물을 마실수 있는 장치가 마련되어 있으며, 계절에 따라 냉난방을 제공하도록 규정하고 있다. 이것들은 돼지들에게 최소의 스트레스를 고려하며, 복지가 우선적으로 제공되고 있음을 시사하고 있다. 만약 돼지들이 계류장에서 밤을 보내야 하는 상황이 발

생활 때는 먹이를 제공하며, 농장에서 머물 때처럼 최대한의 조건을 맞춰준다



그림. 4. 덴마크 계류장의 동물 자동몰이 모습

덴마크 계류장은 국내 도축장에 비교하여 소음, 악취가 적어 친환경적이라는 평가를 받고 있다. 국내는 계류장에서의 소음으로 많은 민원이 발생하고 가축이 제대로 설수 가 없어, 오히려 계류장을 이용함으로써 가축들의 스트레스가 더 커져 품질을 악화시키고 있는 실정이다. 또한 자동몰이시스템의 도입으로 기존의 전기봉을 사용하여 계류를 하며 물이했을 시에 작업자가 4명 이상 필요했지만, 현재는 두명만으로도 충분히 작업이 이루어지고 있으며, 이에따른 이익 발생은 또 다른 분야의 개발로 이어지고 있다.

3. 도축

돼지는 소나 양에 비하여 사후대사가 빠르고 신선육의 품질은 근육 내 글리코겐의 대사가 거의 대부분을 결정하며, 대사의 결과에 따라 다양한 고기의 특성을 나타내게 된다. 돼지고기의 최후 품질상태는 도축후 도체온도 변화, 도체의 냉각율, 사후강직이 일어나는 환경의 작용에 따른 골격 근육 pH의 감소에 영향을 받고, 사후 pH 감소율은 스트레스 유전자의 존재 유무와 관계없이, 궁극적으로 PSE육을 생산한 도체가 3배정도 대사가 빠르다. 이러한 pH의 급감은 도체의 온도가 37°C 이상인 상태에서 수분을 굳히는 근 섬유 단백질의 변성을 초래한다.

국내 PSE돈육 발생률은 대일돈육 수출중단이후 매년 증가하여 2001년 45%정도 되는 것으로 보고되고 있다. PSE돈육 발생 원인으로는 PSE육의 발생은 일반적으로 돼지의 스트레스가 가장 큰 원인으로 알려져 있다. 그러므로 도축 전 돼지의 취급방법 즉, 수송 전 취급, 수송 시 수송밀도와 날씨 및 기온, 수송거리, 계류, 계류 시 물 분무, 절식, 도축장 내로의 몰이 방법 등이 매우 중요한 요인들로 알려지고 있다. 돼지 몰이 시 전기봉은 특히 차량에 승하차시 많이 사용하며, 돼지를 운송하는 운전기사는 대부분 사람들이 대부분 소유하고 종종 사용하고 있으나, 돼지 몰이 시 전기봉의 사용은 돈육의 질에 부정적인 영향을 미친다.

도축과정 중 실신은 동물복지측면에서, 도축되는 모든 가축들은 순간적으로 무감각해지며 방혈 시 완전히 의식을 잃은 상태로 유지하는 것이 합법적인 조건이다. 산업체에서는 전살방법에 대한 장점과 단점을 평가할 때 육질, 혈관파열이나 골절 등을 고려한다.

돼지의 경우 가장 대표적으로 널리 사용되는 실신방법 2가지는 이산화탄소(CO₂) 실신법과 전기실신법이다. 우리나라에서는 전기실신 방법이 주로 이용되고 있으며, CO₂ 실신은 3개 작업장 내외로 알려져 있다. 도체나 고기의 품질은 기절방법의 영향으로 골절, 근출혈, 타박상, 부적합한 출혈, PSE육을 포함하여 도체의 가치가 저하된다. 일반적으로 전기실신법으로 생산된 근육은 CO₂ 실신방법으로 생산된 근육과 비교하여 도축 후 사후초기에 더 빠른 pH 감소 현상과 낮은 보수력을 나타내는 반면에 사후 24시간 후 pH는 거의 영향을 주지 않는다. 근출혈(혈관파열) 발생률에 있어서도 CO₂ 실신법이 전기실신법보다 유리하다.

현재 덴마크는 CO₂ Stunning 기계를 이용하여 도축하고 있다. CO₂ Stunning 기계는 동물들의 복지와 스트레스를 줄이기 위해 반듯이 필요하며 이는 더 나은 고기의 품질과 많은 이익을 가져다 준다는 장점을 가지고 있다.

구분	내용	착안 (활용할)사항
CO ₂ Gas stunning g	*0.7-8두씩 개스에 유도 1회/27초(실제35초) →시간당 계산상 750-900두 가능 -수직 방혈을 해야 함. *특징 -전상과 대비하여 “혈반, 골반터짐”등 없음 -PSE 발생 경감, 동물 보호 측면 고려	*품질 향상을 위해 검토 필요 *고려할 사항 -비용 상승 측면 : 두당 100-150원 -개조시 용이성, 경제성 등 -방혈 재 검토 필요

표. 2. CO₂ Gas Stunning 시스템의 특징

실제로 전기충격기와 CO₂ Stunning으로 도축시 고기의 품질을 비교하면 다음과 같다.

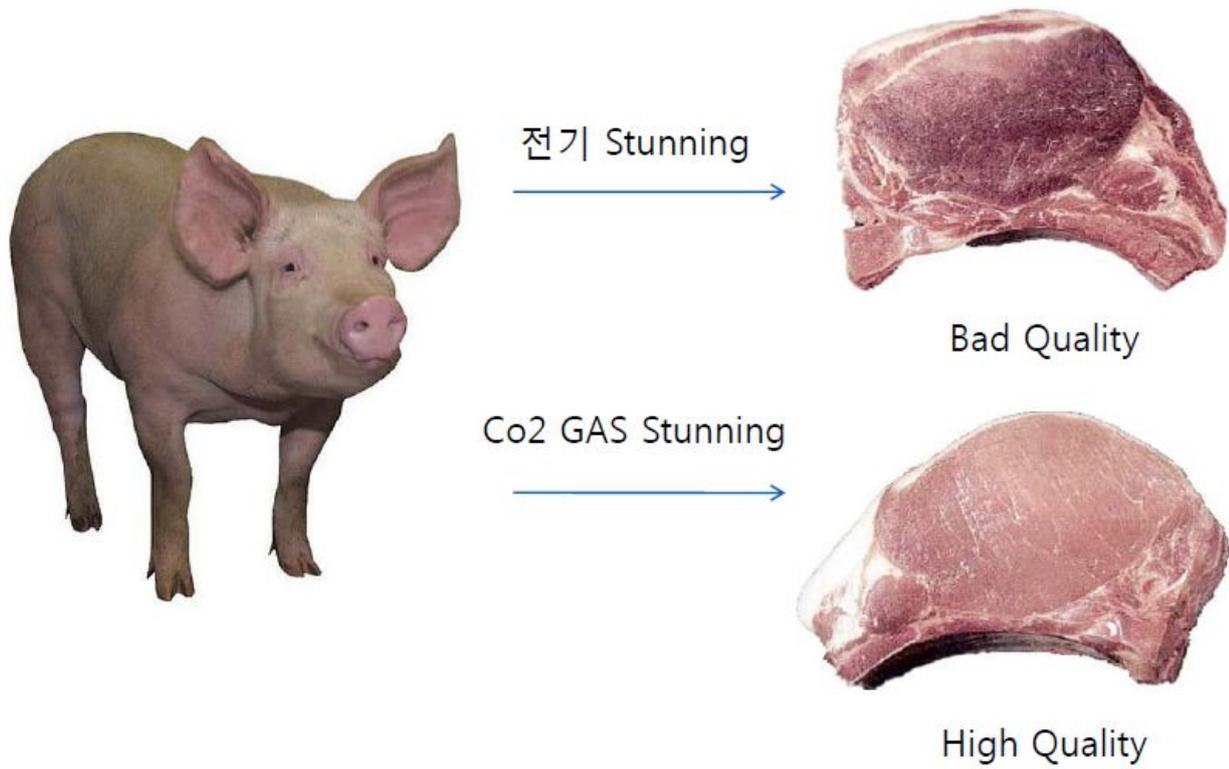


그림. 5. 전사와 CO₂ gas Stunning 기계에 따른 고기품질차이

고기의 품질면에서 뿐만 아니라, 동물의 복지를 위해서도 CO₂ gas stunning을 사용하는 것이 여러 가지를 영향을 미친다.

Technical quality - 보습력, Drip Loss, 출하량, pH

Nutritional quality - 지방함유량, 단백질 함유량, 비타민, 미네랄

Ethical quality - 동물복지, 작업환경, 작업자의 복지

Eating quality - 맛, 부드러움, 육즙, 겉보기

기계의 원리는 다음과 같다.

계류장에서의 돼지가 유도로를 따라 CO₂장치로 오게되며, 돼지는 그룹지어 이동하게 된다. 5-6마리로 그룹되어지며 차례로 곤돌라의 문이 열려 엘리베이터처럼 CO₂가 있는 밑으로 내려가게

된다. 설정된 시간에 맞춰 돼지들은 CO₂ 를 마시게 되며 방혈할 수 있도록 반대쪽 컨베이어 벨트로 나가게 된다. 돼지가 기계속으로 들어가고 나가는 것이 동시에 이루어져 도축의 속도가 증가할 뿐만 아니라 버둥거림없이 편안한 상태로 마취시키는 것이다. 마취된 후에는 완전히 긴장이 풀린 도체를 얻을 수 있어서 샤클을 채우기가 쉬우며 목 찌르기가 편리하고 쉽다.



그림. 6. CO₂로 마취된 돼지의 모습



그림. 7. 전기봉 대신 가축의 시야를 가려 계류를 용이하게 하는 Driving Bat.

또한 소의 도축시 복부부분의 오염을 줄이기 위하여 제모를 하고 있었다. 스팀과 동시에 Suction기능이 추가되어 소독 및 제모의 기능을 동시에 하고 있다. 국내의 경우 제모를 하지 않고 그대로 복부를 절개하여 Evisceration을 진행하여 복부에 붙어있던 배설물들이 식육에 오염되어 소비자의 식탁을 위협하고 있는 실정이다. 이것은 식육도체의 미생물 오염을 최소화 시킬 수 있는 좋은 예이다.



그림. 8. De-dagger를 이용하여 제모하고 있다

4. 방혈

혈액은 부산물의 일종으로 현재 국내에서는 대부분이 폐기처리되고 일부분만이 선지로 이용하고 있다. 피는 탈수 처리되고, 액체 성분은 하수도로 흘러나가며, 고체 성분은 정제 처리 시설로 운반된다. 이러한 공정은 폐수 오염을 증가시키고, 정제 처리 시설로 보낼 확률을 높인다. 탈수 처리는 최적의 해결책이지만, 이것은 정제처리 비용이나 폐수오염의 비용과 비교해 봐야 한다. 가축혈액을 재처리 하는 것이 덴마크 정부에서 내린 최적의 방안이며, 덴마크에서는 이미 정부와 함께 재활용 할 수 있는 시스템을 운영중이었다. 덴마크에서 이용되는 동물혈액공정 처리 시스템 구상도는 다음과 같다.

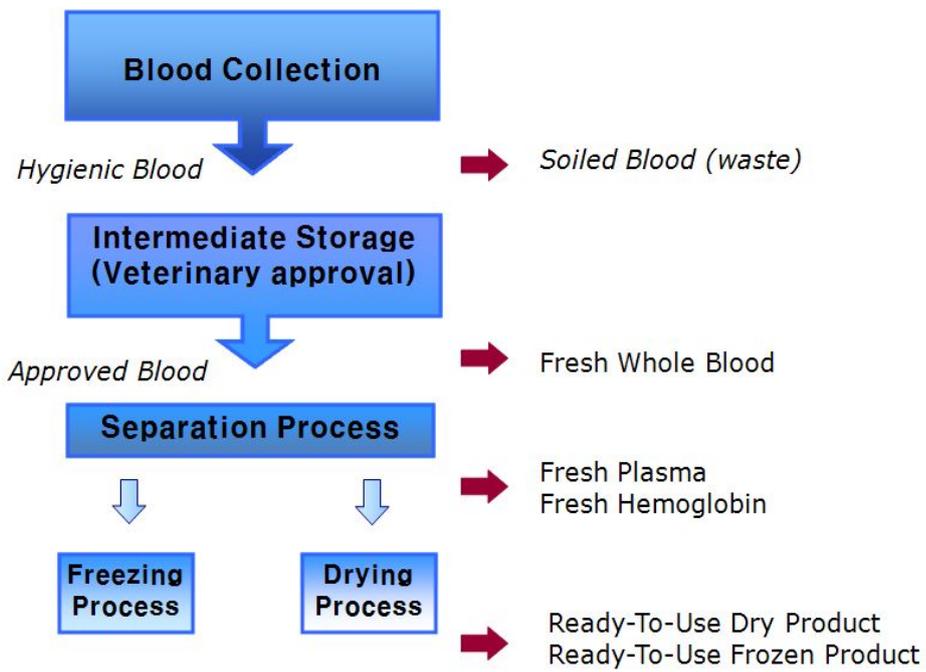


그림. 9. 동물혈액 공정처리 시스템 구상도(덴마크)

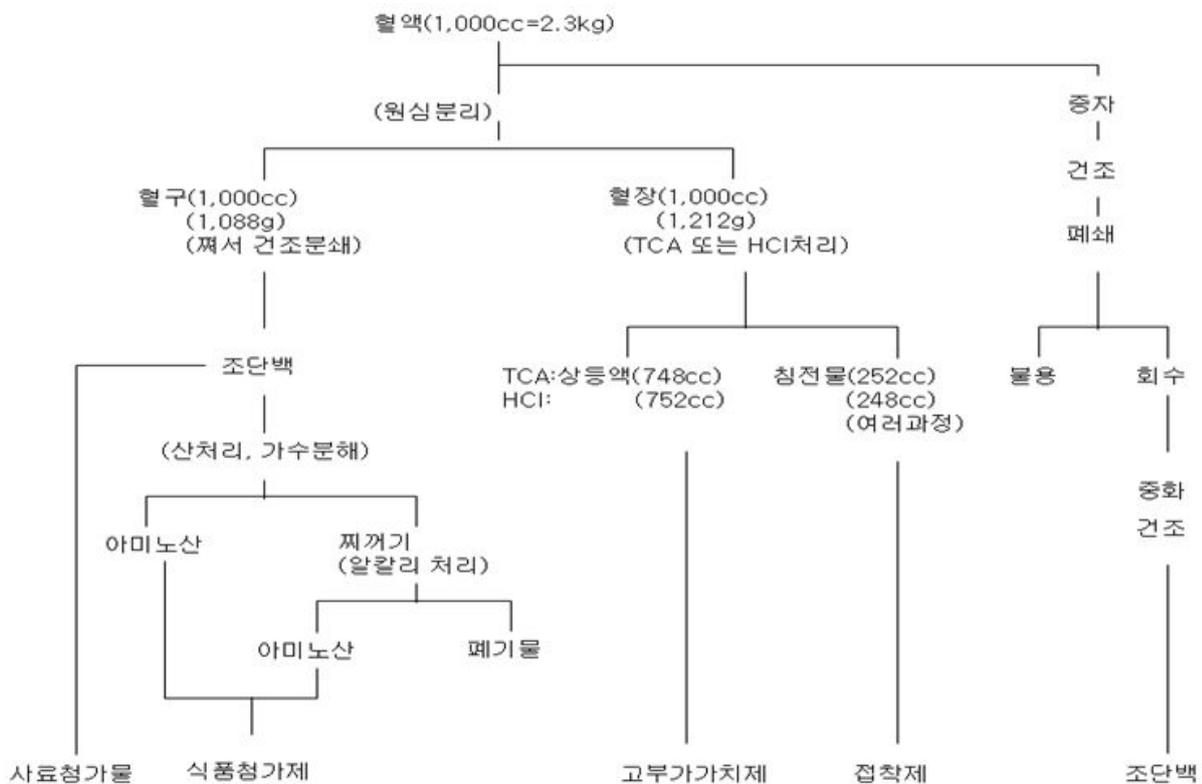


그림. 10. 혈액의 구성과 활용방안 (덴마크)

이와같은 공정을 통해 덴마크에서는 혈분으로 사료첨가제, 혈장분말로부터 식품첨가제, 헤모글로빈 분말로부터 발색제, 향신료, 성장촉진제, 슬로빈 분말로부터 사료첨가제, 의약품첨가제, 글로빈 펩타이드로부터 의약품 약품들을 창출해 이익을 만들고 있다.

또한 덴마크 도축장에서는 현재 특별 제작된 칼을 사용하여 혈액을 수집하고 있다. 이칼과 시설은 자동 항응고제를 투약하며 자체 유지보수 및 교환 가능한 나이프 날을 갖고 있다.



그림. 11. Anitech Hollow Knife

특별 제작된 나이프를 이용하여 다음과 같이 기존에 방혈을 하던 것과는 다르게 위생적으로 혈액을 수집하고 있다.

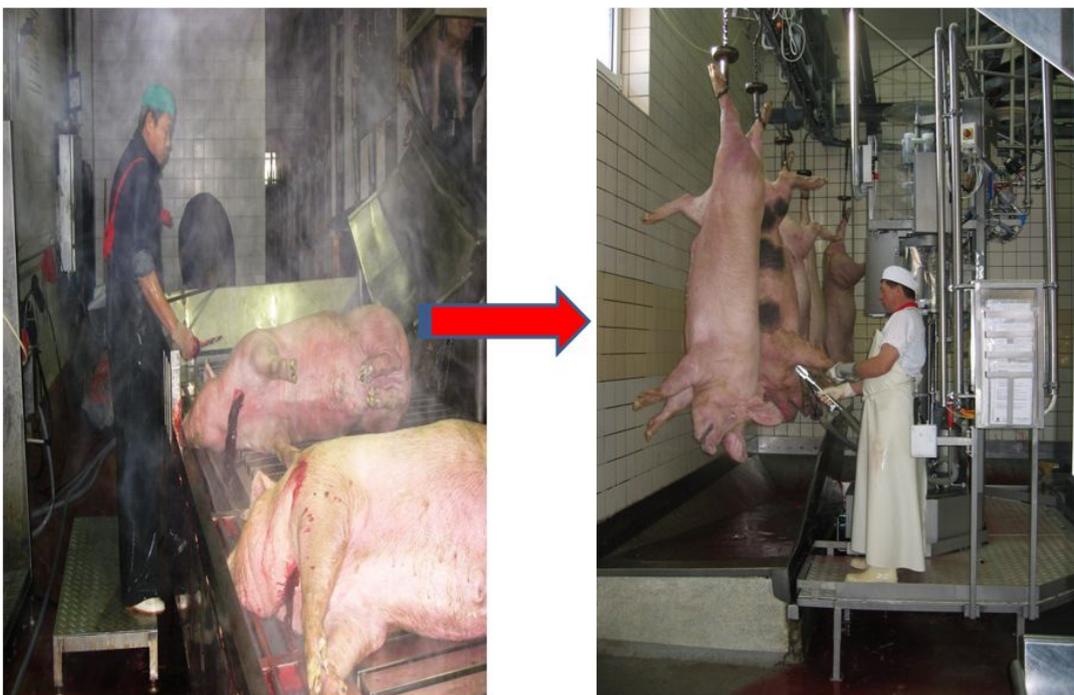


그림. 12. 기존의 방혈시스템(수평), 덴마크의 새로운 시스템(수직)

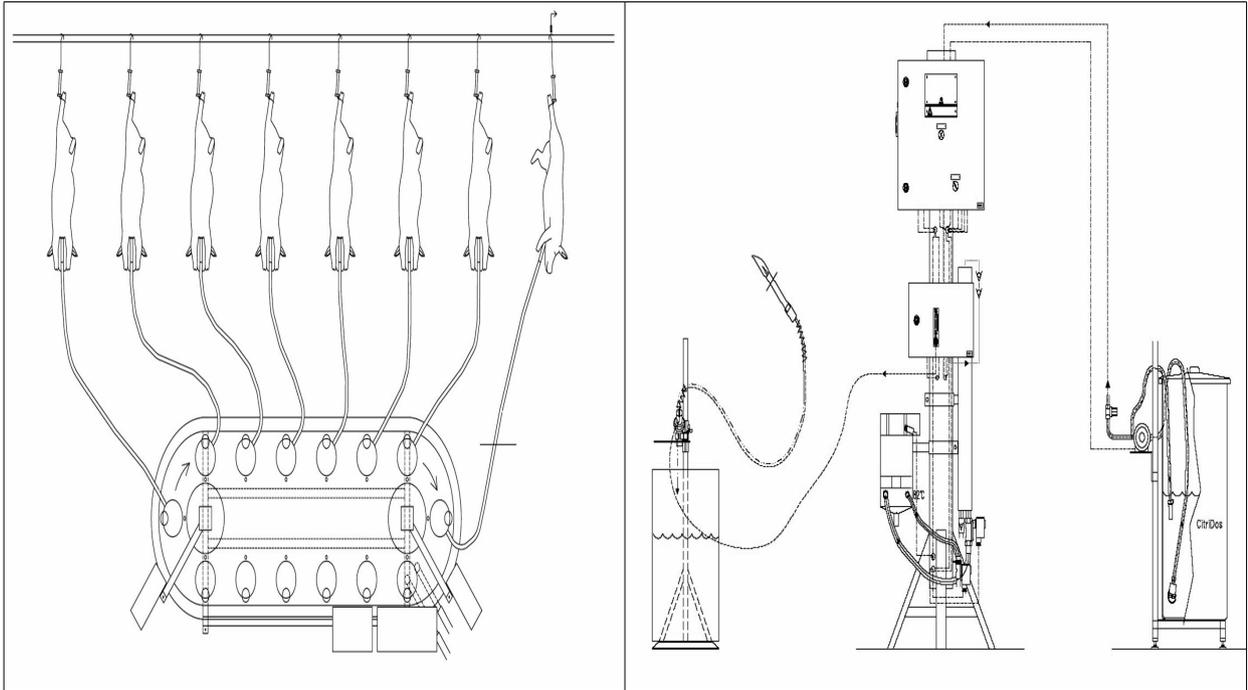


그림. 13. 새 시스템의 설계면도

수집된 혈액은 ANITEC 혈액 탱크를 통하여 하루에 4만 리터씩 저장된다. 추후의 공정에 맞춰서 식용가능한 단백질, 분말 형태로 정제되어 진다. 이는 부산물을 분류화하여 식용과 비식용 분야로 나누어 정의함으로써, 가능하게 된 것이다. 국내 혈액은 모두 폐수처리장으로 보내져 연간 약 5만 톤 이상으로 폐기처분된다.



그림. 14. ANITEC 혈액 채취실

5. 탕박 & 제모

덴마크에서는 기존의 탕박 시설이었던 도체 전체를 62℃에서 7분 침수하여 시행하는 것은 침수과정을 통해 교차오염이 일어날 수 있다고 하여 더 이상 이용하고 있지 않았다. 탕박과정 역시 자동화 공정을 취한 상태였는데, 스팀을 이용하여 교차오염의 가능성을 줄이기 위해 밑에서 위로 뿜어주고 있었다. 개체별로 스팀이 취해지기 때문에 개체간 오염이 방지되며, 탕박을 이용했을시에 식육 도체에 물이 들어가 발생하는 품질 저하 및 미생물의 성장시간을 늘려주어 유통기한이 짧았던 단점을 보완 하였다.

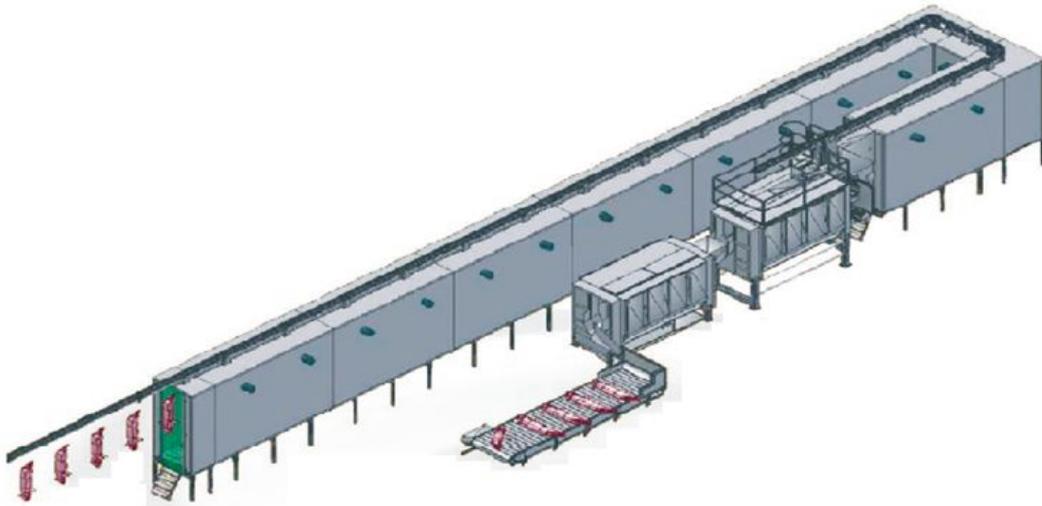


그림. 15. Steam Scalding System



그림. 16. 화염방사기를 통한 잔모 제거과정

화염방사기를 이용한 제모과정은 국내와 마찬가지로 동일하게 이루어지고 있었다.

6. 적출

항문 및 내장적출 역시 자동 공정화 라인이 구성되어 있었다. 국내의 경우 손으로 직접하거나 교차오염의 문제를 생각하지 않고 한번 사용된 칼을 다시 사용하는 문제점이 있고 대장에서 나오는 대장균들에 오염에 그대로 노출된다는 단점이 있다. 하지만 자동화 시설의 경우 한번 사용후 자동 세척 및 소독 기능이 들어있을 뿐만 아니라 실제로 손으로 했을 때 보다 항문 적출시 weight loss의 양도 줄어들뿐더러, 교차오염 역시 줄어드는 것으로 보고되었다.

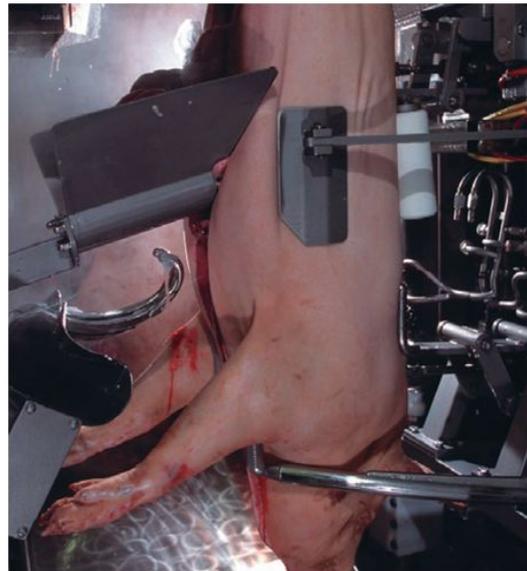


그림. 17. 기계를 이용하여 항문 및 내장 적출

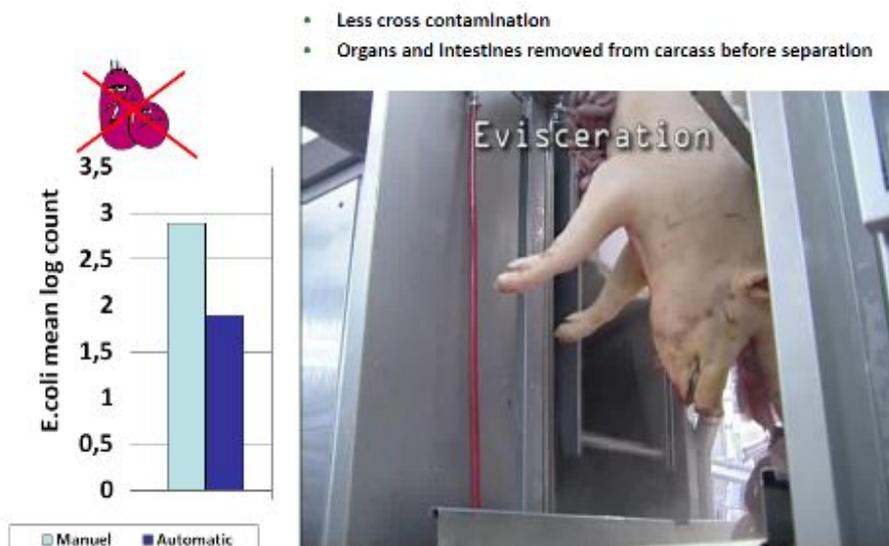


그림. 18. 그래프에 나타나 있듯이 *E.coli* count 결과 현저하게 감소된 것을 볼 수 있다.

기계화를 이용한 적출 시스템은 부산물 이용시 오염확률을 줄여 식용으로 분류 가능하게 한다. 이는 부산물이 폐기대상으로만 처분되어 도축장에서 비용을 지불하던 면을 이익창출로 바꿀수 있게 하는 부분이다. 덴마크는 도축장에서 발생하는 부산물들을 재활용하여 고부가가치의 산업으로 탈바꿈함으로써, 시설부분의 투자를 더 넓혀갈 수 있는 방안을 마련하였다.

7. 이분도체

이분도체를 하기 전 어느 부분을 절단해야 하는지가 중요한 부분이다. 국내의 경우 톱을 이용해 손으로 자르는 곳이 대부분이나 덴마크는 분할 전 도체를 CT촬영하여 도체에 맞게 대형 칼날이 움직인다. 이 CT촬영은 도체의 고기품질도 체크하여 국내에서 등급판정사가 하는 일을 대신해 주고 있다. 등지방 두께부터 뼈 발골까지 전부 CT 촬영을 통하여 컴퓨터에 입력되기 때문에 발골을 통한 weight loss를 줄일 수 있고, 사람의 눈에 의존한 등급판정이 아닌 컴퓨터를 통하여 판단하므로 그 오차를 줄이고 있다.

또한 Needle Detector를 사용하여 식육 가공시 발생할 수 있는 위험성을 미리 판단하고 제거할 수 있다. 국내의 경우 육가공장에서만 사용하고 있어, 실제로 정육점이나 도,소매점으로 납품시 Needle이 발생하는 경우가 다반사하여 소비자에게 위험을 제공하고 있는 실정이다. 도축장에서 Needle Detecrot를 사용하여 Risk Factor를 사전에 제거하는 것이 중요하다.

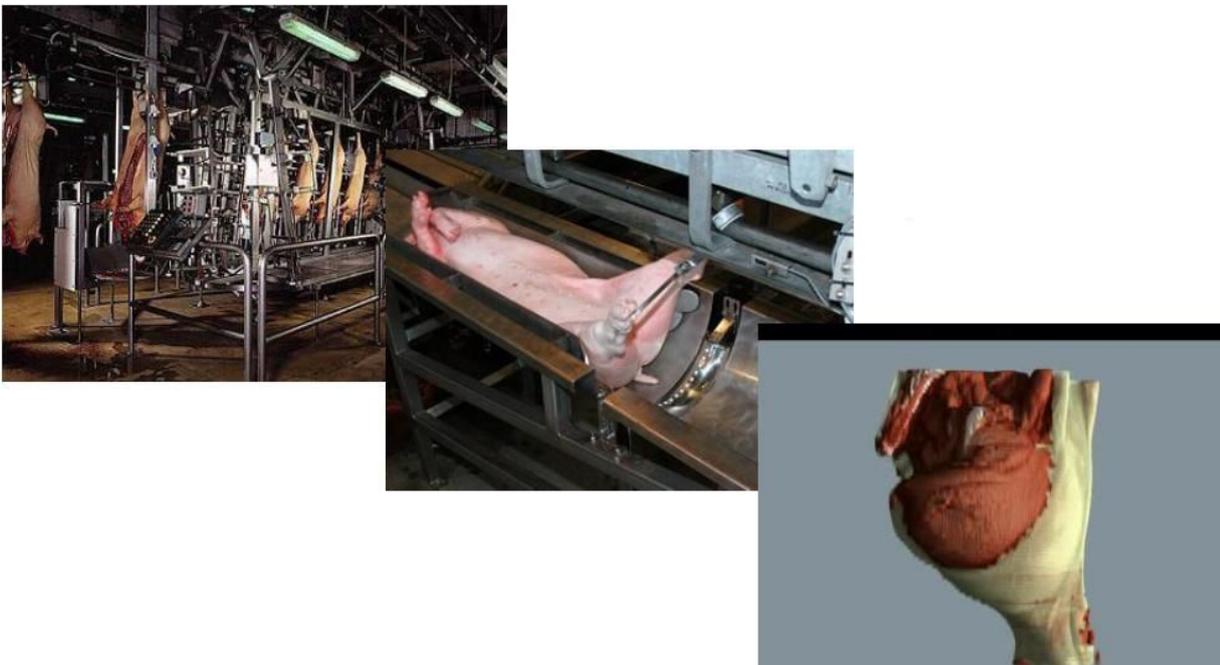


그림. 19. 단계별 CT 촬영 기계의 변화



Fig. 20. 이도체 및 발골을 위한 3D 입체 형상화

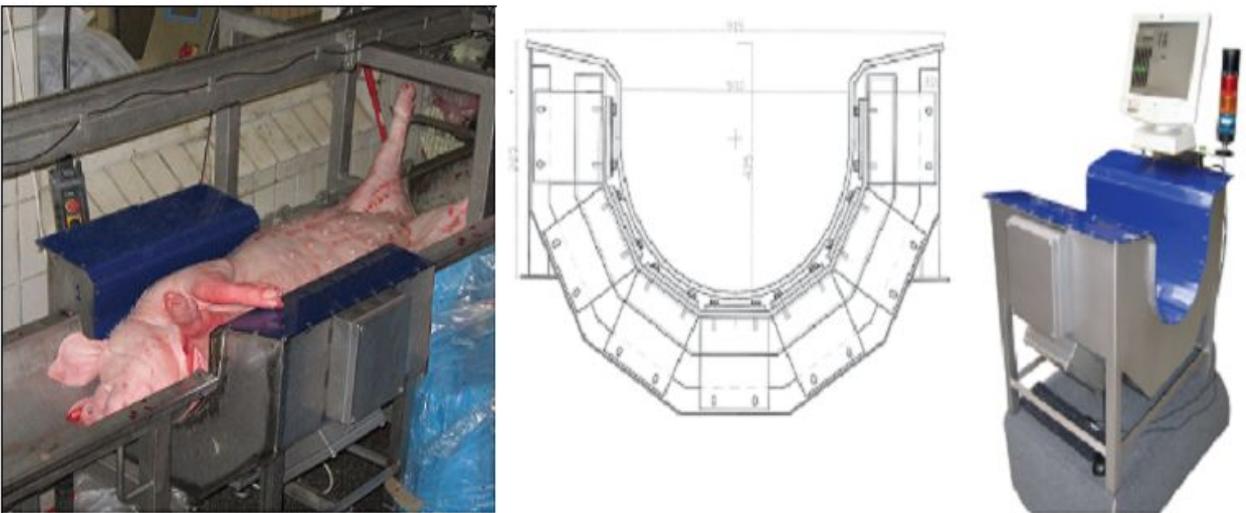


Fig. 21. Needle Detector를 이용하여 도축장에서 사전에 위험요인을 제거하고 있다.

8. 세척

덴마크에서는 Vacuumsteaming 기계를 이용하여 적출 과정 또는 이도체 과정 중 발생할 수 있는 오염에 대하여 방지하고 있다. Steam과 Suction 기능이 동시에 있어 식육에 묻어있는 오염물질들을 제거할 수 있으며 위해요소들을 제어하고 있다. 박테리아에 오염된 부분을 절단하는 것보다 훨씬 큰 이익을 가져올 수 있으며, 세균 제어에도 더욱 효과적이다. 또한 덴마크에서는 Vacuumsteaming 기계를 이용할 수 없는 부분이 있을 때에는 수의사에 의해 직접 절단하는 것도 허가되어 있어, 무엇보다 소비자들에게 안전한 축산물 먹거리를 제공하는 것에 중점을 두고 있다.



그림. 22. Steam Vacuumsteaming 기계를 이용한 오염물질 제거

9. 냉각

DMRI의 연구에 따르면 급냉시스템을 설치한 이후로 PSE, PSE spot, DFD(Dark-Firm-Dry)의 출현이 감소했다. 실제로 덴마크의 모든 도축장에서 급냉시스템을 사용하고 있으며, Drip loss, Weight loss를 줄이고 있다. 터널방식의 System이 가장 많이 이용되고 있는데, 86kg의 도체당 81분이 소요되며, 총 18~20시간이 소요된다. Weight loss를 1.0~1.2%까지 줄일수 있으며, 세균수는 log1까지 줄일수 있다. 얼리지 않은상태로 가능한 차가운 상태로 예냉을 하는 것은 운송 및 보관중에 도체에 발생할 수 있는 세균의 성장을 한계에 도달하게 하는 것이다. 낮은 온도에서는 박테리아의 성장이 낮으며 덴마크에서는 supercolling 시스템을 이용하여 세균 성장과 품질에 대하여 제어하고 있었다. 도체의 특성에 맞게 최대 40일동안 운송상장에 저장되어 있으며, 각부분별로 절단되어 보관되기도 한다. 덴마크는 모든 도축과정에서 도체에 물을 뿌리는 것을 금지하고 있기 때문에 급냉시설을 이용하여 보관시 국내보다 두배 이상의 유통기한을 보장한다.

다음 그래프는 DMRI에서 온도별 도체의 보관 일수를 나타낸 것이다.

-2℃에서 보관시 보존일이 20일 가까이 되어도 신선도를 유지하고 있음을 알수 있다. 국내는 그만큼 창고와 급냉 시설을 갖춘곳이 없고, 물을 뿌림으로써 신선도를 20일 가까이 유지하는 도축장은 없다.

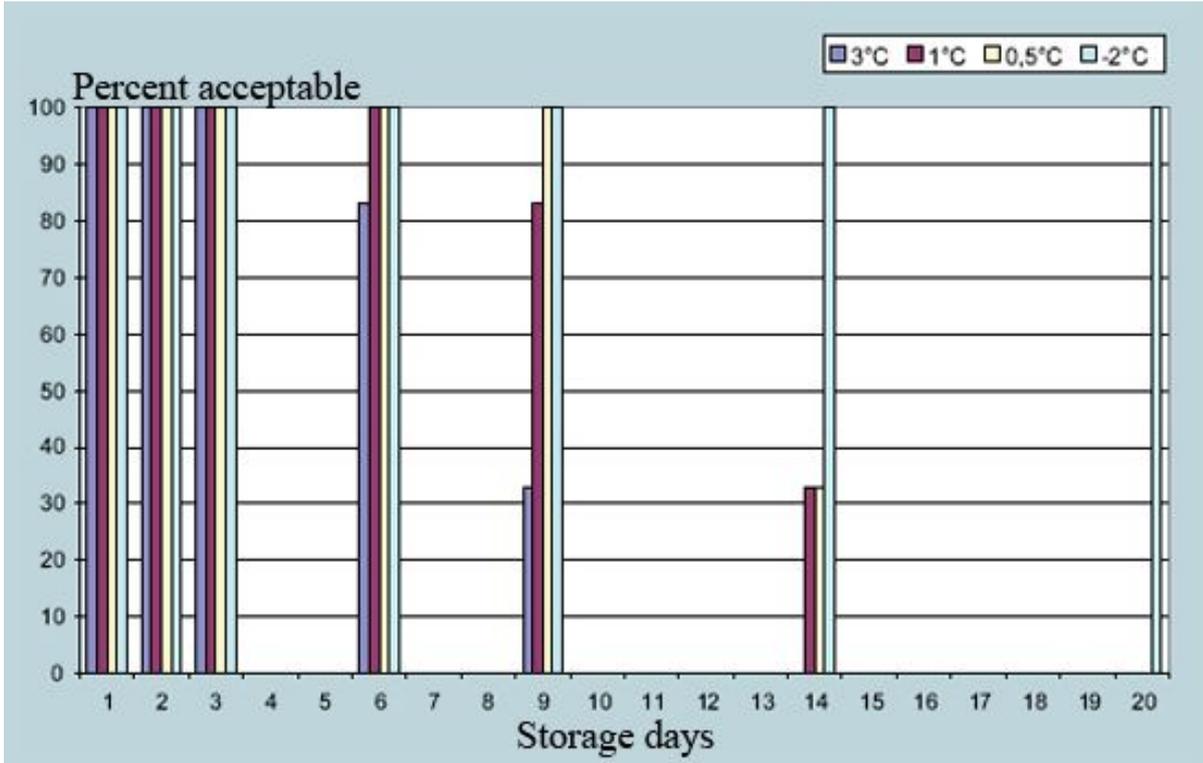


그림. 23. 온도별 도체의 보관일수

나. 국내 도축장의 실태 및 R&D

1. 운송

국내 농장에서 도축장까지 수송 과정에서 특별하게 설계되었거나, 가축의 복지를 위해 준비되어진 차량은 없다. 돼지나 소를 차량 운송칸으로 끌거나 밀어서 탑승시키는 방법을 쓰고 있다. 특장차량의 경우 도입시까지 비용이 많이들고, 국내 농장이 소규모로 이루어진 점을 미루어 아직까지는 가축에 대해 복지까지는 신경쓰지 못하고 있는 실정이다. 또한 대부분의 수송차량에서 휴대용 전기봉을 사용하고 있으며, 이는 동물 복지뿐만 아니라 고기의 품질을 저하시키는 첫 번째 원인으로 꼽히고 있다. 국내역시 수송을 위한 특장차량의 도입이 시급하다. 또한 수송차량의 이동시 도로로 가축의 분노가 떨어져 환경오염 및 민원이 제기되고 있으며, 이는 국내에서 기존의 차량을 이용시에 계속해서 발생할 수 있는 문제이다.

2. 계류

가축이 운송차량에서 하차하여 도살 전까지 대기하는 과정이며, 국내 역시 계류장을 별도로 만들어 관리하고 있다. 하지만 그 공간이 협소하여, 가축들이 편하게 설 수 없을 뿐더러, 몇몇 도축장은 여전히 전기봉을 사용하고 있었다. 전기봉을 사용하여 돼지들의 움직임을 제어할 수는 있으나, 근출혈을 발생시킬 수 있으며, 가축의 근육을 마비시켜 고기의 품질을 떨어뜨리는 악영향을 끼칠수 있다. 한 도축장은 도살과정으로 들어가는 도중 이동을 제어하기 위해 쇄망치를 이용하여 가축의 둔부를 내려치는 곳도 있었다. 이런 도축장에서 나온 고기의 품질이 해외 도축장에서 수출되어지는 것과 비교될리 만무하다.

3. 도축

국내에서도 co2 Stunning 기계를 이용하여 도축하는 곳이 있었다. 대형 도축장에서 이 시설을 갖고 있었으나, 개체별로 들어가는 경우 입구가 협소하여 가축들이 들어가지 않으려고 기피하는 현상이 발생하였다. 이 상황 역시 전기봉을 사용하여 뒤에서 앞으로 이동을 제어하는 경우가 다반사였으며, 그룹으로 자연스럽게 이동되는 co2 Stunning을 쓰는 곳은 국내에서 한곳 뿐이었다. 나머지의 경우 모두 전사기계를 이용하여 도살하는데, 전사기계는 일정의 전기를 가축에게 흐르게하여 도살하는 경우이다. 하지만 이는 돼지의 근육을 마비시켜 고기의 품질을 현저히 떨어뜨릴 뿐만 아니라, 실제로 돼지에게 큰 스트레스를 주는 것으로 알려져 있다.

4. 방혈

혈액은 부산물의 하나로써 그 처리비용 만으로도 도축장에 상당한 부담이 되고 있다. 국내에서는 선지라하여 식용으로 이용되고 있으나, 실제로 그 유통과정을 보면 방혈과 동시에 비위생적으로 보관 및 처리되고 있다. 이것은 소비자에게 오염에 노출되어진채로 섭취하게 함으로써, 매우 위험한 상황이 아닐 수 없다. 현재 국내도축장은 식용을 위한 공정처리가 전혀 없으며 일반적으로 방혈중 나오는 혈액을 그대로 유통하기에 이를 보완하기 위해서도 위생적인 방혈이 필요한 실정이다. 또한 앞서 언급한데로, 혈액을 처리하는데 있어서 도축장에서의 비용도 많은 부분을 차지하고 있어, 설비 및 위생에 투자할 수 있는 만큼의 손해를 보는 것은 틀림없다.

6. 적출

HACCP 기준원에서 제시한 공정에 따르면 내장 적출시 개체마다 다른 장비 및 도구를 사용하도록 권고하고 있으나, 현재 지켜지는 곳은 거의 없는 곳으로 나타나 있다. 특히 절식을 하지 않고 출하를 하는 국내 농장의 특성상 식도 결절 및 내장 적출은 주요 미생물 오염의 주된 원인이 될

수 있으나, 이를 중요치 않게 생각함으로 그 위험성에서 벗어나지 못하고 있다. 여러 보고서와 논문을 보더라도 도축장 및 식육 가공장에서도 대장균이 검출되는 것은 이 부분에서 시작되었다고 해도 과언이 아니다.

7. 이도체

외국의 경우 이도체는 기계를 통해 즉 CT SCAN 후 어느부분을 잘라야 정확하게 분할이 되는지를 컴퓨터가 판단하고 자르게 되어있다. 하지만 국내는 수작업으로 톱을 이용하여 자르게 되는데, 이는 국내 가축이 규격화되어 있지 않기에 따라가기 어려운 부분이라고 판단된다.

8. 세척

현재 도축후 묻어있는 오물 및 오염물질들을 물을 이용하여 씻어내고 있다. 이는 미생물들에게 water film 을이용하여 더욱 오랫동안 살 수 있게 만드는 환경을 제공할 뿐더러, 오염된 부분을 잘라내는 것처럼 확실하지 않은 효과를 가져온다. 외국의 경우 Steam suction 기계를 이용하여 오염된 부분을 소독하고 그렇지 않은 부분에 대하여는 잘라내어 소비자에게 확실하게 안전한 축산 식품을 제공하고 있지만, 국내 도축장의 경우 그렇게되면 weight loss가 발생하게 되어 도축장에서는 손해를 보게 되는 실정이다.

9. 급냉

급냉실과 예냉실을 이용하여 도축된 가축을 보관하고 숙성시키고 있다. 하지만 그 비용이 많이 들어 외국만큼 확실한 Cooling system을 갖춘 곳은 없었다. 도축장 규모가 큰 곳이 많은 설비를 갖추고 있지만, 영세 도축장들은 시설과 인력 모든면에서 부족한 곳이 많았다.

다. 도축산업시설의 적정 공간규모 산정

1. 도축산업시설의 적정 공간규모 산정

우리나라 도축산업시설의 건축면적 기준은 축산물가공처리법 시행규칙 (농림수산식품부령 제 55호)에 의해 규제되며 이 법률은 도축산업시설의 최소 건축기준을 제시하고 있다. 따라서 시행규칙 기준을 충족하는 범위안에서 국내 사례조사의 면적, 도축전문가 (축산 및 수의학과 교수, 도축경영자, 도축협회 자문 등)의 설문조사 및 면담을 통한 요구면적, 우리나라 실정과 유사한 외국 도축산업시설의 사례분석 (일본) 자료를 비교·분석하여 적정기준 면적을 제안하였다. 도축산업시설은 “폐쇄적 사고”로 인해 면적이 매우 어려웠고 시설 특성상 접근 또한 어려

왔다. 따라서 본 연구에서는 건축물 내부를 중심으로 업무공간을 제외한 핵심공정을 행하는 5개 건축 공간, 계류장, 도축장, 냉장실, 냉각터널, 출하대기실을 중심으로 “적정 공간규모 산정”을 진행하였다.

도축산업시설은 국내·외 모두 1일 도축두수를 “적정 공간규모 산정”에 기초자료로 사용하고 있고 우리나라 106개의 도축산업시설 중 가장 일반적인 규모인 소(牛) 100두/일, 돼지(豚) 1,000두/일을 기준으로 분석하였다.

(1) 계류장

계류장은 소(牛)를 기준으로 법적 시설기준 150㎡ 이상 (3.3㎡/두)이지만 국내 사례조사 결과 도축능력의 150%로 설치되어 있고 도축전문가들의 요구면적은 100%로 330㎡가 가장 적절한 것으로 나타났다. 돼지(豚)의 경우 법적시설기준 100㎡ 이상(3.3㎡/4두)이지만 국내 사례조사는 도축능력 150%, 전문가들의 요구면적은 100%로 825㎡가 가장 적당하다는 의견이며 100%로 변화하는 추세이다.

(2) 도축장

도축장은 법적 시설기준이 소·돼지가 각각 최소 100㎡, 200㎡ 이상으로 규정되어 있다. 그러나 국내 사례조사와 전문가 요구면적이 동일하게 1.9㎡/두, 0.7㎡/두로 조사되었다. 일본 사례에서는 소 2.2㎡/두, 돼지 1.5㎡/두로 국내보다 넓은 면적을 사용하고 있었다. 도축장은 도축산업시설에서의 핵심 공정을 행하는 공간이며 선진기술들이 신속하게 접목되는 공간이다. 따라서 우리나라 실정에 맞는 적정 공간규모는 소 1.9㎡/두, 돼지 0.7㎡/두가 가장 적절한 것으로 분석된다.

(3) 냉장실

냉장실의 경우 법적 시설기준이 소·돼지 각각 41.25㎡ 이상 (3.3㎡/4두), 61.88㎡ (3.3㎡/8두)으로 규정되어 있다. 국내 사례조사 결과 현 도축산업시설은 각각 200%, 150%를 주로 선택하고 있다. 그러나 축산물등급판정제가 실시된 이후 소의 경우는 1일의 예냉 및 숙성 공정 후 판정을 실시해야 정확한 결과를 얻으므로 시설면적이 확장되는 상황이다. 그러나 돼지의 경우는 시설면적이 축소되는 경향이다. 또한 2000년 7월부터 정부가 시행하는 HACCP의 적용으로 가장 많은 영향을 받아 변화과정을 겪은 공간이다. 전문가 요구면적은 각각 300%, 100%이나 일본 사례가 에너지 효율성에서 가장 적당하다는 분석이다.

(4) 냉각터널

냉각터널의 경우 법적 시설기준에는 없는 현대화 시설로 돼지도축공정 전용으로 사용되며 박테리아 서식방지를 위해 최근 도입된 시설이다. 120㎡의 냉각터널을 3실이상 (360㎡이상)의 시설이 설치되고 있다.

(5) 반출대기실

반출대기실은 소 3.3㎡/4두, 돼지 3.3㎡/8두의 법적 시설기준이 적용된다. 그러나 국내 사례조사 결과 도축물량 공통으로 3일 보관이 일반적이나 전문가 요구면적은 에너지 효율성과 육류(肉類)의 신선도를 지적하며 2일, 1.5일의 의견이 우세하고 일본은 소 2일 보관량의 95%, 돼지 1.5일 보관량의 94%로 시설을 축소하는 추세이다.

2. 도축산업시설의 적정 온도관리 지침

도축산업시설의 온도관리 지침은 오염·부패방지를 최우선으로 하는 현 시설에서 매우 중요한 사항이다. 이는 도체의 품질을 유지하는 중요기준이기 때문이다. 계류장의 온도는 외기온도, 도축장은 청정지역의 경우 +15℃, 준 청정지역은 +15℃+5~10℃내외, 급냉터널은 항상 -10.0~0℃를 유지해야 한다. 반출대기실의 육가공 시설+10~15.0℃, 포장실 +15.0℃, 냉장실 0℃, 급냉실 -45℃, 동결 보관실 -20℃의 온도유지가 필요하다. 실별 온도관리는 도축산업시설의 HACCP기준, 위생관리, 축산물 도체의 육질 등급을 유지시키는 중요한 요소이다.

구분		적정온도	비고
계류장		외기온도	
도축장	청정지역	+15℃	
	준 청정지역	청정지역 +5-10℃내외 (전이 공기 활용 + Spot Cooling)	
냉장실	소	고내온도 -5℃, 15 Hr/일	
	돼지	고내온도 -5℃, 15 Hr/일	
급냉터널	돼지	-10.0-0℃ (돼지 도축 전용시설)	90분
반출대기실	육가공시설	+10-15.0℃	
	포장실	+15.0℃	
	냉장실	0℃, 냉각시간 24 Hr/일	
	급냉실	-45℃, 박스육, 냉각시간 36시간	
	동결보관실	-20℃, 냉각시간 36 Hr/일	

표. 3. 적정 온도관리 지침

구분		소	폐지
크기	한국	2.3m(L) x 1.0m(W) x 1.4m(H)	1.1m(L) x 0.5m(W) x 0.6m(H)
	일본	2.5m(L) x 1.1m(W) x 1.4m(H)	1.2m(L) x 0.6m(W) x 0.6m(H)
계류장	공간 규모 산출	2.3m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 3.3m ² /두 (330m ² 이상) → 적정면적 산출	0.55m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 0.825m ² /두 (825m ² 이상) → 적정면적 산출
	기기 설비 목록	대기시간 : 24시간 ① Driveway ② 절박우 유도장비 ③ 오물제거장비 ④ Water cup ⑤ 비품보관실 ⑥ 격리실 ⑦ 우형기 x 2 개 등 (1,200W x 2,600L x 1800H)	대기시간 : 6시간 ① Guillotine gate ② Driveway ③ Water spray ④ 오물제거장비 ⑤ 비품보관실 ⑥ 격리실 ⑦ Runway 등
도축장	공간 규모 산출	1.4m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 1.99m ² /두 (190m ² 이상) → 적정면적 산출	0.5m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 0.7m ² /두 (700m ² 이상) → 적정면적 산출
	기기 설비 목록	① Knocking pen ② Cattle stunner ③ Shackle return rail ④ Bleed 배수로, 방혈조 ⑤ Hoist for hanging legs ⑥ Chute to basement tank ⑦ Horn cutter ⑧ 척주제거기 ⑨ Prehiding plant form ⑩ Chute to basement ⑪ Dehiding M/C ⑫ Pneumatic dehiding knife ⑬ Pneumatic elevating P/F ⑭ 내장적출 작업대 ⑮ 척수흡입기 ⑯ Splitting saw ⑰ Chill room/대기용 냉장실 ⑱ Steam vacuum system ⑲ Condemed room ⑳ Treatment room	① Runway ② 저전압 전살기 ③ CO ₂ 마취설비 ④ 수평, 수직방혈 conveyor ⑤ SHACKLING DEVICE ⑥ INCLINING C/V ⑦ 박피기, 예박작업대 ⑧ 돈피CHUTE ⑨ 수직형 탕박기 ⑩ 탕박이송 CONVEYOR ⑪ U-Bar 탈모기[2단] ⑫ HAIR & NAIL 집합처리 ⑬ INCLINING C/V ⑭ 건조기[4축] ⑮ 잔모 제거기 ⑯ POLISHING 형 WASHING M/C[6축] ⑰ 백내장 검사 C/V ⑱ 적내장검사 C/V
냉장실	공간 규모 산출	0.7m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 0.83m ² /두 (100 x 0.83 x 2.34 = 193m ² 이상) → 적정면적 산출	0.3m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 0.42m ² /두 (1,000 x 0.42 x 0.94 = 394m ² 이상) → 적정면적 산출
	기기 설비 목록	① CHILL ROOM : 16시간 대기(1,2실) ② MANUAL RAIL ③ SCREW COMPRESSOR ④ NH3 냉동설비 ⑤ UNIT COOLER 설비 ⑥ TRUCK SCALE	① CHILL ROOM : 16시간 냉각 ② MANUAL RAIL ③ SCREW COMPRESSOR ④ UNIT COOLER 설비 ⑤ 경매대기 RAIL ⑥ 자동C/V, 전산 SYSTEAM
냉각 터널		-	0.5m ² /두 + 지육간격 40cm) = 360m ² (120m ² x 3실) → 적정면적 산출
반출 대기실	공간 규모	0.7m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 0.83m ² /두 (100 x 0.83 x 2.34 = 193m ²	0.3m ² /두 + 작업반경(+기기설비) = 0.42m ² /두 (1,000 x 0.42 x 0.94 = 394m ²

산출	이상) → 적정면적 산출	이상) → 적정면적 산출
기기	① 경매대기 RAIL ② 자동 C/V	① 경매대기 RAIL ② 자동 C/V
설비	③ 전산 SYSTEAM	③ 전산 SYSTEAM
목록	④ 갬브렐 회수 C/V	④ 갬브렐 회수 C/V

표. 4. 공간규모 산출근거

*작업행동반경(Architecture Standard 기준) 및 기기설비 사이즈는 지면의 한계로 목록만 언급하고 크기는 생략함, 도축두수 기준 : 소 100두, 돼지 1000두-1일 기준

구분	계류장	도축장	냉장실	냉각터널	반출대기실	비고	
공정사진						냉각터널은 “돼지(豚)” 전용 공정	
공간계획지침	<input type="checkbox"/> 적정규모 -소, 돼지 도축능력 100%를 계류할 수 있는 면적 -스트레스 방지 고려 <input type="checkbox"/> 소요 기준 면적 -소, 돼지 동일 -축산물위생처리법을 기준으로 하되 도축 선진의 시설을 참조 <input type="checkbox"/> 이동경사로 상향 8도 (하향경사로 절대 안됨)	<input type="checkbox"/> 작업설비 -돼지: 수평+수직 방혈 -소: 수직방혈 시설 <input type="checkbox"/> 고려사항 -작업공정 단순화 또는 복합화로 작업 인원의 최소화 및 작업능률 제고 -작업의 위생적 처리 및 안전성 확보 -1일 작업시간은 5시간 기준	<input type="checkbox"/> 고려사항 -작업장 및 육가공 동과의 지육 및 원료육의 이동성 고려 -적정실로 구획하여 운영비 절감 -온도차에 의한 결로·결빙 방지시설 -바닥은 미끄럼 및 세균증식 억제 재질 검토 -내부온도 10℃ (소·돼지 동일)	<input type="checkbox"/> 돼지 공정 전용 <input type="checkbox"/> 온도조건 : -10.0~0℃범위로 온도 설정을 작업 상황에 맞게 조정 검토 -24시간 이내 지육의 심부온도 5℃이하 유지 <input type="checkbox"/> 지육간격 : 40cm <input type="checkbox"/> 약 370㎡ 이상 검토	<input type="checkbox"/> 냉각능력 -소 : 1일 도축능력 2일간 보관 -돼지 : 1일 도축능력 1.5일간 보관 <input type="checkbox"/> 고려사항 -적정실로 구획하여 운영비 절감 도모 -온도차에 의한 결로 및 결빙 방지시설 -바닥은 미끄럼 및 세균증식 억제 재질 검토		
시설기준	소	150㎡이상(3.3㎡/두)	100㎡ 이상	41.25㎡이상 (3.3㎡/4두)	-	3.3㎡/4두	축산물 가공처리법 시행규칙 2008.12.22
	돼지	100㎡이상(3.3㎡/4두)	200㎡ 이상	61.88㎡이상 (3.3㎡/8두)	-	3.3㎡/8두	
국내사례조사	소	도축능력의 150%/일	1.9㎡/두	도축능력의 200%/일	-	3일 보관량	조사시설 평균면적 산출
	돼지	도축능력의 150%/일	0.7㎡/두	도축능력의 150%/일	120㎡, 3실	3일 보관량	
전문가요구	소	도축능력의 100%/일	1.9㎡/두	도축능력의 300%/일	-	2일 보관량	도축전문가 설문, 면담 (검증작업)
	돼지	도축능력의	0.7㎡/두	도축능력의	120㎡, 3실	1.5일 보관량	

면적 ①	지	100%/일		100%/일			
외국 사례 분석 ②	소	도축능력의 80%/일	2.2m ² /두	도축능력의 234%/일	-	2일 보관량의 95%	일본 2곳 비교
	돼지	도축능력의 100%/일	1.5m ² /두	도축능력의 94%/일	120m ² , 4실	1.5일 보관량의 94%	
적정 기준 제안 ③	소	도축능력의 100%/일	1.9m ² /두	도축능력의 234%/일	-	2일 보관량의 95%	①, ② 자료를 전문가에 비교 설문
	돼지	도축능력의 100%/일	0.7m ² /두	도축능력의 94%/일	120m ² , 3실	2일 보관량의 94%	
적정 규모 산정	소	100두 × 3.3 = 330m ² 이상	100두 × 1.9 = 190m ² 이상	100두 × 2.34배 = 234두 234두 × 3.3/4 ≒ 193m ² 이상	-	100두 × 2일 × 0.95 = 190두 190두 × 3.3/4 = 157m ² 이상	본 적정규모 산정의 기준은 최소면적임
	돼지	1,000두 × 3.3/4 = 825m ² 이상	1,000두 × 0.7 = 700m ² 이상	1,000두 × 0.94 = 940두 940두 × 3.3/8 ≒ 394m ² 이상	120m ² × 3 = 360m ² 이상	1,000두 × 1.5일 × 0.94 = 1,410두 1,410두 × 3.3/8 = 581m ² 이상	

표. 5. 도축산업시설의 적정 공간규모 산정 분석

*소 100두, 돼지 1000두를 기준으로 적정 공간규모 산정, 일본: 가나가와현 식육센터, 동경도 도매 시장 2곳을 조사, 분석한 결과임 (한국 도축산업시설의 현실과 가장 유사), ③는 도축전문가 (축산 및 수의학과 교수, 등급판정사, 도축경영자, 도축협회 등)의 설문, 면담조사를 통해 분석, 검증 후 적정 기준 제안

제4장 연구결과에 따른 도축가공장 제안설계

1. 계류

덴마크에서 사용되고 있는 계류장 시설의 설계도면을 제시하고, 소음 없이 산업동물들이 아늑하게 설수 있는 공간을 창출해야한다. 그에 따른 규정은 다음과 같이 덴마크에서 이용하고 있는 계류장의 규정을 따른다. 이 규정들을 국내에서 실용화 하기 위해서는 무엇보다도 HACCP 규정을 강화하여야 한다.

- 좋은 계류장의 개념은 많은 돼지 수용 보다 더 중요하다.
- 돼지가 쉬는 장소에서는 낮은 조도를 유지해야 한다.
- 조명은 운송차량 방향을 향해서 강화해야 한다.
- 조명에 주의를 기울여야 한다 : 자연광은 인조 조명보다 훨씬 강력하며, 그러므로 자연광은 그 어떤 인공조명보다도 과도 할 수 있다.
- 자동 계류장 시스템은 수동 시스템보다 더 바람직한 방법이다.
- 오퍼레이터에 의한 간섭 및 방해는 최소한으로 이루어져야 한다.
- 하역 베이는 반드시 커버로 감싸져야만 한다 : 돼지들은 밝은 곳에서 어두운 곳으로 이동하는 것을 꺼려한다.
- 하역 베이의 개수는 부족함이 없어야 한다.
- 하역 베이는 돼지들이 내리막길로 가는 것을 꺼려한다는 사실에 염두에 두어 디자인되어야 한다.
- 계류장의 벽은 반드시 하역 베이가 개방되었을 때 자연광으로부터 계류장을 가려줘야 한다.
- 계류장 안의 물이 길은 폭이 1400-1500 mm이어야 한다.
- 모든 벽 게이트 등의 표면은 반드시 동일한 재질로 이루어져 있어야 한다. 이는 돼지들의 원 초적 호기심을 최소화 하기 위함이다.
- 물이 길 및 홀딩 펜에는 어떠한 형태의 웅덩이나 물이 고여있어서는 안된다. 물웅덩이는 빛을 반사시켜서 돼지의 이동을 주저하게 한다.
- 계류장의 홀딩 펜은 폭이 1800-2000 mm이어야 한다.
- 홀딩 펜은 각 구획마다 12-15마리의 돼지가 배치되어야 한다.
- 홀딩 펜 안의 구획은 양방향으로 열려야 한다.
- 펜 안의 하수구는 반드시 양 사이드 위치에 있어야 한다. 절대로 하수구가 돼지들이 다니는 길을 가로질러선 안된다.
- 홀딩 펜에서는 반드시 마실 수 있는 물을 공급해야 한다. 취수 꼭지의 품질에 주의를 기울여

야 한다.

-홀딩 팬은 반드시 안개 스프레이 쿨러가 있어야 한다. 안개 스프레이를 각 구획에 원격 조작으로 뿌려주기 위하여 직원 복도에 수동 밸브를 위치해야 한다.

-높은 온도는 돼지에게 있어 스트레스 요인이 되며 PSE를 유발시킨다. 따라서 통풍 및 환기는 반드시 조정 가능하며 알맞은 상태로 유지되어야 한다.

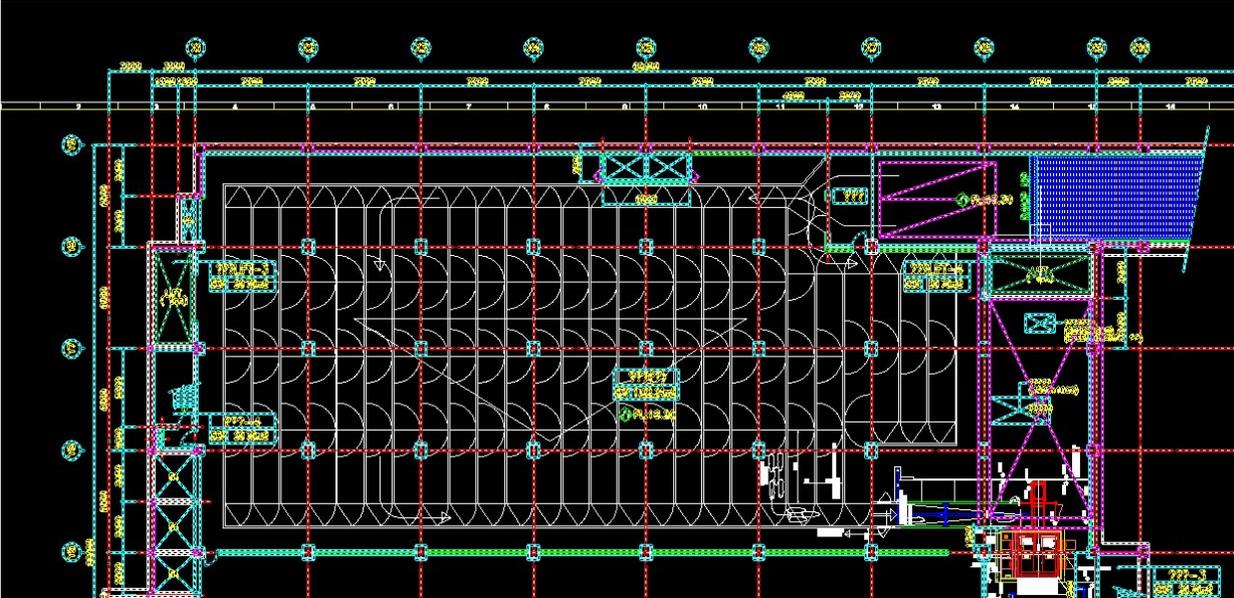


그림. 24. 계류장 설계도면의 예

2. 도축

앞서 돼지는 소나 양에 비하여 사후대사가 빠르고 신선육의 품질은 근육 내 글리코겐의 대사가 거의 대부분을 결정하며, 대사의 결과에 따라 다양한 고기의 특성을 나타나게 되어 돼지고기의 최후 품질상태는 도축후 도체온도 변화, 도체의 냉각율, 사후강직이 일어나는 환경의 작용에 따른 골격 근육 pH의 감소에 영향을 받고, 사후 pH 감소율은 스트레스 유전자의 존재 유무와 관계없이, 궁극적으로 PSE육을 생산한 도체가 3배정도 대사가 빠르다고 언급하였다.

국내 PSE돈육 발생률은 대일돈육 수출중단이후 매년 증가하여 2001년 45%정도 되는 것으로 보고되고 있다. PSE돈육 발생 원인으로는 PSE육의 발생은 일반적으로 돼지의 스트레스가 가장 큰 원인으로 알려져 있다. 그러므로 도축 전 돼지의 취급방법 즉, 수송 전 취급, 수송 시 수송밀도와 날씨 및 기온, 수송거리, 계류, 계류 시 물 분무, 절식, 도축장 내로의 물이 방법 등이 매우 중요한 요인들로 알려지고 있다. 돼지 몰이 시 전기봉은 특히 차량에 승하차시 많이 사용하며, 돼지를 운송하는 운전기사는 대부분 사람들이 대부분 소유하고 종종 사용하고 있으나, 돼지 몰이 시 전기봉의 사용은 돈육의 질에 부정적인 영향을 미친다고 하였다.

시스템이라 생각된다.

3. 방혈

혈액은 기존의 부정적인 이미지를 갖고 있어 국내에서는 선지에 이용하는 것을 제외하고는 모두 폐기되고 있다. 외국에서는 동물 혈액에 대해 이미 법조항을 만들고 클래스를 분류하여 이용 가능 및 폐수처리 부분으로 나누고 있다. 부산물로 산업화 시키기 위해서는 반드시 사전에 필요한 작업이며, 이는 정부가 우선적으로 나서서 처리해야 할 필수 불가결한 것이다. 정부에서 법 조항을 만든 뒤에 다음 순서들이 따라와야 하는 것이다. 경제성을 분석하고 판로를 국내시장과 해외시장 모두 고려하여야 한다. 이를 위해서 앞서 언급했듯이 생산기준을 국제적 수준으로 맞춰야 한다. 또한 실제로 부산물을 쓸 주체(소비자, 육가공, 사료업체)를 참여시켜 조사하여야 할 것이다. 플라즈마와 헤모글로빈을 분류하여 이용하는 것이 경제적이며, 이를 위해서는 정부 및 도축협회에서 수거를 전담 조정해야 할 것이라 사료된다. 덴마크에서는 플라즈마는 소세지 및 햄을 생산할 때 이용하여 실제로 고기를 섞는 것보다 높은 영양분과 기능을 나타내고 있으며, 현재 판매가 이뤄지고 있다. 또한 사료첨가제로 쓰이기도 하여 자돈에게 급여하여 성장 및 면역기능을 강화하고 있다. 헤모글로빈은 덴마크에서는 이례적으로 멍크의 사료로써 이용되고 있다. 국내에서도 몇몇 업체가 대학과 연계하여 현재 연구중인 것으로 알려져 있으나 그 분류 및 혈액의 채취가 계속해서 문제가 되고 있다. 다음은 덴마크 및 유럽에서 사용되는 혈액 채취기의 설계도면이다. 또한 저장탱크역시 4-5L 별로 보관하여 하나의 도체가 오염 및 이상시에 전부 폐기하는 것이 아니라 그 도체의 오염된 혈액만 폐기할 수 있게끔 제작되어 있다. 도축장에서 쿨링을 하고 플라즈마와 헤모글로빈으로 분류까지 가능하게 한다. 국내 몇몇 업체에서 사료첨가제로 이용중인데, 혈액을 침착시켜 플라즈마와 분류하고 고열을 이용해 첨가제로 사용한다. 하지만 이는 플라즈마에 다량의 헤모글로빈을 섞게 만들고, 색 또한 붉게 나타나는 것으로 실제로 닭이나 양어장에 이용할시에 백색육이 붉은 계열을 띄게 만든다. 한편 고열을 가하는 것은 혈액내의 단백질을 모두 파괴시켜 그 영양분을 떨어뜨리는 것으로 외국에서는 쿨링방법을 사용하고 있다.

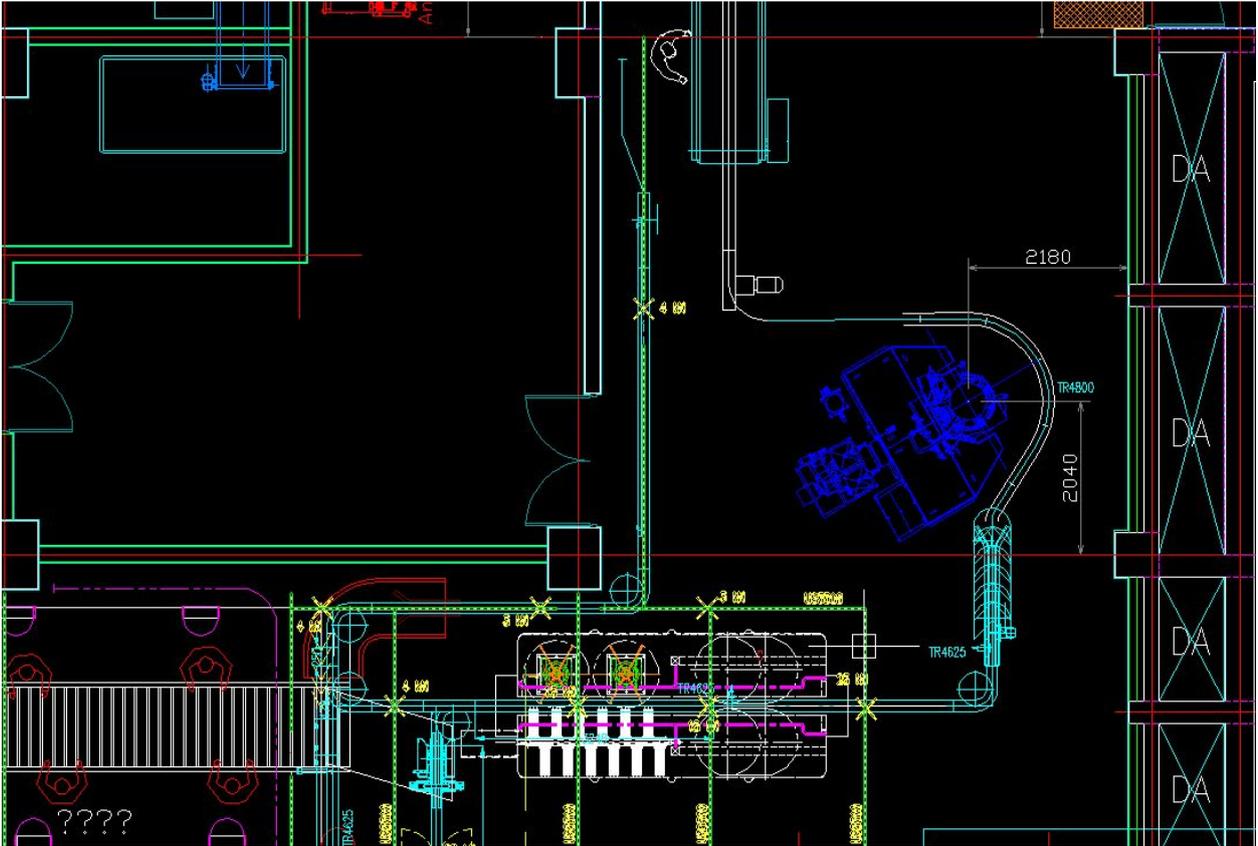


그림. 26. 혈액채취기의 설계도면

5. 탕박 & 제모

스팀을 이용한 탕박은 도체 전체를 62°C에서 7분 침수하여 시행하는 것과 다르게 교차오염을 방지하여 소비자에게 좀더 안전한 축산물을 제공할 수 있다는 장점이 있다. 밑에서 위로 스팀을 뽑아주어 개체별로 스팀이 취해지기 때문에 개체간 오염이 방지되며, 탕박을 이용했을시에 식육 도체에 물이 들어가 발생하는 품질 저하 및 미생물의 성장시간을 늘려주어 유통기한이 짧았던 단점을 보완 하였다. 국내 식육의 경우 해외 식육에 비해 유통기한이 반이상 짧은 것은 도축과정중 물을 쓰는 것인데, 이는 위해 미생물이 살수 있도록 환경을 제공하는 것이며, 물을 뿌려 세척하는 것은 겉으로 보이는 오염물질만 제거할 뿐 그 어떤 살균 효과도 나타내지 않는다. 덴마크에서 이용하는 것처럼 스팀을 이용한 탕박과 스팀 흡입기를 이용한 세척이 도체의 품질을 저하시키지 않으며 오염도를 줄일 수 있는 최선의 방법이다.

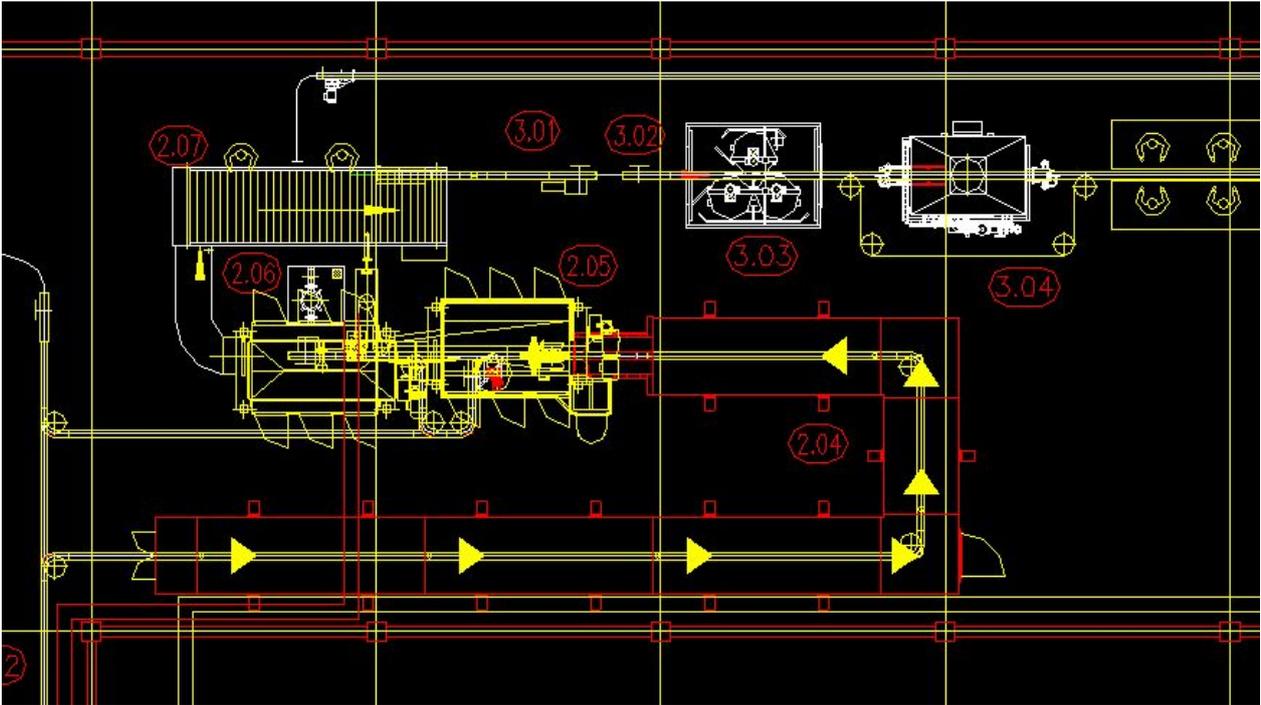


그림. 27. 스팀을 이용한 탕박기

6. 적출

항문 및 내장적출 역시 자동 공정화 라인이 구성해야 한다. 국내의 경우 손으로 직접하거나 교차 오염의 문제를 생각하지 않고 한번 사용된 칼을 다시 사용하는 문제점이 있고 대장에서 나오는 대장균들에 오염이 그대로 노출된다는 단점이 있다. 하지만 자동화 시설의 경우 한번 사용후 자동 세척 및 소독 기능이 들어있을 뿐만 아니라 실제로 손으로 했을 때 보다 항문 적출시 weight loss의 양도 줄어들뿐더러, 교차오염 역시 줄어드는 것으로 보고되었다. 국내 한 업체의 컨설팅 결과 연간 weight loss로 손실되는 양이 10억원에 달하는 것으로 나타내었다. 자동화를 이용시 이 모든 것들을 줄일 수 있다는 것은 그만큼의 수익을 올릴 수 있다는 것이며, 이는 버려지는 부산물의 양도 줄일 수 있다는 것과 일맥상통한다.

기계화를 이용한 적출 시스템은 부산물 이용시 오염확률을 줄여 식용으로 분류 가능하게 한다. 이는 부산물이 폐기대상으로만 처분되어 도축장에서 비용을 지불하던 면을 이익창출로 바꿀수 있게 하는 부분이다. 덴마크는 도축장에서 발생하는 부산물들을 재활용하여 고부가가치의 산업으로 탈바꿈함으로써, 시설부분의 투자를 더 넓혀갈 수 있는 방안을 마련하였다.

7. 냉각

앞서 언급했듯이 DMRI의 연구에 따르면 급냉시스템을 설치한 이후로 PSE, PSE spot, DFD(Dark-Firm-Dry)의 출현이 감소했다. 실제로 덴마크의 모든 도축장에서 급냉시스템을 사용하고 있으며, Drip loss, Weight loss를 줄이고 있다. 터널방식의 System이 가장 많이 이용되고 있는데, 86kg의 도체당 81분이 소요되며, 총 18~20시간이 소요된다. Weight loss를 1.0~1.2%까지 줄일수 있으며, 세균수는 log1까지 줄일수 있다. 다음은 국내 업체의 컨설팅 결과이다. 이는 국내 도축장에서 이익창출을 할수 있는 부분을 고스란히 낭비하고 있다는 것을 단적으로 보여주고 있다. Drip loss 에서만 70억원 가까운 경제적 이익을 창출할 수 있음을 나타내고 있다.

Total Savings/Year	
Weight loss	USD 861.000
Drip loss - deboned products	USD 5.496.000
Energi	USD 103.000
WWT	USD 80.000
Production Loss	USD 204.000
Total savings	USD 6.744.000

0. 연간 절감 가능 금액 : 6,744천\$ → 87.6억 (기준환율 : 1300원)		
- 감량 줄이기	: 861천\$	11.1억
- 드립로스 절감	: 5,496천\$	71.4억
- 에너지 절감	: 103천\$	1.3억
- 폐수비용 절감	: 80천\$	1억
- 생산성 향상	: 204천\$	2.6억

표. 6. 도축장 개선에 따른 연간 경제적 효과

제5장 총괄연구개발과제의 연구결과 및 정책제안

무엇보다 현재 실행되고 있는 HACCP의 기준이 엄격해져야 한다. 기본적으로 국내 도축장은 부지가 좁고, 시설이 낙후되어 선진화된 해외 도축장의 시스템에 밀리고 있는 실정이다. 기존 시설에서 최근 HACCP 규정에 따라 시공 및 보수가 되어 왔으나, 좀 더 보완 및 개선이 되어야 한다. 그에 대한 가이드라인을 이 보고서의 결론에서 제시하고자 한다.

1. 현재 HACCP 기준관리 및 평가는 소비자대표와 평가원이 구성되어 하고 있으나, 이는 실질적으로 전문가적인 견해를 갖지 못하며 전문적인 지식을 바탕으로 평가하는데 있어서 도움이

되지 못하는 실정이다. 건축, 수의, 축산 분야의 전문가를 평가단으로 구성하여 그 기준을 세워야 할 것이다.

2. 도축과정이 모두 끝난후, 세척 및 소독에 있어서 국내에서는 물을 뿌려서 세척한다. 하지만 이것은 water film을 형성하여 미생물의 번식을 도울뿐만 아니라, 수압을 강하게 하여 모두 씻겨 나갈 것이라는 생각은 잘못된 것이다. 실제로 해외에서 사용되고 있는 cleaning system (물만 뿌리는 것이 아니라, 특수제조된 세제사용)을 도입하여 세척 및 소독을 하여야 할 것이다.

3. 예전과 다르게 국내 가축들은 도체의 크기가 비대해졌다. 이는 국내 도축장에서 교차감염이 발생할 수 있음을 시사한다. 크기가 작을때는 운반시 서로 겹치거나 닿는 부분이 없었으나 현재 국내 도축장에서의 모습은 가축이 다음 라인으로 넘어갈 때 바닥에 닿는 경우가 생기고 예냉실이나 급냉실에서는 가축이 비대하고 공간이 협소하여 도체끼리 맞닿아 교차 오염이 발생하는 경우가 있다. 도체의 크기에 맞게 재설비가 필요하고 도체의 규격화가 필요하다.

4. 장화를 세척하는 도중 국내 설비는 장화에 묻은 오물만 씻어내고 소독약이 바닥에 고여있는 장화가 오염이 될시에 다른 장화에 모두 교차오염이 일어날 가능성이 있다. 독일에서 이용되고 있는 설비는 매 장화 세척시에 새로운 소독약이 나와 교차오염의 가능성을 줄여주고 있다. 국내 역시 이와같은 설비를 HACCP 규정에 적용시켜야 할 것이다.

5. co2 Stunning 기계를 이용하여 도축을 하는 것은 가축의 복지뿐만 아니라 소비자에게 고품질의 축산물을 보급하는 것으로, 반듯이 필요하며 국내 도축장의 선진화를 향한 필수 시스템으로 자리잡아야 할 것이다.

6. 소의 도축시 흉부에 묻어있는 오물들을 제거하지 않은 상태로 도축하게 되면, 그 오염물질들이 모두 도체의 단면에 오염이 일어나며, 이는 결국 소비자가 섭취하는 축산물에서도 고스란히 반영될 것이다. 소고기를 날로 섭취하는 우리의 문화에서는 특히나 그 오염의 위험도가 높다. 이 설비 역시 HACCP 규정에 추가되어야 할 것으로 사료된다.

7. 혈액처리 공정에서 발생하고 있는 오염 역시 심각한 수준에 놓여 있는 실정이다. 선지로 섭취하기 위해 유통되는데, 지금의 공정에서는 절대로 식용으로 판매되어서는 안되는 것이다. 반듯이 혈액에 대한 클래스 규정을 재정비 해야한다. 별도의 System으로 식용을 하기위해 혈액

을 처리해야하며, 이는 국내에서 추진하고 있는 거점 도축장을 위해서라도 꼭 필요한 공정라인이다.

8. 탕박과정 중 Steam으로 하는 것은 기존의 탕박과정과 비교하여 더 높은 시설비가 들어가지만, 도체를 물 속으로 탕박 하는 것보다 오염을 줄일 수 있는 것은 누구나가 알 수 있다. 개체별로 탕박이 이루어지며 교차오염을 줄이기 위한 system이므로 국내 도축장에 설치되어야 할 것이다.

9. 내장 및 식도 결절을 위해서 국내 HACCP 규정에 따르면 교차오염이 이루어지지 못하도록 각 개체별로 다른 장비를 쓰도록 하고 있다. 하지만 실제로 도축장에 가보면 그렇지 않은 경우가 다반사이다. 이를 위해 자동 공정 설비가 필요하며, 기계화가 이루어져야 한다.

10. 국내는 등급판정사가 모든 도체의 등급을 판정하고 있다. 이는 컴퓨터 측정보다 정확도가 떨어지며, 그로 인해 축산 농가와 마찰을 빚을 수 있는 기회를 남겨놓고 있다. 덴마크에서처럼 CT Scan을 이용하여 등급을 판정하고, 도체 분할을 한다면 좀 더 정확한 수치와 많은 이윤을 남길 수 있을 것으로 보인다.

11. 육가공장에서만 Needle Detector를 사용하고 있어서 국내 도, 소매점에서 축산물 구입시 그 위험이 고스란히 소비자에게 전달된다. 이를 사전에 예방하기 위해서 Needle Detector를 도축장의 공정 라인에 추가시켜야 할 것이다.

12. 식육의 오염물질을 세척하기 위해서 국내 도축장은 물을 뿌리고 있다. 하지만 신선육에 물을 뿌리게되면 미생물이 살기 좋은 환경을 만들어 유통기한 역시 짧아지게되고, 소비자에게 피해가 전달되게 된다. 물을 뿌리지 않고 Steam Vacuumsteaming를 이용한다면, 그런 걱정은 사라지게 된다. 실제로 외국에서 생산된 신선육과 국내 신선육의 유통기한은 상당한 차이가 있다. 이는 그만큼 소비자에게 좋은 품질을 전달하기 위한 노력이므로 도축장에서는 Steam Vacuumsteaming 시설을 공정라인에 꼭 넣어야 할 것이다.

13. 구제역의 전국적인 발생에는 축산 재래시장에서의 위험성도 무시할 수 없다. 여러 지역에서 운송 차량 및 가축들이 모이고, 이는 다시 각 지역으로 옮겨지면서 전염병의 발병도 건잡을 수 없이 커져 가고 있는 것이다. 재래시장을 대체할 수 있는 대책안이 필요한 실정이다. On-line을

통한 시장의 형성 역시 검토해야 할 것이다.

14. 외국의 경우 축산물 관련자가 축산 농가나 도축장 또는 육가공장에 들어가기 위해서는 국내 체류 시간이 72시간이 지나야만 한다. 국내는 아무런 제도가 없는 실정이며, 입국 후 바로 농가로 들어간다해도 그 어떤 제도로도 막을 수는 없다. 이는 전염병이나 인수공통 전염병에 대하여 무방비 상태로 있는 것과 마찬가지이다. 이 역시 법적인 제도를 마련하여 국내 체류 72시간이 지난 후에 축산 관련자와 접촉 할 수 있도록 하는 법적장치가 마련되어야 할 것이다.

15. 운송 과정에서 일어날 수 있는 고기품질 저하는 무엇보다 축산 농가와 소비자에게 큰 타격으로 다가온다. 이 과정을 위해 특장 차량 및 운송 시간에 대해 대책을 세워야 할 것이며, 이의 해답은 거점 도축장 설립으로 이어질 것이다. 운송 차량 기사에 대해서도 정기적인 교육과 모니터링이 필요할 것이다.

제6장 참고문헌

1. Barton-Gade, P. 1997. The effect of pre-slaughter handling on meat quality of pigs. In: Cranwell, P. D., Editor, 1997. Manipulating pig production VI, S.R. Frankland, Melbourne, Australia, pp. 100-123.
2. Casteels, M., van Oeckel, M., Boschaerts, L., Spincemaille, G. and Boucpue, C. V. 1995. The relationship between carcass, meat and eating quality of three pig genotypes. *Meat Sci.* 40:253-269
3. Channon, H. A., Payne, A. M. and Warner, R. D. 2000. Halothane genotype, pre-slaughter handling and stunning method all influence pork quality. *Meat Sci.* 56: 291-299
4. Channon, H. A., Payne, A. M. and Warner, R. D. 2002. Comparison of CO₂ stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. *Meat Sci.* 60:63-68
5. Council Directive (93/119/CEE) of 22 December 1993 on the protection of animals at the time of slaughter or killing.
6. D'Souza, D. N., Warner, R. D., Leury, B. J. and Dunshea, F. R. 1998. The effect of dietary magnesium aspartate supplementation on pork quality. *Meat Sci.* 76:104-109.
7. Eilert, S. J. 1997. What quality controls are working in the plant? P. 59-63. In: Proc Pork Quality Summit. July 8-9. National Pork Producers Council. Des Moines, IA
8. Grandin, T. 1994. Methods to reduce PSE and Bloodsplash. Proc. Allen D. Leman Swine Confr. University of MN. 21:206-209
9. Gregory, N. G. 1994. Preslaughter handling, stunning and slaughter. *Meat Sci.* 36:45-56
10. March, B. B., Cassens, R. G., Kauffman, R. G. and Briskey, E. J. 1972. Hot boning and pork tenderness. *J. Food S.* 37:179-180
11. Mitchell, G. and Heffron, J. J. A. 1982. Porcine stress syndromes. *Advances in Food Research* 28:L167-230
12. Park, B. Y., Cho, I. C., Cho, S. H., Kim, J. H., An, J. N., Hwang, I. H., Lee, S. J., Lee, J. M. and Yoon, S. G. 2002. Critical control points linked to PSE incidence in Korea packing plant. 48th ICoMST 2002 Vol. 1 274-275
13. Pearson, A. M. 1987. Muscle function and postmortem changes. p. 155-191. In: *The Science of Meat and Meat Products*. 3rd Edit. Price and Schwegert Edit. Food and

Nutrition Press Inc. Westport, CN

14. SAS. 2001. SAS User's Guide. SAS Institute, Gary, NC, USA
15. Tarrant, P. V. 1989. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs. P. 1-25. In: Manipulating Pig Production II. Proc. Biennial Conference of the Australian Pig Science Assoc. Edit. J. L. Barnett and D. P. Hennessy. Warrabee, Victoria, Australia.
16. Troeger, K. and Woltersdrf, W. 1990. Electrical stunning and meat quality in the pig. *Fleischwirtschaft* 70: 301-904.
17. Troeger, K. and Woltersdrf, W. 1991. Gas anaesthesia of slaughter pigs. I. Stunning experiments under laboratory conditions with pigs of known halothane reaction type: meat quality, animal protection. *Fleischwirtschaft* 71: 1063-1068.
18. Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Alonso, P., Manteca, X. and Diestre, A. 2001. Effects of the stunning procedure and the halothane genotype on meat quality and incidence of haemorrhages in pigs. *Meat Sci.* 18: 313-319.
19. Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L. Manteca, X. and Diestre, A. 2000. The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses. *Meat Sci.* 55: 309-314.
20. Webb, A. J., Carden, A. E., Smith, C. and Imlah, P 1982. Porcine stress syndrome in pig breeding. *Proc. 2nd World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Madrid*, 5: 588-608.
21. 김명환, 김진석, 도축장의 적정입지와 발전방향, 한국농촌경제연구원, 1991
22. 김명환, 김진석, 축산물 도매시장과 도축장의 적정입지와 운영개선, 한국농촌경제연구원, 1991
23. 박범영, 이종언, 김일석, 조수현, 김용곤, 이종문, 윤상기. 2003. 폐지의 출하일령, 수송시간 및 계류시간에 따른 PSE발생률 비교. *동물자원지* 45(3): 483-490
24. 유철호, 축산물 수급과 유통, 한국농촌경제연구원, 2004
25. 이상호, 통합도축장 입지 및 환경관리 방안, 서울시정개발연구원, 1994
26. 이상호, 서울시 도축장 입지상의 문제점과 향후 발전 방향, 서울시정개발연구원, 1995
27. 장윤영, 김성우, 도축산업시설의 적정 공간규모 산정 지침에 관한 기초적 연구, 대한건축학회지, 2009
28. www.technolgisk.dk
29. www.butina.dk

제7장 영상자료

1. CO₂ stunning
2. Autoline
3. Stamping machine
4. Equipment

○ 총괄 참여연구원

구분	직급	성명	주민등록번호	비고
책임연구원	교수	박용호	551112 - *****	
연구원	연구원	장윤영	670927 - *****	
연구보조원	대학원생	윤정호	761020 - *****	
연구보조원	대학원생	안국주	830901 - *****	
연구보조원	대학원생	박영경	791225 - *****	
연구보조원	대학원생	김기연	810227 - *****	

Keywords (5개 내외)	한글	도축장, 도축가공장, 표준설계, 위생처리공정
	영문	standard slaughter house system, development/design of a hygiene management guideline.

- 주1) 연구목표, 연구내용, 연구성과를 서술형으로 기재
 2) 국가연구개발사업 DB를 통한 공개를 희망하지 않는 경우 공개가능여부란에 “공개불가”로 표시
 3) 연구성과는 그간의 연구결과 및 기대성과를 서술