

도축장의 생·해체검사를 통한 경산우 및 미경산우 감별법(I)

최임용*, 최태석, 이달주, 이해영, 노창식, 김규현, 김은, 권택부, 이정학

서울시 보건환경연구원
(접수 2007. 8. 30, 게재승인 2007. 9. 23.)

Discrimination of cows from heifers by antemortem and postmortem inspection in slaughter house

Im-Yong Choi*, Tae-Suk Choi, Dal-Ju Lee, Chang-Sik Rho,
Kyu-Hiun Kim, Eun Kim, Taek-Boo Kweon, Jung-Hark Lee

*Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health & Environment,
Seoul 427-070, Korea*

(Received 30 August 2007, accepted in revised from 23 September, 2007)

Abstract

This study was performed to make helpful standard for discrimination of cows from heifers by uterine and ovarian section inspection. A total of 3,736 heifers and 249 cows were inspected from January to November 2006 in Karak Market Slaughter house. Firstly, it was obvious that non-corpus albicans were observed in almost heifers(3,597/3,736, 96.3%), but there were distinctive corpus albicans in all cows (249/249 100%). Secondly, another evident was that the length and diameter of the horn in uterus was below 30mm in 94.5%(3,267/3,736) heifers, but above 30mm in 90.4% (225/249) cows, and it was easy to distinguish between right and left horn by difference of size in 87.6% (218/249) cows. Thirdly the diameters of pelvic cavity was below 220mm in 96.8% (3,615/3,736) heifers, but was over 200mm in 85.1% (212/249) cows. Fourthly another difference was found in second sacrum union condition and 13th thoracic vertebral process's states. In case of heifers, it was distinctive five lines in each second sacrum, but it was non-distinctive or united in the same each lines of the sacrum in cows. Fifthly in the results of 13th thoracic vertebral colors, the ratio between

* Corresponding author:

Phone : +82-2-570-3236, Fax : +82-2-570-3206
E-mail : city1004@seoul.go.kr

red color and white color was 7:3 in heifers (3,385/3,736, 90.6%), but that was 2:8 in cows (199/249, 79.9%). Consequently, it was possible to use the method which discriminated cows from heifers by uterine and ovarian section inspection in large scaled field slaughter house.

Key words : Discrimination of cow and heifer, Ovarian inspection, Slaughter house

서 론

식육은 한우고기, 젓소고기 및 육우고기로 구분하며 젓소의 경우 송아지를 낳은 경험이 있는 젓소암소에서 생산된 고기는 젓소고기로, 수소 및 송아지를 낳은 경험이 없는 젓소암소에서 생산된 고기는 육우고기로 구분하고 있으며¹⁾, 축산물가공처리법 및 농림부 지침에 의하면 도축장에 출하한 젓소의 품종(육우/젓소)에 대한 판단은 축산물검사관이 결정한 것을 기준으로 하도록 하고 있으며 합격표시도 한우고기는 붉은색, 육우고기는 녹색, 젓소고기는 청색으로 구분하여 표시하도록 하고 있다²⁾.

조³⁾는 임신황체가 퇴화된 백체가 난소피질속에 수년간 존재하므로 백체의 수에 따라 임신회수를 추정할 수 있다고 하였으며, Sawyer⁴⁾는 분만 후 35일부터는 임신황체가 백체로 변형된다고 주장하고 있으나, 정⁵⁾, 임 등⁶⁾은 발정황체와 임신황체를 구분하지 않고 모든 황체는 퇴화되어 백체로 변화하므로 난소 내에 백체가 존재한다는 사실만으로 미경산우로 판정하는 것은 무리라고 주장하고 있다.

따라서 젓소의 경산여부에 대한 신속한 판단은 일선 축산물검사관의 현안문제로 대두되었으며 이는 일부 농장주들이 미 경산우가 경산우에 비해 지육가격이 월등히 높은 점을 악용하여 출산경험이 있는 경산우를 출산경험이 없는 미 경산우로 도축검사를 신청함으로써 도축검사 업무에 혼선을 초래하고 축산물의 유통질서를 문란케 하고 있기 때문이다.

백체의 확인이 어려울 경우 난소, 자궁 등 추가적인 조사로 경산여부를 구분할 수 있고,

30개월령 전후의 경산우 또는 1~2회 출산한 3세 이상의 경산우를 일정기간(3개월~6개월) 비육 후 미 경산우로 출하하는 사례가 확인되어, 본 연구에서는 경산우의 객관적인 판정기준을 제시함으로써 경산우가 미 경산우로 둔갑하여 시장에 유통되는 것을 사전 차단하고 검사업무의 효율성을 제고 하고자 하였다.

재료 및 방법

시험 재료

2006년 1월 ~ 11월까지 서울시 2개 도축장에서 도축한 젓소 암컷 중 미경산우 3,736두 와 미 경산우로 검사 신청하였으나 도축검사 결과와 축주의 청문결과 경산우로 판정된 젓소 249두 를 대상으로 하였다.

시험 방법

1) 생식기검사

난소검사는 작업장내의 검사대에서 도체의 복강장기 중에 자궁과 좌우난소를 함께 채취하고, 임신우는 좌우 난소만을 채취하였으며, 육안으로 난소의 표면에서 발육중인 난포(미성숙 및 포상난포 등)가 존재하는지를 검사하였고, 또한 난소의 피질 및 반흔 부위를 메스로 절개하여 발정주기에 있는 황체, 임신 중에 있는 황체, 병적구조물(난포낭종, 황체낭종) 존재 여부와 백체의 유무를 조사하였다³⁾. 또한, 난소에서 백체가 존재하는 전 두수에 대하여는 축주의 청문을 실시하였으며 청문한 결과 유산이라고 주장하는 경우에는 정상적인 임신과정을

경과한 백체와 육안적인 소견(모양, 크기, 색깔)을 비교하였다.

자궁검사는 조사대상 3,985두 중 육안 및 촉진으로 양쪽 자궁각을 검사하여 임신한 것으로 확인된 185두 와 프리마틴(freemartin) 같은 선천적 기형우 93두 를 제외한 3,707두 를 대상으로 양쪽 자궁각 직경 및 자궁체와 자궁각의 주름여부를 조사하였으며, 자궁각 직경은 자궁체에서 양쪽 자궁각으로 분지되는 부위를 캘리퍼스(calipers)를 사용하여 측정하였다³⁾.

2) 골반검사

골반검사는 2분 도체된 지육을 냉장고에 현수된 상태에서 치골과 제2천추 사이인 골반강의 넓이를 자를 이용하여 측정하였다³⁾.

천골검사는 2분 도체된 지육을 냉장고에 현수된 상태에서 소의 경우 3-4세에서 5개의 천추가 생후 융합하여 1개의 천골로 되는 것^{3,7)}과 축산법시행규칙제32조제3항[별표5]에 의한 “축산물등급판정세부기준”에서 천골주변의 지방을 제거한 후에 천추 마디의 수를 조사하였다.

3) 척추검사

척추검사는 2분 도체된 지육을 냉장고에 현수된 상태에서 축산법시행규칙제32조제3항[별표5]에 의한 “축산물등급판정세부기준”에서 흉추골의 성숙도 구분기준⁸⁾으로 흉추의 극돌기 단면의 붉은색과 흰색의 색도비율, 극돌기 연골단면의 흰색과 적반흔의 비율을 육안으로 비교하였으며 극돌기 및 연골의 표면을 칼로 긁어서 골화 여부를 조사하였다.

결 과

생식기 검사 소견

1) 난소검사 소견

미경산우에서는 주로 미성숙 및 포상난포와 발정황체, 임신황체, 난소낭종 등이 존재하는 경우가 3,597두(96.3%), 축추의 청문결과 유산한 것이라 주장하고 또한 다소 부정형의 임신황체나 백체가 존재하여 미경산우로 판정한 경우가 139두(3.7%)이었으며, 경산우에서는 전 두수에서 백체가 발견되었고 퇴화중인 임신황체나 백체가 존재하는 경우가 191두(76.7%), 백체가 2개 이상 존재하는 경우가 58두(23.3%)로 나타났다(Table 1).

Table 1. The result of ovary investigation

Group	Immature follicle or Graafian follicle Puberty corpus luteum, Pregnancy corpus luteum	Immature follicle or Graafian follicle, Un-distinctive corpus albicans	Immature follicle or Graafian follicle, pregnancy corpus luteum degenerated or Corpus albicans	Immature follicle or Graafian follicle, Corpus albicans had the more than one	Total
Heifer (%)	3,597 (96.3)	139 (3.7)	-	-	3,736
Cow (%)	-	-	191 (76.7)	58 (23.3)	249

2) 자궁검사 소견

자궁검사는 조사대상 3,985두 중 임신한 것으로 확인된 185두 와 프리마틴(freemartin) 같은 선천적 기형우 93두 를 제외한 3,707두 를 대상으로 조사하였으며 미경산우는

자궁체 및 자궁각에 주름이 약간 있고 자궁각 직경이 30mm 미만의 경우가 3,267두 (94.5%), 경산우에서는 자궁체 및 자궁각의 주름이 뚜렷하고 굵기가 30mm 이상이 225두(90.4%)로 나타났다(Table 2).

Table 2. Diameter and wrinkle of uterine horn

Group	less than 30 mm		30~40 mm		more than 40 mm	Total
	No wrinkle	Some wrinkle	Some wrinkle	Full wrinkle	Some wrinkle	
Heifer (%)	2,233 (64.6)	1,034 (29.9)	191 (5.5)	-	-	3,458
Cow (%)	6 (2.4)	18 (7.2)	34 (13.7)	107 (43.0)	84 (33.7)	249

또한 미경산우는 양쪽 자궁각의 차이가 3,298두 (95.4%)에서 자궁각 직경이나 길이가 동일한 것으로 조사되었으며, 경산우는 양쪽 자궁각의 길이나 굵기가 20mm 이상 차이가 있는 경우가 218두 (87.6%)로 나타났다(Table 3)

5개의 각 마디가 뚜렷한 경우가 2,665두(71.3%)이었으며, 경산우에서는 천추 1 ~ 5 마디 구분 흔적이 있는 경우가 64두(25.7%), 천추가 마디 구분 없이 전체적으로 융화된 경우가 177두(71.1%)로 나타났다(Table 5).

Table 3. Diameter and length of both uterine horns

Group	Diameter and length		Total
	Same	Be different more than 20 mm	
Heifer (%)	3,298 (95.4)	160 (4.6)	3,458
Cow (%)	31 (12.4)	218 (87.6)	249

Table 5. The fusion degree of sacrum

Group	Sacrum joints			Sacrum fusion without joint	Total
	5	3-4	1-2		
Heifer (%)	2,665 (71.3)	944 (25.3)	127 (3.4)	-	3,736
Cow (%)	8 (3.2)	34 (13.7)	30 (12.0)	177 (71.1)	249

3) 골반 검사 소견

미경산우의 골반강 넓이는 220 mm 미만이 3,615두(96.8%), 240 mm 이상은 없었으며, 경산우의 골반강 넓이는 220 mm 이상이 135두(54.2%), 200 mm 미만은 37두(14.9%)로 나타났다(Table 4).

Table 4. The width of pelvis

Group	Width of pelvis (mm)				Total
	≤ 200	200-220	220-240	≥ 240	
Heifer (%)	3,176 (85.0)	439 (11.8)	121 (3.2)	-	3,736
Cow (%)	37 (14.9)	77 (30.9)	115 (46.2)	20 (8.0)	249

또한 미경산우의 천골융합도 검사결과 천추

4) 척추 검사 소견

흉추 극돌기의 골화 및 표면상태를 검사한 결과 미경산우는 극돌기골화 정도를 나타내는 붉은색과 흰색의 비율이 7:3 이상이고 골 조직이 부드러운 경우가 3,385두(90.6%), 붉은색과 흰색의 비율이 1:9 이고 골 조직이 거친 경우는 없는 것으로 나타났다.

경산우에서는 붉은색과 흰색의 비율이 2:8 이상으로 골 조직이 거친 경우가 199두(79.9%), 붉은색과 흰색의 비율이 9:1 이상이고 골 조직이 부드러운 경우는 없는 것으로 나타났다(Table 6).

또한 미경산우에서는 극돌기연골 골화 정도를 나타내는 흰색과 적반흔 비율이 7:3 이상이고, 연골 골화가 거의 없거나 약간 진행된 경우가 3,470두(92.9%), 연골 골화가 심한 경우는 없는 것으로 나타났다. 경산우에서는 극돌기연골 골화가 뚜렷하거나 완전히 골화된 경우가 238두(95.6%)로 나타났다((Table 7).

Table 6. Ossification of thoracic spinous process and appearance

Group	R*:W**(9:1), soft	R : W(7:3), some soft	R : W(5:5), rough	R : W(2:8), rough, spongy form	R : W(1:9), rough, yellow, spongy form,	Total
Heifer (%)	2,618 (70.1)	767 (20.5)	324 (8.7)	27 (0.7)	-	3,736
Cow (%)	-	2 (0.8)	48 (19.3)	121 (48.6)	78 (31.3)	249

* R: red, ** W: white

Table 7. Ossification of thoracic spinous process cartilage and appearance

Group	Rare ossified, Ws:Rs**(9:1), very smooth	Some ossified, Ws:Rs(7:3), some smooth	Apparent ossified, Ws:Rs(5:5), some rough	Very hard, Ws:Rs(1:9), rough, spongy form	Complete ossified, only Rs, rough and yellow spongy form	Total
Heifer(%)	2,510(67.2)	960(25.7)	266(7.2)	-	-	3,736
Cow(%)	2(0.8)	9(3.6)	71(28.5)	116(46.6)	51(20.5)	249

* Ws : White scar, ** Rs : Red scar

고 찰

젖소를 사육하는 목적은 우유생산, 즉 경제적 이윤추구에 있으며 더욱 많은 우유를 생산할 수 있도록 개량되어 왔다. 이를 위하여 성숙기를 지나 번식적령기에 도달하는 14~18개월에 최초 수정을 시작하여 28개월경 초산이 이루어질 수 있도록 사육하고 있다^{9, 10}.

24개월까지도 번식이 이루어지지 않아 젖소로서의 사육목적에 상실한 소는 대부분 도태할 것으로 추정되며, 따라서 도축장에 출하되는 2세 전후의 젖소는 대부분 난포낭종, 황체낭종 등 번식장애를 나타내고 있었으므로, 경산우와 미경산우의 구분이 필요한 주요 대상은 24~45개월령 사이의 젖소라고 할 수 있을 것이다.

오래 전부터 축산업 종사자들은 경산우와 미경산우를 구분하는 주된 기준으로 유방, 유두의 크기 등 분만에 따른 형태의 변화를 많이 이용하였으며, 이는 오늘 날까지도 도축장에서 생체검사 시 참고하는 방법이기도 하다. 그러나 축산기술의 비약적 발전은 유방, 유두의 형태학적 변화만을 이용한 경산우·미경산우 구분방법의 한계를 드러냈으며, 이에 따라 도축검사 과정 중 난소와 자궁 등 생식

관련 장기와 관련 구조물들의 검사를 통하여 명확한 검사기준을 확립하고자 하였다.

미경산우를 결정짓는 주요 장기는 난소이며, 난소에 대한 검사는 난포낭종 등 번식장애 요인의 존재 유무와 분만 후 난소 피질에 남게 되는 백체의 존재여부를 확인하는 것이었다^{2, 3}.

번식장애의 원인이 되는 주요 산과질환으로는 난포낭종, 황체낭종, 영구황체, 난소기능 위축, 프리마틴 등이 있으며, 이러한 소인을 가진 개체는 20개월 전후에 도축장에 출하되어 비교적 쉽게 미경산우로 판정할 수 있었다. 그러나 번식장애 없이 도축장에 출하되는 20개월령 이상의 젖소에 대하여는 난소의 백체 존재여부, 자궁각의 직경, 골반강의 직경 등을 조사하여 경산우 여부를 판정하였다.

임 등⁴)은 백체는 발정 후 다른 난포가 발달하기 시작하면서 황체조직이 퇴화하여 백색 혹은 연한 갈색으로 바뀌어 난소조직 내에 침착되는 황체로서 발정황체와 임신황체를 구분하지 않고 모든 황체는 결국 퇴화되어 백체로 변화되므로 난소 내에 백체가 존재한다는 사실만으로 경산우로 규정하는 것은 무리라고 주장하고 있으나, 본 실험결과

발정주기 동안에 형성되었다가 퇴화하는 발정황체와 임신기간 중에 존재하는 임신황체가 퇴행되어 형성된 백체는 육안적 소견(모양, 크기, 색깔)으로도 그 구조가 상이한 것으로 추정되었다.

젖소의 발정주기는 21일로 난포기가 약 3일, 황체기가 약 18일로 난포는 원시난포, 2차 난포, 3차 난포, 포상난포로 성숙하여 배란을 하게 되며, 배란된 난포는 황체로 형성되어 발정주기가 끝나면 퇴행하여 자연 소멸된 후 새로운 난포가 발육되는 순환을 반복하고⁷⁾, 발정황체는 직경 2~3 cm 크기로 보통 부정형이며 난소표면에 돌출되어 있고 3/4 에서 내강이 발견되며 임신이 성립되면 임신황체가 되어 임신말기까지 유지하게 된다³⁾.

발정 황체는 임신과 더불어 임신 황체로 변화되어 임신 4~5개월까지 그 크기가 증가하여 직경이 25 mm에 이르며 이후 점차적으로 감소하여 분만 후 7일이면 거의 퇴축되어 35일경에 백체로 되어 난소 피질 속에서 수년간 존재하게 된다고 알려져 있다³⁻⁴⁾.

본 실험 결과 임신황체로 추정되는 백체의 육안적 소견은 절개단면이 아몬드형 또는 원형으로 중앙부에 수직으로 하얀색의 중심선이 있으며, 이로부터 결합직 가지가 분산된 모양으로 전반적으로 흰색을 띠었다.

또한, 임신중기 이후 유산되어 형성되는 백체는 정상 분만 후 형성되는 백체에 비해 원형 또는 부정형으로 되어 있으며, 중앙부의 수직 중심선도 불확실하거나 이로부터 분산된 가지가 불명확하며, 색도도 흰색보다는 연한 갈색을 나타내는 등 정상 분만 후 형성된 백체와 육안적 소견에서 차이가 있는 것으로 나타났으나, 보다 더 정확한 검사를 위하여 조직학적 검사 등 정밀검사 결과와의 일치도를 연계해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

육안적 소견이므로 검사자에 따라 난소표면에 있는 반흔(Scar)이나 퇴행중인 발정황체, 또는 폐쇄 중에 있는 난포 등이 백체로 오인될 수 있을 만큼 유사한 형태를 띠는 경우도 있어 이들과의 구분에도 주의가 필요하다.

본 연구에서는 백체만을 이용하여 경산여부 판정이 어려운 경우, 자궁 및 주변조직의 형태 변화 등 추가적인 조사와 축주와의 청문을 통해 경산 여부를 판정하였다. 자궁은 분만 후 약 40일 이내에 정상적으로 회복하는 것으로 알려져 있으나^{3, 11)}, 회복이 되더라도 자궁이 이완 후 수축되기 때문에 임신한 자궁각에 주름 등 흔적을 남기게 되므로 난소와 더불어 경산 여부 판정에 중요한 기준이 될 수 있으며, 골반강(치골과 천골 사이의 넓이)은 태아가 출산하는 산도로서 미 경산우는 좁고, 경산우는 넓으므로 이에 대한 차이점을 조사하였다. 천골검사는 5개의 추골이 골화되어 1개의 천골이 되기까지 3-4년이 소요되며^{2, 8)}, 흉추 검사에서 극돌기 단면의 색도와 극돌기의 연골 골화 정도로 나이를 추정하였다.

이러한 기준을 적용하여 미 경산우로 도축 검사 신청된 젖소 중 1개 이상의 정상적인 백체가 관찰되어 도축 신청인에 대한 분만사실 확인(청문)을 거쳐 249두를 경산우로 판정하였으며, 유산하였다고 주장하는 139두의 경우는 임신과의 관련성이 불분명하여 골반강 및 자궁의 형태 등을 확인한 후 미 경산우로 판정하였다.

초산한 경험이 있는 소를 미 경산우로 출하한 경우 난소검사에서 백체의 유무로 출산여부를 확인하였으나, 축주가 유산한 소라고 주장할 경우 이 백체가 유산 후 생성된 백체인지 정상 분만 후 생성된 백체인지를 육안소견으로 정확하게 판단하기는 어려웠으므로, 앞으로 유산 후 생성된 백체와 분만 후 생성된 백체를 구분하기 위해서는 육안적 소견(백체의 형태, 백체 내 섬유성분 침착상태, 백체의 색깔 등) 및 정밀검사(조직검사) 등 앞으로 더 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

이상의 검사결과에서 알 수 있듯이 난소에서 백체의 유무를 확인하는 것과 자궁에서 양자궁각의 크기 비교 및 표면의 주름정도를 확인하는 것은 미경산우를 구분하는 기준이 될 수 있으나, 유산 후 형성된 백체와 정상 분만 후 형성된 백체를 구분하는 명확한 기준이 확

립되어 있지 않으므로 이 둘을 구분하기 위한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단되며, 따라서 백체만을 가지고 경산 여부를 판단하기 어려운 경우 축주의 청문, 자궁검사, 골반검사, 척추에서의 골화 등 추가적인 조사를 실시하고 이를 종합하여 판단해야 할 것으로 생각된다.

결 론

젖소에서의 경산우·미경산우 구분기준을 확립하기 위하여 2006년 1월~11월까지 서울시 관내 도축장에 출하된 미경산우 3,736두와 경산우 249두를 대상으로 난소·자궁 등에 대한 조사를 실시하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 3,736두의 미경산우 중 3,597두(96.3%)에서는 미성숙 및 포상난포와 발정황체, 임신황체, 난소낭종 등이 존재하고 있었으며 139두(3.7%)에서는 임신 중 유산하여 생성된 황체 또는 유산 후 나타나는 부정형의 백체가 존재하고 있었고 경산우 249두에서는 퇴화중인 임신황체 또는 1-2개의 백체가 관찰되었다.

2. 자궁각의 길이 및 직경을 조사한 결과 미경산우 3,267두(94.5%)에서 직경은 30mm 미만, 3,298두(95.4%)에서 양쪽 자궁각의 길이나 직경이 동일하였으나, 경산우에서는 자궁각의 직경이 225두(90.4%)에서 30mm 이상을 나타내고 있었으며 양쪽 자궁각의 길이나 직경이 20mm 이상 현저한 차이를 나타내고 있는 경우가 218두(87.6%)였다.

3. 골반검사결과 미 경산우의 골반 강 직경은 220mm 미만이 3,615두(96.8%)였으나, 경산우 212두(85.1%)에서는 골반 강의 직경이 200mm 이상이였다.

4. 천골융합도 검사결과 미 경산우에서는 천추 5개 마디가 뚜렷한 경우가 2,665두(71.3%)이었으나 경산우는 1~5개마디 구분 흔적인 경우가 64두(25.7%), 마디구분 없이 전체적으로 융화된 경우가 177두(71.1%)로 나타났다.

5. 척추 검사 결과 미 경산우는 흉추 극돌기 골화 정도를 나타내는 붉은색과 흰색의 비율이 (7:3) 이상인 경우가 3,385두(90.6%)이었으며 극돌기연골 골화가 거의 없거나 약간 진행된 경우가 3,470두(92.9%)이었다. 경산우는 붉은색과 흰색의 비율이 (2:8) 이상인 경우가 199두(79.9%)이었으며, 극돌기 연골 골화가 뚜렷하거나 완전 골화된 것이 238두(95.6%)로 나타났다.

이상의 결과를 정리하면 해부학적 검사에 의해서 경산우·미경산우를 구분할 수 있는 기준은 양쪽 자궁각의 크기 및 자궁표면의 주름 상태, 난소에서의 백체 유무를 확인하는 방법이라고 할 수 있다. 그러나 소의 분만 시기, 나이, 사육 환경, 사육조건 등에 따라 자궁 및 난소내의 백체의 형태학적 소견이 상이하였으며, 도체의 2분 상태에 따라 골반 및 척추검사서 직경 및 골 단면의 색도비율이 상이하게 측정되는 등 감별진단에 한계가 있음을 확인하였다. 따라서 현장에서 미경산우 여부를 판단하는데 있어 해부학적 소견과 더불어 축주에 대한 청문 등 종합적인 검토가 필요하다고 생각된다.

참고문헌

1. 농림부. 2005. 식육의 부위별·등급별 및 종류별 구분방법(농림부 고시 제2005-50호).
2. 농림부. 2004. 축산물가공처리법 제16조.
3. 조충호. 1981. 수의산과학. 영제교육원. 서울: 41-624.
4. Sawyer HR. 1995. Structural and functional properties of the corpus luteum of pregnancy. *J Reprod Fertil Suppl* 49: 97-110.
5. 정길생. 2000. 가축번식생리학. 선진문화사. 서울: 40.
6. 임경순, 김중계, 신원집. 2001. 가축번식학. 한국방송통신대학교출판부. 서울: 73.
7. 윤석봉. 1980. 가축비교해부학. 문운당. 서울: 20.

8. 농림부. 2004. 축산물등급판정세부기준 (농림부 고시 제2004-66호).
9. 김학재, 김종인, 권영이 등. 1988. 젖소질병도감. 서울우유협동조합. 22.
10. 정천용, 이호원. 1995. 가축사양학Ⅱ. 한국방송통신대학교출판부.서울: 124-127.
11. 박향균, 김영목. 1993. 가축번식학. 향문사. 서울: 335.