

조직감 항목 강화를 통한 소도체 품질등급의 정확도 향상

Muscle Surface Texture and Firmness Index for Improving the Accuracy of Beef Quality Grading Systems

최영민 (Young Min Choi)

경북대학교 축산학과

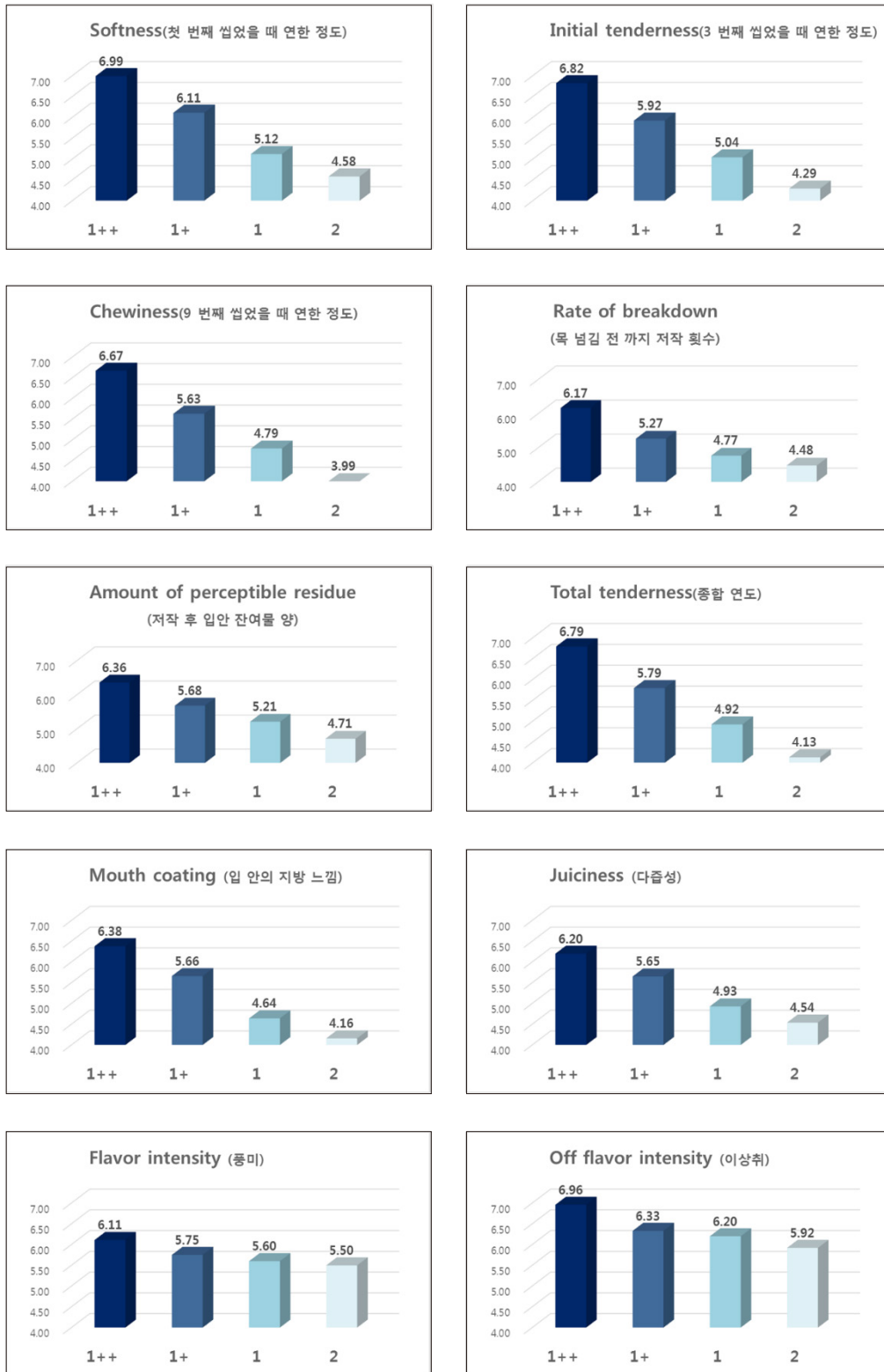
Department of Animal Sciences, Kyungpook National University

I. 서론

소도체 품질평가는 관능적 특성(palatability; 연도, 다즙성 및 풍미)의 정도를 도체 단계에서 예측하는 제도라 할 수 있으며, 정확하게 예측할수록 우육에 대한 소비자 선호도 및 신뢰도가 향상된다(USDA, 1997). 따라서 품질 평가 항목은 우육의 관능적 특성에 큰 영향을 미치는 요인으로 구성되어져야 하며, 그 항목으로는 근내지방의 정도 및 분포(amount and distribution of marbling), 성숙도(maturity), 조직감(texture), 경도(=견고성, 치밀함; firmness), 육색 및 지방색(color of meat and fat)이 있다. 그리고, 소도체 품질평가를 실시하는 대부분의 나라에서는 위 항목을 이용하여 최종등급을 결정한다. 유럽과 비교해 미국, 일본, 호주 및 한국은 등급 판정 시 근내지방의 정도를 중시하는 국가로 알려져 있으며, 이들 국가의 대부분 소비자들은 근내지방 정도가 증가할수록 우육의 맛이 증가한다고 생각한다. Lee 등(2018b)에 따르면, 훈련된 패널을 통해 관능 분석을 실시하였을 때 등급별로 뚜렷한 맛 특성 차이가 난다고 보고하였다(그림 1). 한편, 국가별 근내지방도 기준은 서로 다른데, 예를 들면 일본의 beef marbling standard(BMS)는 6-7번 흉추골에서 등심을 절개한 면에서 12단계의 기준으로 측정하며(Japan Meat Grading Association; JMGA, 1988), BMS 2-12의 조지방 함량은 약 4.8에서 39%이다(Ozawa 등, 2000). 미국 BMS는 13번 흉추골에서 등심을 절개하여 판단하며, 지방 함량이 가장 높은 Prime 등급은 약 11%의 조지방을 나타낸다(USDA, 1997). 국내의 경우, 9개의 BMS로 근내지방도를 측정하며, BMS 9는 약 21%의 지방 함량을 나타낸다(Lee 등, 2018a).

*Corresponding author: Young Min Choi
Department of Animal Sciences, Kyungpook National University, Sangju-Si 37224, Korea
Tel: +82-54-530-1232
Fax: +82-54-530-1229
Email: ymchoi1@knu.ac.kr

그림 1. 한우육의 품질등급별 관능 특성 비교



* 훈련된 패널을 통해 모사분석을 실시하였음.

위와 같이 근내지방도의 정도가 우육의 맛 특성인 연도, 다즙성 및 풍미에 영향을 준다는 것은 널리 알려져 있는 사실이다(Choi와 Kim, 2008). 하지만, 여러 연구자들은 ‘근내지방도는 우육의 관능적 특성을 예측하는데 한계가 있다’고 보고한 바 있으며, 근내지방도가 우육 맛 특성에 미치는 영향력은 상대적으로 변이가 크다는 것이 연구자들의 일반적인 의견이다(Smith 등, 1986; Li 등, 2001; Lee 등 2018b). 따라서 많은 나라들은 근내지방도 이외의 항목(요인)으로 근내지방도 위주의 등급판정 체도를 보완하고 있으며, 그 중 가장 대표적인 항목이 조직감 및 경도라고 할 수 있다. 본 논문에서는 품질평가체도의 궁극적인 목표인 정확한 맛의 예측을 위해 근내지방도 이외에 우육 맛 특성에 가장 큰 영향을 미치는 조직감 및 경도에 대한 연구 사례와 향후 소도체 품질평가등급의 적용 가능성에 대해 논하고자 한다.

II. 본론

1. 소도체 품질등급의 조직감 및 경도 항목

(1) 미국 USDA 등급제도의 조직감 항목

USDA의 소도체 품질등급은 근내지방도와 성숙도에 의해 결정된다. 하지만 최근 품질평가에서 성숙도 변이가 크지 않게 나타나고 있기 때문에, 근내지방도가 품질등급 결정에 가장 큰 영향을 미치고 있다. USDA에서 공지된 바람직한 등심근은 (1) 근내지방이 적절하고 고르게 퍼져 있고, (2) 선홍색(bright cherry red)의 단단하고 고운 표면(firm, fine textured surface)을 지닌 근육이다. 이와 같이 USDA에서도 최종 등급 판정 시 조직감을 고려하고 있으며, 최상 등급을 획득하기 위해서는 조직감이 우수하여야 한다. 즉, 조직감 또는 경도가 좋다고 등급이 상향되지는 않지만, 거친 조직감을 가진 우육은 Prime 등급을 받을 수 없으며, 각주와 같이 dark-cutting beef는 별도로 표시하게끔 되어 있다(그림 2).

미국에서의 조직감 연구는 상당히 오랜 역사를 지니

고 있으며, Principles of Meat Science에서 조직감은 일차 근육의 크기 및 결체조직(perimysium)의 두께에 영향 받는다고 정의 내리고 있다. 근육 크기와 결체조직 두께는 일반적으로 연령과 정의 상관관계를 가지기 때문에 조직감은 성숙도 측정항목으로도 쓰이고 있으며, 연령이 증가할수록 고운 조직감이 거칠게 변화된다고 알려져 있다. 이는 특히 결체조직의 돌출과 근섬유 손상에 의한다고 할 수 있다.

이와 같이 조직감은 성숙도의 한 측정항목으로도 인식될 수 있으나, 동일 연령에서도 개체 간 조직감 차이가 존재하기 때문에 위에 언급한 품질특성의 항목으로도 이용된다. 예를 들면 동일 연령에서 고운 표면 조직을 보이는 식육은 거친 조직감을 보이는 식육에 비해 근육의 평균 크기가 작고 연도도 우수하다고 평가된다(Purslow, 2005; Aberle 등, 2012). 또한 소비자들은 표면이 거친 식육에 비해 표면이 고운 우육을 선호하는데, 이는 경험에 의해 표면이 고운 우육(fine grained beef)이 연도가 우수하다는 것을 알기 때문이다(Albrecht 등, 2006). 따라서, USDA Meat Research Center 등에서는 조직감을 7 또는 8단계로 구분하여 판정하고 있으며(very coarse to very fine), Li 등(2001), Chandraratne 등(2006) 및 Borgogno 등(2016)은 이 미지 분석장비로 등심 표면의 조직감 정도를 측정하고, 이를 통해 연도를 예측하고자 시도한 바 있다.

(2) 일본 JMGA 등급제도의 조직감 및 경도 항목

일본 JMGA의 소도체 품질등급은 근내지방도, 근육경도와 조직감, 육색/광택 및 지방색/광택/품질로 판정하며, 최저등급제를 시행하고 있다(그림 3). 품질등급은 5에서 1등급으로 분류되며, 5등급이 가장 높은 등급이다(JMGA, 1988). JMGA는 일본 내 유통되는 우육을 조사한 후 근내지방도(BMS)를 결정하였으며, 품질등급 중 3등급에 속하는 근내지방도는 일본 내 유통 우육의 40%를 차지한다.

일본의 소도체 품질등급제도 역시 근내지방도를 중

그림 2. 미국 USDA 소도체 품질등급제도

Degrees of Marbling	Maturity ²				
	A ³	B	C	D	E
Slightly Abundant	PRIME				
Moderate			COMMERCIAL	COMMERCIAL	
Modest	CHOICE				
Small					
Slight	SELECT		UTILITY	UTILITY	
Traces					
Practically Devoid	STANDARD			CUTTER	

¹Assumes that firmness of lean is comparably developed with the degrees of marbling and that the carcass is not a "dark cutter."

²Maturity increases from left to right (A through E).

³The A maturity portion of the Figure is the only portion applicable to bullock carcasses.

(Source: United States Department of Agriculture)

그림 3. 일본 JMGA 소도체 품질등급 최종 결정

DETERMINATION OF OVERALL MEAT QUALITY SCORE

Overall meat quality score is graded down to the lowest grade among following the four items

Overall Meat Quality Score	3
Beef Marbling	4
Color and Brightness	4
Firmness and Texture	3
Fat Color, Luster and Quality	4

(Source: Japan Meat Grading Association)

요시하지만, 관능적 특성을 정확히 예측하기 위해 조직감과 경도 역시 매우 중시하고 있다(Nishimura 등, 2015). 일본 육질등급에서 조직감은 근육 절단면의 곱고 거친 정도로 판정하며, 경도는 육질판정 부위 표면에서 용출된 수분의 양과 표면의 침몰정도를 가시적으로 보고 5단계로 판정하고 있다. 이런 조직감과 경도는 일차 근육의 크기와 연관성이 있다고 판단하고 있다.

(3) 국내 KAPE 등급제도의 조직감 항목

국내 소도체 품질평가제도 역시 조직감을 육질등급 결정에 이용하고 있으며, 수분이 알맞게 침출되고 탄력성이 좋으며, 결이 좋고, 고기 광택이 좋고, 지방 질이 좋은 것을 기준으로 하여 하향 조정 항목으로 이용하

고 있다. 하지만 실제 최종등급 판정에는 큰 영향을 주지 못하고 있다. 호주 MSA 발표 자료 및 Meat Science 저널의 총설논문에 의하면(AUS-MEAT, 2005; Polkinghorne과 Thompson, 2010), 국내 소도체 품질 평가는 다른 나라와는 달리 근내지방도 위주로 진행된다고 보고하고 있다(그림 4). 따라서 국내 소도체 품질 등급을 관능적 특성의 예측 정확도를 증가시키기 위해서는 해당 항목의 강화가 필요하다.

2. 조직감이 관능적 특성에 미치는 영향

전술한 것과 같이 미국 등 여러 나라의 소비자는 근육 표면의 곱고 거친 정도에 따라 관능적 특성 특히 연도가 다르다는 것을 인지하고 있으며, 우육 구매 시 고운

그림 4. 각국의 소도체 품질평가제도 비교

Variable	Australia		New Zealand	USDA/ Canada	Japan	Europe	Korea	South America
	AUS-MEAT	MSA						
Cut	Yes	Yes						
Cooking Method		Yes						
Sex		Yes	Yes					Yes
Carcase weight	Yes	Yes			Yes			Yes
Tropical Breed Content		Yes						
Hang Method		Yes						
Growth		Yes						
Fat distribution	Yes	Yes	Yes		Yes			
Marbling	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		Yes	
Ossification	Yes	Yes	Yes	Yes				
Meat Colour	Yes	Yes		Yes	Yes			
Texture				Yes	Yes			
Firmness				Yes	Yes			
Ultimate pH		Yes						
Rate of pH decline		Yes						
Ageing		Yes						
QA System/License		Yes						
Yield				Yes		Yes		

(Source: Meat Standards Australia)

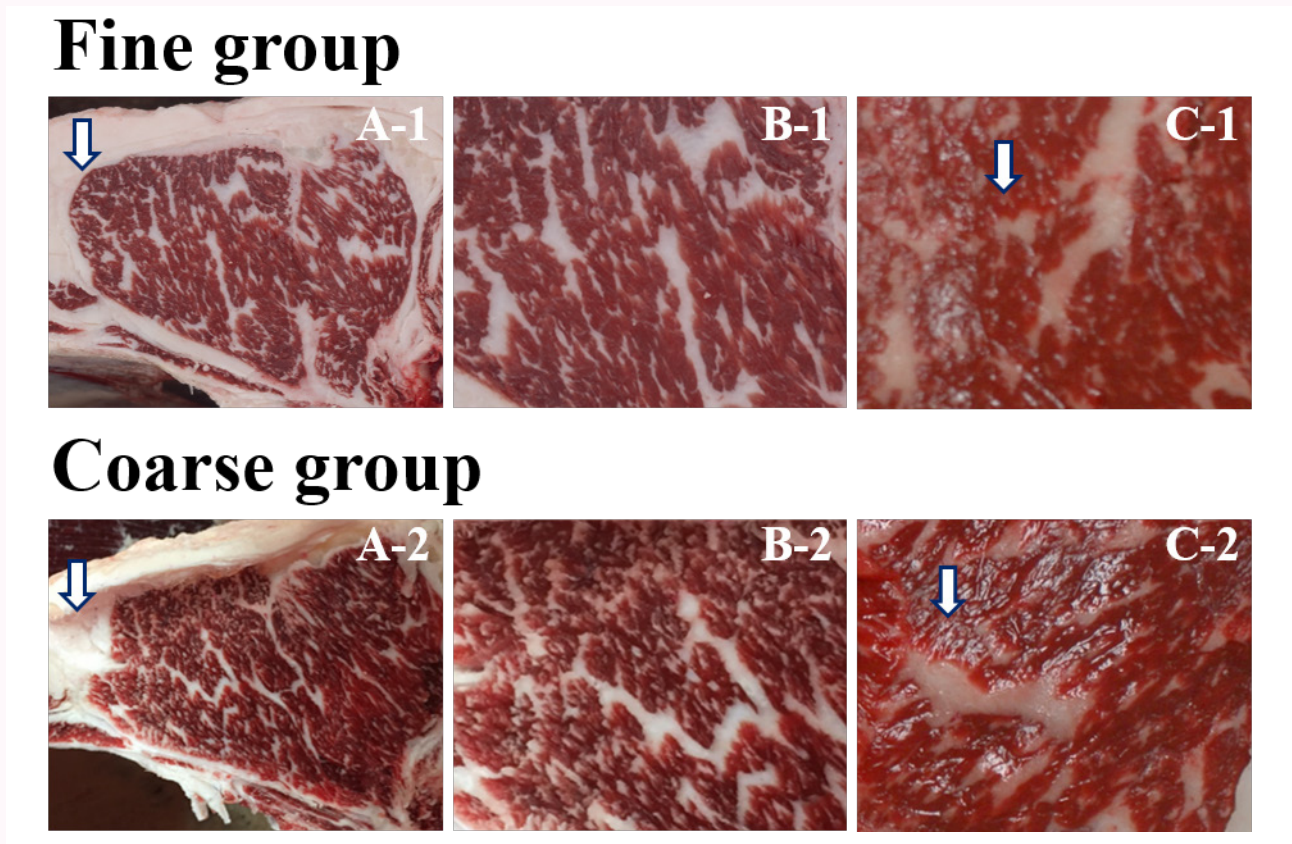
조직감을 지닌 우육을 선호한다고 하였다(Albrecht 등, 2006). 하지만 이에 대한 구체적인 연구결과는 미미한 실정이며, 특히 한우 및 화우와 같이 프리미엄 우육에서 연구한 사례는 전무하였다.

Lee 등(2018b)의 최근 연구에서는 조직감이 상이한 우육의 관능적 특성 차이를 분석하기 위해 소도체 품질등급(1⁺⁺, 1⁺, 1 및 2등급)과 조직감 그룹으로 우육을 분류하여 다양한 특성을 측정하였다. 소도체 품질등급은 축산물품질평가원에서 제공 받았으며, 조직감 그룹은 등심근 표면의 조직감을 근육의 함몰 정도, 지방의 돌출 정도 및 표면의 용출된 수분량을 통해 조직감 그룹을 Fine과 Coarse로 분류하였다. Coarse 그룹은 그림 5(A-2)와 같이 사후 24시 배최장근 중 복부쪽 부분에서 함몰이 나타나고, 근육 표면을 살펴보면 지방이 돌출되고 근육이 함몰된 것이 관찰된다. 또한 사후 48시 동

일 우육의 표면을 살펴봐도 사후 24시와 마찬가지로 함몰된 근육이 관찰된다(C-1과 C-2). 이런 근육함몰은 저온 강직 또는 dark, firm, dry (DFD) beef에서도 나타날 수 있는 현상이지만, 본 연구에서는 그룹 간 사후 대사 속도 및 육색의 유의적 차이가 나타나지 않아, 저온 강직 또는 DFD에 의한 근육함몰 현상은 아닌 것으로 판단된다.

관능적 특성 중 가장 중요한 항목은 일반적으로 연도라 할 수 있으며, 조직감은 관능적 특성 항목 중 특히 연도에 영향을 미칠 수 있다. Lee 등(2018b)의 연구에서도 표면 조직감이 좋은 Fine 그룹은 표면이 거칠 Coarse 그룹에 비해 연도 항목인 softness(처음 저작 시 치아의 힘의 정도), initial tenderness(3번 저작하는 동안 힘의 정도), chewiness(계속 저작 시 치아에 드는 힘의 정도), rate of breakdown(목 넘김 전까지

그림 5. 사후 24시(A, B)와 48시(C) 등심 표면 조직감을 이용한 그룹 선별



(Lee 등, 2018b)

저작 횡수) 및 amount of perceptible residue(목 넘김 후 입안 잔여물량)에서 높은 수치를 나타내, Fine 그룹이 Coarse 그룹에 비해 연도가 우수한 것으로 분석되었다. 또한 다즙성에서도 Fine 그룹이 우수한 것으로 분석되었으나, 풍미에서도 그룹 간 유의적 차이는 없었다.

이 연구에서 가장 흥미로운 부분은 동일 품질등급 내에서의 연도 변이라고 할 수 있는데, 그림 6과 같이 동일 등급 내에서 Coarse와 Fine 그룹은 유의적인 차이를 나타냈다. 또한 한 단계 상위 등급의 Coarse 그룹은 한 단계 하위 등급의 Fine 그룹과 유사한 연도를 나타냈다. 예를 들면 1⁺⁺Coarse와 1⁺Fine 그룹 또는 1⁺Coarse와 1Fine 그룹은 모든 연도 항목에서 유사한 수치를 나타냈다.

3. 조직감 변이의 원인

동일 연령에서 개체 간 조직감 차이는 일반적으로 근

속 특성(근속 크기, 근속당 근섬유 수 등)에 의한다. 근속 특성 변이는 품종 간에 나타나는데, 일반적인 육용종인 Angus는 육량이 우수하지만 낮은 연도를 나타내는 Belgian Blue에 비해 근속이 작다(Albrecht 등, 2006). 즉, 근속이 작은 품종은 고운 조직감을 나타내며, 근속이 크게 발달된 품종은 거친 조직감을 나타낸다.

또한 동일 품종에서 근속의 변이가 나타나며, 이러한 근속의 변이는 조직감 차이에 영향을 줄 수 있다. 그림 7과 같이 한우 등심근의 표면이 고운 개체(Fine 그룹)는 표면이 거친 개체(Coarse 그룹)에 비해 근속 크기가 작고, 근속 당 근섬유 수가 적은 것으로 분석되었다(Lee 등, 2018b). Cooper 등(1986)은 위와 유사한 연구를 발표하였는데, 결과에서 근속 크기는 전단력(Warner-Bratzler shear force)와 정의 상관관계를 나타냈고, 관능평가 시 연도는 부의 연관성을 나타냈다.

이와 같은 근속과 조직감 변이의 관계는 근속의 생체내 역할 및 기능에 기인된다. 근속은 근육의 정밀한

그림 6. 소도체 품질평가 등급과 조직감 그룹의 관능평가-연도 비교

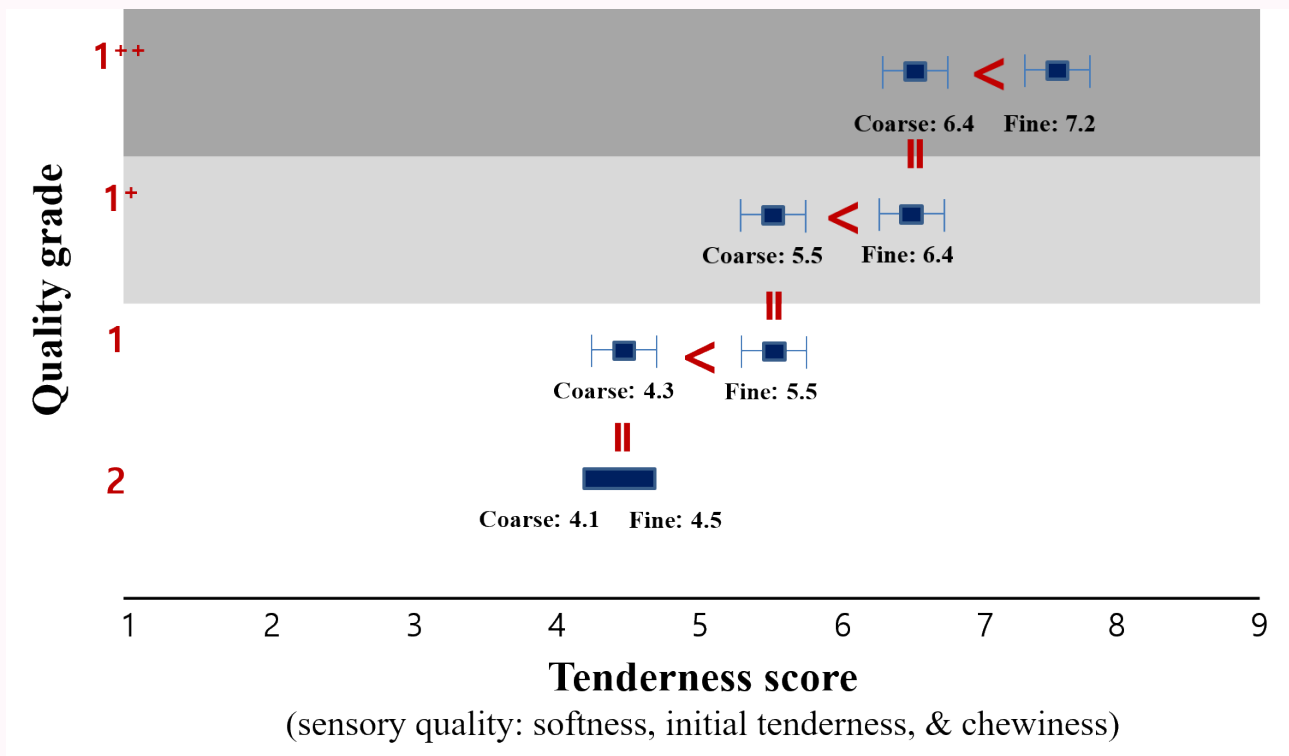
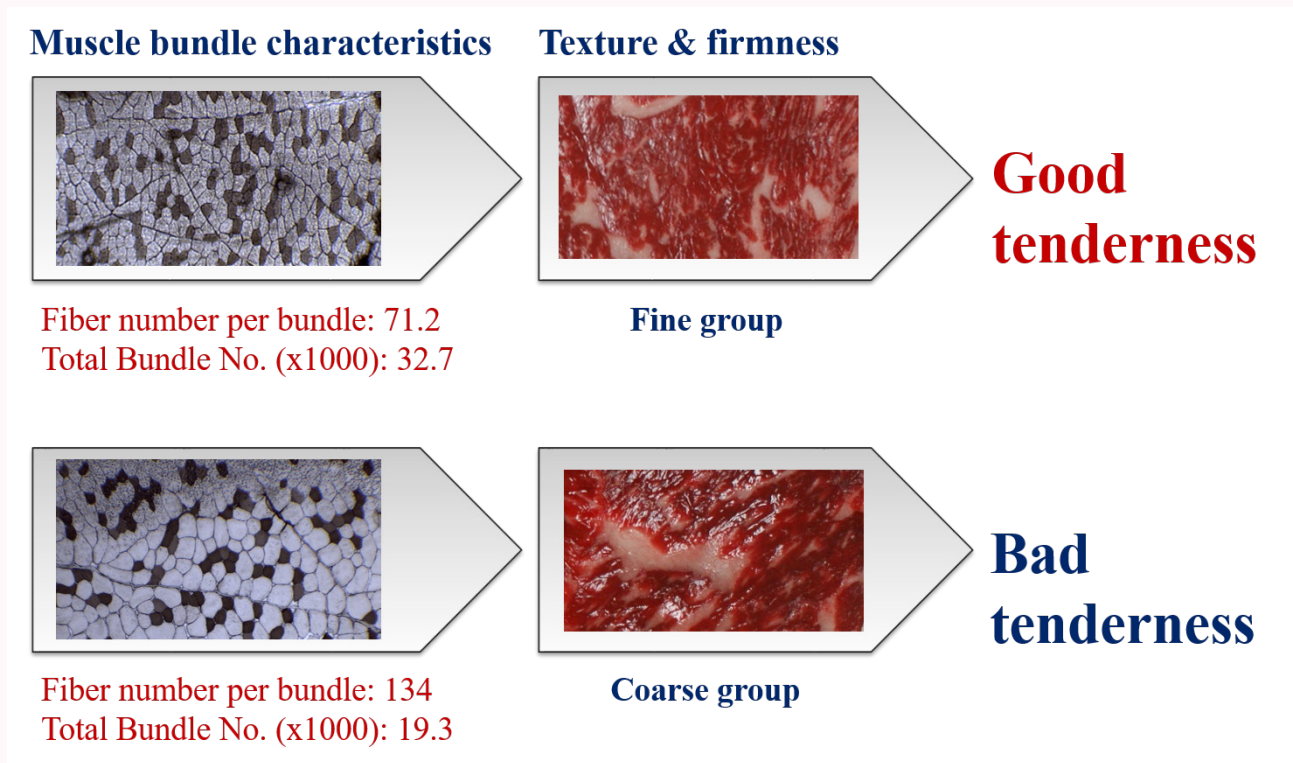


그림 7. 근속 특성이 조직감 및 연도에 미치는 영향



수축을 위해 존재하며, 일반적으로 근섬유 10-100개로 구성된 근섬유 다발이다. 즉 근속은 근육의 견고성(stiffness)를 결정하며, 생체 근육 수축 시 근육에 가해지는 스트레스와 힘에 대해 지지하는 기능(load-와 stress-bearing functions)을 가지고 있다(Schleip 등, 2006). 따라서 다리의 가자미근과 같이 유산소 운동을 담당하는 근육은 수축과 이완 작용이 많기 때문에 근속이 작게 발달되어 있으며, 근육은 견고하다. 또한 사후 근육에서는 근속이 작을수록 근육이 함몰되지 않도록 근섬유를 잡아줄 수 있다. 이에 비해 근속이 큰 경우에는 근섬유를 지지하는 능력이 부족하기 때문에 그림 5와 같은 근육 함몰과 지방 돌출 현상이 나타날 수 있다.

III. 결론

소도체 육질등급은 도체 특성으로부터 맛 특성을 정

확하게 예측해야 소비자의 신뢰도 및 선호도를 증가시킬 수 있다. 현재 근내지방도 위주의 등급판정제도 역시 맛 특성을 예측하고 있으며, 등급별 맛 특성 차이가 분명히 존재한다. 하지만 보다 정확한 육질등급을 위해서는 관능적 특성에 영향을 미치는 항목에 대한 강화가 필요하다. 근육 표면의 조직감은 근속 특성에 영향을 받으며, 우육의 관능적 특성 특히 연도에 영향을 크게 미친다고 할 수 있어, 조직감 항목 강화는 맛 특성의 정확한 예측에 도움을 주리라 판단된다.

사사

본 결과물은 한국연구재단(National Research Foundation)의 지원(NRF-2017R1D1A3B03029840)에 의해 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Aberle ED, Forrest JC, Gerrard DE, Mills EW. 2012. Principles of meat science (5th ed.), In Structure and composition of animal tissue. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa. pp 7-60.
2. Albrecht E, Teuscher F, Ender K, Wegner J. 2006. Growth- and breed-related changes of muscle bundle structure in cattle. *J Anim Sci* 84:2959-2964.
3. AUS-MEAT, 2005. Handbook of Australian meat (7th ed.). Brisbane, AUS-MEAT Ltd.
4. Borgogno M, Sacca E, Corazzin M, Favotto S, Bovolenta S, Piasentier E. 2016. Eating quality prediction of beef from Italian Simmental cattle based on experts' steak assessment. *Meat Sci* 118:1-7.
5. Chandraratne MR, Samarasinghe S, Kulasiri D, Bickerstaffe R. 2006. Prediction of lamb tenderness using image surface texture features. *J Food Eng* 77:492-499.
6. Choi YM, Kim BC. 2008. Muscle fiber characteristics, myofibrillar protein isoforms, and meat quality. *Livestock Sci* 122:105-118.
7. Cooper CC, Breidenstein BB, Cassens, RG, Evans G, Bray RW. 1968. Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle II. Histological consideration. *J Anim Sci* 27:1542-1543.
8. JMGA 1988. Japanese carcass grading standards. Tokyo, Japan: Japan Meat Grading Association.
9. Lee B, Yoon S, Lee Y, Oh E, Yun YK, Kim BD, Kuchida K, Oh HK, Choe J, Choi YM. 2018a. Comparison of marbling fleck characteristics and objective tenderness parameters with different marbling coarseness within *longissimus thoracis* muscle of high-marbled Hanwoo steer. *Korean J Food Sci An* 38:606-614.
10. Lee Y, Lee B, Kim HK, Yun YK, Kang SJ, Kim KT, Kim BD, Kim EJ, Choi YM. 2018b. Sensory quality characteristics with different beef quality grades and surface texture features assessed by dented area and firmness, and the relation to muscle fiber and bundle characteristics. *Meat Sci* 145:195-201.
11. Li J, Tan J, Shatadal P. 2001. Classification of tough and tender beef by image texture analysis. *Meat Sci* 57:341-346.
12. Nishimura T. 2015. Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat. *Meat Sci* 109:48-55.
13. Ozawa S, Mitsuhashi T, Mitsumoto M, Matsumoto S, Itoh N, Ltagaki K, Dohgo T. 2000. The characteristics of muscle fiber types of *longissimus thoracis* muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat Sci* 54:65-70.
14. Polkinghorne RJ, Thompson JM. 2010. Meat standards and grading: A world view. *Meat Sci* 86:227-235.
15. Purslow PP. 2005. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Sci* 70:435-447.
16. Schleip R, Naylor IL, Ursu D, Melzer W, Zorn A, Wilke HJ, Horn FL, Klingler W. 2006. Passive muscle stiffness may be influenced by active contractility of intramuscular connective tissue. *Med Hypotheses* 66:66-71.
17. Smith GC, Berry BW, Savel JW, Cross HR. 1988. USDA maturity indices and palatability of beef rib steaks. *J Food Qual* 11:1-13.
18. USDA. 1997. In A.M. Service (ed.). United States standards for grades of carcass beef. Washington, DC, United States Department of Agriculture.