

숙성이 제주마 등심의 육질과 관능적 특성에 미치는 영향

성필남* · 이종언** · 박범영* · 하경희* · 고문석**

축산연구소 축산물이용과*, 난지농업연구소 축산과**

Meat Quality and Sensory Characteristics in *Longissimus* Muscle of Jeju Horse as Influenced by Ageing

P. N. Seong*, C. E. Lee**, B. Y. Park*, K. H. Hah* and M. S. Ko**

National Livestock Research Institute, RDA*, National Institute of Subtropical Agriculture, RDA**

ABSTRACT

The purpose of this study was to assess the influence of ageing time on the meat quality and sensory characteristics of *longissimus* muscle in Jeju horses. Twenty four horses were slaughtered after 16hr fasting. *Longissimus* muscle was separated from the left half of the carcass after 24hr chilling. The muscle was sliced into 3cm-thick steaks for analysis. Steaks were vacuum packaged and aged at around 4°C for 1, 3, 7, 12, 18 and 25 days respectively. *Longissimus* muscle pH was not influenced by ageing (P>0.05). But shear force values of the muscle decreased during ageing time (P<0.05). Water holding capacity, color characteristics, cooking loss and purge loss considerably increased as the ageing time increased (P<0.05). Also ageing had a very important effect on flavor, juiciness, tenderness and palatability characteristics (P<0.05) evaluated by the panel. Flavor and palatability were the most acceptable when the ageing time was 7 days, whereas, juiciness was 12 days. These results suggest that ageing improves the quality of horse meat by increasing the meat tenderness, water holding capacity and sensory characteristics. Therefore Jeju horse meat need 7~12 days ageing period to obtain an optimum acceptance.

(Key words : Horse, Ageing, Meat quality, Sensory characteristics)

I. 서 론

제주지역의 말 사육두수는 제주마 경마제도 시행으로 1999년 5,084두에서 2003년 11,366두로 빠르게 증가하고 있으나 전체 생산마의 약 95% 정도가 경주에 참여하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 경마에 이용되지 못한 말은 도축되어 고기 등으로 이용되고 있다. 최근 제주도를 중심으로 말고기 전문식당이 증가되고 있는 추세이나 제주지역 전문식당을 통한 말고기 소비로는 생산되는 말고기를 소비하는데 한계가 있어 제주마 산업을 활성화시키기 위해서는 보다 적극적인 말고기 소비확대 방안 수립과 대중화가 필요한 실정이다.

현재 유럽에서 말고기는 아주 맛이 좋고, 고가의 식육으로 인식되고 있으며, 육류소비량 중 말고기가 중요한 위치를 차지하고 있다 (Devine, 1996). 유럽연합 15개국의 1인당 말고기 소비량은 0.4 kg/년이며, 이들 국가 중 이탈리아가 1인당 1.3 kg/년 정도로 가장 많이 소비하고 있다(Martin-Rosset, 2001). 반면 영국, 미국, 캐나다에서는 말을 식용으로는 이용하고 있지는 않으나(Reece et al., 2000) 호주, 뉴질랜드, 멕시코 등과 함께 주요 말고기 수출국이다. 2000년 캐나다의 말고기 수출량은 13,167톤 정도이고, 주요국의 수입량은 프랑스 4,113톤, 일본 3,245톤, 이탈리아 1,407톤 정도이며, 이외 스위스, 벨기에, 네델란드, 독일 등 많은 나라

Corresponding author : P. N. Seong, National Livestock Research Institute, Suwon, 441-706, Korea.

Tel : 82-31-290-1699, Fax : 82-31-290-1697, E-mail : spn2002@rda.go.kr

가 다양한 품종과 비육정도가 다른 말고기를 소비하고 있다(Sellnow, 1999).

말고기에 대한 연구는 주로 유럽국가들에서 많이 수행되었으며, 보고된 주요연구로는 식육 특성(Palenik와 Belchova, 1978; Martin-Rosset 등, 1980; Catalano 등, 1986; Lacheretz 등, 1990; Manfredini 등, 1992; Badiani 등, 1993; Campodoni 등, 1994), 영양성분(Catalano와 Quarantelli, 1979; Palenik 등, 1980; Badiani 등, 1997), 도체특성(Moczybroda, 1976; Rossier와 Berger, 1988), 저장 특성(Roth 등, 1995), 도축 전 취급(Stull, 2001), 가공특성(Pérez 등, 1998; Paleari 등, 2002; Paleari 등, 2003) 등이 있다. 우리나라에서는 Yoo 등(1993)이 보고한 제주 재래마와 개량마(Thoroughbred) 고기의 영양성분 결과 외에는 말고기 이용에 대한 연구는 거의 수행되지 않고 있는 실정이다.

말은 체중 및 비육정도가 비슷한 소에 비해 피하와 복강지방의 비율이 더 높으며, 근육간 및 근육내 지방의 비율이 더 낮고(Rossier와 Berger, 1988) 질긴 고기라는 인식이 팽배하여 마블링과 연도를 중요하게 고려하는 우리나라 소비자의 호응을 얻지 못할 가능성이 있다. 특히 소비자가 고기를 섭취하면서 얻게 되는 만족감은 풍미, 다즙성, 연도 등이 어우러져 얻어지게 되며, 이 중 연도는 육질의 가장 중요한 조직적 특성으로 소비자의 기호성에 가장 큰 영향을 미친다(Choi 등, 1995). Brooks 등(2000)은 소비자가 느끼는 불만족의 가장 중요한 요인은 적합하지 못한 연도 때문이며, 최종 신선육제품의 가치를 증가시킬 수 있는 방안은 연도를 증가시키는 것이라고 보고하였다.

따라서 본 연구는 연도증진의 가장 일반적인 방법인 숙성에 따른 말고기 등심의 육질과 관능적 특성이 어떻게 변화하는지를 조사하여 말고기에 대한 소비자 기호도 증진뿐만 아니라 냉장유통에 대비한 기초자료를 얻고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험재료

제주마 24두(16~20개월령)를 출하 전 380일

동안 건초와 물을 자유급식 시키면서 농후사료는(Table 1) 초기 260일 동안 체중의 1.25%, 후기 120일 동안은 체중의 1.5%를 급여하여 비육시켰다. 출하 전 16시간 농가절식 후 제주도내 도축장으로 수송하여(수송거리 30분) 수송당일 도축하였다. 제주마 도체(운도체중 : 165.25 ± 5.4 kg)를 24시간 예냉시킨 후 좌도체 등심(M. longissimus)을 채취하여 냉장상태로 난지농업연구소 실험실로 운반하였다. 한 마리분의 등심을 3 cm 두께의 스테이크 12개로 절단 후 개별 진공포장(재질 : PVDC; Cryovac Division, W. R. Grace Co., Mississauga, Canada)하여 $4 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 냉장고에 저장하면서 도축일로부터 2일 후를 저장 1일로 하여 1, 3, 7, 12, 18, 25일에 각각 2개의 스테이크를 공시하여 분석하였다.

2. 분석방법

육의 pH는 SENTRON pH meter(Type TITAN X, SENTRON Europe B.V., Netherlands)로 측정하였다. 육색은 포장을 벗기고 표면수분을 제거하여 30분간 냉장상태에서 충분히 발색시킨

Table 1. Composition of concentrates used (on an as-fed basis)

Ingredient	%
Corn	43.0
Soybean meal	17.3
Wheat	11.5
Wheat bran	11.0
Tapioca	8.0
Molasses	5.0
Tallow	0.2
Salt	0.6
Limestone	2.5
Premix ¹⁾	0.9
ME (calculated Mcal/kg)	2.59
CP (calculated %)	15.9
Ca (analyzed %)	0.98
P (analyzed %)	0.58

¹⁾ Provided the following per kg of diet: Fe, 50 mg; Cu, 7 mg; Mn, 24 mg; Zn, 30 mg; I, 0.6 mg; Se, 0.15 mg; vitamin A, 3,800 IU; vitamin D₃, 400 IU; vitamin E, 20 IU; vitamin B₂, 2.5 mg; vitamin B₆, 2.0 mg; pantothenic acid, 4 mg; niacin, 2.6 mg; biotin, 0.1 mg.

후 표면육색을 Chroma meter(CR 300, Minolta Co, Japan)로 명도(L*), 적색도(a*), 황색도(b*)를 Hunter 값으로 측정하였고, 표준관은 $Y = 90.8$, $x = 0.3144$, $y = 0.3210$ 의 백색타일을 사용하였다. 보수력은 Honikel과 Hamm(1994)의 방법으로 시료에서 표면지방과 결체조직을 제거하고 가로 \times 세로 \times 높이 = $1 \times 1 \times 1$ cm가 되도록 자른 다음 10 g을 원심분리 튜브에 넣고 $40,000 \times g$ 로 10 분간 원심분리(Supra 22K, Hanil Science, Korea) 하였다. 상층액은 제거하고 고기조각에 남아있는 수분을 종이타월로 제거한 다음 무게를 측정하여 원시료 무게에 대한 백분율로 계산하였다. 저장기간별 포장감량은 진공포장지와 드립을 제거한 후 발생하는 감량을 측정하였다. 가열감량은 시료를 육 내부온도 70°C 에 도달할 때까지 가열한 후 무게를 달아 감량을 측정하였다. 가열감량을 측정했던 시료를 이용하여 지름 1 cm의 전단력 측정시료를 채취하여 Rheo meter (G-R Elec. Mfg. Co., Manhattan, USA)로 전단력을 측정하였다. 이때 분석조건은 chart speed 120/mm/min, maximum load 10 kg, 측정속도 20 mm로 측정하였다. 관능평가는 등심시료를 가로 2.5 cm, 세로 4 cm, 두께 2 mm로 준비하여 250°C 에서 시료 당 10초씩 구운 후 10명의 훈련된 패널들에 의해 6점 평가법(연도: 1 = 매우 질기다. 6 = 매우 연하다., 풍미, 다즙성, 기호성; 1 = 매

우 나쁘다. 6 = 매우 좋다.)에 따라 평가하였다.

3. 통계처리

시험성적의 통계처리는 SAS(1996) program을 이용하여 분산분석과 Duncan의 다중검정으로 각 요인간의 유의성($p < 0.05$)을 비교분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 숙성 중 말고기 육질특성 변화

식육은 숙성 중 근육내 효소와 미생물이 분해된 효소들에 의해 주로 근육 단백질이 분해되어 유리아미노산 및 비단백질질소화합물의 증가로(Park 등, 1988) pH가 서서히 증가되는 것으로 보고되고 있지만(Choi 등, 1995; Park 등, 1998) 본 실험에서의 말고기 등심육의 pH는 25일 숙성기간 동안 유의적인 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$)(Table 2). 이는 말고기가 쇠고기나 돼지고기에 비하여 극한산성 pH가 높기 때문인 것으로 생각되며, 그 이유로는 말고기가 다른 식육들에 비하여 적색근 섬유비율이 높는데 기인한 것으로 보인다. 즉 적색근 섬유는 백색근 섬유 보다 글리코겐 함량이 낮

Table 2. Ageing time effects on meat quality traits of horse *longissimus* muscle

Items	Ageing days					
	1	3	7	12	18	25
pH	5.70 \pm 0.03*	5.76 \pm 0.03	5.70 \pm 0.02	5.75 \pm 0.03	5.76 \pm 0.02	5.68 \pm 0.02
Shear force (kg)	9.10 \pm 0.42 ^a	7.65 \pm 0.50 ^b	5.71 \pm 0.39 ^c	4.66 \pm 0.24 ^d	3.98 \pm 0.20 ^d	3.67 \pm 0.14 ^d
Water-holding capacity(%)	89.47 \pm 0.45 ^a	88.07 \pm 0.43 ^b	87.84 \pm 0.29 ^b	87.54 \pm 0.43 ^b	88.46 \pm 0.43 ^{ab}	89.64 \pm 0.38 ^a
Cooking loss (%)	19.23 \pm 0.55 ^a	17.46 \pm 0.55 ^b	17.22 \pm 0.50 ^b	17.91 \pm 0.57 ^{ab}	18.59 \pm 0.50 ^{ab}	17.86 \pm 0.57 ^{ab}
Purge loss (%)	0.98 \pm 0.05 ^d	1.56 \pm 0.10 ^c	2.73 \pm 0.22 ^b	3.23 \pm 0.14 ^b	3.94 \pm 0.16 ^a	4.42 \pm 0.31 ^a
L*	30.76 \pm 0.39 ^c	31.07 \pm 0.40 ^{bc}	31.36 \pm 0.42 ^{abc}	32.17 \pm 0.35 ^{ab}	32.24 \pm 0.40 ^{ab}	32.35 \pm 0.33 ^a
Hunter	a*	15.23 \pm 0.20 ^d	16.41 \pm 0.25 ^c	17.74 \pm 0.30 ^b	18.79 \pm 0.27 ^a	19.37 \pm 0.27 ^a
	b*	5.37 \pm 0.09 ^d	5.90 \pm 0.11 ^c	6.34 \pm 0.14 ^b	6.92 \pm 0.10 ^a	7.10 \pm 0.11 ^a
	b*	7.15 \pm 0.10 ^a				

* Means \pm S.E

^{a-d} Means with different superscripts in the same row differ significantly ($P < 0.05$).

아 사후초기 젖산축적이 많지 않기 때문이며 (김 등, 1998) 이는 결국 근육내 글리코겐 함량과 관련이 있는 것으로 생각된다.

말고기 숙성 중 전단력은 저장 12일까지는 유의적으로 감소하다가(P<0.05) 숙성 12일 이후에는 전단력에 변화가 없었다. 숙성 중 육의 전단력은 저장온도가 높을수록, 저장기간이 길어질수록 낮아진다는 사실은 잘 알려져 있다 (Moller 등, 1973; Huff와 Farrish, 1993; Choi 등, 1995; Park 등, 1998). 하지만 전단력의 저하는 저장기간 동안 일정하게 감소하지는 않는다고 (根岸, 1991; 岡山 등, 1991; 柳原 등, 1995) 알려져 있으며, 말고기의 경우도 12일까지는 많은 감소를 보였으나 그 후부터 25일까지는 감소 폭이 적었다. 본 연구 결과 말고기의 연도 개선 측면에서는 4℃에서 12일 정도 숙성하는 것이 연도에 대한 최대의 효과를 가져올 수 있을 것으로 판단되었다.

보수력은 숙성 1일을 제외하고 숙성기간의 경과에 따라 점차 증가하는 경향을 보였다. 식육은 숙성 중 단백질 구조변화와 이온강도 변화 등에 의하여 보수력이 증가하며(Wu와 Smith, 1987), 근육의 보수력은 pH와 밀접한 관계가 있다고(Pearson과 Young, 1989) 보고되고 있으나, 본 실험결과 말고기 등심육의 보수성은 pH와 밀접한 관계가 없는 것으로 나타났다.

가열감량은 숙성 1일 말고기에서 가장 많이 발생하였으며, 이후에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다(P>0.05). 본 실험과 유사한 방법으로 수행된 쇠고기의 경우 5℃와 -1℃ 저장온도에서 모두 저장기간에 따라 가열감량이 유의적으로 증가하였으며, 저장 21일 가열감량이

각각 27.88%, 26.66%로(Park 등, 1998) 말고기 숙성 25일 17.86%에 비해 가열감량이 많은 것을 알 수 있었다. 숙성 중 말고기 포장감량은 25일 동안 기간이 경과할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(P<0.05).

말고기 등심의 숙성기간 중 육색을 조사한 결과, 명도(L*)는 숙성기간이 길어질수록 증가하여 저장 25일 가장 높은 수치를 나타내었으며(P<0.05), 적색도는 숙성 12일까지 유의적으로 증가하다가 12일 이후에는 차이를 보이지 않았다. 황색도 역시 적색도와 유사한 경향을 나타내었다. 일반적으로 육색 명도(L*)는 육색소 함량에 영향을 받으며, 적색도(a*)는 육색소의 산화상태(환원상태, 산소와 결합된 상태, 산화된 상태)에 주로 영향을 받고, 육색소 함량에도 조금 영향을 받는다(Roth 등, 1995). 유사한 결과로 임 등(1990)은 Cryo-vac 포장한 수입쇠고기의 육색을 색차계로 측정된 결과 저장기간이 경과함에 따라 L값은 증가하였으며 고기색은 밝아졌다고 보고하였다.

2. 숙성 중 말고기 관능적 특성 변화

숙성 중 말고기 등심근의 관능적 특성을 조사한 결과, 말고기의 풍미는 숙성 7일에 가장 높은 수치를 나타내었으며, 숙성 25일에 가장 낮은 수치를 나타내어, 18일 이상 숙성 시 풍미가 감소되는 것으로 나타났다. 다즙성은 숙성 12일에 페널에 의해 가장 좋은 점수를 받았으며, 숙성 3일과 25일에 가장 낮았다. 말고기 연도는 숙성 7일에 유의적인 증가를 보였으며 (P<0.05) 이후 약간 증가되나 유의적인 차이는

Table 3. Ageing time effects on sensory characteristics of horse *longissimus* muscle

Items	Ageing days					
	1	3	7	12	18	25
Flavor	3.81 ± 0.09 ^{*ab}	3.81 ± 0.08 ^{ab}	3.97 ± 0.08 ^a	3.88 ± 0.07 ^{ab}	3.77 ± 0.07 ^{ab}	3.66 ± 0.08 ^b
Juiciness	3.80 ± 0.10 ^{ab}	3.65 ± 0.08 ^b	3.79 ± 0.11 ^{ab}	4.03 ± 0.10 ^a	3.81 ± 0.10 ^{ab}	3.62 ± 0.09 ^b
Tenderness	3.28 ± 0.21 ^b	3.14 ± 0.17 ^b	3.91 ± 0.17 ^a	4.17 ± 0.16 ^a	4.38 ± 0.11 ^a	4.29 ± 0.11 ^a
Palatability	3.50 ± 0.14 ^b	3.46 ± 0.11 ^b	3.99 ± 0.12 ^a	3.93 ± 0.12 ^a	3.89 ± 0.10 ^a	3.71 ± 0.10 ^{ab}

* Means ± S.E.

^{a-b} Means with different superscripts in the same row differ significantly (P<0.05).

Score : 6 = extremely juicy, tender, flavorful, or palatable; 1 = extremely dry, tough, bland, or unpalatable.

인정되지 않아, 우리나라 사람의 입맛에 맞는 말고기 연도는 7일 정도의 숙성으로도 가능함을 알 수 있었다. 숙성기간 중 말고기에 대한 전체 기호도는 숙성 7일에 유의적인($P<0.05$) 증가를 보인 후 숙성 18일까지 지속하다가 25일에 다소 감소하여 적정 숙성기간이 7일에서 12일 정도인 것으로 나타났다(Table 3). 위생적으로 처리된 소고기를 진공포장하여 저장할 경우 우리나라 사람의 입맛에 맞는 숙성기간은 5℃ 저장시 14일, -1℃ 저장시 21일 정도가 적당한 것으로 보고한 Park 등(1998)의 결과와 비교하여 말고기의 숙성기간이 소고기보다 짧은 것으로 나타났다.

IV. 요약

연도증진의 가장 일반적인 방법인 숙성을 통해 말고기의 육질과 관능적 특성이 어떻게 변화하는지를 조사하여 말고기의 적정 숙성기간을 제시하고, 국내 말고기의 냉장 유통에 대비한 기초자료를 확보하고자 제주마 24두의 등심을 4℃에서 25일간 숙성시키면서 육질과 관능적 특성을 조사하였다. 말고기 pH는 숙성기간에 따라 차이가 없었으며, 전단력은 저장 12일까지 유의적으로 감소하다가($P<0.05$) 12일 이후 차이를 나타내지 않았다. 보수력, 가열감량 및 포장감량은 숙성기간이 경과할수록 증가하는 경향이였으며, 육색특성은 숙성기간이 경과할수록 명도(L*)와 적색도(a*) 값이 증가하는 경향을 보였다. 관능적 특성 중 풍미는 저장 7일에 가장 높은 수치를 나타내었고, 다즙성은 숙성 12일에 패널에 의해 가장 좋은 점수를 받았으며, 연도는 숙성 7일에 유의적인 증가를 보였으며($P<0.05$) 이후 숙성기간에는 차이가 없었다. 숙성기간별 말고기에 대한 전체기호도는 숙성 7일에 유의적인 증가를 보인 후 숙성 18일까지 지속하다가 25일에 다소 감소하였다($P<0.05$). 이상의 결과로 볼 때 말고기 등심의 최적숙성기간은 도축 후 9~14일로 나타났으며, 도축 후 20일 이후에는 기호성과 육질이 저하되는 결과를 보였다.

V. 인용 문헌

1. Badiani, A., Manfredini, M. and Nanni, N. 1993.

- Qualità della carcassa e della carne di puledri lattoni. *Zoot. Nutr. Anim.* 19(1):23-31.
2. Badiani, A., Nanni, N., Gatta, P. P., Tolomelli, B. and Manfredini, M. 1997. Nutrition profile of horse meat. *J. Food Comp. Anal.* 10:254-269.
3. Brooks, J. C., Belew, J. B., Griffin, D. B., Gwartney, B. L., Hale, D. S., Henning, W. R., Johnson, D. D., Morgan, J. B. Parrish, Jr. F. C., Reagan, J. O. and Savell, J. W. 2000, National beef tenderness survey-1998. *J. Anim. Sci.* 78:1852-1860.
4. Campodoni, G., Preziuso, G., Gatta, D., Colombani, B. and Orlandi, M. 1994. Rilievi in vita e al macello e qualità della carne in puledri derivati Franches Montagnes. *Zoot. Nutr. Anim.* 20:35-44.
5. Catalano, A. L., Miraglia, N., De Stefano, C. and Martuzzi, F. 1986. Produzione di carne da cavalli di diverse categoric. *Obiettivi e Documenti Veterinari.* 7(12):69-73.
6. Catalano, A. and Quarantelli, A. 1979. Caratteristiche di carcassa e composizione chimico-bromatologica delle carni di puledri da latte. *Clin. Vet.* 102:498-506.
7. Choi, Y. I., Kim, Y. K. and Lee, C. 1995. Effects of packaging method and aging temperature on color, tenderness and storage characteristics of Korean beef. *Korean J. Anim. Sci.* 37(6):639-650.
8. Devine, R. 1996. Le marché des produits carnés en 1995. *Viandes et Produits Carnés.* 17:79-90.
9. Honikel, K. O. and Hamm, R. 1994. *Advances in Meat Research.* Vol 9 (eds. A. M. Pearson and T. R. Dutson) Chapman and Hall, glasgow, UK.
10. Huff, E. J. and Jr Farrish, F. C. 1993. Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, age and sex. *J. Food Sci.* 58:713-716.
11. Lacheretz, A., Ravaille, C., Darre, R. and Barraud, J. Y. 1990. Le laitton et l'avenir des chevaux de trait-Étude pondérale, économique et de promotion. *Rev. Med. Vet.* 141:749-757.
12. Manfredini, M., Badiani, A. and Nanni, N. 1992. Rese di macellazione, sviluppo dei componenti del quinto quarto e caratteristiche quanti-qualitative delle carcasse di puledro e cavallo. *Agricoltura Ricerca.* 14:23-40.

13. Martin-Rosset, M. 2001. Horse meat production and characteristics. Book of Abstracts of the 52nd Annual Meeting of EAAP, p 322.
 14. Martin-Rosset, W., Boccard, R., Jussiaux, M., Robelin, J. and Trillaud, C. 1980. Rendement et composition des carcasses du poulain de boucherie. Bull. Tech. Cent. Rech. Zootech. Vet. Theix. 41: 57-64.
 15. Moczybroda, J. 1976. Dressing percentage, characteristics of primal cuts and chemical composition of meat of stallions of different breeds killed after complete reproductive utilization. Roczn. Nauk Roln. Ser. B. 98(1):45-55.
 16. Moller, A. J., Vestergaard, T. and Wismer-Pederson, J. 1973. Myofibril fragmentation in bovine longissimus dorsi as an index of tenderness. J. Food Sci. 38:824-825.
 17. Paleari, M. A., Bersani, C., Vittorio, M. M. and Beretta, G. 2002. Effect of curing and fermentation on the microflora of meat of various animal species. Food Control. 13:195-197.
 18. Paleari, M. A., Moretti, V. M. and Beretta, G. 2003. Cured products from different animal species. Meat Science. 63:485-489.
 19. Palenik, S. and Blechova, H. 1978. Carcass value of cold-blooded and warm-blooded foals. Zivoc. Vyrba. 23:665-676.
 20. Palenik, S., Blechova, H. and Palanska, O. 1980. Chemical composition and quality of the meat of cold and warm-blooded foals. Zivoc. Vyroba. 25:269-277.
 21. Park, B. Y., Yoo, Y. M., Kim, J. H., Cho, S. H., Lee, J. M. and Kim, Y. K. 1998. Changes of meat qualities of vacuum packaged Hanwoo beef loins during the prolonged storage at chilled temperature. RDA Journal of Livestock Science. 40(2):135-140.
 22. Pearson, A. M. and Young, R. B. 1989. Muscle and Meat Biochemistry. Academic Press, San Diego.
 23. Pérez, M. L., Escalona, H. and Guerrero, I. 1998. Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. Meat Science. 48:125-134.
 24. Reece, V. P., Friend, C. H. Stull, Grandin, T. and Crodes, T. 2000. Equine slaughter transport: Update on research and regulation. J. Anm. Vet. Med. Assoc. 216:1253-1257.
 25. Rossier, E. and Berger, C. 1988. La Viande de Cheval: Des qualités Indiscutables et Pourtant Meconnues. CEREOPA-ITEB, Paris, France.
 26. Roth, D. M., Brewer, M. S., Bechtel, P. J., Kline, K. H. and McKeith, F. K. 1995. A research note : Sensory, color, and composition characteristics of young and mature chevaline. J. Muscle Food. 6:83-89.
 27. SAS. (1996) SAS Institute, Cary, NC, USA.
 28. Sellnow, L. 1999. Horses destined to slaughter. Horse. 16:23-38.
 29. Stull, C. L. 2001. Evolution of the proposed federal slaughter horse transport regulations. J. Anim. Sci. 79(E. Suppl.):E12-E15.
 30. Wu, F. Y. and Smith, S. B. 1987. Ionic strength and myofibrillar protein solubilization. J. Anim. Sci. 65:597-608.
 31. Yoo, I. J., Park, B. S., Chung, C. J. and Kim, K. I. 1993. A study on nutrition value of horse meat. Korean J. Anim. Sci. 35(2):131-137.
 32. 岡山高秀, 鎌刈久繪, 中川成男, 山之上稔, 西川 勲, 光石直起, 小西喜八郎, 1991. 黒毛化種の 熟成中における 物理化学的 変化. 日畜會報. 62: 178-184.
 33. 根岸晴夫, 夏野めぐみ, 吉川純夫. 1991. 牛肉の 熟度指標としての物理化学的 性質. 日畜會報. 62:1095-1102.
 34. 柳原一美, 矢野幸男, 中村豊郎, 中井博康, 田邊 亮一. 1995. 牛肉の長期熟成中における官能評價, 物性および 化学成分の變化. 日畜會報. 66:160-165.
 35. 임상돈, 김주민, 박우문, 김영수, 강통삼. 1990. 포장방법별 수입 쇠고기의 유통기간 설정에 관한 연구. I. 포장방법별 이화학적 변화. 한축지. 32:422-427.
 36. 김병철, 박구부, 성삼경, 이무하, 이성기, 정명섭, 주선태, 최양일. 1998. 근육식품의 과학. 선진문화사. p. 51.
- (접수일자 : 2006. 1. 11. / 채택일자 : 2006. 3. 10.)