

최종 연구 보고서

국내 한우도축장 예냉감량 실태조사 연구

연구기관

(주)한국육류연구소

한우자조금관리위원회

www.hanwooboard.or.kr

국내 한우노출장 예방감염 실태조사 연구

한우자조금관리위원회

본 연구결과는 연구진의 의견 및 주장이며
한우자조금의 공식입장과는 다를 수 있음

2016. 7.

국내 한우도축장 예냉감량 실태조사 연구

연구원 소속기관

(주)한국육류연구소

진주보건대학교

축산물품질평가원

(주)지에스이엔지

고경철

임동균

백정경

이정우

강석원

천시내

한현준

이나영

한우자조금관리위원회

www.hanwooboard.or.kr

제 출 문

한우자조금관리위원회장 귀하

본 보고서를 ‘국내 한우도축장 예냉감량 실태조사 연구’ 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 7월

연구책임자 : 고경철 대표이사 (주)한국육류연구소
연 구 원 : 임동균 부교수 진주보건대학교
연 구 원 : 백정경 팀장 축산물품질평가원
연 구 원 : 이정우 팀장 축산물품질평가원
연 구 원 : 강석원 차장 (주)지에스이엔지
연구보조원 : 천시내 선임 (주)한국육류연구소
연구보조원 : 한현준 연구원 (주)한국육류연구소
연구보조원 : 이나영 연구원 (주)한국육류연구소

연구 요약

1. 서론

- 국내 한우도체 예냉감량 관련 연구는 거의 이루어지지 않았음
- 한우 출하체중의 증가로 한우의 도체장이 길어지고 도체중 또한 증가하는 등의 한우도체 변화에 발맞추어 도축장의 예냉시설이 한우 도체를 품질저하 및 과다감량 없이 적절하게 냉각처리하고 있는지에 대하여 국내에서는 체계적으로 검증해본 적이 없었음
- 이제는 소도체 예냉시설(예냉실의 유니트쿨러의 높이 및 설치 위치 등과 냉각기의 용량)과 운용방식(고내 공기온도 및 풍속 습도 시간 등)의 효율에 대한 본격적인 연구가 필요한 시점임
- 도체예냉은 냉장유통의 시발점으로서 쇠고기 연도 등 품질에 영향을 주고 위생안전에도 기여하기 때문에 이와 관련하여 기초 자료를 수집·분석하여, 이상적 예냉조건을 도출하고 제도개선 방안을 제안하고자 함

2. 재료 및 방법

- 전국 도축장에 대하여 예냉조건 및 예냉감량 실태 설문조사 (59개소)
- 3곳 도축장을 선정하여 실제 개체 계근 조사
 - 3곳의 도축장을 각각 ‘갑’, ‘을’, ‘병’으로 명명함
 - 3개 작업장 전체 시험축 : 535두로 암소 263두, 거세수소 272두
- 항목별 조사 수행 사항
 - 도축장별 예냉실 내 도체 현수위치 조사

- 예냉실의 예냉조건 측정 (심부온도, 풍속, 고내 온·습도 등)
- 도체 등급판정 및 육색 기계적 측정
- 예냉감량 측정
 - 냉도체중을 실제 개체계근하여 온도체중으로부터 예냉감량 계산
- SAS를 이용한 통계분석
 - 단순 통계 분석 (Proc MEANS)
 - 요인별 통계 분석 (Proc GLM, Proc CORR)
 - 표준감량표 개발 (Proc REG)

3. 결과 및 고찰

(1) 설문조사

- 설문조사 응답 도축장 59개소의 규모별 현황
 - 도매시장/공판장 13개소와 일반 도축장 46개소
 - 대규모 2개소, 중규모 12개소, 소규모 32개소
- 소의 생체중을 측정하는 방법으로 공차 계근이 37.4%로 가장 높았으며, 농장 계근이 27.5%, 계류장 계근이 26.4%로 그 뒤를 이었음
- 도매시장/공판장에서는 계류장 개체계근 65.4%, 공차 계근 26.5% 이었고 농장 계근자료도 7.3% 이용하였음
- 일반 도축장에서는 공차 계근이 대세이었지만, 계류장 개체계근도 20%대, 농장계근자료도 20%대를 이용하였는데, 생체중 자료 없는 곳도 중소규모에서는 10%대이었음
- 계류시간은 도축장마다 다르게 적용되고 있었는데, 도매시장/공판장에서는 주로 9시간~18시간 동안 계류하는 반면, 일반 도축

장에서는 많은 곳이 6시간 미만 계류하는 것으로 나타남

- 도축 전 최소 의무 계류시간은 없지만, 도매시장/공판장에서는 출하축의 2/3수준을, 그리고 일반도축장에서는 1/3수준을 하룻밤(9시간이상) 계류하고 있으며 나머지는 도축당일에 출하되고 있음
- 전체 도축장(59개소) 중 47개소가 기계박피하고 있으며, 나머지 12개소는 수작업 박피하고 있는데 수작업 박피 도축장은 중소규모이었음
- 피복지방의 트리밍 시점으로 백내장 적출위치가 27.6%로 가장 높았으며 그 다음으로 적내장 적출위치가 22.4%, 이분할 직후가 20.4%로 나타남
- 일반 도축장에서는 피복지방을 트리밍을 하지 않는 업체가 많았음
- 설도, 채끝, 아래등심, 윗등심 부위의 지방 트리밍은 안함에 대한 응답률이 매우 높게 나타난 반면, 우둔, 양지, 목심 부위는 일부 도축장에서 지방 트리밍을 하고 있음
- 전체 도축장 57개소 중 33개소가 암소와 거세우(수소)간 양지지방 트리밍의 차이가 없다고 응답하였고, 19개소는 암소에서 약간 많다고 하였으며, 3개소에서는 암소가 더 적다고 응답하였음
- 특히, 소규모 도축장에서 암소와 거세우(수소)간 양지지방 트리밍의 차이가 큰 업체가 많았음
- 설문조사 참여 도축장 59개소 가운데 온도체중 계근지점에서 예냉실까지의 거리가 5m이내인 업체가 25개소로 가장 많았으며, 10m가 16개소, 20m가 6개소로 그 뒤를 이었음
- 도매시장/공판장에서는 온도체중 계근지점에서 예냉실까지의

거리가 60m 이상인 업체가 2개소 있었음

- 온도체중 계근시 소도체로부터 물이 떨어지는 모습으로 ‘두둑 두둑 떨어진다’ 가 19개소로 가장 많았으며, ‘똑똑 떨어진다’ 가 17개소, ‘떨어지긴 떨어진다’ 가 10개소로 그 뒤를 이었음
- 설문조사 참여 도축장(58개소) 중 예냉실의 유니트쿨러가 현수레일 보다 낮은 높이에 설치된 ‘유형 1-1’ 인 도축장이 26개소로 가장 많았으며, 유니트쿨러가 현수레일보다 높은 위치에 설치된 ‘유형 2-1’ 인 도축장이 20개소로 그 뒤를 이었음
- 천정에 부착된 유니트쿨러 팬 바람이 현수된 도체의 우둔에 직접 쏘이는 ‘유형 3’ 은 일부 (3개소) 도축장에서 사용하고 있음
- 천정에 부착된 에어덕트의 여러 개의 구멍에서 나오는 바람이 현수도체의 우둔에 약하게 쏘이는 ‘유형 4’ 는 일부 도매시장/공판장과 일부 소규모 도축장에서 사용하고 있음(각 3개소)
- 예냉실의 세팅온도를 대부분 -6°C 에서 -2°C 로 세팅하고 있으며, -6°C 이하로 세팅하는 업체도 있었음
- 전체 도축장 중 출고 시 소도체 심부온도가 $3^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$ 인 업체가 27개소로 가장 많았으며, 5°C 이상인 업체도 13개소로 그 뒤를 이었음
- 전체 도축장 중 35개소가 소도체의 예냉감량을 감안하지 않고 온도체중 그대로 소도체에 표기하고 있는 반면에 23개소는 몇 % 또는 몇 kg의 예냉감량을 미리 감안한 도체중을 도체에 표기하여 축산물품질평가사에게 제시하고 있었음
- 도매시장/공판장 13개소 중 10개소는 예냉감량을 감안한 도체중을 상장경매에 적용하고 있었으며, 3개소는 예냉감량 감안 없이 온도

체중 그대로를 거래에 적용하고 있었음

- 중·소규모 도축장의 대부분은 예냉감량을 적용하지 않고 있었음
- 설문조사 참여 도축장 중 예냉감량을 적용하는 업체는 총 23개소이었는데 성별 또는 계절에 따른 예냉감량을 적용하지 않는 것으로 나타남
- 설문조사 참여 도축장 중 10개소가 냉도체중 계근 시설(로드셀)을 갖고 있다고 응답하였는데 그 중 7개소가 도매시장/공판장이었음

(2) 실제 개체계근 조사 결과

□ 각 도축장 예냉시설

- 각 도축장의 예냉시설 유형
 - ‘갑’ 도축장의 예냉실 유니트쿨러 유형은 ‘유형3’으로, 천정의 유니트쿨러 팬 바람이 도체에 직접 쏘임
 - ‘을’ 도축장의 예냉실은 ‘유형2-2’으로, 측면의 유니트쿨러 팬 바람이 맞은편 유니트쿨러의 팬 바람과 맞부딪히는 구조이었으나, 유니트쿨러 간의 간격은 15m이었음
 - ‘병’ 도축장의 예냉실도 ‘유형2-2’이었지만, 유니트쿨러 간의 간격은 5m로 ‘을’에 비해 매우 짧았음
- 3개 도축장에서의 예냉실 운용방식이 서로 다름에 따라 소도체 냉각속도에서도 차이를 보임

□ 각 도축장 예냉시설 운용 현황

○ 각 도축장의 예냉시설 내에서의 도체 주위 풍속

	<u>등쪽풍속</u>	<u>배쪽풍속</u>
- ‘갑’예냉실	0.660m/초	1.310m/초
- ‘을’예냉실	0.713m/초	0.755m/초
- ‘병’예냉실	0.505m/초	0.683m/초

○ 각 도축장의 예냉시설 온도 현황은 다음과 같음

- ‘갑’ 도축장의 예냉실에서는 도체 주변의 공기온도가 평형에 도달하지 못했음
- ‘을’ 도축장 예냉실의 경우 각 높이별 온도차이가 ‘갑’ 도축장에 비하여 상대적으로 적어 온도평형에 거의 도달한 것으로 보임
- ‘병’ 도축장 예냉실의 경우 온도평형에 도달하였음

○ 각 도축장의 예냉시설 습도 분포는 다음과 같음

- 예냉실 내부의 9개 지점에서 습도를 측정하였음
- ‘갑’ 도축장에서는 94.4~86.5%이었고 최고-최저 차이는 7.9%이었음
- ‘을’ 도축장에서는 습도가 90.3~53.55%로 차이가 36.8%나 되었으나, 도체가 현수되어 있지 않는 곳을 제외하면 그 차이는 10.1%로 줄어들었음
- ‘병’ 도축장에서는 89.8% ~ 85.1%이었고 그 차이는 4.7%이었음

□ 각 도축장 예냉감량 발생량

○ ‘갑’ 에서 시험축 385두를 주중에 271두, 주말에 114두 조사

- 주중: 예냉감량 6.77kg, 감량비율 1.75%
- 주말: 예냉감량 7.89kg, 감량비율 2.06% (0.31% 증가)

- ‘을’ 에서는 시험축 89두, 예냉감량 6.79kg, 감량비율 1.96%
- ‘병’ 에서는 시험축 61두, 예냉감량 6.25kg, 감량비율 1.59%
- 세 도축장 모두, 같은 날짜에 도축되어 동일한 예냉실에서 예냉한 소도체일지라도 예냉감량비율에서 편차가 큰 것으로 나타남

□ 예냉감량 발생요인 분석

○ 주말도축분 예냉감량

- ‘갑’ 도축장 예냉실에서, 21시간 예냉하는 동안에 발생한 주중도체의 예냉감량비율 1.77%와 비교할 때, 48시간을 더 연장하여 69시간동안 예냉한 주말도체의 감량비율은 고작 0.32%p 더 많은 2.09%를 기록하였음
- 이와 같은 조사결과는 주말도체(금요일에 도축하여 월요일에 등급판정 및 경매)의 감량이 주중도체의 두 세배에 달할 것이라는 세간의 우려를 시원하게 해소시켜줄 것으로 보임

○ 도체의 특성에 따른 예냉감량 요인 분석

- 암소의 감량비율은 ‘갑’ ‘을’ ‘병’ 예냉실에서 모두 거세수소보다 각각 0.19%p, 0.26%p, 0.23%p 더 높았음
- 도체중별의 경우, 표본이 많은 ‘갑’ 도축장에서는 도체중이 가벼운 그룹이 무거운 그룹보다 예냉감량 비율이 높았으나, 나머지 도축장에서는 유의성이 인정되지 않았음
- 등심단면적에 따른 예냉감량 비율을 보면 도체중과 마찬가지로 ‘갑’도축장에서는 등심단면적이 작아짐에 따라 예냉감량비율이 증가하는 추세를 보였으나, 나머지 두 도축장에서는 유의성이 인정되지 않았음
- 등지방두께에 따른 예냉감량 비율을 보면 ‘갑’도축장에서는 등

지방두께가 가장 얇은 그룹에서 예냉감량비율이 현저하게 높았으나, ‘을’과 ‘병’도축장에서는 등심단면적의 차이가 예냉감량비율 차이를 설명하지 못했음

- 근내지방도 등급에 따른 예냉감량 비율을 보면, ‘갑’예냉실에서는 근내지방도 등급이 1++에서 3등급으로 낮아지면 예냉감량비율은 거꾸로 높아졌음을 알 수 있었음
- 피복지방이 덜 훼손될수록 예냉감량 및 예냉감량비율이 적은 경향($p < 0.1$)이 있으므로, 도축 박피공정에서 피복지방이 가죽에 붙어서 떨어져나가지 않도록 세심한 주의를 기울일 필요가 있음

○ 예냉조건별 영향분석 (풍속)

- ‘갑’예냉실은 도체의 배 쪽에서는 냉풍이 위에서 아래로 불고 예냉실 바닥에서 방향을 바꿔 도체의 등 쪽을 따라 위로 올라가는 구조이었음
- 그런 이유에서 이었는지, 등 쪽 풍속에서는 유의성이 인정되지 않았지만, 배 쪽 풍속에서는 예냉감량비율과의 상관관계가 유의성이 인정되었는데, 배쪽풍속1에서 -0.25와 배쪽풍속4에서 0.28의 유의성 있는 상관관계를 보여주었음(오전 측정값)

※ 이는 배쪽풍속1(아킬레스건 높이)이 좀 더 강해져야 그리고 배쪽풍속4(흉추1 높이)는 좀 더 약해져야 예냉감량 비율을 낮출 수 있다는 뜻임

- ‘갑’ 도축장 예냉실과는 달리 ‘을’과 ‘병’ 도축장의 예냉실에서 배 쪽 풍속에서 상관관계가 나타나지 않은 이유 중의 하나로, 예냉실 유니트쿨러 유형의 차이를 생각해볼 수 있음

※ 냉풍이 위에서 아래로 부는 유니트쿨러 유형 3형인 ‘갑’예냉실에서

는 소도체에 직접 냉풍이 접촉되지만, 유형2-2인 ‘을’과 ‘병’ 예냉실에서는 간접 냉풍이기 때문임

○ 예냉조건별 영향분석 (고내 온도)

- ‘갑’에서의 도체 주변온도를 보면, 오전에 측정한 배쪽온도1과 등쪽온도1~4가 각각 0.19, 0.18, 0.12, 0.12, 0.13의 상관계수를 갖고 있는 것으로 나타났는데, 이는 낮지만 유의성 있는 수치임

※ 이는 예냉감량을 줄이기 위해서 오전에는 고내 온도를 좀 더 낮출 필요가 있음을 암시하는 것임

- 반면에, 오후에 측정한 배쪽과 등쪽 온도는 모두 측정높이(우둔~흉추1)에 관계없이 매우 높은 (-0.51 ~ -0.52) 상관계수를 갖고 있는 것($p < 0.01$)으로 나타났음

※ 이는 오후에는 도체의 배쪽과 등쪽 모두에서 위(우둔높이)와 아래(흉추1높이)의 고내 (공기) 온도를 좀 더 높여주면 예냉감량을 좀 더 줄일 수 있다는 의미임

○ 예냉조건별 영향분석 (도체 주변 습도)

- ‘갑’예냉실에서 오전과 오후 습도는 각각 93.4%, 92.6%였으며 그 다음날 아침 출고 직전 상대습도는 82.3%으로 오후시간 대의 상관계수가 -0.33으로 비교적 높았음($p < 0.01$)

※ 오전시간대에는 소도체가 뿜어내는 수분으로 습도가 충분하나, 오후시간대에는 상대습도가 높을수록 예냉감량비율이 적게 발생한 것으로 보임

- ‘을’예냉실의 경우 상대습도와 예냉감량간의 상관관계의 유의성을 발견하지 못하였으나 예냉실의 용적에 비하여 적은 두수가 입고되기 때문에 ‘갑’예냉실보다 습도가 낮았음

- ‘병’예냉실의 경우 오후시간 대의 상관계수가 -0.25로 유의성이

있었음

- 전체적으로 오후시간대의 상대습도가 높을수록 예냉감량이 적게 발생되므로 오후시간대의 고내습도를 높게 유지하는 방도를 강구할 필요성이 있음

○ 예냉조건별 영향분석 (도체의 심부온도)

- 도체의 심부온도에 따른 예냉감량 비율을 보면, 감량비율이 가장 낮은 ‘병’ 예냉실의 소도체 등심심부온도는 ‘갑’ 예냉실보다 사후 3시간째에 0.7℃ 더 높았으며 사후 7시간째~사후18시간째까지는 0.5℃ 정도 더 낮았음

※ ‘갑’, ‘을’, ‘병’ 예냉실 모두 “저온단축을 피하기 위해서는 사후 10시간이 지나기 전에는 소도체 심부온도가 10℃ 이하로 냉각되어서는 안 된다”는 ‘10-10 룰’에 저촉되지는 않았음

○ 예냉조건별 영향분석 (소도체 예냉시간)

- 예냉실 별 평균예냉시간은 ‘갑’이 1,300분(21시간 40분), ‘을’ 1,122분(18시간 42분), ‘병’ 1,242분(20시간 42분)이었음

※ 갑,을,병 예냉실에서 예냉시간의 길고 짧음이 예냉감량비율에 미치는 상관계수를 보면, 각각 -0.08, -0.03, -0.10으로서 매우 낮았고 유의성도 인정되지 않았음

○ 예냉조건별 영향분석 (소도체 등심 출고온도)

- ‘갑’예냉실에서의 등심 출고온도와 예냉감량비율 간의 상관관계는 -0.46으로 매우 높게 나왔는데, 이는 등심출고온도를 낮추면 감량비율이 높아질 개연성이 매우 높다는 뜻임
- ‘갑’예냉실에서는 출고온도가 3℃ 이하인 그룹에서 예냉감량비율이 더 높았음(1.70~1.65% →1.93%) ($p<0.05$)

○ 예냉조건별 영향분석 (유니트쿨러 유형)

- 유니트쿨러 유형만으로는 감량비율의 우열을 가리기가 어려움
- 천정 높이가 낮고 공기흐름도 원활하지 못한 ‘병’예냉실에서의 감량비율이 오히려 ‘갑’보다 낮았던 이유 중의 하나로 소도체 냉각속도의 차이(등심심부온도의 시간대별 차이)를 들 수 있음

※ 예냉실의 구조적 차이를 이해하고 냉각기를 운용하는 것이 예냉감량 비율 경감에 중요할 것으로 사료됨

(3) 표준감량표 및 예측모델

- 표준감량표란 한우농가의 생축 출하 조건에 따른 예냉감량 비율을 예상해 낼 수 있는 일종의 가늠자로 사용될 수 있는 표임
- 본문에 각 요인별 표준감량표를 제시하였음
- 출하축의 각 세부항목을 예측모델에 대입하여 예냉감량을 예측할 수 있는 표를 제시하였음

(4) 예냉감량에 대한 경제적 손실 추정

□ 3개 조사도축장의 손실 분석

- 유니트쿨러 유형보다는 운용방식에 따라 예냉감량비율이 다름
 - 같은 유형의 유니트쿨러를 사용할지라도 그 운용방식이 다르면 예냉감량비율이 크게 차이가 날 수 있음을 ‘을’도축장과 ‘병’도축장의 예냉감량비율 차이에서 알 수 있었음
 - 예냉실의 유형보다는 소도체 냉각속도와 같은 예냉실 운용방식에 더 큰 영향을 받는 것으로 조사되었음
- 같은 예냉실 안에서도 개체에 따른 예냉감량 편차가 심했음

- 같은 예냉실에서도 감량이 제일 많았던 개체와 제일 적었던 개체의 감량 차이가 3kg정도인 것으로 측정되었었는데, 이는 57천원의 경제적 가치로 환산될 수 있음

□ 설문조사로 본 예냉감량의 현장 적용 전국 현황

- 전국 72개 작업장 중에서 23개소가 예냉감량을 적용한다고 응답하였는데, 공판장 7개소에서 적용하는 감량은 평균 6.5kg, 도매시장 4개소에서는 4.9kg, 일반도축장 9개소에서는 6.1kg의 감량을 적용한다고 함
- 예냉감량을 경감시키려는 노력을 촉구하기 위해서, 도매시장 상장경매에서는 상장직전에 측정한 냉도체중이 거래에 적용될 것을 적극 건의하는 바임

□ 예냉감량 경감 노력의 경제적 가치

- 조사 3개도축장에서의 예냉감량 경감 노력의 경제적 가치
 - 3개 도축장 예냉실에서의 예냉감량 평균에 대한 1표준편차만큼의 예냉감량을 전국의 모든 도축장에서 경감시키는 데 성공한다면 그 경제적 가치는 무려 연간 342억5천5백만 원으로 평가됨

(5) 이상적 예냉조건 도출 및 제도 개선방안

□ 이상적 예냉조건 도출

- 예냉실의 크기는 도축라인의 도축속도에 따라 결정하여야 함
 - 온도체 입고완료까지 1시간 반이 경과하지 않는 규모의 예냉실이어야 최적의 예냉조건을 운용할 수 있음
- 예냉설비(유니트쿨러)는 그 위치, 각 설비간 거리, 송풍방향에 따

라 예냉감량에 미치는 영향이 상이함

- 유니트쿨러 부착위치의 경우 해당 냉각설비가 부하 열을 증가하는 냉각용량만 보유한다면 그 부착방식은 크게 문제가 되지 않는 것으로 보였음
 - 유니트쿨러가 마주보는 유형 2-2의 경우 거리가 너무 짧아 냉풍이 서로 맞부딪히거나 너무 멀어 사각지대가 생기지 않도록, 적정 거리를 떼어 둘 것이 요구되는데, ‘을’ 예냉실의 경우 15m이었음
 - 유니트쿨러를 유형 2-2에서처럼 서로 마주보게 설치하기 보다는 같은 방향으로 송풍하도록 예냉실 중간위치에 설치하는 것도 시도해봄직 함
- 주중 도체의 냉각 속도는 사후 3시간 경과 시점에서는 비교적 높게, 사후 15~17시간 경과 시점에서는 비교적 낮은 온도를 유지하는 것이 권장됨
- 주말도체의 냉각 속도는 주중도체와 같은 속도로 냉각시킨 다음, 21시간이후부터 69시간까지는 온도평형을 유지하는 방식이 권장되어도 좋을 듯함 (‘갑’예냉실에서 효과가 입증되었음)
- 예냉실 출고 시 소도체 등심 심부온도는 3~5℃가 권장됨
- 소도체의 심부온도가 목표 출고 심부 온도 이하로 내려가지 않도록 세심한 주의가 요구됨

□ 제도 개선 방안

- 금요일 도축하여 월요일에 출고하는 주말도체의 예냉감량 증가분이 0.32%p에 불과함을 양축가와 중도매인에게 홍보
- 금요일 도축의 정상적 진행 촉구

- ‘도축장 HACCP 운용 적정성 조사’ 평가항목 반영 건의
 - 평가항목에 ‘예냉감량 경감 노력 여부’ 항목을 신설 건의
- ‘우수축산물브랜드’ 평가 항목 반영 건의
 - 예냉감량 경감 노력하는 도축장을 이용한 실적을 평가 항목에 포함하도록 건의
- 도매시장 거래 시 경매 직전 계근한 냉도체중으로 정산 건의
 - ※ 식육의 소매단계 거래에서도 당사자 입회하에 계근한 중량으로 매매하고 있음
- 소도체 피복지방 부착상태와 신지방 제거 정도는 지육률에 영향을 주므로 작업장별 세밀한 작업 매뉴얼 제작 필요
 - 도축장 간의 지육률 적용에 불필요한 혼선과 경쟁을 미연에 방지하기 위해서, 전국 통일된 작업매뉴얼 합의 도출 적용
- 도축장 주말 전기 사용료를 농업용으로 인정하도록 시책 건의
 - 도축장의 주말 예냉에 대한 경영부담 완화가 필요함
- 예냉감량 경감을 위한 컨설팅 지원 사업 수립 건의
 - 중소규모 도축장의 예냉감량 경감 컨설팅에 정부지원 방안 마련

4. 결론

- 국내 한우도축장 예냉감량 실태조사에 종합결과는 아래와 같음
- 암소가 거세수소보다 높은 예냉감량 비율을 보였으며, 육질등급이 낮아질수록 예냉감량비율이 높아지는 경향을 보였음
- 출고온도는 3~5℃로 유지되는 것이 권장되며 3℃ 미만으로 내려갈 경우 오히려 예냉감량 비율이 높아지는 경향을 보였음

- 도축물량이 예냉실 입고 시작 후 완료시 까지 소요시간이 짧은 경우, 계절에 영향을 거의 받지 않았음
 - 예냉실 입고 완료시까지 긴 시간이 요구되는 경우, 동절기에서 초여름으로 계절이 바뀔에 따라 예냉감량비율이 높아졌음
- 예냉실 유니트쿨러 유형에 따른 예냉감량 손실액을 비교하기 보다는 오히려 동일한 예냉실 내에서의 소도체 예냉감량비율 편차를 최소화시키는 데에 초점을 맞춰야함
 - 같은 예냉실 안에서도 감량이 제일 많았던 개체와 제일 적었던 개체의 감량 차이가 3kg정도인 것으로 측정되었는데, 이는 57천원의 경제적 가치로 평가될 수 있음
- 3개 도축장 모두 한우고기의 ‘저온단축’을 예방하는 “10-10 룰”에 저축되지 않았음
- 예냉기간 중 도체 등심 심부온도의 하강속도 조정에 있어서, 사후 3~4시간의 온도를 더 높게 유지하고 사후 15시간 이후부터의 온도를 더 낮게 유지하는 ‘온도 프로파일’을 따를 것을 권장함
- 도축장에서 자체적으로 예냉실 예냉조건에 대한 정밀조사를 통하여 도축장별 최적의 예냉실 운용조건을 도출할 필요가 있음

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구개발의 필요성	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 필요성	2
제2절 연구 개발의 목표	3
1. 연구 목표	3
제 2 장 재료 및 방법	4
제 1 절 전국 한우 도축장 예냉 실태조사	4
1. 설문조사	4
가. 설문 내용	4
나. 설문 조사방법	4
다. 설문서 회수 결과	5
제 2 절 한우도축장 3개소 실제 개체 계근 조사	5
1. 도축장 3개소 (‘갑’ , ‘을’ , ‘병’ 도축장) 선정	5
가. 조사가능 도축장 선정기준	5
나. 도축장 선정 과정	5
2. 세부연구 수행방법	6
가. 시험축의 구성	6
나. 도축장 예냉실 내에서의 도체 현수 위치	7
다. 세부 연구내용 조사를 위한 항목별 조사 방법	9
(1) 예냉조건 측정 방법	9
(2) 도체 표면의 피복지방 상태 평가	14
(3) 도체 등급판정 및 육색 측정	15

(4) 예냉감량 측정	15
3. 통계분석	16
가. 예냉감량 발생 요인 분석	16
(1) 단순 통계	16
(2) 요인별 분석	16
나. 표준감량표 개발 및 예냉감량 예측모델 개발	17
(1) 표준감량표 개발	17
(2) 예냉감량 예측모델 개발	17
(3) 예냉감량 예측모델의 예측오차	18
제 3 장 결과 및 고찰	19
제 1 절 전국 한우 도축장 예냉 실태조사 결과	19
1. 설문조사 결과 분석	19
제 2 절 한우도축장 3개소 실제 개체 계근조사 결과	42
1. 예냉시설 자원 및 운용현황	42
가. 예냉시설 자원현황	42
나. 예냉시설 유형	43
(1) 갑 도축장	43
(2) 을 도축장	44
(3) 병 도축장	45
다. 예냉시설 운용현황	46
(1) 도축장(유니트쿨러 유형)별 예냉실 풍속	46
(2) 도축장(유니트쿨러 유형)별 예냉실 온도	49
(3) 도축장별 예냉실 온/습도 분포	51
2. 예냉감량 발생요인 분석 결과	53
가. 3개도축장 조사 결과 개요	53
(1) ‘갑 도축장’ [유니트쿨러 유형3]	53

(가) ‘갑’ 도축장에서의 조사두수	53
(나) 도축일별 예냉감량 단순 통계	53
(다) 계절별·요일별·성별·육질등급별 예냉감량 단순 통계	55
(2) ‘을 도축장’ [유니트쿨러 유형 2-2]	57
(가) ‘을’ 도축장에서의 조사두수	57
(나) 도축일별 예냉감량 단순 통계	57
(다) 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 단순 통계	59
(3) ‘병 도축장’ [유니트쿨러 유형 2-2]	60
(가) ‘병’ 도축장에서의 조사두수	60
(나) 도축일별 예냉감량 단순 통계	60
(다) 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 단순 통계	62
나. 예냉감량 발생요인 분석	63
(1) 요일 및 계절별 영향	63
(가) 요일별(주중, 주말) 영향	63
(나) 요일별·계절별	64
(다) 계절별 영향	65
(2) 도체특성별 영향	66
(가) 성별(암, 거세) 효과	66
(나) 도체중그룹별 (평균이상, 이하) 비교	67
(다) 등심단면적 크기의 영향	67
(라) 등지방두께 영향	68
(마) 근내지방도등급 영향	69
(바) 피복지방 훼손정도 영향	70
(3) 예냉조건별 예냉감량 분석	72
(가) 도체주변 풍속 영향	72
(나) 도체주변 온도 영향	75
(다) 도체주변 습도 영향	77
(라) 도체 심부온도 영향	79

(마) 도체 예냉시간 영향	82
(바) 도체 출고 심부온도 영향	82
(4) 예냉실 유형별 영향 분석	84
제 3 절 표준감량표 및 예측모델	86
1. 요인별 표준감량표	86
가. 계절별 요일별 성별에 따른 표준감량표	86
나. 출하시기와 생축의 성별에 따른 표준감량표	87
다. 출하축의 도체성적에 따른 표준감량표	88
라. 출하축의 예냉실 출고 심부온도에 따른 표준감량표	89
2. 예냉감량 예측모델	90
가. 출하축의 등급판정 세부항목으로 예냉감량 예측	90
나. 출하축의 등심부위 냉각속도 및 예냉시간으로 예냉감량 예측	93
다. 출하축의 우둔부위 냉각속도 및 예냉시간으로 예냉감량 예측	96
제 4절 예냉감량에 대한 경제적 손실추정	99
1. 3개 조사도축장에서의 감량 손실 분석	99
2. 예냉감량의 현장적용 상황에 대한 설문조사 결과	101
3. 예냉감량 경감 노력의 경제적 가치	104
제 5절 이상적 예냉조건 도출 및 제도 개선방안	105
1. 이상적 예냉조건 도출	105
가. 예냉실 구조	105
(1) 예냉실의 크기	105
(2) 유니트쿨러의 부착위치	105
(3) 유니트쿨러간의 거리	106
(4) 유형 2-2에서 유니트쿨러 송풍구의 방향에 대한 새로운 제안	107
나. 예냉실 운전 방식	107
(1) 주중 도체 냉각속도	107
(2) 주말 도체 냉각속도	108
(3) 예냉실 상대습도 유지관리	108

(4) 목표 출고 심부온도 설정	109
다. 도축공정 피복지방 부착상태 관리	110
(1) 박피공정	110
(2) 지방트리밍	110
(3) 피복지방에 대한 종합의견	110
2. 제도 개선 방안	111
가. 주말도체의 예냉감량에 대한 인식전환홍보	111
나. ‘도축장 HACCP 운용 적정성 조사표’ 에 평가항목 반영	112
다. ‘우수축산물 브랜드 인증, 한우 브랜드 배점 기준표’ 개정	114
라. 도매시장 상장경매 직전 계근한 냉도체중으로 경매	115
마. 도축공정 중 박피 및 지방트리밍 공정 전국 통일 요청	116
바. 도축장의 주말 사용 전기료의 농업용 적용 건의	116
사. 예냉감량 경감을 위한 컨설팅 지원 사업 수립 건의	117
제 4 장 결론	118
참고문헌	121
부록	125
<1> 설문지	126
<2> 작업장별 도체 현수 위치	133

표 목 차

[표 1] 시험축의 작업장별·계절별·성별 두수	6
[표 2] 작업장 환경 요인별 구분	17
[표 3] 국내 도매시장/공판장 및 일반 도축장 현황('14년 기준)	19
[표 4] 설문조사 참여 도축장의 도매시장/공판장 및 일반 도축장(규모별) 현황	20
[표 5] 도축장 기능별 예냉감량 적용표	38
[표 6] 도축장 권역별 예냉감량 적용표	39
[표 7] 조사 도축장의 예냉실 유니트쿨러 재원표	42
[표 8] 도축장(유니트쿨러유형)별 도체 주변 풍속 단순통계	48
[표 9] 도축장(유니트쿨러 유형)별 도체 주변 고내 공기온도 단순통계	50
[표 10] '갑 도축장' 도축일별 예냉감량 및 감량비율	54
[표 11] '갑 도축장' 계절별·요일별·성별·육질등급별 예냉감량비율	55
[표 12] '을 도축장' 도축일별 예냉감량 및 감량비율	58
[표 13] '을 도축장' 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 비율	59
[표 14] '병 도축장' 도축일별 예냉감량 및 감량비율	61
[표 15] '병 도축장' 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 비율	62
[표 16] 도축장별 도체 성별에 따른 예냉감량	66
[표 17] 도축장별 온도체중그룹에 따른 예냉감량	67
[표 18] 도축장별 등심단면적그룹에 따른 예냉감량	68
[표 19] 도축장별 등지방두께그룹에 따른 예냉감량	69
[표 20] 도축장별 육질등급에 따른 예냉감량	70
[표 21] 도축장별 피복지방 훼손정도에 따른 예냉감량 상관관계수	71
[표 22] 도축장별 오전시간대 풍속 평균 및 상관관계계수	74
[표 23] 도축장별 오후시간대 풍속 평균 및 상관관계계수	74
[표 24] 도축장별 오전시간대 온도 평균 및 상관관계계수	76

[표 25] 도축장별 오후시간대 온도 평균 및 상관관계계수	76
[표 26] 예냉실의 시간대별 도체주변 상대습도 평균(%) 및 상관계수	78
[표 27] 도축장별 타격n시간 이후의 등심 심부 온도 및 총 예냉시간 단순통계 ...	81
[표 28] 출고심부온도그룹별 예냉감량 LS-평균	83
[표 29] 계절별·요일별·성별 표준감량표	86
[표 30] 계절별·요일별·성별·도체중대별 표준감량표	87
[표 31] 성별·도체중대별·도체성적별 표준감량표	88
[표 32] 성별·출고심부온도별 표준감량표	89
[표 33] 등급 판정 항목으로부터의 예냉감량 예측모델	92
[표 34] 등심부위 냉각속도 및 예냉시간으로부터의 예냉감량 예측모델	95
[표 35] 우둔부위 냉각속도 및 예냉시간으로부터의 예냉감량 예측모델	98
[표 36] 예냉실 유형별 예냉감량 및 감량비율	99
[표 37] 도축장(유니트쿨러 유형)별 예냉감량비율 차이에 따른 예냉감량 손실액 차이 비교	103
[표 38] 각 도축장에서 1편차만큼 예냉감량 경감 성공시의 경제적 가치 (1일 기준)	104
[표 39] 전국 도축장에서 얻을 수 있는 경감액 총액	105

그림 목 차

[그림 1] ‘갑 도축장’의 예냉실 도체 현수 위치(2015. 08. 21. 도축분)	7
[그림 2] ‘을 도축장’의 예냉실 도체 현수 위치 (2015. 06. 01. 도축분)	8
[그림 3] ‘병 도축장’의 예냉실 도체 현수 위치 (2015. 02. 17. 도축분)	9
[그림 4] 소 좌반도체의 등심 심부온도 측정	10
[그림 5] 소 좌반도체의 등심 및 우둔 데이터로거 장착	11
[그림 6] 예냉실 공기온도 및 풍속 측정 위치	12
[그림 7] 예냉실내 공기온도 및 습도 측정 위치	13
[그림 8] 예냉실내 공기온도 및 습도 측정	13
[그림 9] 도체 표면의 피복지방 상태 평가	14
[그림 10] 예냉실 내 유니트 쿨러 설치 유형	34
[그림 11] ‘갑 도축장’의 유니트 쿨러 형태	43
[그림 12] ‘갑 도축장’의 예냉실 평면도	43
[그림 13] ‘을 도축장’의 유니트쿨러 형태	44
[그림 14] ‘을 도축장’의 예냉실 평면도	44
[그림 15] ‘병 도축장’의 유니트쿨러 형태	45
[그림 16] ‘병 도축장’의 예냉실 평면도	45
[그림 17] 도축장별 예냉실 온/습도 분포	52
[그림 18] 갑 도축장’에서의 도축일별 예냉감량비율 분포	54
[그림 19] ‘을 도축장’에서의 도축일별 예냉감량 비율 분포	58
[그림 20] ‘병 도축장’에서의 도축일별 예냉감량 비율 분포	61
[그림 21] ‘갑 도축장’에서의 계절별·요일별 예냉감량 평균값	64
[그림 22] 도축장 유형별·계절별 감량 비율 변화	66
[그림 23] 도축장별 피복지방 훼손정도 비교	71
[그림 24] 예냉실 상대습도 시간대별 변화 추이	79
[그림 25] 각 도축장별 예냉 시간에 따른 도체의 심부온도 변화	79

제 1 장 서론

제1절. 연구개발의 필요성

1. 연구 배경

- 생축을 도축한 후 도체를 예냉실에서 냉각하는 과정에서 감량이 발생하여 도체중이 감소하는 현상을 ‘예냉감량’이라 칭함
- 소도체를 본격적으로 예냉하여 유통하기 시작한 1970년대부터 유럽과 북미에서는 예냉감량을 경감시키려는 연구를 꾸준히 해왔음
 - 그럼에도 불구하고, 도체중이 증가하여 근육의 크기가 커짐에 따라 보다 효율적인 도체 예냉방법의 모색이 선진국에서 시도되고 있음
- 소고기 수입개방에 대비하여 한우산업의 대외경쟁력을 높이기 위한 한우고기 고급육생산 및 유통정책을 1989년 수립하였음
 - 이를 뒷받침하기 위하여 1999년 소 냉도체 등급판정 전면시행을 추진하였고, 한우고기의 대외경쟁력을 높여 2013년에는 쇠고기 자급률을 50.1%까지 높였음
- 한우 출하체중의 증가(수소: 1999년 555kg → 2011년 702kg)로 도체장이 길어짐에 따라 도축장에서는 그 동안 예냉실의 현수레일 높이를 상향조정하는 등의 시설보완 및 개선을 해왔음
 - 도체중 또한 증가(1999년 310kg → 2011년 405kg)함으로써 도체

1두의 열량이 30%이상 증가되었기 때문에 그 예냉실에 부하되는 열량(부하열)또한 증대되어, 이러한 부하열 증가에 따라 도축장은 그동안 냉각설비 또한 계속 증설해온 실정임

- 이와 같은 도체의 변화에 발맞추어 도축장이 변화/개선되어 왔더라도 도축장의 예냉 시설이 과연 한우농가가 공들여 사육한 고가의 한우 도체를 품질 저하 없이 적절하게 냉각처리하고 있는지에 대하여 국내에서는 체계적으로 검증해본 적이 없었음
 - 도축장에서 도축되는 소도체는 이용도축 내지 경매에 상장하기 위한 위탁도축이 대부분이기 때문에, 한우도체 예냉감량에 대해 관심을 갖지 않았으며 관련 연구 또한 거의 없었음
- 한우고기의 수입육에 대한 품질경쟁력 재고가 절실히 요구되는 현재, 소도체 예냉 시설과 운용방식이 소도체의 예냉감량과 소도체 품질 등에 어떠한 영향을 주는지를 본격적으로 연구하기에 적합한 시점임

2. 연구 필요성

- 한우 도체의 식육생산성을 향상시켜 한우고기수급 안정화에 기여하기 위해서는 한우도체에 대한 예냉감량 원인을 규명하고 감량을 경감시킬 방안을 수립할 필요가 있음
 - 국가적 차원에서는 한우 고기 생산 비용의 절감 등의 효과 거양
 - 예를 들면, 전국 도축장에서의 예냉감량을 현재보다 0.5%p 낮출 수 있다면 1년에 소 5,200두(2015년 도축물량 100만7천두 기준)분량의 소고기가 공기 중으로 증발되는 것을 방지하는 효과를 거둘

수 있음

- 도축장에서의 예냉감량 축소는 곧 도체중의 증가를 의미하며 이는 출하축의 경제 가치가 증가하는 것이며 농가 소득 증대로 나타날 수 있는 것임
- 이를 경제적으로 환산하면, 한우 생산액 4,026십억 원(2014년 기준)의 0.5%인 201억 원의 가치 보존 효과를 얻게 되는 것임
- 농가수취가격은 지육단가에 지육중량(도체중)을 곱한 값이므로, 금요일 도축하여 월요일에 경매하는 주말도체의 경우 감량이 얼마나 발생할 지는 한우농가 초미의 관심사임
- 그럼에도 불구하고, 이에 대한 체계적이며 실증적인 기초 연구가 없는 상태임
- 도체는 냉장유통의 시발점으로서 도체 냉각속도 등은 쇠고기 연도 및 육색 등 품질 뿐만 아니라 위생안전에도 영향을 주기 때문에 도체 예냉 관련 연구는 매우 시급하다고 하겠음

제2절. 연구 개발의 목표

1. 연구 목표

- 전국 (30개소 이상) 도축장 예냉실 관리실태 조사
- 규모별 도축장 현장 정밀조사 분석으로 예냉감량 경감방안 도출
- 예냉감량 발생 요인별 원인분석과 경제적 손실 분석
- 한우도체에 대한 표준감량표 개발 및 예냉실 규모별 적정관리시스템 제시
- 도축장 예냉시스템 선진화를 위한 정책지원 방안 도출

제 2 장 재 료 및 방 법

제1절. 전국 한우 도축장 예냉 실태조사

1. 설문조사

가. 설문 내용

○ 설문서는 도축공정과 예냉조건의 2개 부문으로 구성하였음 <부록 1>

① 예냉조건

- 한우 도체의 예냉감량에 영향을 주는 예냉실의 예냉조건 및 운용방식

※ 온도체가 예냉실에 입고된 이후 작용하는 여러 요인을 분석하여
결과물인 냉도체중에 미치는 영향 및 원인을 분석하기 위함

② 도축공정

- 생축 도착 이후 온도체중(지육중량)에 영향을 주는 도축 공정
(생체중 측정방법과 계류시간, 지방트리밍, 세척수 등)

나. 설문 조사방법

○ 축산물품질평가원 서울지원 등 9개 지원(10개 지원 중 제주지원 제외)을 방문하여 각 지원장과 소속 축산물품질평가사에게 설문조사 목적과 취지를 이해시킨 다음 설문조사서의 조사 내용을 설명함 (제주지원은 유선으로 조사취지를 설명함)

○ 축산물품질평가사는 도축장 경영자에게 설문조사 목적과 취지를 설명하고 동 설문조사서를 작성하도록 요청함

※ 조사 응답자는 해당 도축장이 드러나지 않도록 당부함

○ 작성된 설문조사서는 각 지원의 평가팀장을 통해 수집되어, 연구자에게 이메일로 전송됨

- 조사된 내용 중 불명확한 응답 내용에 대해서는 연구자가 직접유선으로 확인하여 수정함(설문조사 내용이 경영정보의 범주에 포함되므로 응답자의 답변을 존중하였음)

다. 설문서 회수 결과

- 축산물품질평가사의 적극적인 협조로 59개소 응답

제2절. 한우도축장 3개소 실제 개체 계근조사

1. 도축장 3개소 (‘갑’, ‘을’, ‘병’ 도축장) 선정

가. 조사가능 도축장 선정기준

- 온도체중과 냉도체중을 계근 할 수 있는 곳
- 경영자의 동의를 있는 곳

나. 도축장 선정 과정

- 전국 72개 소도축장 중 냉도체중을 계근 할 수 있는 곳은 매우 적음
 - ‘갑’도축장은 도축장의 경영자가 한우 및 식육산업의 발전을 도모하는 본 연구의 취지를 이해하고 흔쾌히 동의
 - ※ 단, 본 연구의 결과로 인하여 해당 도축장에 선의의 피해를 받지 않도록 유의할 것을 당부
 - ‘을’ 도축장은 모 도축장의 경영자가 추석 성수기 이후에 계근기를 설치해주기로 본 연구 개시 시점에 약속을 했었으나 경영상의 이유로 당초 약속을 번복하게 됨에 따라, 여러 경로로 탐문한 끝에 냉도체중 계근이 가능한 곳임을 확인하고 경영자의 동의와 협조를 얻음
 - ‘병’도축장은 경영자가 본 연구의 취지와 중요성을 이해하고 본 연구 기간 중에 계근기를 새로 설치해 줌

2. 세부연구 수행방법

가. 시험축의 구성

- 3개작업장에서 3차에 걸쳐 조사된 전체 시험축은 535두로 암소 263두, 거세수소 272두이었음 (표1)
- ‘갑’ 도축장 (385두)
 - 1차(2015년 8월) 조사에서는 암소 60두, 거세수소 80두, 2차(2015년 11월)조사에서는 암소 53두, 거세수소 85두이었으며, 마지막 3차(2016년 6월)조사에서는 암소, 거세수소 각각 45두, 62두이었음
- ‘을’ 도축장 (89두)
 - 1차(2015년 11월)조사에서는 암소 22두, 거세수소 7두, 2차(2016년 5월)조사에서는 암소 23두, 거세수소 8두이었으며, 마지막 3차(2016년 6월)조사에서는 암소는 29두이었으나 거세수소는 없었음
- ‘병’ 도축장 (61두)
 - 1차(2016년 2월)조사에서는 암소 9두, 거세수소 17두, 2차(2016년 4월)조사에서는 암소 12두, 거세수소 5두이었으며, 마지막 3차(2016년 6월)조사에서는 암소, 거세수소 각각 10두, 8두이었음

[표 1] 시험축의 작업장별·계절별·성별 두수

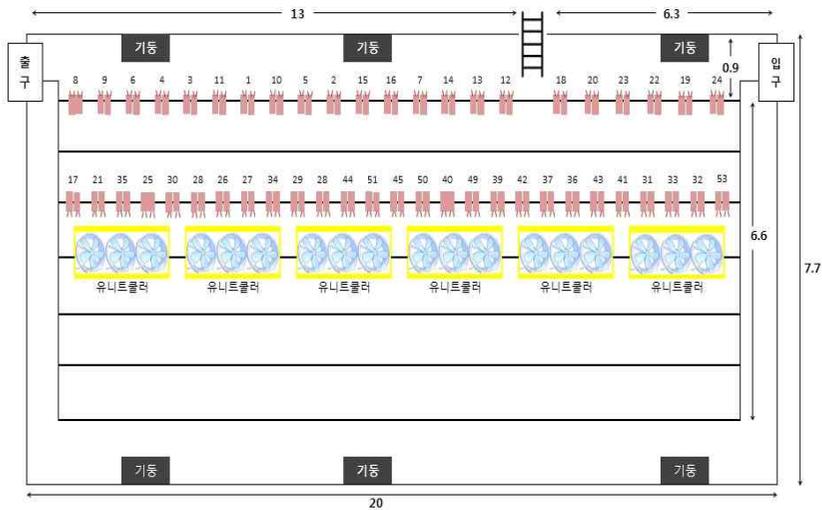
(단위 : 두)

구분	1차		2차		3차		계		
	암소	거세수소	암소	거세수소	암소	거세수소	암소	거세수소	전체
갑	60	80	53	85	45	62	158	227	385
을	22	7	23	8	29	0	74	15	89
병	9	17	12	5	10	8	31	30	61
소계	91	104	88	98	84	70	263	272	535
전체	195		186		154				

나. 도축장 예냉실 내에서의 도체 현수 위치

○ ‘갑’ 도축장

- 예냉실에서는 레일번호 1, 3, 5, 7번에 소도체가 현수됨 (그림1)
- 시험축은 당일 도축번호 1번부터 50번 도체가 배정되는데, 1번 레일부터 현수되기 시작하여 3번 레일과 때로는 5번 레일 일부에까지 현수됨
- ※ 나머지 5번과 7번 레일에도 소도체가 계속 현수되어 조사 예냉실에는 보통 95두정도가 입고됨
- 도축속도가 시간당 60두 정도로, 예냉실 입고 시작(통상 오전 8시 10분)부터 1시간 반 후에는 입고가 완료됨

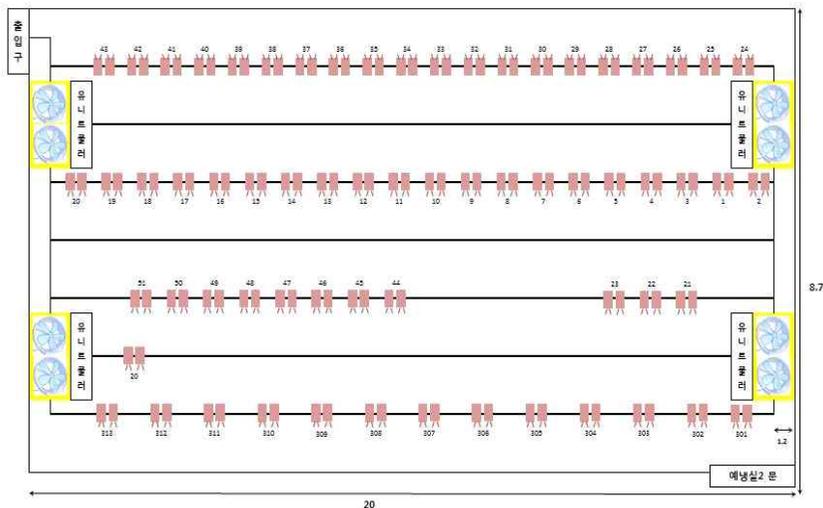


[그림 1] ‘갑 도축장’의 예냉실 도체 현수 위치(2015. 08. 21. 도축분)

○ ‘을’ 도축장

- 예냉실에는 레일번호 1, 3, 5, 7번에 소도체가 현수됨 (그림2)

- 시험축은 당일 도축물량 전망에 대하여 조사하는데, 우둔절취 물량은 조사에서 제외함
- 소도체 현수 위치는 이용도축, 경매물량, 우둔절취물량 등의 도체이용방법에 따라 작업장에서의 관행에 따랐음
- 도축속도는 시간당 15두 정도
- 예냉실에 9시 20분경부터 입고되기 시작한 후 입고 완료시점은 보통 오전 11시 반~12시이였으며 (2시간~2시간 반 소요) 장날인 경우에는 오후 2~3시이였음 (5시간 소요)



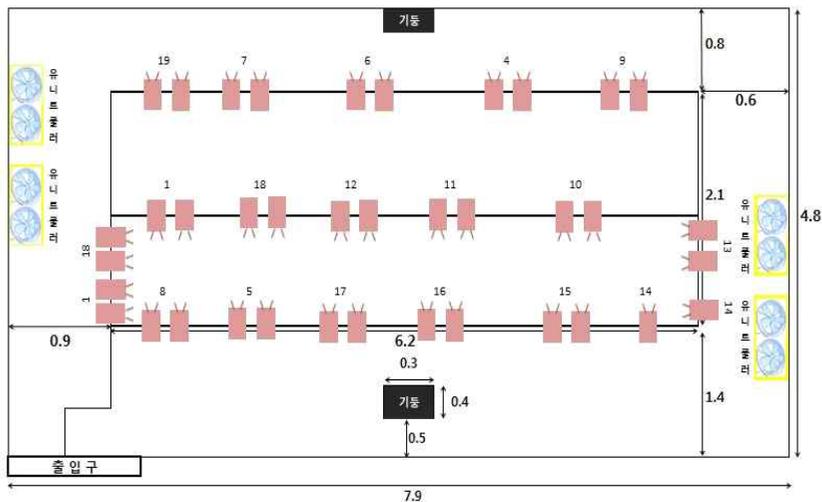
[그림 2] ‘을 도축장’의 예냉실 도체 현수 위치 (2015. 06. 01. 도축분)

○ ‘병’ 도축장

- 예냉실에는 레일번호 1, 3, 5번에 소도체가 현수됨 (그림3)
- 시험축은 당일 도축물량 전망에 대하여 조사하는데, 우둔절취 물량은 조사에서 제외함
- 소도체 현수 위치는 이용도축, 자체가공물량, 우둔절취물량 등

의 도체이용방법에 따라 작업장에서의 관행에 따랐음

- 도축속도는 시간당 8두정도
- 예냉실 입고 시작(9시 20분)부터 입고 완료되는 시점은 보통 오전 11시 반~12시이였음 (2시간~2시간 반 소요)



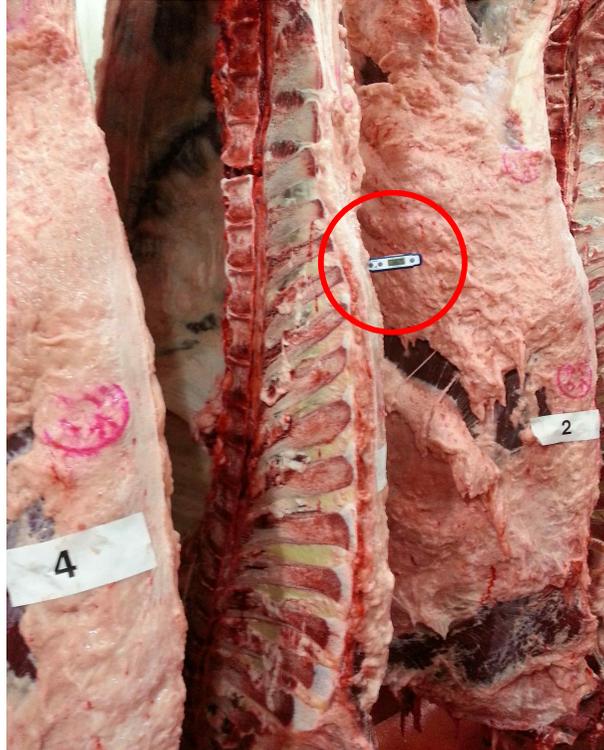
[그림 3] ‘병 도축장’의 예냉실 도체 현수 위치 (2015. 02. 17. 도축분)

다. 세부 연구내용 조사를 위한 항목별 조사 방법

(1) 예냉조건 측정 방법

- 소도체 심부온도 측정
- 탐침온도계로 등심 심부온도 측정
 - 도축되어 예냉실로 입고되면 등심심부온도(출고등심온도라 칭함)그리고 등급판정 직전에 등심심부온도(출고등심온도라 칭함)를 탐침온도계(SDT8Q, Summit, Korea)로 측정
 - 측정위치는 소 좌반도체 흉추 11번과 12번 사이, 도체 2분할선

에서 배 쪽으로 7cm 떨어진 위치에서 배 최장근 중심방향으로 7cm 깊이였음 (그림4) ※ 탐침온도계의 탐침 길이 7cm



[그림 4] 소 좌반도체의 등심 심부온도 측정

- 데이터로거 겸용 온도계로 등심 및 우둔 심부온도 측정
 - 데이터로거겸용온도계(Tpi367D, Summit, Korea) 2개를 비닐봉지에 담고 끈을 이용하여 소 꼬리뼈에 걸어 고정(그림 5)
 - 데이터로거겸용온도계의 탐침(길이 7cm)을 상기 탐침온도계 옆 1cm에 또는 우둔 심부(반막양근의 정중앙)에 삽입
 - 데이터로거를 작동시킨 후 데이터로거 번호와 작동시작 시간을 함께 기록
 - 향후에 소도체 개체별 타격시간으로부터 1시간 경과, 2시간 경과

과, 3시간 경과 등을 계산해 해당 시간에서의 온도를 등심온도 1hr, 등심온도2hr, 등심온도3hr 등 또는 우둔온도1hr, 우둔온도 2hr, 우둔온도3hr 등이라고 칭하였음



[그림 5] 소 좌반도체의 등심 및 우둔 데이터로거 장착

□ 소도체 주변 풍속(난류) 측정

○ 소도체의 배 쪽 풍속 4군데

- 소도체의 배 쪽 4곳 (현수 고리(아킬레스건), 우둔, 11번 흉추, 1번 경추와 같은 높이)에서 난류프로브가 장착된 풍속계(Testo 435-2model, Testo, Germany)를 이용하여 측정하고, 배쪽풍속1, 배쪽풍속2, 배쪽풍속3, 배쪽풍속4로 각각 칭함(그림 6 참조)
- 3회 (입고완료 30분후, 오후3~5시경, 그리고 출고 직전) 반복

○ 소도체의 등 쪽 풍속 4군데

- 소도체의 등 쪽 4곳 (현수 고리(아킬레스건), 우둔, 11번 흉추, 1번 경추와 같은 높이)에서 배쪽풍속 측정방법과 같은 요령으로 측정하고, 등쪽풍속1, 등쪽풍속2, 등쪽풍속3, 등쪽풍속4로 각각 칭함 (그림 6참조)
- 3회 (입고완료 30분후, 오후3~5시경, 그리고 출고 직전) 반복

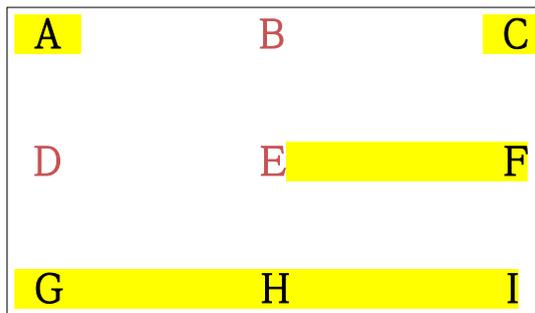
현수고리(아킬레스건) 위치	우둔 위치
	
등급판정부위 (11번 흉추 위치)	목 끝 (제1경추 위치)
	

[그림 6] 예냉실 공기온도 및 풍속 측정 위치

□ 예냉실 고내 온·습도 측정

○ 고내 온도

- 예냉실에 소도체가 입고 완료되면 냉각기가 풀가동되는데, 30분 이상 경과되어야 예냉실 안에서 온·습도가 평형이 이루어지는 것으로 조사됨
- 입고완료 30분 후, 바닥에서 1.5m 높이에서 온습도계(Tpi597, Summit, Korea)를 이용하여 고내 공기온도와 습도를 아래와 같이 9개 지점에서 측정 (그림 7과 8 참조)



[그림 7] 예냉실내 공기온도 및 습도 측정 위치



[그림 8] 예냉실내 공기온도 및 습도 측정

□ 측정 장비 회수 및 기록 수집

○ 장비 회수

- 다음날 아침, 소도체가 출고되기 1시간 전에 고내 온·습도를 측정하고, 탐침 온도계에서 등심심부온도를 읽은 후 탐침온도계를 회수하고, 등심 및 우둔에 꽂혀있는 데이터로거 온도계를 회수함

※ 데이터로거 온도계와 풍속계(데이터 로거)에 저장된 데이터 파일을 별도의 PC로 이동·저장한 다음, 알코올 솜으로 온도계와 풍속계의 표면을 깨끗이 소독하여 다음 사용을 준비

(2) 도체 표면의 피복지방 상태 평가

- 당일 도축분이 예냉실로 전체 입고 완료되면, 각 도체별 좌우반 도체의 설도, 채끝, 아래등심, 윗등심, 목심, 양지, 갈비 부위의 피복지방 상태를 육안으로 측정(그림 9 참조)하여 평가함

※ 손바닥 면적(≒ $16 \times 10 \text{cm}^2 = 160 \text{cm}^2$)을 1로 기준함

※ 매 실험 시 동일한 연구자가 평가하였음



[그림 9] 도체 표면의 피복지방 상태평가

(3) 도체 등급판정 및 육색 측정

□ 도체등급판정

○ 예냉이 종료된 시험축에 대하여 해당 도축장 관할 축산물품질평가사가 축산법에 의거 소도체 등급판정을 수행하였음

○ 소도체 등급판정 세부 항목

- 온도체중, 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 등

□ 육색 기계적 측정

○ Hunter Lab 값 측정

- 예냉이 종료된 시험축에 대하여 축산물품질평가사가 등급을 판정하는 시점에 연구자가 육색측정기(CR400, Minolta, Japan)를 이용하여 시험축의 등심단면에서 장축을 따라 2곳에서 측정
- 2곳 측정치의 평균값을 도체의 대푯값으로 하였고, 표준편차는 등심단면에서의 육색에 대한 차이를 평가하는데 이용

※ L값=명도(lightness), a값=적색도(redness), b값=황색도(yellowness)

(4) 예냉감량 측정

○ 냉도체중 측정

- ‘갑’ 도축장: 예냉실로부터 5m 떨어진 곳에서 현수상태의 시험축 냉도체중을 도축장 축의 협조를 받아 측정
- ‘을’ 도축장: 예냉실로부터 50m 떨어진 곳에서 현수상태의 시험축 냉도체중을 도축장 축의 협조를 받아 측정
- ‘병’ 도축장: 예냉실로부터 15m 떨어진 곳에서 현수상태의 시험축 냉도체중을 도축장 축의 협조를 받아 측정

○ 온도체중 측정

- 조사 도축장 모두가 도축라인 끝에서 도체 세척 직후에 온도체중을 측정

※ 연구자가 온도체중 계근기의 영점을 확인하였고, 도축장 측에서 온도체중을 측정하여 연구자에게 제공하였음

○ 예냉감량 계산 공식

- 예냉감량(kg) = 온도체중 - 냉도체중

- 예냉감량비율(%) = $\frac{\text{온도체중} - \text{냉도체중}}{\text{온도체중}} \times 100$

3. 통계분석

가. 예냉감량 발생 요인 분석

(1) 단순 통계

- 평균 및 표준편차 값은 SAS 9.4version (SAS Institute, USA)의 PROC MEANS를 이용하여 구하였음

(2) 요인별 분석

- 요인별 효과 분석은 SAS 9.4version (SAS Institute, USA)의 PROC GLM을 이용하여 LS-평균(최소자승 평균)값을 구하고 t-test로 유의성 검정
- 요인별 상관관계 분석은 SAS 9.4version (SAS Institute, USA)의 PROC CORR를 이용하여 상관관계 계수의 유의성 분석
- 각 요인에 대한 구간 설정은 표2와 같음

[표 2] 작업장 환경 요인별 구분

발생 요인	구간별 구분
○ 성별 (2구간)	암소, 거세한우 (수소는 제외)
○ 도체중별 (성별 따로 2구간)	평균이상 (암: 345kg 초과; 거세: 430kg 초과) 평균이하 (암: 345kg 이하; 거세: 430kg 이하)
○ 등심단면적 (성별 따로 4구간)	암(76cm ² 이하, 76~83, 83~90, 90초과) 거세(85cm ² 이하, 85~92, 92~99, 99초과)
○ 등지방 두께 (성별 따로 4구간)	암(11.5mm이하, 11.5~13.5, 13.5~15.5, 15.5초과) 거세(11.7mm이하, 11.7~13.7, 13.7~15.7, 15.7초과)
○ 근내지방도등급 (3 또는 2구간)	3구간 (2,3등급/ 1등급/ 1+, 1++등급) 또는 2구간 (1,2,3등급/ 1+, 1++등급)
○ 출고온도별(3구간)	3℃ 미만, 3~5℃, 5℃ 이상
○ 예냉실 유형별(3)	실제 조사 진행된 도축장 예냉실 유형은 '갑' 3형이었고 '을', '병'은 2-2형이었음
○ 요일별 (2구간: 주중, 주말)	주중 (월~목 도축분), 주말(금 도축분)
○ 계절별 (3구간)	갑(1차: 8월; 2차: 11월; 3차: 5월)
※ 계절이 동일하지 않아 차수(1, 2, 3) 로 구분	을(1차: 11월; 2차: 5월; 3차: 6월) 병(1차: 2월; 2차: 4월; 3차: 6월)

나. 표준감량표 개발 및 예냉감량 예측모델 개발

(1) 표준감량표 개발

- 표준감량표 개발을 위한 기초자료는 385두에 대하여 조사된 '갑'도축장에서의 측정치를 활용
 - ※ 3개 도축장에서의 측정치는 통계적 의미에서는 통합 불가능
- 출하조건별 표준감량표는 SAS 9.4version (SAS Institute, USA)의 PROC GLM의 LS(최소자승 평균)-평균값으로 작성

(2) 예냉감량 예측모델 개발

- 예냉감량 예측모델 개발을 위한 기초자료는 385두에 대하여 조사된 ‘갑’도축장에서의 측정치를 활용
- 예측모델에 들어가는 독립변수의 선택 및 계수값 계산은 SAS 9.4version의 PROC REG의 STEPWISE option을 이용하여 선발함
 - ※ 독립변수 선발기준은 0.15의 유의성 충족이었음

(3) 예냉감량 예측모델의 예측오차

- 출하축의 등급판정 세부항목으로 예냉감량 예측모델에 대한 적합성을 검증하기 위해서 실제값과 추정값의 차이를 나타내는 예측오차를 사용하였음
- 예측오차는 다른 예냉실의 실제자료(‘을’예냉실, ‘병’예냉실) y 값과 단계별 변수선택방법을 이용한 예측모형으로부터 구한 예

측값 \hat{y} 와의 차이를 제곱한 값의 평균으로 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ 임

- ※ 예측모델 도출에 이용된 ‘갑’예냉실의 자료와 다른 예냉실(‘을’과 ‘병’예냉실)의 실제자료의 차수를 맞추기 위해, 단순무작위추출방법을 이용하여 예측모델(갑)과 실제자료(을, 병)의 차수를 맞춰서 계산하였음

제 3 장 결과 및 고찰

제1절. 전국 한우 도축장 예년 실태조사 결과

1. 설문조사 결과 분석

□ 설문조사 응답 경영체의 현황

○ 전국 도축장의 규모별 현황

- 전국 도축장(72개소)의 소, 돼지의 월별 도축두수를 소 1마리 당 돼지 6마리로 환산한 다음, 환산두수를 기준으로 2천두 이상을 대규모, 1천두 이상을 중규모, 1천두 미만을 소규모로 분류한 결과는 표3과 같음
- 도매시장/공판장 14개소의 평균 환산두수는 2,353두이었음
- 일반 도축장 58개소는 대규모 3개소, 중규모 18개소, 소규모 37개소로 분류됨

[표 3] 국내 도매시장/공판장 및 일반 도축장 현황('14년 기준)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대규모	중규모	소규모
도축장	72개소	14개소	3개소	18개소	37개소
환산두수	1,166두	2,353두	2,404두	1,419두	493두

주 1) 환산두수 : 소 1마리를 돼지 6마리로 환산한 값을 말함

○ 설문조사 참여 도축장의 규모별 현황 (표4)

- 설문에 응답한 업체는 도매시장/공판장 13개소와 일반 도축장 46개소(대규모 2개소, 중규모 12개소, 소규모 32개소)이었음(표4)

[표 4] 설문조사 참여 도축장의 규모별 현황

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대규모	중규모	소규모
도축장	59개소	13개소	2개소	12개소	32개소
환산두수	1,164두	2,336두	2,604두	1,397두	511두

○ 본 설문조사의 대표성

- 설문조사 참여 도축장의 규모별 분포(표4참조)는 전국 도축장(표3)의 규모별 분포와 유사하므로, 본 설문조사는 전국 도축장에 대한 대표성이 인정된다고 봄

□ 설문조사 응답 내용 분석

Q1. 도축장에서 소의 생체중을 측정하는 방법은?

(단위: %)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
공차 계근	37.4	26.5	72.5	44.6	44.8
계류장 계근	26.4	65.4	2.5	21.7	28.4
농장 계근	27.5	7.3	2.0	19.2	20.2
안함	8.7	0.8	0.0	14.5	6.6
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

주 1) 복수응답을 허용하였고 이를 백분율로 환산하여 집계하였음

〈 조사 결과 〉

- 소의 생체중을 측정하는 방법으로는 공차 계근이 37.4%로 가장 높았으며, 농장 계근이 27.5%, 계류장 계근이 26.4%로 그 뒤를 이었음
- 도매시장/공판장에서는 계류장 개체계근 65.4%, 공차 계근 26.5%이었고 농장 계근자료도 7.3% 이용하였음
- 일반 도축장에서는 공차 계근이 대세이었지만, 계류장 개체계근도 20%대, 농장계근자료도 20%대를 이용하였는데, 생체중 자료가 없는 곳도 중소규모는 10%대이었음

Q2. 도축장의 계류 가능두수는?

(단위: 두)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
평균	109	157	160	168	64
최소	10	11	70	40	10
최대	650	330	250	650	150

〈 조사 결과 〉

- 설문조사에 참여한 도축장(59개소)의 하루 계류 가능두수는 평균 109두이었음
- 도매시장/공판장의 하루 계류 가능두수는 평균 157두이었으며, 일반 도축장에서는 대규모가 160두, 중규모가 168두, 소규모가 64두이었음

Q3. 계류시간은? (조사일 또는 전날 기준)

(단위: %)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
안함	4.7	0.0	40.0	7.5	3.3
~1시간 미만	4.8	1.1	10.0	2.7	6.9
~2시간 미만	13.5	11.6	0.0	13.0	15.3
~3시간 미만	12.7	2.8	0.0	20.8	14.5
3시간 이상 ~ 6시간 미만	14.1	10.2	15.0	21.3	13.0
6시간 이상 ~ 9시간 미만	7.1	5.2	0.0	15.1	5.3
9시간 이상 ~ 12시간 미만	13.1	22.5	0.0	9.1	11.6
12시간 이상 ~ 15시간 미만	9.2	11.9	0.0	5.4	10.0
15시간 이상 ~ 18시간 미만	10.8	32.3	0.0	0.0	6.9
18시간 이상 ~ 21시간 미만	8.5	0.4	35.0	4.2	11.7
21시간 이상 ~	1.5	2.0	0.0	1.0	1.6
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

주 1) 복수응답을 허용하였고 이를 백분율로 환산하여 집계하였음

< 조사 결과 >

- 계류 최소 시간 의무는 없음
- 도축 전 하룻밤 계류는 도매시장/공판장에서는 출하축의 2/3수준, 일반도축장에서는 1/3수준이었음
- 나머지는 도축당일에 출하하고 있음

Q4. 박피방법은?

기계박피	박피나이프 사용	등근칼 사용	직선칼 사용	개소수
○				41
○	○			3
○	○	○		2
○	○	○	○	1
	○			4
	○	○		1
	○		○	1
		○		4
		○	○	1
			○	1
합계				59

〈 조사 결과 〉

- 응답 도축장(59개소) 중 47개소가 기계박피하고 있으며, 12개소는 수작업 박피를 이용하고 있음
 - 기계박피에서는 통상 기계박피와 나이프를 동시에 사용하므로 $41+3+2+1=47$ 개소가 기계박피
 - 수작업 박피에서도 여러 가지의 나이프를 사용하므로 $4+1+1+4+1+1=12$ 개소가 수작업 박피
- 수작업 박피를 사용하고 있는 업체 대부분이 중·소규모 도축장에 해당함

Q5. 피복지방 트리밍하는 시점은?

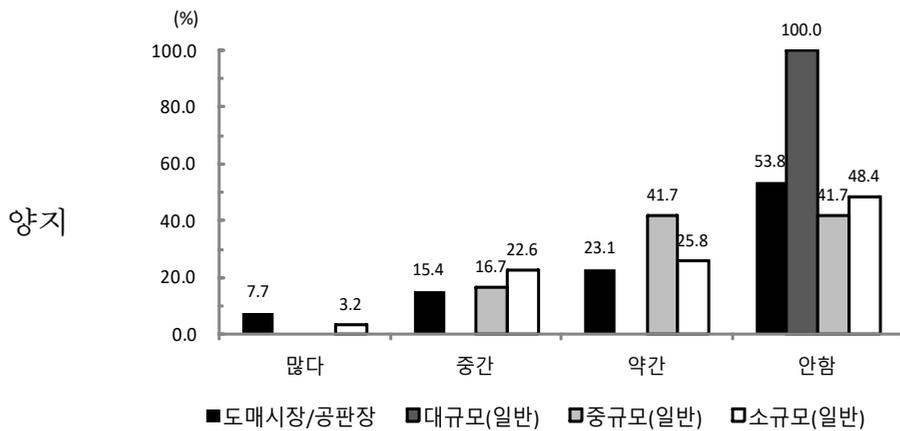
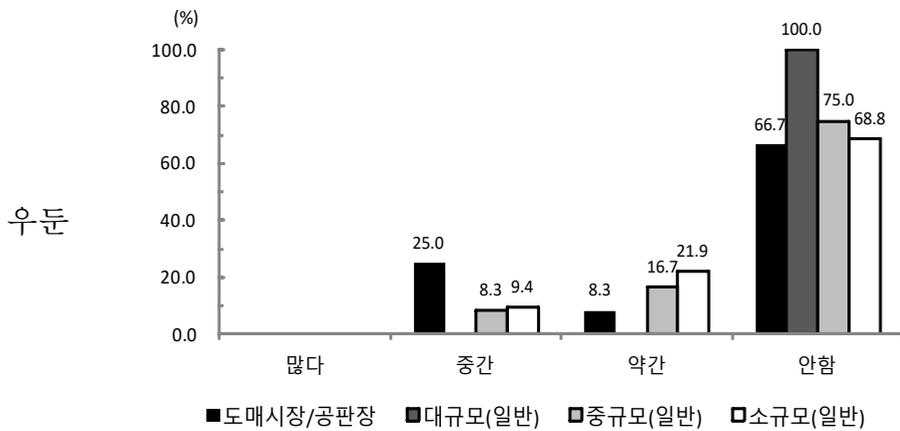
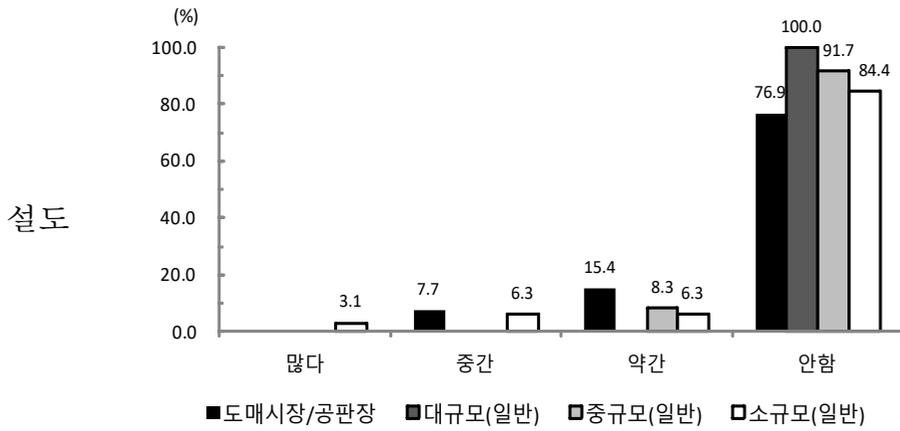
(단위: %)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
백내장 적출위치	27.6	33.3	33.3	19.0	28.3
적내장 적출위치	22.4	9.5	33.3	19.0	28.3
이분할 직후	20.4	33.3	0.0	28.6	13.2
도체 세척후	13.3	19.0	0.0	9.5	13.2
안함	16.3	4.9	33.3	23.8	17.0
합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

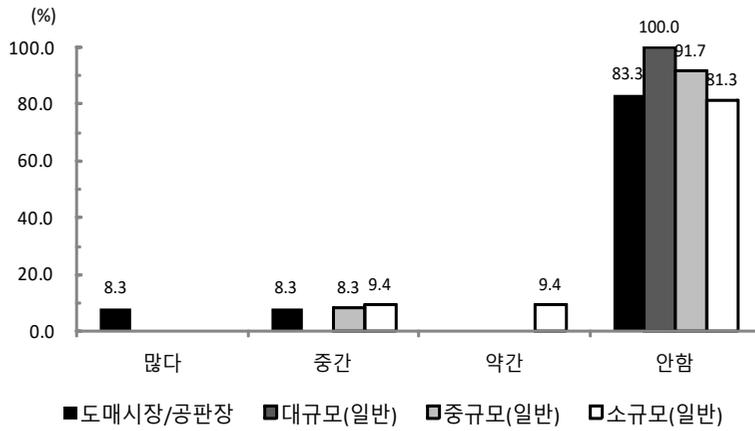
< 조사 결과 >

- 피복지방의 트리밍 시점으로 백내장 적출위치가 27.6%로 가장 높았으며, 그 다음으로 적내장 적출위치가 22.4%, 이분할 직후가 20.4%로 나타남
- 도축장마다 피복지방을 트리밍 하는 시점은 매우 다르지만, 대부분 소도체를 세척하기 전에 트리밍 하고 있음
- 일반 도축장에서 피복지방을 트리밍을 하지 않는 업체도 많았음

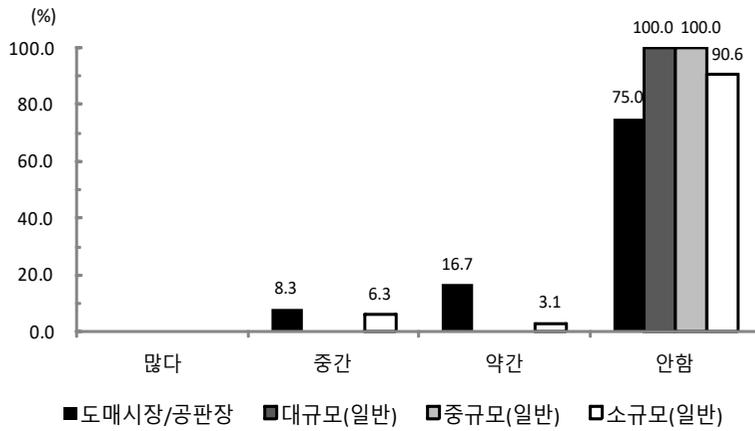
Q6~Q7. 소도체 부위별 지방 트리밍 제거정도는?



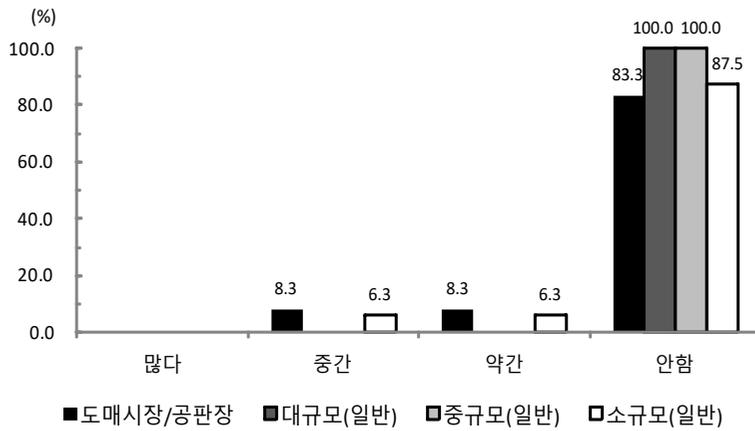
채끝

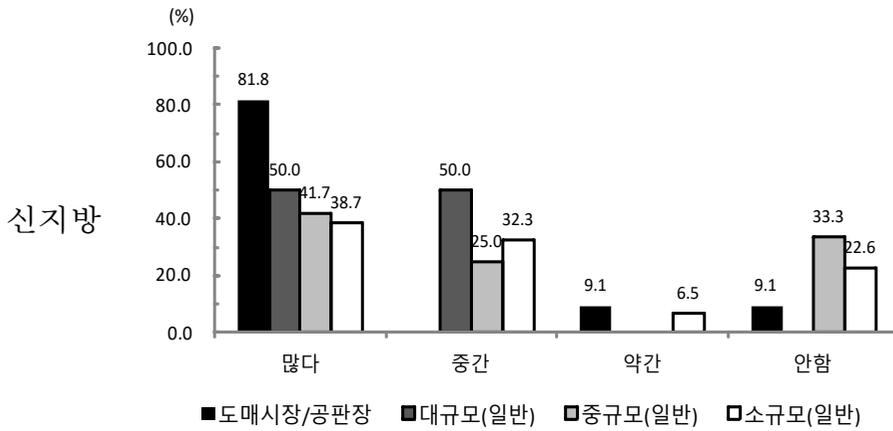
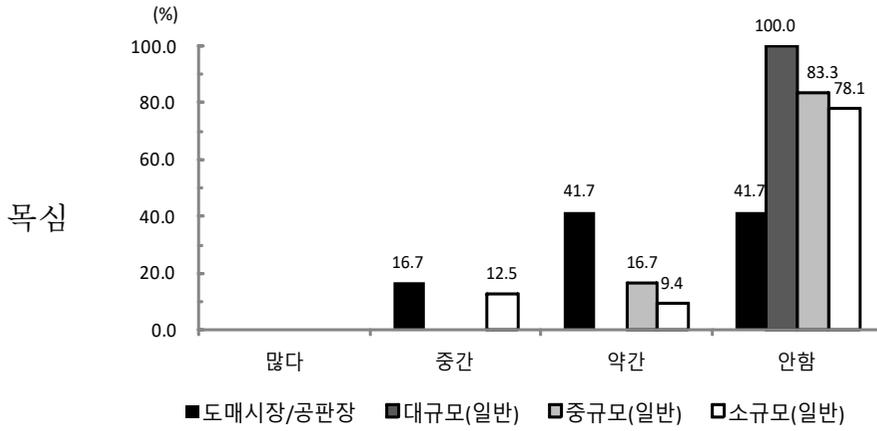


아래 등심



윗 등심





〈 조사 결과 〉

- 설도, 채끝, 아래등심, 윗등심 부위의 지방 트리밍은 안함에 대한 응답률이 매우 높게 나타난 반면, 우둔, 양지, 목심 부위는 일부 도축장에서 지방 트리밍을 하고 있음
 - 우둔
 - 도매시장/공판장의 33.3%가 우둔 지방 트리밍을 한다고 응답한 가운데, 25.0%가 트리밍 정도에 대하여 중간이라고 응답하였음
 - 일반 도축장의 중·소규모 도축장에서는 각각 25.0%, 31.2%가 우둔 지방 트리밍을 한다고 응답하였으며, 약간 트리밍을 하는 것으로 나타남
 - 양지
 - 도매시장/공판장의 절반이 양지부위의 지방 트리밍을 한다고 응답한 가운데, 23.1%가 약간, 15.4%가 중간 정도 트리밍을 한다고 응답하였음
 - 대규모 도축장에서는 양지 지방 트리밍을 전혀 하지 않고 있으나, 중·소규모 도축장에서는 절반 이상이 양지 지방 트리밍을 약간 또는 중간정도로 하고 있음
 - 목심
 - 도매시장/공판장의 58.3%가 목심 지방 트리밍을 한다고 응답한 가운데, 41.7%가 약간 트리밍 한다고 하였으며, 16.7%는 중간 정도한다고 하였음
 - 일반 도축장에서는 중·소규모 업체의 일부만 목심 지방 트리밍을 하고 있음(20%내외)
 - 신지방
 - 도매시장/공판장의 91.9%가 신지방 트리밍을 하는 가운데, 81.8%가 절반 이상을 트리밍하고 있음
 - 일반 도축장의 2/3가 절반 또는 절반 이상의 신지방 트리밍을 하고 있음
- ※ 일부 업체(8개소)에서는 기타 부위(안심, 토시 등)의 지방도 트리밍 하고 있음

Q8. 양지(치마살)에서의 지방 트리밍은 암소의 경우가 거세우(수소)보다?

(단위: 개소)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
훨씬 많다	2	0	0	0	2
약간 많다	19	3	1	2	13
차이 없다	33	9	1	9	14
더 적다	3	0	0	1	2
합계	57	12	2	12	31

〈 조사 결과 〉

○ 전체 도축장 57개소 중 33개소가 암소와 거세우(수소)간 양지지방 트리밍의 차이가 없다고 응답하였고, 19개소는 암소에서 약간 많다고 하였으며, 3개소에서는 암소가 더 적다고 응답하였음

○ 특히, 소규모 도축장에서 암소와 거세우(수소)간 양지지방 트리밍의 차이가 많은 업체가 많았음

※ 설문조사 참여 도축장 59개소 중 2개소가 무응답이었음

Q9. 온도체중 계근 지점에서 예냉실까지의 거리는 대략 몇 미터인가요?

(단위: 개소)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
5 m	25	2	0	7	16
10 m	16	3	1	1	11
20 m	7	2	0	3	2
30 m	6	2	0	1	3
40 m	2	1	1	0	0
50 m	0	0	0	0	0
60 m	2	2	0	0	0
합계	59	12	2	12	32

〈 조사 결과 〉

- 설문조사 참여 도축장 59개소 가운데, 온도체중 계근지점에서 예냉실까지의 거리가 5m이내인 업체가 25개소로 가장 많았으며, 10m가 16개소, 20m가 6개소로 그 뒤를 이었음
 - 도매시장/공판장에서는 온도체중 계근지점에서 예냉실까지의 거리가 60m 이상인 업체가 2개소 있었음
- ※ 복수 응답한 3개소에 대하여 평균값을 적용하였음

Q10. 소도체 세척수의 양이 많은가요? 온도체중 계근시 소도체에서 물이 떨어지는 모습은?

(단위: 개소)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
두두둑 두두둑	3	0	1	0	2
두둑 두둑	19	1	1	4	13
똑 똑	17	7	0	2	8
떨어지긴 떨어짐	10	2	0	2	6
거의 안 떨어짐	7	1	0	3	3
안 떨어짐	3	2	0	1	0
합계	59	13	2	12	32

〈 조사 결과 〉

- 온도체중 계근시 소도체로부터 물이 떨어지는 모습으로 ‘두둑 두둑 떨어진다’ 가 19개소로 가장 많았으며, ‘똑 똑 떨어진다’ 가 17개소, ‘떨어지긴 떨어진다’ 가 10개소로 그 뒤를 이었음

Q11_1. 유니트쿨러의 설치 유형(그림 10 참조)은?

(단위: 개소)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
유형 1-1	26	3	1	6	16
유형 1-2	0	0	0	0	0
유형 2-1	20	7	0	5	8
유형 2-2	3	0	1	1	1
유형 3	3	0	0	0	3
유형 4	6	3	0	0	3
합계	58	13	2	12	31

〈 조사 결과 〉

- 설문조사 참여 도축장(58개소) 중 유형 1-1의 유니트쿨러를 사용하는 업체가 26개소로 가장 많았으며, 유형 2-1 유니트쿨러가 20개소로 그 뒤를 이었음
- 유형 3의 경우, 소규모 도축장에서 일부 사용하고 있음(3개소)
- 유형 4의 경우, 도매시장/공판장과 소규모 도축장에서 일부 사용하고 있음

<유형1-1>

측면의 유니트쿨러 팬 바람이 도체에 직접 쏘임



<유형2-1>

측면의 유니트쿨러 팬 바람이 현수레 일 위를 지나감



<유형1-2>

유형1-1과 동일하나, 맞은 벽에도 유니트쿨러가 설치되어 있어서 맞바람이 불어옴

<유형2-2>

유형2-1과 동일하나, 맞은 벽에도 유니트쿨러가 설치되어 있어서 맞바람이 불어옴

<유형3>

천정의 유니트쿨러 팬 바람이 도체에 직접 쏘임



<유형4>

측면의 유니트쿨러에 연결된 에어덕트(천정의 구멍에서 나오는 바람)이 도체의 우둔부위를 향함



[그림 10] 예냉실 내 유니트 쿨러 설치 유형

Q11_2. 고내 온도세팅은 몇 ℃입니까?

(단위: ℃)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
0℃ 이상~	5	2	0	0	3
-2℃ 이상~ 0℃ 미만	13	4	1	4	4
-4℃ 이상~ -2℃ 미만	14	2	1	1	10
-6℃ 이상~ -4℃ 미만	14	2	0	6	6
~ -6℃ 미만	10	3	0	1	6
합계	56	13	2	12	29

〈 조사 결과 〉

○ 고내 온도를 대부분 -6℃ 이상 -2℃ 미만으로 세팅하고 있으며, -6℃ 미만으로 세팅하는 업체도 있었음

※ 설문조사 참여 도축장 59개소 중 3개소는 무응답이었음

Q11_3. 출고 시 도체온도의 범위는?

(단위: °C)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
~1°C 미만	2	0	0	1	1
1°C 이상~ 2°C 미만	2	1	0	1	0
2°C 이상~ 3°C 미만	7	0	0	3	4
3°C 이상~ 4°C 미만	27	6	1	4	17
4°C 이상~ 5°C 미만	5	3	1	0	1
5°C 이상~	13	3	0	3	7
합계	56	13	2	12	30

〈 조사 결과 〉

○ 전체 도축장 56개소 중 출고시 소도체 온도가 3°C 이상 4°C 미만인 업체가 27개소로 가장 많았으며, 5°C 이상이 13개소로 뒤를 이었음

※ 설문조사 참여 도축장 59개소 중 3개소는 무응답이었음

Q12. 소도체 예냉감량은 어떻게 적용하고 있나요?

(단위: 개소)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
온도체중 그대로 (감량 적용안함)	34	2	1	8	23
감량 적용하여 도체중에 표기	23	11	1	4	7
냉도체중 거래	0	0	0	0	0
기타	1	1	0	0	0
합계	58	14	2	12	30

〈 조사 결과 〉

- 전체 도축장 58개소 중 34개소가 소도체의 예냉감량을 적용하지 않고 온도체중 그대로 표기하고 있는 반면, 23개소는 예냉감량을 미리 감안한 냉도체중을 표기하여 등급판정에 적용하고 있음
 - 도매시장/공판장 14개소 중 11개소가 예냉감량을 미리 감안하여 도체에 표기하고, 2개소는 예냉감량 없이 온도체중을 등급판정확인서에 도체중으로 표기하고, 나머지 1개소는 기타로 응답하였음
 - 중·소규모 도축장의 3/4이 예냉감량을 적용하지 않고 있음
- ※ 설문조사 참여 도축장 59개소 중 1개소가 무응답 하였음

Q12-2. 도축장 기능별 예냉감량 적용 상황은?

[표 5] 도축장 기능별 예냉감량 적용표

공판장			도매시장			일반도축장		
작업장	kg	%	작업장	kg	%	작업장	kg	%
1	8	-	a	5	-	ㄱ	5	1.00
2	7.2	-	b	4.5	-	ㄴ	6	-
3	5	-	c	6	-	ㄷ	4	-
4	5.6	-	d	4	-	ㄹ	7	1.80
5	6	-				ㅁ	-	1.50
6	6.8	-				ㅂ	-	1.70
7	8	-				ㅅ	6	-
						ㅇ	7	-
						ㅈ	5	-
						ㅊ	8	-
						ㅋ	-	1.00
						ㅌ	7	-
7 공판장 평균 6.5kg 적용			4 도매시장 평균 4.9kg 적용			9개소 평균 6.1kg, 5개소 평균 1.4% 적용		

〈 조사 결과 〉

- 예냉감량을 감안하여 소도체에 도체중을 표기하는 23개 작업장을 **기능별**로 공판장, 도매시장 그리고 일반도축장으로 구분하였을 때,
- 공판장(7개소)에서의 평균 감량은 평균 6.7kg
 - 도매시장(4개소)에서의 평균 감량은 평균 4.9kg
 - 일반도축장 13개소 중
 - 9개도축장은 평균 6.1kg을 그리고
 - 나머지 5개도축장은 평균 1.4%를 적용한다고 응답하였음

Q12-3. 도축장 권역별 예냉감량 적용 상황은?

[표 6] 도축장 권역별 예냉감량 적용표

시도	작업장	kg	%	지역	작업장	kg	%
가	1	5.0	-	바	13	4.0	-
	2	8.0	-		14	5.0	-
	3	4.5	-		15	6.0	-
	평균	5.8	-		평균	5.0	-
나	4	5.0	1.00%	사	16	7.0	-
	5	6.0	-		평균	5.4	-
	평균	5.5	-		17	5.0	-
다	6	6.0	-	아	18	2.8	-
	7	4.0	-		19	3.0	-
	평균	5.0	-		평균	3.6	-
	8	7.2	-		20	8.0	-
라	9	7.0	1.80%	자	21	6.8	-
	10	-	1.50%		22	-	1.00%
	11	-	1.70%		23	7.0	-
	평균	7.1	1.67%		평균	7.3	
마	12	8.0					
20개도축장 평균 5.9 kg, 5개도축장 평균 1.4% 적용							

〈 조사 결과 〉

- 예냉감량 적용 응답 도축장 23개소를 권역별로 구분하였을 때,
 - 같은 권역 내에서는 서로 경쟁적인 위치에 있으므로 대체로 비슷한 예냉감량을 적용하고 있는 것으로 조사됨

Q13~Q14. 예냉감량을 적용할 경우, 소도체 성별/계절별에 따라 차이가
있나요?

(단위: 개소)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
성별	차이 있음	0	0	0	0
	차이 없음	23	11	1	4	7
계절별	차이 있음	0	0	0	0
	차이 없음	23	11	1	4	7

〈 조사 결과 〉

- 설문조사 참여 도축장 59개소 중 예냉감량을 적용하는 업체는 총 23개소이었으며, 예냉감량을 적용할 때 성별/계절별에 따른 차이가 없는 것으로 나타남

Q15. 도축 후 예냉실로 입고하기 전에 온도체중을 계근 하는 곳 이외
냉도체중을 계근할 수 있는 시설(로드셀)이 따로 설치되어 있나요?

(단위: 개소)

구분	전체	도매시장/ 공판장	일반 도축장		
			대	중	소
있다	10	8	0	0	2
없다	49	6	2	11	30
합계	59	14	2	11	32

〈 조사 결과 〉

- 설문조사 참여 도축장 59개소 중 냉도체중을 계근 할 수 있는 시설(로드셀)이 따로 있는 업체가 10개소이었음
- 도매시장/공판장 13개소 중 8개소가 계근 가능하다고 응답하였음
- 일반 도축장 45개소 중에서 설치된 곳은 2개소에 불과하였음

제2절. 한우도축장 3개소 실제 개체계근 조사 결과

1. 예냉시설 자원 및 운용현황

가. 예냉시설 자원현황

○ 3개 도축장에서의 시설 자원은 표 5와 같음

[표 7] 조사 도축장의 예냉실 유니트쿨러 자원표

구분	갑 도축장	을 도축장	병 도축장	
Cooling surface	145 m ²	174 m ²	133 m ²	
Fin pitch	10 MM	8 MM		
Fan & Motor	AMMASS FAN ∅ 500×1.5Kw× 380V×60HZ×4 P×3SETS	AXAJL FAN ∅ 700×1.5Kw× 6P×4EA	∅ 630×0.75Kw ×6P×2EA	
Refrigerant	R-22	R-22	R-22	
예 냉 실 구 조	용적 (L×W×H)	20.0m×7.7m×5.9m	20.3m×8.7m×6.5m	7.9m×4.8m×5.0m
	유니트쿨러 높이	4.85m	5.13m	4.21m
	현수레일 높이	3.70m	3.72m	3.56m

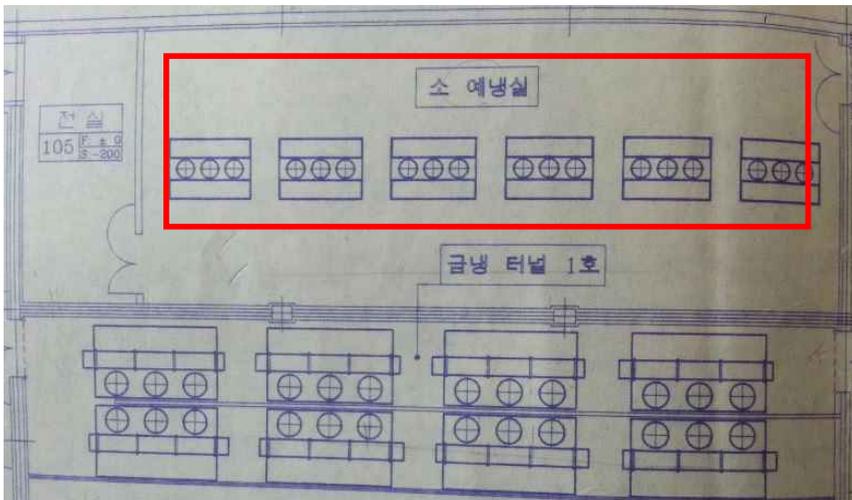
나. 예냉시설 유형

(1) 갑 도축장

- ‘갑’ 예냉실의 유니트쿨러 유형은 [그림 10]의 유형3으로, 천정의 유니트쿨러 팬 바람이 도체에 직접 쏘임



[그림 11] ‘갑 도축장’의 유니트 쿨러 형태



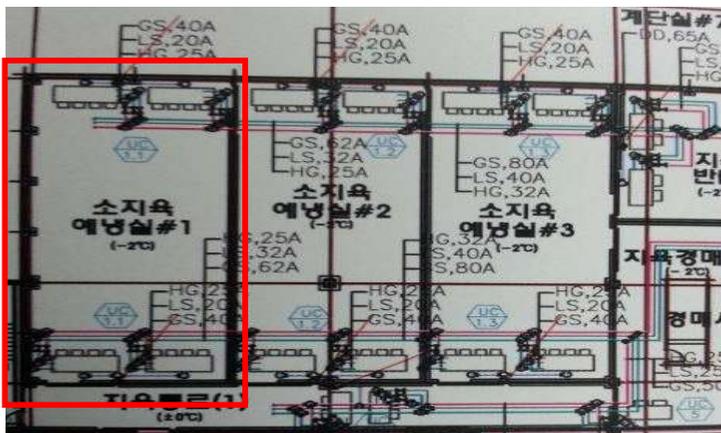
[그림 12] ‘갑 도축장’의 예냉실 평면도

(2) 을 도축장

- ‘을 도축장’의 유니트쿨러 유형은 [그림 13]의 유형2-2로 측면의 유니트쿨러 팬 바람이 현수레일 위를 지나가는데, 맞은편 벽에도 유니트쿨러가 설치되어 있어서 맞바람이 불어옴
- 1~3번 레일과 5~7번 레일 위에서 각 2개의 팬이 부착된 유니트쿨러가 마주보고 송풍하고 있음



[그림 13] ‘을 도축장’의 유니트쿨러 형태



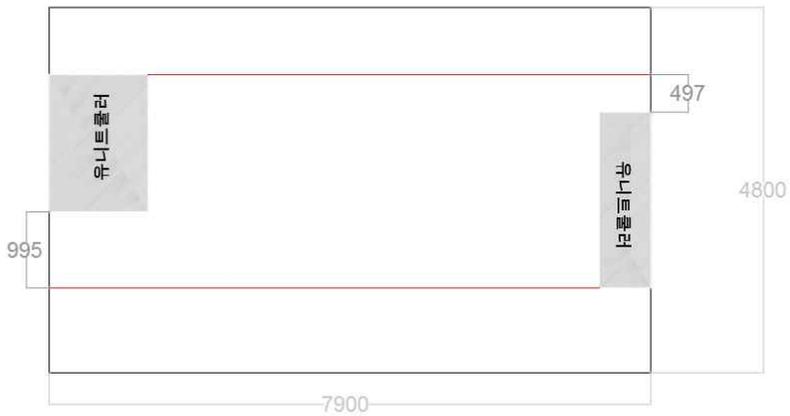
[그림 14] ‘을 도축장’의 예냉실 평면도

(3) 병 도축장

- ‘병 도축장’의 유니트쿨러 유형은 ‘을 도축장’과 동일한 유형2-2 이긴 하나, 한쪽은 1~2번 레일 위에, 반대쪽은 2~3번 레일 위에 유니트쿨러가 부착되며 다소 방향을 어긋나게 설정하였음(그림 14)



[그림 15] ‘병 도축장’의 유니트쿨러 형태



[그림 15] ‘병 도축장’의 예냉실 평면도

다. 예냉시설 운용현황

(1) 도축장(유니트쿨러 유형)별 예냉실 풍속

○ 도체 주변 풍속 측정 결과

- 시험축 전량이 예냉실에 입고된 후에 각 도축장에서는 냉각기를 최대한 가동시킴
- 본 연구에서는 냉각기가 최대 가동된 상태에서 시험축 도체 주변의 풍속을 측정하였고 그 값을 평균은 표6과 같음
- 도체 주변이라 함은 등 쪽과 배 쪽에서 4개의 높이(높이1: 아킬레스건; 높이2: 우둔; 높이3: 11번 흉추; 높이4: 1번 경추와 같은 높이)를 말함

○ 3종 예냉실 도체 주위 풍속

	<u>등쪽풍속</u>	<u>배쪽풍속</u>
- '갑'예냉실	0.660m/초	1.310m/초
- '을'예냉실	0.713m/초	0.755m/초
- '병'예냉실	0.505m/초	0.683m/초

○ 3종 예냉실 유형별 풍속 차이 비교

- '갑' 예냉실에서 배쪽 풍속평균값이 등쪽 풍속평균값보다 높은 이유는 4번 레일의 바로 위에 하향식 유니트쿨러가 부착되어서 냉풍을 밑으로 보내기 때문에 4번 레일 쪽으로 도체의 배쪽이 노출되어있는 3번 레일 현수 소도체의 배쪽 풍속 값에 영향을 받은 것으로 분석됨

- 그 결과, 등쪽풍속은 밑 부분(등쪽풍속4)이 1.11m/초로 가장 세었고 윗부분으로 올라가면 0.45m/초로 약해졌음
- ‘을’ 예냉실에서는 배쪽 풍속평균과 등쪽 풍속평균이 비슷(0.713 대 0.755)하였으며, 밑 부분(풍속4)과 윗부분(풍속1)의 차이도 크지 않았음

※ ‘을’ 예냉실에는 예냉실의 도체 수용능력에 비해 적은 수의 소도체가 입고 되어있어서, 소도체의 등쪽과 배쪽에 균일한 냉풍이 제공된 결과임

- ‘병’ 예냉실에서는 배쪽풍속 평균값과 등쪽풍속 평균값이 다소 차이가 심하였음 (0.505 대 0.683)

※ 이는 예냉실의 도체 수용능력에 비해 유니트쿨러의 용량이 부족하거나, 양쪽 측면에 부착되어있는 유니트쿨러에서 나오는 냉풍이 중간에서 서로 부딪힘으로써 고내 공기 흐름이 오히려 원활하지 못한 경우인데, ‘병’ 예냉실의 경우에는 후자로 보임

○ 같은 유형 2-2 에서도 차이가 있음

- ‘병’예냉실은 바람이 맞부딪치는 것을 방지하기 위해서 2개 유니트쿨러의 풍향을 다소 엇갈리게 틀었으나 유니트쿨러 간의 거리가 5.2m로 가까웠기 때문에 맞바람으로 인한 공기흐름 방해가 있었을 것으로 보임

※ ‘을’ 예냉실에서는 유니트쿨러 간의 거리가 15m로 서로 충분히 떨어져 있었기 때문에 맞바람에 의한 공기흐름 방해는 거의 없었다고 분석됨

[표 8] 도축장(유니트쿨러 유형)별 도체 주변 풍속 단순통계 (단위, m/초)

도축장	변수	평균	표준편차	최소값	최대값
갑	등쪽풍속1	0.48	0.27	0.20	1.58
	등쪽풍속2	0.46	0.28	0.12	1.85
	등쪽풍속3	1.62	0.35	0	1.65
	등쪽풍속4	1.15	0.35	0.42	2.13
	등쪽풍속 평균	0.928			
	배쪽풍속1	1.20	0.71	0.2	2.61
	배쪽풍속2	1.17	0.78	0.17	2.85
	배쪽풍속3	1.57	0.76	0.34	3.44
	배쪽풍속4	1.23	0.45	0.47	2.74
	배쪽풍속 평균	1.29			
을	등쪽풍속1	0.67	0.43	0.17	2.09
	등쪽풍속2	0.77	0.45	0.18	1.89
	등쪽풍속3	0.73	0.37	0.17	1.99
	등쪽풍속4	0.68	0.29	0.20	1.41
	등쪽풍속 평균	0.713			
	배쪽풍속1	0.77	0.43	0.20	1.97
	배쪽풍속2	0.69	0.38	0.19	1.70
	배쪽풍속3	0.78	0.43	0.23	1.86
	배쪽풍속4	0.78	1.07	0.20	1.30
	배쪽풍속 평균	0.755			
병	등쪽풍속1	0.50	0.26	0.16	1.08
	등쪽풍속2	0.50	0.31	0.14	1.36
	등쪽풍속3	0.54	0.23	0.24	1.13
	등쪽풍속4	0.48	0.18	0.23	1.08
	등쪽풍속 평균	0.505			
	배쪽풍속1	0.65	0.37	0.19	1.80
	배쪽풍속2	0.65	0.39	0.16	1.73
	배쪽풍속3	0.77	0.36	0.22	2.01
	배쪽풍속4	0.66	0.27	0.30	1.51
	배쪽풍속 평균	0.683			

주 1) 풍속1: 아킬레스건; 풍속2: 우둔, 풍속3: 11번 흉추; 풍속4: 1번 경추와 같은 높이에서 측정된 풍속(m/초)

(2) 도축장(유니트쿨러 유형)별 예냉실 온도

○ 도체 주변 온도 측정 결과

- 시험축 전량이 예냉실에 입고된 후 냉각기가 풀가동된 상태에서 시험축 도체 주변온도를 4개의 높이에서 등쪽과 배쪽에서 공기온도를 측정하였고 그 값을 평균한 결과는 표7과 같음

※ 주변온도 측정시점이 3개 도축장 간에 서로 달랐기(갑: 오전 10시 반; 을: 오후 1시 반; 병: 오전 11시 반) 때문에 도체 주변 온도 평균값의 예냉실 간 비교는 의미가 없었음

○ 예냉실 유형별 도체주변 온도 차이 비교

- ‘갑’도축장에서 등쪽과 배쪽의 온도차이는 1.44°C 이었고 높이 1~4(위, 아래)에서의 온도 차이는 등쪽에서 1.40°C , 배쪽에서 1.06°C 이었음

※ 예냉실에서 도체 주변의 공기온도가 평형에 도달하지 못했음

- ‘을’도축장에서 등쪽과 배쪽의 온도 차이는 0.52°C 이었고 높이 1~4에서의 온도 차이는 등쪽 0.29°C 배쪽 0.30°C 이었음

※ ‘을’은 높이1~4(위, 아래) 간의 온도 차이가 ‘갑’보다는 적어서, 온도평형에 거의 도달한 것으로 보임

- ‘병’도축장에서 등쪽과 배쪽의 온도 차이는 0.10°C 이었고 높이1~4에서의 온도 차이는 미미하였음 ($0.01\sim 0.07^{\circ}\text{C}$)

※ 온도평형에 도달한 것으로 보임

[표 9] 도축장(유니트쿨러 유형)별 도체 주변 고내 공기온도 단순통계 (단위, °C)

도축장	측정항목	평균	표준편차	최소값	최대값
갑	등쪽온도1	10.52	3.63	4.4	16.2
	등쪽온도2	10.02	3.78	2.6	16.1
	등쪽온도3	9.98	3.74	2.3	15.9
	등쪽온도4	9.81	3.68	2.0	15.5
	등쪽온도 평균	10.08			
	배쪽온도1	9.06	3.41	0.95	16.00
	배쪽온도2	8.72	3.25	3.00	16.10
	배쪽온도3	8.71	3.24	2.90	16.10
	배쪽온도4	8.73	3.24	3.10	16.00
	배쪽온도 평균	8.81			
을	등쪽온도1	-1.34	2.30	-4.90	2.10
	등쪽온도2	-1.60	2.07	-4.80	2.00
	등쪽온도3	-1.61	2.12	-5.20	2.70
	등쪽온도4	-1.63	2.12	-5.20	2.10
	등쪽온도 평균	-1.55			
	배쪽온도1	-0.50	2.92	-4.50	4.30
	배쪽온도2	-1.18	2.74	-4.50	4.40
	배쪽온도3	-1.22	2.73	-4.90	4.20
	배쪽온도4	-1.20	2.78	-4.70	4.30
	배쪽온도 평균	-1.03			
병	등쪽온도1	3.09	4.82	-5.00	8.40
	등쪽온도2	3.12	4.83	-5.00	8.60
	등쪽온도3	3.07	4.83	-5.20	8.70
	등쪽온도4	3.08	4.80	-5.10	8.90
	등쪽온도 평균	3.09			
	배쪽온도1	3.01	4.74	-5.00	9.60
	배쪽온도2	3.03	4.79	-4.70	9.80
	배쪽온도3	2.98	4.84	-4.90	10.00
	배쪽온도4	2.94	4.85	-5.00	10.30
	배쪽온도 평균	2.99			

주 1) 온도1: 아킬레스건; 온도2: 우둔; 온도3: 11번 흉추; 온도4: 1번 경추와 같은 높이에서 측정된 공기 온도(°C)

(3) 도축장별 예냉실 온/습도 분포

○ 예냉실 습도 분포 측정 시점

- 예냉실의 온습도 평형상태를 측정하기 위해, 예냉실의 9개 지점에서 습도를 측정 (도체 주변 풍속 측정시점과 같음)

○ 3개 예냉실 유형별 습도 편차 비교 (그림 17 참조)

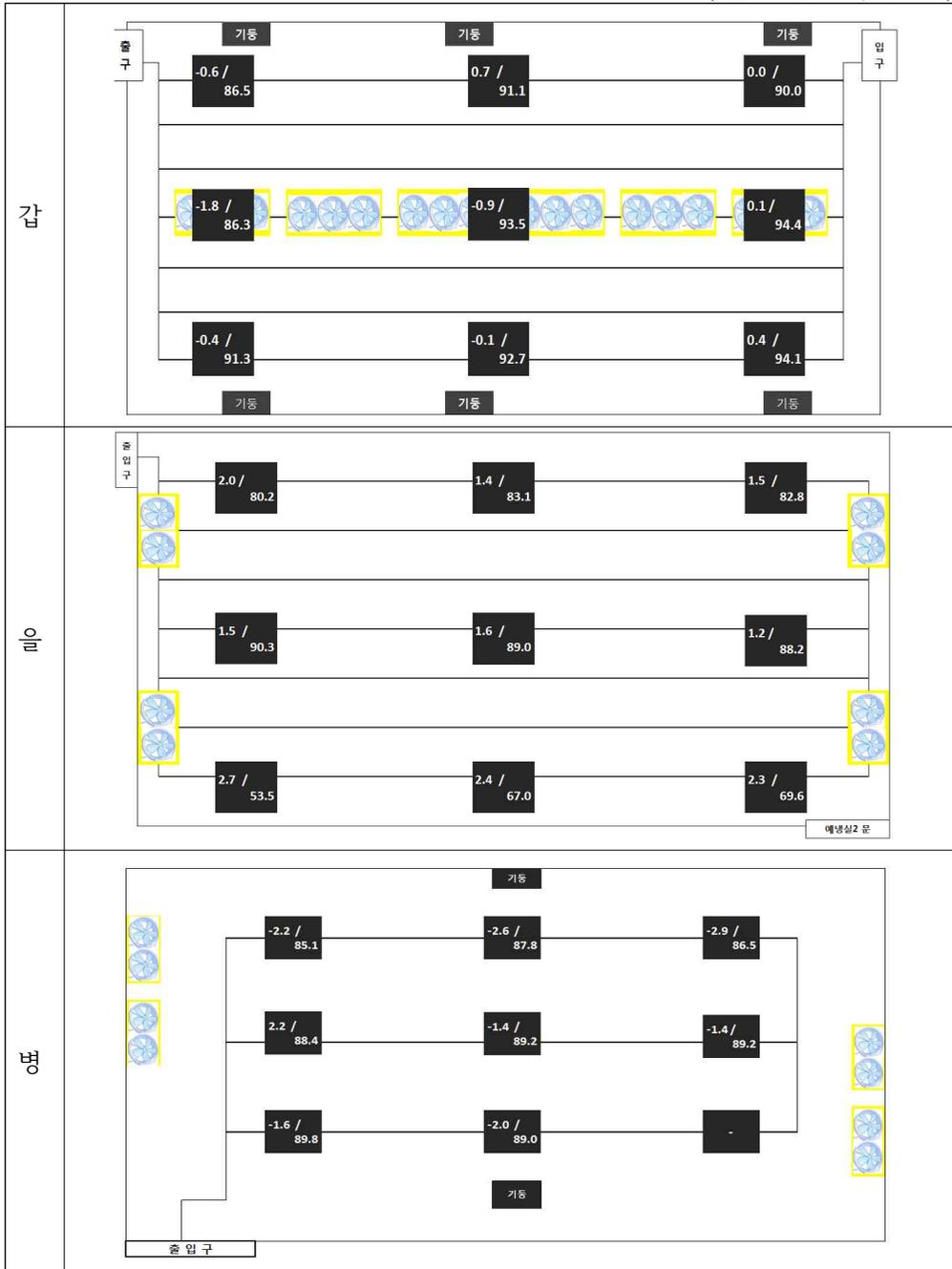
- ‘갑’예냉실 안에서 9군데의 습도는 최고 94.4%~최저 86.5%이었고 그 차이는 7.9%이었음

- ‘을’예냉실 안에서 9군데의 습도는 최고 90.3%~최저 53.55%이었고 그 차이는 36.8%이었음

※ ‘을’예냉실 안에서의 습도 편차가 크게 나왔지만, 소도체가 거의 걸려있지 않았던 7번 레일에서의 습도(5.35%~69.6%)를 제외하면, 80.2%~90.3%로 ‘갑’예냉실과 비슷하였음

- ‘병’예냉실 안에서 9군데의 습도는 최고 89.8%~최저 85.1%이었고 그 차이는 4.7%이었음

(단위 : 온도 ℃, 습도 %)



[그림 17] 도축장별 예냉실 온/습도 분포

2. 예냉감량 발생요인 분석 결과

가. 3개도축장 예냉감량 조사 결과

(1) ‘갑’ 도축장 (유니트쿨러 유형 3)

(가) ‘갑’도축장에서의 조사 두수

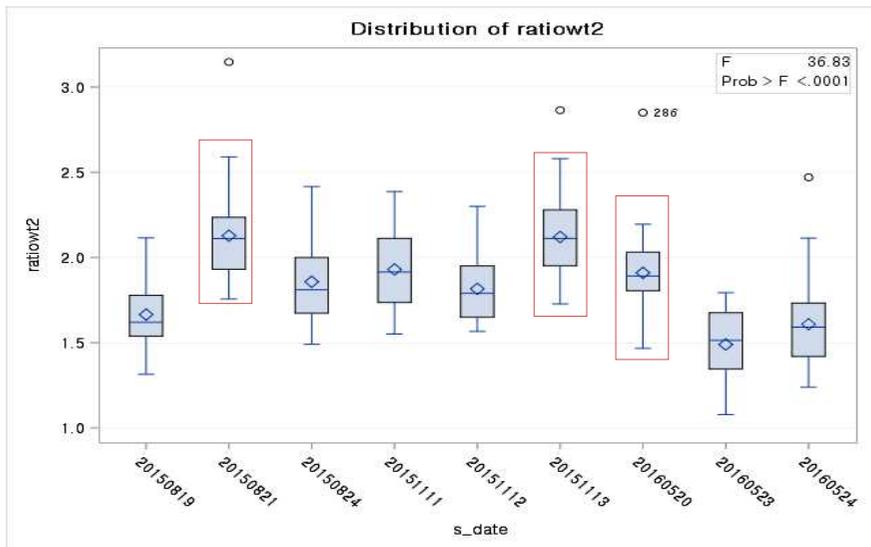
- ‘갑 도축장’에서 시험축 385두를 3차레(도축 9일분)에 걸쳐 조사한 결과, 예냉감량비율 전체 평균은 1.84%이었음(표 10)
 - 표준편차가 0.29%이었는데, 조사된 385두 중 예냉감량비율 최대값은 3.15%이었고 최소값은 1.08%으로 나타나서, 최대값과 최소값 간의 차이가 무려 2.07%가 되었음

(나) 도축일별 예냉감량 단순 통계

- 예냉감량비율 평균값을 도축일별로 비교해보면, 주중에는 최소 1.49%에서 최대 1.93%이었고, 주말에는 최소 1.91% 최대 2.13%이었음(표 10, 그림 18)
- 같은 도축일에 도축되어 동일한 예냉실에서 예냉된 소도체 간에도 예냉감량비율이 차이가 많이 보였음
 - 예냉감량비율 최소-최대의 차이 값이 주중에는 0.71%~1.23%로 나타났고 주말도체에는 1.13%~1.39%이었음

[표 10] ‘갑’ 도축장 도축일별 예냉감량 및 감량비율

도축일	관측값수	평균	표준편차	최소값 (A)	최대값 (B)	차이 (B-A)
전체	385	1.84%	0.29	1.08	3.15	2.07
주중	271	6.77kg	0.90	4.4	10	5.6
		1.75%	0.25	1.08	2.47	1.39
주말	114	7.89kg	1.18	4.4	10.6	6.2
		2.06%	0.26	1.47	3.15	1.68
2015-08-19	52	1.67%	0.19	1.31	2.12	0.81
2015-08-21(금)	38	2.13%	0.26	1.76	3.15	1.39
2015-08-24	50	1.86%	0.22	1.49	2.42	0.93
2015-11-11	50	1.93%	0.22	1.55	2.39	0.84
2015-11-12	47	1.82%	0.18	1.57	2.30	0.73
2015-11-13(금)	41	2.12%	0.22	1.73	2.86	1.13
2016-05-20(금)	35	1.91%	0.23	1.47	2.85	1.38
2016-05-23	26	1.49%	0.21	1.08	1.79	0.71
2016-05-24	46	1.61%	0.24	1.24	2.47	1.23



[그림 18] ‘갑’ 도축장에서의 도축일별 예냉감량비율 분포

(다) 계절별·요일별·성별·육질등급별 예냉감량 단순 통계

○ 계절별·요일별·성별·육질등급별 예냉감량 비율은 표 11와 같음

※ 요인별 영향에 대하여는 다음 장의 분산분석을 통해서 밝히고자 함

[표 11] ‘갑’ 도축장 계절별·요일별·성별·육질등급별 예냉감량비율

계절	요일	성별	육질등급	관측값 수	평균	표준 편차	최소값	최대값
8월	주중	암	1++	2	1.78	0.30	1.57	2.00
			1+	9	1.91	0.17	1.73	2.28
			1	10	1.97	0.29	1.64	2.42
			2	11	1.90	0.23	1.58	2.31
			3	4	1.98	0.13	1.78	2.08
		거세	1++	8	1.64	0.11	1.50	1.83
			1+	15	1.58	0.13	1.35	1.81
			1	27	1.64	0.17	1.31	1.91
			2	14	1.81	0.12	1.68	2.12
			3	2	1.79	0.25	1.61	1.97
	주말	암	1++	.	.	.	.	.
			1+	2	1.89	0.07	1.84	1.94
			1	8	2.17	0.09	2.00	2.28
			2	13	2.30	0.35	1.87	3.15
			3	1	2.15	.	2.15	2.15
		거세	1++	.	.	.	.	.
			1+	3	1.95	0.13	1.83	2.09
			1	7	2.00	0.14	1.88	2.26
			2	4	1.95	0.15	1.76	2.09
			3	.	.	.	.	.
			1++	.	.	.	.	.
11월	주중	암	1+	6	1.94	0.10	1.78	2.08
			1	13	1.97	0.15	1.75	2.30
			2	21	2.04	0.12	1.79	2.19
			3	4	2.33	0.06	2.24	2.39
			1++	7	1.69	0.06	1.61	1.78
	거세	1+	17	1.69	0.10	1.57	1.87	
		1	21	1.74	0.12	1.55	2.03	

계절	요일	성별	육질등급	관측값수	평균	표준편차	최소값	최대값				
			2	7	1.86	0.17	1.71	2.18				
			3	1	2.37	.	2.37	2.37				
			1++	.	.	.	.	.
			1+	1	1.97	.	1.97	1.97				
			암	1	2	2.31	0.04	2.29	2.34			
				2	6	2.28	0.17	2.11	2.58			
				3	.	.	.	.	.
			주말	1++	3	1.92	0.07	1.84	1.97			
				1+	12	2.01	0.17	1.73	2.33			
				거세	1	9	2.06	0.14	1.89	2.28		
			2		6	2.17	0.20	1.89	2.42			
			3		1	2.35	.	2.35	2.35			
			5월			1++	2	1.53	0.20	1.39	1.67	
						1+	9	1.55	0.11	1.37	1.70	
암	1	13				1.67	0.19	1.28	2.01			
	2	15				1.71	0.17	1.33	2.11			
	3	.				.	.	.	.
주중	1++	7				1.34	0.16	1.08	1.60			
	1+	17				1.49	0.30	1.08	2.47			
	거세	1				9	1.53	0.21	1.24	1.98		
2		.				.	.	.	.
3		.				.	.	.	.
						1++	
						1+	1	2.04	.	2.04	2.04	
						암	1	1	2.07	.	2.07	2.07
							2	4	2.25	0.43	1.84	2.85
			3	.	.		.	.	.
			주말	1++	3	1.87	0.22	1.69	2.11			
				1+	15	1.80	0.14	1.47	2.03			
				거세	1	7	1.86	0.10	1.68	1.97		
			2		4	2.03	0.12	1.93	2.18			
			3		.	.	.	.	.

(2) ‘을’ 도축장 [유니트쿨러 유형 2-2]

(가) ‘을’도축장에서의 조사 두수

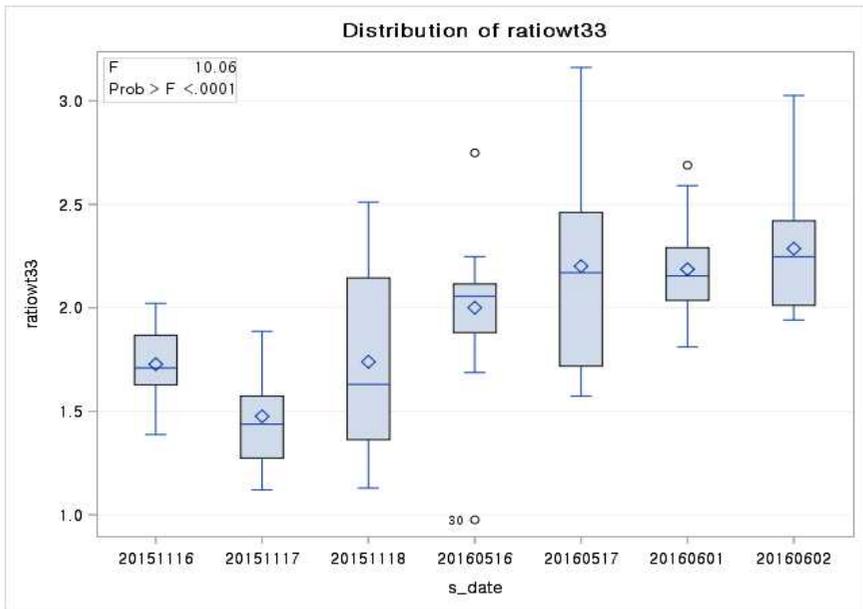
- 시험축 89두를 3차례(도축 7일분)에 걸쳐 조사한 결과, 예냉감량 비율 전체 평균은 1.96% 이었음 (표 12)
- 표준편차가 0.41%이었는데 조사된 89두 중 예냉감량비율 최대값은 3.16%이었고 최소값은 0.98%으로 나타나서, 최대값과 최소값 간의 차이는 2.19%이었음

(나) 도축일별 예냉감량 단순통계

- 예냉감량비율 평균값을 도축일별로 비교해보면 관측시기마다 도축일별 예냉감량비율 차이가 많이 보였음(그림 19)
- 같은 도축일에 도축되어 동일한 예냉실에 예냉된 소도체 간에도 예냉감량비율 차이가 컸음

[표 12] ‘을’ 도축장 도축일별 예냉감량 및 감량비율

도축일	관측값수	평균	표준 편차	최소값 (A)	최대값 (B)	차이 (B-A)
전체	89	1.96%	0.41	0.98	3.16	2.18
		6.79kg	1.74	2.95	9.55	6.6
2015-11-16	8	1.73%	0.20	1.39	2.02	0.63
2015-11-17	13	1.48%	0.24	1.12	1.89	0.77
2015-11-18	8	1.74%	0.49	1.13	2.51	1.38
2016-05-16	24	2.00%	0.30	0.98	2.74	1.76
2016-05-17	7	2.20%	0.54	1.57	3.16	1.59
2016-06-01	18	2.19%	0.25	1.81	2.69	0.88
2016-06-02	11	2.29%	0.33	1.94	3.03	1.09



[그림 19] ‘을 도축장’에서의 도축일별 예냉감량 비율 분포

(다) 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 단순 통계

○ 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 비율은 표 13과 같음

※ 요인별 영향에 대하여는 다음 장의 분산분석을 통해서 밝히고자 함

[표 13] ‘을’ 도축장 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 비율

season	sex	first_gg	관측값 수	평균	표준편차	최소값	최대값
11월	암	1++	1	1.87	.	1.87	1.87
		1+	3	1.24	0.15	1.13	1.42
		1	13	1.56	0.37	1.12	2.51
		2	5	1.91	0.26	1.66	2.32
		3	.	.	.	.	.
	거세	1++	2	1.48	0.13	1.39	1.57
		1+	3	1.74	0.17	1.56	1.89
		1	1	1.70	.	1.70	1.70
		2	1	1.71	.	1.71	1.71
		3	1	2.55	.	2.55	2.55
5월	암	1++	1	2.90	.	2.90	2.90
		1+	4	2.33	0.23	2.07	2.61
		1	12	2.11	0.34	1.13	2.40
		2	3	2.60	0.63	2.11	3.31
		3	2	2.15	0.06	2.11	2.19
	거세	1++	2	1.84	0.16	1.72	1.95
		1+	3	1.97	0.21	1.84	2.22
		1	2	2.03	0.01	2.02	2.04
		2	1	2.25	.	2.25	2.25
		3	.	.	.	.	.
6월	암	1++	13	2.43	0.35	1.96	3.18
		1+	3	2.27	0.15	2.09	2.38
		1	7	2.45	0.24	2.19	2.88
		2	5	2.39	0.23	2.16	2.74
		3	2	2.06	0.14	1.96	2.16
	거세	1++	.	.	.	.	.
		1+	.	.	.	.	.
		1	.	.	.	.	.
		2	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.

(3) ‘병 도축장’ [유니트쿨러 유형 2-2]

(가) ‘병’도축장에서의 조사 두수

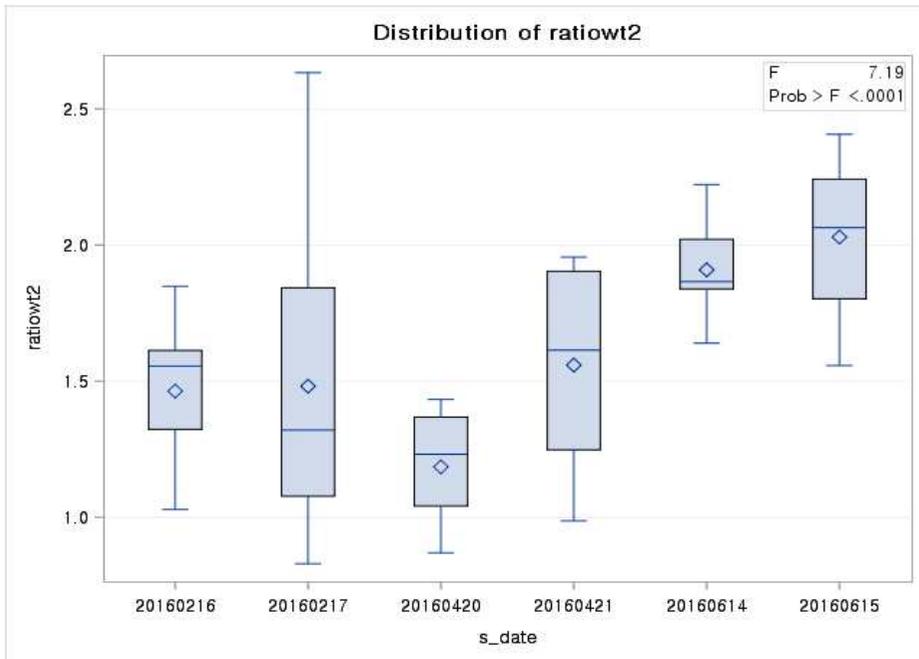
- 시험축 61두(암소 31두, 거세한우 30두)에 대하여 3차례(도축 6일분)에 걸쳐 조사한 결과, 예냉감량비율 평균은 1.59% 이었음 (표 14)
 - 최대값은 2.63%이었고 최소값은 0.83%이었음(표준편차 0.45%)
 - 최대값과 최소값 간의 차이가 1.8%이었음

(나) 도축일별 예냉감량 단순통계

- 2월, 4월, 6월의 3회 차를 비교해보면, 겨울인 2월에 1.47%이었는데, 대기온도가 올라간 봄(4월)에는 1.36%로 다소 낮아졌다가 초여름인 6월에는 1.99%로 급격히 증가하였음 (그림 20)
- 같은 도축일에 도축되어 동일한 예냉실에서 예냉된 소도체 간에도 예냉감량비율 차이가 큰 것을 확인할 수 있음

[표 14] ‘병’ 도축장 도축일별 예냉감량 및 감량비율

도축일	N	평균	표준 편차	최소값 (A)	최대값 (B)	차이 (B-A)
전체	61	1.59%	0.45	0.83	2.63	1.8
		6.25kg	1.71	3kg	9.4kg	6.4kg
2016-02-16	10	1.46%	0.26	1.03	1.85	0.82
2016-02-17	16	1.48%	0.54	0.83	2.63	1.8
2016-04-20	9	1.19%	0.21	0.87	1.43	0.56
2016-04-21	8	1.56%	0.37	0.99	1.96	0.97
2016-06-14	6	1.91%	0.20	1.64	2.22	0.58
2016-06-15	12	2.03%	0.27	1.56	2.41	1.85



[그림 20] ‘병 도축장’ 에서의 도축일별 예냉감량 비율 분포

(다) 계절별·요일별·성별·육질등급별 예냉감량 단순 통계

○ 계절별·요일별·성별·육질등급별 예냉감량 비율은 표 15과 같음

※ 요인별 영향에 대하여는 다음 장의 분산분석을 통해서 밝히고자 함

[표 15] ‘병’ 도축장 계절별·성별·육질등급별 예냉감량 비율

season	sex	first_gg	관측값 수	평균	표준편차	최소값	최대값
2월	암	1++	.	.	.	.	.
		1+	2	1.85	0.23	1.69	2.01
		1	4	1.84	0.42	1.42	2.42
		2	3	2.09	0.50	1.65	2.63
		3	.	.	.	.	.
	거세	1++	1	1.54	.	1.54	1.54
		1+	6	1.29	0.26	1.03	1.61
		1	7	1.19	0.27	0.83	1.60
		2	3	1.13	0.13	1.04	1.28
		3	.	.	.	.	.
4월	암	1++	.	.	.	.	.
		1+	2	1.36	0.28	1.16	1.55
		1	5	1.21	0.26	0.87	1.43
		2	5	1.48	0.48	0.90	1.91
		3	.	.	.	.	.
	거세	1++	.	.	.	.	.
		1+	3	1.48	0.41	1.19	1.96
		1	2	1.25	0.03	1.23	1.27
		2	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.
6월	암	1++	1	1.88	.	1.88	1.88
		1+	2	1.77	0.15	1.67	1.88
		1	3	2.03	0.18	1.85	2.21
		2	3	1.90	0.30	1.64	2.22
		3	1	2.27	.	2.27	2.27
	거세	1++	.	.	.	.	.
		1+	4	2.14	0.31	1.73	2.41
		1	4	1.95	0.27	1.56	2.17
		2	.	.	.	.	.
		3	.	.	.	.	.

나. 예냉감량 발생요인 분석

(1) 요일 및 계절별 영향

- ‘갑’ 도축장에서만 주말 도체가 조사되었음

(가) 요일별 (주중, 주말) 영향

- 요일별 예냉감량 LS-평균값은 [그림 21]에서 보이듯이 주중 도축분의 예냉감량비율은 1.77%(표준오차 0.01)이었으며, 주말 도축분의 예냉감량비율은 2.09%(표준오차 0.02)로서 주중 도축분의 것보다 0.32%p 높았음 ($p < 0.0001$)

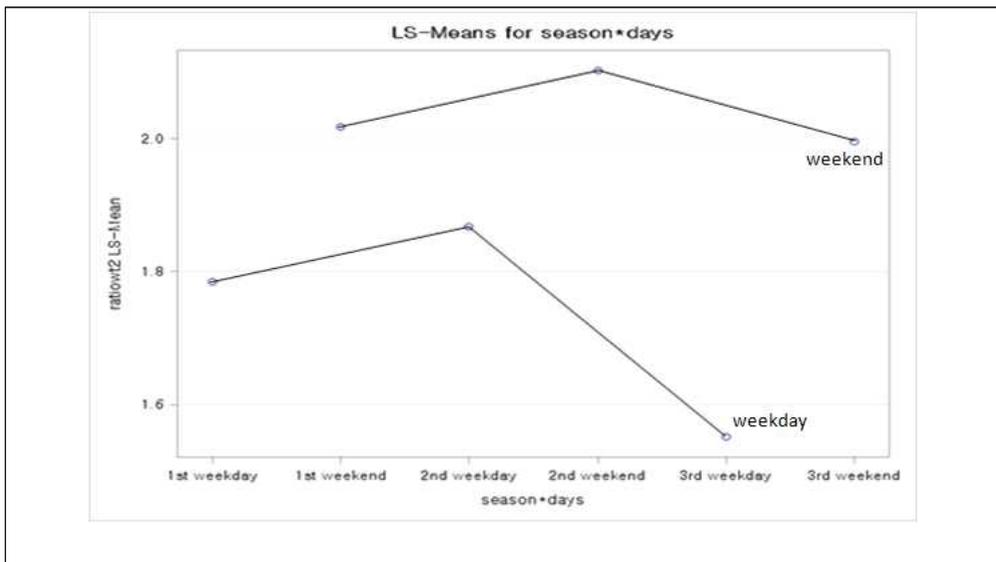
- 주말에 48시간을 더 연장하여 69시간동안 예냉 했음에도 0.32%p 증가하였다는 본 조사결과는 주말도체(금요일도축하여 월요일등급 및 경매)에 대한 부정적인 인식을 불식시켜주기에 충분하다고 하겠음

※ 그동안 업계에서는 이를 더 예냉하는 주말도체는 주중도체의 3배의 감량이 날 것으로 생각하였기 때문에 한우농가는 출하를 기피하였고, 중도매인은 감량이 매우 많이 일어났을 것으로 추측하여 월요일에 경매되는 주말도체에 대하여는 낮은 가격으로 응찰하려는 모습을 보인 바 있었음

- 그러므로, 본 조사결과를 토대로 한우농가나 중도매인이나 그동안 기피해왔던 금요일도축에 대하여는 더 이상 근심하지 않도록 대대적인 홍보를 할 필요성이 있음
- 그동안 많은 도축장에서 금요일 소 도축을 하지 않아 도축장과 포장처리업체에서는 주5일 근무가 아니라 주4일 근무의 형태가 되어 인건비 부담 및 한우고기 생산비용의 상승이 초래된 바가 없지 않았음

(나) 요일별·계절별

- 주말도체의 경우 계절에 따라 큰 차이가 없었음(1차: 2.02%; 2차: 2.10%; 3차: 2.00%) ($p=.17$) (그림 21)
- 그러나, 주중도체의 경우에 계절에 따라 예냉감량비율이 서로 달랐음(1차: 1.78%; 2차: 1.87%; 3차: 1.55%) ($p<.05$)
- 같은 계절이라도 주중과 주말도체 간의 예냉감량차이는 유의성이 인정되었는데 ($p<.05$), 특히 3회차(5월)에서 주중과 주말도체간의 차이가 더 벌어졌음($0.23\% \rightarrow 0.45\%$) ($p<.05$)
- 이는 3회차 주중도체의 예냉감량비율이 특이하게 제일 낮았기 (1.55%) 때문임

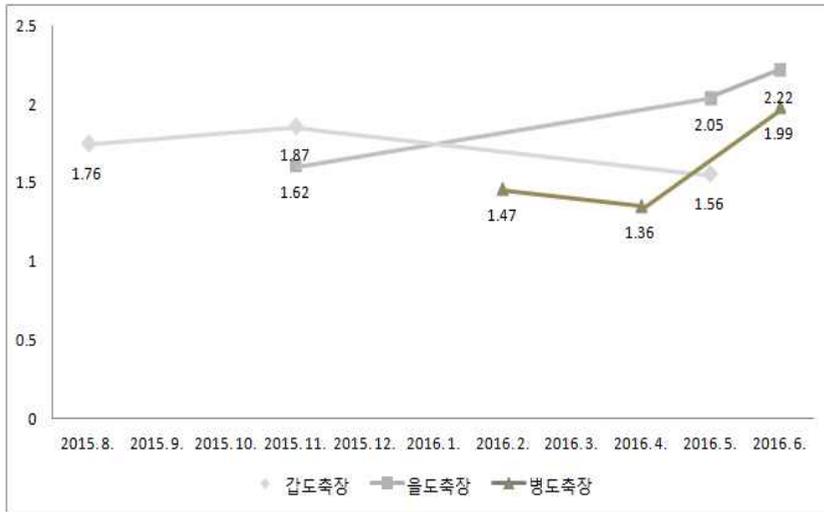


[그림 21] ‘갑 도축장’에서의 계절별·요일별 예냉감량 평균값

(다) 계절별 영향

○ 계절(시기)별 예냉감량 비교

- ‘갑’도축장의 주중도체 조사결과와 ‘을’ 및 ‘병’도축장의 조사결과를 비교하였음
 - 참여도축장 3개소에서 1주에 2~3일 도축분에 대하여 여름, 가을, 겨울의 각 3회에 걸쳐 예냉감량을 조사하고자 하였으나 현장 사정으로 연구조사 참여 도축장의 조사 시기가 일치되지 않았음
 - ‘을’도축장에서도 ‘갑’도축장과 마찬가지로 매 회 차 예냉감량비율 평균은 유의차가 존재하였으며, ‘병’도축장의 경우는 3회차에서 예냉감량비율이 급증하였음($p<0.05$) (표15)
 - ‘갑’도축장 예냉실은 입고 시작 후 1시간 반 이내에 입고 완료되어 계절(여름, 늦가을, 늦봄)의 대기 온도에 영향을 받지 않은 것으로 사료됨
 - ‘을’과 ‘병’도축장의 경우 동절기(11월,2월,4월)보다는 초여름(5, 6월)에 예냉감량비율이 증가 ($p<0.05$)하였는데, 이는 높은 외부 온도에 예냉감량비율이 영향을 받았을 가능성이 있음
- ※ ‘을’과 ‘병’ 예냉실은 입고시작 후 완료되기 까지 3시간 이상 예냉실 출입이 열려있는 상태이어서 외부 온도에 의해 예냉감량비율이 영향을 받았을 가능성이 있음



[그림 22] 도축장 유형별 · 계절별 감량 비율 변화

(2) 도체특성별 영향

(가) 성별(암, 거세) 효과

- 3개도축장에서 의 예냉감량 LS-평균값을 성별로 비교해보면, 암소의 예냉감량비율이 거세수소보다 각각 0.19%p, 0.26%p, 0.23%p 더 높았음($p < .05$) (표 16)

[표 16] 도축장별 도체 성별에 따른 예냉감량

도축장명	성별	
	암	거세
갑	1.84 ^a (0.02)	1.65 ^b (0.02)
을	2.01 ^a (0.05)	1.75 ^b (0.10)
병	1.71 ^a (0.08)	1.48 ^b (0.08)

(나) 도체중그룹별 (평균이상, 이하) 비교

- 도체중을 평균이상과 이하로 구분하여 3개 도축장을 비교함
 - 2015년 7월~ 2016년 6월의 전국 평균 온도체중은 암소 345kg, 거세한우 430kg이었음(축산물품질평가원 통계)
- 3개도축장에서의 예냉감량비율을 도체중그룹별로 비교해보면, 도체중이 가벼운 그룹이 무거운 그룹보다 높았음 (표 17)
 - ‘갑’도축장에서의 0.25%p 차이는 유의성이 인정($p < 0.05$)되었음
 - ‘병’도축장의 0.20%p 차이는 유의성이 인정되지 못했음($p > 0.05$)
 - ‘을’도축장에서는 차이가 거의 없었음 (1.98 대 1.95%)

[표 17] 도축장별 온도체중그룹에 따른 예냉감량

도축장명	온도체중	
	평균이상 [암 : 345kg 초과 거세 : 430kg 초과]	평균이하 [암 : 345kg 이하 거세 : 430kg 이하]
갑	1.62 ^a (0.02)	1.87 ^b (0.02)
을	1.95 ^a (0.07)	1.98 ^a (0.06)
병	1.51 ^a (0.08)	1.71 ^a (0.08)

(다) 등심단면적 크기의 영향

- 등심단면적을 암소와 거세한우의 2015-2016 평균이상 2그룹과 평균이하 2그룹 총 4그룹으로 나누어 3개 도축장의 조사결과를 비교하였음 (표18)
 - 암소: 90cm²초과, 90~83, 83~76, 76이하 (4그룹)
 - 거세한우: 99cm²초과, 99~92, 92~85, 85이하 (4그룹)

- ‘갑’도축장에서는 등심단면적이 작아짐에 따라, 예냉감량비율이 증가하는 추세를 보임
 - 암소의 경우 76cm²이하 그룹이 이상인 그룹보다 높았음(p<0.05)
 - 거세암소의 경우 ‘85cm²이하’그룹이 ‘이상’그룹보다 높았음 (p<0.05)
- ‘을’과 ‘병’도축장에서는 등심단면적의 차이가 예냉감량비율 차이를 설명하지 못했음

[표 18] 도축장별 등심단면적그룹에 따른 예냉감량

도축장명	등심단면적			
	$\left[\begin{array}{l} \text{암: } 90\text{cm}^2 \text{ 초과} \\ \text{거세: } 99\text{cm}^2 \text{ 초과} \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{l} \text{암: } 83\text{cm}^2 \sim 90\text{cm}^2 \\ \text{거세: } 92\text{cm}^2 \sim 99\text{cm}^2 \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{l} \text{암: } 76\text{cm}^2 \sim 83\text{cm}^2 \\ \text{거세: } 85\text{cm}^2 \sim 92\text{cm}^2 \end{array} \right]$	$\left[\begin{array}{l} \text{암: } 76\text{cm}^2 \text{ 이하} \\ \text{거세: } 85\text{cm}^2 \text{ 이하} \end{array} \right]$
갑	1.65 ^a (0.05)	1.67 ^a (0.02)	1.75 ^a (0.02)	1.88 ^b (0.02)
을	1.89 ^a (0.09)	1.98 ^a (0.10)	1.85 ^a (0.11)	2.04 ^a (0.07)
병	1.52 ^a (0.12)	1.81 ^a (0.12)	1.52 ^a (0.13)	1.54 ^a (0.09)

(라) 등지방두께 영향

- 등지방두께를 암소(13.5mm)와 거세한우(13.7mm)의 2015-2016 평균이상 2그룹과 평균이하 2그룹 총 4그룹으로 나누어 3개 도축장의 조사결과를 비교하였음 (표19)
 - 암소: 15.5mm초과, 15.5~13.5, 13.5~11.5, 11.5이하 (4그룹)
 - 거세한우: 15.7mm초과, 15.7~13.7, 13.7~11.7, 11.7이하 (4그룹)

- ‘갑’도축장에서는 등지방두께가 가장 얇은 그룹에서 예냉감량비율이 현저하게 높았음 ($p<0.05$) (표19)
 - 암소의 경우 11.5mm이하 그룹이 이상인 그룹보다 높았음
 - 거세암소의 경우 11.7mm이하 그룹이 이상인 그룹보다 높았음
- ‘을’과 ‘병’도축장에서는 등심단면적의 차이가 예냉감량비율 차이를 설명하지 못했음 ($p>0.05$)

[표 19] 도축장별 등지방두께그룹에 따른 예냉감량

도축장명	등지방두께			
	암 : 15.5mm 초과 거세 : 15.7mm 초과	암 : 13.5 ~ 15.5mm 거세 : 13.7 ~ 15.7mm	암 : 11.5 ~ 13.5mm 거세 : 11.7 ~ 13.7mm	암 : 11.5mm이하 거세 : 11.7mm이하
갑	1.68 ^a (0.03)	1.66 ^a (0.05)	1.74 ^a (0.03)	1.84 ^b (0.02)
을	1.95 ^a (0.10)	1.89 ^a (0.11)	1.82 ^a (0.11)	2.05 ^a (0.06)
병	1.38 ^a (0.12)	1.61 ^a (0.12)	1.70 ^a (0.11)	1.66 ^a (0.11)

(마) 근내지방도등급 영향

- 근내지방도 등급별 예냉감량을 비교해보면, ‘갑’예냉실에서는 근내지방도 등급이 1++등급에서 3등급으로 낮아짐에 따라 예냉감량비율이 높아졌음 (1.63%→2.13%) (표 20)
 - 1++등급과 3등급간의 차이는 무려 0.50%p이었음 ($p<0.05$)
- ‘을’과 ‘병’도축장에서도 근내지방도 등급이 낮아짐에 따라 예냉감량비율(을: 1.90→2.13; 병: 1.71→2.27)이 높아지기는 했으나, 그 차이는 유의성이 없었음($p>0.05$)

[표 20] 도축장별 육질등급에 따른 예냉감량

도축장명	등급				
	1++	1+	1	2	3
갑	1.63 ^a	1.73 ^b	1.82 ^c	1.99 ^d	2.13 ^d
	(0.05)	(0.02)	(0.02)	(0.03)	(0.07)
을	1.90 ^a	1.94 ^a	1.95 ^a	2.22 ^a	2.11 ^a
	(0.18)	(0.11)	(0.08)	(0.12)	(0.22)
병	1.71 ^a	1.62 ^a	1.52 ^a	1.63 ^a	2.27 ^a
	(0.32)	(0.10)	(0.09)	(0.12)	(0.45)

(바) 피복지방 훼손정도 영향

- 소도체의 피복지방이 박피공정에서 훼손된 정도를 육안으로 평가함에 손바닥 면적을 기준으로 하였음(1손바닥면적≒16x10cm²)
- 기계박피를 하는 ‘갑’도축장과 ‘을’도축장에서의 피복지방 훼손 정도의 평균값은 각각 20.8과 12.6이었으며, 수작업 박피를 하는 ‘병’도축장에서의 평균값은 7.0이었음
- ※ 훼손정도는 도축속도에 정비례하는 것으로 보임
(도축속도: ‘갑’은 시간당 60두, ‘을’은 15두, ‘병’은 8두임)
- 피복지방 훼손정도가 예냉감량(kg)과 감량비율(%)에 미치는 영향을 분석한 결과, ‘갑’예냉실에서는 감량비율에 0.14의 상관계수(p=0.07)를 보였고, ‘병’예냉실에서는 예냉감량(kg)에 0.26의 상관계수(p=0.09)를 보였음
- ※ 유의도 0.07 및 0.09의 p값은 경향이 있다는 것을 보여주기엔 충분한 값임
- 피복지방이 덜 훼손될수록 예냉감량 및 예냉감량비율이 적은 경

향($p<0.1$)이 있으므로, 도축 박피공정에서 피복지방이 가죽에 붙어서 떨어져나가지 않도록 세심한 주의를 기울일 필요가 있음

- 도축장별 피복지방 훼손정도의 차이는 그림 23에 보여짐

[표 21] 도축장별 피복지방 훼손정도에 따른 예냉감량 상관계수

구분	갑			을			병		
	변수	N	평균	상관계수	N	평균	상관계수	N	평균	상관계수
피복지방 훼손정도	166	20.8 (4.4)	-	64	12.6 (7.3)	-	46	7.0 (3.7)	-
감량비율 (%)	271	1.75 (0.25)	0.14 ⁺	89	6.79 (1.74)	0.10 ^{n.s.}	61	1.59 (0.45)	0.13 ^{n.s.}
예냉감량 (kg)	271	6.77 (0.90)	0.05 ^{n.s.}	64	12.6 (7.3)	0.00 ^{n.s.}	61	6.25 (1.71)	0.26 [≠]

주 1) 피복지방 훼손정도 1 단위는 160cm² 정도 (손바닥 넓이)

2) ⁺는 $p=0.07$

3) [≠]는 $p=0.09$



[그림 23] 도축장별 피복지방 훼손정도 비교

(3) 예냉조건별 영향 분석

(가) 도체주변 풍속 영향

- 3개 예냉실 유형별 풍속 차이 비교는 이미 앞에서 설명하였음
- 도체주변의 풍속을 등쪽과 배쪽에서 4군데의 높이에서 측정하였고, 이를 해당 도체의 예냉감량비율과 상관관계를 분석한 결과는 표22와 표23와 같음

□ ‘갑’예냉실

- ‘갑’예냉실에서 오전에 측정한 배쪽풍속(m/초)은 위에서부터 1.20, 1.17, 1.57, 1.23이었고, 등쪽풍속(m/초)은 아래서부터 1.15, 0.62, 0.46, 0.48이었음

※ 이미 앞에서 기술한 바와 같이, ‘갑’예냉실은 냉풍이 배쪽 위에서 아래로 불고 예냉실바닥에서 방향을 바꿔 도체의 등쪽부분을 따라 위로 올라가는 구조이었음

- 그런 이유에서 이었는지, ‘갑’예냉실에서는 등쪽풍속보다는 배쪽 풍속에서 예냉감량비율 간의 상관관계(배쪽풍속1 $r=-0.25$, 배쪽 풍속4 $r=0.28$)가 유의성이 인정되었음

※ 이러한 상관관계는 배쪽풍속1(아킬레스건)이 좀 더 강해져야 그리고 배쪽풍속4(흉추1)는 좀 더 약해져야 예냉감량비율을 낮출 수 있다는 해석이 됨

- ‘갑’예냉실에서 오후에 측정한 풍속 값에서도, 배쪽풍속4는 0.37의 높은 상관관계($p<0.01$)를 보임으로써 배쪽풍속4(흉추1)은 좀 더 낮출 필요가 있음 (표 23)

□ ‘을’예냉실

- ‘을’예냉실에서는 등쪽풍속과 배쪽풍속에서 유의성 있는 상관관

계는 보이지 않았음

- 이는 시험측의 조사 두수가 적어서(89두) 통계적 유의성 검증이 어려웠던 것으로 사료됨

□ ‘병’예냉실

○ ‘병’예냉실에서도 등쪽풍속과 배쪽풍속에서 유의성 있는 상관관계는 보이지 않았음

- 이는 시험측의 조사 두수가 적어서 통계적 유의성 검증이 어려웠던 것으로 사료됨

※ ‘갑’예냉실과는 달리 ‘을’과 ‘병’예냉실에서 배쪽풍속에서 상관관계가 나타나지 않은 이유 중의 하나로, 예냉실 유니트쿨러 유형의 차이를 생각해볼 수 있음

※ 냉풍이 위에서 아래로 부는 유니트쿨러 유형 3형인 ‘갑’예냉실에서는 소도체에 직접 냉풍이 접촉되지만, 유형2-2인 ‘을’과 ‘병’예냉실에서는 간접 냉풍이기 때문임

[표 22] 도축장별 오전시간대 풍속 평균 및 상관관계계수

구분 변수	갑			을			병		
	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수
감량비율(%)	271	1.75 (0.25)	-	89	1.96 (0.41)	-	61	1.59 (0.45)	-
등쪽풍속1	224	0.48 (0.27)	-0.08 ^{n.s.}	60	0.67 (0.43)	0.06 ^{n.s.}	53	0.50 (0.26)	-0.07 ^{n.s.}
등쪽풍속2	271	0.46 (0.28)	-0.01 ^{n.s.}	89	0.77 (0.45)	-0.18 ^{n.s.}	53	0.50 (0.31)	-0.22 ^{n.s.}
등쪽풍속3	271	0.62 (0.35)	0.05 ^{n.s.}	89	0.73 (0.37)	-0.10 ^{n.s.}	53	0.54 (0.23)	-0.11 ^{n.s.}
등쪽풍속4	271	1.15 (0.35)	0.07 ^{n.s.}	89	0.68 (0.29)	-0.11 ^{n.s.}	53	0.48 (0.18)	-0.11 ^{n.s.}
배쪽풍속1	224	1.20 (0.71)	-0.25 ^{**}	60	0.77 (0.43)	0.11 ^{n.s.}	53	0.65 (0.37)	0.05 ^{n.s.}
배쪽풍속2	271	1.17 (0.78)	-0.02 ^{n.s.}	89	0.69 (0.38)	0.14 ^{n.s.}	53	0.65 (0.39)	-0.01 ^{n.s.}
배쪽풍속3	271	1.57 (0.76)	-0.16 ^{**}	89	0.78 (0.43)	0.07 ^{n.s.}	53	0.77 (0.36)	-0.05 ^{n.s.}
배쪽풍속4	271	1.23 (0.45)	0.28 ^{**}	89	0.78 (1.07)	0.20 ^{n.s.}	53	0.66 (0.27)	-0.07 ^{n.s.}

[표 23] 도축장별 오후시간대 풍속 평균 및 상관관계계수

구분 변수	갑			을			병		
	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수
감량비율(%)	271	1.75 (0.25)	-	-	-	-	61	1.59 (0.45)	-
등쪽풍속1	-	-	-	-	-	-	49	0.56 (0.31)	-0.05 ^{n.s.}
등쪽풍속2	123	0.43 (0.24)	-0.06 ^{n.s.}	-	-	-	49	0.59 (0.31)	-0.18 ^{n.s.}
등쪽풍속3	123	0.78 (0.41)	-0.19 [*]	-	-	-	49	0.54 (0.25)	-0.01 ^{n.s.}
등쪽풍속4	123	1.03 (0.31)	0.14 ^{n.s.}	-	-	-	49	0.46 (0.17)	-0.09 ^{n.s.}
배쪽풍속1	-	-	-	-	-	-	49	0.64 (0.35)	0.11 ^{n.s.}
배쪽풍속2	123	1.10 (0.74)	0.11 ^{n.s.}	-	-	-	49	0.68 (0.41)	0.01 ^{n.s.}
배쪽풍속3	123	1.60 (0.66)	-0.04 ^{n.s.}	-	-	-	49	0.69 (0.35)	0.16 ^{n.s.}
배쪽풍속4	123	1.35 (0.50)	0.37 ^{**}	-	-	-	49	0.62 (0.27)	0.04 ^{n.s.}

(나) 도체주변 온도 영향

- 도체의 심부온도와 그 인접한 위치에서의 공기온도와 차이가 예냉감량에 미치는 영향을 분석하기에는 도축 현장에서의 조사 환경은 여의치 못했음 (측정 장비의 부족도 또 다른 이유임)
- 도체주변의 공기온도를 풍속 측정 시 동시에 측정하였음
- ‘갑’예냉실에서 오전에 측정한 배쪽온도1과 등쪽온도1~4가 각각 0.19, 0.18, 0.12, 0.12, 0.13의 상관계수를 갖고 있는 것으로 나타났는데, 이는 낮지만 유의성 있는 수치임 (표24)
 - ※ 이는 예냉감량을 줄이기 위해서 오전에는 고내 온도를 좀 더 낮출 필요가 있음을 암시하는 것임
 - 한편 오후에 측정한 배쪽과 등쪽 온도는 모두 측정높이(우둔~흉추1)에 관계없이 매우 높은 (-0.51 ~ -0.52) 상관계수를 갖고 있는 것($p < 0.01$)으로 나타났음 (표 25)
 - ※ 이는 오후에는 도체의 배쪽과 등쪽 모두에서 위(우둔높이)와 아래(흉추1높이)의 고내 (공기) 온도를 좀 더 높여주면 예냉감량을 좀 더 줄일 수 있다는 의미임
- ‘을’예냉실에서 오후1시반경 측정한 도체주변 온도에서 등쪽과 배쪽에서 높이1(아킬레스건)에서 비교적 높은(-0.26 및 -0.29) 상관관계($p < 0.05$)를 보이고 있음 (표25)
 - 그러므로 ‘을’예냉실에서도 예냉감량을 줄이기 위해서는 오후의 고내온도를 다소 높여야 할 것으로 보임
- ‘병’예냉실에서는 등쪽온도와 배쪽온도에서 유의성 있는 상관관계가 보이지 않았음 (표24, 표25)

[표 24] 도축장별 오전시간대 온도 평균 및 상관관계계수

구분 변수	갑			을			병		
	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수
감량비율(%)	271	1.75 (0.25)	-	89	1.96 (0.41)	-	61	1.59 (0.45)	-
등쪽온도1	224	10.52 (3.63)	0.18**	60	-1.34 (2.3)	-0.26*	53	3.09 (4.82)	-0.09 ^{n.s.}
등쪽온도2	271	10.02 (3.78)	0.12*	89	-1.6 (2.07)	-0.03 ^{n.s.}	53	3.12 (4.83)	-0.08 ^{n.s.}
등쪽온도3	271	9.98 (3.74)	0.12*	89	-1.61 (2.12)	-0.01 ^{n.s.}	53	3.07 (4.83)	-0.09 ^{n.s.}
등쪽온도4	271	9.81 (3.68)	0.13*	89	-1.63 (2.12)	0.01 ^{n.s.}	53	3.08 (4.8)	-0.09 ^{n.s.}
배쪽온도1	224	9.06 (3.41)	0.19**	60	-0.5 (2.92)	-0.29*	53	3.01 (4.74)	-0.11 ^{n.s.}
배쪽온도2	271	8.72 (3.25)	0.10 ^{n.s.}	89	-1.18 (2.74)	0.05 ^{n.s.}	53	3.03 (4.79)	-0.11 ^{n.s.}
배쪽온도3	271	8.71 (3.24)	0.10 ^{n.s.}	89	-1.22 (2.73)	0.06 ^{n.s.}	53	2.98 (4.84)	-0.12 ^{n.s.}
배쪽온도4	271	8.74 (3.24)	0.09 ^{n.s.}	89	-1.2 (2.78)	0.08 ^{n.s.}	53	2.94 (4.85)	-0.12 ^{n.s.}

[표 25] 도축장별 오후시간대 온도 평균 및 상관관계계수

구분 변수	갑			을			병		
	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수
감량비율(%)	271	1.75 (0.25)	-	-	-	-	61	1.59 (0.45)	-
등쪽온도1	-	-	-	-	-	-	49	-2.36 (0.92)	0.17 ^{n.s.}
등쪽온도2	123	2.17 (4.46)	-0.52**	-	-	-	49	-2.39 (1)	0.19 ^{n.s.}
등쪽온도3	123	2.14 (4.48)	-0.51**	-	-	-	49	-2.39 (0.98)	0.22 ^{n.s.}
등쪽온도4	123	2.10 (4.46)	-0.52**	-	-	-	49	-2.38 (1.01)	0.26 ^{n.s.}
배쪽온도1	-	-	-	-	-	-	49	-2.39 (1.05)	0.19 ^{n.s.}
배쪽온도2	123	1.66 (4.53)	-0.52**	-	-	-	49	-2.42 (0.99)	0.13 ^{n.s.}
배쪽온도3	123	1.62 (4.55)	-0.52**	-	-	-	49	-2.46 (0.99)	0.09 ^{n.s.}
배쪽온도4	123	1.63 (4.53)	-0.52**	-	-	-	49	-2.47 (1.02)	0.16 ^{n.s.}

(다) 도체주변 습도 영향

- 도체주변의 상대습도를 풍속 측정 시 동시에 측정하였음
- ‘갑’ 예냉실에서 오전11시경 습도와 오후3~4시경 습도는 각각 93.4%, 92.6%이었으며 다음날 아침 출고 직전의 상대습도는 82.3%이었음(표 26)
 - 이 상대습도 값과 예냉감량비율과의 상관관계를 분석해보니, 오후시간 대의 -0.33의 비교적 높은 상관계수를 보였음 ($p < 0.01$)
 - ※ 오전 시간대의 습도는 예냉실에 입고된 소도체가 뿜어내는 수분으로 충분할 수 있지만, 오후 시간대에는 그렇지 않으므로 상대습도가 높을수록 예냉감량비율이 적게 발생한 것이라는 의미임
 - ※ 오후 시간대에는 별도의 습도를 높여주는 장치가 필요할 것으로 사료됨
- ‘을’ 예냉실에서는 상대습도와 예냉감량 간의 상관관계는 유의성을 발견하지 못하였음(표 26)
 - 예냉실의 용적에 비하여 적은 두수(100두 규모인데 40~60두 입고)가 입고되기 때문에 습도가 낮을 것으로 예상되었음
 - ※ 입고 완료 시까지 장시간(4~6시간) 문이 열려있어서, 입고된 소도체 주변의 시간대별 상대습도는 개체별 차이와 시차별 차이가 존재할 수 있으므로, 통계적으로는 매우 낮은(0.09~0.04) 상관계수를 보였음
- ‘병’ 예냉실에서는 오전시간대 상대습도는 87%대로 ‘을’ 예냉실의 85%대와 비슷하였으나 ‘갑’ 예냉실의 93%대보다는 낮았음 (표26)
 - ※ 이는 ‘을’ 에서처럼 입고완료까지의 소요시간이 ‘갑’ 보다는 길기 때문임

- 오후시간 대의 상대습도는 87%이었는데, ‘갑’ 에서처럼 -.025의 유의성 있는 상관계수를 보였음

○ 전체적으로 보면, ‘갑’ 과 ‘병’ 에서 보였듯이, 오후시간대의 상대습도는 높을수록 예냉감량이 적게 발생되었으니, 고내 습도를 높게 유지하는 방도를 강구할 필요가 있겠음

※ 오전시간대의 상대습도도 높을수록 예냉감량이 적게 발생하였음(‘갑’ 예냉실)

[표 26] 예냉실의 시간대별 도체주변 상대습도 평균(%) 및 상관계수

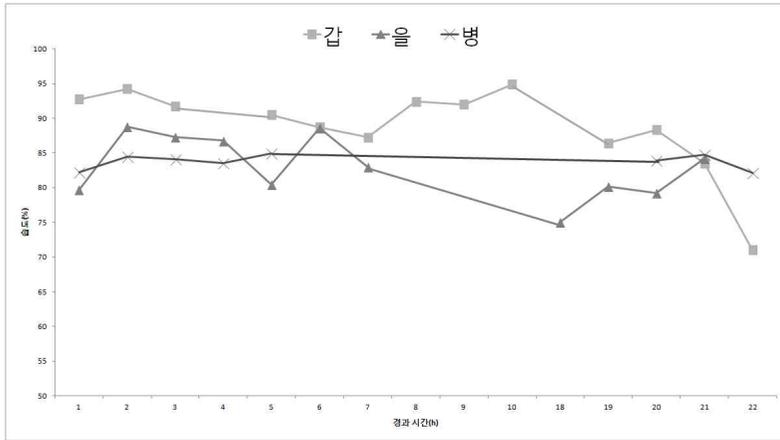
구분 변수	갑			을			병		
	N	평균	상관계수	N	평균	상관계수	N	평균	상관계수
습도(오전)	288	93.47 (2.31)	-0.19**	89	84.56 (9.08)	-0.09 ^{n.s.}	53	87.04 (5.09)	0.00 ^{n.s.}
습도(오후)	245	92.58 (2.41)	-0.33**	60	85.54 (8.73)	-0.04 ^{n.s.}	61	87.45 (3.56)	-0.25*
습도(출고)	152	82.25 (8.31)	0.08 ^{n.s.}	8	82.83 (1.65)	-0.43 ^{n.s.}	40	84.36 (2.74)	-0.12 ^{n.s.}

○ 세군데 예냉실에서의 상대습도를 시간대별로 그래프로 나타냈음(그림 24)

- ‘갑’ 에서의 상대습도가 다른 두 군데보다 높게 유지하고 있었음

- ‘을’ 과 ‘병’ 은 처음 7시간은 서로 비슷하였으나, 18시간째에는 ‘을’ 의 상대습도가 ‘병’ 보다 더 낮았음을 알 수 있음

※ ‘갑’ 의 오후시간대 상대습도가 높을수록 예냉감량이 적게 발생하였다고 하므로, ‘을’ 과 ‘병’ 에서도 오후시간 대 상대습도를 평소보다 더 높게 유지하는 방도 마련이 필요할 것으로 사료됨

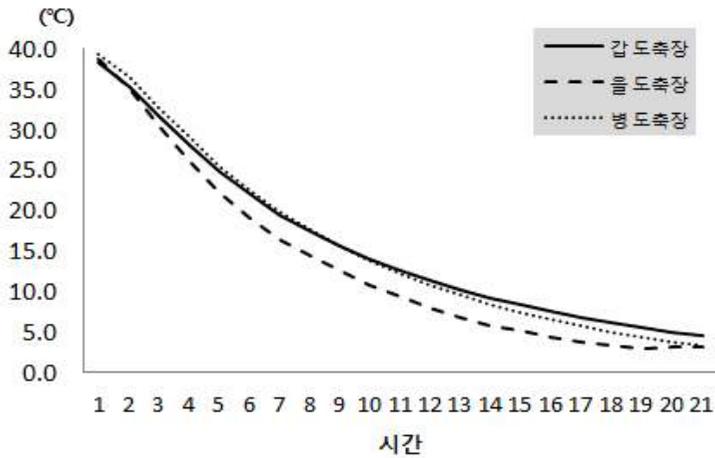


[그림 24] 예냉실 상대습도 시간대별 변화 추이

(라) 도체 심부온도 영향

○ 소도체 냉각속도

- 3개 예냉실에서 예냉실을 운용하는 방식이 다름에 따라, 소도체 냉각속도에서 차이가 보였음 (그림 25)



[그림 25] 각 도축장별 예냉 시간에 따른 도체의 심부온도 변화

- ‘을’예냉실에서 소도체 심부온도는, ‘갑’예냉실과 비교할 때, 사후 3시간째부터 더 낮았으며, 사후5시간째~사후14시간째의 기간 중에도 3~4℃ 더 낮았고, 그 이후 19시간째까지는 2℃ 더 낮았음 (표 26)
- ‘갑’예냉실과 ‘병’예냉실의 소도체 등심 심부온도는 ‘을’예냉실에 비교해서는 유사하게 보이지만, 자세히 관찰해보면 ‘병’예냉실의 소도체 등심심부온도는 ‘갑’예냉실보다 사후 3시간째에 0.7℃ 더 높았으며 사후 7시간째~사후18시간째의 예냉기간 중에는 0.5℃ 정도 더 낮게 유지되었음
 - ※ ‘병’도축장이 ‘갑’과 ‘을’보다 높은 도체심부온도를 보였던 이유는 ‘병’도축장이 도축속도가 늦어서 예냉실에 소도체가 입고되기 시작하였더라도 예냉실이 반 정도 찰 때까지 한 시간 반 정도는 유니트쿨러를 가동시키지 않았기 때문으로 사료됨
- ‘을’ 예냉실의 경우 이미 17시간째에 목표 출고온도에 도달하였으나 계속해서 더 심부온도가 내려갔기 때문에 19시간째부터는 심부온도를 끌어올린 것으로 추정함
 - ※ 이 경우, 불필요하게 심부온도를 낮게 하강시킴으로써 전력이 낭비되었을 것이며, 근육(고기)의 육즙이 손실됨과 동시에 도체표면에 수증기가 응축됨으로써 도체표면의 지방이 축축해져 해당도체 구매자는 도체가 예냉이 덜 되었을 것이라고 불평을 했을 것임
- 전체적으로 보면 ‘갑’, ‘을’, ‘병’ 예냉실 모두 “10-10 룰”에 저촉되지 않았음
 - ※ 일명 ‘10-10 룰’은 “저온단축을 피하기 위해서는 사후 10시간이 지나기 전에 도체 심부온도가 10℃ 이하로 냉각되어서는 안 된다”는 소도체 예냉 기본지침 중의 하나임

[표 27] 도축장별 타격n시간 이후의 등심 심부 온도 및 총 예냉시간 단순통계

구분 변수	갑			을			병		
	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수	N	평균	상관 계수
감량비율 (%)	271	1.75 (0.25)	-	89	1.96 (0.41)	-	61	1.59 (0.45)	-
등심1hr	59	38.49 (1.79)	-0.43**	51	38.82 (1.42)	-0.42**	52	39.36 (1.13)	0.17 ^{n.s.}
등심2hr	63	35.61 (2.13)	-0.55**	57	35.22 (2.6)	-0.40**	58	36.53 (1.94)	-0.03 ^{n.s.}
등심3hr	63	32.13 (2.55)	-0.57**	64	30.5 (3.31)	-0.42**	58	32.83 (2.39)	-0.13 ^{n.s.}
등심4hr	63	28.77 (2.85)	-0.58**	65	26.06 (3.46)	-0.38**	59	29.04 (2.84)	-0.11 ^{n.s.}
등심5hr	63	25.65 (3.08)	-0.57**	65	22.28 (3.39)	-0.36**	59	25.54 (3.07)	-0.12 ^{n.s.}
등심6hr	63	22.80 (3.19)	-0.55**	65	19.09 (3.24)	-0.35**	59	22.44 (3.17)	-0.11 ^{n.s.}
등심7hr	63	20.36 (3.26)	-0.55**	65	16.49 (3.07)	-0.36**	59	19.81 (3.14)	-0.10 ^{n.s.}
등심8hr	63	18.09 (3.32)	-0.52**	65	14.37 (2.92)	-0.37**	59	17.55 (3.1)	-0.09 ^{n.s.}
등심9hr	63	16.11 (3.35)	-0.50**	65	12.55 (2.81)	-0.36**	59	15.58 (3.01)	-0.10 ^{n.s.}
등심10hr	63	14.38 (3.39)	-0.48**	65	10.89 (2.75)	-0.36**	59	13.81 (3.01)	-0.10 ^{n.s.}
등심11hr	63	12.83 (3.45)	-0.48**	65	9.37 (2.69)	-0.36**	59	12.27 (3)	-0.11 ^{n.s.}
등심12hr	63	11.41 (3.47)	-0.50**	65	8.04 (2.56)	-0.36**	59	10.86 (3)	-0.11 ^{n.s.}
등심13hr	63	10.11 (3.44)	-0.51**	65	6.87 (2.43)	-0.33**	59	9.59 (3)	-0.11 ^{n.s.}
등심14hr	63	8.98 (3.34)	-0.52**	65	5.88 (2.24)	-0.29*	59	8.46 (2.93)	-0.12 ^{n.s.}
등심15hr	63	7.94 (3.18)	-0.52**	64	5.08 (2.1)	-0.25*	59	7.47 (2.85)	-0.12 ^{n.s.}
등심16hr	63	7.03 (3.05)	-0.52**	58	4.41 (2.02)	-0.23 ^{n.s.}	59	6.59 (2.77)	-0.11 ^{n.s.}
등심17hr	63	6.22 (2.92)	-0.52**	53	3.87 (1.86)	-0.20 ^{n.s.}	59	5.76 (2.67)	-0.11 ^{n.s.}
등심18hr	63	5.52 (2.78)	-0.52**	51	3.4 (1.78)	-0.18 ^{n.s.}	59	5.05 (2.56)	-0.12 ^{n.s.}
등심19hr	63	4.88 (2.70)	-0.51**	40	2.97 (1.85)	-0.26 ^{n.s.}	59	4.39 (2.49)	-0.12 ^{n.s.}
등심20hr	63	4.33 (2.60)	-0.51**	22	3.23 (1.36)	0.13 ^{n.s.}	52	3.82 (2.53)	-0.12 ^{n.s.}
등심21h	56	3.93 (2.57)	-0.55**	7	2.49 (0.55)	-0.26 ^{n.s.}	23	3.17 (3.03)	-0.16 ^{n.s.}
등심출고 온도	63	3.51 (2.57)	-0.46**	65	3.22 (1.82)	-0.06 ^{n.s.}	59	3.39 (2.43)	-0.10 ^{n.s.}
예냉시간 (분)	221	1300 (34.29)	-0.08ns	68	1122 (98)	-0.03 ^{n.s.}	59	1242 (53)	-0.10 ^{n.s.}

(마) 도체 예냉시간 영향

- 예냉실별 평균 예냉시간은 ‘갑’이 1,300분(21시간 40분), ‘을’ 1,122분(18시간 42분), ‘병’ 1,242분(20시간 42분)이었음(표 27)
 - 갑, 을, 병 예냉실에서 예냉시간의 길고 짧음이 예냉감량비율에 미치는 상관계수를 보면, 각각 -0.08, -0.03, -0.10으로서 매우 낮았고 유의성도 인정되지 않았음
- 예냉실별 예냉시간대의 분포를 살펴보면 다음과 같음
 - ‘갑’예냉실에서는 63두 중 7두가 20~21시간 예냉 되었고 나머지 56두는 21시간이상 예냉 되었음
 - ‘병’예냉실에서는 59두 중 7두가 19~20시간, 29두가 20~21시간, 그리고 23두가 21시간이상 예냉 되었음
 - ‘을’예냉실에서는 65두 중 6두는 15~16시간, 5두는 16~17시간, 2두는 17~18시간, 9두는 18~19시간, 18두는 19~20시간, 15두는 20시간이상 예냉 되었음
- ※ ‘을’예냉실에서 소도체 예냉시간이 최소 15시간에서 최대 21시간으로 편차가 큰 이유는 소도체가 예냉실 입고 시작한 이후 입고 종료까지의 시간 간격이 6시간이었기 때문임
- ※ ‘을’예냉실의 예냉감량이 ‘갑’과 ‘병’에 비해 높은 원인 중의 하나로 예냉시간의 짧음이 지목될 수도 있지만, 이에 대한 상관계수는 -0.03으로 매우 낮았고 통계적으로도 유의성은 인정되지 않았음($p>0.05$)

(바) 도체 등심 출고온도 영향

- 출고 심부온도와의 상관관계 분석
 - ‘갑’예냉실에서의 등심 출고온도와 예냉감량비율 간의 상관계수

는 -0.46으로 매우 높게 나왔음(p<0.01) (표 28)

※ 등심출고온도를 높이면 예냉감량비율이 낮아질 개연성이 보임

- 반면에 ‘을’과 ‘병’예냉실에서의 등심출고온도에 대한 상관계수는 -0.06과 -0.10으로 매우 낮았고 유의성도 없었음

○ 출고 심부온도 그룹별 영향 분석

- 예냉실의 출고 심부온도를 3℃ 이하, 3℃~5℃, 5℃초과의 3그룹으로 구분하여 그룹별 LS-평균을 비교한 결과는 표28와 그림25과 같음
- ‘갑’예냉실에서는 출고온도가 3℃ 이하인 그룹에서 예냉감량비율이 더 높았음(1.70~1.65% →1.93%) (p<0.05)
- ‘을’예냉실에서는 3~5℃ 그룹의 감량비율이 제일 적었음(p<0.05)
- ‘병’예냉실에서는 5℃초과 그룹이 제일 적었으나 유의성은 없었음

[표 28] 출고심부온도그룹별 예냉감량 LS-평균

예냉실	출고 심부 온도		
	3℃ 이하	3℃ ~5℃	5℃ 초과
갑	1.93 ^a	1.70 ^b	1.65 ^b
	(-0.02)	(-0.03)	(-0.04)
을	2.12 ^a	1.91 ^b	2.18 ^a
	(-0.07)	(-0.09)	(-0.11)
병	1.63 ^a	1.67 ^a	1.39 ^a
	(-0.09)	(-0.10)	(-0.12)

(4) 예냉실 유형별 영향 분석

○ 3종 예냉실 유형별 예냉감량 평균값 비교

	<u>유니트쿨러</u>	<u>감량비율(%)</u>
‘갑’예냉실	(유형3)	1.84 (0.29)
‘을’예냉실	(유형2-2)	1.95 (0.41)
‘병’예냉실	(유형2-2)	1.59 (0.45)

○ 3종 예냉실 도체 주위 풍속

	<u>등쪽풍속</u>	<u>배쪽풍속</u>
- ‘갑’예냉실	0.660m/초	1.310m/초
- ‘을’예냉실	0.713m/초	0.755m/초
- ‘병’예냉실	0.505m/초	0.683m/초

○ 유니트쿨러 유형에 따른 풍속 종합 비교

- 천정부착 하향 송풍식인 유형3 예냉실은 소도체의 등쪽과 배쪽에서 풍속에 차이가 발견되었음

※ 유형3의 경우 소도체의 한쪽 면을 위에서 아래로 냉풍이 감싸 흐르다가 바닥에서 방향을 바꿔 소도체의 반대쪽으로 밑에서 위로 냉풍이 올라가는 방식임을 확인하였음

- 측면에서 송풍을 하는 유형2는 예냉실의 천정에 가까운 측면에 나온 냉풍이 천정면(레일 위)을 타고 맞은 편 벽면에 부딪히면서 풍향이 바뀌어 바닥면으로 향하는 형상임
- 유형2-2는 맞은 편 벽에 유니트쿨러가 추가로 설치되어있어서 맞바람이 불어서 예냉실 내의 공기흐름이 방해받을 것으로 예

상했으나 유니트쿨러 간의 거리가 15.0m인 ‘을’예냉실에서는 맞바람에 의한 공기흐름 방해는 없었던 것으로 보임

- 그러나 유니트쿨러 간의 거리가 5.2m로 상대적으로 가까운 ‘병’예냉실에서는 공기흐름에 방해가 있어서 도체 등쪽과 배쪽 풍속에서 차이가 존재하였던 것으로 확인되었음

○ 유니트쿨러 유형의 예냉감량에 대한 영향

- 유니트쿨러 유형만으로는 감량비율의 우열을 가리기가 어려움
- 소도체의 예냉조건을 개체별로 관리하기에는 유형3이 좋을 것으로 예상되었으나 실제로 등쪽과 배쪽의 온도차이가 컸음
- 예냉실 전체를 하나로 관리하는 유형2-2의 경우 유니트쿨러 간의 거리를 충분히 두어 공기흐름에 방해가 없었던 ‘을’예냉실에서는 풍속 평형이 쉽게 이루어진 것으로 보임
- 그러나, ‘병’예냉실에서의 감량비율이 같은 유형2-2인 ‘을’예냉실보다 낮게 나온 이유는 ‘병’예냉실에서의 도체 냉각속도가 감량비율에 더 큰 영향을 준 것으로 보임

※ 층고(천정 높이)가 낮고 공기흐름도 원활하지 못한 ‘병’예냉실에서의 감량비율이 ‘갑’보다 낮았던 이유 중의 하나로 소도체 냉각속도의 차이(등심심부온도의 시간대별 차이)를 들 수 있음

- 그러므로 예냉실의 구조적 차이를 이해하고 냉각기를 효과적으로 운용하는 것이 예냉감량비율 경감에 중요할 것으로 사료됨

제3절. 표준감량표 및 예측모델

1. 요인별 표준감량표

표준감량표

한우농가의 생축 출하 조건에 따른 예냉감량 비율을
예상해 낼 수 있는 일종의 가늠자로 사용될 수 있는 표

가. 계절별·요일별·성별에 따른 표준감량표

○ 계절별·요일별·성별에 따른 표준감량표는 표 29와 같음

- (예시) 추석성수기에 맞추어 8~9월 주중에 거세한우를 출하하는 경우 예상되는 예냉감량비율은 1.67%이므로, 도체중이 400kg일 경우 6.7kg(=400x0.0167)의 감량을 예상

[표29] 계절별·요일별·성별 표준감량표

계절	요일	성별	예냉감량 평균	표준오차
1회차 (08월)	주중	암	1.92	0.03
		거세	1.67	0.02
	주말	암	2.21	0.04
		거세	1.98	0.05
2회차 (11월)	주중	암	2.03	0.03
		거세	1.74	0.03
	주말	암	2.25	0.07
		거세	2.08	0.03
3회차 (05월)	주중	암	1.65	0.03
		거세	1.47	0.03
	주말	암	2.19	0.08
		거세	1.85	0.04

나. 출하시기와 생축의 성별에 따른 표준감량표

○ 표준감량표는 표 30과 같음

- (예시) 추석성수기에 맞추어 평일(주중)에 평균이상 체중대의 한우 암소를 출하하는 경우 예상되는 예냉감량비율은 1.83%이므로, 도체중이 360kg일 경우 6.6kg(=360x0.0186)의 감량을 예상

[표 30] 계절별·요일별·성별·도체중대별 표준감량표

계절	요일	성별	도체중그룹	예냉감량 평균	표준오차
8월 (추석성수기)	주중	암	345kg 이상	1.83	0.05
			345kg 미만	1.98	0.04
		거세	430kg 이상	1.60	0.03
			430kg 미만	1.74	0.03
	주말	암	345kg 이상	2.00	0.08
			345kg 미만	2.27	0.04
		거세	430kg 이상	1.94	0.08
			430kg 미만	2.00	0.06
11월 (설성수기)	주중	암	345kg 이상	1.94	0.09
			345kg 미만	2.04	0.03
		거세	430kg 이상	1.66	0.04
			430kg 미만	1.81	0.03
	주말	암	345kg 이상	2.29	0.18
			345kg 미만	2.25	0.06
		거세	430kg 이상	1.95	0.05
			430kg 미만	2.16	0.04
5월 (봄)	주중	암	345kg 이상	1.59	0.03
			345kg 미만	1.79	0.05
		거세	430kg 이상	1.36	0.04
			430kg 미만	1.68	0.05
	주말	암	345kg 이상	2.08	0.13
			345kg 미만	2.24	0.09
		거세	430kg 이상	1.83	0.04
			430kg 미만	1.89	0.05

다. 출하축의 도체성적에 따른 표준감량표

○ 표준감량표는 표 31과 같음

- (예시) 초음파진단 결과 등심단면적 93cm², 등지방두께 15mm, 근내지방도 1++ (마블링 하이)로 진단된 도체중 450kg 한우의 예냉감량비율은 1.67%이므로, 7.5kg(=450x0.0167)의 예냉감량을 예상

[표 31] 성별·도체중대별·도체성적별 표준감량표

성별	도체중그룹	등심 단면적	등지방 두께	마블링	예냉감량 평균	표준오차		
암	345kg 이상	83.1cm ² 초과	13.5mm 초과	1++, 1+	1.70	0.08		
			13.5mm 이하	1, 2, 3등급	1.68	0.08		
		83.1cm ² 이하	13.5mm 초과	1++, 1+	1.61	0.09		
			13.5mm 이하	1, 2, 3등급	1.86	0.07		
		345kg 미만	83.1cm ² 이하	13.5mm 초과	1++, +	1.57	0.17	
				13.5mm 이하	1, 2, 3등급	1.82	0.07	
	거세	430kg 이상	91.8cm ² 초과	13.5mm 초과	1, 2, 3등급	1.85	0.11	
				13.5mm 이하	1++, 1+	1.97	0.24	
			91.8cm ² 초과	13.5mm 초과	1, 2, 3등급	2.04	0.24	
				13.5mm 이하	1++, 1+	1.93	0.14	
			430kg 미만	91.8cm ² 이하	13.5mm 초과	1, 2, 3등급	1.96	0.08
					13.5mm 이하	1++, 1+	2.02	0.11
암		430kg 이상	91.8cm ² 초과	13.5mm 초과	1, 2, 3등급	2.04	0.05	
				13.5mm 이하	1++, 1+	1.95	0.11	
			91.8cm ² 이하	13.5mm 초과	1, 2, 3등급	2.12	0.03	
				13.5mm 이하	1++, 1+	1.67	0.05	
			430kg 미만	91.8cm ² 초과	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.72	0.08
					13.7mm 이하	1++, 1+	1.58	0.05
	거세	430kg 이상	91.8cm ² 초과	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.65	0.08	
				13.7mm 이하	1++, 1+	1.72	0.07	
			91.8cm ² 이하	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.62	0.07	
				13.7mm 이하	1++, 1+	1.57	0.06	
			430kg 미만	91.8cm ² 이하	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.77	0.07
					13.7mm 이하	1++, 1+	1.81	0.11
암		430kg 이상	91.8cm ² 초과	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.87	0.17	
				13.7mm 이하	1++, 1+	1.77	0.07	
			91.8cm ² 이하	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.79	0.08	
				13.7mm 이하	1++, 1+	1.76	0.10	
			430kg 미만	91.8cm ² 이하	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.73	0.07
					13.7mm 이하	1++, 1+	1.82	0.06
	거세	430kg 이상	91.8cm ² 초과	13.7mm 초과	1, 2, 3등급	1.93	0.03	
				13.7mm 이하	1++, 1+	1.93	0.03	

라. 출하축의 예냉실 출고 심부온도에 따른 표준감량표

○ 표준감량표는 표 32와 같음

- (예시) 도축장 경영자는 예냉 완료시 소도체 등심 심부온도의 높고 낮음에 따라 예냉감량의 차이를 예상해 낼 수 있음

[표 32] 성별·출고심부온도별 표준감량표

성별	출고심부온도	예냉감량 평균	표준오차
암	3℃ 이하	2.04	0.02
	3℃ 초과 5℃ 이하	1.83	0.05
	5℃ 초과	1.71	0.06
거세	3℃ 이하	1.84	0.02
	3℃ 초과 5℃ 이하	1.63	0.04
	5℃ 초과	1.62	0.04

2. 단계적 변수선택방법을 이용한 예냉감량 예측모델

가. 출하축의 등급판정 세부항목으로 예냉감량 예측모델

- 단계별 변수선택방법(stepwise selection of variables)을 이용한 등급판정 세부항목으로부터의 예냉감량 예측모델은 표 33과 같음
(예시) 등지방두께 14mm, 온도체중 400kg, 조직감12를 주중 예냉감량 예측모델에 대입하면 1.606%의 예냉감량이 예측됨
[예냉감량=2.08942-0.00764x14-0.0019x400+0.06204x4+0.01131x12=1.60634]
- 주말암소를 제외한 주중도체, 주말도체, 주중암소, 주중거세, 주말거세에 대한 예냉감량 예측모델의 설명력(R²)이 각각 0.56, 0.46, 0.46, 0.46, 0.41이었으므로, 생물학적 데이터임을 감안할 때, 동 예측모델은 산업현장에서 활용 가능한 수준임
- 그러나, 주말암소에 대한 예측모델의 설명력은 0.18이어서, 활용하기에는 너무 낮다고 판단됨
- ‘갑’예냉실 관측치를 기반으로 한 예측모형으로 예측한 예측값(감량)과 실제측정치(감량) 간의 차이를 표현한 ‘예측오차’는 표 33에 ‘갑’으로 표시하였음
- 주중과 주말도체를 그리고 성별을 구분하여 적용하는 예측모델에 대한 예측 오차 값은 0.02%p 수준이어서, ‘갑’예냉실에서 실제 활용 가능함
- 표33에 도출한 예측모형이 ‘갑’예냉실에서의 관측치를 기반으로 하였기 때문에, 다른 ‘을’과 ‘병’ 예냉실에도 적용할 수 있는지 판단하는 ‘적합성검토’로서 ‘예측오차’를 비교한 결과를 표33에 ‘을’과 ‘병’으로 표시하였음

- 주중(전체)감량 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차는 각각 0.18%p, 0.19%p이었으므로, ‘을’과 ‘병’에도 활용가능하다고 보여짐
 - 주중 암소 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차가 각각 0.17%p, 0.27%p이었으므로, ‘을’과 ‘병’에도 활용가능하다고 보여짐
 - 주중 거세 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차가 각각 0.20%p, 0.18%p이었으므로, ‘을’과 ‘병’에도 활용가능하다고 보여짐
- 전반적으로, 도출된 예측모델에 대하여 설명력, 관측치 숫자 등을 고려해볼 때, 주중 전체에 대한 예냉감량 예측모델을 ‘대표’ 모델로 하여 전국 도축장에 적용함에 무리가 없는 것으로 보임

[표 33] 등급 판정 항목으로부터의 예냉감량 예측모델

종속변수 (%)	예측모델	Partial R-square	Model R-Square	C(p)	예측오차(%)
주중 전체 예냉감량	(상수) 2.08942	0.0191	0.5582	1.9523	갑 0.023
	-0.00764*등지방두께	0.4831			을 0.178
	-0.0019*냉도체중	0.0135			병 0.199
	+0.06204*육색(1자리) +0.01131*조직감	0.0426			
주말 전체 예냉감량	(상수) 2.88103	0.4405	0.4634	-0.7831	갑 0.034
	-0.00185*냉도체중	0.0229			
	-0.00252*근내지방도번호				
주중압소 예냉감량	(상수) 1.29469	0.3608	0.4628	3.0000	갑 0.021
	-0.00225*온도체중(kg)	0.0230			을 0.171
	+0.01121*육량지수	0.0264			병 0.274
	+0.08182*육색 +0.01008*조직감	0.0525			
주중거세 예냉감량	(상수) 2.12486	0.3901	0.4557	5.2197	갑 0.015
	-0.00215*냉도체중	0.0093			을 0.201
	+0.08671*지방색(1자리)	0.0563			병 0.176
	+0.01369*조직감				
주말압소 예냉감량	(상수) 2.99972	0.1830	0.1830	-2.9327	갑 0.057
	-0.00256*냉도체중				
주말거세 예냉감량	(상수) 2.93026	0.3464	0.4103	1.1727	갑 0.015
	-0.00187*온도체중	0.0210			
	-0.11827*지방색	0.0429			
	+0.01365*조직감				

- 주 1) 예측모형 도출에 이용된 독립변수는 온도체중, 등지방두께, 등심단면적, 온도체중, 육량지수, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감이었음
- 2) 전체에 대한 모집단은 384개의 관측 치로 구성되었음
 - 3) 주중에 대한 모집단은 271개의 관측 치로 구성되었음
 - 4) 주말에 대한 모집단은 113개의 관측 치로 구성되었음
 - 5) 주중 압소에 대한 모집단은 119개의 관측 치로 구성되었음
 - 6) 주중 거세에 대한 모집단은 152개의 관측 치로 구성되었음
 - 7) 주말 압소에 대한 모집단은 39개의 관측 치로 구성되었음
 - 8) 주말 거세에 대한 모집단은 74개의 관측 치로 구성되었음
 - 9) ‘을’과 ‘병’ 예냉실의 실제자료는 각각 89개와 61개로 고정되어 있으므로, ‘갑’의 자료 384개중 각각 89개와 61개의 표본을 뽑아서 ‘갑’과 ‘을’ 그리고 ‘갑’과 ‘병’을 예측오차를 계산하였음

나. 출하축의 등심부위 냉각속도 및 예냉시간으로 예냉감량 예측

- 단계별 변수선택방법을 이용한 출하축의 시간대별 등심심부온도 및 예냉시간으로 부터의 예냉감량 예측모델은 표 34와 같음
 - 주중(전체), 주말(전체), 주중암소에 대하여 등심심부온도 변화로부터의 예냉감량 예측모델은 설명력이 0.67, 0.57, 0.81로서, 생물학적 데이터임을 감안할 때 설명력이 상당히 높은 편이므로, 동 예측모델은 산업현장에서 활용 가능함
 - 그러나, 주중 거세와 주말 거세에 대한 예측모델의 설명력은 각각 0.24, 0.28이어서 당장 현장에 활용하기에는 적합지 않다고 판단되며, 주말 암소에 대하여는 타당한 예측모델이 계산되지 않았음
 - 그러므로, 주중 거세에는 주중(전체) 예측모델($R^2=0.67$)을 사용하고 주말 암소와 주말 거세에는 주말(전체) 예측모델($R^2=0.57$)을 사용하여도 충분함
- ‘갑’예냉실 관측치를 기반으로 한 예측모형으로 예측한 예측값(감량)과 실제측정치(감량) 간의 차이를 표현한 ‘예측오차’는 표 34에 ‘갑’으로 표시하였음
 - 주중(전체), 주말(전체), 그리고 주중 암소를 위한 예측모델에 대한 예측 오차 값은 각각 0.02%p, 0.03%p, 0.07%p 이었으므로, ‘갑’예냉실에서 실제 활용하기에 충분함
- 표34에 도출한 예측모델이 ‘갑’예냉실에서의 관측치를 기반으로 하였기 때문에, 다른 ‘을’과 ‘병’ 예냉실에도 적용할 수 있는지 판단하는 ‘적합성검토’로서 ‘예측오차’를 비교한 결과를 표33에 ‘을’과 ‘병’으로 표시하였음

- 주중(전체) 예냉감량 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차는 각각 0.22%p, 0.41%p이었으므로, ‘을’에는 사용 가능하나 ‘병’에는 사용하기에는 다소 무리가 있는 것으로 보임
 - 주중(암소) 예냉감량 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차는 각각 0.24%p, 0.54%p이었으므로, ‘을’에는 사용 가능하나 ‘병’에는 사용하기에는 다소 무리가 있는 것으로 보임
- 전반적으로, 도출된 예측모델에 대하여 설명력, 관측치숫자 등을 고려해볼 때, 주중 전체에 대한 예냉감량 예측모델을 ‘대표’ 모델로 하여 전국 도축장에 적용함에 무리가 없는 것으로 보임

[표 34] 등심부위 냉각속도 및 예냉시간으로부터의 예냉감량 예측모델

종속변수	예측모델	Partial R-square	Model R-Square	C(p)	예측오차
주중 전체 예냉감량	(상수) 4.15717	0.0641	0.6718	-3.2712	갑 0.020
	- 0.09841*등심온도 2hr	0.0402			
	+ 0.63875*등심온도 6hr	0.0507			을 0.215
	- 0.88074*등심온도 7hr	0.0538			
	+ 0.63735*등심온도10hr	0.0898			병 0.412
	- 0.46306*등심온도12hr	0.0411			
	+ 0.16299*등심온도18hr	0.3321			
주말 전체 예냉감량	(상수) 2.28339	0.1333	0.5727	-2.5967	갑 0.027
	+ 0.11630*등심온도 2hr	0.2306			
	- 0.29184*등심온도 4hr	0.0706			을
	+ 0.29959*등심온도 7hr	0.0514			
	- 0.48066*등심온도15hr	0.0402			병
	+ 0.35067*등심온도18hr				
주중압소 예냉감량	(상수) -4.14109	0.0329	0.8108	20.7090	갑 0.074
	+ 0.39448*등심온도 6hr	0.0638			
	- 0.84528*등심온도 7hr	0.0545			을 0.246
	+ 0.35622*등심온도 8hr	0.0770			
	+ 0.07641*등심온도11hr	0.1992			병 0.536
	+ 0.00547*예냉시간	0.3656			
	- 0.07168*출고등심온도				
주중거세	(상수) 3.97067	0.2469	0.2469	76.1160	갑 0.052
	- 0.06832*등심온도 3hr				을 0.141
					병 0.260
주말압소	계산 불능				
주말거세	(상수) 3.37857	0.2839	0.2839	-6.9023	갑 0.061
	- 0.03969*등심온도 2hr				

- 주 1) 예측모형 도출에 이용된 독립변수는 등심온도2hr, 등심온도3hr, 등심온도4hr, 등심온도5hr, 등심온도6hr, 등심온도7hr, 등심온도8hr, 등심온도9hr, 등심온도10hr, 등심온도11hr, 등심온도12hr, 등심온도13hr, 등심온도14hr, 등심온도15hr, 등심온도16hr, 등심온도17hr, 등심온도18hr, 등심온도19hr, 등심온도20hr, 출고등심온도, 예냉시간(분)이었음
- 2) 전체에 대한 모집단은 96개의 관측 치료 구성되었음
 - 3) 주중에 대한 모집단은 55개의 관측 치료 구성되었음
 - 4) 주말에 대한 모집단은 41개의 관측 치료 구성되었음
 - 5) 주중 압소에 대한 모집단은 33개의 관측 치료 구성되었음

- 6) 주중 거세에 대한 모집단은 22개의 관측 치로 구성되었음
- 7) 주말 암소에 대한 모집단은 15개의 관측 치로 구성되었음
- 8) 주말 거세에 대한 모집단은 26개의 관측 치로 구성되었음

다. 출하축의 우둔부위 냉각속도 및 예냉시간으로 예냉감량 예측

- 단계별 변수선택방법을 이용한 출하축의 시간대별 우둔 심부 온도 및 예냉시간으로 부터의 예냉감량 예측모델은 표 35와 같음
 - 주중(전체), 주말(전체), 주중암소, 주말암소에 대하여 우둔 심부 온도 변화로부터의 예냉감량 예측모델은 설명력이 각각 0.56, 0.89, 0.98, 0.99로서, 생물학적 데이터임을 감안할 때, 설명력이 매우 높은 편이므로 동 예측모델은 산업현장에서 활용 가능함
 - 그러나, 주중 거세에 대한 예측모델의 설명력은 0.16이어서 활용하기에는 충분하지 않으며, 주말 거세에 대하여는 타당한 예측모델이 계산되지 않았음
- ‘갑’예냉실 관측치를 기반으로 한 예측모형으로 예측한 예측값(감량)과 실제측정치(감량) 간의 차이를 표현한 ‘예측오차’는 표 35에 ‘갑’으로 표시하였음
 - 주중(전체), 주말(전체), 그리고 주중 암소를 위한 예측모델에 대한 예측오차값은 각각 0.02%p, 0.03%p, 0.07%p 이었으므로, ‘갑’예냉실에서 실제 활용하기에 충분함
- 표35에 도출한 예측모델이 ‘갑’예냉실에서의 관측치를 기반으로 하였기 때문에, 다른 ‘을’과 ‘병’ 예냉실에도 적용할 수 있는지 판단하는 ‘적합성검토’로서 ‘예측오차’를 비교한 결과를 표35에 ‘을’과 ‘병’으로 표시하였음

- 주중(전체) 예냉감량 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차는 각각 0.12%p, 0.25%p이었으므로, ‘을’과 ‘병’에 모두 사용가능한 것으로 보임
 - 주중(암소) 예냉감량 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차는 각각 0.10%p, 0.34%p이었으므로, ‘을’에는 사용가능하나 ‘병’에는 사용하기에는 다소 무리가 있는 것으로 보임
 - 주중(거세) 예냉감량 예측모델을 ‘을’과 ‘병’예냉실에 적용하였을 때의 예측오차는 각각 0.04%p, 0.20%p이었으므로, ‘을’과 ‘병’에 모두 사용가능함
- 전반적으로, 도출된 예측모델에 대하여 설명력, 관측치숫자 등을 고려해볼 때, 주중 전체에 대한 예냉감량 예측모델을 ‘대표’ 모델로 하여 전국 도축장에 적용함에 무리가 없는 것으로 보임

[표 35] 우둔부위 냉각속도 및 예냉시간으로부터의 예냉감량 예측모델

종속변수	예측 모델	Partial R-square	Model R-Square	C(p)	예측오차
주중 전체 예냉감량	(상수) 2.49496	0.0800	0.5551	-	갑 0.032
	-0.02927*우둔온도9hr	_____			을 0.122
	-0.04289*출고등심온도	0.2672			병 0.252
주말 전체 예냉감량	(상수) 7.22269	0.8881	0.8881	-	갑 0.006
	-0.15745*우둔온도3hr				
주중압소 예냉감량	(상수) -85.96004	0.1781	0.9816	-	갑 0.001
	+0.57762*우둔온도5hr	_____			을 0.095
	-0.58091*우둔온도7hr	0.1900			병 0.344
	+0.06378*예냉시간(분)	0.6136			
주중거세 예냉감량	(상수) 1.81390	0.1628	0.1628	-	갑 0.017
	-0.03259*출고등심온도				을 0.039
					병 0.195
주말압소 예냉감량	(상수) -45.73605	0.9775	0.9994	-	갑 0.001
	-0.11115*우둔온도9hr	_____			
	+0.01181*예냉시간(분)	0.0219			
주말거세 예냉감량	계산 불능				

- 주 1) 예측모형 도출에 이용된 독립변수는 우둔온도3hr, 우둔온도4hr, 우둔온도5hr, 우둔온도6hr, 우둔온도7hr, 우둔온도8hr, 우둔온도9hr, 우둔온도10hr, 우둔온도11hr, 우둔온도12hr, 우둔온도13hr, 우둔온도14hr, 우둔온도15hr, 우둔온도16hr, 우둔온도17hr, 우둔온도18hr, 우둔온도19hr, 우둔온도20hr, 출고등심온도, 예냉시간(분)이었음
- 2) 전체에 대한 모집단은 29개의 관측 치료 구성되었음
 - 3) 주중에 대한 모집단은 22개의 관측 치료 구성되었음
 - 4) 주말에 대한 모집단은 7개의 관측 치료 구성되었음
 - 5) 주중 압소에 대한 모집단은 7개의 관측 치료 구성되었음
 - 6) 주중 거세에 대한 모집단은 15개의 관측 치료 구성되었음
 - 7) 주말 압소에 대한 모집단은 7개의 관측 치료 구성되었음
 - 8) 주말 거세에 대한 모집단은 3개의 관측 치료 구성되었음

제 4절. 예냉감량에 대한 경제적 손실 추정

1. 조사 도축장에서의 감량 손실 분석

○ 조사 도축장에서의 예냉감량 및 감량비율 평균

- ‘갭’에서 주중 예냉감량은 6.77kg이고 감량비율은 1.75%이었고, 주말도체 예냉감량은 7.89kg, 감량비율은 2.06% (감량1.12kg 증가, 비율 0.31% 증가)이었음 (표 36)

[표 36] 예냉실 유형별 예냉감량 및 감량비율

예냉실	요일	예냉감량 평균(kg) (편차)	예냉감량 비율(%)			
			평균 (편차)	최소	최대	최소-최대
갭	주말	7.887 (1.179)	2.058 (0.258)	1.467	3.147	1.680
	주중	6.773 (0.902)	1.749 (0.253)	1.078	2.470	1.392
을	주중	6.793 (1.738)	1.964 (0.414)	0.976	3.160	2.184
병	주중	6.249 (1.708)	1.594 (0.448)	0.829	2.633	1.804

○ 주말도축분에 대한 감량손실 경제성 평가

- ‘갭’에서 주중도체와 주말도체 간의 예냉감량비율 차이는 0.31%p
- 주말도체에서 감량 1.209kg 추가발생, 두당 21,864원 추가 손실 (표 36)

※ 그러나 48시간 추가 예냉으로 인한 감량비율 증가분(1.75→2.06%)이 0.31%p로 작았다는 사실은 고무적임

○ 예냉실 유형별 감량차이에 대한 경제적 평가

- ‘갑’의 주중도체를 기준(1.749%)으로 하여 ‘을’(1.964%)과 ‘병’(1.594%)을 각각 비교하면, ‘을’예냉실에서는 ‘갑’보다 0.215%p 만큼 감량비율이 더 높았고, ‘병’에서는 ‘갑’보다 0.155%p 만큼 감량비율이 낮았음 (표 36)
- 이를 금액으로 환산하면, ‘을’예냉실의 소도체는 0.21%p만큼 감량(0.81kg)이 더 발생하여 14,811원/두(평균단가 18,084원/kg 적용)만큼 경제적 가치가 내려갔고, ‘병’예냉실의 소도체는 0.16%p만큼 감량(0.63kg)이 덜 발생하여 11,284원/두 만큼 경제적 가치가 올라갔다고 평가됨

○ 같은 예냉실 내에서의 소도체 간의 예냉감량 편차

- 그러나, 같은 날 도축하여 같은 예냉실에서 예냉 시켜도 예냉감량비율의 최소값과 최대값 간의 차이(아래 ※참조)가 심해서, 3개 예냉실 간의 감량차이(갑-을 0.21%p, 갑-병 0.16%p)는 예냉실 내의 편차 범위 안에 있음을 주목해야 함

※ ‘갑’예냉실에서 최소값-최대값의 차이는 0.73~1.23% (표10), ‘을’에서는 1.89~3.03% (표12), ‘병’에서는 1.43~2.63% (표14)

- 같은 예냉실 안에서도 차이가 많은 개체별 소도체 예냉감량비율을 어떻게 최소화할 수 있을지에 고민해야 함.

※ 예를 들자면, 어느 도축일에 예냉감량비율 최소값이 1.31%이었고 최대값은 2.12%이었다는 것은 어느 도체의 감량은 1.31%이었고 또 다른 도체의 감량은 2.12%(최소-최대 차이, 0.81%)이었다는 것임

- 이 수치에 2016년 6월 와 평균도체중 390kg을 적용하면 감량 차이가 3.16kg이고 이에 전국 평균단가 18,084원/kg(2016년6월

기준)를 적용하면 57천원의 차이로 계산됨

※ 같은 예냉실에서도 개체에 따라 소 값의 경제적 가치에 최대 57천원의 변동이 있을 수 있다는 것임

○ 본 연구결과의 활용

- 본 연구 결과를, 생산자나 중도매인(지육구매자) 모두에게 이득이 되지 않는 예냉감량 자체를 경감시키는 데에 관련업계에서 많은 관심을 갖도록 문제 제기하는 데에 활용

※ 예냉감량은 어느 한쪽이 이익을 보고 다른 한 쪽은 손해를 보는 제로섬 (Zero Sum) 게임 종류가 아니고, 공동의 이익을 위하여 타파하여야 하는 공동의 숙제임

- 소매점에서 식육을 사고팔 때에 거래당사자가 보는 앞에서 식육의 중량을 저울로 계근하고 가격표를 붙이듯이, 도매시장 상장경매에서도 상장 직전에 측정된 냉도체중을 경매에 적용하도록 관계요로에 적극 건의하는 바임

※ 실질적인 냉도체중이 상장경매에 적용되면, 거래 쌍방이 예냉감량에 많은 관심을 갖게 될 것이기 때문임

2. 예냉감량의 현장적용 상황에 대한 설문조사 결과

□ 설문조사 결과 (Q12-2) 요약

○ 설문조사 결과, 공판장 7개소에서 적용하는 감량은 평균 6.5kg, 도매시장 4개소에서는 4.9kg, 일반도축장 9개소에서는 6.1kg의 감량을 그리고 나머지 일반도축장 5개소는 평균 1.4%의 감량비율을 적용한다고 응답하였음

<u>구분</u>	<u>적용 예냉감량</u>
공판장(7개소)	6.7kg (5.0~8.0 kg)
도매시장(4개소)	4.9kg (4.5~6.0 kg)
일반도축장 (9개소)	6.1kg (4.0~8.0 kg)
<u>일반도축장 (5개소)</u>	<u>1.4% (1.0 ~ 1.8 %)</u>
계 23개소	

- 전국 일반(이용) 도축장에서의 예냉감량 적용 현황
- 이용도축장에서의 예냉감량 적용 여부는 현재까지는 아무도 관심을 갖지 않았다고 해도 과언이 아님
 - 도체중은 이용도축된 지육을 제3업소에 납품하는 경우에 거래 명세 자료로만 쓰일 뿐임
 - ※ 도체중은 축산물등급판정확인서에 기재되어 발급됨
 - 또한 납품받는 업소에서는 지육(2분체)을 4분체로 하여 배송되기 때문에 정확한 도체중을 측정하기는 어려웠음
- 이용 도축된 지육을 거래하는 식육 업소에서는 예냉감량 경감 노력을 크게 환영할 것으로 기대함
 - 식육 관계자들은 예냉감량이 수익과 직결됨을 알고 있음

[표 37] 도축장(유니트클러 유형)별 예냉감량비율 차이에 따른 예냉감량 손실액 차이 비교

도축장	요일	성별	냉도체중 진구평균(kg)	예냉감량 비율 (%)	감량 (kg)	2016.6.월 평균가격 (원)	평균 소1두값 (원)	감량손실 액 (두당, 원)	예냉감량 비율차이 (감-올또는평) (%)	예냉감량비율 차이로인한 도체증차이(kg)	예냉감량비율 차이에따른 가격득실 (원/두)	
갑 (3형)	주말	알	347	2.220	7.703	17,746	6,157,862	136,705	0.350	1.215	21,553	
		거세	434	1.970	8.550	19,683	8,542,422	168,286	0.320	1.389	27,336	
		전체	390	2.060	8.034	18,084	7,052,760	145,287	0.310	1.209	21,864	
	주중	알	347	1.870	6.489	17,746	6,157,862	115,152	0.000	0.000	0	
		거세	434	1.650	7.161	19,683	8,542,422	140,950	0.000	0.000	0	
		전체	390	1.750	6.825	18,084	7,052,760	123,423	0.000	0.000	0	
	을 (2-2형)	주중	알	347	2.010	6.975	17,746	6,157,862	123,773	-0.140	-0.486	-8,621
			거세	434	1.750	7.595	19,683	8,542,422	149,492	-0.100	-0.434	-8,542
			전체	390	1.960	7.644	18,084	7,052,760	138,234	-0.210	-0.819	-14,811
		별 (2-2형)	알	347	1.710	5.934	17,746	6,157,862	105,299	0.160	0.555	9,853
			거세	434	1.480	6.423	19,683	8,542,422	126,428	0.170	0.738	14,522
			전체	390	1.590	6.201	18,084	7,052,760	112,139	0.160	0.624	11,284

3. 예냉감량 경감 노력의 경제적 가치

- 조사 3개도축장에서 예냉감량 경감 노력의 경제적 가치
 - 3개 도축장 예냉실에서의 예냉감량 평균 및 표준편차는 표36에 보이고 있는데, 각 도축장이 1편차만큼의 예냉감량을 경감시키는 데 성공한다면 그 경제적 가치는 막대함
 - 예냉감량 경감 성공시의 경제적 가치(1일 기준)는
 - ‘갑’도축장 1일 5,353천원, 1년(250일 기준) 1,338백만 원
 - ‘을’도축장 1일 1,168천원, 1년(250일 기준) 292백만 원
 - ‘병’도축장 1일 677천원, 1년(250일 기준) 169백만 원

[표 38] 각 도축장에서 1편차만큼 예냉감량 경감 성공시의 경제적 가치 (1일 기준)

도축장	1편차 (%)	1일 도축두수	총 지육중량 (kg)	경감 중량 (kg)	경감 금액 (원)
갑	0.253	300	117,000	296	5,353,045
을	0.414	40	15,600	65	1,167,937
병	0.48	20	7,800	37	677,065

- 주 1) 지육중량 390kg/두 적용
- 2) 지육단가 18,084원/kg 적용

- 전국 도축장에서 경감 성공 시 경제적 가치
 - 전국 도축장 72개소는 대규모 17개소, 중규모 18개소, 소규모 37개소로 분류할 수 있음 (표3 참조)
 - ‘갑’도축장이 대규모, ‘을’도축장이 중규모, ‘병’도축장이 소규모로 분류되므로 이를 전국에서 얻을 수 있는 경감 총액은 연간 342억5천5백만 원으로 계산됨

[표 39] 전국 도축장에서 얻을 수 있는 경감액 총액

구분	개소수	1년 경감액/개소 (백만 원)	전체 계 (백만 원)
대규모	17	1,338	22,746
중규모	18	292	5,256
소규모	37	169	6,253
전국계			34,255

제5절 이상적 예냉조건 도출 및 제도 개선방안

1. 이상적 예냉조건 도출

가. 예냉실 구조

(1) 예냉실의 크기

- 예냉실의 크기는 도축라인의 도축속도에 따라 결정해야 함
- 예냉실에 온도체가 입고되기 시작하여 입고 완료되기 까지 1시간 반이 경과하지 않아야, 소도체 간의 냉각속도 차이를 최소화한 상태에서 예냉실 운용조건을 조절할 수 있음
 - ※ 도축속도가 시간당 30두인 도축장은 예냉실의 크기를 50두 규모로 할 때에, 예냉실의 열효율을 극대화할 수 있음
- 도축속도를 고려하여 예냉실의 크기를 정할 필요가 있음
 - ※ ‘갑’과 ‘을’예냉실은 거의 같은 크기인데, ‘갑’의 경우는 입고완료까지 90분이 소요되지만, ‘을’은 5~6시간 소요되어서, 소도체 심부온도의 냉각속도와 온도프로파일에서 개체 편차가 클 수밖에 없음

(2) 유니트쿨러의 부착위치

- 유니트쿨러의 천정부착식(3형)과 측면부착식(2형)의 우열을 가리지

못했음

- 예냉실은 뜨거운 40℃ 온도체를 5℃ 이하로 냉각시킴에 있어서 부하열을 능가하는 냉각용량만 보유하고 있다면, 유니트쿨러의 부착 방식(측면2형 또는 천정3형)은 크게 문제가 되지 않았음
 - 유니트쿨러 2-2형의 ‘을’예냉실에서 고내 온도평형과 풍속의 평형이 단시간 내에 이루어졌으며, 3형인 ‘갑’예냉실에서도 고내 온도와 풍속 값의 차이가 적기에 평형이 이루어졌었다고 할 수 있음
 - ※ 3형의 ‘갑’예냉실에서는 도체 앞뒤(등과 배)의 온도차이가 확인되었지만, 유니트쿨러 기능 상의 차이인지 운용상의 차이인지 규명하지 못했음

(3) 유니트쿨러 간의 거리

- 유니트쿨러 두 개가 마주보는 유형2-2의 경우, 적절한 거리가 필요함
- 맞은 편 유니트쿨러에서 부는 냉풍이 중간 위치에서 서로 충돌하지도 않아야하고 또한 거리가 너무 멀어 서로 부딪히지 않아서도 안 됨
 - 예냉실 중앙의 천정에서 맞바람이 부딪히면서 풍향이 아래로 바뀌되 서로 공기흐름이 방해하지 않고 풍향만 아래로 바뀌게 하는 고도의 기술이 필요하다고 하겠음
 - 유니트쿨러 간의 거리가 너무 멀어서 냉풍이 중간위치에서 부딪치지 않는다면, 이 자리는 공기흐름의 사각지대가 될 수 있음
 - ※ 유형 2-2형인 ‘을’예냉실의 경우, 유니트쿨러 간의 거리는 15m이었는데, 도체주변 풍속과 온도를 측정한 결과 공기흐름은 방해받지 않은 것으로 보이므로 충분한 거리로 보임

(4) 유형 2-2에서 유니트쿨러 송풍구의 방향에 대한 새로운 제안

- 유니트쿨러 두 개를 서로 마주보게 하지 말고, 같은 방향으로 송풍 제안
 - 유니트쿨러를 양쪽벽면에 설치하지 않고 두 번째 유니트쿨러를 예냉실의 중간 천정에 설치하되 풍향을 같은 방향으로 조정
 - 예냉실의 길이가 긴 경우에 맞은편의 벽에 유니트쿨러를 부착시켜 양쪽 벽에서 중앙의 천정을 향해 강풍을 송풍하는데, 이때 유니트쿨러에서의 송풍속도가 상당히 높아야할 것이므로 전력소모가 클 것임.
 - 그러므로 유니트쿨러를 양쪽벽면에 설치하지 않고 두 번째 유니트쿨러를 예냉실의 중간 천정에 설치하되 풍향을 같은 방향으로 조정한다면 유니트쿨러 송풍속도를 조금은 낮출 수 있을 것으로 보임
 - 송풍속도를 낮추면, 전력 소비량과 예냉감량을 줄일 수 있음
- ※ 과도한 풍속은 도체의 수분증발을 촉진시켜 예냉감량을 증가시킴

나. 예냉실 운전 방식

(1) 주중 도체 냉각속도

- 사후 3시간째는 더 높되 사후 15~17시간째는 더 낮은 심부온도를 권장함
- ‘병’예냉실의 소도체 등심심부온도는 ‘갑’예냉실보다 사후 3시간째에 0.7℃ 더 높았으며 사후 7시간째~사후18시간째의 예냉기간 중에는 0.5℃ 정도 더 낮게 유지되었는데, ‘병’이 ‘갑’보다 낮

- 은 예냉감량을 보였음
- 조사된 3개 예냉실에서의 온도프로파일을 분석해보니, 쇠고기를 질기게 하는 ‘저온단축’현상 유발 온도는 피하고 있었음
 - ※ 3개 예냉실 모두, 사후 10시간이 경과되기 전에 도체심부온도를 10℃ 이하로 낮추지 않기를 권고하는 ‘10-10 룰’을 준수하고 있었음

(2) 주말 도체 냉각속도

- 주중도체 21시간-냉각방식을 사용 후 추가 48시간동안 온도평형 유지
- 주중도체 21시간 냉각방식을 사용하여 도체 심부온도를 5℃ 이하로 소도체를 냉각시킨 후 추가적인 48시간동안은 온도평형방식 도입을 권장함
- 또 다른 냉각속도인 69시간-완만 예냉을 조사해보지는 못했지만, ‘갑’예냉실에서의 추가 48시간 예냉기간 동안 추가 감량 0.31%p는 고무적임
- 예냉실에서 하룻밤 냉각시킨 다음, 도체를 온도평형실(equalizing room)로 이동시켜 냉장 보관하는 방식을 권장하는 경우도 있지만, 이 경우에는 고내 온도의 변화를 주의해야 함
- ‘갑’예냉실에서는 같은 예냉실에서 예냉과 온도평형을 둘 다 수행하여도 무방한 것으로 나타났음

(3) 예냉실 상대습도 유지관리

- 오후 시간대 예냉실 상대습도가 높을수록 예냉감량 적음

- 도축 당일 예냉실의 오전과 오후 시간대의 상대습도가 높을수록 예냉감량이 적게 발생하는 상관관계가 입증되었음
- 오전 시간대의 상대습도는 입고 초기에 소도체가 뿜어내는 수분을 잘 유지하는 것만으로도 충분할 것이나, 오후 시간대의 예냉실 상대습도는 인위적으로 높여주는 방도 마련 필요함

(4) 목표 출고 심부온도 설정

- 예냉실 출고시의 소도체 등심 심부온도는 3~5℃가 적당
- 예냉실 출고시의 소도체 등심심부온도를 3℃이하로 낮출 경우, 3~5℃ 출고시보다 예냉감량비율이 높아졌음
- 반대로 출고 심부온도를 5℃ 이상으로 조정하는 경우에 예냉감량이 더 경감될 지는 통계적으로 입증되지 않았음
- 3개 예냉실 모두, 사후 10시간이 경과되기 전에 도체심부온도를 10℃이하로 낮추지 않기를 권고하는 ‘10-10 룰’을 준수하고 있었음
- ※ 등심심부온도 5℃이하 유지는 냉장유통의 기본이며, 축산법에 의한 소도체등급판정세부규정의 준수사항임

□ 목표 출고 심부온도 이하로 과냉시키지 않도록 각별히 유의

- 목표 출고 심부온도로 예냉시키는 과정에서 소도체의 심부온도가 목표 출고온도 이하로 내려가지 않도록 주의해야 함
- ‘을’예냉실의 경우 17~19시간째에 이미 목표 온도(3℃)이하로 냉각되었으므로 그 이후에는 고내온도를 높여서 도체 품온이 3℃

이상으로 상승하도록 한 것으로 분석됨

- ※ 이 경우 도체표면에 수증기가 응축되므로 도체 표면의 지방이 축적
해져 해당 도체 구매자는 도체가 예냉이 불충분한 것으로 여겨 불만
제기를 할 뿐만 아니라, 도체의 예냉감량이 증가했을 소지가 있음

다. 도축공정 피복지방 부착상태 관리

(1) 박피공정

□ 박피공정 상 피복지방 훼손 최소화 필요

- 피복지방 훼손정도가 적을수록, 예냉감량이 감소(‘병’에서 $r=0.26$, $p=0.09$)하거나 예냉감량비율이 감소(‘갑’에서 $r=0.14$, $p=0.08$)하는 경향을 보였음
- 그러므로 도축 박피공정에서 피복지방이 가죽에 붙어서 떼어져 나가지 않도록 세심한 주의를 기울일 필요가 있음

(2) 지방트리밍

□ 도체 이분할~세척 공정에서 지방트리밍 최소화 필요

- 설문조사 결과, 우둔, 양지, 목심 부위에서 지방트리밍 응답률이 높았음
- 도매시장/공판장에서는 일반 도축장과 비교해 트리밍 양이 많았음
- 도매시장/공판장의 92%에서 신지방을 절반이상 트리밍하였고, 일반도축장의 67%에서는 신지방을 절반정도 트리밍하였음

(3) 피복지방에 대한 종합의견

□ 피복 지방에 대한 견해를 달리할 필요가 있음

- 피복지방도 지육의 일부분이기 때문에 피복지방을 떼어내면 그

만큼 도체중은 감소하게 되는 것임

※ 그럼에도, 지금까지는 피복지방은 쇠고기 분할·정형 시 제거하는 것이므로 도축공정에서 미리 제거된다고 할 때에 이의를 제기할 명분이 없었음.

○ 피복지방의 존재가 도체의 예냉감량을 경감시키는 데에 일조하므로, 도축공정 중 박피공정 및 지방트리밍 공정에서 피복지방의 훼손을 최소화하도록 요청해야 함.

- 그러나, 신지방은 예냉감량 경감에 전혀 영향을 미치지 않으므로, 신지방은 완전히 제거하는 편이 도체 예냉효율 측면에서 볼 때 바람직함

2. 제도 개선 방안

가. 주말도체의 예냉감량에 대한 인식전환 홍보

— < 주말도체 기피로 인한 도축 및 가공 산업 폐해 > —

- ① 소도축이 금요일에는 거의 없으므로, 주4일 근무형태에 가까움.
- ② 도축물량이 주5일로 분산되지 않고 주4일에 집중됨으로써 1일 처리물량이 늘어나게 되어 오히려 투입인력 증가가 요구됨
- ③ 평일 처리 물량 보관 시설물의 수용능력 증대가 요구됨
- ④ 이와 같은 비효율적 시설 및 인력 운용은 한우고기 생산원가 상승 및 한우고기의 가격경쟁력을 약화시키는데 일조

○ 개요: 2000년도이후 지난 16년 동안 금기시되어 온 주말도체(금요일 도축, 월요일 출고)의 예냉감량비율 증가폭이 고작 0.31%p

(1.75%→2.06%)에 불과함을 출하농가와 중도매인에게 널리 홍보하여 금요일 도축 정상 진행 유도

- 홍보주체: 전국한우협회
- 홍보대상: 도매시장/공판장 출하 한우사육농가 및 도매시장 중도매인 등
- 홍보내용: 소도체를 하룻밤이 아닌 사흘 밤을 예냉하여도 하룻밤 예냉 동안 발생한 감량에 비교할 때 그동안 우려한 만큼 크게 늘지 않았음(예냉감량 6.77kg→7.89kg, 1.12kg 증가)을 홍보

나. ‘도축장 HACCP 운용 적정성 조사표’에 평가항목 반영

- 개요: 농가가 생산하는 한우라는 상품의 품질과 중량을 최적으로 유지 및 보호받기 위해서, 도축장은 한우 지육을 품질과 중량 면에서 잘 관리해줄 것을 도축장경영자에게 요청하는 의미에서 정부에서 실시하는 ‘도축장 평가항목’에 지육의 심부온도와 예냉감량 관리항목을 추가할 것을 건의
- 건의주체: 전국한우협회
- 건의대상: 농림축산식품부
- 건의내용: 평가표의 내용 중 다음의 평가항목을 개정할 것을 건의함

[건의서] “2016년도 HACCP운영 적정 조사 평가표” 개정 건의서

“2016년도 HACCP운영 적정 조사 평가표” 개정 건의서 (농림축산식품부/농림축산검역본부)		
현행	개정(안)	개정사유
Ⅲ. 도축장 HACCP운영 내용 평가(70점) 1. 선행요건 프로그램(30점) 1-1. 소·돼지 등 포유류 도축장 가. 작업장 관리 1. 작업장 관리 기준서 제23항(냉장·냉동설비) 가) 냉장·냉동실은 문을 열지 않아도 온도를 알아 볼 수 있는 온도계를 외부에 설치하였는가? 나) 냉장·냉동실 안의 현수 시설은 도체가 서로 닿지 아니하는 간격으로 설치하였는가?	Ⅲ. 도축장 HACCP운영 내용 평가(70점) 1. 선행요건 프로그램(30점) 1-1. 소·돼지 등 포유류 도축장 가. 작업장 관리 1. 작업장 관리 기준서 제23항(냉장·냉동설비) 가) 냉장·냉동실은 문을 열지 않아도 온도를 알아 볼 수 있는 온도계를 외부에 설치하였으며, 예냉실에서 냉각 중인 지육에 대하여 1두 이상 지육의 심부온도를 외부에서 모니터링할 수 있는가? 나) 냉장·냉동실 안의 현수 시설은 도체가 서로 닿지 아니하는 간격으로 설치하였으며, 예냉실 입·출구에 지육중량 계근기를 설치하여 지육의 예냉감량을 적절하게 관리하고 있는가?	예냉실에서 지육의 품질 개선과 중량감소 저감을 위하여, 예냉 중인 소·돼지 지육에 대하여 심부온도 변화 모니터링 등의 지육의 품질관리가 필요함 예냉 중 지육의 중량 감소를 저감하기 위하여, 지육의 예냉실 출입전후의 도체중을 비교하면서 예냉조건 관리가 필요함

○ 2차 건의내용: 상기 1차 건의내용 “제23항(냉장·냉동설비)의 개정” 이 불가능할 경우, 가점 항목으로 다음의 평가항목을 추가할 것을 건의함

[건의서] “2016년도 HACCP운영 적정 조사 평가표” 개정 2차 건의서

현행	개정(안)	개정사유
가점 적용하는 다른 항목이 있음 ※ 가점항목 추가를 매년 검토함	[2017년도 도축장 예냉실 감량실태 평가표 (1점 이내 가점)] □ 도축후 예냉실에서 예냉되는 소·돼지 지육의 중량감소를 저감하기 위하여, 예냉실 입·출구에 지육중량 계근기를 설치하여 지육의 예냉감량을 적절하게 관리하고 있는가? 1. 예냉실 입·출구 지육중량 계근기 설치(0.5점) 2. 지육의 예냉감량 사후기록관리(0.5점)	예냉 중 지육의 중량 감소를 저감하기 위하여, 지육의 예냉실 출입전후의 도체중을 비교하면서 예냉조건 관리가 필요함

다. ‘우수축산물브랜드 인증, 한우 브랜드 배점 기준표’ 개정

- 개요: 우수축산물(한우)브랜드로 인증 받으려면, 한우 지육을 품질과 중량 면에서 잘 관리하는 도축장을 높은 비율로 이용하도록 ‘우수축산물브랜드 인증’을 위한 축종별 심사 기준 중 ‘한우 브랜드 배점 기준표’에 지육의 심부온도와 예냉감량 관리항목을 추가할 것을 건의
- 건의주체: 전국한우협회
- 건의대상: 농림축산식품부
- 건의내용: 2016년도 ‘우수 축산물 브랜드 인증’을 위한 ‘축종별 심사 기준’ 중 「한우 브랜드 배점 기준표」를 다음과 같이 개정할 것을 건의함

[건의서] 우수축산물 브랜드 인증 ” 한우 브랜드 배점 기준표 “ 개정 건의서

우수축산물 브랜드 인증 “한우 브랜드 배점 기준표” 개정 건의서 (농림축산식품부/한국소비자연맹)		
현행	개정(안)	개정사유
구분 : 위생안전관리 항목 : 도축장 HACCP이용 평가기준 : 상등급 도축장 이용률 여부 ○ 상등급 도축장 이용률 : 여 (3점) ○ 상등급 도축장 이용률 : 부 (0점)	구분 : 위생안전관리 항목 : 도축장 HACCP이용 평가기준 : 상등급 도축장 이용률 여부 ○ 상등급 도축장 이용률 : 여 (1점) ○ 상등급 도축장 이용률 : 부 (0점)	도축장에서 HACCP 운용이 보편화됨에 따라 이제는 축산물 우수성을 증진시킬 수 있는 예냉실 지육 품질관리를 강조할 때가 되었음
신설	구분 : 기타(지육 품질관리) 항목 : 도축장 예냉실 관리 평가 평가기준 : 예냉실 지육 온도관리 여부 (1점) ○ 예냉실 지육 심부온도 모니터링: 여 (1점) ○ 예냉실 지육 심부온도 모니터링: 부 (0점)	- ‘위생안전관리/도축장 HACCP이용/상등급 도축장 이용률 여부’에 대한 배점 3점을 1점으로 축소 - ‘기타(지육 품질관리)/도축장 예냉실 관리 평가/예냉실 지육 온도관리 여부’ 1점 배정
신설	구분 : 기타(지육 품질관리) 항목 : 도축장 예냉실 관리 평가 평가기준 : 지육 예냉감량 저감노력 여부(1점) ○ 지육의 예냉감량 사후기록관리: 여(1점) ○ 지육의 예냉감량 사후기록관리: 부(0점)	- ‘기타(지육 품질관리)/도축장 예냉실 관리 평가/지육 예냉감량 저감노력 여부’ 1점 배정

라. 도매시장 상장경매 직전 계근한 냉도체중으로 경매

- 개요: 경매 직전에 계근한 냉도체중으로 상장 시에는 경매위탁자인 한우농가나 지육구매자인 중도매인 간에 지육중량의 많고 적음에 대한 의혹이 해소되어 공정하고 명량한 상거래 문화가 발달할 것임

- 건의주체: 전국한우협회
- 건의대상: 도매시장/공판장 개설자
- 건의내용: 식육의 소매단계 거래에서도 당사자 입회하에 계근한 중량으로 매매하듯이, 도매시장에서도 경매직전에 계근한 냉도체중으로 경매할 것

마. 도축공정 중 박피 및 지방트리밍 공정 전국통일 요청

- 개요: 도축장마다 소도체 피복지방부착/신지방제거 정도가 조금씩 달라서, 일부 도축장의 지육률에 대한 의혹이 한우농가에서 계속 발생하므로, 지육률에 영향을 주는 박피 및 지방트리밍 공정에 대한 전국 통일 매뉴얼 필요
- 건의주체: 전국한우협회
- 건의대상: 한국축산물처리협회
- 건의내용: 도축장 간의 지육률 적용에 불필요한 혼선과 경쟁을 미연에 방지하기 위해서, 전국 통일된 작업매뉴얼을 마련하여 전국 도축장에 적용 요청

바. 도축장의 주말 사용 전기료의 농업용 적용 건의

- 개요: 금요일 도축분에 대한 냉장보관으로 인하여 도축장의 전기 사용량이 증가하므로 전기료 상승에 따른 도축장의 경영부담완화 대책 마련 필요
- 건의주체: 한국축산물처리협회와 전국한우협회 공동 건의
- 건의대상: 농림축산식품부 및 한국전력 등

- 건의내용: 도축장 주말 사용 전기료는 농업용으로 인정

사. 예냉감량 경감을 위한 컨설팅 지원사업 수립 건의

- 개요: 중규모 및 소규모 도축장에게 예냉감량 개선을 독자적으로 추진할 기술 및 인력이 부족한 실정이므로 외부전문가로부터의 컨설팅이 필요함
- 건의주체: 한국축산물처리협회/전국한우협회 공동 건의
- 건의대상: 농림축산식품부
- 건의내용: 중소규모 도축장이 예냉감량 경감 컨설팅을 받을 수 있도록 재정적 지원사업을 정부에 건의

제 4 장 결론

국내 한우도축장 예냉감량 실태조사 연구를 수행하였고 추가적으로 예냉감량 비율에 영향을 주는 요인에 대하여 조사를 한 본 연구조사의 결과를 종합해 보면 아래와 같음

- ‘갑’ 도축장에서는 예냉감량비율이 평균 1.84%를 기록하였는데, 계절별(1, 2, 3회차) 예냉감량비율 LS-평균값은 서로 차이가 있었으며 (1.96%, 2.03%, 1.82%), 요일별로는 주중 도축분은 1.77%이었으며, 주말 도축분은 2.09%로서 주중도축분의 것보다 유의적으로 높았지만 그 차이는 0.32%p에 불과하였음
 - 같은 날 도축하여 동일한 예냉실 안에서 예냉한 소도체에서도 예냉감량비율의 최소-최대 차이가 0.8%p나 발생하는 점을 감안한다면 금요일 도축을 기피할 이유가 없음

- ‘을’ 도축장에서는 예냉감량비율이 평균 1.96%를 기록하였는데, 계절별(1, 2, 3회차) 예냉감량비율 LS-평균값은 1회차 1.62%, 2회차 2.05%, 3회차 2.22%로서 계절이 바뀌면서(11월→ 5월→ 6월) 계속 상승하였는데 매번 유의성 있는 차이를 보였음.

- ‘병’ 도축장에서는 예냉감량비율이 평균 1.59%를 기록하였는데, 계절별(1, 2, 3회차) 예냉감량비율 LS-평균값은 회차가 진행 (1.47%, 1.36%, 1.99%)되면서 성별에 따라 상이한 반응을 보였으며, 육질등급에도 일정한 영향을 받지 않았음

- 전체적으로 볼 때 성별에서도 암소가 거세수소보다 높은 예냉감량 비율을 보였고, 육질등급이 낮아질수록 예냉감량비율이 높아지는 경향을 보였으며, 출고온도는 3~5℃가 적정하며 3℃ 미만으로 내려갈 경우 예냉감량비율이 높아지는 경향을 보였음
- 도축물량이 안정되어있는 ‘갑’ 도축장의 경우 계절(여름, 늦가을, 늦봄)에 영향을 받지 않는 않았지만, 도축물량의 변동이 있는 ‘을’ 과 ‘병’ 도축장의 경우 동절기(11월,2월,4월)에서 초여름(6월)으로 계절이 바뀔에 따라 예냉감량비율이 높아졌다고 할 수 있음
- 예냉실 또는 유니트쿨러 유형 간에 예냉감량 손실액을 비교하는 것은 의미가 크지 않고, 같은 예냉실 안에서도 차이가 심한 개체별 소도체 예냉감량비율 편차를 어떻게 하면 최소화할 수 있을지에 대해 고민해야 함
 - 즉, 같은 예냉실에서도 현수위치에 따라 예냉감량 발생정도가 차이가 있을 수 있는데, 최소-최대 예냉감량 차이 3.16kg의 경제적 가치는 57천원으로 환산될 수 있음
- 3개도축장 모두 “10-10 룰” 에 저축되지 않는 것으로 확인됨에 따라, 국내도축장에서의 예냉 조건으로는 한우고기를 질기게 만들 수 있는 ‘저온단축’ 현상은 우려하지 않아도 되겠음
- 예냉기간 중에 도체 등심심부온도의 하강속도를 조정함에 있어서, 사후 3~4시간동안은 더 높게 유지하고 사후15시간이후부터

는 더 낮게 유지하는 ‘온도 프로파일’ 이 바람직한 것으로 판단되었으며, 이 때 주의할 점은 목표 출고 온도이하로 소도체를 냉각시켰다가 품온을 다시 상승시키는 우를 범하지 않아야 한다는 것임

- 피복지방의 존재가 도체의 예냉감량을 경감시키는 데에 일조하므로, 도축공정 중 박피공정 및 지방트리밍 공정에서 피복지방의 훼손을 최소화하려는 노력이 필요함

본 연구에 참여한 소수의 도축장 예냉실 유니트쿨러 일부 유형의 예냉감량비율 평균값으로부터 전국 도축장이 갖고 있는 유니트쿨러의 유형별 예냉감량 손실액을 추정하는 것은 무리가 있다고 판단됨

같은 도축장의 같은 예냉실에서 같은 날 예냉을 하는 소도체 간에도 예냉감량비율에 차이가 있다는 것은 예냉실의 현수위치마다 다른 풍속 및 고내온도에 기인하는 바가 있으므로, 각 도축장에서는 예냉실의 예냉조건 편차 줄이기에 세심한 관심이 요구됨

그러기 위해서 전국의 도축장에서는 자체적으로 예냉실별 예냉조건을 정밀조사하고 실제 개체계근 조사를 실시하여 최상의 예냉실 운용조건을 도출해 낼 것을 권유함

전국 도축장이 조금씩 노력하여 1편차만큼의 예냉감량을 경감시키는 데 성공한다면 그 경제적 가치는 막대하여, 경감액 총액은 연간 342억 5천5백만 원에 달할 것으로 예상됨

참고문헌

1. Bowater, F. J., Eng, C. and Meche, M. I. 1997. Economics of meat chilling and freezing. In Proceedings of the institute of refrigeration. London, England. pp. 1-11.
2. Bowater, F.J. 2001. Rapid carcass chilling plants compared to conventional systems. Accessed March 29, 2015.
<http://www.fjb.co.uk/wp-content/themes/fjb/publications/Rapid%20Carcass%20Chilling%20vs%20Conventional.pdf>
3. Brown, T., Richardson, R. I., Wilkin, C. A. and Evans, J. A. 2009. Vascular perfusion chilling of red meat carcasses: A feasibility study. *Meat Sci.* 83(4): 666-671.
4. Calkins, C. R., Savell, J. W., Smith, G. C. and Murphey, C. E. 1980. Quality-indicating characteristics of beef muscle as affected by electrical stimulation and postmortem chilling time. *J. Food Sci.* 45(5): 1330-1332.
5. Cliplef, R. L., McKay, R. M. and Rahnefeld, G. W. 1989. Effect of weight and fat cover on chilling rate of conventionally processed steer and heifer carcasses. *Can. J. Anim. Sci.* 69(1): 261-263.
6. CSIRO. 1991. Production of chilled meat for export. CSIRO Australia. Division of Food Processing. pp. 39-53.
7. Davey, L. M. and Pham, Q. T. 2000. A multi-layered two-dimensional finite element model to calculate dynamic product heat load and weight loss during beef chilling. *Int. J. Refrig.* 23(6): 444-456.
8. Ellen, T. P. and Carol, H. 2000. Collecting evaluation data: surveys. University of Wisconsin-Extension. Program Development and Evaluation. G3658-10. pp. 1-28.
9. Gigiél, A. and Collett, P. 1989. Energy consumption, rate of cooling and weight loss in beef chilling in UK slaughter houses. *J. Food Eng.* 10(4): 255-273.

10. Gray, G. D., Moore, M. C., Hale, D. S., Kerth, C. R., Griffin, D. B., Savell, J. W., Raines, C. R., Lawrence, T. E., Belk, K. E., Woerner, D. R., Tatum, J. D., VanOverbeke, D. L., Mafi, G. G., Delmorell, R. J., Shackelford, S. D., King, D. A., Wheeler, T. L., Meadows, L. R. and O' Connor M. E. 2012. National beef quality audit-2011: Survey of instrument grading assessments of beef carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 90(13): 5152-5158.
11. Hippe, C. L., Field, R. A., Ray, B. and Russell, W. C. 1991. Effect of spray-chilling on quality of beef from lean and fatter carcasses. *J. Anim. Sci.* 69(1): 178-183.
12. Kastner, C. L. 1981. Livestock and meat: Carcasses, primals and subprimals. In Finner, E. E.(Ed.) *CRC handbook of transportation and marketing in agriculture. Food commodities (Vol.1)*. Boca Raton, FL. USA:CRC Press. Inc.
13. Kim, Y. H. B., Stuart, A., Nygaard, G., and Rosenvold, K. 2012. High pre rigor temperature limits the ageing potential of beef that is not completely overcome by electrical stimulation and muscle restraining. *Meat Sci.* 91(1): 62-68.
14. Koh, K. C., Bidner, T. D., McMillin, K. W. and Mill, G. M. 1987. Effects of electrical stimulation and temperature on beef quality and tenderness. *Meat Sci.* 21(3):189-201.
15. Kristensen, L., Støier, S., Würtz, J. and Hinrichsen, L. 2014. Trends in meat science and technology: The future looks bright, but the journey will be long. *Meat Sci.* 98(3): 322-329.
16. Leising, J. and Tuma, H. 1972. Meat Shrinkage. Conference: Cattlemen' s Day, 1972. Kansas State University, Mangattan, KS, May 5. pp. 83-85.
17. Mallikarjuna, P. and Mittal, G. S. 1998. Effects of process parameters on beef carcass chilling time and mass loss predictions using a finite element heat and mass transfer model. *J. Muscle Foods.* 9(2): 75-89.

18. Prado, C. S. and Felicio, P. E. 2010. Effects of chilling rate and spray-chilling on weight loss and tenderness in beef strip loin steaks. *Meat Sci.* 86(2): 430-435.
19. Razminowicz, R. H., Kreuzer, M. and Scheeder M. R. L. 2008. Effect of electrical stimulation, delayed chilling and post-mortem aging on the quality of *M. longissimus dorsi* and *M. biceps femoris* of grass-fed steers. *J. Sci. Food Agric.* 88(8): 1344-1353.
20. Sampaio, G. S. L., Pflanze-Júnior, S. B., Roça, R. O., Casagrande, L., Bedeschi, E. A., Padovani, C. R., Miguel, G. Z., Santos, C. T., Girão, V. C., Miranda, Z. B. and Franco, R. M. 2015. Effects of polyethylene film wrap on cooler shrink and the microbial status of beef carcasses. *Meat Sci.* 100: 164-170.
21. Savell, J. W. 2012. Beef carcass chilling: Current understanding, future challenges. National Cattlemen's Beef Association U.S. White Paper pp. 1-12.
22. Savell, J. W., Mueller, S. L. and Baird, B. E. 2005. The chilling of carcasses. *Meat Sci.* 70(3): 449-459.
23. The European Parliament and the Council of The European Union. 2004. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004: Laying down specific hygiene rules for on the hygiene of foodstuffs. Accessed May 28, 2012.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:EN:PDF>.
24. USDA-FSIS. 1996. Cooling and chilling requirements for raw meat and poultry. Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems; Final Rule. pp. 38856-38858.
25. Zhu, L., Gao, S. and Luo, X. 2011. Rapid chilling has no detrimental effect on the tenderness of low-voltage electrically stimulated *M. longissimus* in Chinese bulls. *Meat Sci.* 88(3): 597-601.

26. 농림축산식품부. 2015. 도축장경영자의 준수사항. 축산법 시행규칙. 제 43조
27. 농림축산식품부. 2015. 통계정보:도축실적.
<http://www.qia.go.kr/livestock/clean/listTcsjWebAction.do?clear=1#this>
28. 백정경. 2000. *예냉조건이 소도체의 예냉감량에 미치는 영향*. 석사논문. 고려대학교. 서울.
29. 이성주. 2004. 축산물의 냉동시스템. 대한설비공학회, 설비저널. 33(7): 33-37.
30. 지인배, 허덕, 이용건. 2013. *도축장 구조조정 방안 연구*. 한국농촌경제연구원. pp. 1-125.
31. 축산물품질평가원. 2016. 소도체 등급판정 항목별 평균(전체).
<http://www.ekapepia.com/>

부 록

1. 설문지
2. 작업장별 도체 현수 위치

<부록1> 설문지

「국내 한우도축장 예냉감량 실태조사 연구」

조사서

- 우리 (주) 한국육류연구소는 한우자조금관리위원회에서 발주한 “국내 한우도축장 예냉감량 실태조사 연구” 를 수행하고 있습니다.
- 연구목적은 국내 한우도축장의 예냉조건 및 예냉감량에 대한 실태조사를 통하여 예냉감량 원인 규명, 표준감량표 개발, 규모별 예냉조건 도출, 예냉감량 경감방안 등을 제시하여 한우산업과 도축산업의 수익향상에 기여하고자 함입니다.
- 조사된 자료는 연구목적 이외의 용도로는 사용되지 않습니다.

2016. 1.

(주) 한국육류연구소 대표 고 경 철

(435-010) 경기도 군포시 용호1로2번안길 6-1 (당동) 201호

전화: 031-399-3219 / 팩스: 031-399-3217

 (주) 한국육류연구소

소도체 예냉감량 관련 조사서

□ 작업장 개요

- 작업장명:
- 소재지:
- 응답자 성명:

[생체중 측정]

1. 도축장에서 소의 생체중을 측정하는 방법은? ()

- ① 차량무게에서 공차무게를 제외한 다음에 두수를 나눠 평균을 낸다 (%)
- ② 계류장에 하차하면 계류대 연결 통로에서 개체별 계근을 한다 (%)
- ③ 농가에서 측정한 체중을 이용한다 (%)
- ④ 전혀 측정하지 않는다 (%)

2. 도축장의 계류 가능두수는? ()두

3. 계류시간? (조사일 또는 전날 기준)

계류시간대별 비율	
①계류하지 않음 (%)	②1시간 미만 (%)
③2시간미만 (%)	④ 3시간미만 (%)
⑤3시간이상 6시간미만 (%)	⑥6시간이상 9시간미만 (%)
⑦9시간이상 12시간미만 (%)	⑧12시간이상 15시간미만 (%)
⑨15시간이상 18시간미만 (%)	⑩18시간이상 21시간미만 (%)
⑪21시간이상 (%)	

[지방 트리밍]

4. 박피방법은? ()

- ①기계박피: 우둔부위를 예박 후 기계가 가죽을 물고 아래로 당겨 벗겨냄
- ②수동박피: 원형톱니가 돌아가는 손잡이 달린 박피나이프 사용
- ③수동박피: 둥근 칼 사용
- ④수동박피: 직선 칼 사용

5. 피복지방 트리밍하는 시점은? (복수응답 가능) (, , , ,)

- ① 백내장 적출 위치에서도 지방을 일부 트리밍한다
- ② 적내장 적출 위치에서도 지방을 일부 트리밍한다
- ③ 이분할 직후 도체에서 이물질 세척하기 전에 트리밍한다.
- ④ 도체 세척후 예냉실로 이동하기 전에 트리밍을 한 번 더 한다.
- ⑤ 하지 않는다

6. 지방 트리밍하는 도체의 위치와 량은?

부위 (위치)	트리밍 여부	제거 량	답	
①설도	①한다/ ②안한다	①많다 ②중간 ③약간 ④없다		
②우둔	①한다/ ②안한다	①많다 ②중간 ③약간 ④없다		
③양지(치마살)	①한다/ ②안한다	①많다 ②중간 ③약간 ④없다		
④채끝	①한다/ ②안한다	①많다 ②중간 ③약간 ④없다		
⑤아래등심	①한다/ ②안한다	①많다 ②중간 ③약간 ④없다		
⑥윗등심	①한다/ ②안한다	①많다 ②중간 ③약간 ④없다		
⑦목심	①한다/ ②안한다	①많다 ②중간 ③약간 ④없다		
⑧기타 부위	위치명()	①많다 ②중간 ③약간		

7. 신지방 제거 정도는?

- ① 제거하지 않음 ② 절반정도 제거 ③ 거의 다 제거 ④ 기타 (%)

8. 양지(치마살)에서의 지방트리밍은 암소의 경우가 거세(수소)의 경우 보다 ()

- ① 훨씬 많다 ② 약간 많다 ③ 차이가 없다

[세척수]

9. 온도체중 계근 지점에서 예냉실까지의 거리는 대략 몇 미터인가요?

- ①5m ②10m ③20m ④30m ⑤40m ⑥50m ⑦60m

10. 소도체 세척수의 량이 많은가요? 온도체중 계근할 때 소도체에서

물이 떨어지는 모습은 어떤가요? ()

- ① 두두둑 두두둑 계속 떨어진다 ② 두둑 두둑 떨어진다
③ 푹 푹 떨어진다 ④ 떨어지긴 떨어진다
⑤ 거의 안 떨어진다 ⑥ 떨어지지 않는다.

[예냉 조건]

□ 유니쿨러의 설치 유형

<유형1-1>

측면의 유니트쿨러 팬 바람이 도체에 직접
쏘임



<유형2-1>

측면의 유니트쿨러 팬 바람이 현수레일 위를
지나감



<유형1-2>

유형1-1과 동일하나, 맞은 벽에도 유니트
쿨러가 설치되어 있어서 맞바람이 불어옴

<유형2-2>

유형2-1과 동일하나, 맞은 벽에도 유니트
쿨러가 설치되어 있어서 맞바람이 불어옴

<유형3>

천정의 유니트쿨러 팬 바람이 도체에 직접
쏘임



<유형4>

측면의 유니트쿨러에 연결된 에어덕트(천정)
구멍에서 나오는 바람이 도체의 우둔부위를
향함



11. 소 예냉실의 유니트쿨러 유형 및 일반 상황

구 분	제1예냉실	제2예냉실	제3예냉실	제4예냉실	제5예냉실
유니트쿨러 유형					
최대 입고 가능 두수					
평소 입고 두수					
고내 온도 세팅 (°C)					
출고시 도체 온도 (범위)					

12. 소도체 예냉감량은 어떻게 적용하고 있나요?

- ① 온도체중으로 등급을 판정한 후 예냉감량 적용 없이 온도체중이 등급판정확인서에 도체중으로 표기되어 반출된다.
- ② 온도체중을 계근할 때에 미리 예냉감량을 감안하여 몇 kg (또는 몇 %)를 뺀 도체중을 소도체에 표기하며, 예냉감량 감안된 도체중이 등급판정에 적용된다. (?? kg 또는 ?? %)
- ③ 온도체중으로 등급판정한 후, 예냉감량을 적용한 냉도체중을 적용한 거래중량으로 경매상장하거나 반출하게 한다.
(?? kg 또는 ?? %)
- ④ 기타 ()

13. 예냉감량을 적용하는 경우, 성별(암,수,거세)로 차별을 두는지요? ()

- ① 성별로 차별화된 예냉감량을 적용한다
- ② 동일한 감량 적용한다 ③감량없음

14. 예냉감량을 적용하는 경우, 계절별로 차별을 두는지요? ()

- ① 계절별로 차별화된 예냉감량을 적용한다
- ② 동일한 감량 적용한다
- ③ 감량없음

15. 도축후 예냉실에 입고하기 전에 온도체중을 계근하는 곳 이외에서 냉도체중을 계근할 수 있는 계근시설(로드셀)이 따로 설치되어 있나요? ()

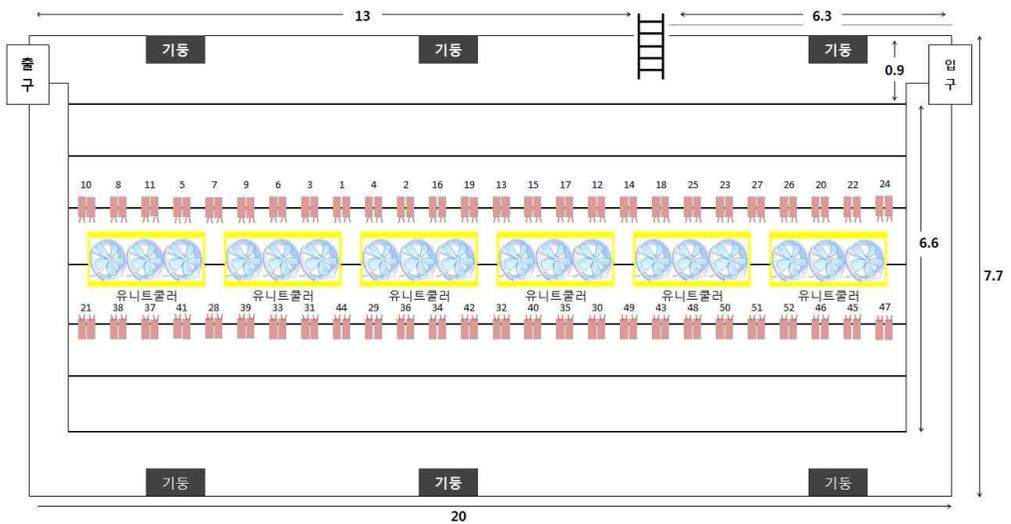
- ① 있다 ② 없다

<부록2> 작업장별 도체 현수위치

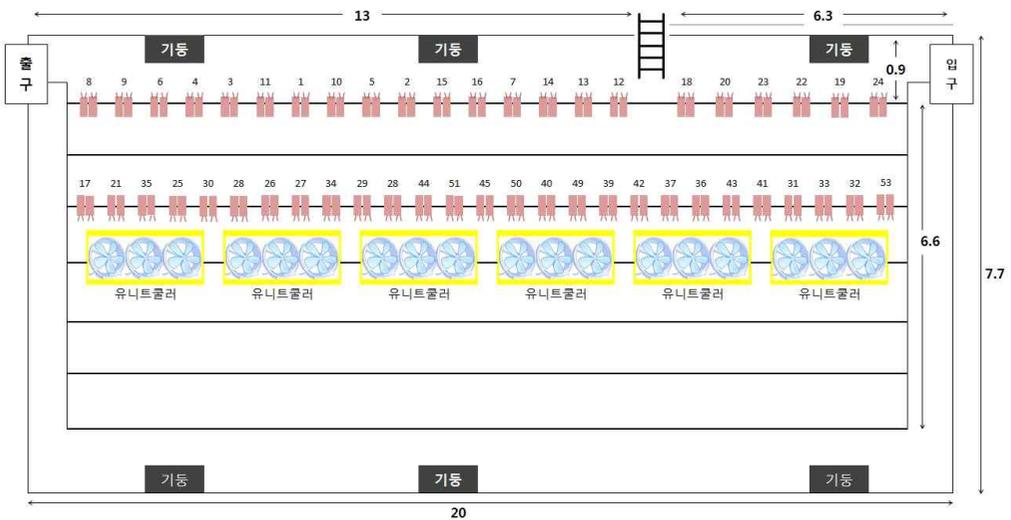
1. 갑 도축장

가. 1차 실험

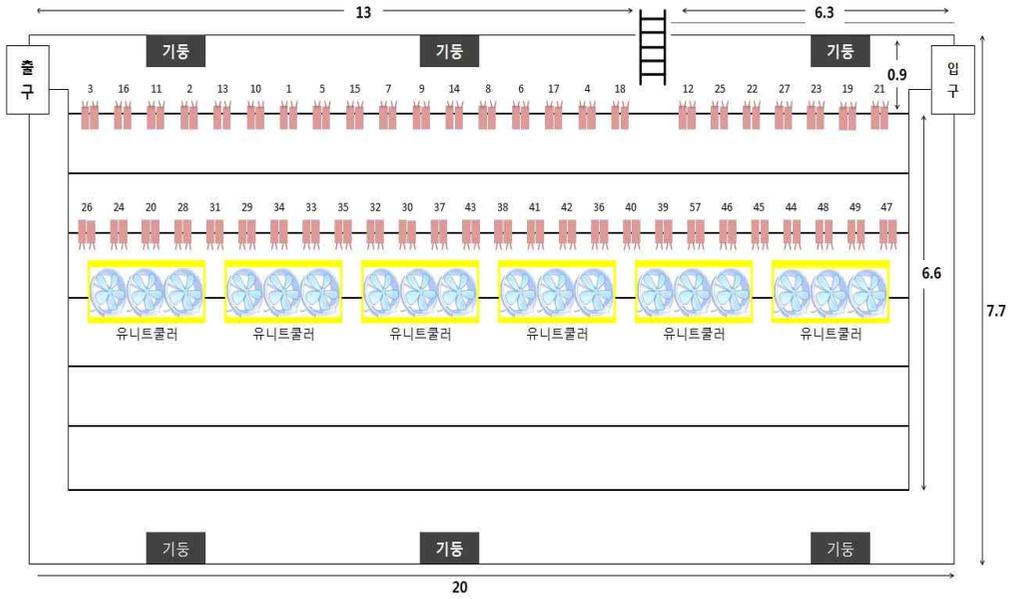
(1) 1일차 (2015년 8월 19일)



(2) 2일차 (2015년 8월 21일)

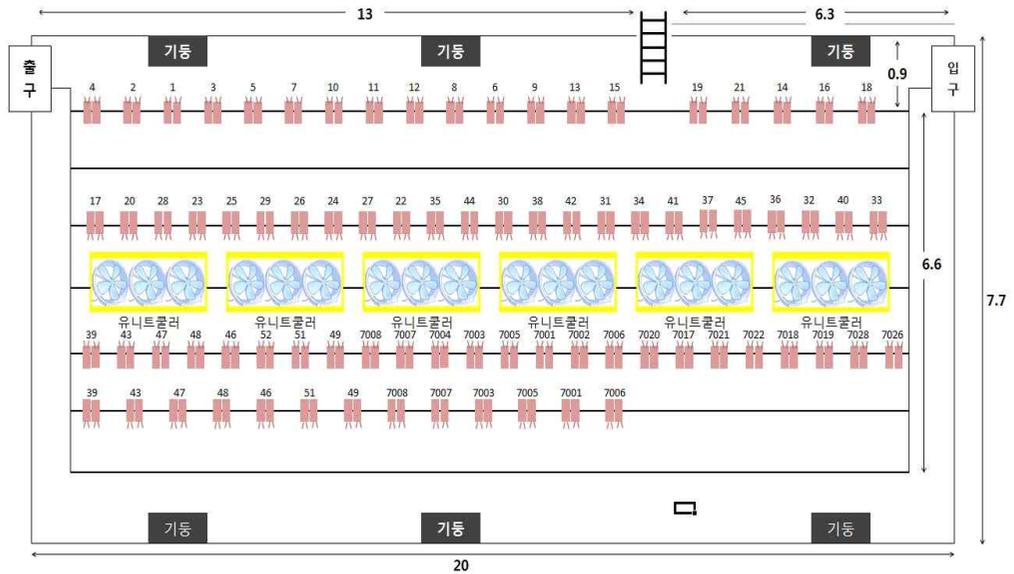


(3) 3일차 (2015년 8월 24일)

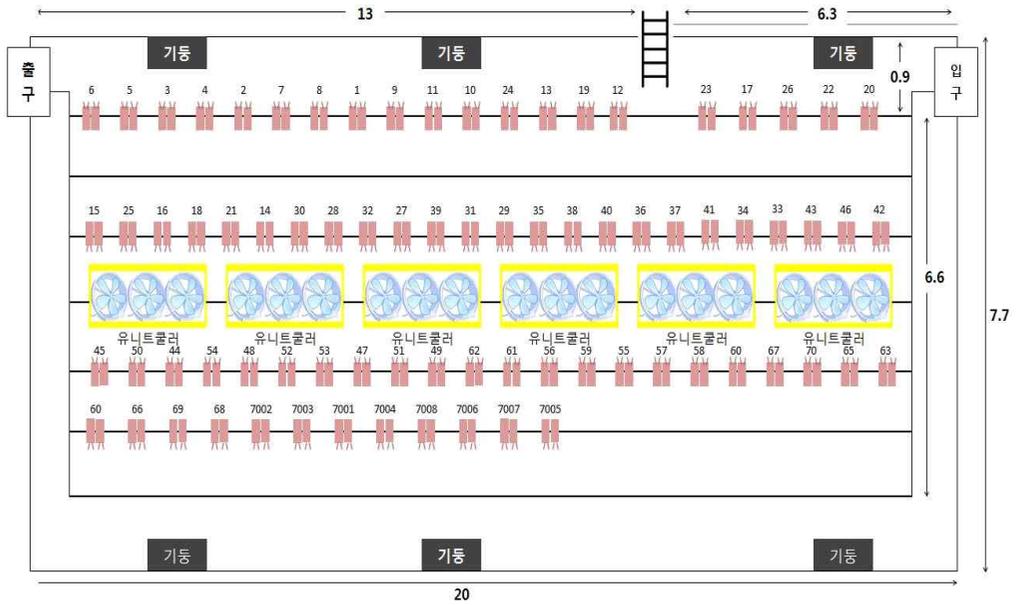


나. 2차 실험

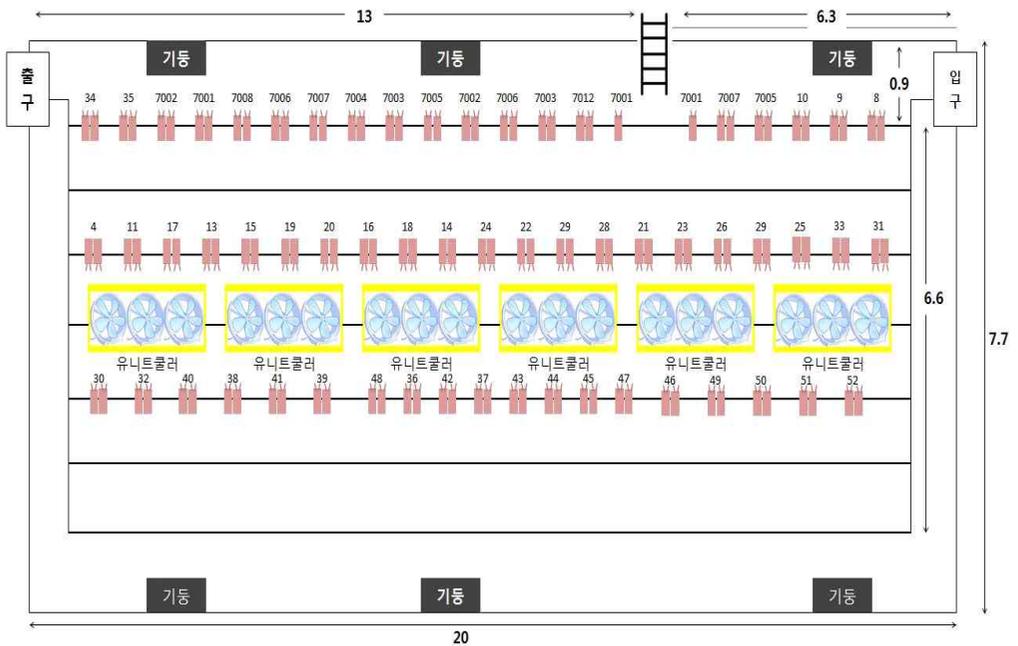
(1) 1일차 (2015년 11월 11일)



(2) 2일차 (2015년 11월 12일)

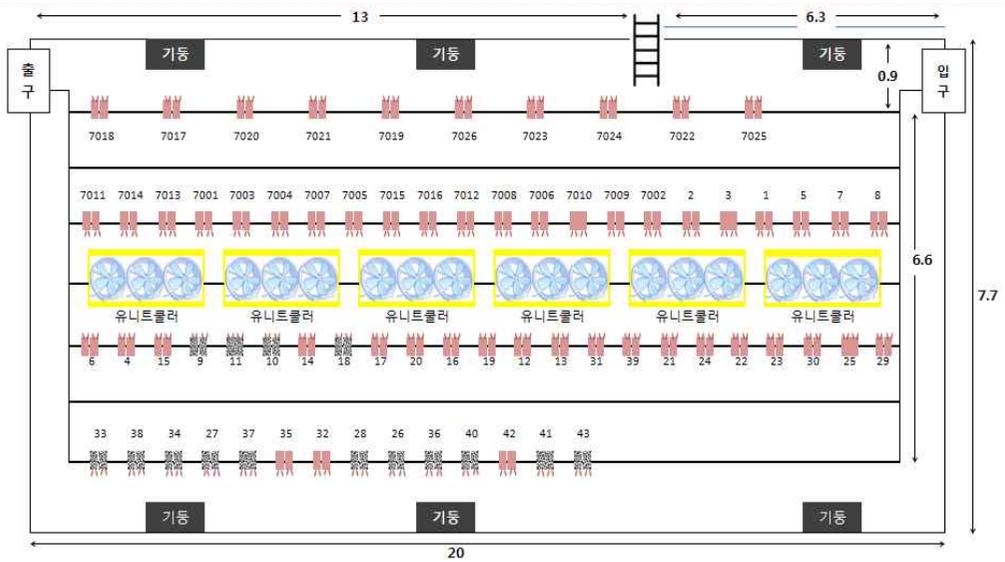


(3) 3일차 (2015년 11월 13일)

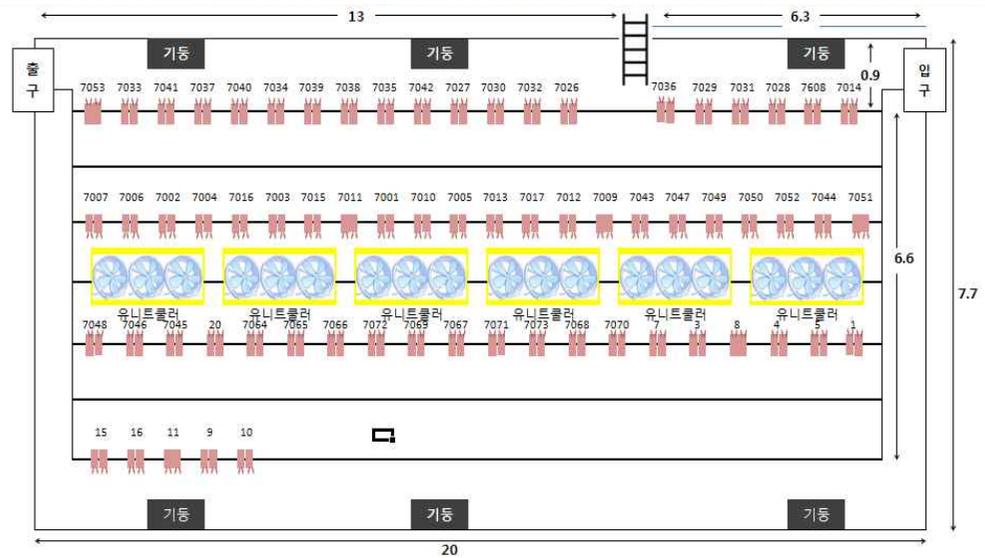


다. 3차 실험

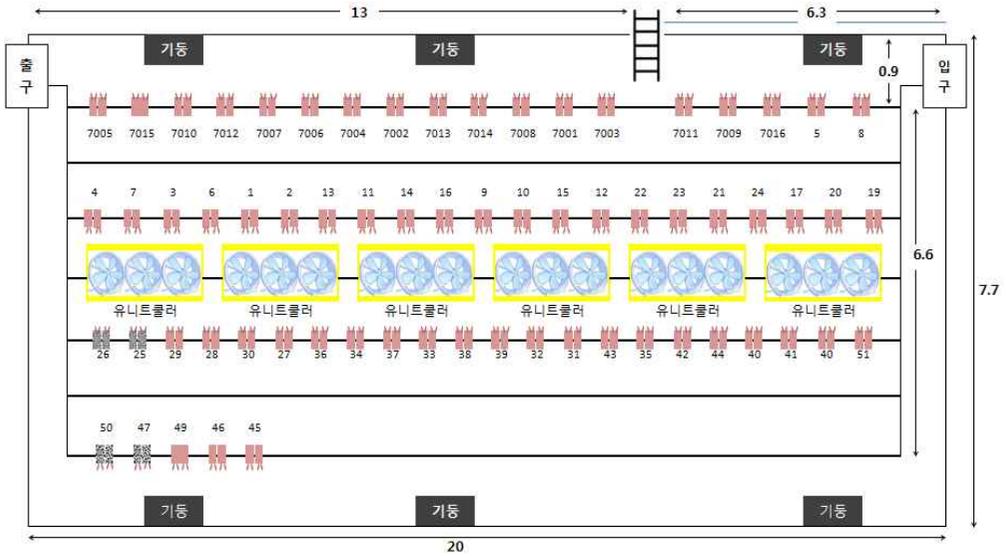
(1) 1일차 (2016년 05월 20일)



(2) 2일차 (2016년 05월 23일)



(3) 3일차 (2016년 05월 24일)

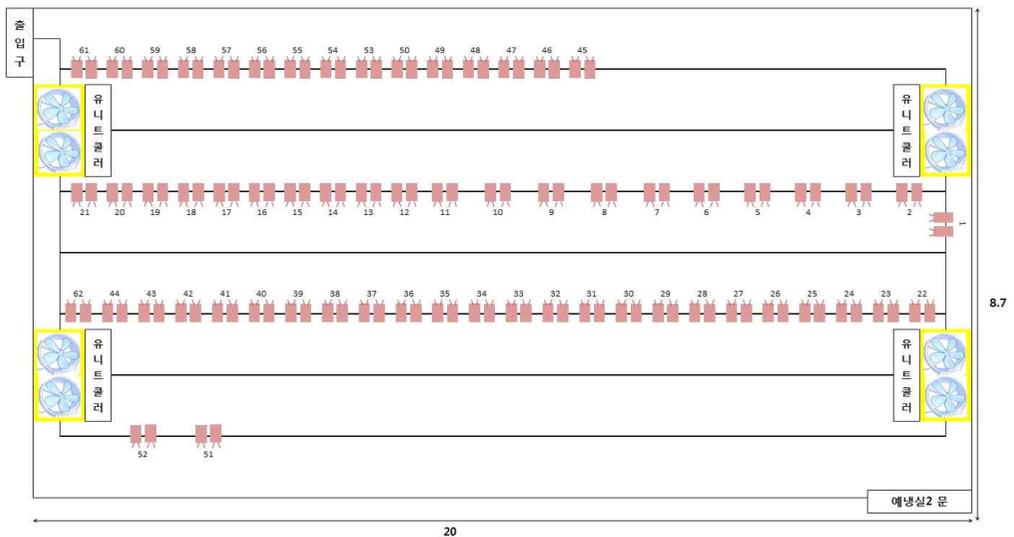


2. 을 도착장

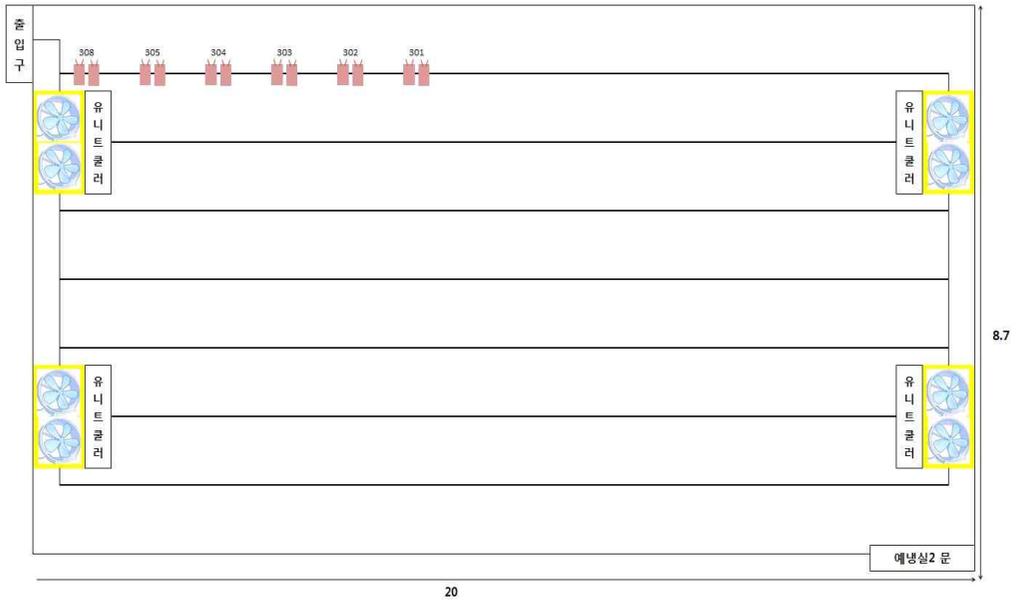
가. 1차 실험

(1) 1일차 (2015년 11월 16일)

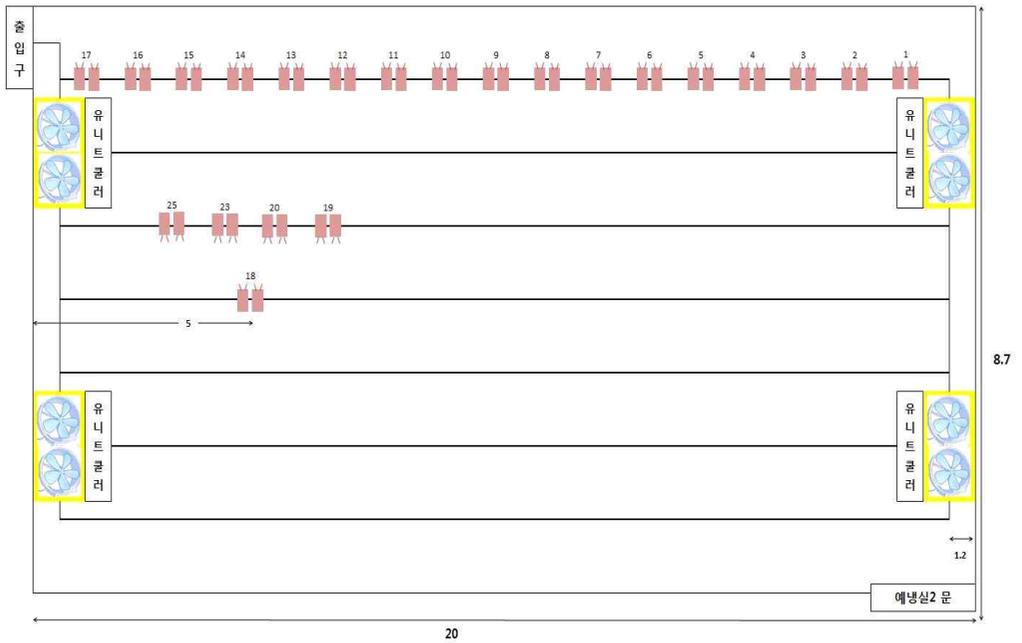
□ 제1예냉실



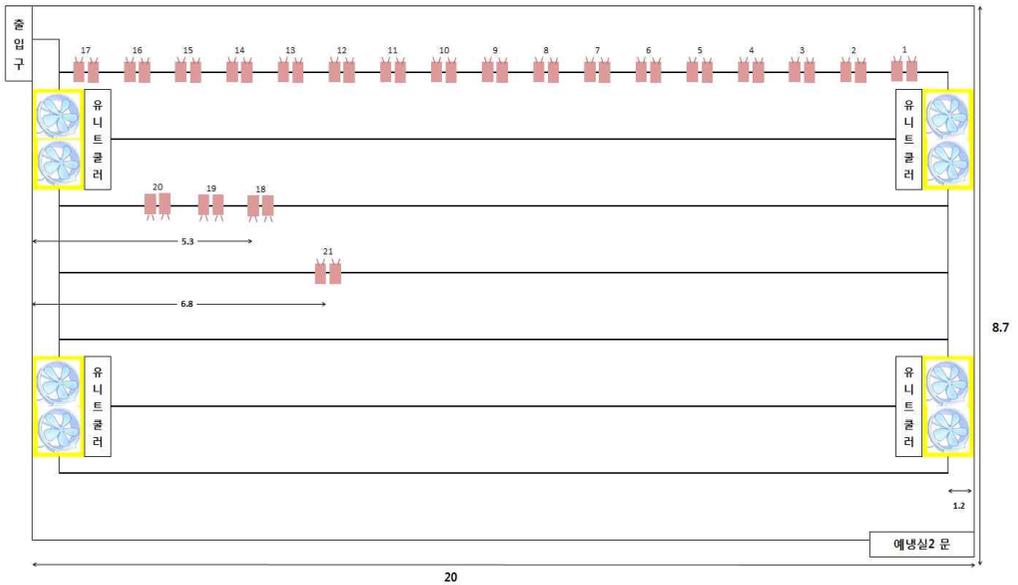
□ 제2예냉실



(2) 2일차 (2015년 11월 17일) - 제1예냉실

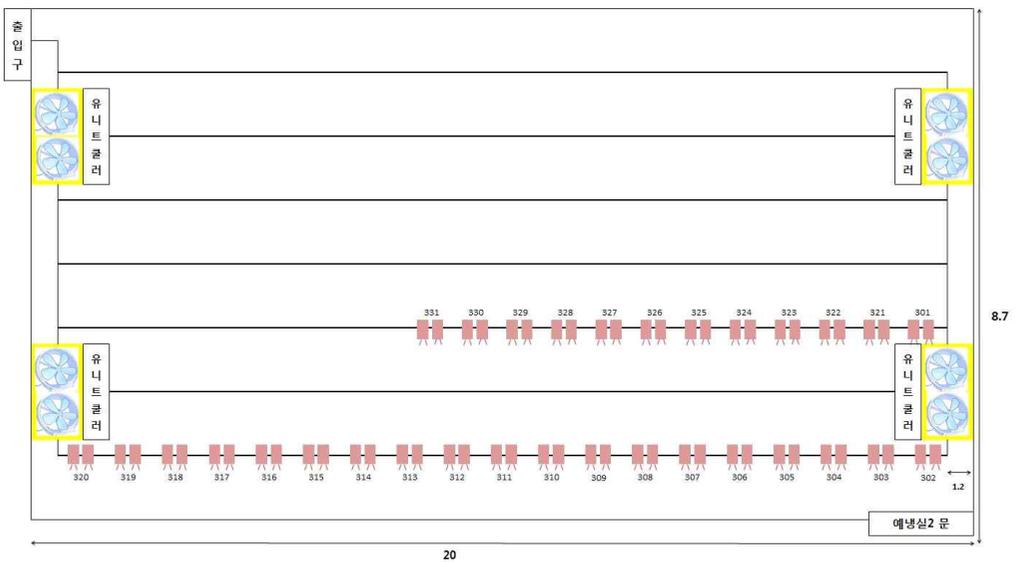


(3) 3일차 (2015년 11월 18일) - 제1예냉실

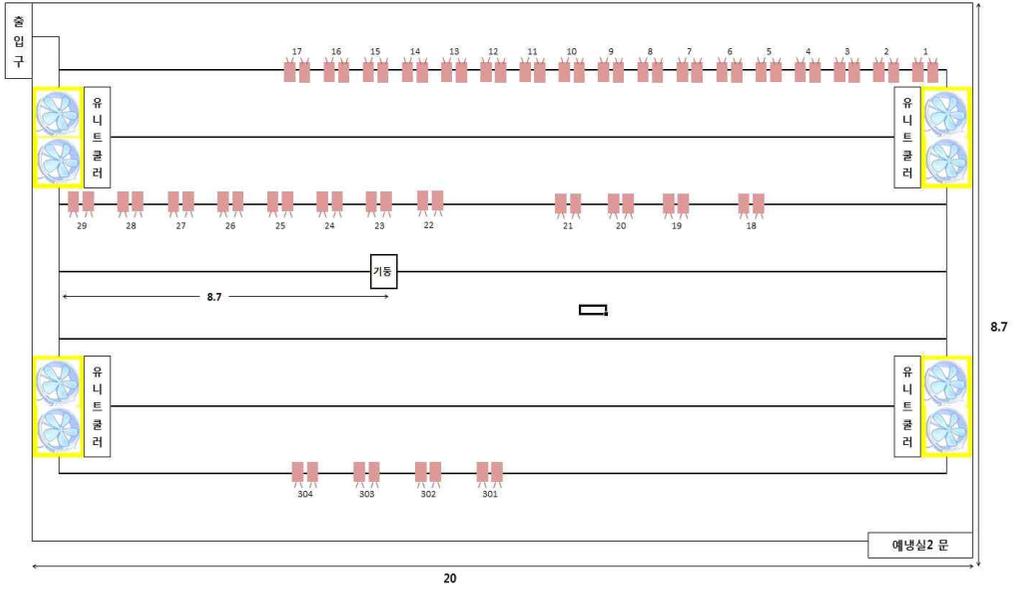


나. 2차 실험

(1) 1일차 (2016년 05월 16일) - 제1예냉실

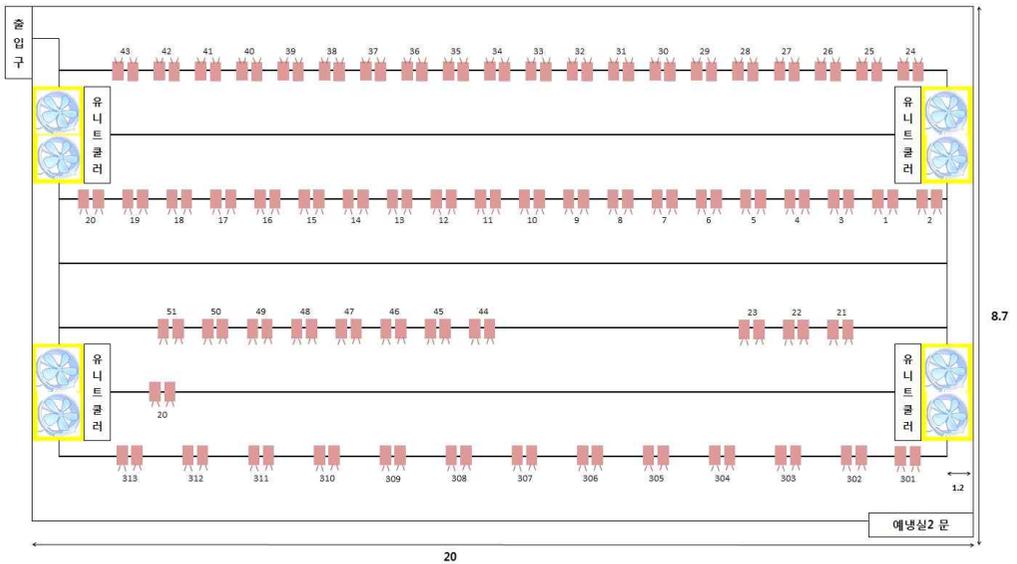


(2) 2일차 (2016년 05월 17일) - 제2예냉실

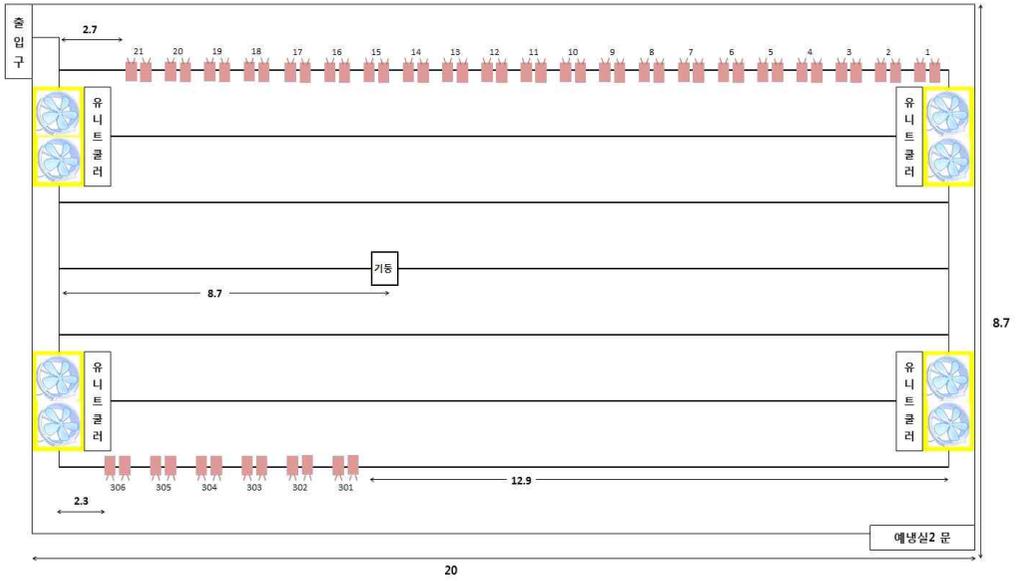


다. 3차 실험

(1) 1일차 (2016년 06월 01일)



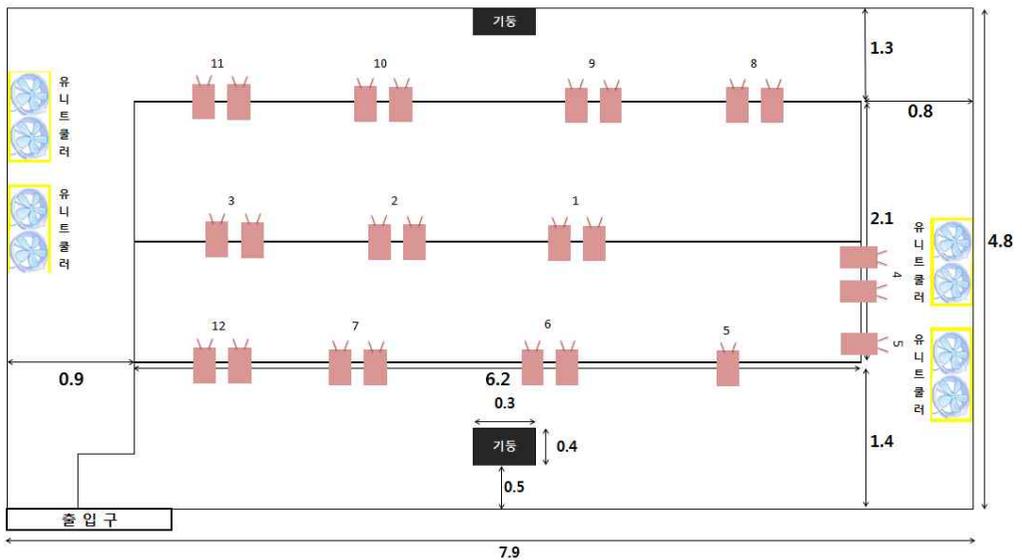
(2) 2일차 (2016년 06월 02일)



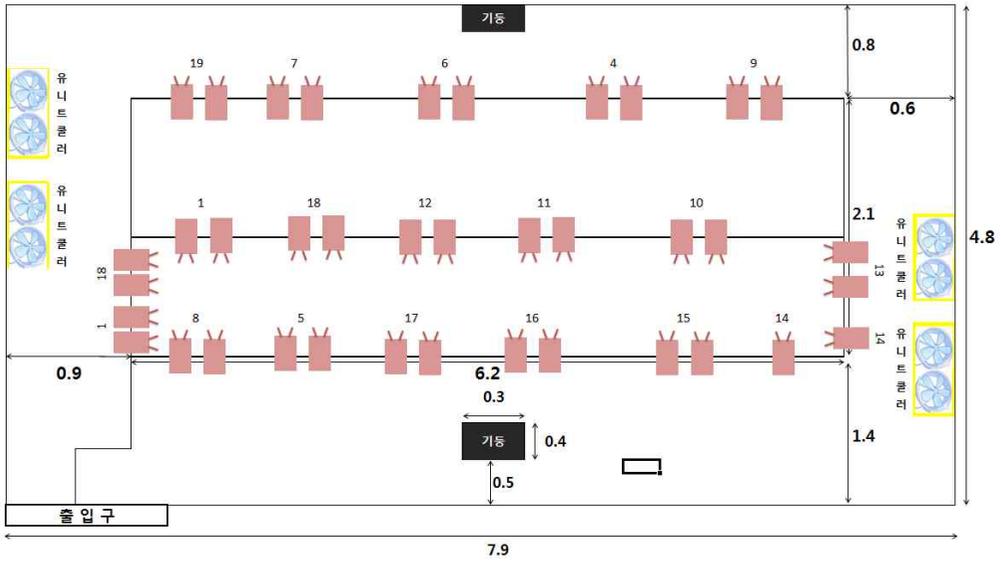
3. 병 도축장

가. 1차 실험

(1) 1일차 (2016년 02월 16일)

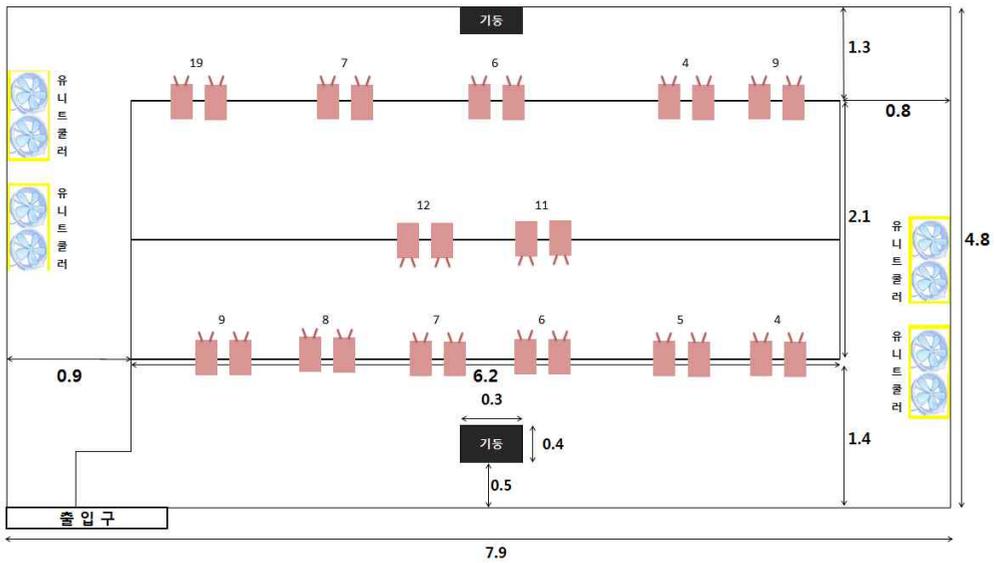


(2) 2일차 (2016년 02월 17일)

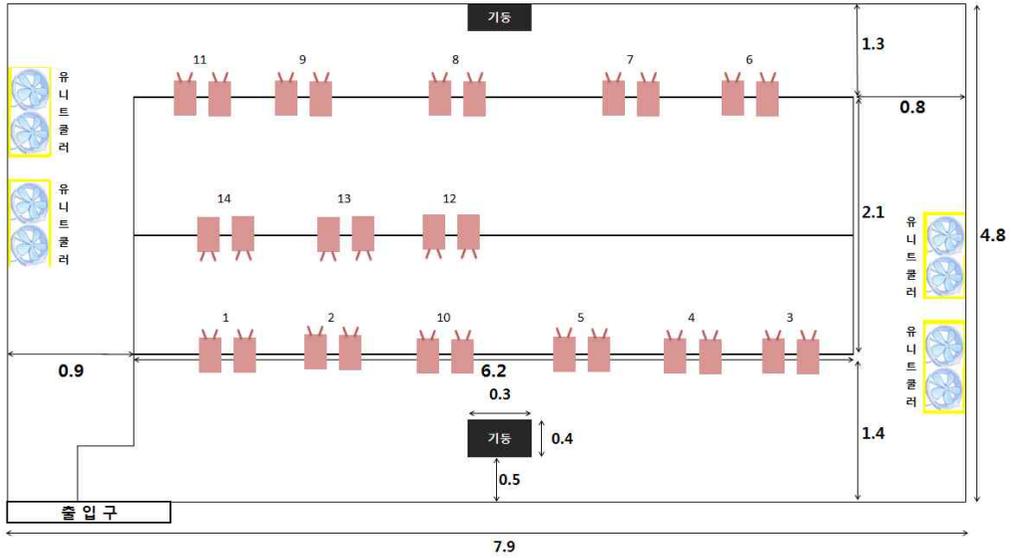


나. 2차 실험

(1) 1일차 (2016년 04월 20일)

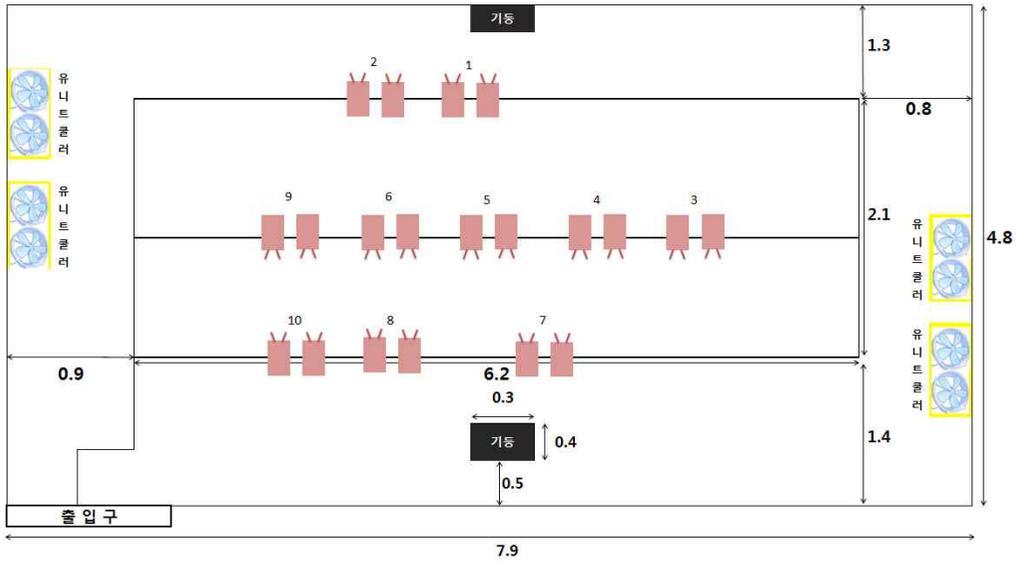


(2) 2일차 (2016년 04월 21일)

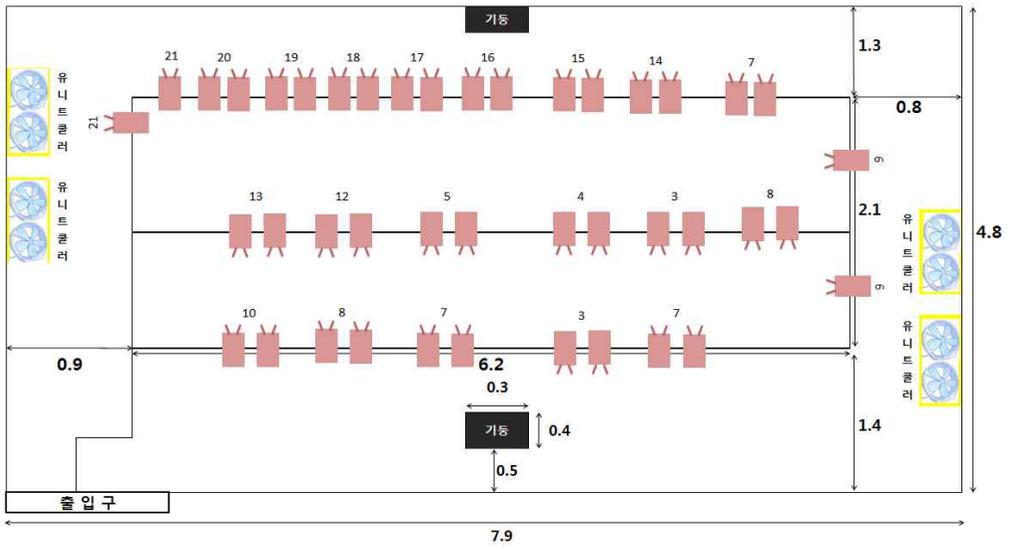


다. 3차 실험

(1) 1일차 (2016년 06월 14일)



(2) 2일차 (2016년 06월 15일)



1. 본 보고서에 대한 지적재산권은 한우자조금관리위원회에 있으며, 본 연구결과 및 내용의 일부 또는 전부를 인용하는 경우에는 한우자조금관리위원회 자료를 인용하였음을 반드시 명기해야함
2. 이러한 내용을 명기한 경우에만 사전 승인 없이 무상으로 인용할 수 있음