

한우 및 비육우의 출하지역별, 성별, 및 축종별 결함육 발생 현황 비교

선상수^{1,*} · 장선식² · 강태종³

¹전남대학교 동물자원학부, ²축산과학원 한우시험장, ³축산물품질평가원

Comparison of carcass defects incidence from marketing province, sexes, breed in Hanwoo and beef cattle in Korea

Sang Soo Sun^{1,*}, Sun Sik Jang² and Tae Jong Gang³

¹Department of Animal Science, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

²National Institute of Animal Science

³Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation

*Corresponding author: sssun@jnu.ac.kr

ABSTRACT

Blood splash and carcass defects were analyzed from beef cattle in Seoul slaughter house and Hanwoo in nationwide all slaughter houses from 2003 to 2007. Carcass defects was analyzed by carcass grade (70,982 cattle) from different marketing province (Seoul-Gyeonggi, Chung-nam, Chung-buk, Jeon-buk, Jeon-nam, Gyeong-buk, Gyeong-nam), sexes (male, female, steer), and breed (33,000 Hanwoo, 7,000 dairy cattle, 37,000 beef cattle). Data were analyzed not by the statistical differences but differences by items and years. Slaughtered cattle in Seoul slaughter house were came from Seoul-Kyunggi (37.8%), Chung Nam-Buk (28.5%), Kyung Buk (11.5%) and rest of province. Incidence of blood splash in Seoul slaughter house was 1.14% in Hanwoo, 0.72% in dairy cattle, and 2.96% in beef cattle and it was the highest in steers. In general, blood splash in nationwide was 0.26~0.32% in Hanwoo, and then it was 80.1~85.5% of carcass defects. This incidence was increased in 2006. However, intrinsic and extrinsic factors, such as transport method, distance, animal density etc, may effect on blood splash in Hanwoo. In conclusion, blood splash would be controlled by the manipulation of beef cattle management during transportation. Blood splash incidence was different among marketing province to Seoul slaughter house, and all carcass defects was increased gradually during five years in nationwide.

Additional key words: Hanwoo, Beef Cattle, Blood Splash, Carcass Defects

서 론

한우 사육두수가 증가하면서 거세우의 사육비중이 높아지고 이에 따라 1등급 이상 고급육의 출현 비율도 70%로 높아졌다. 그러나 여러 가지 환경적 요인과 비육우의 관리 문제로 근출혈의 발생비율이 늘어나고 있으며, 거의 대부분 농가의 손실로 연결되어 한우사육 농가의 경제적 손실을 높이고 있다. 근출혈(Blood Splash)은 비육우의 관리가 불량하거나 도축 과정에서 비육우가 스트레스를 받아 방혈상태가 양호하지 못하였을 경우 근육조직 중의 모세혈관이 파열하여 출혈로 인하여 근육 내부에 조그만 암적색의 얼룩무늬 반점이 발생하게 된다. 근출혈 발생빈도는 통계의 어려움이 있으며, 결함육(이상육) 처리가 안되어 종합적 측정이 어려웠다. 도축장에 따라서 발생이 없거나 특정도축장에서 다발하는 경향을 보이거나, 전체적으로 2% 내외로 발생하고 있다(Adzitey, 2011)(1). 근출혈 발생원인은 현재까지 명확히 밝혀져 있지는 않지만 사육생산과정, 운송과정, 도축과정 등 크게 세가지로 나누어 원인 규명을 추구하고 있다. 지역별 또는 성별로 편차 있어있다고 알려져 있다(박 등, 2003; 2005)(14,15).

우리나라의 근출혈 발생현황은 전체적으로 0.7 - 3.5%이며(박, 2007a, 2007b)(16,17), 그 이후에 구등(2009)(11)의 보고에 의하면 평균 0.7%로 나타났다. 그러나 그들의 연구는 2008년 1년의 경기지역에 한정되어 있어서 단정하기는 어렵다. 근출혈에 의한 경제적 손실효과는 우리나라에서는 아직 보고되지 않고 있지만 1996년 캐나다와 미국의 조사에 의하면 두당 \$2.87 - 4.03라고 보고하였다(Belk *et al.*, 2002; Chulayo *et al.*, 2012)(2,3). 일본에서는 화우 고급육 생산시 근출혈 뿐만 아니라 빈번히 발생하는 결함육 증상으로 근염이나 근수종 등이 알려지고 있는데 일본 한 도축장에서 전체 조사 두수 중 근육 수종이 약 9%, 근염이 7% 정도까지 발생됨이 확인되기도 하였다(Ishida *et al.*, 2013)(5).

한우 고기의 질적 차별화에 의한 경쟁력제고를 위한 고급육을 생산하기 위해서는 이러한 근출혈과 결함육에 대한 문제들의 효과적인 해결책 모색

은 매우 중요한 현안사항이며 여러 조사연구를 통하여 운송, 계류, 방혈 등의 도축과정중의 제반요인은 밝혀졌으나 농가의 사양단계에서 문제점은 지적된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 서울 도축장에 출하되는 한우 비육우의 관리상황을 조사하여 소 도체에서 근출혈 및 결함육 발생 현황을 비교하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 서울 도축장에서 발생하는 한우 및 비육우의 출하지역별 성별 근출혈 발생현황을 비교하기위하여 수행하였다. 조사 자료는 축산물품질평가원의 협조로 2003년부터 2009년까지 서울 가축도매시장으로 출하되는 모든 한우 및 비육우의 도체 등급판정(70,982두) 동안에서 발생한 근출혈 발생 현황을 출하지역(서울-경기, 충남, 충북, 강원, 전북, 전남, 경북, 경남), 성별(숫컷, 암컷, 거세), 및 축종(한우, 젖소, 비육우)로 구분하여 분석하였다. 또한 전국 가축도축장에 출하되는 소들은 한우(3.3만두) 뿐만 아니라 젖소(0.7만두)와 비육우(3.7만두)를 모두 포함하였다. 등급판정시 근출혈과 결함육을 구분하여 분석하였다. 또한 2003년부터 2007년까지 5년 동안 전국도축장에서 등급판정한 한우에서 나타나는 근출혈과 결함육 발생현황을 분석하였다. 모든 자료는 통계숫자에 기인한 것으로 년차별 유의성 검증 보다는 항목별 또는 년차별 발생비율을 기준으로 분석하였다. 분석 자료는 서울도매시장에 출하되는 모든 소들을 한우, 젖소, 비육우로 구분하였으며, 이들 각각의 품종에 따른 수소, 암소, 거세우로 구분하여 근출혈 발생비율을 분석하였다. 분석 결과는 항목간 차이를 백분율로 표시하였다.

결과 및 고찰

1. 비육우 출하지역에 따른 근출혈 발생현황

서울 가축도매시장에서 소를 출하한 지역별로 구분하여 근출혈 발생상황을 조사한 결과는 Table 1

Table 1. Blood splash(BS) occurrence in cattle from different province in Seoul slaughter house.

Region	Animal no.(%)	BS no.(%)	'03 BS(%)	'09 BS(%)
Seoul-Gyeonggi	26,869(37.8)	748(26.3)	2.78	1.34
Chung-Nam	12,613(17.8)	395(13.9)	3.13	2.68
Chung-Buk	7,610(10.7)	248(8.7)	3.26	2.44
Jeon-Buk	7,040(9.9)	169(5.9)	2.40	0.99
Jeon-Nam	5,730(8.1)	230(8.1)	4.01	1.18
Gyeong-Nam	2,954(4.2)	301(10.6)	10.19	6.38
Gyeong-Buk	8,166(11.5)	754(26.5)	9.23	3.70
Total	70,982(100)	2,845(4.0)	5.00	2.67

에 있다. 서울 도매시장에 출하된 한우비육우들은 주로 서울-경기(37.8%)와 충남북(28.5%)으로 전체 출하두수 중 66.3%로서 2/3 이상을 차지하고 있으며, 비육우 사육두수가 많은 경북에서도 11.5%가 출하되었다. 근출혈 발생율도 이와 비슷한 경향을 보여 서울-경기와 충남을 합하면 1/2이상을 차지하고 있다. 특히하게도 2003년의 근출혈 발생율은 출하두수 대비 3% 내외로 일정하지만, 경남북에서 출하되는 비육우에서는 10%정도의 근출혈 발생율을 보였다. 이러한 경우는 출하되는 수송거리가 장거리인 경향도 있으나 유사한 수송거리인 전남북에서 출하된 비육우의 근출혈 발생율이 낮은 것을 비교하면 아마도 다른 요인이 원인이 있을 수 있다. 도매시장에 출하된 7만 여두 비육우 중에서 2,845두에서 근출혈이 나타나 전체적으로 4.0% 발생율을 보였다. 이러한 결과는 2003년의 5.0% 발생율 보다는 2009년에 2.67%로 약 47.3% 감소하였다. 그러나 근출혈 발생율은 경남에서 6.38%로서 여전이 가장 높게 나타났다.

결과적으로 도매시장에서 출하지역의 위치가 멀리 떨어져 있을수록 근출혈의 발생율이 높은 경향이었으며, 소를 출하하는 농가들이 목장에 진입하는 도로여건이 좋지 않은 산악지역에 위치하거나 농가의 여건들은 양호하지만 서울의 축산물도매시장으로 비육이 완료된 소를 출하하는 과정에서 도로사정이 산악지역을 지나게 되어 열악한 도로의 주행여건들이 열악한 지역에서 출하한 소의 근출혈 발생율이 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 다른 여러 연구들에서도 지적한 문제들이다(구 등, 2009; 박, 2007a,b)(11,16,17).

2. 품종별 근출혈 발생현황

품종별 근출혈 발생률을 비교한 결과는 Table 2에서 볼 수 있는 결과와 같다. 근출혈 발생율은 한우에서 1.14%, 젖소는 0.72%, 비육우는 2.96%로 나타났다. 전체 근출혈 발생율(1.97%)을 기준(100%)으로 한우와 젖소는 각각 57.8%와 36.5% 였으나,

Table 2. Blood splash occurrence at different breed of cattle in Seoul slaughter house.

Breed \ Items	Animal no.	BS no.	BS (%)	Difference(%)
Hanwoo	33,111	378	1.14	57.8
Dairy cattle	7,664	55	0.72	36.5
Beef cattle	37,662	1,113	2.96	150.2
Total	78,437	1,546	1.97	100.0

육우에서는 150.2%로서 평균보다 50% 이상 높았다. 서울 축산물도매시장에 출하되는 소의 품종들 중에서 유우 숫소와 거세비육우가 대부분인 육우에서 한우나 유우 경산우 보다 근출혈의 발생율이 높은 경향을 보였다. 그러므로, 유우 숫소와 유우 거세우 비육우가 한우에 비하여 스트레스에 민감한 품종임을 알 수 있었다. 그러나, 젖소는 대부분 나이가 많은 경산우이며, 육우는 젖소 수소 이거나 거세비육우 이다. 남양공에서 사육되고 있는 여러 가지 육우 품종을 비교해보면, 비육우의 품종, 월령, 성별에 따라 타박상 발생정도가 다르며 육질에 영향을 줄 수 있다(Mpakama *et al.*, 2014)(7). 구 등(2009)(11)의 보고에 의하면 체중이 높은 개체에서 근출혈 발생율이 높게 나타났다. 돼지도체 결함 육 발생현황 분석 결과 2.2% 발생했으며, 결함발생을 최소화할 경우 연간 약 54억원의 손실을 줄일 수 있을 것이다(유 와 김, 2011)(18).

3. 비육우의 성별 근출혈 발생현황

서울 축산물도매시장에 출하되는 소들의 품종별, 성별 근출혈 발생률을 비교한 결과는 Table 3에서 볼 수 있는 결과와 같다. 암소나 수소보다 수소를 거세 비육한 소들에서 근출혈의 발생률이 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 거세비육우가 수소 비육우에 비하여 외부 환경 스트레스에 민감하게 반응한다는 것을 의미하기 때문에 육질 개선을 위한 거세 비육우의 사육관리나 비육 완료 후 출하 시 이러한 점들을 충분히 인식하는 것이 중요하다. 육우는 젖소(미경산, 수, 거세), 육우, 교잡우, 수입육우 포함한다. 거세우에서 근출혈 발생율이 높게 나

타난 것은 암소에 배하여 수소가 testosterone 등의 응성 호르몬에 의한 혈압상승의 여파로 생각되며, 거세우는 이에 대한 저항력이 낮아진 것으로 판단된다. 과거(2004~2006년) 연구결과에 의하면 근출혈은 한우보다는 유우에서 많이 발생하였다. 성별로는 한우는 거세, 수컷, 암컷 순이고, 유우는 미경산 암컷, 거세, 경산암컷, 수컷 순으로 많이 발생하였다. 전체 평균 근출혈 발생율은 1.2%였다(김 등, 2006)(12). 본 연구 결과에서는 전체평균 1.97%로서 다소 높게 나타났으나 거세우가 많이 포함되어 있다는 것을 고려하면 높은 편은 아니다.

4. 한우에서 결함육 과 근출혈 발생현황

우리나라에서 도축된 한우의 도체이상과 그 중 근출혈 발생현황을 Table 4에 나타나 있다. 도축두수가 증가함에 따라 도체이상 발생두수도 함께 증가하는 경향이었으며, 그 비율도 비슷한 경향으로 도체이상 발생비율은 0.32~0.40%로 나타났다. 전체에 대한 근출혈 발생두수가 0.26~0.32%였는데, 도체이상 발생축 중 근출혈의 발생비율이 80.1~85.5%로 2006년에 다소 높은 발생률을 보였다. 이를 통해서 전반적으로 도체이상 발생축 중에서 근출혈의 발생 비중이 매우 높은 것을 알 수 있다.

결함육의 발생은 다른 여러나라에서도 중요한 문제로 연구되고 있다. 일본 가고시마의 일본흑우 연구에 의하면(Nishi *et al.*, 2016)(8), 결함육 발생율은 타박상(5.73%), 지방증(1.21%)으로 나타났으며, 근출혈의 유전율은 0.24로 나타났다. 또한 결함육에 의한 가격은 근출혈 육에서 248.5 엔/kg 가격하락이 나타났다(Okamoto *et al.*, 2005)(9).

Table 3. Comparison of blood splash occurrence rate in different breed and sex in Seoul slaughter house. (F-female, M-male, S-steer)

Items	Hanwoo			Dairy	Beef			Total
	F	M	S		F	M	S	
Animal no.	2,609	14,143	16,359	7,664	4,276	9,860	23,526	78,437
BS no.	12	132	234	55	115	168	830	1,546
BS (%)	0.46	0.93	1.43	0.72	2.69	1.70	3.53	1.97

Table 4. Incidence of carcass defects(CD) and blood splash(BS) for five years in Hanwoo.

Items \ Year	2003	2004	2005	2006	2007
Slaughter no.	360,786	324,306	390,593	425,515	492,115
CD no.	1,142	1,022	1,466	1,368	1,970
BS no.	928	852	1,237	1,169	1,577
CD %	0.32	0.32	0.38	0.32	0.40
BS %	0.26	0.26	0.32	0.27	0.32
BS from CD %	81.3	83.4	84.4	85.5	80.1

Ferguson and Warnet(2008)(4)의 보고에 의하면 육우를 출하할 때 다루는 방법에 따라 육우에 미치는 스트레스 정도가 다르며, 이에 따라 도체에 하자육이 발생할 수 있다. 가축을 다룰 때는 놀라지 않도록 조심해서 가능한 한 큰소리가 나지 않도록 해야 한다(McGreevy, 2003)(6). 돼지에서는 상장물량의 결함육 발생율은 1.54%로 나타났으며, 육가공물량의 결함육은 2.06%로 나타났다(유 와 김, 2011)(18). 또한 정상육과 결함육간 평균 경락 가격 차이는 도체(박피기준) kg당 258원으로 나타났다으며, 이로 인한 손실액은 연간 53억6900만원으로 추정된다. 결과적으로 결함육 발생율을 5% 만이라도 감소시킨다면 연간 2억6800만원의 양돈산업 손실을 줄일 수 있을 것으로 추정된다. 현재까지 밝혀진 근출혈 방생원인은 여러 가지 다양하지만 출하 전까지 염분을 급여하면 혈압 상승의 원인이 되고, 이로 인한 혈관손상이 일어날 수 있다.(김, 2007)(13).

5. 한우에서 결함육과 근출혈이 발생한 농가현황

전국 한우의 도체이상과 근출혈이 발생하는 농가수와 발생률이 비교적 높은 농가현황이 나타내었다(Table 5). 전반적인 한우 농가수는 줄어들고 있으나 도체이상이 발생하는 농가의 수는 조금씩 늘어나는 추세에 있지만 그 중 근출혈이 발생하는 농가비율은 2005년의 77.2%를 정점으로 다소 감소하는 추세를 보였다. 이는 비교적 소수의 농가에서 중점적으로 나타나는 것으로 보이며, 근출혈 발생 농가 중 비교적 높은 5%이상 발생률을 보인 농가는 30% 정도로 근출혈 다발 농가에 대한 중점적인 기술지도가 뒷받침되어야 할 것으로 보인다. 근출혈 발생 농가의 고급육 생산성을 보면 전반적으로 전국 1등급 이상 판정비율과 비교해 볼 때 전반적으로 낮은 경향을 보여 고급육 사양기술이 완벽하게 정착하지 않은 농가가 대체로 많은 것으로 분석되었다(Table 6). 이러한 결과는 비육우 사양기술에 전반적으로 영향을 받은 것으로 생각된다.

Table 5. Farm house(FH) numbers of carcass defects(CD) and blood splash(BS) occurrence for five years in Hanwoo.

Items \ Year	2003	2004	2005	2006	2007
FH of CD	830	927	1,176	1,275	1,726
FH of BS	612	644	908	890	1,169
FH-BS/FH-CD (%)	73.7	69.5	77.2	69.8	67.7
FH of >5% BS	158	196	240	233	357
FH of >5% BS (%)	25.7	30.4	26.4	26.1	30.5

Table 6. Beef carcass quality grade of blood splash occurred farm house for five years (%)

Grade \ Year	2003	2004	2005	2006	2007
1 ⁺⁺ (A)	-	1.3	9.4	7.4	6.9
1 ⁺ (B)	12.2	16.0	15.3	15.2	18.6
1 (C)	16.0	17.5	21.4	20.4	24.4
>1 (A+B+C)	28.2	34.8	46.1	43.0	49.9
>1 (nation)	33.3	35.9	47.9	44.5	51.0

한우는 새로운 환경에 대단히 민감하다. 그동안 살아온 농장 환경에서 출하시에 잠시 동안 새로운 환경으로 노출되는 동안에 비육우는 사소한 변화에 스트레스를 받을 수 있으며 이로 인한 결과로 근출혈이나 결함육이 발생할 수 있다. 특히 환절기에 낮과 밤의 온도변화가 크게 나타나는 시기에는 비육우 환경변화에 주의를 추가할 필요가 있다. 또한 출하시에 비육우의 상·하차 과정에 동물들이 스트레스를 많이 받을 수 있다(김, 2007)(13). 칠레의 Strappini 등(2013)(10) 보고에 의하면, 비육우의 상처는 46%가 동물과 시설물 사이의 접촉에 의하여 발생하며, 27%의 상처는 계류장에서 동물과 동물 간의 접촉에 의하여, 나머지 27%의 상처는 비육우를 출하하면서 상차하고 하차하는 동안 사람과 동물의 접촉에 의하여 발생한다. 이러한 동물의 상처를 줄이기 위해서는 운송시간을 4시간 이하로 줄이고, 도축장에서 계류시간을 12시간 이상으로 늘려야 한다.

결과적으로 서울 축산물 공판장에 출하되는 한우와 비육우에서 근출혈 발생은 출하 지역에 따라 다소 차이가 있으며, 전국적으로 근출혈과 결함육의 발생율은 계속적으로 증가하고 있다. 또한 거세우를 포함한 고급육에서의 발생율이 증가하였다.

(70,982두) 동안에서 발생한 근출혈 발생 현황을 출하지역(서울-경기, 충남, 충북, 강원, 전북, 전남, 경북, 경남), 성별(숫컷, 암컷, 거세), 및 축종(한우, 젖소, 비육우)로 구분하여 분석하였다. 또한 전국 가축도축장에 출하되는 소들은 한우(3.3만두) 뿐만 아니라 젖소(0.7만두)와 비육우(3.7만두)를 모두 포함하였다. 자료 분석은 년차별 유의성 검증 보다는 항목별 또는 년차별 발생비율을 기준으로 분석하였다. 서울 도매시장에 출하된 한우비육우들은 주로 서울-경기(37.8%)와 충남북(28.5%)으로 전체 출하두수 중 66.3%로서 2/3 이상을 차지하고 있으며, 비육우 사육두수가 많은 경북에서도 11.5%가 출하되었다. 근출혈 발생율은 한우에서 1.14%, 젖소는 0.72%, 비육우는 2.96%로 나타났으며 성별로는 거세우에서 높게 나타났다. 한우에 대한 근출혈 발생두수가 0.26~0.32%였는데, 도체이상 발생축 중 근출혈의 발생비율이 80.1~85.5%로 2006년에 다소 높은 발생률을 보였다. 결론적으로 서울 축산물 공판장에 출하되는 한우와 비육우에서 근출혈 발생은 출하지역에 따라 다소 차이가 있으며, 전국적으로 근출혈과 결함육의 발생율은 계속적으로 증가하고 있다. 또한 거세우를 포함한 고급육에서의 발생율이 증가하였다.

요 약

본 연구는 축산물품질평가원의 협조로 서울도매시장으로 출하하는 소고기와 2003년부터 2007년까지 전국도축장에서 등급 판정시 발생한 근출혈과 결함육 발생 현황을 분석하였다. 도체 등급판정

참고문헌

1. Adzitey, F. 2011. Effects of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality: Mini Review. Int. Food Res. J. 18: 485-49.
2. Belk, K. E., Scanga, J. A., Smith, G. C. and

- Grandin, T. 2002. The relationship between good handling/stunning and meat quality in beef, pork and lamb.
3. Chulayo, A. Y., Tada, O. and Muchenje, V. 2012. Research on pre-slaughter stress and meat quality: A review of challenges faced under practical conditions. *Appl. Anim. Husb. Rural Dev.* 5: 1-6.
 4. Ferguson, D. M. and Warner R. D. 2008. Have we underestimated the impact of preslaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science* 80: 12-19.
 5. Ishida, T., Tokunaga, T., Arima, S., Morita, T., Takahashi, T. and Irie M. 2013. Genetic and environmental influences on carcass defects of Japanese Black cattle by logistic-regression analysis. *Nihon Chikusan Gakkaiho* 84, 435-442. (In Japanese with English abstract)
 6. McGreevy, P. 2003. Notes on some topics in applied animal behaviour. In: Chapter 5, Design of facilities for management of livestock. www.animalbehaviour.net. Accessed: 17 January 2012.
 7. Mpakama, T., Chulayo, A. Y. and Muchenje, V. 2014. Bruising in Slaughter Cattle and Its Relationship with Creatine Kinase Levels and Beef Quality as Affected by Animal Related Factors. *Asian Australia. J. Anim. Sci.* 27(5): 717-725.
 8. Nishi, K., Shimogiri, T., Kusano, A., Sakamoto, S., Shiromoto, K., Kawabe, K., Okamoto, S., Honda, T. and Oyama K. 2016. Estimation of genetic parameters for carcass defects of Japanese Black cattle in Kagoshima. *Animal Science Journal* (2016) 87, 655-660.
 9. Okamoto, K., Osawa, T., Hasegawa, M., Kuchida, K., Hidaka, S. and Kato, T. 2005. Influence of defect of beef carcass to unit price and estimation of their genetic effects. *Bulletin of Beef Cattle Science* 78, 61-66.
 10. Strappini, A. C., Metz, J. H., Gallo, C., Frankena, K., Vargas, R., de Freslon, I. and Kemp, B. 2013. Bruises in culled cows: when, where and how are they inflicted? *Animal.* 7(3): 485-91.
 11. 구경녀, 변병래, 심향섭, 이호승, 김경숙, 우종태. 2009. 도축우의 근출혈 유발 인자에 관한 연구. *한국가축위생학회지* 32(3): 287-292.
 12. 김병도, 임원호, 정형진. 2006. 도축시설 및 작업 방법 개선 전·후의 근출혈 발생 현황조사. *등급정보* 365, 2006(11): 5-6.
 13. 김용곤. 2007. 소 근출혈 발생원인과 예방책. *피드저널* 5(3): 113-118.
 14. 박범영, 이종언, 김일석, 조수현, 김용곤, 이종문, 윤상기. 2003. 돼지의 출하일령, 수송시간 및 계류시간에 따른 PSE 발생을 비교. *한국동물자원지* 45(3): 483-490.
 15. 박범영, 김진형, 이선호, 조수현, 황인호, 김관태, 김동훈, 김용곤, 이종문. 2005. 전기 및 CO2 실신에 따른 돈육의 PSE 발생을 비교. *동물자원과학회지* 47(2): 271-276.
 16. 박범영. 2007a. 비육우의 출하관리 및 결함육 발생원인(1) 월간종축개량 7: 43-47.
 17. 박범영. 2007b. 비육우의 출하관리 및 결함육 발생원인(2) 월간종축개량 8: 43-51.
 18. 유승원, 김효선. 2011. 돼지도체 결함육 발생현황 분석결과. *축산물품질평가원리포트*. 등급정보 365+ 2011(12): 06-07.

