

건조숙성에 따른 육우 등심의 이화학적 특성에 미치는 영향

최주희 · 김학연^{1,*}

사스카치완대학교 식품생물과학과 · '공주대학교 동물자원학과

Effects of dry aging on physicochemical properties of beef cattle loins

Ju-Hui Choe and Hack-Youn Kim^{1,*}

Department of Food and Bioproduct Sciences, Saskatchewan University

¹Department of Animal Resource Science, Kongju National University

Abstract This study investigated the quality change in dry aged beef cattle loins (temperature: 3±1, lative humidity: 75±5%, period: 14 days), compared to non-aged beef cattle loins (control). The water content of dry aged loins was lower than that of the control ($p<0.001$). The fat content, protein content, pH value, and redness in dry aged loins were higher than in the control. Moreover, dry aging significantly improved the water holding capacity and cooking yield of beef cattle loin ($p<0.001$). The shear force of dry aged loins was significantly lower than in the control ($p<0.01$). The flavor, tenderness, juiciness, and overall acceptability of dry aged loins were higher than in the control according to sensory evaluation. Therefore, dry aging can improve the quality properties of beef cattle loins.

Keywords: dry aging, beef cattle, physicochemical property, aging, loin meat

서 론

홀스타인(holstein) 암소는 우리나라에서 젓소로 가장 많이 사육되고 있으며, 수소는 육우로 사육되어 유통되고 있다. 육우는 육질등급이 낮은 반면 단백질함량이 높고 국내에서 생산되어 유통되기 때문에 수입 소고기보다 유통단가가 저렴하지만, 육우는 한우에 비해 육질등급이 낮아 다소 질긴 조직감을 갖기 때문에 소비촉진이 어렵다(1). 매년 다량의 수입소고기가 유통되어 가격 경쟁력에서도 어려움을 겪고 있다(2). 그러나 현대인들은 웰빙(well-being) 트렌드와 함께 고단백질 · 저지방 식품을 선호할 뿐만 아니라, 풍부한 풍미의 식재료를 탐색하고 있다(3,4). 건조숙성은 사후 경직 후 고기의 연도와 풍미를 증진시키는 기술로서 등급이 낮은 육우에 적용한다면, 연도와 풍미를 증진시킨 우수한 식육자원으로 활용될 것이다(5).

식육은 사후 해당과정이 진행되면서 글리코겐이 분해되어 젖산이 생성된다. 젖산이 축적됨에 따라 특정 pH 범위에서 근육 내에 존재하는 칼파인과 카텝신 같은 칼슘활성화효소(CAF)가 활성화되어 근소편화를 촉진하여 연도를 증진시키고, 특히 건조숙성은 겉표면이 호기적 상태에 상대습도와 건조 온도에 따라서 숙성되는 것이 특징이며, 단백질 분해와 지방분해 과정을 통하여 유리아미노산과 유리지방산을 생성하고 이는 다양한 풍미향상 물질과 결합하여 풍미를 향상시킨다(6-10). 건조숙성육과 습식숙성육을 비교하였을 때 연도는 건조숙성육과 습식숙성육 모두 연도가 상승한 반면, 풍미는 건조숙성육에서 우수하게 나타났으며, 습

식숙성육은 원료육과 두드러진 차이를 보이지 않았다(11-15). 습식숙성육의 수율은 건조숙성육보다 높았으나, 가격경쟁력은 건조숙성육이 높은 것으로 나타났다(12,16,17). 건조숙성은 입고, 숙성, 외피제거와 포장으로 구분되며, 소고기의 등심, 채끝등심과 티본 등 부위와 조리용도에 따라서 발골 및 정형하여 숙성고에 입고시킨다. 숙성고에 입고된 소고기는 온도(-0.6-4.0°C), 상대습도(75.00-98.10%)와 숙성기간(14-40일)을 고려하여 설정한다(18). 건조숙성이 완료된 소고기는 겉고 딱딱한 2-2.5cm의 외피를 제거하고 포장한다. Laster 등(16)은 소고기의 건조숙성 기간을 14, 21, 28, 35일로 설정하여 풍미, 연도, 다즙성과 구매의사를 조사한 결과 연도와 다즙성은 건조숙성 기간이 증가함에 따라 증가하였지만, 풍미와 구매의사는 14일이 가장 높게 나타났다.

따라서 본 연구에서는 등급이 낮은 육우에 14일간 건조숙성 기술을 접목하여 연도와 풍미를 증진시켜, 다양한 식재료를 개발하기 위한 기초자료로 이용하는데 있다.

재료 및 방법

공시재료 및 건조숙성(dry-aging)

본 실험에 사용된 3등급 육우 등심은 18개월령 수소의 등심(*Musculus longissimus dorsi*)을 발골 및 정형하여 대조구(control)로 사용하였고, 처리구는 건조숙성고(온도: 3±1°C, 상대습도: 75±5%)에서 14일간 건조숙성(dry-aging)하였고, 겉고 딱딱한 2-2.5 cm의 외피가 제거된 건조숙성 육우(Imbaksa Co., Ltd., Chuncheon, Korea)를 사용하였다. 실험에 사용될 건조숙성 육우는 실험 전까지 진공포장하여 -21±3°C 냉동고에서 보관하였다.

일반성분 분석

일반성분 정량은 AOAC법(19)에 따라 시료의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 측정하였으며, 조단백질함량은 켈달(kjeldahl)

*Corresponding author: Hack-Youn Kim, Kongju National University, Yesan, Chungnam 32439, Korea

Tel: +82-41-330-1041

Fax: +82-41-330-1049

Received September 28, 2016; revised October 26, 2016;

accepted October 27, 2016

법, 조지방함량은 속실텐(soxhlet)법, 수분함량은 105°C 상압가열 건조법, 조회분함량은 550°C 직접회화법으로 분석하였다.

pH 측정

시료 5 g을 채취, 증류수 20 mL와 혼합하여 ultra turrax (HMZ-20DN, Pooglim Tech, Seongnam, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질 후 pH meter (S220, Mettler-Toledo™, Schwerzenbach, Switzerland)를 사용하여 측정하였다.

색도 측정

시료의 표면을 비색계(CR-10, Minota Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE L* 값, 적색도(redness)를 나타내는 CIE a* 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 CIE b* 값을 측정하였다. 이때의 표준색은 CIE L* 값이 +97.83, CIE a* 값이 -0.43, CIE b* 값이 +1.98인 백색 표준으로 사용하였다.

보수력 측정

Grau와 Hamm(20)의 거름종이압착법(filter paper press)법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 중앙에 여과지(Whatman No. 2, Whatman™, Buckinghamshire, UK)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓은 다음 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓고 일정한 압력으로 3분간 압착시킨 후 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부분의 면적과 수분이 젖어 있는 부분의 총면적을 구적계(planimeter) (MT-10S, MT Precision Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

가열수율 측정

시료를 80°C로 설정한 Chamber (10.10 ESI/SK, ALTO SHAAM)에서 30분간 가열한 후 꺼내어 상온에 30분간 방냉한 후 무게를 측정하였다.

$$\text{가열수율(\%)} = \frac{\text{가열 후 무게(g)}}{\text{가열 전 무게(g)}} \times 100$$

전단력 측정

건조숙성 육우는 80°C로 설정된 항온수조에서 30분간 가열한 후 꺼내어 상온에 30분간 방냉한 후 텍스처분석기(TA 1, Lloyd Co., Largo, FL, USA)를 이용하여 측정하였다. 방냉한 시료를 2×2×4 cm로 잘라 준비하고 V blade를 이용하여 전단력을 측정하였다. 분석조건은 head speed 2.0 mm/s, 압력을 5 g으로 설정하였다. 측정된 가장 높은 값을 전단력(shear force: kg)으로 산출하였다.

관능평가

가열 처리한 건조숙성 육우는 일정한 두께로 절단하여 20-30대의 남녀 중 훈련된 15명을 임의로 선발하여, 각 처리구별로 색(color), 풍미(flavor), 연도(tenderness), 다즙성(juiciness) 및 전체적인 기호성(overall acceptability)에 대하여 각각 10점 만점으로 평점하고 그 평균치를 구하여 비교하였다. 이때 색, 풍미, 질감, 다즙성, 전체적인 기호성에서 10점은 가장 우수하고, 1점은 가장 열악한 품질의 상태를 나타내었다.

통계 처리

모든 실험의 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 실시하여 평가되었다. 이후 통계처리 프로그램 SAS (version 9.3 for window, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 결과를 평

균값과 표준편차로 나타내었으며, t-test로 통계적 유의성을 검증하여 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

건조숙성 육우와 비건조숙성 육우 간에 일반성분 비교는 Table 1에 나타내었다. 비건조숙성 육우와 건조숙성 육우의 수분함량은 각각 74.87%와 70.47%로 건조숙성 육우의 수분함량이 유의적으로 낮은 값을 보였다($p < 0.001$). 이는 건조숙성과정에서 수분이 건조된 결과로 생각된다. 소고기를 건조숙성 하였을 때 수분함량이 감소하며, 건조숙성 기간이 연장됨에 따라 수분함량이 감소한다는 결과가 본 연구결과와 일치하였다(9,21). 단백질 함량은 건조숙성 육우가 20.96%로 비건조숙성 육우보다 높은 함량은 보였으나 유의적 차이는 발견하지 못하였다. 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 지방함량은 각각 11.28%와 5.97%로 건조숙성 육우가 비건조숙성 육우보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 회분함량은 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우 간에 유의적 차이는 나타나지 않았다. Ahnström 등(21)은 건조숙성 기간에 길어짐에 따라 채끝등심(strip loin)의 지방함량이 감소하는 경향을 보였으며, Lee 등(9)은 2등급 한우의 채끝등심을 건조숙성 결과 단백질함량이 상승한다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 이는 건조숙성 과정에서 많은 양의 수분이 건조되었기 때문에 상대적으로 단백질함량과 지방함량이 상승된 것으로 판단된다.

pH와 색도

Table 2에는 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 pH와 색도를 비교하였다. 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 pH는 각각 5.90과 5.69로 건조숙성 육우가 비건조숙성 육우보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.001$). 2등급 한우를 건조숙성 하였을 때 pH가 상승하였으며(9), 일반적인 건조숙성 소고기와 수분의 증발이 용이한 진공포장 건조숙성 소고기 모두 pH가 증가한다고 보고하였다(21). 그러나 Kim 등(22)과 Iida 등(23)은 건조숙성 중

Table 1. Comparison of the proximate composition between non-aged and dry aged beef cattle loins

Traits	Non-aging (control)	Dry-aging	t-values
Moisture (%)	74.87±0.51	70.47±1.41	-6.58***
Protein (%)	19.95±0.74	20.96±0.32	2.19 ^{NS}
Fat (%)	5.97±0.51	11.28±3.02	-3*
Ash (%)	1.10±0.03	1.59±0.71	-1.2 ^{NS}

All values are mean±SD.

^{NS}non-significant, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

Table 2. Comparison of the pH and color between non-aged and dry aged beef cattle loins

Traits	Non-aging (control)	Dry-aging	t-values
pH	5.69±0.04	5.90±0.07	13.57***
CIE L*	37.42±1.14	33.28±1.29	-8.5***
CIE a*	17.68±2.19	18.28±1.19	0.72 ^{NS}
CIE b*	6.83±0.76	1.97±0.31	-18.31***

All values are mean±SD.

^{NS}non-significant, *** $p < 0.001$

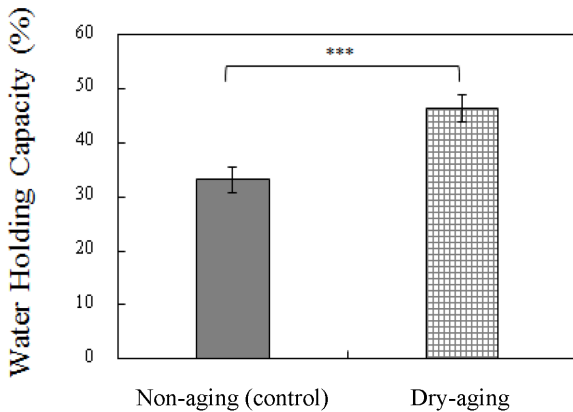


Fig 1. Comparison of the water holding capacity between non-aged and dry aged beef cattle loins. *** $p < 0.001$

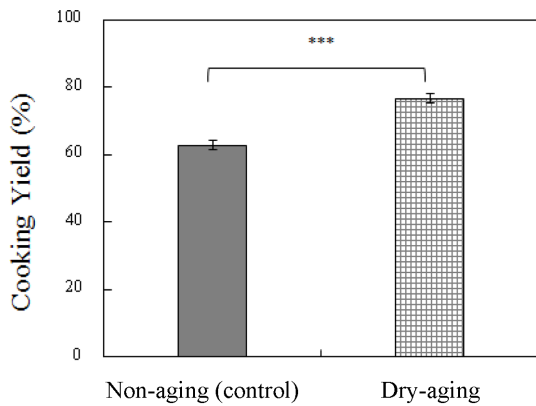


Fig. 2. Comparison of the cooking yield between non-aged and dry aged beef cattle loins. *** $p < 0.001$

pH의 변화는 소폭 상승하거나 유의적 차이를 발견하지 못하였다. 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우 간에 명도와 황색도 비교는 건조숙성 육우가 유의적으로 낮은 값을 나타낸 반면($p < 0.001$), 적색도는 건조숙성 육우가 비건조숙성 육우보다 다소 높았으나 유의적 차이는 발견하지 못했다. 이는 건조숙성 과정에서 수분함량이 감소하기 때문에 상대적으로 육색소인 마이오글로빈(myoglobin)의 함량이 증가되어 명도와 황색도는 감소한 것으로 생각된다. 또한, 건조숙성육(dry-aging meat)과 습식숙성육(wet-aging meat)의 색도 비교에서 습식숙성육은 수분함량이 높기 때문에 색도계에 빛을 반사시켜 명도가 높다고 보고되어(22) 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

보수력, 가열수율과 전단력

Fig. 1은 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 보수력을 비교하였다. 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 보수력은 각각 46.37%와 33.15%로 건조숙성 육우가 비건조숙성 육우보다 유의적으로 높은 보수력을 나타냈다($p < 0.001$). 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 가열수율에 간에 비교는 Fig. 2에 나타내었다. 가열수율은 건조숙성 육우가 76.60%로 62.76%인 비건조숙성 육우의 가열수율보다 유의적으로 높았다($p < 0.001$). 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 전단력을 비교한 그림은 Fig. 3에 나타내었다. 건조숙성 육우의 전단력은 5.08 kg으로 비건조숙성 육우의 전단력보다 유의적으로 낮은 값을 나타냈다($p < 0.01$). 이는 건조숙성과정에서

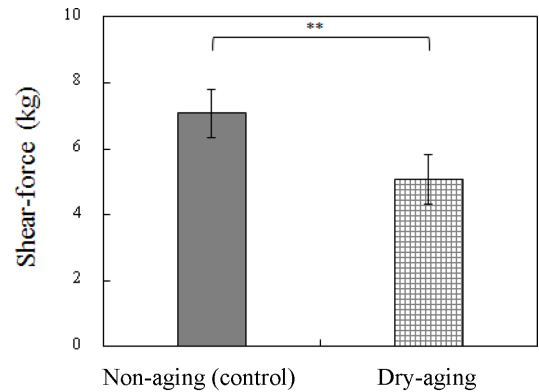


Fig 3. Comparison of the shear force between non-aged and dry aged beef cattle loins. ** $p < 0.01$

Table 3. Comparison of the sensory evaluation between non-aged and dry aged beef cattle loins

Traits	Non-aging (control)	Dry-aging	t-values
Color	8.50±0.52	8.67±0.65	-0.69 ^{NS}
Flavor	8.33±0.44	9.04±0.75	-2.81*
Tenderness	8.25±0.62	9.00±0.74	-2.69*
Juiciness	8.33±0.65	8.88±0.53	-2.24*
Overall acceptability	8.17±0.58	9.21±0.40	-5.15***

All values are mean±SD. ^{NS}non-significant, * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

서 표면의 수분이 건조되어 내부의 수분이 외부로 확산되어 근육체의 수분함량이 감소하고 숙성과정 근섬유가 이완되어 근섬유의 물분자 보유능력이 증가하여 보수력이 증진된다고 생각된다(24,25). 또한, Swatland(26)는 명도가 증가할수록 보수력이 감소한다고 보고하여 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 이렇게 보수력의 증가는 가열수율을 증가시키고 이는 전단력을 감소시켰고 건조숙성 동안 단백질 분해 효소작용으로 근소편화가 이루어져 근육의 전단력이 감소한 것으로 판단된다(27).

관능평가

Table 3은 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 관능평가를 비교하였다. 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우 간의 색도 비교에서 유의적 차이를 발견하지 못했다. 비건조숙성 육우의 풍미와 연도는 8.33과 8.25이며, 건조숙성 육우의 풍미와 연도는 각각 9.04와 9.00으로 비건조숙성 육우보다 유의적으로 높은 평가를 받았다($p < 0.05$). 건조숙성 육우와 비건조숙성 육우의 다즙성은 각각 8.88과 8.33으로 평가되어 건조숙성 육우가 유의적으로 높게 평가되었다($p < 0.05$). 전체적인 기호도에서 건조숙성 육우가 9.21로 평가되어 8.17인 비건조숙성 육우보다 유의적으로 높은 평가를 받았다($p < 0.001$). Khan 등(18)은 건조숙성과정에서 육의 연도와 풍미가 증진되었다고 보고하여 본 연구와 일치하였다. 이는 단백질분해와 지방분해에 따른 연도감소와 맛 분비성분인 inosine 5'-monophosphate disodium (IMP) 함량이 증가하여 풍미가 증진되고 전체적인 기호도가 상승된 것으로 판단된다(28). 특히 Kim 등(22)은 1와 3의 숙성실에서 3주간 건조숙성과 습식숙성과정 거친 숙성육의 관능평가에서 건조숙성육이 연도, 풍미, 다즙성과 전체적인 기호도에서 1와 3 모두에서 높은 평가를 받았다. 건조숙성

을 통하여 육우의 기호도를 증진시킴에 따라 육우의 부가가치를 상승시킬 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 숙성고의 온도와 상대습도를 각각 3 ± 2 와 $75\pm 5\%$ 로 설정하고 14일간 건조숙성(dry aging)된 건조숙성 육우 등심과 비건조숙성 육우 등심을 비교하였다. 건조숙성 육우의 수분함량이 비건조숙성 육우보다 낮은 반면($p<0.001$), 단백질함량과 지방함량은 건조숙성 육우가 비건조숙성 육우보다 높은 함량을 보였다. 건조숙성 육우의 pH와 적색도가 비건조숙성 육우보다 높은 값을 나타내었다. 건조숙성 육우의 보수력과 가열수율은 비건조숙성 육우보다 유의적으로 높은 값을 나타냈다($p<0.001$). 그러나 건조숙성 육우의 전단력은 비건조숙성 육우보다 유의적으로 낮게 나타났다($p<0.01$). 관능평가에서 풍미, 연도, 다즙성과 전체적인 기호도는 건조숙성 육우가 비건조숙성 육우보다 유의적으로 높은 평가를 받았다. 따라서 육우에 건조숙성 공정을 적용한다면 연도와 풍미가 증진된 건조숙성 육우를 제조할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 임박사 정육점의 건조숙성 육우를 지원받아 사용하였으므로 이에 감사드립니다.

References

- Kim BK, Park CE, Lee EJ, Kim YS, Kim BS, Kim JC. Effect of quality grade on the physicochemical and sensory properties of *hanwoo*. Korean J. Food Sci. An. 33: 287-293 (2013)
- Cho SJ, Lee YG. Problems of dairy beef and measures for stabilization. Korean J. Agri. Manage. Pol. 40: 686-702 (2013)
- Park SY, Kim HY. Effect of NaCl concentration on physicochemical properties of pork emulsion. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 45: 551-556 (2016)
- Kim HY, Kim GW, Jeong HG. Development of *tteokgalbi* added with red pepper seed powder. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 45: 255-260 (2016)
- Lee HY, Yoon YH. Microbiological safety of dry-aging meat. Safe Food 10: 37-41 (2015)
- Kim JH, Cho SH, Seong PN, Hah KH, Kim HK, Park BY, Lee JM, Kim DH, Ahn CN. Effect of aging temperature and time on the meat quality of longissimus muscle from *hanwoo* steer. Korean J. Food Sci. An. 27: 171-178 (2007)
- Smith RD, Nicholson KL, Nicholson JDW, Harris KB, Miller RK, Griffin DB, Savell JW. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. Meat Sci. 79: 631-639 (2008)
- Laville E, Sayd T, Moraël M, Blinnet S, Chambom C, Lepetit J, Renand G, Gocquette JF. Proteome changes during meat aging in tough and tender beef suggest the importance of apoptosis and protein solubility for beef aging and tenderization. J. Agr. Food Chem. 57: 10755-10764 (2009)
- Lee CW, Lee SH, Min YJ, Lee SK, Jo CR, Jung SME. Quality improvement of strip loin from *hanwoo* with low quality grade by dry aging. Korean J. Food Nutr. 28: 415-421 (2015)
- Koutsidis G, Elmore JS, Oruna-Concha MJ, Campo MM, Wood JD, Mottram DS. Water-soluble precursors of beef flavour. Part 1: Effect of post-mortem conditioning. Meat Sci. 58: 17-23 (2008)
- Campbell RE, Hunt MC, Levis P, Chambers E. Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. J. Food Sci. 66: 196-199 (2001)
- Sitz BM, Calkins CR, Feuz DM, Umberger WJ, Eskridge KM. Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks. J. Anim. Sci. 84: 1221-1226 (2006)
- Warren KE, Kastner CL. A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef striploins. J. Muscle Food. 3: 151-157 (1992)
- Parrish FC, Boles JA, Rust RE, Olson DG. Dry and wet aging effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades. J. Food Sci. 56: 601-603 (1991)
- King MF, Matthews MA, Rule DC, Field RA. Effect of beef packaging method on volatile compounds developed by oven roasting or microwave cooking. J. Agr. Food Chem. 43: 773-778 (1995)
- Laster MA, Smith RD, Nicholson KL, Nicholson JDW, Miller RK, Griffin DB, Harris KB, Sacell JW. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. Meat Sci. 80: 795-804 (2008)
- Smith AM, Harris KB, Griffin DB, Miller RK, Kerth CR, Savell JW. Retail yields and palatability evaluations of individual muscles from wet-aged and dry-aged beef ribeyes and top sirloin butts that were merchandised innovatively. Meat Sci. 97: 21-26 (2014)
- Khan MI, Jung SME, Nam KC, Jo CR. Postmortem aging of beef with a special reference to the dry aging. Korean J. Food Sci. An. 36: 159-169 (2016)
- AOAC. *official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA. pp. 777-788 (1990)
- Grau R, Hamm R. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. Naturwissenschaften 40: 29-30 (1953)
- Ahnstrom ML, Seyfert M, Hunt MC, Johnson DE. Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. Meat Sci. 73: 674-679 (2006)
- Kim YHB, Robert K, Linda MS. Effect of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. Meat Sci. 111: 168-176 (2016)
- Iida FK, Miyazaki YK, Tsuyuki RK, Kato KC, Egusa A, Ogoshi HR, Nishimura TH. Changes in taste compounds, breaking properties, and sensory attributes during dry aging of beef from Japanese black cattle. Meat Sci. 112: 46-51 (2016)
- Moeseke WV, Smet SD. Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork. Meat Sci. 52: 151-156 (1999)
- Kristensen L, Purslow PP. The effect of ageing on the water-holding capacity of pork: Role of cytoskeletal proteins. Meat Sci. 58: 17-23 (2001)
- Swatland HJ. How pH causes paleness or darkness in chicken breast meat. Meat Sci. 80: 396-400 (2008)
- Bechtel PJ, Parrish FC. Effects of postmortem storage and temperature on muscle protein degradation: Analysis by SDS gel electrophoresis. J. Food Sci. 48: 294-295 (1983)
- Park HJ, Kim TH, Um KH, Kim JS, Kim BS, Song SH. Changes of qualities in dry-aged beef products made from 3rd quality grade *hanwoo* beef (Korean Native Cattle) according to aging periods. Food Eng. Prog. 20: 66-72 (2016)