



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)



博士學位論文

제주 흑우의 품질 특성 발굴을 위한  
도체, 육질 및 영양성분 분석

濟州大學校 大學院

動物生命工學科

姜 東 權

2019年 2月

# 제주 흑우의 품질 특성 발굴을 위한 도체, 육질 및 영양성분 분석

指導教授 柳 然 喆

姜 東 權

이 論文을 農學 博士學位 論文으로 提出함

2018年 12月

姜東權의 農學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 \_\_\_\_\_ 이 왕 식

委 員 \_\_\_\_\_ 도 경 탁

委 員 \_\_\_\_\_ 송 민 호

委 員 \_\_\_\_\_ 김 준 모

委 員 \_\_\_\_\_ 류 연 철



濟州大學校 大學院

2018年 12月



Analysis of Carcass, Meat Quality and  
Nutritional Components for the Characterization  
of Quality Traits of Jeju Black Cattle

Dong-Geun Kang  
(Supervised by professor Youn-Chul Ryu)

A dissertation submitted in partial fulfillment for the degree of  
DOCTOR OF PHILOSOPHY

Department of Animal Biotechnology  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

## TABLE OF CONTENTS

	PAGE
LIST OF TABLES	i
LIST OF FIGURES	iii
LIST OF ABBREVIATIONS	iv
ABSTRACT	v
CHAPTER 1. INTRODUCTION	1
CHAPTER 2. LITERATURE REVIEW	3
1. 소의 역사와 기원	3
2. 한우의 역사와 기원	5
3. 제주 흑우의 역사와 기원	8
4. 국내 전래 소품종의 특성	10
4.1. 과거 소품종과 모색의 특징	10
4.2. 현재 소품종과 모색의 특징	11
4.2.1 한우	11
4.2.2 흑우	11
4.2.3 호반우	11
4.3. 제주 흑우 품종 모색의 특징	12
5. 국내 한우 사육 현황	15
5.1. 국내 한우 사육 농가 현황	15
5.2. 국내 한우 사육 두수 현황	18
6. 한우의 육질특성	21
6.1. 한우의 도체특성	21
6.1.1. 도체중	21
6.1.2. 등지방 두께	21
6.1.3. 배최장근단면적	22
6.1.4. 근내지방도	22
6.2. 한우 식육의 일반성분 특성-등급판정	23

6.2.1. 한우의 등급판정	23
6.3. 한우 식육의 일반성분 품질특성	30
6.3.1. 육색 및 지방색	30
① 명도	31
② 적색도	31
③ 황색도	31
6.3.2. 가열감량	32
6.3.3. 보수력	32
6.4. 한우 식육의 지방산 조성 특성	33
6.5. 한우 식육의 아미노산 조성 특성	34
<b>7. 한우의 관능특성</b>	<b>35</b>
7.1 연도	35
7.2 조직감	37
7.3 풍미	38
7.4 향기	39
7.5 숙성	39
<b>8. 기계적 측정을 통한 풍미 물질 분석</b>	<b>40</b>
8.1. 전자코를 활용한 풍미 물질 분석	40
8.2. 전자혀를 활용한 풍미 물질 분석	41
<b>CHAPTER 3. 제주 흑우의 생산현황 및 도체성적</b>	<b>43</b>
Abstract	43
재료 및 방법	45
결과 및 고찰	53
<b>CHAPTER 4. 제주 흑우의 영양성분 특성 및 품질특성</b>	<b>62</b>
Abstract	62
재료 및 방법	68
결과 및 고찰	80
<b>참고문헌</b>	<b>132</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>142</b>

## LIST OF TABLES

Table 1. 제주 흑우 부위별 특징	13
Table 2. 한우육량 및 육질등급 판정 기준	23
Table 3. 육량등급 판정기준	24
Table 4. 육질등급 판정기준	28
Table 5. 소도체 조직감 구분기준	29
Table 6. 식육의 맛을 나타내는 아미노산 성분	30
Table 7. 한우육량 및 육질등급 판정 기준	45
Table 8. 육량등급판정기준	46
Table 9. 육질등급 판정기준	50
Table 10. 소도체 조직감 구분기준	51
Table 11. 제주 흑우 연도별 사육두수	53
Table 12. 제주 흑우 연도별 출하두수 및 출하 농가수	54
Table 13. 제주 흑우 및 한우의 거세품종의 도축 성적	59
Table 14. 제주 한우와 흑우 도축 성적 비교	61
Table 15. 전단력 측정 항목	70
Table 16. 지방산 표준물질의 Retention time	73
Table 17. 유리아미노산 표준물질의 Retention Time	75
Table 18. 관능평가 세부 항목	77
Table 19. Analysis conditions of Electronic Tongue	78
Table 20. 제주 흑우의 부위별 조직감 측정 결과	82
Table 21. 제주 흑우와 한우의 품종 및 성별에 따른 전단력 및 조직감 측정 결과	90
Table 22. 제주 흑우와 한우의 일반성분	91
Table 23. 제주 흑우와 한우의 지방산 측정 결과	93
Table 24. 제주 흑우의 등급별 지방산 조성	96
Table 25. 제주 흑우의 부위별 지방산 조성	97
Table 26. 제주 흑우와 한우의 아미노산 측정 결과	101
Table 27. 품종 및 등급별 섭취 전 관능평가 결과	105

Table 28. 품종 및 등급별 섭취 후 관능평가 결과	106
Table 29. 숙성일(1일)에 따른 제주 흑우의 육색 및 지방색 측정 결과	114
Table 30. 숙성일(16일)에 따른 제주 흑우의 육색 및 지방색 측정 결과	115
Table 31. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 육색변화	117
Table 32. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 지방색변화	118
Table 33. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 가열감량변화	121
Table 34. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 전단력 변화	123
Table 35. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 조직감 변화	125
Table 36. 제주 흑우와 한우의 품종 및 성별에 따른 육색 지방색 및 가열감량 측정결과	128
Table 37. 제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 품종에 따른 전단력 및 조직감 측정 결과	130

## LIST OF FIGURES

Figure 1. 2015년 전국 한우 사육농가 수	15
Figure 2. 2016년 전국 한우 사육농가 수	16
Figure 3. 2017년 전국 한우 사육농가 수	17
Figure 4. 2015년 전국 한우 사육 두수	18
Figure 5. 2016년 전국 한우 사육 두수	19
Figure 6. 2017년 전국 한우 사육 두수	20
Figure 7. Measurement of Rib Eye Area and Backfat Thickness	26
Figure 8. Standard of Marbling Score in Hanwoo Carcass	27
Figure 9. Beef Colors Standards Score in Hanwoo Carcass	28
Figure 10. Beef Fat Colors Standards Score in Hanwoo Carcass	29
Figure 11. Measurement of Rib Eye Area and Backfat Thickness	48
Figure 12. Standard of Marbling Score in Hanwoo Carcass	49
Figure 13. Beef Colors Standards Score in Hanwoo Carcass	50
Figure 14. Beef Fat Colors Standards Score in Hanwoo Carcass	51
Figure 15. 제주 흑우의 성별 도축 두수	55
Figure 16. 2015년 등급판정 결과	56
Figure 17. 2016년 등급판정 결과	57
Figure 18. 2017년 등급판정 결과	58
Figure 19. 지방산 표준물질 GC Peak	72
Figure 20. 아미노산 표준물질의 GC	74
Figure 21. 관능평가 교육	76
Figure 22. 제주 흑우의 근섬유 분포	83
Figure 23. 제주 흑우의 부위별 가열감량 측정 결과	84
Figure 24. 제주 흑우의 등급에 따른 전단력 그래프	87
Figure 25. 제주 흑우의 등급에 따른 조직감(경도) 그래프	88
Figure 26. 주요 지방산 분석결과	94
Figure 27. 제주 흑우의 등급 및 부위별 지방산 조성	98

Figure 28. 제주 흑우의 지방산 중 올레인 함량	99
Figure 29. 주요 아미노산 분석 결과	102
Figure 30. 관능평가에 사용된 흑우, 한우, 수입우 등심 단면 사진	107
Figure 31. 소고기 품종 및 등급에 따른 전자코 향기 패턴의 PCA(principal componet analysis)분석 결과	110
Figure 32. 소고기 등급 및 품종에 따른 전자혀 PCA분석 결과	112
Figure 33. 제주 흑우 부위별 사진	119
Figure 34. 제주 흑우, 한우, 호주산 와규 등심 비교	131

## LIST OF ABBREVIATIONS

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ATP	Adenosine triphosphate
a*	Redness
b*	Yellowness
C14:0	Myristic acid
C16:0	Palmitic acid
C16:1n7	Palmitoleic acid
C18:0	Stearic acid
C18:1n7	Vaccenic acid
C18:1n9	Oleic acid
C18:2n6	Linoleic acid
C18:3n3	$\alpha$ -linolenic acid
C18:3n6	$\gamma$ -Linolenic acid
C20:1n9	Eicosenoic Acid
C20:4n6	Arachidonic acid
C20:5n3	Eicosapentaenoic acid
C22:4n6	Adrenic acid
C22:6n3	Docosa hexaenoic acid
HDL-C	High-density lipoprotein cholesterol
L*	Lightness
LDL-C	Low-density lipoprotein cholesterol
MUFA	Monounsaturated fatty acids
PUFA	Polyunsaturated fatty acids
SFA	Saturated fatty acids
UFA	Unsaturated fatty acids

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the quality and nutritional characteristics of Jeju black cattle. I expect the results of this study, can be used for selecting breeding bulls and cows by analyzing the muscle fiber characteristics and meat quality as an essential data set. It is expected to enhance the quality of Jeju black cattle owing to the development of mass technologies and secure the high-quality breeding bulls and cows.

The overall quality status of Jeju black cattle, supplied to farmers, was examined to analyze the overall quality of Jeju black cattle. Moreover, the grade status was evaluated by using the grade classification data of Jeju black cattle.

The color of meat, water holding capacity, texture, and shear force, which were quality characteristics, were evaluated in order to identify the quality status of Jeju black cattle. Moreover, the quality of Korean beef and imported beef was examined and the quality was compared with that of Jeju black cattle. The muscle histological characteristics were analyzed and the obtained information was compared with those of Korean beef and imported beef in order to confirm the muscle characteristics. The unique characteristics of Korean beef were established using a muscle fiber type analysis, and unique attributes and nutritional characteristics (e.g., amino acids and fatty acids) of Korean beef were analyzed.

I analyzed the breeding condition and the number of heads of Jeju black cattle per year, number of farms, the number of slaughtered cattle, and the number of slaughtered cattle by gender. Moreover, the slaughtering performance of castrated Jeju black cattle and Hanwoo and that of Jeju black cattle and Hanwoo were compared.

The results showed that the number of Jeju black cattle in Jeju was

1,409 in 2017, which was 194 heads decrease from 2016. There were 632 heads of original breeds and 777 heads of practical breeds. The number of Jeju Hanwoo yield was 5,071 heads in 2017, down by 205 from the previous year, while the number of Jeju black cattle yield was 237 heads in 2017, decreased by 105 from the previous year.

In 2017, 742,312 heads of Hanwoo were graded nationwide in 2017. Among them, 5,308 were Jeju Hanwoo (including Jeju black cattle), which is 0.7 % of the total number. Grade 1<sup>+</sup>B was the most abundant (17.8 %), followed by grade 1<sup>+</sup>C. In the grade 1B or above, the proportion of Jeju Hanwoo was generally high.

The slaughter performance of Hanwoo steers (13,722 heads), that of black cattle steers (134 heads), that of castrated black Hanwood (448 heads), and that of black cattle+black Hanwoo (582 heads) were compared. The back-fat thickness of black cattle+black Hanwoo was the thickest ( $15.75 \pm 0.71$  mm) and that of Hanwoo steers was the thinnest ( $12.9 \pm 2.14$  mm). The loin cross-sectional area of Hanwoo steers was the largest ( $85.70 \pm 6.19$  cm<sup>2</sup>) and that of black cattle steers was the smallest ( $76.80 \pm 2.71$  cm<sup>2</sup>). The dressed weight of Hanwoo steers was the highest ( $406 \pm 16.73$  kg) and that of black cattle steers was the lowest ( $376.30 \pm 12.98$  kg). The abundance of grade A meat quantity was the highest in Hanwoo steers (18.7 %) and the lowest in black cattle steers (3.3 %). The proportion of meat grade 1<sup>+</sup> and above was 58.79 % for Hanwoo steers, the highest, and 27.61 % for black cattle steers, the lowest.

The slaughter performance of Jeju black cattle and that of Jeju Hanwoo were compared. The results showed that the mean carcass weight of Jeju black cattle (113 heads) was  $376.40 \pm 7.15$  kg, which was 14.3 kg heavier than that of black Hanwoo (380 heads). The back-fat thickness of black Hanwoo ( $15.8 \pm 0.55$  mm) was 1.1 mm thicker than that of black

cattle  $14.7 \pm 0.55$  mm. The loin cross-sectional area of black Hanwoo was  $78.62 \pm 0.55$  cm<sup>2</sup>, which was larger than that of black cattle ( $77.5 \pm 0.55$  cm<sup>2</sup>). However, the amount of meat index of black cattle was  $63.24 \pm 0.52$ , which was higher than black Hanwoo ( $62.21 \pm 0.52$ ).

In Chapter 4, Jeju black beef was divided into 19 parts (i.e., flank, chuck tender, brisket, shin and shank, chuck roll, top round cap off, sirloin, neck chain, outside round flat, beef thin skirt, rump round, knee cartilage, blade, eye of round, tenderloin, loin, top blade, beef attached to the spleen, and brisket) and the texture of each part was analyzed. The results showed that the hardness of chuck roll was the highest ( $7.33 \pm 3.53$ ), followed by outside round flat ( $5.56 \pm 1.76$ ) and neck chain ( $5.29 \pm 1.49$ ). That of blade was the lowest ( $1.32 \pm 2.48$ ). The adhesiveness of brisket was the highest ( $8.07 \pm 4.29$ ), followed by outside round flat ( $7.77 \pm 3.99$ ) and neck chain ( $7.57 \pm 3.79$ ). The adhesiveness of blade was the lowest ( $0.33 \pm 3.45$ ), similar with hardness measurement of it. The chewiness of chuck roll was the highest ( $387.47 \pm 187.74$ ), followed by loin ( $302.03 \pm 102.30$ ) and top round cap off ( $301.87 \pm 102.14$ ). The chewiness of sirloin was the lowest ( $85.60 \pm 114.13$ ) among all.

The moisture holding capacity of Jeju black cattle was measured by cooking loss. The cooking loss was tenderloin (30.84 %), blade (29.83 %), knee cartilage (28.77 %), and eye of round (28.11 %) in the order of magnitude. The cooking loss of rump round was the lowest (7.38 %). The results of shear force measurements showed that the shear force of black cattle grade2 ( $5.54 \pm 0.47$ ) was the highest, followed by black cattle grade1<sup>++</sup> ( $5.23 \pm 0.59$ ). That of Hanwoo grade1<sup>+</sup> ( $3.39 \pm 0.97$ ) was lower than all grades of black cattle.

Among texture measurements, the results of hardness showed that the hardness of female black cattle grade 2 was the highest ( $3.15 \pm 0.79$ ). The hardness of black cattle grade 1<sup>++</sup> was the second highest ( $2.98 \pm$

0.68) and that of Hanwoo grade 1<sup>+</sup> was the lowest. The adhesive of black cattle steers grade2 was the highest(4.53 ± 1.89), followed by black cattle grade1<sup>++</sup>(3.15 ± 1.48). That of female black cattle grade 2 was the lowest (1.27 ± 0.31). The springiness of black cattle grade 1<sup>++</sup> was the highest(9.91 ± 0.52), followed by Hanwoo grade 1<sup>+</sup>(8.55 ± 1.27). That of female black cattle grade2 was the lowest(7.41 ± 1.81). In the items measuring resilience, the value of black cattle grade1<sup>++</sup>(110.45 ± 24.25) and that of female black cattle grade2(129.03 ± 65.69) were very much higher than that of Hanwoo grade1<sup>+</sup>(68.98 ± 18.03).

Carcass weight was positively correlated with quality score and Meat a\* (meat redness), and negatively correlated with cooking loss. The results can be interpreted that higher carcass weight would increase the redness of meat and quality score with better moisture holding capacity, indicated by lower cooking loss. The quality score was positively correlated with Meat a\* and Fat L\* (fat brightness), and negatively correlated with hardness and gumminess. Additionally, Meat L\* was positively correlated with Meat b\* (meat yellowness), and negatively correlated with shear force. The results of Jeju black cattle's general components showed that there were no big differences in moisture content, crude fat, crude ash, crude protein, NFE, and calories between breeds and genders. The cholesterol content of Hanwoo (11.66 ± 1.78) was significantly ( $P < 0.05$ ) higher than black cattle (3.00 ± 1.97). The fatty acid contents of Jeju black cattle and those of Hanwoo were compared. The results revealed that palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid were different between the two breeds the most. Oleic acid accounted for 55.09 % of Jeju black cattle's total fatty acids and 47.36 % of Hanwoo's total fatty acids. When compared among breeds and genders, the content of oleic acid was 72, 49.75, 56.34, and 53.95 % of female Hanwoo, Hanwoo steers, female Jeju black cattle, Jeju black cattle steers, and female Jeju black cattle,

respectively. The oleic acid content of female Jeju black cattle was the highest. The results also showed that saturated fatty acid (SFA) accounted for 35.33 % for Jeju black cattle and 42.44 % for Hanwoo. Unsaturated fatty acids were also analyzed. Mono-unsaturated fatty acids (MUFA) were 61.08 % of Jeju black cattle and 54.79 % of Hanwoo, while poly-unsaturated fatty acids (PUFA) content of Jeju black cattle (3.29 %) was also higher than that of Hanwoo (2.39 %).

When the content of fatty acid was analyzed by beef parts, the content of palmitic acid was the highest in Jeju black cattle tenderloin ( $26.79 \pm 2.47$ ). The content of oleic acid was the highest in top round cap off ( $50.20 \pm 1.99$ ) and the lowest in tenderloin ( $45.87 \pm 3.38$ ). The content of palmitic acid was the highest in Jeju black cattle grade 1<sup>++</sup> for loin, Jeju black cattle grade2 for tender loin, Jeju black cattle grade1<sup>+</sup> for flank, and Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> for top round cap off. Additionally, the content of oleic acid was the highest in Jeju black cattle grade1<sup>+</sup> for loin, Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> for tender loin, Jeju black cattle grade1<sup>+</sup> for flank, and Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> for top round cap off.

The amino acids of Jeju black cattle were analyzed. The results showed that the content of glutamic acid, which determines umami. The results of the sensory evaluation, for analyzing the quality characteristics of Jeju black cattle, revealed that Jeju black cattle 1<sup>++</sup> had the highest water holding capacity and imported beef had the lowest (3.5 points). The pre-ingestion marbling test indicated that black cattle grade 1<sup>++</sup> had the highest score and Hanwoo grade2 and imported beef had the lowest score. When the freshness of beef was judged by bare eyes, black cattle steers grade2, Hanwoo grade1<sup>+</sup> and Hanwoo grade2 had the highest score and imported beef had the lowest score. In terms of umami, Jeju black cattle grade1<sup>++</sup>, which is the top grade, and black cattle steers grade2 received between 7.0–7.9 points, while black cattle grade1<sup>+</sup> and

Hanwoo grade1<sup>+</sup> received between 6.0–6.9. Imported beef had the lowest score (3.2 points). In terms of juiciness criteria, Jeju black cattle grade 1<sup>++</sup> and black cattle steers grade2 had the highest score. In terms of chewiness and softness, black cattle grade1<sup>++</sup> had the highest score. The over all preference score was in the order of Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> (8.1 points), Hanwoo grade1<sup>+</sup> (7 points), black cattle steers grade2, and female grade2 of beef, was 2.8 % for Jeju black cattle, which was lower than that of Jeju Hanwoo (3.09 %). The contents of valine, leucine, isoleucine, and methionine, which affect bitter taste, were significantly ( $P < 0.05$ ) higher in Hanwoo than Jeju black cattle.

The flavor characteristics analysis (e-nose) using mechanical measurement showed that flavor was different among black cattle grade. Black cattle grade 1<sup>+</sup> was located at the center of the graph and grade 2 was at the right top. Distribution varied by breeds and grades. It was confirmed that flavor differences by breeds could be classified by mechanical measurements.

The results of flavor characteristics analysis using electronic measurement (e-tongue) revealed that the flavor of Jeju black cattle grade 1<sup>+</sup> was distinguished from other breeds in taste. It was confirmed that flavor was different among different breeds using e-nose and e-tongue. It is believed that the analysis results can be used for studying the flavor substances and flavor precursors of beef.

The meat color and fat color of Jeju black cattle were analysis by the days of aging. At the aging day 1, among 19 beef parts (i.e., flank, chuck tender, brisket, shin and shank, chuck roll, top round cap off, sirloin, neck chain, outside round flat, beef thin skirt, rump round, knee cartilage, blade, eye of round, tenderloin, loin, top blade, beef attached to the spleen, and brisket), tenderloin had the highest brightness ( $34.02 \pm 3.74$ ) and outside round flat had the highest redness ( $20.70 \pm 1.15$ ). At the

aging day 1, tenderloin had the highest brightness ( $35.32 \pm 3.20$ ). At the aging day 1, chuck roll had the highest fat brightness ( $73.24 \pm 7.22$ ). At the aging day 16, the brightness of top blade fat was the highest ( $60.9 \pm 7.72$ ).

The results showed that the cooking loss (the criterion of moisture holding capacity) of Hanwoo did not vary by the duration of aging. However, the cooking loss of Jeju black cattle decreased with a longer aging period.

It was found that shear force decreased with aging but it increased again after approximately 28<sup>th</sup> or 35<sup>th</sup> days after aging. The same pattern was observed in Hanwoo. The shear force of Hanwoo decreased from the first day ( $5.23 \pm 1.27$ ) to 28<sup>th</sup> day, then it increased again. However, the changes in the shear force of Jeju black cattle were not significantly ( $P < 0.05$ ) different.

The changes in texture were evaluated by the aging days for Jeju black cattle and Hanwoo. The hardness was not significantly ( $P < 0.05$ ) different between Jeju black cattle and Hanwoo. The mean hardness of aging day 1 was  $3.71 \pm 0.69$  on average and that of aging day 42 was ( $2.94 \pm 0.61$ ). It was confirmed that hardness decreased as the beef was aged longer.

The quality analysis of Jeju black cattle, Hanwoo, and Wagyu showed that Hanwoo ( $39.15 \pm 5.55$ ) and Jeju black cattle ( $36.38 \pm 4.28$ ) had low L\* (brightness) values, while the brightness of Australian Wagyu was generally high ( $43.94 \pm 1.83$ ). The L\* of fat was in the order of Jeju black cattle ( $56.62 \pm 7.36$ ), Hanwoo ( $58.98 \pm 5.29$ ), and Australian Wagyu ( $65.70 \pm 2.17$ ). There was no significant ( $P < 0.05$ ) difference in the cooking loss among the breeds.

The results of this study showed that the shear force of Australian Wagyu was the lowest. The softness was not different between Hanwoo

( $3.32 \pm 0.68$ ) and Jeju black cattle ( $3.51 \pm 0.31$ ). The springiness of Australian Wagyu ( $13.37 \pm 1.99$ ) was higher than Hanwoo ( $10.52 \pm 1.93$ ) and Jeju black cattle ( $9.28 \pm 2.60$ ).

This study provided baseline data of Jeju black cattle quality by analyzing the quality and nutritional characteristics of Jeju black cattle. The results of this study will be useful to improve the beef quality of Jeju black cattle.

# CHAPTER 1

## INTRODUCTION

제주 흑우(濟州黑牛)는 기원전부터 제주지역에서 사육되어왔다. 제주 흑우는 한우에 속하지만 일반 한우와 달리 검은 모색을 나타내는 토종 생물자원이며, 대한민국의 천연기념물 제546호로 지정되어 있다. 제주 흑우는 오래 전 부터 육질과 육미가 우수하여 왕실로 진상되던 귀중한 진상품이었다. 고려시대 이래 삼명일(임금 생일, 정월초하루, 동지)에 정규 진상품일정도로 고기 맛이 황색우보다 좋다고 전래되고 있다(세종실록). 조선시대 제주에는 국영목장을 만들어 사육목장, 사육두수까지 조사하였으며, 국가의 제사와 같은 큰일에 제주 흑우를 사용하였기 때문에 더욱 소중히 사육하였다.

제주 흑우는 제주도라는 섬 환경의 영향을 많이 받고 자랐으며, 도외 반출도 쉽지 않았다. 이러한 제주 흑우는 제주환경에 적응하면서 형질이 고정되었다. 제주 흑우는 일제강점기 1924년 암소 125두, 수소 50두, 1925년 암소 25두, 수소 1두가 일본으로 강제 반출이 이루어지고, 1957년부터는 외국종 육우가 도입되면서 교잡화가 진행되어 멸종 위기에 처하게 된다. 이뿐만 아니라 정부는 1969년 ‘전국한우 챔피언대회’를 개최하여 입선한 수소를 씨수소로 이용하여 냉동정액을 전국으로 공급한다. 이를 통해 인공수정사업을 확대시켜 나갔으며, 한우등록사업도 같이 진행된다. 역우(役牛)의 활용에서 육우(肉牛) 위주의 정책으로 전환해 나가면서 1970년 ‘한우심사표준’ 개정 및 발표에 따라 제주 흑우는 다시 위기를 맞게 된다. 이 기준은 일제에 의해 만들어진 ‘모색통일심사표준법’을 따라 만든 심사표준으로 제주 흑우를 사육하던 농가에서도 제주 흑우의 사육을 포기하게 만드는 원인으로 작용하였다. 이후, 오랜 시간이 지나 1986년 채취한 동결정액을 시작으로 1993년부터 제주 흑우의 보존증식을 위한 혈통관리 및 사양관리가 진행되었다. 현재 제주 흑우의 개체 수는 크게 증가하지 않았다. 제주 흑우는 전신의 털색깔이 흑색이며, 체구가 작으나, 체질이 강건 하고, 지구력이 뛰어난 소이다.

제주 흑우의 유전자 분석결과 한우, 뽕소, 교잡우와는 다른 제주 흑우만의 고유혈통을 가진 고유재래종으로 판명되었다. 이는 향후 체계적인 혈통관리 및 사양관리가 필요하다는 것을 의미한다. 제주 흑우는 일반한우에 비해 지방산이 낮고, 불포화지방산이 높다고 알려져 있으며, 등심 내 마블링이 한우 등심보다 가늘면서 촘촘하다. 제주 흑우는 고기의 풍미를 증진시키고 감칠맛을 내는 중요 영양성분인 올레인산의 함유량도 한우의 비해 높다. 제주 흑우는 육질과 육미가 뛰어난 것으로 많이 알려져 있다. 하지만, 이와 관한 연구결과는 매우 미비하다. 제주 흑우의 우수성은 예로부터 많이 알려졌으나, 과학적인 근거와 연구실적을 찾아보기 힘든 실정이다. 현재 제주 흑우의 관한 연구는 대부분 유전자 관련, 인공수정 관련, 개체 증식관련 연구에 집중되어 있다. 제주 흑우의 증식과 유전적인 특이성에 관한 연구도 중요하지만, 제주 흑우의 장점인 품질특성과 영양성분인 연구가 매우 시급한 시점이다. 이러한 연구를 통해 제주 흑우의 우수성을 널리 알리고, 개체수를 증식하며, 많은 연구를 통해 품질을 개선할 수 있는 접근이 필요하다고 판단된다.

본 논문의 목적은 제주 흑우의 품질 현황 및 영양성분 특성을 분석하기 위하여 수행되었다. 이 목적을 수행하기 위한 세부 내용은 아래와 같다.

- 1) 제주 흑우의 생산현황 분석(Chapter 3)
- 2) 제주 흑우의 도체성적 분석(Chapter 3)
- 3) 제주 흑우의 육질 특성 분석(Chapter 4)
- 4) 제주 흑우의 영양성분 특성 분석(Chapter 4)
- 5) 제주 흑우의 관능평가 특성 분석(Chapter 4)

## CHAPTER 2

### LITERATURE REVIEW

#### 1. 소의 역사와 기원

본래 야생 상태의 동물인 소는 다섯 개의 발가락을 가진 여우정도의 작은 크기였으나, 지질학상 제3기 중신세(中新世) 말기에서 선신세(鮮新世) 초기에 급격한 진화를 거쳐 오늘날의 소의 모습을 하게 되었다. 소의 조상인 원우(原牛, *Bos primigenius*)는 빙하시대 야생에서 모습을 보였으나, 1627년 마지막 개체가 폴란드에서 죽은 것으로 확인되고 있다. 야생의 원우들은 유럽, 아프리카, 아시아에 널리 서식한 것으로 추정하고 있다. 하지만, 야생 원우가 최초로 가축화되기 시작한 곳은 인도, 페르시아, 바빌로니아 등을 포함하는 남부아시아였으며, 가축화된 연도는 B.C 8,000~6,000년경 신석기시대(New Stone Age)로 추정 된다. 현재 발견된 가장 오래된 원우의 유물은 B.C 7,000년대 중반의 것으로 추정되는데, 그리스의 Argissa Mangula 와 Anatolia의 Catal Muyuk에서 발견된 것이다. 남부아시아에서 가축화 되었거나, 가축화가 진행되고 있던 원우는 신석기시대에 이주민들과 더불어 사방으로 이동하게 되었다. 유럽지역은 서남아시아를 경유하여 발칸반도로 확산하였으며, 다른 일부는 북동진하여 우크라이나로, 일부는 북상하여 북유럽으로, 다른 일부는 지중해 연안을 따라서 서유럽의 남부를 통하여 북상하거나, 또는 이집트로 들어갔다. 이집트 집단의 일부는 다시 지중해를 건너 유럽해안에 상륙하였고, 서아프리카로 이동한 집단 일부도 스페인을 거쳐 북상하였다. B.C 2,000년경 인도에서 가축화된 견봉우는 동·서로 나누어져 남부유럽, 서쪽으로는 바빌로니아, 이집트 등지로 이동하여 유럽원우와 교잡되어 많은 품종을 만들었으며, 동쪽으로 해안을 따라 이동한 것은 동남아 섬들과 중국으로 진출하게 되었다. 이들은 유럽축우와 교잡되어 한우등과 같은 품종을 성립시켰다. 원우

의 가축화가 가속화 된 것은 B.C 7,000년경 인류의 정착생활과 경종농업의 시작과 함께 역용으로 이용하기 시작하면서부터라고 추측하고 있다. 또한, 인류가 우유를 이용한 것은 B.C 5,000년경부터라고 추측하고 있는데, 이는 가장 오래된 낙농관련 유물이 바빌론 근처의 AI Ubaid에서 우유를 착유하는 벽화가 발견되었기 때문이다. 이 그림에서는 소에서 젖을 짜는 모습과 짠 우유를 그릇에 옮겨 담는 모습이 벽화로 남겨져 있다. 소는 전 세계에 걸쳐 많은 품종들이 서식하고 있다.

소의 품종은 학자에 따라 차이가 있지만, 야생우, 재래우, 개량종 등을 포함하여 700여 품종이 있는 것으로 알려져 있으며, 그 중 경제적 가치가 있는 품종은 약 300여 품종 정도인 것으로 요약되고 있다. 이러한 소는 Phillips 등(1961)이 명시한 소의 분류학적 구분을 통해 우제목(Artiodactyla), 반추아목(Ruminantia) 동각과(Cavicornia), 우아과(Bovinae), 우속(Bos)으로 분류, 우속은 Bos(oxen, cattle), Bos frontalis(gayal), Bos gaurus(Gaur), Bos grunniens(domestic yak), Bos grunniens mutus, Bos grunniens × Bos taurus(dzo), Bos indicus(Zebu cattle), Bos indicus gudali(Gudali Zebu), Bos indicus × Bos taurus(hybrid cattle, Brahma), Bos javanicus(banteng), Bos javanicus birmanicus, Bos primigenius(aurochs), Bos sauveli(kouprey), Bos taurus(cattle), Bos taurus × Bos indicus, Bos sp.으로 세분화 된다. 그리고 크게 어깨부위에 견봉(hump)이 존재하지 않는 Bos taurus와 어깨에 견봉이 존재하는 Bos indicus로 구분된다. 또한 세계적으로 분포 되어있는 소의 품종 계통은 유럽계통, 인도계통, 잡종으로 구분된다. 이러한 구분은 6개의 지역소로 다시 구분 할 수 있다. 유럽에서 사육되고 있는 육우와 유우, 동아시아에서 농용우로 사육되고 있는 반탱(Bandang), 가얄(Gayal), 인도에서 사육되고 있는 제부(Zebu), 남아시아에서 사육되고 있는 습윤 열대지의 소(水牛), 미국과 중부유럽에서 야생하는 야생우, 중국 세부의 고지에서 야생하는 야크(Yark)로 크게 구분 할 수 있다. 소의 두골의 형태(크기, 모양, 턱의 크기)에 따라 구분하는 두골학적 분류를 통해 분류해보면, 홀스타인(Holstein), 쇼트혼종(Shorthorn), 겔로웨이종(Galloway), 노르만디종(Normande), 에어서종(Ayrshire), 애버딘 앵거스(Aberdeen Angus), 레즈폴종(Rws Poll), 더치 벨티드종(Dutch Belted)은 원우와 유사한 유원우(Bos taurus primigenius)

에 속한다. 두개골의 형태간 긴 브라운 스위스종(Brown swiss), 저지(Jersey), 건지(Guernsey)는 장액우(Bos taurus brachycerus)에 속하며, 두개골의 형태가 큰 대액우(Bos taurus frontosus)에 심멘탈(Simmental), 스웨덴의 재래종이 속한다. 두골의 형태가 짧은 프렌치 캐나다안종(French Canadian), 심멘탈(Simmental), 서섹스종(Sussex), 케리종(Kerry)등은 단두우(Bos taurus brachycephalus)로 분류된다.

소의 품종은 형태적 특징, 입지조건 외에 사용 용도에 따라서 분류 한다. 용도별 분류방법으로는 우유 생산을 목적으로 하는 유우형(Dairy type), 고기를 목적으로하는 육우형(Beef type), 농사 혹은 일을 목적으로하는 역용형(Draft type), 여러가지 용도를 겸하고 있는 겸용형(Dual purpose type)이 있다. 유우형(Dairy type)은 홀스타인(Holstein), 저지(Jersey), 건지(Guernsey), 에어셔종(Ayrshire), 브라운 스위스종(Brown swiss)이 있다. 육우형(Beef type)은 심멘탈(Simmental), 심멘탈(Simmental), 브라만(Brahman), 애버딘 앵거스(Aberdeen Angus), 샤로레(Charolais), 브란거스(Brangus), 쇼트혼종(Shorthorn), 리무진(Limousine), 갈모화우와 한우가 있다. 역용형(Draft type)은 제주종(Zwang Zebu), 보란종(Boran), 오반보종(Ovanbo), 쿠마온종(Kumaon Hill Cattle) 등이 있다. 이는 서식지역에 따른 지리학적 분류와 두개골의 형태, 두골학적 분류, 사육목적, 용도에 따른 분류로 구분된다. 하지만, 소의 품종 결정에 있어 무엇보다 중요한 영향을 미치는 부분은 소의 외모형태를 나타내는 모색, 색의 분포 형태를 들 수 있다. Bash 등(2001)에 의하면 모색은 10개 이하의 후보유전자에 의해 황색(brown), 흑색(exetension), 백색(albino), 혼합색(agouti) 과 흰색에 밤색 혹은 회색의 혼합색(roan) 및 농도(dilution)가 결정되며, spotted 유전자와 다른 유전자의 blaze, colour side, brockling 나 brindle 형태로 무늬가 결정된다 (Olson, 1999; Barsh, 2001).

## 2. 한우의 역사와 기원

한우는 아주 오래전부터 경종농업을 영위하여 온 한민족과 오랜 역사를 함께 하고 있다. 우리민족에 한우는 시대의 변천과에 관계없이 함께 하며 살아온

가축이다. 근면성, 강인성이 높아 경종농업시대의 축력(畜力)이 되어주던 동물이 다. 옛날에는 소가 혼하지 않았다고 한다. 일손이 부족하거나, 논·밭을 갈 때에는 소는 사람의 보통 다섯 배의 품삯에 달하였다고 한다. 이처럼 농사와 밀접하게 관련된 소는 부(富)와 풍요의 근본이 되었다. 고대 선조들이 한우를 사육하게 된 이유로는 농용, 식용, 승용 등 경제적 목적도 있지만, 가족과 마을을 책임지는 반려자의 역할을 하는 공동체 의식을 나누었다. 한우가 언제부터 경종농업에 이용되었는가에 대하여 정설은 없다. 하지만, 문헌상으로 살펴보자면 삼한(三韓)시대에 씨레 또는 철제보습 등의 농기구를 제작하여 심경(深耕)농업을 경영한 기록으로 보아 약 2,000년 전부터라 추정하고 있다.

한우는 오랜 기간 동안 농경활동 외 제사, 제물, 운반, 승용, 식용, 모피, 피혁, 전쟁물자 운수, 무역품 등으로도 이용되어 왔다. 우리나라의 농경시대의 소는 운반, 견인, 경운용 등 축력이용으로 주로 이용되었으며, 우육의 식용 면에서는 활용을 잘하지 못한 것으로 추측된다. 불교전래 이후의 삼국사기에 “법흥왕 16년 금살생(AD 529)”, “성덕왕 10년 금도살(AD 711)” 등, 소의 도살을 금지시켰던 것으로 보면, 당시에 육식이 풍습이 성행했던 것으로 추측된다. 식용으로서의 우유의 이용에 관한 자료도 발견되었다. 조선조 세종 원년 2년(1418년)에 우유소를 설치하여 왕실에서 한우의 젖을 음용하고, 활용하였다는 기록이 남겨져 있다. 이와 같이 고대에서부터 한우의 식용은 시대적, 종교적 여건 변화에 따라 다양한 환경을 겪었을 것으로 사료된다. 1970년도를 전후로 한우의 사육 목적이 조금씩 달라졌다. 1970년도를 전후로 경종농업에 기계화 지원으로 축력으로서의 한우의 이용가치가 많이 낮아지고, 소득수준이 향상되어 식생활이 개선되면서 한우는 자연스럽게 식용용으로 이용도가 바뀌게 된다. 정부정책, 유관기관, 단체의 주도로 육용 한우사육기술개발과 개량기술에 힘입어 육질과 육량이 우수한 고능력 한우집단이 나타나게 된다. 1969년 한국종축개량협회가 설립되고 한우에 대한 등록사업이 시작되었으며, 1970년대 한우개량의 방향은 2가지로 나누어지게 된다. 신품종 개발과 순종개량으로 나누어진 개발 사업은 순수계통 번식단지사업, 한우×샤로레의 의한 신품종 개발 사업이 병행 실시되었다. 하지만, 1979년 소값 하락으로 신품종사업은 중단되었다. 이는 소값 하락으로 인한 농가의 원성이 높아지면서 육우의 수입이 중단되었기 때문이다. 1980년대에는 한우 순수

개량사업이 활발히 추진되기 시작한다. 1985년 국내 한우에 대한 후대검정이 시작되었고, 후대검정을 통하여 21두의 보증씨수소가 선발·활용되었다(노, 2008). 한우 개량사업은 1991년 아주 커다란 변화를 맞게 된다. 육질과 육량을 동시에 개량하기 시작한 것이다. 당대검정은 일당증체량이 우수한 개체를 후보씨수소로 선발하는 과정이었으며, 후대검정은 후보씨수소로 선발된 개체의 자손들을 도체형질 검정을 통하여 최종 보증씨수소를 선발하는 과정으로 이루어졌다. 당대검정, 후대검정에 앞서 대상우 구입 시 개체에 대한 외모심사가 우선 진행되었다. 이는 체형, 외모에 대한 결격사항 유무를 심사하는 과정이다. 한우의 외모심사는 균형과 체척, 품위와 자질, 머리와 목, 전구, 중구, 엉덩이, 넓적다리, 유기, 성기, 다리, 발굽, 걸음걸이 등 표현형적인 부분을 심사한다. 심사항목 중 품위와 자질은 심사는 피모가 황갈색으로 광택이 있으며, 가늘고 부드럽고 밀생하였는지, 피부가 여유 있고, 두께는 중등도로 유연하여 탄력이 있는지를 평가하게 된다. 현재는 한우에 한해서 축산법 제6조(가축의 등록)과 동법시행규칙 제9조(가축의 등록 등) 제4항의 규정에 의거하여 외모심사기준이 시행되고 있으며, 호반우는 최한우라 하여 한우로 인정하였고, 내륙의 흑우에 대한 검사기준 및 등록기준은 준비되어있지 않다. 재래품종에 대한 유전적 기준 또한 검증되지 않은 상태이다. 한우는 체격이나 골격으로 보아 진정우아속(眞正牛亞)에 속하며, 제부(Zebu) 계통의 장액우(長額)와 원우의 혼혈로 성립되었다고 보는 학설이 현재 가장 유력하다. 일본의 정구신삼(井口頤, 1921)은 한우를 비롯한 중국우, 일본우 등은 유원우와 유사하여 동방 아시아지역의 소들은 모두 제부(Zebu)의 혈통을 받은 것이라 주장하였다. 망월현삼(望月賢, 1927)에서는 “태아의 두개골에 의한 동방아시아의 소의 계통에 관한 연구”에서 소들은 지방에 따라서 다소 차이가 있지만 모두 제부와 원우와의 혼혈로 되어있다고 말하고 있다. 이중에서도, 원우의 혈액을 가장 많이 함유하고 있는 것이 한우이며, 중국북부의 장두형(長頭型), 몽고우의 순서이며, 구만주의 단두형(短頭型)은 제부의 혈액이 더욱 농후하다고 주장하였다. 여러 가지 학설을 통해 한우의 계통을 추측해보면 제부와 원우와의 혼혈이라는 학설이 설득력을 갖으며, 남방에서 북진한 제부와 중앙아시아에서 동진한 원우가 북중국이나 외몽고 등지에서 혼합되어 성립된 원우와 인도 견봉우가 교잡된 장액우(長額)로서, 중국대륙 과 몽고, 만주 등을 거쳐 한반도로 유입되었다는

것이 가장 유력한 정설로 알려지고 있다.

### 3. 제주 흑우의 역사와 기원

제주에서 소와 말 등의 가축이 언제부터 사육되었는지 정확히 파악할 수는 없으나 제주도에서 출토된 소뼈, 말뼈 등의 근거로 보아 내륙지방과 비슷한 시기인 청동기 시대부터 가축화가 진행되어왔던 것으로 추측된다. 제주 흑우는 전신 모색이 흑색이고 내륙지방의 한우와 달리 체구가 작고 다리가 가는 편이다. 지구력이 뛰어나고 체질이 강건하여 과거 제주지역의 밭농사에 널리 이용되었다. 중국의 삼국위지와 후한서에 의하면, 마한의 서남쪽 큰 섬(제주도)에 소를 잘 기르는 선비족이 살았다는 기록이 남겨져 있으며, 삼성개벽신화에도 소 사육 사실이 남겨져 있다. 동국여지승람 제38권에 선사시대부터 야생 우마군이 한라산 밀집지대에서 농경민들과 오랜 기간 유목생활을 하였다고 기록하고 있으며, 고려 충렬왕 3년(1277년) 원(元)이 제주에 소, 말, 낙타, 나귀, 양을 들여와 방목을 시작하게 되면서부터, 다양한 가축이 제주에서 사육되기 시작 하였다. 이를 위해 목마장을 설치하게 되는데, 이는 제주의 가축 유전자원의 도입, 가축 사육 체계 등 축산 역사에서 큰 사건이라 볼 수 있다. 그 당시 들어온 가축이 어떤 품종들인지 정확히 기록되어있지는 않지만 당시 제주에서 키우고 있던 소의 개량이나 유전적인 측면에서는 매우 큰 영향을 미쳤을 것 이라 사료된다. 조선시대에는 공우(貢牛) 제도의 영향으로 국영목장이 운영되었으며, 국가의 제사에 모색이 검은 제주 흑우를 이용하였기 때문에 제주 흑우를 소중히 사육하였다. 고문헌인 탐라순력도, 탐라지에 흑우의 진상 및 흑우 사육 목장, 사육 두수까지 조사, 기록되어 있다. 이중 탐라지에서는 “국둔의 소는 순흑색은 적고 잡색이 많다. 나라에서는 제사에서 검은소를 쓴다. 본디 15마리로 정하였으나 이제 5수를 추가하여 20두로 하였다. 해마다 진상하여 합우 하거나 항시 수요가 부족하여 걱정이며 부득이 백성의 소를 선택하여 수량을 채워 보내도 대신 민가에는 잡색소를 주니 일이 심히 난처하므로 순흑색 소를 바꿔 씨를 받아 번식시킴이 마땅하다” 라고 기록되어 있어 당시 소의 모색을 매우 중요시했음을 추측할 수 있다.

제주에서는 흑우(“검은쇠”), 황우(“황쇠”), 얼룩소(“얼럭이”) 등 다양한 모색의 소가 사육되었다. 얼룩소도 “검은어럭”(검은색과 흰색이 혼재), “황어럭”(황색과 흰색이 혼재), “식쇠”(몸에 줄무늬가 있는 소), “태상”(이마에 점이 있는 소), “코간전이”(이마에서 코 언저리까지 흰소), “태상”(이마에 점이 있는 소) 등 다양한 모색이 존재하였다. 이와 같이 모색이 고정되지 않은 다양한 잡색소가 나타나는 것은 흑우와 황우의 교잡에서 비롯된 것이라 사료된다. 국가의 제사에는 모색이 검은 흑우를 이용하였기 때문에 제주에서도 흑우를 소중히 사육하며 진상을 하였던 것이다. 따라서 고기의 맛이나 성장능력 보다는 모색이 검은 흑우 위주로 선발을 하였으며, 특별히 사육을 하였던 것으로 추측된다. 이렇게 역사가 깊은 제주 흑우는 조선시대와 일제 강점기의 근대화 과정을 거치면서 멸종위기의 심각한 상황에 직면하게 되었다. 제주한우의 육량 개량을 위하여 1960년대 전후로 샤로레(Charolais), 브라만(Brahman) 등 외국품종을 들여와 체형이 크고 사료효율이 좋은 교잡종을 육성하기 시작하여 소고기를 생산함으로써 순수 제주한우는 거의 교잡화 되었다. 미국산 브라만종 33두와 기타 소수 종축(Angus 3, Gertrudis 3, Brangus 1, Hereford 1두)을 도입하여 3년간 제주지역의 기후, 풍토에 순화시키며 적응을 시켰으며 약 3,7000두를 시험구로 설정하여 교잡육종상법을 제안하였다. 이를 토대로 제주지역의 한우들은 교잡육종의 방향으로 진행되었고 육량 증가 등 제주지역 농가 발전에 크게 이바지 하지만 제주한우로서의 역할에 큰 위기가 찾아온다. 이후 제주한우는 교잡육종 생산의 비교품종으로 조사된다. 1963년 제주재래한우의 체형을 측정된 기록을 보면, 24개월령 체중이 178kg으로 매우 왜소하였음을 확인할 수 있다.

1960년대 전후의 제주한우에서 교잡육종으로의 과도기적 환경에서 국립제주목장에서는 100여두의 제주재래한우를 교잡종 생산을 위한 기초축으로 도내 양축 농가로부터 구입을 하게 된다. 이 축군은 현재의 제주 흑우보존 집단의 초석을 만들게 된다. 또한 1980년대 제주재래한우 중 제주 흑우 계통을 확보하는데 힘써 상가리, 수산리 등에서 수집하였고, 이들 개체들에 의해 제주 흑우는 어려운 환경 속에서도 보존되고 유지되어 현재의 모습을 하게 되었다. 1993년 제주도내에서 10마리를 수집하여 육성한 제주 흑우는 그 개체수가 매년 증가하여 2006년 흑우는 모두 374마리로 암소가 232마리, 수소가 146마리로 개체수가 늘어났

다. 이 중 205마리는 제주축산진흥원에 101두, 난지축산시험장에 72두, 농가에 44두를 보급하였으며. 2015년 제주축산진흥원에 158두, 난지축산시험장 105두, 농가 1,374두로 개체수가 증가되었다. 제주축산진흥원은 1995년 4월부터 제주 흑우의 도외 반출을 금지하여 증식을 위한 기초축 확보에 많은 노력을 하고 있으며, 한국종축개량협회에서는 2002년부터 제주 흑우의 등록규정을 제정하여 제주 흑우등록사업을 시작하였다. 2006년 7월1일부터 제주특별자치도로 승격이 되며, 제주 흑우의 보존을 위한 제주 흑우보호육성법령을 발휘 하였으며, 제주 흑우보호육성을 위한 등록 기준 및 심사방법 등에 관한 세부규칙을 제정하고 발표하였다. 제주특별자치도는 제주 흑우의 정액보급 및 수정란 생산 공급 등을 통하여 제주 흑우를 제주특별자치도 고유의 품종이자 새로운 축산 소득원으로 활용을 위하여 많은 노력과 연구 사업을 진행하고 있다. 또한, FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations, 국제연합농업식량기구), DAD-IS(가축다양성 정보시스템)에 등재되어있으며, 2013년 천연기념물 제546호로 지정되었다.

#### 4. 국내 전래 소품종의 특성

우리나라의 소 한우, 칩소, 흑우, 제주 흑우, 백색한우는 FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations, 국제연합농업식량기구), DAD-IS(가축다양성 정보시스템)에 등록되어있는 세계적인 유전자원이다. FAO, DAD-IS에 등재된 한우들은 FAO에서 권장하는 DNA 분석을 통해 다양성을 평가받고, 외래품종과의 차별성, 연관성을 분자생명학적으로 규명해 재래품종의 고유성을 뒷받침하는 과학적인 근거를 마련하였다.

##### 4.1. 과거 소품종과 모색의 특징

1920년 조선농회보(朝鮮農會報)에서는 한우의 모색은 주로 갈색이지만, 적갈색, 황갈색, 회갈색, 흑갈색, 흑색, 백색 등 다양하다고 보고하였다. 1928년 권업모범장사업보고(勸業模範場事業報告)에서는 한우 모색 중 적갈색 77.8%, 황갈색

10.3%, 흑색 8.8%, 럽색 2.6%, 갈색백반 0.4%, 흑색백반 0.07%을 나타났다고 한다. 1939년 발표된 함남축산 10년기에는 농협이 한우 5,800마리를 대상으로 전국한우모색조사를 보고한 내용이 실려 있다. 결과를 살펴보면 황갈색 96.4%, 부분 이모색 3.3%, 전신 이모색 0.3%로 전국의 한우 모색이 황갈색으로 통일되어졌다. 이와 같은 결과는 1970년대 제정된 한우심사표준에서 “한우의 표준모색을 황갈색으로 한다.” 라고 정함으로써 기타 모색의 한우인 흑우(黑牛), 리우(離牛), 백우(白牛), 청우(靑牛), 녹반우(鹿斑牛) 등을 인위적으로 도태하였기 때문으로 판단된다.

## 4.2. 현재 소품종과 모색의 특징

### 4.2.1. 한우(韓牛)

우리나라에서 현재 사육되고 있는 품종 중 대부분을 차지하고 있는 품종이다. 모색은 갈색, 농갈색, 황갈색, 담갈색, 진갈색, 흑갈색, 회갈색 등으로 세분화 할 수 있다. 한우기준설정(농림부, 2007)에 따르면, 「몸 전체가 황갈색(누런 빛을 내는 갈색), 담갈색(연한 갈색), 적갈색(붉은 갈색)을 나타낸다. 암소의 유방 부위 혹은 암·수소의 다리 안쪽, 배 주위는 약간 옅은 색을 나타낸다. 귀·눈 주위 비경·코 근처에는 흑색을 나타내기도 하며 흑모(반) 및 백모(반) 나타내기도 한다.」 라고 명시 되어 있다.

### 4.2.2. 흑우(黑牛)

한우기준설정(농림부, 2007)에는 「주로 전신이 흑색이며, 비경이 약간 연한 흑색을 띤다. 모색은 50%가 검은색, 40%가 흑갈색, 10%가 황색으로 발현된다. 눈·비경·꼬리와 발굽은 검다가 생후 5개월령에 흑우의 모색으로 발현된다. 복부 및 유방주위에 백반이 나타나는 개체가 있다.」 라고 명시되어있다. 현재 사육되고 있는 국내 흑우는 제주 흑우와 제주를 제외한 내륙지방의 내륙흑우로 구분되어진다. 같은 흑우지만, 제주 흑우가 내륙흑우의 비해 훨씬 검은색을 띤다.

### 4.2.3. 호반우(虎斑牛)

조선초 1399년 발간된 우의방(牛醫方)에서는 리우(離牛)라고 되어있으며, 렬우(廉隅), 칠녕쿨 무늬를 하고 있어 칙한우, 호랑이 무늬를 닮았다하여 호반우(虎斑牛) 등의 다양한 명칭을 갖고 있다. 한우기준설정(농림부, 2007)에는 「모색은 황갈색바탕에 검정 또는 흑갈색과 검정색바탕에 흑갈색, 갈색세로줄무늬가 몸 전체에 있다. 모색은 주로 호반무늬 흑색 황색 비율이 3:3:4 의 비율로 나타나며 황만선도 보인다. 모색이 검더라도 귓속과 뿔과 뿔 사이의 모색이 황색으로 발현된다.」 라고 명시되어있다. 호반우는 국내 희소품종으로 강원도, 충청북도, 경기도, 울릉도에서 찾아 볼 수 있으며, 전국적으로 약 600~650두 정도가 사육되고 있는 것으로 추정된다.

#### 4.3. 제주 흑우 품종 모색의 특징

1964년 제주도의 한우 4,294마리를 대상으로 조사한 보고에 의하면(제주축산사, 2007), 황색우 44.3%, 흑색우 19.3%, 머리만 갈색인 황색우 9.4%, 기타 27%로 흑우의 출현율이 높게 나와 있다. 이와 같은 흑우의 분포는 1971년 조사에서 더욱 두드러지게 나타나는데 흑우 28.8%, 황갈색우 59.7%, 흑황우 3.9%, 황흑우 2.5%, 황백우 1.9%, 렬우 1.2%, 흑백우 0.8%, 기타 1.2%로 조사 되었다. 조사결과와 같이 제주도에 흑우가 많았던 이유는 제주 흑우가 육질과 육미가 우수하여 왕실로 진상되었던 점을 미루어 도민들이 흑우를 황색우 보다 많이 선호하였다고 판단된다. 그리고 제주한우가 육지와 멀리 떨어져 격리되어있는 섬 특유의 환경으로 오랫동안 사육되어 제주환경에 적응하면서 형질이 고정되었으며, 한우개량사업도 우량종모우의 도외 반출로 적극 진행되지 못했기 때문이라고 사료된다. 제주 흑우는 내륙흑우와 달리 전신 모색이 진한 흑색이 특징이다. 내륙흑우는 5cm 미만의 황만선을 가지고 있다. 하지만, 제주 흑우에서는 황만선을 찾아 볼 수 없다. 내륙흑우의 75%는 호구(입주위 이모색)가 나타나지만, 제주 흑우에서는 찾아 볼 수 없다.

Table.1 제주 흑우 부위별 특징

부 위	부위별 특징
모 색	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주로 전신이 흑색이며, 비경이 약간 연한 흑색을 띤.</li> <li>- 모색은 50%가 검은색, 40% 흑갈색, 10% 황색으로 발현.</li> </ul>
체 형	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유용종(채기골)과 육용종의 중간정도임. 소형종이며, 만숙종으로 과거 역용경험에 의하여 전구(앞)부분이 발달하였음.</li> <li>- 수소는 견봉(어깨봉우리)가 있으나, 암소는 나타나지 않음.</li> <li>- 후구(요각-좌골) 쪽으로는 사구(경사진 엉덩이)진 것이 많으며, 엉덩이의 기울기만큼 뒷다리가 안쪽으로 배치됨.</li> </ul>
뿔	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유각종이며, 암소는 가늘고, 수소는 굵으나 길이는 짧은 편임.</li> <li>- 뿔의 방향은 어린 소의 경우, 대부분 상향각 또는 전향각, 후향 및 하향각 등 골고루 나타남.</li> <li>- 나이가 먹을수록 구부러지거나, 영양 상태에 따라 각도 다름.</li> </ul>
비경(코)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대부분 흑색이나, 살색이나 회색도 나타남.</li> <li>- 제주 흑우의 경우, 내륙 흑우와 달리 비경주위에 흰테두리가 있음.</li> </ul>
머리·목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 머리는 수소는 짧으며, 암소는 가름한 편임.</li> <li>- 목느러미는 잘 발달하지 않은 편이며, 암소는 목이 얇고 수소는 두터움. 암소 견봉은 나타나지 않으나, 수소는 비육시 견봉 확인.</li> </ul>
전 구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 성우암소의 흉쪽은 20~50cm사이이며, 수소는 30~60cm정도임.</li> <li>- 역용종에서 육용종으로 전환하는 과정이기 때문에 앞 어깨가 발달한 것이 특징임.</li> </ul>

중 구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 갈비가 가늘고, 등선과 허리 사이가 약간 겹치지며, 허구리가 약간 큼. 하경부(배와 넓적다리 사이)가 올라 붙어있음.</li> <li>- 등, 허리의 폭은 얇은 편임.</li> </ul>
엉덩이	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 요각과 좌골사이의 꼬리방향으로 하향 경사진 것이 특징.</li> <li>- 암소의 경우에는 요각이 돌출되며, 엉덩이쪽도 꼬리쪽으로 가면서 약간 얇아짐.</li> </ul>
넓적다리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 윗 넓적다리에서 아랫 넓적다리로 갈수록 폭이 좁아짐.</li> <li>- 넓적다리의 폭(좌우)도 얇은 것이 특징.</li> <li>- 꼬리에서 다리 쪽으로 가면서 안쪽으로 기울어짐.</li> </ul>
유 기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유방의 용적이 작으며, 유두의 길이도 짧음.</li> <li>- 유정맥은 발달하지 않음.</li> </ul>
지제·발굽	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발굽은 곧바로 뺨은 다리보다는 엉덩이 경사만큼 안쪽으로 기울어져 있음(외국소는 거의 직비).</li> <li>- 발굽의 색은 대부분 흑색, 발굽의 크기가 작고, 각도는 15~40°.</li> </ul>

농림축산식품부, 쇠고기 이력제 업무편람, 2011

## 5. 국내 한우 사육 현황

### 5.1. 국내 한우 사육 농가 현황

2015년 전국에서 한우를 사육하는 농가의 수는 101,670호이다. 그리고 전국에서 가장 많은 한우 사육농가가 위치한 지역은 21,886호가 한우를 사육하는 경상북도이다. 다음은 18,532호가 한우를 사육하는 전라남도이며, 경상남도는 13,778호의 한우사육농가가 위치해있다. 한우를 가장 많이 사육농가가 위치한 도시는 울산광역시로서 1,803호가 의 사육농가가 위치해있다. 다음은 세종특별자치시가 692호, 대구광역시가 209호로 조사되었다.

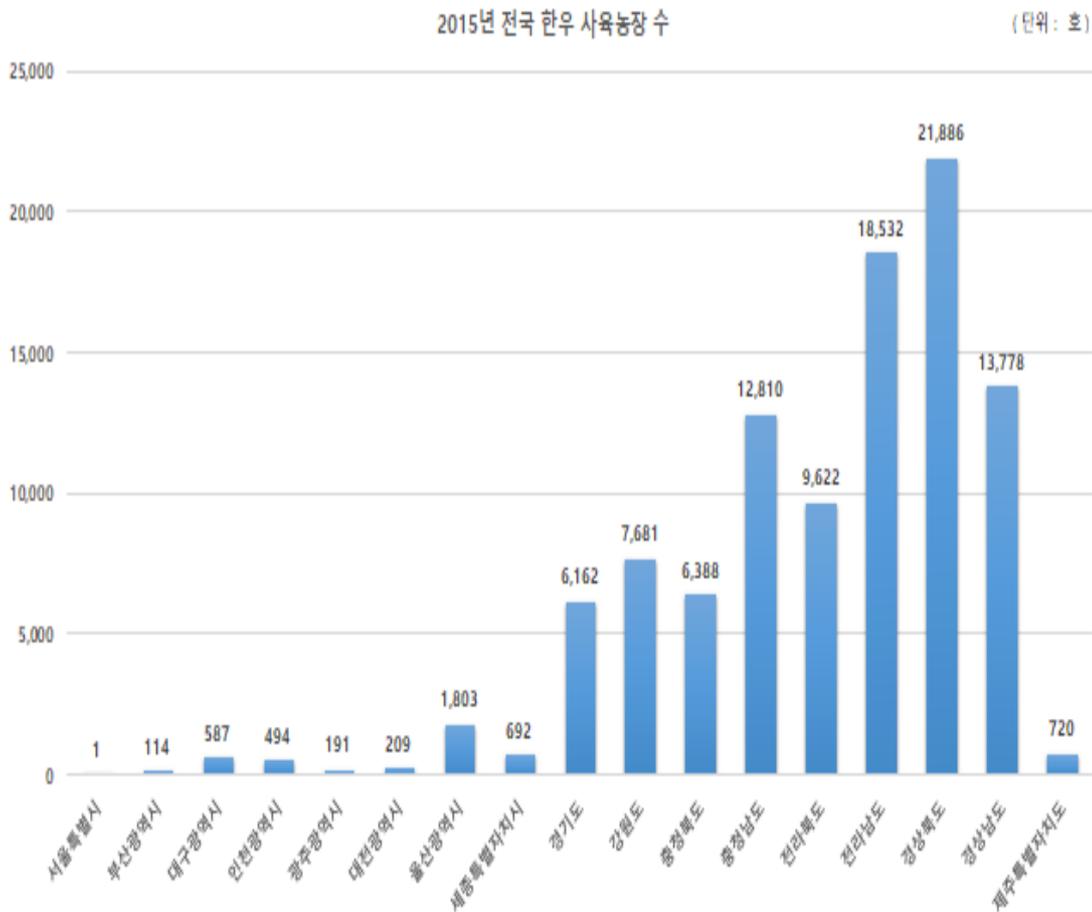


Figure 1. 2015년 전국 한우 사육농가 수

2016년 전국 한우 사육농가의 수는 97,498호로 전년대비 4,172호가 감소하였다. 전국에서 가장 많은 사육농가가 위치한 경상북도는 21,007호로 2017년에 비하여 879호가 감소하였다. 전라남도는 전년대비 837호가 감소, 17,195호의 한우사육농가가 위치하였으며, 경상남도는 12,846호로 전년 대비 932호의 농장이 감소하였다. 울산광역시에는 한우 사육농가가 가장 많이 위치한 도시로서, 1,744호 농가가 조사되었지만, 전년에 비하여 59호가 감소하였다. 제주특별자치도는 710호의 농가가 위치해있으며, 전년에 비하여 10호의 농가가 감소하였다.

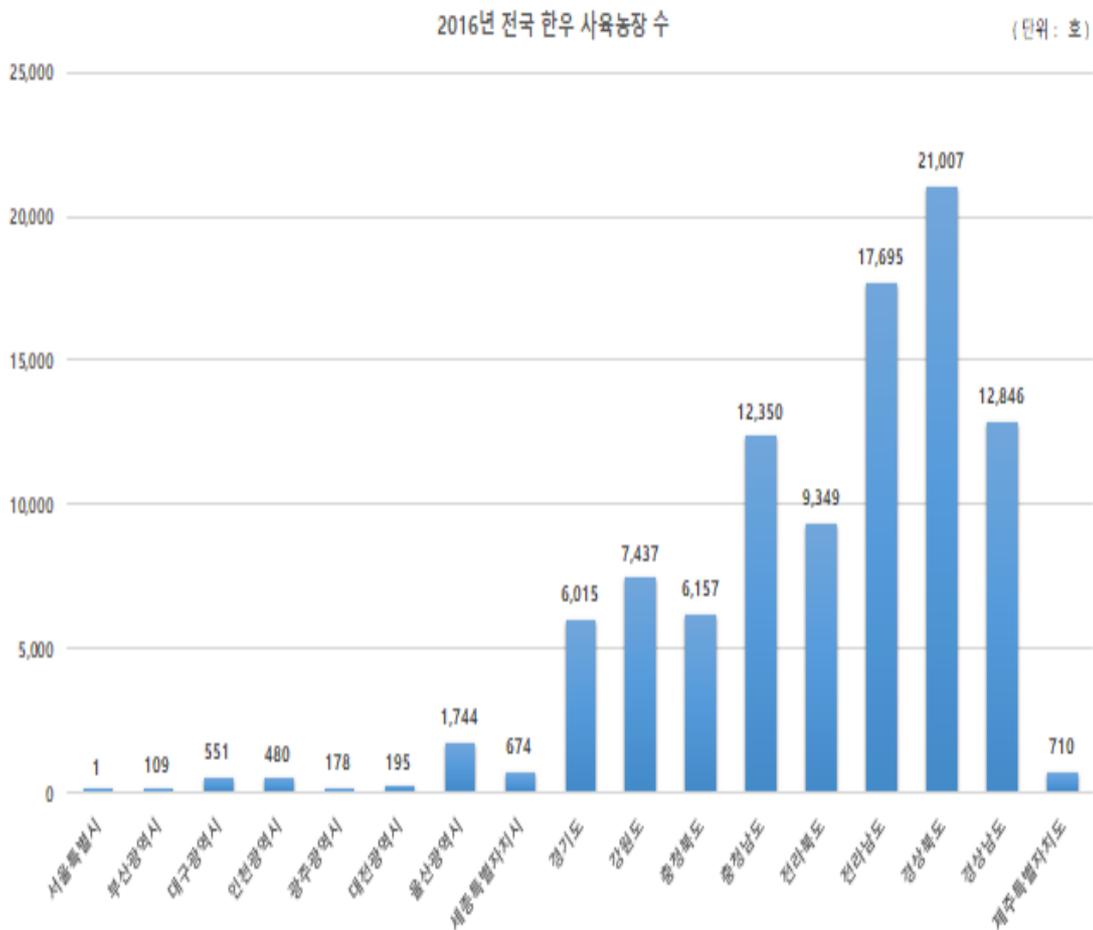


Figure 2. 2016년 전국 한우 사육농가 수

2017년 전국의 한우사육 농가 수는 94,107호이다. 이는 2016년에 비하여 3,391 농가가 감소하였다. 가장 많은 한우농가가 위치한 경상북도는 20,268호로 전년대비 739호의 농가가 감소하였다. 두 번째로 많은 한우사육 농가가 위치한 전라남도는 전년대비 659농가가 감소한 17,036호가 위치하였다. 세 번째로 많은 한우 사육 농가가 위치한 경상남도는 12,121호로 전년대비 725호가 감소하였다. 울산광역시에는 2017년에 비하여 43개의 농가가 감소하여 1,701호의 한우사육농가가 위치하였으며, 세종특별자치시는 21개의 농가가 감소하여 653호의 농가가 위치하였다. 제주특별자치도는 680호로 전년에 비하여 30개의 농가가 감소하였다.

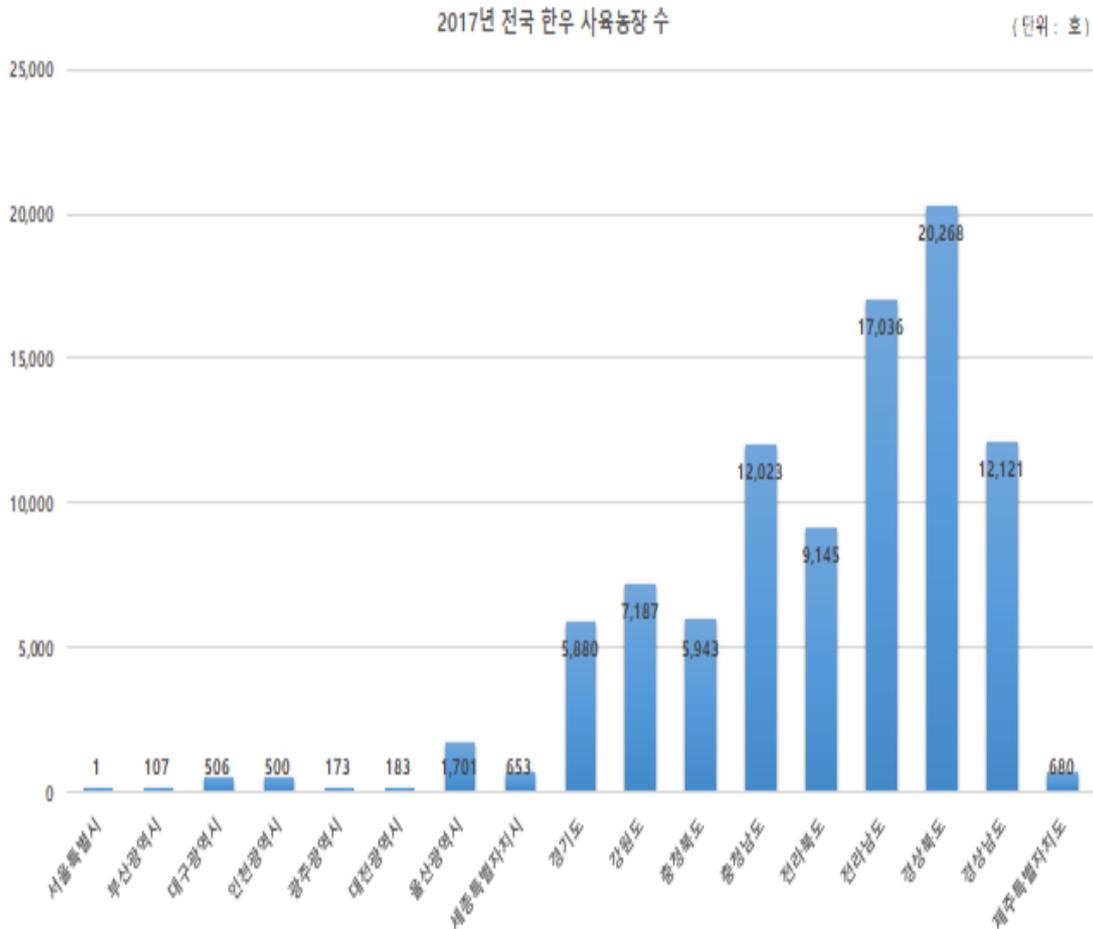


Figure 3. 2017년 전국 한우 사육농가 수

## 5.2. 국내 한우 사육 두수 현황

2015년 전국 한우의 사육두수는 2,768,945두이다. 이중 가장 많은 한우를 사육하고 있는 지역은 경상북도이며 624,636두의 한우가 사육된 지역이다. 두 번째는 전라남도로서 442,858두의 한우가 사육된 지역이다. 다. 세 번째는 경상남도이며, 285,654두의 한우가 경상남도에서 사육되었다. 한우를 가장 많이 사육하였던 도시는 울산광역시로 31,802두의 한우가 사육된 지역이다. 다음은 세종특별자치시로 23,141두의 한우가 사육된 지역이다.

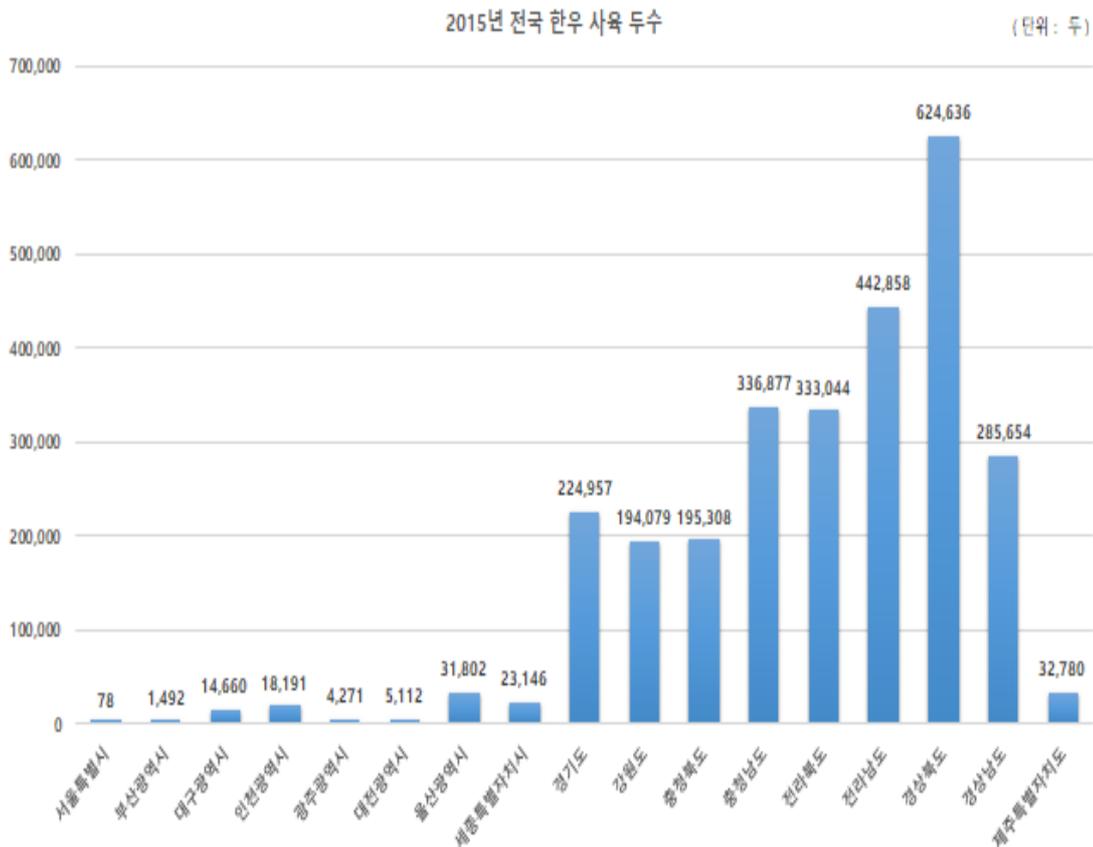


Figure 4. 2015년 전국 한우 사육 두수

2016년 전국의 한우사육두수는 2,809,820두이다. 2015년 대비 40,875두가 증가하였다. 전국의 한우사육농가는 감소하였으나, 사육두수는 증가하였다. 전국에서 가장 많은 한우를 사육하는 지역인 경상북도는 전년대비 10,789두가 증가한 635,425두가 사육되었다. 전라남도 역시 전년대비 6,827두가 증가하여, 2016년 한해 449,685두가 사육되었다. 경상남도는 전년대비 926두가 증가하여 286,580두가 사육되었다. 울산광역시에는 31,813두의 한우가 사육되어 전년에 비하여 11두가 소폭 증가 하였다. 세종특별자치시는 181두가 전년에 비하여 증가하여 22,965두가 사육되었다. 제주특별자치도는 33,851두가 사육되어 전년대비 1,071두가 증가하였다.

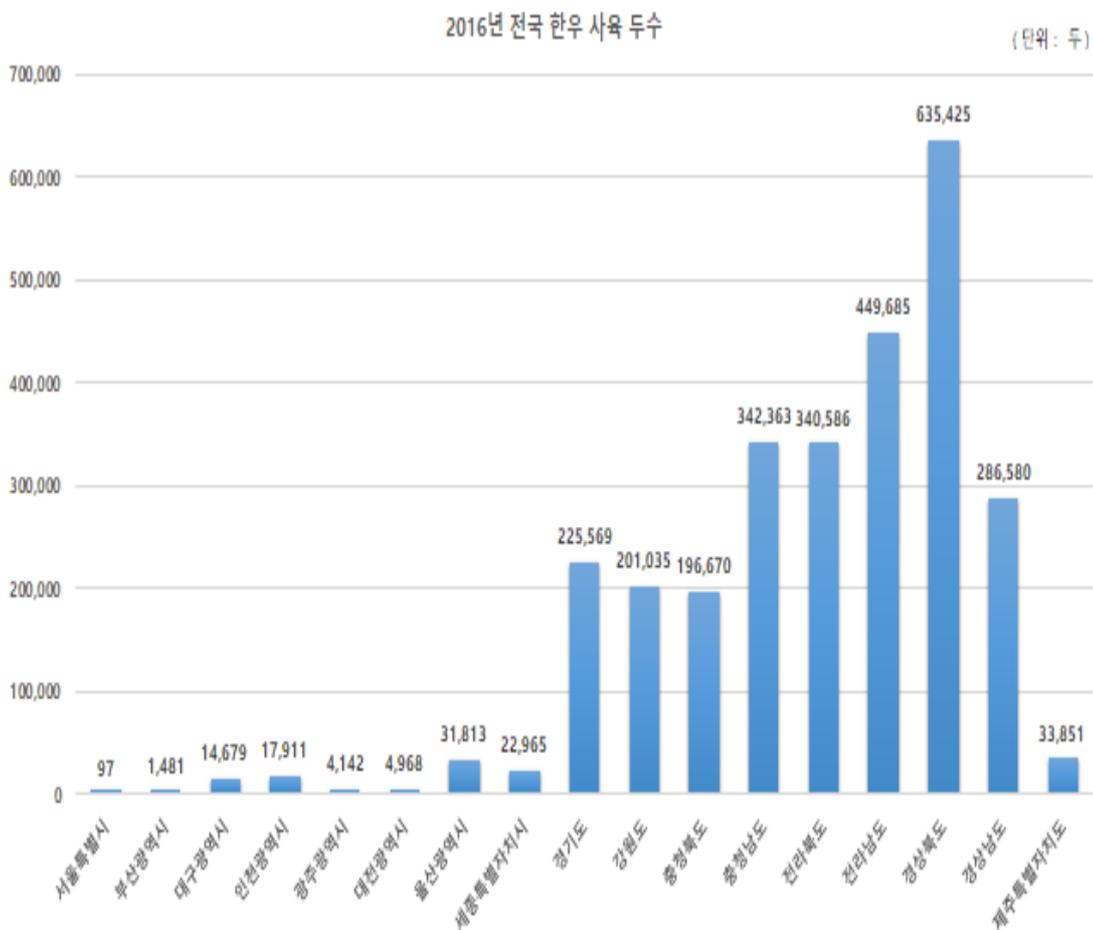


Figure 5. 2016년 전국 한우 사육 두수

2017년 전국의 한우사육두수는 2,871,400두로 2016년에 비하여 61,580두가 증가하였다. 전년에 비해 사육농가 수는 3,391호가 감소한 상황에서 사육두수는 증가하였다. 경상북도는 가장 많은 한우를 사육하는 지역으로 전년대비 5,233두가 증가하여 635,425두의 한우가 사육되었다. 전라남도는 2016년에 비하여 23,614두의 한우 사육두수가 증가하였는데 이는 전국에서 가장 높은 증가폭을 나타냈다. 전라남도의 2016년 한우사육두수는 449,685두로 나타났다. 전라북도는 2017년 전국에서 세 번째로 많은 한우두수를 사육하는 지역으로 조사되었으며, 전년에 비하여 10,643두의 사육두수가 증가한 351,229두의 한우가 사육되었다. 울산광역시 32,113두로 전년에 비하여 300두가 증가하였으며, 세종특별자치시는 219두가 감소한 22,965두가 사육되었다. 제주특별자치도는 34,770두로 전년 대비 919두의 증가가 나타났다.

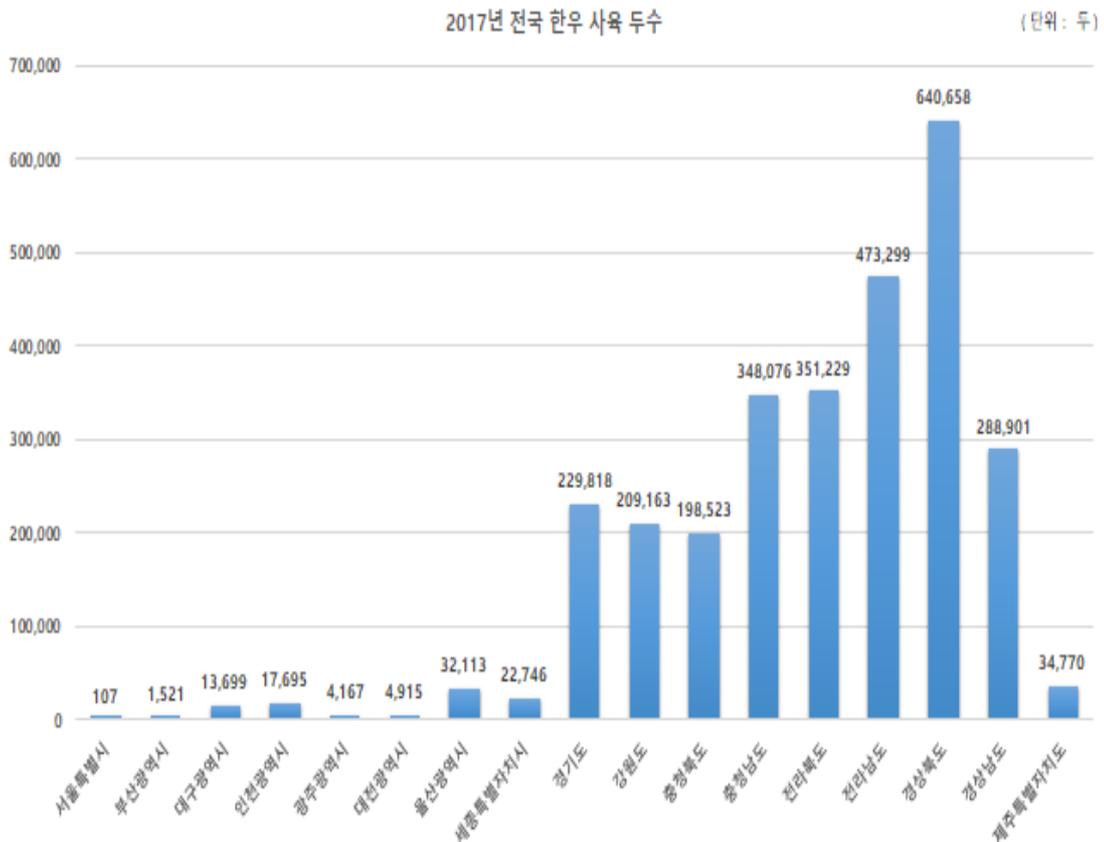


Figure 6. 2017년 전국 한우 사육 두수

## 6. 한우의 육질특성

### 6.1. 한우의 도체특성

#### 6.1.1. 도체중(Carcass Weight, kg)

소의 도체특성중 도체중은 가장 중요한 부분 중 하나이다. 한우의 도체중에 관한 연구는 활발히 진행되고 있다. 이(2013)는 농협중앙회 한우개량사업소에서 2008년부터 2010년까지 한우 거세우 882두를 분석한 결과 도체중  $361.35 \pm 38.84$ kg로 보고하였다. 고(2013)가 분석한 한우 거세우 2,708두의 도체중은  $457.15 \pm 46.12$ kg로 나타났으며, 선(2012)이 2006년부터 2011년까지 축산물품질평가원의 등급판정 자료를 분석한 결과는  $437.08 \pm 50.65$ kg 이었다. 정(2012)이 1999년부터 2009년까지 출생한 한우 964두의 도체중 분석결과는 암소는  $348.73 \pm 49.36$ kg, 거세우는  $452.20 \pm 45.08$ kg로 분석되었다. 이 등(2011)의 분석한 2005년부터 2010년까지 한우 거세우 10,892두의 도체중은  $417.47 \pm 44.05$ kg로 보고 되어있다. 구 등(2011)의 2006년부터 2009년까지 축산물품질평가원의 등급판정 자료 231,382두의 도체중 분석 결과 암소  $313.40 \pm 44.90$ kg, 수소  $376.89 \pm 48.62$ kg, 거세우  $415.23 \pm 49.43$ kg로 보고하였다.

#### 6.1.2. 등지방 두께(Backfat Thickness, mm)

소의 등지방두께는 소의 육성단계에 따라 초음파측정기를 사용하여 수시로 측정을 하며, 소의 도체특성을 미리 예측, 파악하는데 이용되며 도체중, 배최장근 단면적, 근내지방도와 매우 밀접한 연관을 갖는다. 등지방 두께는 등급판정부위에서 배최장근단면(2등 분할된 왼쪽 반도체의 흉추와 요추 사이)의 오른쪽면을 따라 복부쪽으로 2/3 들어간 지점의 등지방을 측정한다(mm). 고(2013)는 한우 거세우 2,708두의 도축성적서의 등지방두께를 분석하여 평균등지방두께는  $14.91 \pm 4.71$  mm 이라 발표하였다. 선(2012)은 2006년부터 2011년까지 축산물품질평가원의 등급판정결과 중 거세우의 등지방 두께를 분석하여  $14.99 \pm 5.25$ mm라고 보고하였다. 구 등(2011)은 2006년부터 2009년까지 축산물품질평가원의 등급판정결과 231,382두의 자료를 분석한 결과 암소  $11.82 \pm 5.10$ mm, 수소  $5.64 \pm 2.71$ mm, 거세

우  $12.71 \pm 5.23 \text{mm}$ 으로 보고하였으며, 전체평균은  $11.39 \pm 5.40 \text{mm}$ 으로 보고하였다.

이 등(2011)은 2005년부터 2010년까지 한우 거세우 10,892두의 등지방 두께를 분석한 결과  $13.17 \pm 5.35 \text{mm}$ 라고 발표하였다. 같은 해 이 등(2011)은 2005년부터 2007년까지 한우 285,515두의 등지방 두께 결과도 보고하였는데, 결과는  $10.30 \pm 4.62 \text{mm}$ 로 보고하였다. 선 등(2010)은 2005년부터 2009년까지 경남지역에서 도축된 한우 22,954두의 등지방 두께를 분석하였는데, 암소  $14.72 \pm 0.05 \text{mm}$ , 수소  $7.72 \pm 0.17 \text{mm}$ , 거세우  $13.85 \pm 0.05 \text{mm}$ 로 보고하였다.

#### 6.1.3. 배최장근단면적(Eye Muscle Area, $\text{cm}^2$ )

배최장근 단면적은 등급판정부위에서 면적자(가로, 세로 1cm 단위로 표시)를 이용하여 배최장근의 단면을  $\text{cm}^2$  단위로 측정하는 것을 말한다. 육량 또는 육질등급판정 주요 항목 중 하나인 배최장근단면적에 관한 국내·외 연구를 살펴보면, 고(2013)가 연구한 한우 거세우 2,709두의 분석결과  $96.81 \pm 10.52 \text{cm}^2$ 로 나타났다. 이 등(2013)은 2005년부터 2010년까지 한우 거세우 882두를 분석한 결과  $83.90 \pm 8.52 \text{cm}^2$ 로 나타났고, 정(2012)이 1999년부터 2009년까지 964두의 한우 암소와 거세우의 배최장근단면적을 분석한 결과, 암소  $79.35 \pm 10.66 \text{cm}^2$ , 거세우  $90.22 \pm 10.31 \text{cm}^2$ 로 나타났다. 또한, 이 등(2011)의 연구한 2005년부터 2010년 한우 거세우 10,892두의 결과는  $90.47 \pm 9.98 \text{cm}^2$ 로 나타났다. 선 등(2010)이 경남지역에서 2005년부터 2009년까지 22,954두를 분석한 결과에서는 평균적으로  $81.42 \pm 12.10 \text{cm}^2$ , 성별에 따라 거세우  $88.69 \pm 0.36 \text{cm}^2$ , 암소  $77.47 \pm 0.10 \text{cm}^2$ 로 조사되었다. 김(2010)이 1994년부터 2009년까지 362두의 한우 번식용 암소의 연구 결과에서는  $77.15 \pm 10.80 \text{cm}^2$ 로 분석되었다.

#### 6.1.4. 근내지방도(Marbling Score, Point)

근내지방도는 근육 내 지방의 정도를 말하는 것으로서, 지방이 대리석 무늬처럼 고르게 퍼져있는 정도를 말한다. 기준은 배최장근 단면에 나타난 지방분포 정도를 따른다. 고(2013)가 한우거세우 2,708두를 분석한 결과 근내지방도가  $6.42 \pm 1.68$ 점이었다고 발표하였다. 이 등(2011)은 2005년부터 2010년까지 10,892두의 한우 거세우의 근내지방도를 분석한 결과  $5.59 \pm 1.86$ 점으로 나타났다.

다. 구 등(2011)은 2006년부터 2009년까지 231,382두의 등급판정결과를 연구, 분석하여 암소 4.30±2.06점, 수소 1.41±0.83, 거세우 5.42±1.99점의 결과를 발표하였다. 또한, 김(2010)은 1994년부터 2009년까지 번식용 암소 362두의 근내지방도를 분석한 결과 4.06±2.10점으로 발표하였다. 선 등(2010)은 경남지역에서 2005년부터 2009년까지 도축된 한우 22,954두의 근내지방도 분석결과 평균 5.12±2.21점이, 암소 4.99±0.02점, 수소 1.41±0.83, 거세우 5.42±1.99점으로 발표하였다.

## 6.2. 한우 식육의 일반성분 특성-등급판정

### 6.2.1. 한우의 등급판정

현재 우리나라에서는 소도체 등급판정제도가 실시되고 있다. 도체등급제도는 육량등급과 육질등급으로 구분하여 판정하고 있다(Table 2).

Table 2. 한우육량 및 육질등급 판정 기준

구 분		육 질 등 급					
		1 <sup>++</sup> 등급	1 <sup>+</sup> 등급	1등급	2등급	3등급	등외
육 량 등 급	A등급	1 <sup>++</sup> A	1 <sup>+</sup> A	1A	2A	3A	
	B등급	1 <sup>++</sup> B	1 <sup>+</sup> B	1B	2B	3B	
	C등급	1 <sup>++</sup> C	1 <sup>+</sup> C	1C	2C	3C	
	등외	D					

축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정]

① 육량등급

소도체의 육량등급판정은 등지방두께, 배최장근단면적, 도체의 중량을 측정하여 육량지수를 3등급으로 구분한다(Table 3).

Table 3. 육량등급판정기준

육량등급	육량지수
A	67.20 이상
B	63.30 이상 ~ 67.20 미만
C	63.30 미만

축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정]

소도체의 육량등급판정을 위한 육량지수는 소를 도축한 후 2등 분할된 좌 반도체의 등뼈(흉추)와 제1허리뼈(요추) 사이를 절개한 후 등심쪽 절개면의 대하여 측정한다.

· 등지방두께 : 배최장근단면의 오른쪽면을 따라 복부쪽으로 2/3 들어간 지점의 등지방을 측정 한다(mm).

- 배최장근단면적 : 등급판정 부위에서 가로, 세로가 1cm단위로 표시된 면적자를 이용하여 배최장근의 단면적을 측정한다(cm<sup>2</sup>).
- 도체중량 : 도축경영자가 측정하여 제출한 도체 한 마리의 중량을 적용한다(kg).
- 육량지수

$$\begin{aligned} \text{육량지수} &= 68.184 - [0.625 \times \text{등지방두께(mm)}] \\ &\quad + [0.130 \times \text{배최장근단면적(cm}^2\text{)}] \\ &\quad - [0.024 \times \text{도체중량(kg)}] \end{aligned}$$

[ 단, 한우의 도체는 3.23을 가산하여 육량기준으로 지수한다 ]

② 육질등급

소도체의 육질등급 판정은 등급판정 부위에서 측정되는 근내지방도 (marbling), 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1<sup>++</sup>, 1<sup>+</sup>, 1, 2, 3 의 5개 등급으로 구분된다.

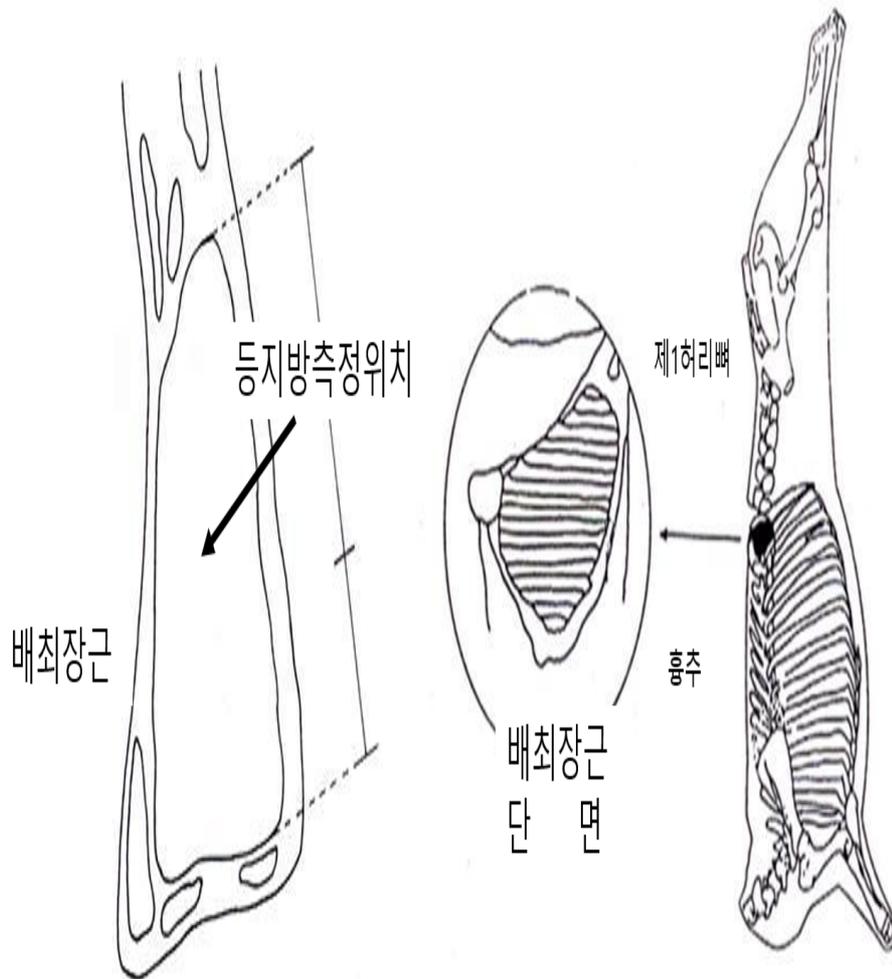


Figure 7. Measurement of Rib Eye Area and Backfat Thickness

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

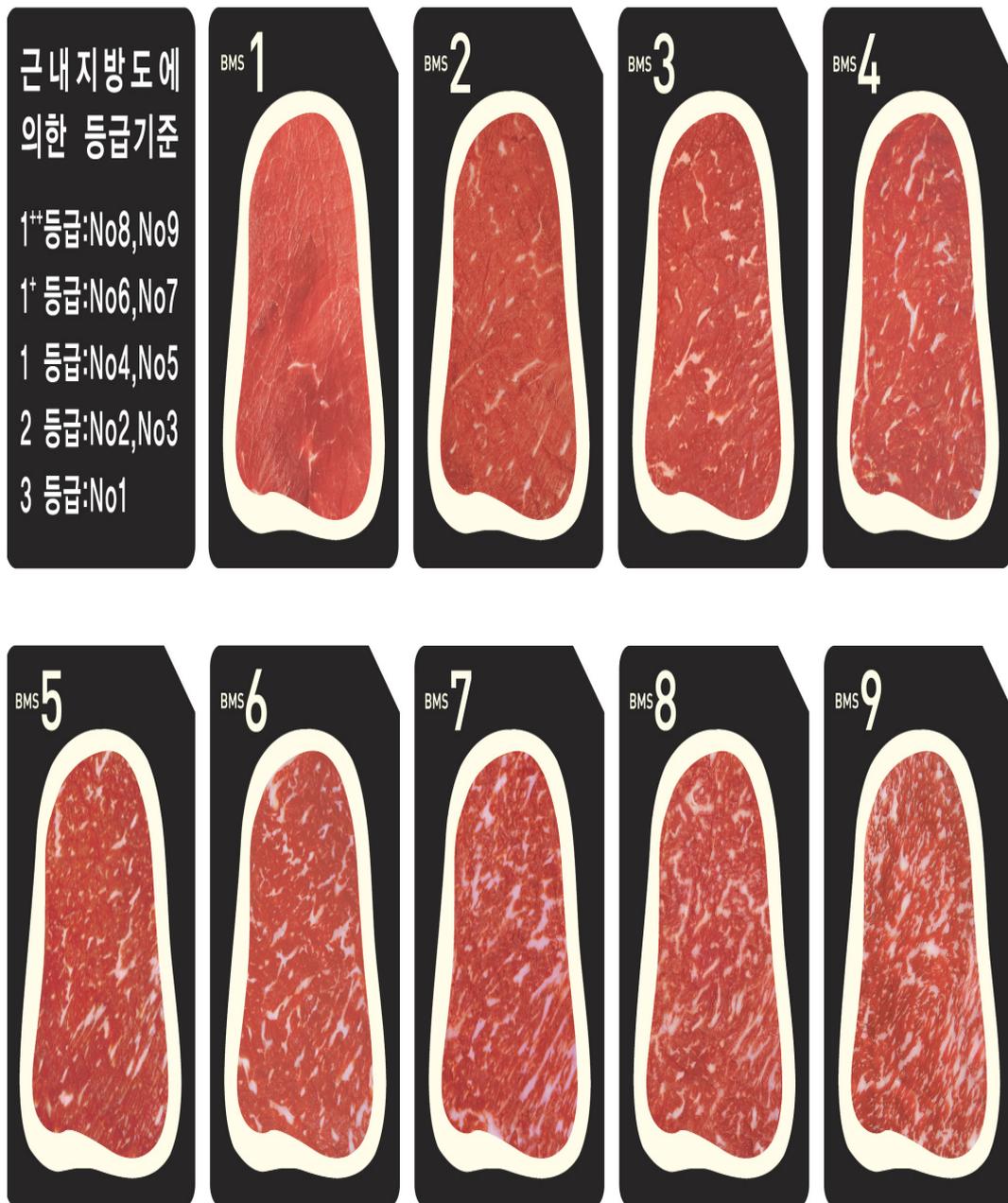


Figure 8. Standard of Marbling Score in Hanwoo Carcass

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

· 근내지방도 : 등급판정부위에서 배최장근단면에 나타난 지방분포 정도를 기준으로 하여 예비등급으로 판정 한다(Figure 8).

Table 4. 육질등급 판정기준

근내지방도	예비등급
근내지방도번호 8 또는 9에 해당되는것	1 <sup>++</sup> 등급
근내지방도번호 6 또는 7에 해당되는것	1 <sup>+</sup> 등급
근내지방도번호 4 또는 5에 해당되는것	1등급
근내지방도번호 2 또는 3에 해당되는것	2등급
근내지방도번호 1에 해당되는것	3등급

축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정]

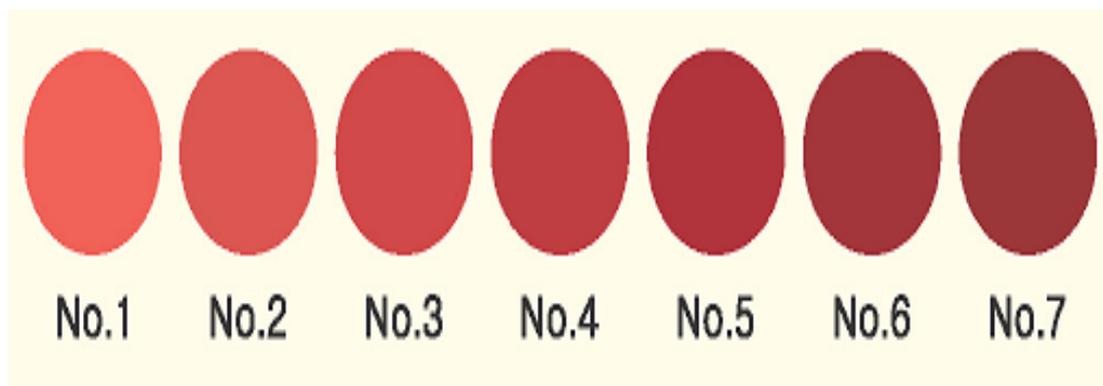


Figure 9. Beef Colors Standards Score in Hanwoo Carcass

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

· 육색 : 등급판정부위에서 배최장근 단면의 고기색깔을 육색기준과 비교하여 해당 기준의 번호로 판정한다(Figure 9, 10).



Figure 10. Beef Fat Colors Standards Score in Hanwoo Carcass

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

· 지방색 : 등급판정부위에서 배최장근 단면의 근내지방, 근간지방, 등지방의 색깔을 지방색 기준과 비교하여 해당 기준의 번호로 판정한다.

· 조직감 : 등급판정부위에서 배최장근 단면의 보수성과 탄력성을 조직감 구분기준에 비교하여 해당 기준의 번호로 판정한다(Table 5).

Table 5. 소도체 조직감 구분기준

번호	구분기준
1	수분이 알맞게 침출되고 탄력성이 좋으며 결이 곱고 섬세하며 고기의 광택이 좋고 지방의 질이 좋은 것
2	수분의 침출정도가 약간 많거나 적고 탄력성이 보통이며 결이 적당하고 고기의 광택 및 지방의 질이 보통인 것
3	수분의 침출정도가 아주 많거나 적고 탄력성이 좋지 않으며 결이 거칠고 고기의 광택 및 지방의 질이 좋지 않은 것

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

### 6.3. 한우 식육의 일반성분 품질특성

#### 6.3.1. 육색 및 지방색

육색은 빛의 파장을 흡수하고 반사시키는 육색소의 함량을 말한다. 혈액의 색소인 Haemoglobin과 근육의 색소인 Myoglobin 은 육색소의 가장 중요한 요소이며, 전색소의 80~90%를 차지한다. 소고기의 육색은 소비자에게 가장 중요한 구입 요소 중 하나이며, 고기의 품질과 매우 밀접한 관련이 있다. 일반적으로 사람이 눈으로 감지하는 색은 몇 가지 조합들로 표시되는데, 이는 명도(Lightness), 채도(Chroma), 색상(Hue)이다. 색상은 일반적으로 확인되는 노랑, 초록, 빨강, 파랑 등과 같은 색조를 말한다. 채도는 색상의 순수한 강도를 말하는 것으로, 흰빛과 섞여있는 정도를 말한다. 명도는 색의 밝기를 말하는데 색의 빛

에 대한 전반적인 반사정도를 말한다. 육색을 결정하는데 가장 중요한 요인은 빛의 파장을 흡수하고, 반사하는 색소들의 화학적 상태와 함량이라고 볼 수 있다. 신선육은 색은 주로 육색소(肉色素)인 Myoglobin 의해 좌우된다. Myoglobin 은 연령, 품종 등에 따라 다르게 나타난다.

#### ① 명도(Lightness, $L^*$ )

Jung 등(2015)은  $L^*$  값이 안심, 등심, 양지, 갈비 부위가 다른 부위의 비해  $L^*$  값이 높게 나타났다고 발표하였다. 조 등(2013)은 등심육의  $L^*$  값이 가장 높게 나타났으며, 우둔이 가장 낮게 나타났다고 발표하였다. 2013년 김 등은  $L^*$  값의 경우 육질등급이 낮아질수록 감소하는 경향을 보인다고 발표하였으며, 조 등(2011)은 뉴질랜드산 흑우육과 한우고기의 채끝부위를 비교 분석한 결과 한우고기가 유의적으로 높게 나타났으며, 등심부위에서는 유의적 차이를 보이지 않았다고 발표하였다.

#### ② 적색도(Redness, $a^*$ )

Jung 등(2015)이 연구한 결과를 보면 안심과 목심 부위에서  $a^*$  값이 다른 부위에 비해 높게 나타났으며, 사태, 우둔, 채끝부위에서 유의적 차이가 없었다고 발표하였다. 조 등(2013)은  $a^*$  값은 부위별 유의적인 차이가 보이지 않는다고 발표하였으며, 김 등(2013)은 육질등급이 낮을수록  $a^*$  값이 감소하였다고 발표하였다. 조 등(2011)은 뉴질랜드산 흑우육과 한우고기의 채끝부위를 비교 분석한 결과 다른 부위에 비해  $a^*$  값이 높게 측정되었으며, 채끝, 등심, 홍두깨 부위에서는 유의차가 나타나지 않았으며 꾸리부위에서만 한우고기가 뉴질랜드산 흑우육보다 높게 측정되었다고 발표하였다.

#### ③ 황색도(Yellowness, $b^*$ )

조 등(2013)은  $b^*$  값은 부위별 유의적인 차이가 보이지 않는다고 발표하였다. 김 등(2013)은 육질등급이 낮아질수록  $b^*$  값이 감소하였다고 발표하였다. 조 등(2011)은 뉴질랜드산 흑우육과 한우고기의 채끝, 등심, 홍두깨 부위를 비교 분석한 결과 유의적인 차이가 없었으며, 꾸리부위에서만 한우고기가 뉴질랜드산 흑

우육보다 높게 측정되었다고 발표하였다.

### 6.3.2. 가열감량 (Drip loss)

식육을 구성하는 여러 성분들은 식육내부의 수소 이온농도, 내부 이온들의 이온화 강도가 내부에 존재 하는 수분의 보수력과 관계가 깊다(Lopez-Bote, 1989).

식육은 가열하게 되면, 육단백질의 변화가 생기는데 단백질과 물 분자 사이의 결합력이 변화로 수분이 빠지게 된다. 수분의 변화는 단백질의 변성만으로는 발생한다고 볼 수 는 없다.

### 6.3.3. 보수력

식육의 보수력은 식육에 절단, 압착, 열처리, 분쇄 등의 물리적인 힘을 가하였을 때 식육 자체내의 수분 혹은 첨가된 수분을 보유해내는 능력을 말한다. 보수력은 육색, 경도, 연도, 조직감, 다즙성에 많은 영향을 미친다. Wu 등(1987)에 따르면 식육의 단백질구조변화와 이온의 강도에 따라 보수력이 증가한다고 하였다. 근육 내 수분은 단백질과 결합하고 있는 상태에 따라 결합수, 고정수, 자유수로 구분되며, 단백질 반응군과 물의 결합에 따라 다른 영향을 미친다. 이러한 영향을 미치는 인자로는 사후 근육 내 축적되는 젖산함량, ATP 손실, 사후 강직 진행상태 등이 있다. 보수력이 낮은 식육은 수분손실이 많아 감량이 크고 영양적 손실도 크다. 식육내의 수분은 대부분이 유리수 상태로 존재하는데, 유리수는 식육을 절단 할 때와 같이 외부의 가벼운 충격으로부터 매우 불안정하다. 이는 식육표면으로 삼출되기 쉬우며, 수용성 비타민, 수용성 단백질, 무기질 등을 함유하고 있어 영양성분의 손실 면에서도 큰 영향을 미친다.

식육의 보수성은 소비자가 육안으로 확인하기는 어렵다. 다른 물리적 성질과의 관계를 통해 확인할 수 있다. 식육의 보수력은 식육단백질 조직들 사이에 수분분자들을 위한 공간 과다로 인해 좌우되기 때문에 보수력이 좋은 식육은 식육단백질 내에 공간이 많다는 것을 나타낸다. 따라서 보수력이 좋은 식육은 수분을 많이 함유하고 있으며, 수분을 많이 함유할 수 있는 조직을 갖고 있다는 것을 의미한다. 이는 식육의 연도가 높다는 것을 나타내며, 반대로 보수력이 나쁜 식육은 연도가 낮고 질기다는 것을 나타낸다. 따라서 식육의 보수력은 조직감, 연도, 육

색, 가열감량에 중요한 영향을 나타낸다고 할 수 있다.

#### 6.4. 한우 식육의 지방산 조성 특성

식육의 지방은 식육의 구성 성분 중에서 함량의 변동의 폭이 가장 크다. 지방은 기본적으로 수소, 산소, 탄소로 이루어져있으며, 질소, 황, 인 등을 함유하기도 한다. 식육의 지방은 기본적으로 지방산들로 구성되어 있다. 지방산은 지질을 가수분해할 때 발생하는 유기산으로서 글리세롤과 에스테르의 결합에 의하여 지질을 형성하게 된다. 지방산은 지질의 특성을 결정짓는 중요한 요소이다. 이 조성에 따라 체내에서 지질의 역할은 다르게 나타난다. 지질의 함량 및 지방산 조성은 식육의 품질특성, 저장에 많은 영향을 미친다. 이는 식육의 근내지방도와 도체 등급에 영향을 미칠 뿐만 아니라 지방이 식육의 풍미에 영향을 주는 두 가지 기작으로 설명될 수 있다. 첫째, 불포화지방산의 산화에 의해 카보닐 성분들이 관능적으로 감지되는 양이 생성되었을 때 풍미에 영향을 나타낸다. 둘째, 지방 자체 가열시 생성되는 지용성 물질과 휘발성물질을 함유하고 있기 때문인 것으로 알려져 있다(Dryden and Marchello, 1960; Hornstein 등, 1967).

Larick 등(1992)의 연구결과를 보면, 돼지에게 리노레인 산의 섭취량을 증가시킨 결과 pentanal, hexanal, trans-2-heptenal, 2-ethy-1-hexanol, 2-pentylfuran 등의 휘발성물질의 농도가 증가하였으며, 돈육 내 리노레인 산의 자동산화와 분해에 관련된 화합물질들이라고 발표하였다. 근육 내 지방산 조성의 변화, 리노레인 산의 함량변화가 풍미에 영향을 줄 수 있을 거라 보고하였다. Westerling 와 Hedrick(1979)의 연구에 의하면 쇠고기의 지방산 중 리노레인 산 함량이 높아지게 되면 쇠고기의 풍미가 변화되어 관능적으로 선호도가 떨어질 가능성이 높다고 발표하였다. 식육의 불포화지방산의 함량이 높을수록 지방의 산화가 쉽고, 자동산화의 속도는 빠르다(Gokalp 등, 1983). 지방의 산화는 식육과 식육가공제품의 품질을 저하시키는 주요 요인이다. 식육의 지방이 산화되면 식육내의 다른 성분(색소물질, 탄수화물, 단백질, 비타민 등)과 반응하여 영양, 색, 풍미 측면에서 바람직하지 못한 변화가 나타나게 된다(Love 와 Person,

1974). Shakelford 등 (1990)의 연구에서 돈육 내 리놀레인산의 농도가 증가되었을 때 풍미가 나빠진다고 보고하였으며, PUFA(다가불포화지방산)은 쉽게 산화되며, 저장 또는 요리 중 불캐취를 나타낼 수 있다고 발표하였다.

#### 6.5. 한우 식육의 아미노산 조성 특성

우리의 식생활에서 식육은 단백질을 제공하는 가장 중요한 식자원이다. 식육의 단백질은 여러 가지 휘발성물질이 함유되어 있다. 이들은 고기의 맛에 큰 영향을 미친다. 식육의 풍미특성을 평가 할 때, 아미노산, 뉴클레오타이드, 펩타이드를 고려해야 한다(Table 6). 이들 화합물들은 다른 화합물과 반응하여 휘발성 풍미를 나타내는 물질을 생성하며, 근육식품의 단맛(당), 짠맛(무기염류), 쓴맛(hypoxanthine 등), 신맛 등의 맛을 나타낸다(Macleod 와 Seyyedain Ardebili, 1981; Macleod, 1986). 대부분의 아미노산은 쓴맛과 단맛을 나타낸다. glutamic acid 와 aspartic acid의 나트륨 염은 짠맛과는 다른 맛을 나타낸다(kirimura 등, 1969). 조리된 고기에서 유리아미노산은 원료육의 초기상태와 함께 조리되는 동안에 단백질 가수분해를 통하여 유리아미노산을 형성하거나, 제어 되어 질 수 있다. 쓴맛과 관련하여 많은 펩티드들은 아미노산 측쇄(side chain)의 소수 작용이 원인이라고 하였다(Ney, 1979). 고기가 가열되는 동안에 많은 비휘발성 전구물질들이 반응하여 특징적인 맛과 향을 나타내게 된다. 이들 풍미물질들은 메일라드 반응(Bailey, 1883)과 지방산화(Henderson 등 1980), 비타민 B<sub>1</sub>의 분해와 같은 유사한 기작(Werkhoff 등, 1990)을 통하여 형성되게 된다.

Table 6. 식육의 맛을 나타내는 아미노산 성분

맛	성분
단맛	glucose, fructose, ribose, glycine, alanine, serine, threonine, lysine, proline, hydroxy-proline
짠맛	무기염, sodium glutamine, sodium aspartate
신맛	aspartic acid, glutamic acid, histidine, asparagine, succinic acid, lactic acid, pyrrolidone, carboxylic acid, o-phosphoric acid
쓴맛	creatine, creatinine, hydroxanthine, anserine, carnosine, 기타 펩티드, histidine, arginine, methionine, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine, tryptophan, tyrosine
우아미	MSG, 5'-GMP, 약간의 펩타이드들

## 7. 한우의 관능특성

### 7.1. 연도(tenderness)

연도는 적색근섬유의 비율이 높은 식육의 품질에 큰 영향을 미친다. 적색육의 품질에 큰 영향을 미치는 연도는 주로 식육에 존재하는 결합조직, 근내지방 함량, 육단백질의 강직정도의 영향을 받는다. 식육의 연도는 식육동물의 종류, 품종, 성별, 연령, 부위, 근섬유조성 등에 따른 차이가 존재한다. 식육동물의 종류, 품종 사이에 나타나는 연도의 차이는 근육조직의 차이와 결합조직의 함량의 차이에 따라 주로 나타나며, 일반적으로 식육의 연도는 60% 이상이 유전적으로 정

해진 근섬유의 화학적 조성에 큰 영향을 받는다. 또한, 식육동물의 연령이 증가할수록 결합조직의 함량이 감소하여, 식육의 연도가 질겨질 것이라 생각되지만, 사실은 이와 반대로 나타난다. 즉, 결합조직의 함량은 연령이 증가함에 따라 감소하고, 결합조직은 성질이 변하기 때문에 질긴 조직으로 나타나게 되는 것이다. 식육동물은 연령이 증가할수록 근육의 활동은 늘고 증가된 근육활동을 돕기 위한 보조와 연결 작용을 하는 결합조직의 성질이 자연스럽게 변화된 것이다. 그리고 결과 결합조직 대부분을 차지하는 콜라겐의 폴리펩타이드 사슬(polypeptide chain)의 분자 사이마다 교차결합이 증가하게 된다.

일반적으로 근내지방이 많은 식육은 연하다고 알려져 있다. 이는 근육 내 근내지방이 결합조직을 희석시키는 결과를 초래함으로써 연도가 증가되는 것이다. 이(1995)에 의하면 식육에서 근내지방은 오랫동안 고기의 연도에 중요한 역할을 하고 있으며, 가열 중 식육내의 수분증발을 감소시키고, 식육의 섭취 시 타액의 분비를 촉진시켜 다즙성을 개선한다고 하였다. Hiner(1965)의 연구결과를 보면 연도는 소의 품종에 따라 차이가 있지만, 품종 간에 차이보다는 조리의 형태에 따라 차이가 더 크다고 보고하였다. Ramsbottom 등(1948)은 콜라겐의 함량이 낮으면 연도가 증가한다고 보고하였으며, Davey 와 Gilbert (1969)는 80℃ 이상의 온도에서는 콜라겐이 용해되고 고기는 부드러워진다고 발표하였다. 일반적으로 식육을 조리할 때 식육에 가하게 되는 열처리는 콜라겐을 젤라틴(gelatin)화 한다. 이는 결체조직을 연하게 만들지만, 근원섬유단백질을 응고 시키는 작용 때문에 식육은 전체적으로 질겨진다.

쇠고기는 콜라겐이 수축하는 60℃ 보다 낮은 온도에서 열처리를 받으면 연도의 감소가 일어나지 않는다. 이는 콜라겐의 분해효소의 활력이 크게 작용하기 때문이다. 하지만, 콜라겐은 이 보다 높은 온도에서는 수용성 젤라틴으로 변하며, 이러한 콜라겐의 젤라틴화는 식육의 가열되는 동안 연도에 큰 영향을 미친다. 일반적으로 열처리를 받은 식육의 연도는 결체조직의 함량에 따라 결정되는데, 이유는 열처리를 받는 동안 식육은 처음 근원섬유단백질의 변성에 의해 질겨지지만, 나중에는 콜라겐의 젤라틴화로 인한 영향으로 연도가 연해지기 때문이다. 근육 내 지방의 근내지방도가 높은 일본 흑모화우(Lunt 등, 1993; Zembatashi, 1994)의 관한 연구를 통해 24개월령 거세우의 배최장근의 조지방 함량이

8.7~20.3%로 초기의 쇠고기 육질 연구결과들 중 월등히 높은 조지방 함량을 나타냈다고 보고하였다. 이는 Nishimura 등(1995)가 연구한 20개월령이 지난 화우 26두를 조사한 결과의 조지방 함량과 기계적인 전단력 사이에는 높은 부의 상관관계( $r=-0.76$ ,  $p < 0.01$ )를 보였다고 발표하였다. 그러나 9~32개월령(51두)의 화우에서 조사 및 분석한 결과에서는 근내지방도와 연도 사이에 낮은 상관관계( $r=-.18$ ,  $p < 0.01$ )을 보여, 배최장근 근육 내 조지방 함량이 8% 이상 되어야만 흑모화우 거세우의 근내지방도와 연도와의 사이에 밀접한 관계를 나타낸다고 볼 수 있다고 발표하였다.

## 7.2. 조직감

식육의 조직, 구조, 경도에 따라 식육의 조직감은 다르게 나타난다. 조직감은 객관적으로 평가하기가 매우 어렵다. 일반적으로 소비자들이 시각, 미각, 촉각을 이용한 관능평가에 의해서 평가된다. 식육의 조직은 근육의 크기에 의하여 달라진다. 근육의 크기가 크면 조직은 거칠어진다. 조직의 미세한 정도, 거친 정도는 출생 후 근육의 발달 속도에 따라 다르게 나타난다. 출생 후 근육의 발달속도가 빠른 반막양근은 조직이 거칠고, 발달 속도가 느린 반건양근은 조직이 미세하다.

식육의 구조는 식육의 절단면에 나타난 결합조직의 존재, 근육 사이의 결합상태, 근육 내의 근내지방 침착정도에 따라 다르게 나타난다. 식육의 경도는 주로 보수력의 영향을 많이 받는다. 저품질의 식육은 조직이 무르고, 삼출액이 많으며, 고품질의 식육은 단단하고 적당한 수분기가 있다. 식육의 경도는 식육내의 지방의 성질과 양에 의해서도 많은 영향을 받는데, 포화지방산과 불포화지방산의 구성 비율에 따라 다르게 나타난다. 이는 지방의 용해점이 높고 낮음에 따라 특정 온도에 있어 지방의 견도가 다르게 나타나기 때문이며, 결과 지방을 포함한 식육의 경도가 다르게 나타나기 때문이다. 도축이 완료된 식육동물은 사후강직이 진행된다. 이 과정에서 근육의 경도가 증가하면 근육은 신전성을 잃게 되고 중변근육에 있는 지방들도 단단해지게 된다. 이후 식육은 저장과 가공 중 일정한 수분과 단단함을 유지하게 된다.

저장시간이 길어지면 식육의 숙성이 시작되고, 연도 증가와 함께 맛이 좋아진다. 근내지방은 냉장육의 경도에 큰 영향을 미친다. 도축 후 도체가 냉각되는 동

안 근육의 지방들은 경화가 일어나 단단해지게 된다. 이는 식육의 외관의 큰 영향을 미치며, 소비자에게 매우 긍정적인 효과를 보인다.

### 7.3. 풍미

식육의 풍미(flavor)는 향(aroma)과 맛(taste) 그리고 입속의 압력과 열에 민감한 부분에서 오는 반응이 종합적으로 느껴지는 감각이다. 식육의 풍미는 소비자의 구매의사에 있어 가장 중요한 부분이다. 식육의 풍미는 사람의 부교감신경계를 자극, 활성화 한다. 이는 영양소 분해와 관련된 대사활동을 촉진 시킨다. 비강의 천장에서 감지되는 휘발성 성분, 혀에서 감지되는 비휘발성 성분과 눈, 코, 입에서 감지되는 화학적 자극 등과 관련된다. 인간의 혀는 일차 감각으로 단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛을 감지하고 이차 감각으로 금속의 맛을 감지할 수 있다. 인간의 혀는 이런 화학 물질들 감지할 수 있는 수용기가 비강과 혀 표면에 존재한다 (Ganchrow 등 1983). 인간의 코는 비강에 있는 취각 수용기를 자극하여 무수히 많은 휘발성 물질을 구별할 수 있다. 일반적으로 조리전의 식육은 짠 냄새와 단 냄새가 나타난다. 동시에 금속성의 피맛을 나타낸다. 하지만, 가열 후 약 1,000 개 이상의 휘발성 물질들이 생성된다. 식육의 가열 중 비휘발성 전구체들은 서로 반응하여 식육의 종류에 따른 독특한 맛과 향을 나타내게 된다. 이를 감지하는 미각 감지 시스템과 후각 감지 시스템은 서로 차이점이 있다. 가장 큰 차이점은 후각의 경우 적은 농도에서도 화학적 신호전달 시스템이 충분히 반응하며, 매우 민감하여 휘발성인 대기 중의 화합물을 빠르게 감지할 수 있다. 하지만, 미각의 경우 고농도로 존재하는 비휘발성 화합물 또는 수용성 물질들을 감지하는 것이다(임, 2003).

식육의 풍미는 열처리의 의한 영향을 크게 받는다. 열처리 방법에 따라 식육의 풍미가 크게 달라진다. 식육의 풍미형성에 관여하는 전구물질들은 식육을 구성하고 있는 다양한 성분들로부터 나오게 된다. 특히, 풍미의 큰 영향을 주는 성분으로는 지방, 탄수화물, 수용성 비단백질들이며, 식육에 존재하는 지방은 근내지방의 주요 구성성분인 중성지방과 세포막의 조직성분 구성성분인 인지질이다. 수용성 물질로는 아미노산, 비타민, 펩타이드, 환원당, 뉴클레오타이드 등이 있다.

#### 7.4. 향기

쇠고기의 맛 성분(Taste-active compounds)은 단맛, 신맛, 짠맛, 쓴맛, 감칠맛(umami)의 복합체로 아미노산, 무기 및 유기염, 수용성 환원당, 산, 비타민, 핵산대사물질, 펩타이드를 전구물질로 한다. 식육의 냄새를 좌우하는 물질은 주로 메일라드(Maillard)반응, 지방 반응 및 티아민(Thiamine) 분해를 통해 형성된다. 이중 전체 냄새물질의 90%정도는 지방반응에서 나타나며, 나머지 10%정도는 메일라드 반응 또는 티아민 분해를 통해 나타난다. Macleod (1994)의 연구에서는 식육의 향이 발생하는 3가지 경로를 제시 하였다. 첫 번째는 당과 유리 아미노산, 핵산대사물질의 분해에 의한 작용, 두 번째는 가열에 의한 지방산화 및 지방분해에 의한 고기 향의 발생, 세 번째는 pH5.0~7.0 조건에서 티아민의 분해로 인한 향이 발생한다고 발표하였다. 티아민이 분해되면 티오펜(Thiophene), 티아졸(Thiazole), 퓨란(furan) 등이 생성되고 황화수소(H<sub>2</sub>S)가 발생된다. 황화수소는 퓨라논(Furanone)과 반응하여 식육의 강한 풍미를 발현한다.

#### 7.5. 숙성

식육의 숙성은 연도개선을 목적을 도축 후 강직 전 적용기술(전기자극, 현수, 온도체 발골/포장, tendercut)과 강직 후 적용기술(물리적연화, 숙성온도조절, 초음파)등이 개발·적용 되어 지고 있다. 식육의 근육의 사후 변화는 근육세포내의 여러 가지 생화학적 변화가 반영된 것으로, 식육의 물성과 풍미개선 등의 변화에 큰 역할을 하게 된다. 숙성은 사후강직으로 인해 질겨진 식육이 자연적으로 연화되면서 풍미도 개선되는 것이다(Lawrie, 1985). 숙성 중 고기의 연화는 근원섬유 구조의 약화와 Z-선 붕괴에 따른 근원섬유편화가 진행되는데, 이 부분이 연도와 밀접한 연관관계가 있다. 일반적으로 연도개선에 사용되는 방법은 냉장숙성 기술이다. 이는 가장 보편적이면서 널리 알려져 있다. 진공포장 또는 가스치환포장을 하여 일정한 냉장온도에서 일정기간 보관하여 식육 내 단백질 분해효소에 의한 근섬유단백질의 결합 약화로 연도개선을 유도한다. 이때 포장재의 재질에 따라 저장성 및 육색 변화 등이 영향을 많이 받게 된다. Resenvold 등 (2008)은 전기자극을 통한 숙성 방법을 발표하였다. 이는 전기자극한 도체에서

분리한 근육에 랩핑을 하였을 때 저온단축을 막는데 효과가 있었다고 발표하였다. Dolatowski 등(2007)은 사후강직 완료 후 연도개선을 위해 초음파 처리를 하는 연구방법을 발표하였다. 초음파 처리는 근육세포와 내부 원형질을 파괴하여 칼슘이온을 유리시키고, 그로 인한 단백질 분해효소의 작용을 활성화 시켰으며, 이는 근원세포를 분해시키는 등의 역할로 인해 식육의 연화가 촉진된다고 발표하였다.

## 8. 기계적 측정을 통한 풍미 물질 분석

### 8.1. 전자코를 활용한 풍미 물질 분석

전자코 시스템은 사람의 코의 기능과 구조를 기초로 하여 영국의 Persaud와 Dodd에 의해 1982년 단일종의 가스인식시스템을 공개 한 것으로부터 알려지기 시작하였다. 이후 일본의 Hitch 연구소의 Ikegami 등이 직접화된 센서를 활용하여 향기성분을 측정된 결과를 발표한 이후, 1991년 NATO Advanced Workshop on Chemosensory Information Processing을 통하여 ‘전자코’라는 독립 학문 분야로 발전하였다. 이후 전자코는 1994년 프랑스의 Alpha Mos사를 통해 최초로 상용화 되었다. 전자코는 인간의 코의 기능을 디지털화 한 것이라 할 수 있다. 각 냄새의 정성, 정량 분석을 빠르게 분석하며, 사람의 후각인지 시스템을 모방하여 냄새를 감별하는 것이다. 전자코의 작동원리는 향기를 모으고, 향기성분을 판독하고, 그 결과를 분석할 수 있는 통계적인 기법 이렇게 3개 부분으로 구성된다. 전자코는 headspace 안에 분산된 시료의 화학물질에 반응하는 센서들을 통합하는 센서 기술에 기초를 두고 있다. 인간이 감지하기 어려운 화학물질에 대해서도 반응하며, 이 부분 역시 신속하고 빠르며, 비파괴적인 분석방법으로 제품에 배합된 전체의 향을 감지하여 분석하는 것이 아니라, 인간이 감지하는 것처럼 제품 전체의 향을 감지하는 특성을 가지고 있다. 하지만, 인간의 기능을 완벽히 따라가기는 어렵지만, 인간이 감지하기 어려운 화학물질까지 반응하는 특징이 있다.

전자코 시스템에서 가장 중요한 부분은 센서이다. 전자코에 사용되는 센서들은

시료와 화학적 상호작용을 일으켜 특징적인 반응을 나타낸다. 최근에 많이 이용되는 센서로는 가스크로마그래피 질량분석기 등에 의해 순차적 휘발도, 이온조각을 이용해서 수십개의 센서로부터 얻은 데이터값으로 대체 활용되기도 한다. 전자코는 각 시료에 대하여 각각 다른 패턴을 보여준다. 타겟 시료가 갖고 있는 향기 패턴은 지문과 같은 역할을 하며, 인공지능망을 이용하여 반복적인 학습을 시키게 되면 오차를 최소화 할 수 있게 된다. 이는 자료의 객관적인 자료화가 가능하며, 재현성이 보장된다. 그리고 일정 기간이 지난 후에도 기존에 분석한 향분 석 자료를 통해 기준자료로 활용이 가능하다는 장점이 있다.

Tomlinson 등(1995)은 맥주의 제품별 향미를 구분하고, 맥아와 호프의 향기 프로필을 분석하여 페놀함량 분석결과와 비교 하였다. 결과 페놀함량이 높을수록 센서의 전기저항이 변화가 크고 그래프 상단에 위치하며, 그룹 간의 구별이 명확하게 나타난다고 발표하였다. 또한, Ashima 등(1991)은 6종류의 Metal oxide sensor를 활용하여 커피향을 분석한 결과, 아라비카 커피와 로스타 커피간의 비교 보다 원두커피와 인스턴트 커피간의 비교에서 더 명확한 구분결과가 나타났다고 발표하였다. 이 등(2008)은 전자코를 활용하여, 육류의 신선도를 구별할 수 있는 연구결과를 발표하였다.

## 8.2. 전자혀를 활용한 풍미 물질 분석

전자혀는 5가지의 기본맛(단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛, 감칠맛)을 수치로 표현 할 수 있는 장치이다. 인간의 가장 중요한 감각 중 하나인 맛을 느끼는 기관은 혀에 있는 작을 돌기의 표면에 노출된 ‘미뢰’라는 기관이다. 미뢰세포의 표면에 돌출되어있는 G-단백질결합 수용체가 음식에 들어있는 분자의 종류와 당을 구별해내는데, 맛을 나타내는 특별한 분자가 미뢰의 수용체와 결합하게 되면 수용체의 구조가 변하면서 만들어진 화학적 신호가 세포의 내부에서 전기 신호로 바뀌게 되며, 이는 뇌로 전달된다. 이러한 인간의 혀의 역할을 전자혀는 미각센서를 통해 인간의 혀 대신 전기화학적 신호를 측정하여 데이터를 수집하고, 데이터를 분석하고 처리하는 과정에서 인간의 뇌를 대신하여 뉴런을 재현한 뉴럴 네트워크 인공지능망 소프트웨어를 이용한다. 즉, 사람의 미각은 혀를 통해 맛본 정보를 뉴런 신경세포가 해석하여 뇌로 전달하여 뇌가 맛을 인식하게 되는 반면, 전자혀의 미각

센서는 전기화학적 신호를 측정하여 수집한 정보를 뉴럴 네트워크로 해석하여 수치화하는 것이다.

Yano 등(1995)은 소고기의 저장중에 발생하는 아민류를 측정할 수 있는 센서를 개발, 연구, 발표하였으며, Kikkawa 등(1993)은 지질(Lipid)을 포함한 고분자막을 사용하여 5종류의 토마토 주스를 구별 할 수 있다는 연구결과를 발표하였다. Toko(2000)는 인간의 혀의 주요 구성성분이 지질 인 점을 착안하여 지질로 구성되어 있는 고분자막을 활용한 다중센서 시스템을 개발하여 ‘맛 센서 (taste sensor)’라 칭하였다. 이 맛 센서를 통해 각종 맛 성분에 대한 반응과 식품의 응용 가능성을 제시하였으며, 우유의 균질화(Homogenization)에 따른 맛의 차이를 구별하였으며, 1998년에 발표된 논문에서는 29가지 상표의 맥주에 관한 맛 지도 (Taste map)을 보고하였다. 그리고 Legin 등(2002)등은 다양한 유리재질의 전극을 이용한 다중 센서 시스템으로 수질 모니터링에 적용을 시도 하였으며, 맥주, 커피, 탄산음료, 와인, 음료를 구별하는 연구결과를 발표하였다.

## CHAPTER 3.

### 제주 흑우의 생산현황 및 도체성적

#### ABSTRACT

I analyzed the breeding condition and the number of heads of Jeju black cattle per year, number of farms, the number of slaughtered cattle, and the number of slaughtered cattle by gender. Moreover, the slaughtering performance of castrated Jeju black cattle and Hanwoo and that of Jeju black cattle and Hanwoo were compared.

The results showed that the number of Jeju black cattle in Jeju was 1,409 in 2017, which was 194 heads decrease from 2016. There were 632 heads of original breeds and 777 heads of practical breeds. The number of Jeju Hanwoo yield was 5,071 heads in 2017, down by 205 from the previous year, while the number of Jeju black cattle yield was 237 heads in 2017, decreased by 105 from the previous year.

In 2017, 742,312 heads of Hanwoo were graded nationwide in 2017. Among them, 5,308 were Jeju Hanwoo (including Jeju black cattle), which is 0.7 % of the total number. Grade 1<sup>+</sup>B was the most abundant (17.8 %), followed by grade 1<sup>+</sup>C. In the grade 1B or above, the proportion of Jeju Hanwoo was generally high.

The slaughter performance of Hanwoo steers (13,722 heads), that of black cattle steers (134 heads), that of castrated black Hanwood (448 heads), and that of black cattle+black Hanwoo (582 heads) were compared. The back-fat thickness of black cattle+black Hanwoo was the thickest ( $15.75 \pm 0.71$  mm) and that of Hanwoo steers was the thinnest ( $12.9 \pm 2.14$  mm). The loin cross-sectional area of Hanwoo steers was the largest ( $85.70 \pm 6.19$  cm<sup>2</sup>) and that of black cattle steers was the

smallest ( $76.80 \pm 2.71 \text{ cm}^2$ ). The dressed weight of Hanwoo steers was the highest ( $406 \pm 16.73 \text{ kg}$ ) and that of black cattle steers was the lowest ( $376.30 \pm 12.98 \text{ kg}$ ). The abundance of grade A meat quantity was the highest in Hanwoo steers (18.7 %) and the lowest in black cattle steers (3.3 %). The proportion of meat grade 1<sup>+</sup> and above was 58.79 % for Hanwoo steers, the highest, and 27.61 % for black cattle steers, the lowest.

The slaughter performance of Jeju black cattle and that of Jeju Hanwoo were compared. The results showed that the mean carcass weight of Jeju black cattle (113 heads) was  $376.40 \pm 7.15 \text{ kg}$ , which was 14.3 kg heavier than that of black Hanwoo (380 heads). The back-fat thickness of black Hanwoo ( $15.8 \pm 0.55 \text{ mm}$ ) was 1.1 mm thicker than that of black cattle  $14.7 \pm 0.55 \text{ mm}$ . The loin cross-sectional area of black Hanwoo was  $78.62 \pm 0.55 \text{ cm}^2$ , which was larger than that of black cattle ( $77.5 \pm 0.55 \text{ cm}^2$ ). However, the amount of meat index of black cattle was  $63.24 \pm 0.52$ , which was higher than black Hanwoo ( $62.21 \pm 0.52$ ).

## 재료 및 방법

### 공시재료

연구에 사용된 제주 흑우는 제주도내에서 2014년부터 2017년까지 사육된 거세한우 및 흑우(흑우+흑한우)의 특성에 대하여 분석하였다. 거세한우 13,722두, 거세 흑우 134두, 거세 흑한우 448두, 흑우+흑한우 582두를 분석하였으며, 제주도 축협 공판장에서 실험을 진행하였고, 소도체 등급판정 기준(축산물 등급판정 세부 기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])에 따른 도체중량, 등지방두께, 등지방단면적, 육량지수, 근내지방도, 도축윌령 등을 측정하였다(Table 7,8).

### 소도체 등급판정 기준

Table 7. 한우 육량 및 육질등급 판정 기준

구 분		육 질 등 급					
		1 <sup>++</sup> 등급	1 <sup>+</sup> 등급	1등급	2등급	3등급	등외
육 량 등 급	A등급	1 <sup>++</sup> A	1 <sup>+</sup> A	1A	2A	3A	
	B등급	1 <sup>++</sup> B	1 <sup>+</sup> B	1B	2B	3B	
	C등급	1 <sup>++</sup> C	1 <sup>+</sup> C	1C	2C	3C	
	등외	D					

축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정]

#### ① 육량등급

소도체의 육량등급판정은 등지방두께, 배최장근단면적, 도체의 중량을 측정하여 육량지수를 3등급으로 구분한다.

Table 8. 육량등급판정기준

육량등급	육량지수
A	67.20 이상
B	63.30 이상 ~ 67.20 미만
C	63.30 미만

축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정]

소도체의 육량등급판정을 위한 육량지수는 소를 도축한 후 2등 분할된 좌 반 도체의 등뼈(흉추)와 제1허리뼈(요추) 사이를 절개한 후 등심쪽 절개면의 대하여 측정한다.

- 등지방두께 : 배최장근단면의 오른쪽면을 따라 복부쪽으로 2/3 들어간 지점의 등지방을 측정 한다(mm).
- 배최장근단면적 : 등급판정 부위에서 가로, 세로가 1cm단위로 표시된 면적자를 이용하여 배최장근의 단면적을 측정한다(cm<sup>2</sup>).
- 도체중량 : 도축경영자가 측정하여 제출한 도체 한 마리의 중량을 적용한다 (kg).

육량지수

$$\text{육량지수} = 68.184 - [0.625 \times \text{등지방두께(mm)}]$$

$$+ [0.130 \times \text{배최장근단면적(cm}^2\text{)}]$$

$$- [0.024 \times \text{도체중량(kg)}]$$

[ 단, 한우의 도체는 3.23을 가산하여 육량기준으로 지수한다 ]

② 육질등급

소도체의 육질등급 판정은 등급판정 부위에서 측정되는 근내지방도 (marbling), 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1<sup>++</sup>, 1<sup>+</sup>, 1, 2, 3 의 5개 등급으로 구분된다.

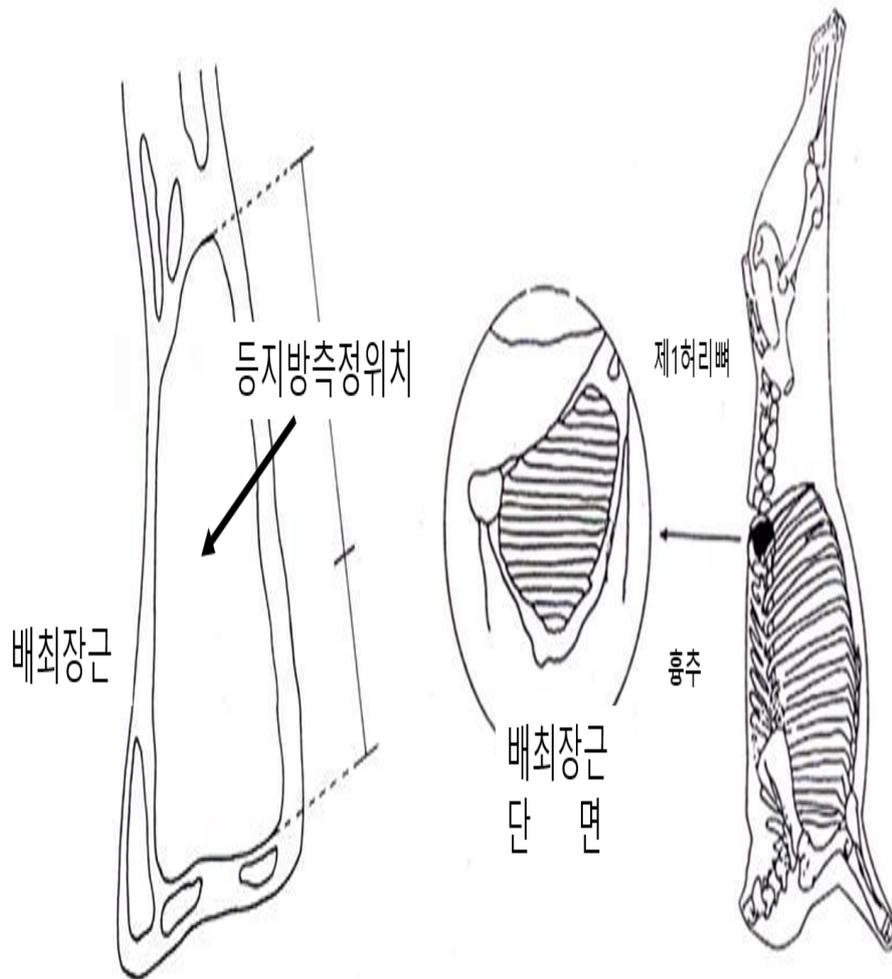


Figure 11. Measurement of Rib Eye Area and Backfat Thickness

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

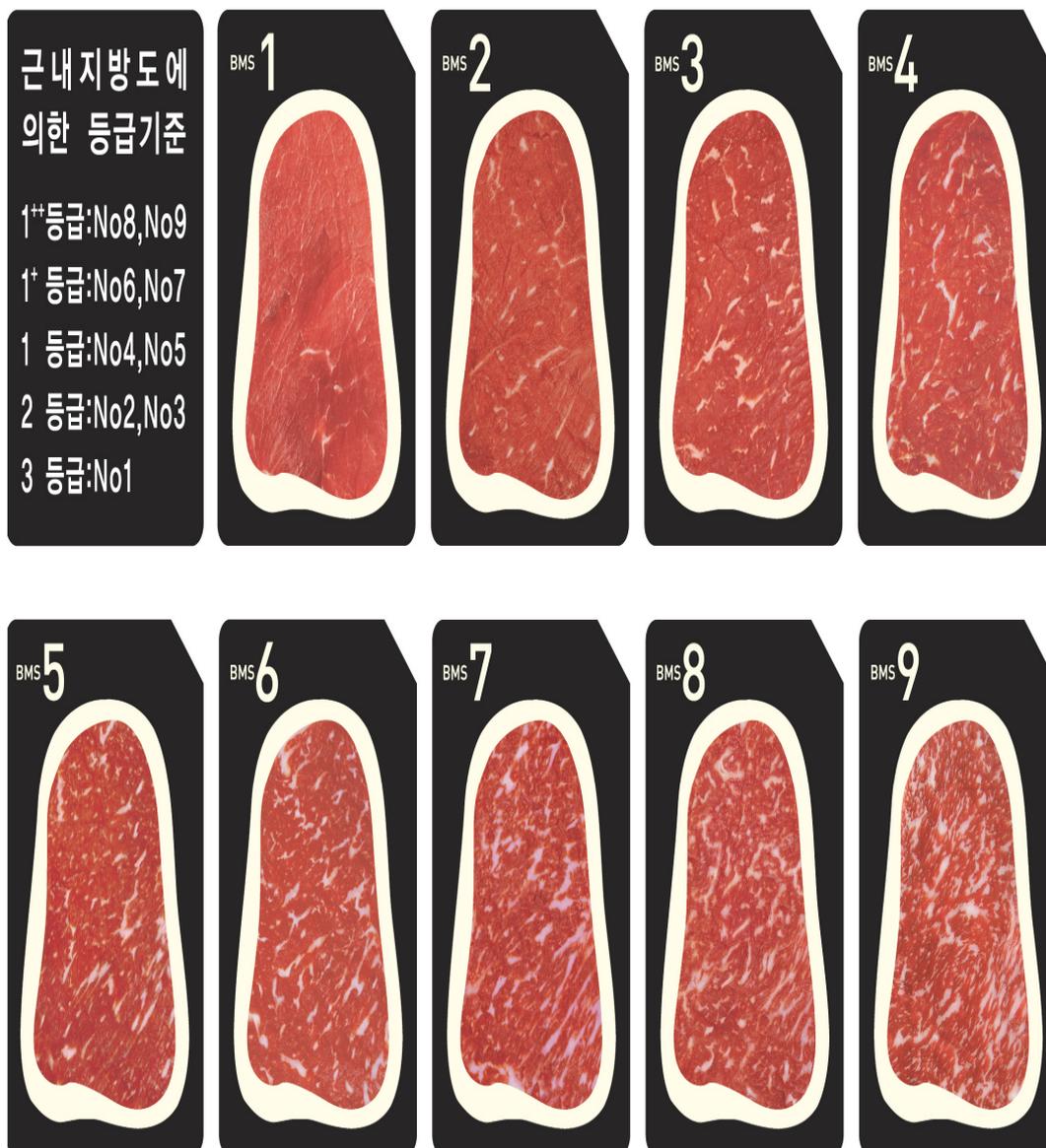


Figure 12. Standard of Marbling Score in Hanwoo Carcass

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

· 근내지방도 : 등급판정부위에서 배최장근단면에 나타난 지방분포 정도를 기준으로 하여 예비등급으로 판정 한다.

Table 9. 육질등급 판정기준

근내지방도	예비등급
근내지방도번호 8 또는 9에 해당되는것	1 <sup>++</sup> 등급
근내지방도번호 6 또는 7에 해당되는것	1 <sup>+</sup> 등급
근내지방도번호 4 또는 5에 해당되는것	1등급
근내지방도번호 2 또는 3에 해당되는것	2등급
근내지방도번호 1에 해당되는것	3등급

축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정]

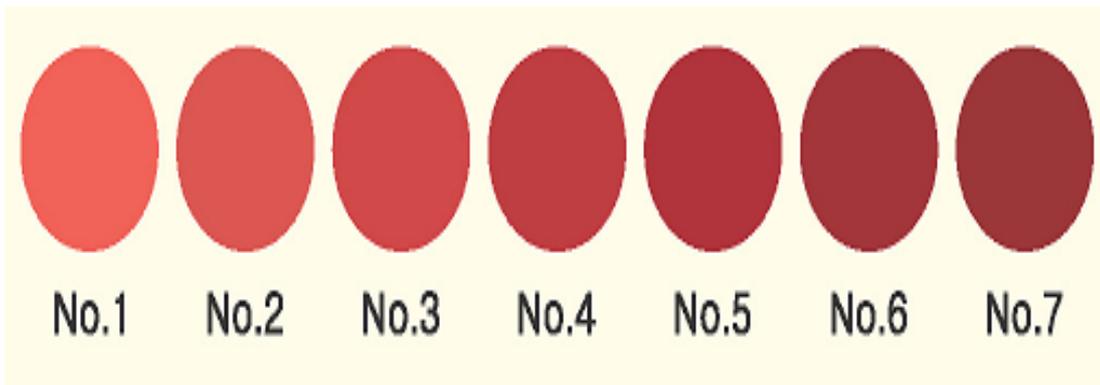


Figure 13. Beef Colors Standards Score in Hanwoo Carcass

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

· 육색 : 등급판정부위에서 배최장근 단면의 고기색깔을 육색기준과 비교하여 해당 기준의 번호로 판정한다.

· 지방색 : 등급판정부위에서 배최장근 단면의 근내지방, 근간지방, 등지방의 색깔을 지방색 기준과 비교하여 해당 기준의 번호로 판정한다.



Figure 14. Beef Fat Colors Standards Score in Hanwoo Carcass  
(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

· 조직감 : 등급판정부위에서 배최장근 단면의 보수성과 탄력성을 조직감 구분기준에 비교하여 해당 기준의 번호로 판정한다.

Table 10. 소도체 조직감 구분기준

번호	구분기준
1	수분이 알맞게 침출되고 탄력성이 좋으며 결이 곱고 섬세하며 고기의 광택이 좋고 지방의 질이 좋은 것
2	수분의 침출정도가 약간 많거나 적고 탄력성이 보통이며 결이 적당하고 고기의 광택 및 지방의 질이 보통인 것
3	수분의 침출정도가 아주 많거나 적고 탄력성이 좋지 않으며 결이 거칠고 고기의 광택 및 지방의 질이 좋지 않은 것

(축산물 등급판정 세부기준-[시행 2017. 3. 13.] [농림축산식품부고시 제 2017-22호, 2017. 3. 13., 일부개정])

## 등외판정

1. 성숙도 구분기준 번호8, 9에 해당하는 경우로서 늙은 소 중 비육상태가 매우 불량한(노폐우) 도체이거나, 성숙도 구분기준 번호 8, 9에 해당되지 않으나 비육상태가 불량하여 육질이 극히 떨어진다고 인정되는 도체
2. 방혈이 불량하거나 외부가 오염되어 육질이 극히 떨어진다고 인정되는 도체
3. 상처 또는 화농 등으로 도려내는 정도가 심하다고 인정되는 도체
4. 도체중량이 150kg미만인 왜소한 도체로서 비육상태가 불량한 경우
5. 재해, 화재, 정전 등으로 인하여 특별시장·광역시장 또는 도지사가 냉도체 등급판정방법을 적용할 수 없다고 인정하는 도체

## 소도체의 등급표시

- ① 등급표시는 규정에 따라 판정된 육질등급을 1++, 1+, 1, 2, 3으로 표시하고, 규정에 따라 등외등급으로 판정된 경우에는 등외로 표시한다. 다만, 신청인 등이 희망하는 경우에는 규정에 따라 판정된 육량등급도 함께 표시할 수 있다.
- ② 축산물위생관리법의 규정에 따른 축산물검사 결과, 결함이 있는 도체에 대하여는 규정에 따라 그 결함내역을 표시할 수 있다.

## 통계분석(statistical analysis)

각 분석항목별로 얻은 결과는 SAS(SAS, 2002) 프로그램의 General linear model(GLM) 방법으로 분석하였고, 처리구 평균간 비교는 Duncan의 다중검정법(multiple range test)으로 수행하였다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 분석 결과값은 평균값과 표준오차로 나타내었다

## 결과 및 고찰

### 1. 제주 흑우 사육현황

제주 흑우의 지난 4년간 사육두수 현황을 Table 11에 나타내었다. 2014년 제주 흑우의 총 사육두수는 1,637두이며 이중 원종 702두, 실용축 935두 사육되었다. 2015년 제주 흑우의 사육두수는 총 1,611두이었으며, 원종 715두, 실용축 896두 사육되었다. 2016년 제주 흑우의 사육두수는 총 1,603두였으며, 원종 705두, 실용축 898두 사육되었다. 그리고 최근 2017년 제주 흑우의 사육두수는 총 1,409두로 전년에 비해 194마리가 감소하였으며, 원종 632두, 실용축 777두로 사육두수가 많이 줄어가고 있음을 확인할 수 있다.

Table 11. 제주 흑우 연도별 사육두수

(두)

	원종	실용축	합계
2014	702	935	1,637
2015	715	896	1,611
2016	705	898	1,603
2017	632	777	1,409

## 2. 제주 흑우의 도축현황

### (1) 연도별 출하두수 및 출하 농가수

제주 흑우의 지난 4년간 출하 및 출하농가수의 대한 현황은 Table 12에 나타나 있다. 2014년 제주한우의 총 출하두수는 5,683두이다. 이중 제주 흑우는 244두 출하 되었으며, 전체 제주한우의 총 출하두수의 4.3%를 차지하였다. 2015년 제주한우의 총 출하두수는 6,65두이며, 제주 흑우는 281두를 출하 하였다. 이는 출하두수는 37두 늘었지만, 비중은 4.3%로 예년과 동일하였다. 2016년 제주한우의 총 출하두수는 5,276두로 예년에 비하여 119두가 줄었다. 하지만 제주 흑우의 출하두수는 342두로 예년에 비하여 61두가 늘어 총 출하두수의 6.5%를 차지하였다. 2017년 제주한우의 총 출하두수는 5,071두로 예년에 비해 205두 감소하였으며, 제주 흑우의 출하두수는 예년에 비해 105두가 감소한 237두로 나타났다.

Table 12. 제주 흑우 연도별 출하두수 및 출하 농가수

	2014	2015	2016	2017
제주 한우(두)	5,683	6,465	5,276	5,071
제주 흑우(두)	244	281	342	237
흑우 도축 비율(%)	4.3%	4.3%	6.5%	4.7%
제주 흑우 출하 농가수	54	61	51	.

(2) 연도별 제주 흑우의 성별 도축두수

제주 흑우의 2011년부터 2017년까지의 성별 도축두수를 Figure 15에 나타내었다. 2011년부터 2017년까지 총1,861두가 도축 되었으며, 년평균 265두가 도축되었다. 제주 흑우는 조사기간 중 2016년에 가장 많이 도축되었다(342두). 2013년에 275두로 두 번째로 많이 도축되었으며, 2015년 261두로 세 번째로 제주 흑우가 많이 도축된 기간으로 조사되었다. 2011년부터 2017년까지 제주 흑우의 암컷의 도축비율은 점차 증가하였다. 2012년 36두에서 2013년 93두로 크게 증가하였으며, 2014년 105두로 증가하였다. 2015년 82두 도축으로 도축두수가 감소하였으나, 2016년 128두 출하로 조사기간 중 가장 많은 제주 흑우 암컷이 도축되었다.

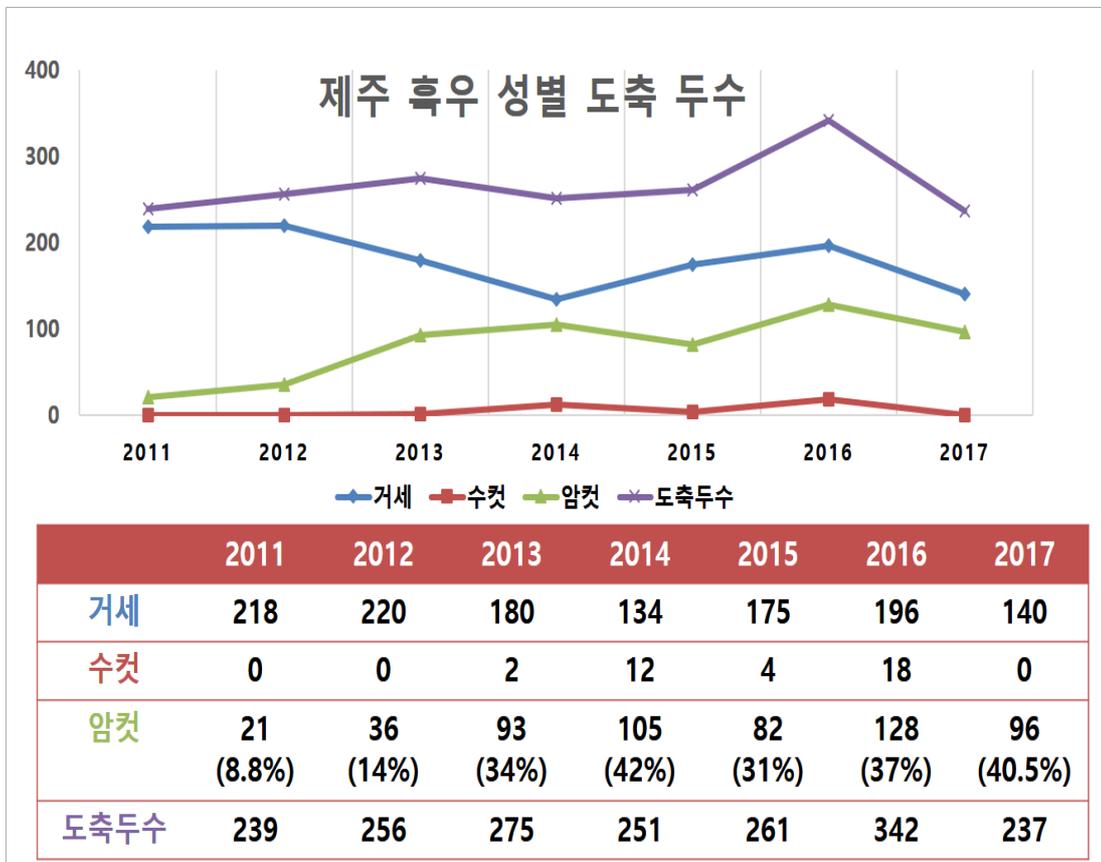


Figure 15. 제주 흑우의 성별 도축 두수

(3) 전국한우 등급판정 결과(출현율)

2015년 전국한우 등급판정 결과(출현율)

Figure 16은 전국한우 등급판정 결과(출현율)를 나타낸 그래프이다. 2015년 전국한우 등급판정 두수는 883,593두이다. 이중 제주한우의 등급판정두수(제주 흑우포함)는 6,417두이다. 전국한우 등급판정 결과의 약 0.7%의 해당한다. 가장 등급이 높은 1<sup>++</sup>A 등급의 출현율은 전국한우 출현율 2.5%, 제주한우 출현율 2.6%로 나타나 비슷한 결과가 나타났다. 1<sup>++</sup>B의 출현율도 전국한우 출현율 4.5%, 제주한우 출현율 7%로 나타나 비슷한 결과가 나타났다. 1<sup>+</sup>B의 출현율도 전국한우 출현율 4.5%, 제주한우 출현율 7%로 제주한우의 출현율이 더 높게 나타났다. 제주한우는 1<sup>+</sup>B등급의 출현율이 가장 많았으며(19.7%), 1<sup>+</sup>B, 1<sup>+</sup>C등급의 출현율도 높게 나타났다. 대체적으로, 1B등급 이상의 등급들에서 제주한우의 등급판정 결과가 높게 출현 되었으며, 1C등급 이하의 등급에서는 전국한우의 등급판정결과가 높게 나타났다.

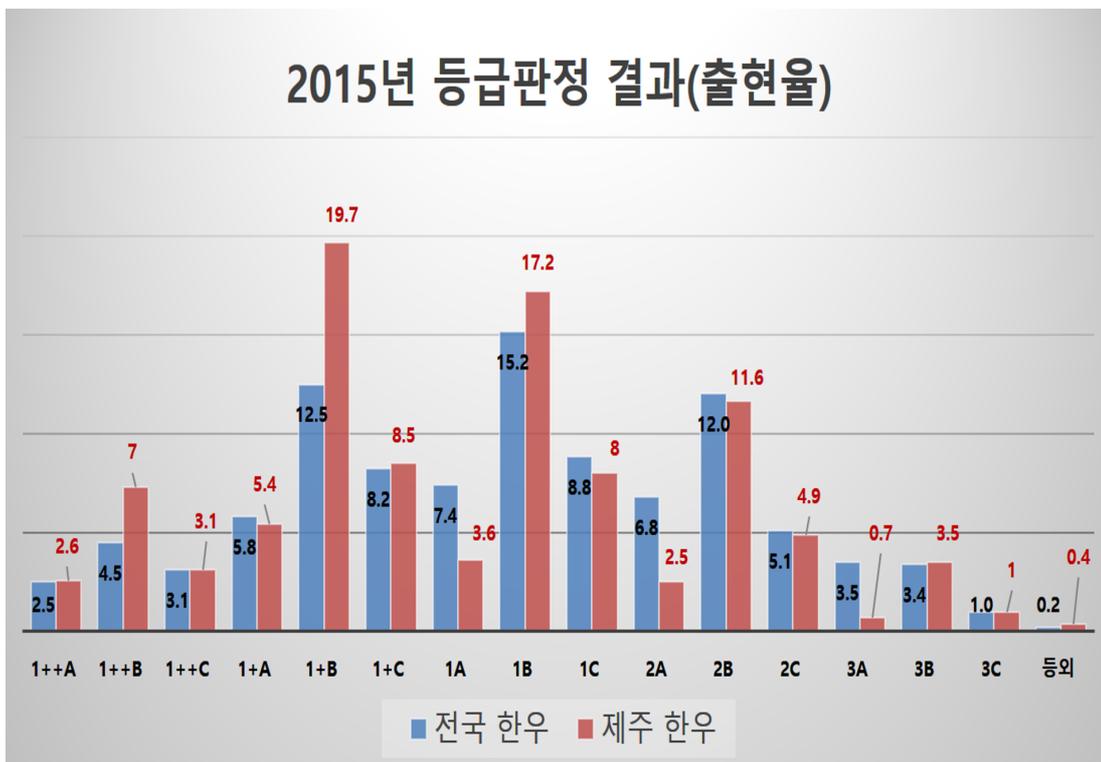


Figure 16. 2015년 등급판정 결과(출현율)

### 2016년 전국한우 등급판정 결과(출현율)

Figure 17은 전국한우 등급판정 결과(출현율)를 나타낸 그래프이다. 2016년 전국한우 등급판정 두수는 737,476두이다. 이중 제주한우의 등급판정두수(제주 흑우포함)는 5,433두이다. 전국한우 등급판정 결과의 약 0.7%의 해당한다. 이는 2015년 보다 등급판정두수는 줄었지만, 비율은 동일한 결과이다. 가장 등급이 높은 1<sup>++</sup>A 등급의 출현율은 전국한우 출현율 2.2%, 제주한우 출현율 3.3%로 나타났다. 2015년에 비해 제주한우의 출현율이 높게 나타났다. 1<sup>++</sup>B의 출현율도 전국한우 출현율 4.3%, 제주한우 출현율 6.8%로 제주한우의 출현율이 더 높게 나타났다. 제주한우는 1<sup>+</sup>B등급의 출현율이 가장 많았으며(21.6%), 1<sup>+</sup>B, 1<sup>+</sup>C 등급의 출현율도 높게 나타났다. 대체적으로, 1B등급 이상의 등급들에서 제주한우의 등급판정 결과가 높게 출현 되었으며, 1C등급 이하의 등급에서는 전국한우의 등급판정결과가 높게 나타났다. 이는 2015년도의 결과와 유사하였다.

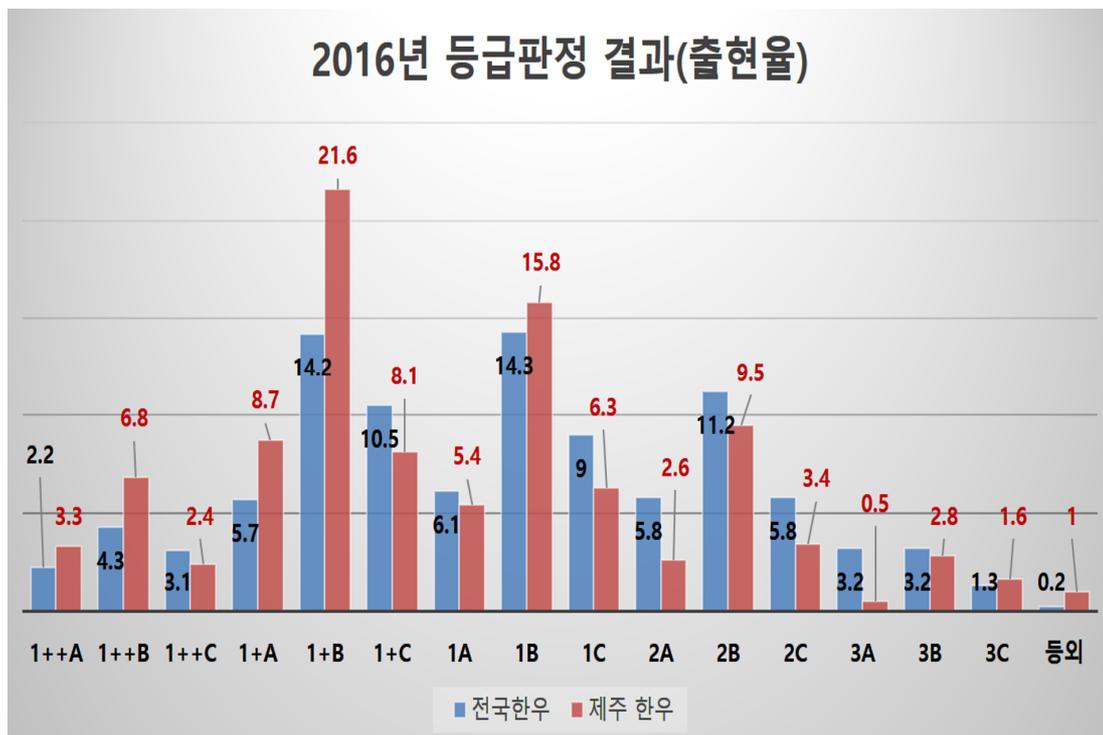


Figure 17. 2016년 등급판정 결과(출현율)

2017년 전국한우 등급판정 결과(출현율)

Figure 18은 전국한우 등급판정 결과(출현율)를 나타낸 그래프이다. 2017년 전국한우 등급판정 두수는 742,312두이다. 이중 제주한우의 등급판정두수(제주 흑우포함)는 5,308두이다. 전국한우 등급판정 결과의 약 0.7%의 해당한다. 이는 2015년, 2016년 보다 등급판정두수는 줄었지만, 비율은 동일한 결과이다. 가장 등급이 높은 1<sup>++</sup>A 등급의 출현율은 전국한우 출현율 2.2%, 제주한우 출현율 4.3%로 2015년, 2016년에 비해 제주한우의 출현율이 높게 나타났다. 1<sup>++</sup>B의 출현율도 전국한우 출현율 4.5%, 제주한우 출현율 8.6%로 2015년, 2016년에 비해 제주한우의 출현율이 높게 나타났다. 1<sup>++</sup>B의 출현율도 전국한우 출현율 4.5%, 제주한우 출현율 8.6%로 제주한우의 출현율이 더 높게 나타났다. 제주한우는 1<sup>+</sup>B등급의 출현율이 가장 많았으며(17.8%), 1<sup>+</sup>B, 1<sup>+</sup>C 등급의 출현율도 높게 나타났다. 대체적으로, 1B등급 이상의 등급들에서 제주한우의 등급판정 결과가 높게 출현 되었으며, 1<sup>+</sup>C등급 이하의 등급에서는 전국한우의 등급판정결과가 높게 나타났다.

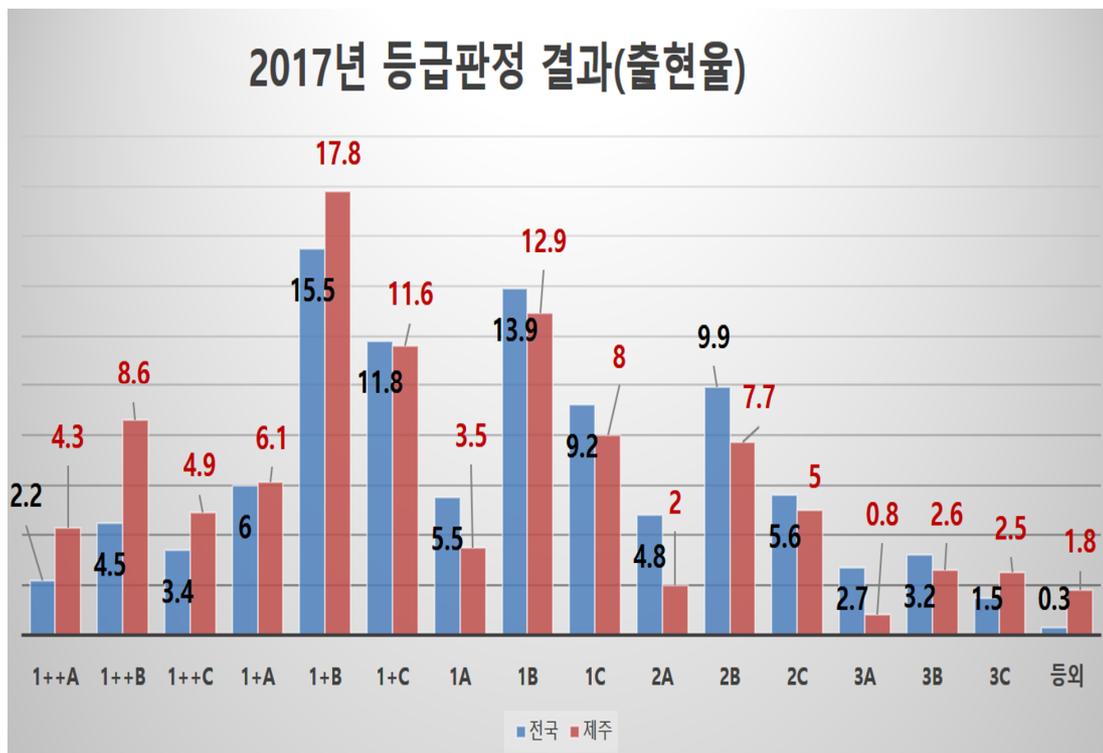


Figure 18. 2017년 등급판정 결과(출현율)

제주 흑우 및 제주한우의 거세품종의 도축성적

Table 13은 제주 흑우 와 제주한우의 거세품종의 도축성적을 비교한 표이다. 두수는 각각 거세한우 13,722두, 거세흑우 134두, 거세흑한우 448두, 흑우+ 흑한우 582두이다. 등지방두께 측정결과는 흑우+ 흑한우가  $15.75 \pm 0.71$ mm으로 가장 두꺼웠으며, 거세한우가  $12.9 \pm 2.14$ mm로 가장 얇게 나타났다. 등심근단면적은 거세한우가  $85.70 \pm 6.19$ cm<sup>2</sup>로 가장 크게 나왔으며, 거세흑우가  $76.80 \pm 2.71$ cm<sup>2</sup>로 가장 낮게 나타났다. 도체중은 거세한우( $406\text{kg} \pm 16.73$ )가 가장 많이 나타났으며, 거세흑우( $376.30 \pm 12.98\text{kg}$ )가 가장 낮게 나타났다. 육량등급 중 A등급의 출현율은 거세한우가 18.7%로 가장 높게 나타났으며, 거세흑한우가 3.3%로 가장 낮게 나타났다. 육질등급 1<sup>+</sup> 이상의 출현율은 거세한우가 58.79%로 가장 높은 출현율을 나타냈으며, 거세흑우의 출현율이 27.61%로 가장 낮게 나타났다.

Table 13. 제주 흑우 및 한우의 거세품종의 도축 성적

품종	두수	등지방 (mm)	등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	도체중 (kg)	근내지방	A출현율 (%)	1 <sup>+</sup> 이상 (%)
거세 한우	13,722	12.90 $\pm 2.14$	85.70 $\pm 6.19$	406.00 $\pm 16.73$	5.74 $\pm 0.87$	18.7 $\pm 10.27$	58.79 $\pm 21.52$
거세 흑우	134	15.50 $\pm 0.46$	76.80 $\pm 2.71$	376.30 $\pm 12.98$	4.48 $\pm 0.39$	6.70 $\pm 1.73$	27.61 $\pm 9.66$
거세 흑한우	448	16.00 $\pm 0.96$	78.10 $\pm 1.41$	391.10 $\pm 1.83$	4.68 $\pm 0.19$	3.3 $\pm 5.13$	32.59 $\pm 4.68$
흑우+ 흑한우	582	15.75 $\pm 0.71$	77.45 $\pm 2.06$	383.70 $\pm 5.57$	4.58 $\pm 0.29$	5.00 $\pm 3.43$	30.10 $\pm 7.17$

Means  $\pm$  standard deviation.

#### 제주한우와 제주 흑우의 도축성적 비교

Table 14는 제주 흑우와 제주흑한우의 도축성적을 비교한 표이다. 제주 흑우 113두의 평균 도체중량은  $376.40 \pm 7.15\text{kg}$ 이며, 흑한우 380두의 평균 도체중량은  $390.7 \pm 7.15\text{kg}$ 으로 약 14.3kg정도 차이가 있었다. 등지방두께도 흑한우 ( $15.8 \pm 0.55\text{mm}$ )가 흑우( $14.7 \pm 0.55\text{mm}$ )보다 약 1.1mm 높게 나타났다. 등심근단면적도 흑한우가  $78.62 \pm 0.55\text{cm}^2$ 로 흑우  $77.5 \pm 0.55\text{cm}^2$  보다 높게 나타났다. 하지만, 육량지수는 흑우가  $63.24 \pm 0.52$ 로, 흑한우  $62.21 \pm 0.52$ 보다 높게 나타났다. 등급 판정결과를 살펴보면, 1<sup>++</sup>등급의 출현율은 흑한우가 3.8%, 흑우가 3.5%로 흑한우가 높게 나타났다. 1<sup>+</sup>등급의 출현율도 흑한우가 29.1%, 흑우가 23.9%로 흑한우가 높게 나타났다. 1등급의 출현율은 흑우가 40.7%, 흑한우가 40.2%로 흑우가 약간 높은 출현율을 나타냈다. 2등급의 출현율의 경우 흑우가 29/2%, 흑한우가 24.7%로 흑우가 다소 높은 출현율을 나타냈다.

Table 14. 제주 한우와 흑우 도축 성적 비교

	흑우	흑한우
도체중량(kg)	376.40 ±7.15	390.70 ±7.15
등지방두께(mm)	14.70 ±0.55	15.80 ±0.55
등심단면적(cm <sup>2</sup> )	77.50 ±0.55	78.60 ±0.55
육량지수	63.24 ±0.52	62.21 ±0.52
근내지방도	4.50 ±0.15	4.80 ±0.15
도축월령	38.70 ±0.5	37.70 ±0.5
1 <sup>++</sup> 등급출현율(%)	3.50	3.80
1 <sup>+</sup> 등급 출현율(%)	23.90	29.10
1등급 출현율(%)	40.70	40.20
2등급 출현율(%)	29.20	24.70
3등급 출현율(%)	2.70	1.60
등외 출현율(%)	0.00	0.50
등급판정두수	113	388

Means ± standard deviation.

## CHAPTER 4

### 제주 흑우의 영양성분 특성 분석 및 품질특성 분석

#### ABSTRACT

Jeju black beef was divided into 19 parts (i.e., flank, chuck tender, brisket, shin and shank, chuck roll, top round cap off, sirloin, neck chain, outside round flat, beef thin skirt, rump round, knee cartilage, blade, eye of round, tenderloin, loin, top blade, beef attached to the spleen, and brisket) and the texture of each part was analyzed. The results showed that the hardness of chuck roll was the highest ( $7.33 \pm 3.53$ ), followed by outside round flat ( $5.56 \pm 1.76$ ) and neck chain ( $5.29 \pm 1.49$ ). That of blade was the lowest ( $1.32 \pm 2.48$ ). The adhesiveness of brisket was the highest ( $8.07 \pm 4.29$ ), followed by outside round flat ( $7.77 \pm 3.99$ ) and neck chain ( $7.57 \pm 3.79$ ). The adhesiveness of blade was the lowest ( $0.33 \pm 3.45$ ), similar with hardness measurement of it. The chewiness of chuck roll was the highest ( $387.47 \pm 187.74$ ), followed by loin ( $302.03 \pm 102.30$ ) and top round cap off ( $301.87 \pm 102.14$ ). The chewiness of sirloin was the lowest ( $85.60 \pm 114.13$ ) among all.

The moisture holding capacity of Jeju black cattle was measured by cooking loss. The cooking loss was tenderloin (30.84 %), blade (29.83 %), knee cartilage (28.77 %), and eye of round (28.11 %) in the order of magnitude. The cooking loss of rump round was the lowest (7.38 %). The results of shear force measurements showed that the shear force of black cattle grade2 ( $5.54 \pm 0.47$ ) was the highest, followed by black cattle grade1<sup>++</sup> ( $5.23 \pm 0.59$ ). That of Hanwoo grade1<sup>+</sup> ( $3.39 \pm 0.97$ ) was lower than all grades of black cattle.

Among texture measurements, the results of hardness showed that the hardness of female black cattle grade 2 was the highest ( $3.15 \pm 0.79$ ). The hardness of black cattle grade 1<sup>++</sup> was the second highest ( $2.98 \pm 0.68$ ) and that of Hanwoo grade 1<sup>+</sup> was the lowest. The adhesive of black cattle steers grade2 was the highest ( $4.53 \pm 1.89$ ), followed by black cattle grade1<sup>++</sup> ( $3.15 \pm 1.48$ ). That of female black cattle grade 2 was the lowest ( $1.27 \pm 0.31$ ). The springiness of black cattle grade 1<sup>++</sup> was the highest ( $9.91 \pm 0.52$ ), followed by Hanwoo grade 1<sup>+</sup> ( $8.55 \pm 1.27$ ). That of female black cattle grade2 was the lowest ( $7.41 \pm 1.81$ ). In the items measuring resilience, the value of black cattle grade1<sup>++</sup> ( $110.45 \pm 24.25$ ) and that of female black cattle grade2 ( $129.03 \pm 65.69$ ) were very much higher than that of Hanwoo grade1<sup>+</sup> ( $68.98 \pm 18.03$ ).

Carcass weight was positively correlated with quality score and Meat a\* (meat redness), and negatively correlated with cooking loss. The results can be interpreted that higher carcass weight would increase the redness of meat and quality score with better moisture holding capacity, indicated by lower cooking loss. The quality score was positively correlated with Meat a\* and Fat L\* (fat brightness), and negatively correlated with hardness and gumminess. Additionally, Meat L\* was positively correlated with Meat b\* (meat yellowness), and negatively correlated with shear force. The results of Jeju black cattle's general components showed that there were no big differences in moisture content, crude fat, crude ash, crude protein, NFE, and calories between breeds and genders. The cholesterol content of Hanwoo ( $11.66 \pm 1.78$ ) was significantly ( $P < 0.05$ ) higher than black cattle ( $3.00 \pm 1.97$ ). The fatty acid contents of Jeju black cattle and those of Hanwoo were compared. The results revealed that palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid were different between the two breeds the most. Oleic acid accounted for 55.09 % of Jeju black cattle's total fatty acids and 47.36 % of Hanwoo's total fatty acids. When

compared among breeds and genders, the content of oleic acid was 72, 49.75, 56.34, and 53.95 % of female Hanwoo, Hanwoo steers, female Jeju black cattle, Jeju black cattle steers, and female Jeju black cattle, respectively. The oleic acid content of female Jeju black cattle was the highest. The results also showed that saturated fatty acid (SFA) accounted for 35.33 % for Jeju black cattle and 42.44 % for Hanwoo. Unsaturated fatty acids were also analyzed. Mono-unsaturated fatty acids (MUFA) were 61.08 % of Jeju black cattle and 54.79 % of Hanwoo, while poly-unsaturated fatty acids (PUFA) content of Jeju black cattle (3.29 %) was also higher than that of Hanwoo (2.39 %).

When the content of fatty acid was analyzed by beef parts, the content of palmitic acid was the highest in Jeju black cattle tenderloin ( $26.79 \pm 2.47$ ). The content of oleic acid was the highest in top round cap off ( $50.20 \pm 1.99$ ) and the lowest in tenderloin ( $45.87 \pm 3.38$ ). The content of palmitic acid was the highest in Jeju black cattle grade 1<sup>++</sup> for loin, Jeju black cattle grade2 for tender loin, Jeju black cattle grade1<sup>+</sup> for flank, and Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> for top round cap off. Additionally, the content of oleic acid was the highest in Jeju black cattle grade1<sup>+</sup> for loin, Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> for tender loin, Jeju black cattle grade1<sup>+</sup> for flank, and Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> for top round cap off.

The amino acids of Jeju black cattle were analyzed. The results showed that the content of glutamic acid, which determines umami. The results of the sensory evaluation, for analyzing the quality characteristics of Jeju black cattle, revealed that Jeju black cattle 1<sup>++</sup> had the highest water holding capacity and imported beef had the lowest (3.5 points). The pre-ingestion marbling test indicated that black cattle grade 1<sup>++</sup> had the highest score and Hanwoo grade2 and imported beef had the lowest score. When the freshness of beef was judged by bare eyes, black cattle steers grade2, Hanwoo grade1<sup>+</sup> and Hanwoo grade2 had the highest

score and imported beef had the lowest score. In terms of umami, Jeju black cattle grade1<sup>++</sup>, which is the top grade, and black cattle steers grade2 received between 7.0–7.9 points, while black cattle grade1<sup>+</sup> and Hanwoo grade1<sup>+</sup> received between 6.0–6.9. Imported beef had the lowest score (3.2 points). In terms of juiciness criteria, Jeju black cattle grade 1<sup>++</sup> and black cattle steers grade2 had the highest score. In terms of chewiness and softness, black cattle grade1<sup>++</sup> had the highest score. The over all preference score was in the order of Jeju black cattle grade1<sup>++</sup> (8.1 points), Hanwoo grade1<sup>+</sup> (7 points), black cattle steers grade2, and female grade2 of beef, was 2.8 % for Jeju black cattle, which was lower than that of Jeju Hanwoo (3.09 %). The contents of valine, leucine, isoleucine, and methionine, which affect bitter taste, were significantly ( $P < 0.05$ ) higher in Hanwoo than Jeju black cattle.

The flavor characteristics analysis (e-nose) using mechanical measurement showed that flavor was different among black cattle grade. Black cattle grade 1<sup>+</sup> was located at the center of the graph and grade 2 was at the right top. Distribution varied by breeds and grades. It was confirmed that flavor differences by breeds could be classified by mechanical measurements.

The results of flavor characteristics analysis using electronic measurement (e-tongue) revealed that the flavor of Jeju black cattle grade 1<sup>+</sup> was distinguished from other breeds in taste. It was confirmed that flavor was different among different breeds using e-nose and e-tongue. It is believed that the analysis results can be used for studying the flavor substances and flavor precursors of beef.

The meat color and fat color of Jeju black cattle were analysis by the days of aging. At the aging day 1, among 19 beef parts (i.e., flank, chuck tender, brisket, shin and shank, chuck roll, top round cap off, sirloin, neck chain, outside round flat, beef thin skirt, rump round, knee cartilage,

blade, eye of round, tenderloin, loin, top blade, beef attached to the spleen, and brisket), tenderloin had the highest brightness ( $34.02 \pm 3.74$ ) and outside round flat had the highest redness ( $20.70 \pm 1.15$ ). At the aging day 1, tenderloin had the highest brightness ( $35.32 \pm 3.20$ ). At the aging day 1, chuck roll had the highest fat brightness ( $73.24 \pm 7.22$ ). At the aging day 16, the brightness of top blade fat was the highest ( $60.9 \pm 7.72$ ).

The results showed that the cooking loss (the criterion of moisture holding capacity) of Hanwoo did not vary by the duration of aging. However, the cooking loss of Jeju black cattle decreased with a longer aging period.

It was found that shear force decreased with aging but it increased again after approximately 28<sup>th</sup> or 35<sup>th</sup> days after aging. The same pattern was observed in Hanwoo. The shear force of Hanwoo decreased from the first day ( $5.23 \pm 1.27$ ) to 28<sup>th</sup> day, then it increased again. However, the changes in the shear force of Jeju black cattle were not significantly ( $P < 0.05$ ) different.

The changes in texture were evaluated by the aging days for Jeju black cattle and Hanwoo. The hardness was not significantly ( $P < 0.05$ ) different between Jeju black cattle and Hanwoo. The mean hardness of aging day 1 was  $3.71 \pm 0.69$  on average and that of aging day 42 was ( $2.94 \pm 0.61$ ). It was confirmed that hardness decreased as the beef was aged longer.

The quality analysis of Jeju black cattle, Hanwoo, and Wagyu showed that Hanwoo ( $39.15 \pm 5.55$ ) and Jeju black cattle ( $36.38 \pm 4.28$ ) had low L\* (brightness) values, while the brightness of Australian Wagyu was generally high ( $43.94 \pm 1.83$ ). The L\* of fat was in the order of Jeju black cattle ( $56.62 \pm 7.36$ ), Hanwoo ( $58.98 \pm 5.29$ ), and Australian Wagyu ( $65.70 \pm 2.17$ ). There was no significant ( $P < 0.05$ ) difference in

the cooking loss among the breeds.

The results of this study showed that the shear force of Australian Wagyu was the lowest. The softness was not different between Hanwoo ( $3.32 \pm 0.68$ ) and Jeju black cattle ( $3.51 \pm 0.31$ ). The springiness of Australian Wagyu ( $13.37 \pm 1.99$ ) was higher than Hanwoo ( $10.52 \pm 1.93$ ) and Jeju black cattle ( $9.28 \pm 2.60$ ).

## 재료 및 방법

### 공시재료

제주도내에서 생산되는 제주 흑우와 제주 한우의 지방산 분석을 위하여, 서귀포시 축협, 식육판매점, 도내 식당 등에서 채끝등심을 구입하여 실험에 사용하였으며, 호주산 와규의 경우 냉장육 수입 경로에 따른 숙성일 경과로 도축 후 42일 숙성된 시료를 구입하여 실험하였다. 총 한우 암컷 11두, 제주 거세 한우 16두, 제주 흑우 암컷 8두, 제주 거세 흑우 17두를 사용하였다.

관능 평가 연구에 사용한 흑우, 한우 및 수입우는 제주도내 마트 및 흑우 전문점에서 구입하였고, 이력번호를 확인하여, 흑우 4개 등급(1<sup>++</sup>등급, 1<sup>+</sup>, 2등급거세, 2등급 암컷), 한우 2개 등급( 1<sup>+</sup> 등급, 2등급), 수입우 1종류(냉장 호주산)를 이용하였다.

### 육색, 지방색

육색 및 지방색 측정을 위해서 샘플링 된 채끝등심은 2.5cm두께로 절단하여 30분간 공기 중에 노출시킨 후 Minolta chromameter(Model CR-300, Minolta Camera co. Osaka., Japan)을 이용하여, 3번씩 반복하여 측정하였다. 측정항목은 명도(Lightness, L\*), 적색도(Redness, a\*), 황색도(Yellowness, b\*)를 측정하였으며, 측정 기계의 표준화 작업을 위하여 백색표준색판(표준화 작업 Y=91.7, x=0.3138, y=0.3200)을 사용 하였다.

### 가열감량

조리 후에 유리되는 수분의 양을 측정하기 위하여 채끝등심을 일정한 크기(2×4×6cm)로 절단한 후 무게를 측정하여 polyethylene bag에 잔여 공기가 없도록 감싼 후, 80℃의 항온수조(Kmc-1205SW1, Vision co., USA)에서 심부온도가 73℃에 도달할 때 까지 가열하였다. 가열 후 일정시간(30분) 방냉 후 시료의 무게를 측정하여 백분율로 계산하였다.

$$\text{Cooking loss(\%)} = \frac{\text{최초의 시료 무게(g)} - \text{가열 후 시료무게(g)}}{\text{최초의 시료 무게(g)}} \times 100$$

#### 전단력

전단력 측정은 채끝등심을 3cm두께로 절단하여 polyethylene bag에 공기가 통하지 않도록 밀폐한 후 항온수조에 넣어 심부온도가 73℃까지 가열하였다. 가열 후 흐르는 물에 30분간 방냉 후 시료를 13mm(Cork borer No.6 Sigma-aldrich, U.S.A)를 이용하여 근섬유 방향으로 원통형으로 뚫어 채취한 후, 물성측정기(Texture Analyzer CT3, U.S.A)를 이용하여 근섬유 방향과 직각 방향으로 절단하였다. 절단된 샘플은 6회 이상 반복 측정하였다. Target value는 22.0mm, Trigger load는 0.005kg, probe는 3mm 사용하였으며, 전단력 전용틀(TA-SBA)을 고정하여 측정하였다.

Table 15. 전단력 측정 항목

Hardness (경도)	원하는 변형에 도달하는 데 필요한 힘으로 값이 클수록 딱딱하고, 값이 작을수록 부드러움
Cohesiveness (응집성)	물체가 있는 그대로의 형태를 유지하려는 힘으로 값이 작을수록 응집성이 떨어짐
Gumminess (검성)	식품을 분해하기 위해 필요한 힘으로 높은 값을 나타낼수록 식품을 삼킬 수 있는 상태까지 씹는데 필요한 에너지가 높음
Chewiness (씹힘성)	고체 상태의 시료를 삼킬 수 있는 상태로 만드는 힘
Springness (탄력성)	식품을 변형시키는 힘이 제거되었을 때 변형되기 전 상태로 돌아가는 성질
Adhesiveness (부착성)	probe가 시료에서 떼어지는데 필요한 힘
Resilience (탄성)	가해진 속도, 힘과 관련하여 변형된 식품이 원래 상태로 돌아가는 힘

### 조직감

조직감 측정은 채끝등심을 3cm두께로 절단하여 polyethylene bag에 공기가 통하지 않도록 밀폐한 후 항온수조에 넣어 심부온도가 73℃까지 가열하여 하여 흐르는 물에 방냉(30분)시켰다. 방냉 한 시료를 일정한 크기(2.5cm x 2.5cm x 2.5 cm)로 절단하여 물성측정기(Texture Analyzer CT3, U.S.A)를 이용하여 측정하였다. Cycle count는 2회, Test speed는 0.50mm/s 이며 사용된 probe는 3mm(TA-VBJ)가 사용하였다(Table 15).

### 조직학

도축 후 24시간 이내 근육 샘플을 채취하여 근섬유 방향으로 절단하여 액체질소에 급속냉동 후 실험실로 옮겨 보관하였으며, 조직 절편을 만들기 위하여 시편 제작 디스크에 O.C.T(Opimal Cutting Temperature) Compund(Tissue-Tek 4583, Sakura Finetek, Ltd., Toyko, Japan)를 이용하여 biopsy샘플을 가로로 고정하여 미세절편기(CM1950, Leica co., Mannheim, Germany)를 사용하여 10 $\mu$ m 두께로 절편하여 슬라이드 글라이스 부착하여 염색에 이용하였다. 근섬유 염색은 myofibrillar adenosine triphosphatase staining methods(Brooke & Kaiser, 1970)방법에 따라 진행되었으며, 염색 후 현미경(DM2500, Leica, Germany)을 사용하여 촬영하였다.

### 지방산

제주도내에서 생산되는 제주 흑우와 제주 한우의 지방산 분석을 위하여, 서귀포시 축협, 식육판매점, 도내 식당 등에서 채끝등심을 구입하여 실험에 사용하였다. 실험은 Gas chromatography-Flame Ionization Detector를 이용하여 검출하였으며, 분석된 지방산은 총 37종. 시료는 25mg을 추출 하였다. 14% BF<sub>3</sub>-Methanol용액을 이용하여 methylation화 한 후 Isooctan 1ml에 희석하여 분석하였으며, GC에 사용된 Column은 100m\*0.25mm\*0.20 $\mu$ m(SupelcoTMSP-2560, Sigma-Aldrich, USA)이며, Carrier gas는 Nitrogen으로 0.8ml/min으로, injector온도는 240℃, 검출기 온도는 285℃로 하여 실험하였다. split ration는

100:1의 비율로 실험하였으며, 지방산 표준 용액은 지방산 메틸에스터(37종)(SUPELCO™ 37Component FAME Mix, USA)를 Iscooctan에 희석하여 사용하였다(Table 15), (Figure 19). (표준물 0.1g을 Iscooctan 100mg/ml)

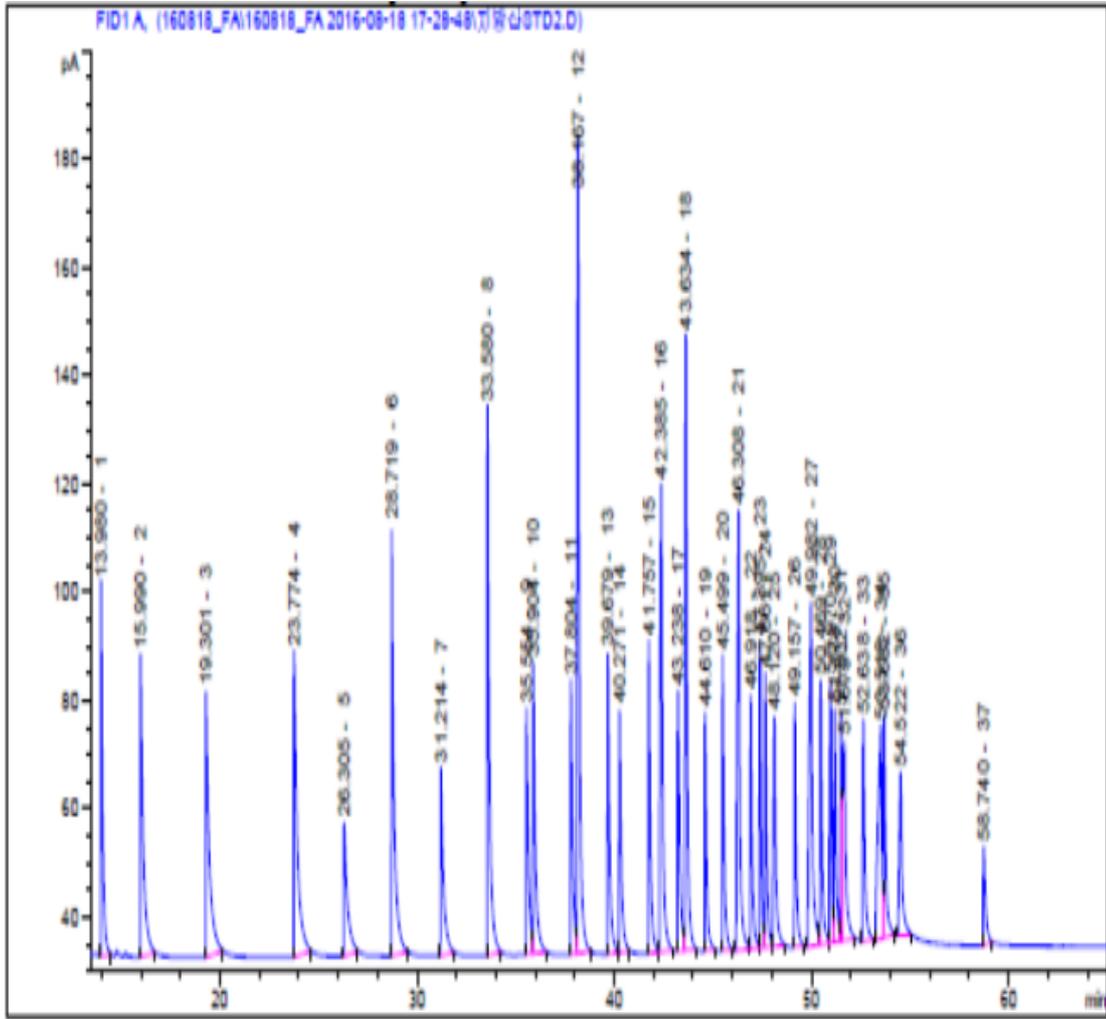


Figure 19. 지방산 표준물질 GC Peak

Table 16. 지방산 표준물질의 Retention time

NO	지방산	RT	
1	C4:0	Butyric acid	13.980
2	C6:0	Caproic acid	15.990
3	C8:0	Caprylic acid	19.301
4	C10:0	Capric acid	23.774
5	C11:0	Undecanoic acid	26.305
6	C12:0	Lauric acid	28.719
7	C13:0	Tridecanoic acid	31.214
8	C14:0	Myristic acid	33.580
9	C14:1	Myristoleic acid	35.554
10	C15:0	Pentadecanoic acid	35.904
11	C15:1	Cis-10-Pentadecenoic acid	37.804
12	C16:0	Palmitic acid	38.167
13	C16:1	Palmitoleic acid	39.679
14	C17:0	Heptadecanoic acid	40.271
15	C17:1	Cis-10-Heptadecenoic acid	41.757
16	C18:0	Stearic acid	42.385
17	C18:1n-9,trans	Elaidic acid	43.238
18	C18:1n-9,cis	Oleic acid	43.634
19	C18:2n-6,trans	Linolelaidic acid	44.610
20	C18:2n-6,cis	Linoleic acid	45.499
21	C20:0	Arachidic acid	46.308
22	C18:3n-6	$\gamma$ -Linolenic acid	46.918
23	C20:1	Cis-11-Eicosenoic acid	47.395
24	C18:3n-3	Linolenic acid	47.661
25	C21:0	Heneicosanoic acid	48.120
26	C20:2	Cis-11,14-Eicosadienoic acid	49.157
27	C20:2	Behenic acid	49.982
28	C20:3n-6	Cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid	50.469
29	C20:1n-9	Erucis Acid	50.970
30	C20:3n-3	Cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid	51.178
31	C20:4n-6	Arachidonic acid	51.502
32	C23:0	Tricosanoic acid	51.675
33	C22:2	Cis-13,16-Docosadienoic acid	52.638
34	C24:0	Lignoceric acid	53.518
35	C20:5n-3	Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid	53.682
36	C24:1	Nervonic acid	54.522
37	C22:6n-3	Cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid	58.740

## 아미노산

실험에 이용된 샘플은 지방산 측정과 같은 방식으로 샘플링 되었으며, 유리아미노산 측정을 위해 시료를 유도체 시킨 후 분석하였다. 시료의 전처리 과정은 시료 200mg에 6N HCL 30ml를 vial에 넣고 130℃에서 24시간 동안 가수분해하였다. 이후 초순수로 50ml가 되도록 희석하여 0.45 $\mu$ m수용성 syringe filter로 필터링 하였다. 이후 가수분해 된 시료20 $\mu$ l와 diluent 20 $\mu$ l를 섞은 후 GC-FID를 이용하여 측정하였고, 사용된 column은 10m\*0.25mm(ZB-AAA, Phenomenex, Torrance, CA, U.S.A)이다. Carrier gas는 Nitrogen, 1.5ml/min으로 하고 injector온도는 250℃, detector온도는 320℃로 하였으며, split ratio는 5:1비율로 함 유리 아미노산 분석에 사용된 표준 아미노산 용액은 Amino acid analysis kits(Phenomenex. Inc Germany)를 이용 하였다(Table 16), (Figure 20).

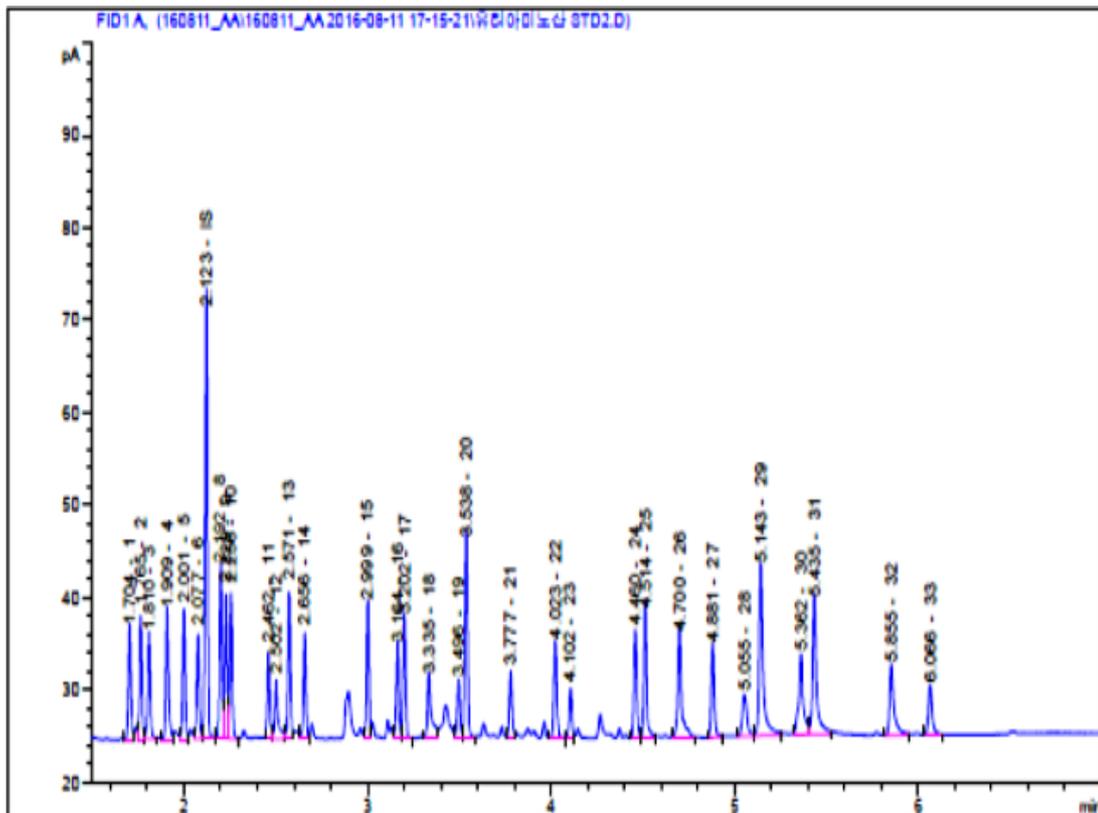


Figure .20 아미노산 표준물질의 GC

Table 17. 유리아미노산 표준물질의 Retention Time

NO	아미노산	RT
1	Alanine	1.703
2	Sarcosine	1.765
3	Glycine	1.808
4	$\alpha$ -Aminobutyric acid	1.905
5	Valine	1.998
6	$\beta$ -Aminobutyric acid	2.077
7	Norvaline	2.120
8	Leucine	2.198
9	allo-Isoleucine	2.229
10	Isolucine	2.254
11	Threonine	2.457
12	Serine	2.499
13	Proline	2.572
14	Asparagine	2.656
15	Thioprolin	2.998
16	Aspartic acid	3.164
17	Methionine	3.199
18	4-Hydroxyproline	3.335
19	Glutamic acid	3.494
20	Phenylalanine	3.536
21	$\alpha$ -Aminoadipic acid	3.779
22	$\alpha$ -Aminopimelic acid	4.023
23	Glutamine	4.105
24	Ornithine	4.456
25	Glycine-proline	4.514
26	Lysine	4.696
27	Histidine	4.879
28	Hydroxylysine	5.055
29	Tyrosine	5.141
30	Proline-hydroxyproline	5.342
31	Tryptophan	5.431
32	Cystathionine	5.855
33	Cystine	6.066

## 일반성분

단백질, 수분, 지방, 회분 분석은 AOAC(1995)에 준하여 분석하였다. 지방 및 수분 함량은 CEM 자동 추출장치(labwave9000/FAS 9001, CEM corp., Matthews, NC, USA)를 이용하여 분석하였다. 단백질은 kjeltec system (kjeltec auto 2400/2460, Foss Tecator AB, Höganäs, Sweden)을 이용하여 분석하였으며, 회분은 회분분석기(MAS 7000, CEM corp., Matthews, NC, USA)를 이용하여 분석하였다.

## 관능평가

연구에 사용한 흑우, 한우 및 수입우는 제주도내 마트 및 흑우 전문점에서 구입하였고, 이력번호를 확인하여, 흑우 4개 등급(1<sup>++</sup>등급, 1<sup>+</sup>, 2등급거세, 2등급얇컷), 한우 2개 등급( 1<sup>+</sup>등급, 2등급), 수입우 1종류(냉장 호주산)를 이용하였다. 관능검사는 제주대학교 학생을 대상으로 실시하였으며, 약 45명에 대해서 관능평가 교육을 실시 한 후에 랜덤으로 시료를 제공하여 평가를 진행하였다. 측정 항목은 조리 전, 조리 후로 나뉘서 진행하였으며, 조리 전 외관, 향, 색을 평가하였다. 조리 후 외관, 향, 맛, 조직감 항목을 평가하였다(Table 18, Figure 21).



Figure 21. 관능평가 교육

Table 18. 관능평가 세부 항목

상태	항목	세부항목	배점방식(1~9점)	
조리 전	외관	표면수분정도	1점: 건조해 보인다 9점: 매우 촉촉해 보인다	
		마블링 (축산물품질평가원 등급기준표)	축산물품질평가원 근내지방도판정표 사용 (1, 없다 ~ 9, 근내지방도가 높다)	
	향	이취	1점: 강한이취가 난다 9점: 이취가 느껴지지 않는다	
		금속성 향기	1점: 강한 금속성 향기 난다 9점: 금속성 향은 느껴지지 않는다	
	색	표준 육색 (축산물품질평가원 표준육색)	축산물품질평가원 표준육색판정표 사용 (1, 빨간색이 연하다 ~ 7, 빨간색이 진하다)	
	육안 신선도	1점: 상한 것처럼 보인다 9점: 매우 신선해 보인다		
조리 후	외관	윤기	1점: 매우 건조하다 9점: 표면이 윤기 있고, 외관이 우수하다	
		향	이취	1점: 이취가 매우 강하다 9점: 이취가 느껴지지 않는다
	풍미(고소한 향)		1점: 풍미가 느껴지지 않는다 9점: 식욕을 자극하는 강한향이 느껴진다	
	조식감	맛	1점: 매우 맛이 없다 9점: 맛이 매우 훌륭하다	
		다즙성	다즙성	1점: 전혀 느껴지지 않는다 9점: 육즙이 매우 풍부하다
			식감	1점: 전체적으로 불쾌하다 9점: 전체적으로 매우 훌륭하다
	연도	연도	1점: 매우 질기다 9점: 매우 부드럽다	
전체적 기호도(맛)		1점: 섭취할 수가 없다 9점: 매우 훌륭하다		

#### 전자코

시료 2g을 10mL 용량의 headspace용 vial(O.D. 23xheight 46mm)에 넣고, PTFE/rubber septa와 알루미늄 캡으로 밀봉한 후 자동 분석기(HS 100, Alpha MOS, Toulouse, France)에 의해 40℃ 에서 500 rpm으로 교반하면서 180초 동안 향기 성분을 추출 하였으며, 이후 자동 분석기의 실린지(45℃)로 헤드스페이스 가스 2.5mL를 뽑은 다음 12개의 metal oxide sensor가 장착된 전자코(FOX 3000, Alpha MOS, Toulouse, France)에 주입하였다. 이동상과 유속은 각각 고순도 air 및 150mL/min이었으며, 최종 산출된 자료는 주성분 분석법(Principal component analysis; Alpha soft version 8.01 software, Alpha MOS, Toulouse, France)에 의해 분석하였다

#### 전자혀

시료의 맛 분석은 시료를 5배 희석 한 후, 여과지(Whatman NO.5, Whatman International Ltd., UK)를 이용하여, 20mL vial에 각각 7mL씩 넣고 전자혀(GC type E Tongue Heracles II, Alpha Mos, France)를 활용하여 Table 과 같은 조건으로 분석하였다.

Table 19. Analysis conditions of Electronic Tongue

Items	Condition
Acquisition duration	120 s
Stirring rate	1
	SRS(sourness), BRS(bitterness)
Sensor	SWS(sweetness), STS(saltiness), (UMS(umami)

통계분석(statistical analysis)

각 분석항목별로 얻은 결과는 SAS(SAS, 2002) 프로그램의 General linear model(GLM) 방법으로 분석하였고, 처리구 평균간 비교는 Duncan의 다중검정법(multiple range test)으로 수행하였다. 유의수준은 5% 이내로 하였으며, 각 분석 결과값은 평균값과 표준오차로 나타내었다

## 결과 및 고찰

### 1. 제주 흑우의 육질특성 분석

#### (1) 제주 흑우의 조직감 및 연도 분석

##### 제주 흑우의 조직감

제주 흑우의 부위별 근육의 조직감을 측정하기 위하여, 19개(치맛살, 꾸릿, 양지, 사태, 목심, 우둔, 채끝, 제비추리, 설깃, 안창, 보섭, 도가니, 전각, 홍두깨, 안심, 등심, 부채살, 토시, 차돌)의 부위를 분석하였다. 결과 값은 Table. 20에 나타나있다. 제주 흑우의 부위별 조직감 측정 결과 부위별로 탄성(Resilience), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Springness), 검성(Gumminess)의 유의차는 크게 나지 않아 부위별로 조직감이 유사하다고 판단된다. 식육을 섭취 하였을 때 원하는 변형에 도달하는 데 필요한 힘을 나타내는 경도(Hardness)의 측정 결과 목심( $7.33 \pm 3.53$ )이 가장 큰 값이 나타났다. 그리고 설깃( $5.56 \pm 1.76$ ), 제비추리( $5.29 \pm 1.49$ )의 순으로 나타났으며, 전각( $1.32 \pm 2.48$ )이 가장 낮은 값을 나타냈다. 경도의 값이 높게 나타난 부위는 대부분 지방이 적고 적색육이 많은 부위로 나타났다. 부착성(Adhesiveness)은 식육을 씹었을 때 치아에서 떼어지는 힘을 측정한 항목이다. 가장 높게 나타난 부위는 양지( $8.07 \pm 4.29$ )이며, 설깃( $7.77 \pm 3.99$ ), 제비추리( $7.57 \pm 3.79$ )의 순서로 높은 값이 나타났다. 가장 낮은 값은 전각( $0.33 \pm 3.45$ )으로 경도의 측정값과 유사한 순서로 나타났다. 고체 상태의 시료를 삼킬 수 있는 상태로 만드는 힘을 나타내는 씹힘성(Chewiness)의 측정결과 목심( $387.47 \pm 187.74$ )이 가장 높게 나타났으며, 등심( $302.03 \pm 102.30$ ), 우둔( $301.87 \pm 102.14$ )의 순서로 나타났다. 채끝( $85.60 \pm 114.13$ )은 가장 낮은 값을 나타내었다. 이(2018)의 연구결과에서는 소고기의 부위별 전단가가 다른 것은 근절길이와 콜라겐의 함량의 차이의 영향을 받는다고 발표 하였다.

Honikel 등은 1981년에 도체는 사후강직이 시작하면 근절의 길이가 크게 수축한다고 발표 하였으며, 1982년 Hamm은 사후강직이 시작되면 근절의 길이가 수축 할 지라도 근육 내 모든 근섬유들이 동시에 수축하는 것은 아니라고 발표 하였다. Herring 등은 1965년에 근절길이가 길어질수록 전단력은 감소하고 연도

는 증가한다고 하였다.

Table 20. 제주 흑우의 부위별 조직감 측정 결과

	hardness (kg)	adhesiveness	Resilience	Cohesiveness	springiness	gumminess (kg)	chewiness (mJ)
치맛살	1.59 ±2.21	1.47 ±2.31	0.10 ±0.01	0.46 ±0.03	7.94 ±1.16	0.44 ±1.42	157.97 ±41.76
꾸릿	3.76 ±0.04	3.13 ±0.65	0.13 ±0.02	0.52 ±0.03	6.89 ±2.21	1.56 ±0.30	178.53 ±21.20
양지	5.05 ±1.25	8.07 ±4.29	0.12 ±0.01	0.49 ±0.00	10.15 ±1.05	2.49 ±0.63	248.63 ±48.90
사태	3.74 ±0.06	4.47 ±0.69	0.11 ±0.00	0.47 ±0.02	11.45 ±2.35	1.75 ±0.11	190.87 ±8.86
목심	7.33 ±3.53	2.20 ±1.58	0.17 ±0.06	0.55 ±0.06	9.96 ±0.86	3.91 ±2.05	387.47 ±187.74
우둔	4.65 ±0.85	5.10 ±1.32	0.12 ±0.01	0.58 ±0.09	10.31 ±1.21	2.97 ±1.11	301.87 ±102.14
채끝	2.52 ±1.28	5.20 ±1.42	0.09 ±0.02	0.39 ±0.10	9.44 ±0.34	0.99 ±0.87	85.60 ±114.13
제비 추리	5.29 ±1.49	7.57 ±3.79	0.10 ±0.01	0.48 ±0.01	10.92 ±1.82	2.44 ±0.58	262.67 ±62.94
설깃	5.56 ±1.76	7.77 ±3.99	0.11 ±0.00	0.50 ±0.01	9.30 ±0.20	2.79 ±0.93	254.20 ±54.47
안창	2.95 ±0.85	2.07 ±1.71	0.12 ±0.01	0.37 ±0.12	9.50 ±0.40	1.09 ±0.77	173.77 ±25.96
보섭	4.34 ±0.54	4.90 ±1.12	0.14 ±0.03	0.55 ±0.06	8.98 ±0.12	2.40 ±0.54	209.37 ±9.64
도가니	4.07 ±0.27	2.33 ±1.45	0.13 ±0.02	0.50 ±0.01	7.08 ±2.02	2.00 ±0.14	174.80 ±24.93
전각	1.32 ±2.48	0.33 ±3.45	0.10 ±0.01	0.43 ±0.06	7.00 ±2.10	0.57 ±1.29	139.30 ±60.43
홍두께	4.73 ±0.93	3.50 ±0.28	0.10 ±0.01	0.48 ±0.01	7.03 ±2.07	2.27 ±0.41	157.60 ±42.13
안심	3.41 ±0.39	3.10 ±0.68	0.10 ±0.01	0.40 ±0.09	10.02 ±0.92	1.37 ±0.49	134.43 ±65.30
등심	4.21 ±0.41	5.10 ±1.32	0.09 ±0.02	0.65 ±0.16	10.95 ±1.85	2.67 ±0.81	302.03 ±102.30
부채살	2.41 ±1.39	1.43 ±2.35	0.09 ±0.02	0.49 ±0.00	11.57 ±2.47	1.18 ±0.68	132.40 ±67.33
토시	2.8 ±1.00	1.57 ±2.21	0.12 ±0.01	0.48 ±0.01	5.77 ±3.33	1.37 ±0.49	145.77 ±53.96
차돌	2.5 ±1.30	3.87 ±0.09	0.12 ±0.01	0.44 ±0.05	8.80 ±0.30	1.06 ±0.80	157.67 ±42.06

Means ± standard deviation.

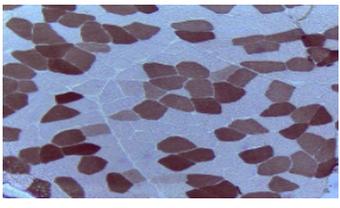
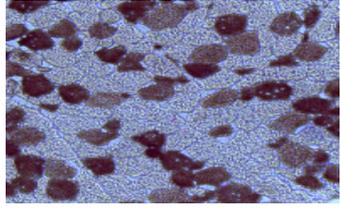
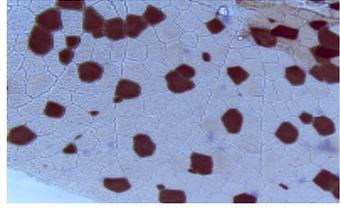
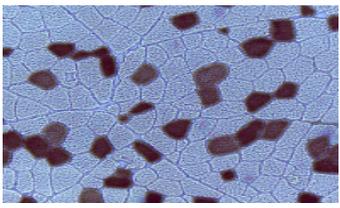
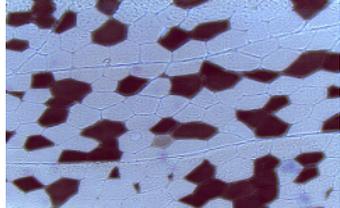
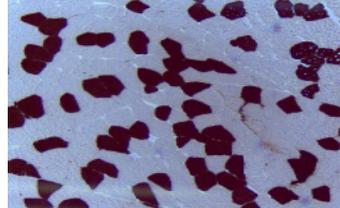
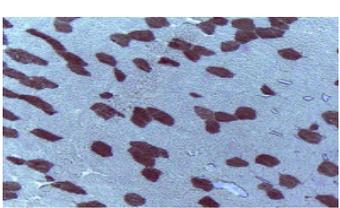
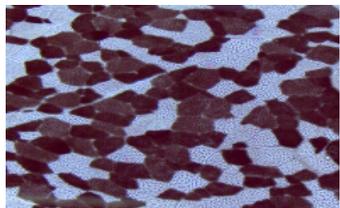
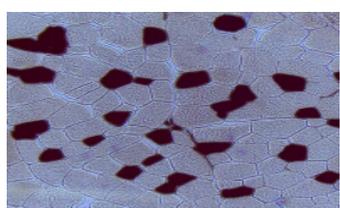
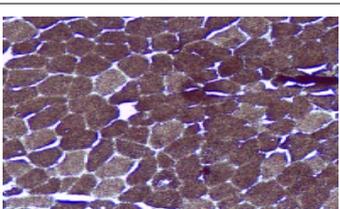
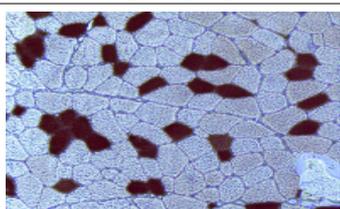
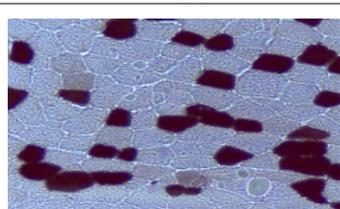
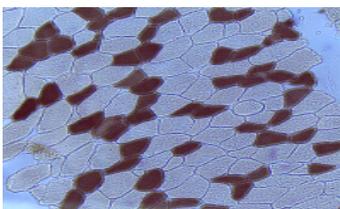
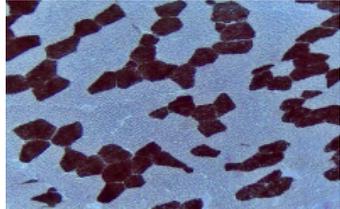
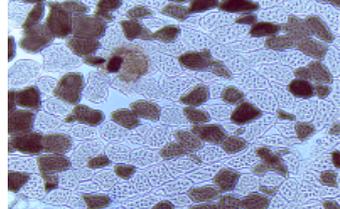
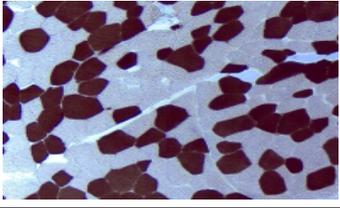
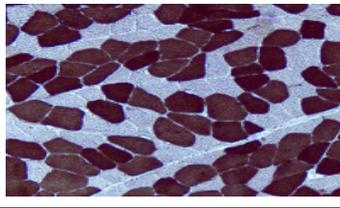
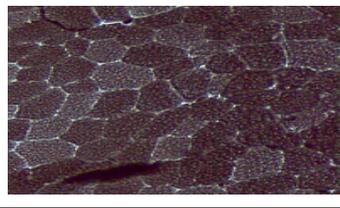
		
차돌	꾸릿살	양지
		
사태	목심	우둔
		
채끝	제비추리	설깃
		
안창	보섭	도가니
		
전각	홍두깨	안심
		
등심	부채살	토시살

Figure 22. 제주 흑우의 근섬유 분포

### 제주 흑우의 보수력

제주 흑우의 부위별 가열 감량 결과를 Figure 23에 나타냈다, 측정 결과 안심(30.84%), 전각(29.83%), 도가니(28.77%), 흥두께(28.11%) 순으로 가열감량이 높게 측정되었으며, 보섭살(7.38%)이 가장 낮은 가열감량을 보였다. 가열감량이 높게 나타난 부위는 대부분 지방이 많이 분포 되어 있지 않은 부위들이다. 지방이 골고루 분포되어 있는 등심(18.73%), 채끝(19.44%) 부위들에 비해 10%이상 높게 나타났다. 이는 조지방 함량이 높을수록 가열감량이 감소한다는 Han 등(1996)의 연구와 쇠고기의 가열 시 열에 의해 지방이 용해되면서 육 내 수분의 손실을 억제한다는 Lee(2008)의 연구와 유사한 경향을 나타내었다.

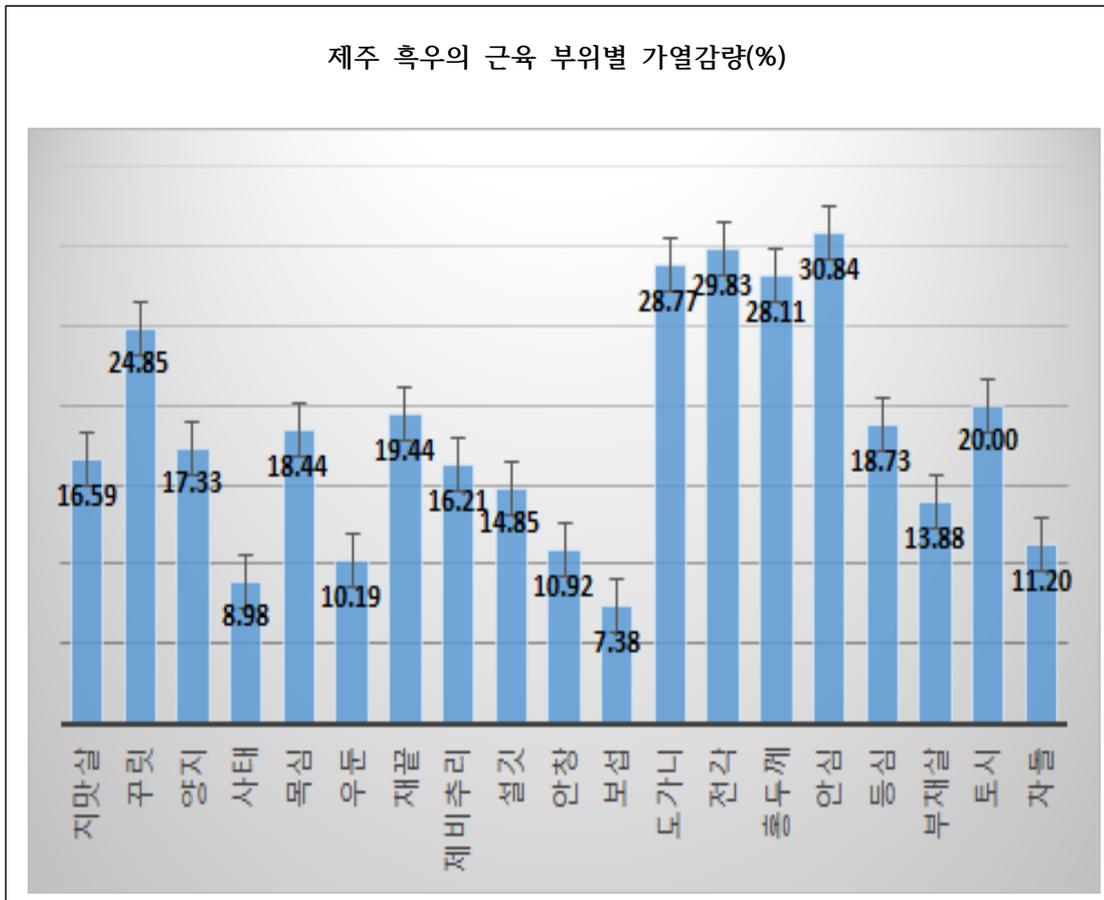


Figure 23. 제주 흑우의 부위별 가열감량 측정 결과

## 제주 흑우의 등급에 따른 전단력 및 조직감

제주 흑우의 등급에 따른 전단력 및 조직감의 분석 결과는 Figure 24, Figure 25에 나와 있다. 전단력(Shear force)의 측정값 결과는 전단력(Shear force)의 측정값 결과는 흑우 2등급( $5.54 \pm 0.47$ )이 가장 높게 나타났으며, 흑우1<sup>++</sup> 등급( $5.23 \pm 0.59$ )이 두번째 높게 나타났습니다. 흑한우 1<sup>+</sup> 등급은( $3.39 \pm 0.97$ ) 흑우의 모든 등급 보다 낮게 측정되었다. 전단력은 육질 외의 지방과 보수력 등의 여러 가지 요인의 영향을 받는다. 이(2008)는 한우고기의 육질등급에 따라 육질등급이 우수한 등급일수록 전단력이 낮아지는 경향이 있으나, 육질등급이 1등급 이상의 상위등급간의 사이에서는 유의성이 인정되지 않으며, 육질등급 1등급 이하의 등급들 간의 통계적 차이가 인정된다고 발표하였다(이 2008). Berry(1993)는 우육 내 근내지방도가 높을수록 전단력이 낮아진다고 하였으며, Kim 등(2002)은 근내지방도가 보수력과 양(+ )의 상관관계를 나타낸다고 하였으며, Park 등(2005)은 근내지방함량이 높은 쇠고기가 전단력의 수치가 낮다고 발표하였다. 이유는 근내지방 침착이 고기의 연도를 상대적으로 낮추어주는 역할을 한다고 발표 하였다.

보수성은 식육 및 식육가공제품의 수송, 저장, 건조, 숙성, 냉동, 해동, 분쇄, 훈연, 염지, 조리 등의 과정에서 경제적으로 가장 중요한 형질이라고 할 수 있으며, 식육내 수분함량과 분포상태는 고기의 연도, 육색, 다즙성, 조직감 등 외관에도 큰 영향을 미친다고 발표 하였다. Kang 등(1996)은 냉동, 해동, 절단, 열처리, 세절 등과 같은 물리적 처리가 고기에 가해질 때 수분을 잃지 않고 보유할 수 있는 능력에 신선육의 육색, 가열감량, 전단력이 부분적으로 관계가 있다고 발표 하였다.

조직감 측정 결과는 경도(Hardness)의 측정 결과 흑우 2등급 암컷( $3.15 \pm 0.79$ )가 가장 높게 나타났다. 두 번째는 흑우1<sup>++</sup> 등급( $2.98 \pm 0.68$ )이 높게 나타났으며, 경도의 측정결과에서도 한우1<sup>+</sup> 등급의 가장 낮은 값을 나타냈다. 부착성(Adhesiveness)의 측정결과는 흑우2등급거세( $4.53 \pm 1.89$ )가 가장 높게 나타났으며, 흑우1<sup>++</sup> 등급( $3.15 \pm 1.48$ )이 두 번째, 흑우2등급암컷( $1.27 \pm 0.31$ )이 가장 낮게 나타났다. 식육의 식품을 변형시키는 힘을 나타내는 탄력성(Springness)은 흑우1<sup>++</sup> 등급( $9.91 \pm 0.52$ )이 가장 높게 나타났으며, 한우1<sup>+</sup> 등급( $8.55 \pm 1.27$ )이 두

번째로 높게 측정되었으며, 흑우2등급암컷( $7.41 \pm 1.81$ )이 가장 낮게 나타났다. 그리고, 식품의 탄성(Resilience)을 측정하는 항목에서는 흑우1<sup>++</sup>등급( $11045 \pm 24.25$ )와 흑우2등급암컷( $129.03 \pm 65.69$ )이 한우1<sup>+</sup>등급( $68.98 \pm 18.03$ )에 비하여 아주 높은 값을 나타내었다.

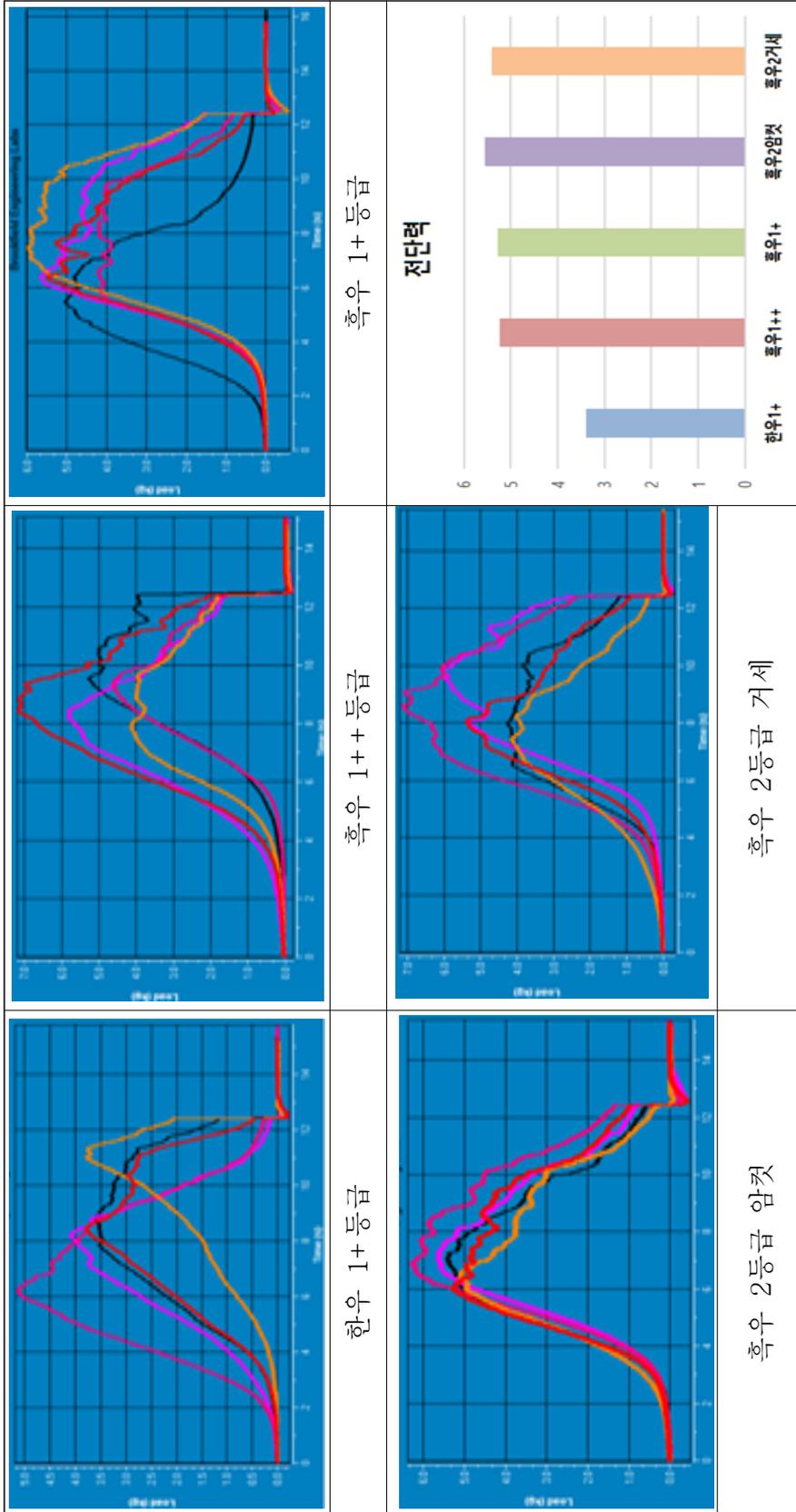


Figure 24. 제주 흑우의 등급에 따른 진단력 그래프

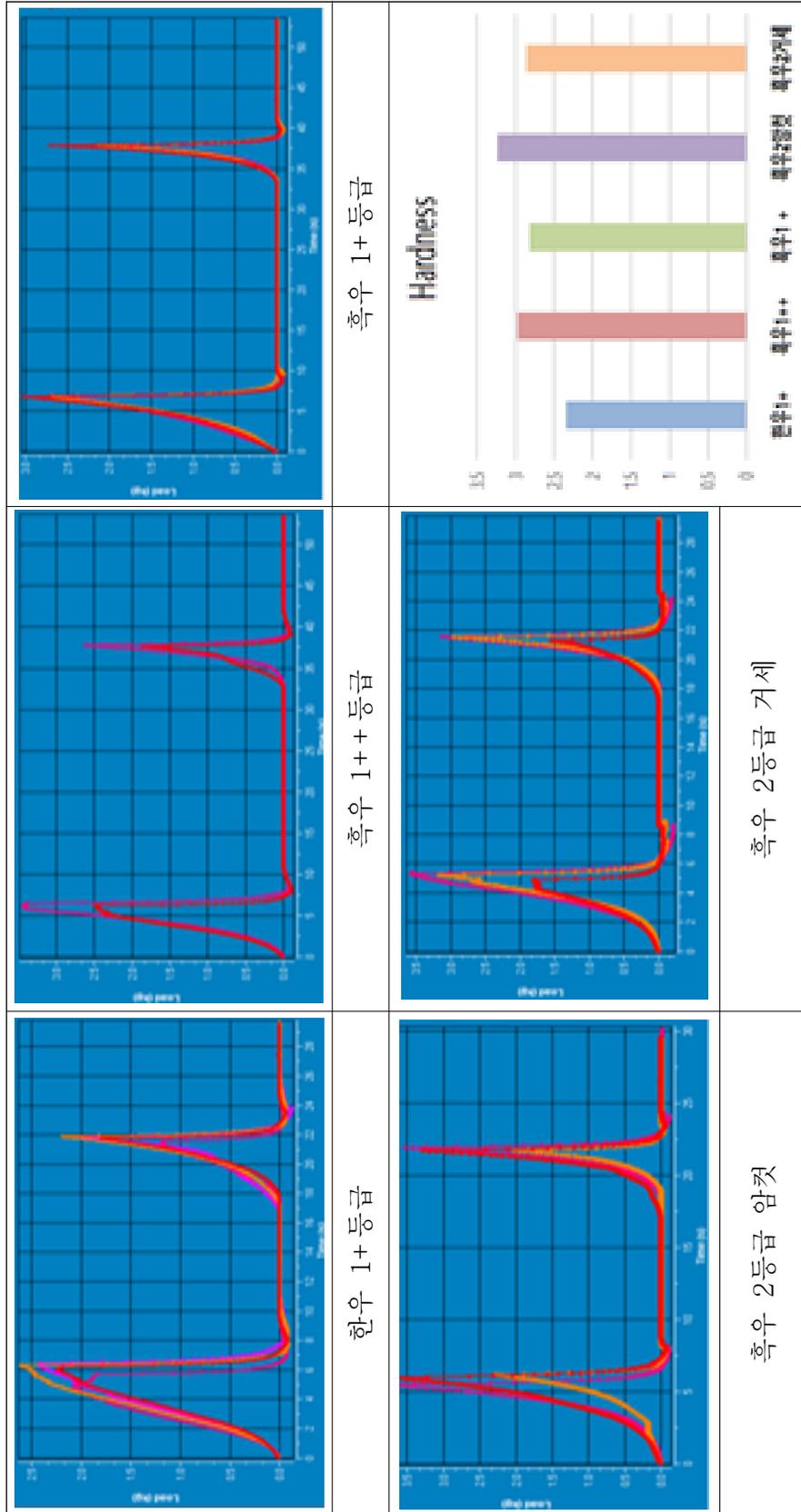


Figure 25. 제주 흑우의 등급에 따른 조직감(경도) 그래프

제주 흑우와 한우의 품종 및 성별에 따른 전단력 및 조직감의 상관관계

제주 흑우의 육색, 지방색, 가열감량, 전단력 및 조직감 항목간 상관관계를 분석한 결과를 Table 21에 나타내었다. 도체중(Carcass weight)은 육질 점수(Quality Score)와 육색 적색도(Meat a\*)와 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, Cooking loss(가열감량)과는 부(-)의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 도체중이 증가할수록 적색도가 높아 붉은색이 짙고, 육질 점수도 높으며, 보수력 항목인 가열감량은 낮게 측정되어 보수력이 좋아지는 것으로 해석할 수 있다. 육질 점수(Quality Score)는 육색 적색도(Meat a\*), 지방색 명도(Fat L\*)와 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, 경도(Hardness), 검성(Gumminess)와는 부(-)의 상관관계를 나타냈다. 육색 명도(Meat L\*)와 육색 황색도(Meat b\*)와는 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, 이와 반대로 전단력(Shear force)와는 부(-)의 상관관계를 보였다.

	Quality Score	Meat L*	Meat a*	Meat b*	Fat L*	Fat a*	fat b*	Cooking loss	shear force	hardness	adhesiveness	resilience	cohesiveness	springiness	gumminess	chewiness
Carcass Weight	0.73***	-0.27	0.29*	0.18	0.26	-0.19	-0.16	-0.34*	0.10	-0.15	0.23	0.22	0.09	0.23	-0.19	0.06
Quality Score		-0.09	0.32*	0.26	0.34*	-0.31*	-0.39**	-0.30	0.08	-0.36*	0.20	0.15	-0.07	0.25	-0.35*	-0.21
Meat L*			0.12	0.51**	0.04	0.07	0.03	-0.03	-0.34*	-0.09	-0.04	0.20	-0.25	-0.10	-0.24	-0.17
Meat a*				0.84**	-0.20	0.19	0.04	-0.04	-0.31	-0.37*	0.09	-0.09	-0.11	0.13	-0.25	-0.18
Meat b*					-0.11	0.21	0.06	-0.13	-0.40**	-0.34*	0.12	0.09	-0.25	0.09	-0.34*	-0.25
Fat L*						-0.79***	-0.54***	0.05	0.13	-0.15	0.04	0.33*	-0.01	0.03	-0.21	-0.08
Fat a*							0.83***	-0.06	-0.27	0.11	-0.13	-0.24	-0.11	-0.14	0.08	-0.05
fat b*								0.11	-0.06	0.14	-0.15	-0.26	-0.02	-0.12	0.17	0.04
Cooking loss									-0.04	0.08	-0.02	-0.08	-0.17	0.10	0.04	0.12
shear force										0.38	-0.11	-0.11	0.44**	0.10	0.62***	0.50***
hardness											0.30	-0.08	0.10	0.15	0.83***	0.78***
adhesiveness												-0.34*	-0.46***	0.77***	0.12	0.30
resilience													0.20	-0.46***	-0.30	-0.08
cohesiveness														-0.32*	0.46***	0.22
springiness															0.12	0.29
gumminess																0.74***

Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$

Table 21. 제주 흑우와 한우의 품종 및 성별에 따른 전단력 및 조직감 측정 결과

일반성분 분석 결과

제주 흑우와 한우의 일반성분분석결과는 Table. 22에 나타 내었다. 일반성분 분석항목 중 수분, 조지방, 조회분, 조단백질, 가용무질소물(NFE), 열량은 품종 및 성별에 따른 차이는 크게 나타나지는 않았다. 콜레스테롤의 함량의 경우 한우 ( $11.66^b \pm 1.78$ )가 흑우( $3.00^a \pm 1.97$ )에 비해 높은 함량을 나타냈다( $P < 0.05$ ).

Table 22. 제주 흑우와 한우의 일반성분

	수분 (%)	조지방 (%)	조단백질 (%)	조회분 (%)	가용무질소물 (%)	열량 (kcal/100g)	콜레스테롤 (mg/100g)
제주 흑우	59.34 $\pm 6.28$	19.89 $\pm 8.33$	18.87 $\pm 2.68$	0.68 $\pm 0.09$	1.19 $\pm 0.81$	3048.67 $\pm 654.96$	3.00 <sup>a</sup> $\pm 1.97$
제주 한우	61.82 $\pm 4.68$	15.79 $\pm 6.26$	20.54 $\pm 1.77$	0.82 $\pm 0.10$	1.02 $\pm 0.45$	2772.62 $\pm 539.90$	11.66 <sup>b</sup> $\pm 1.78$
significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*

<sup>a-b</sup> means with different superscripts in the same row differ significantly( $P < 0.05$ ).

Level of significance: NS=not significant,  $*P < 0.05$ .

<sup>1)</sup> Means  $\pm$  standard deviation.

## (2) 지방산조성 분석

### 제주 흑우와 한우의 지방산 분석 결과

제주 흑우와 한우의 지방산 함량의 분석 결과는 Table 23와 Figure 26에 나타나있다. 제주 흑우와 한우의 지방산 함량의 분석결과 가장 큰 함량 차이가 나는 물질은 Palmitic acid, Oleic acid, Linoleic acid 이다. 이 세가지 물질은 소고기의 있어서 매우 중요한 물질들이다. 이는 반추동물의 근육내 포화지방산은 비반추 동물보다 많고, 다가 불포화지방산/포화지방산으로 가수 분해시키기 때문이다. Palmitic acid 는 한우의 전체 지방산 비중 중 27.93%, 제주 흑우는 23.36%의 높은 비율을 나타내었다. Westerling과 Hedrick(1979)의 연구결과에 따르면 Palmitic acid와 Linoleic acid의 함량이 높아지게 되면 소고기의 풍미에는 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

소고기의 풍미 물질인 Oleic acid은 제주 흑우가 전체 지방함량의 비중 중 55.09%, 한우가 47.36%을 나타냈다. Marchello(1970)의 연구결과에서는 Oleic acid의 함량이 높으면 일반적으로 맛에 대한 관능평가에서 높은 점수를 얻었다고 발표하였다. 품종과 성별로 비교 하면, 한우암컷이 72%, 한우거세 49.75%, 제주 흑우암컷 56.34%, 제주 흑우거세 53.95%로 제주 흑우암컷의 Oleic acid의 함량이 가장 높게 나타났다. 포화지방산(SFA)의 측정결과는 제주 흑우 35.33%, 한우 42.44%로 나타났다. 제주 흑우와 한우의 불포화지방산 측정 결과는 단일 불포화지방산(MUFA)의 경우 제주 흑우가 61.08%, 한우가 54.79%를 나타냈으며, 다중 불포화지방산(PUFA)의 측정결과도 제주 흑우(3.29%), 한우(2.39%)가 높게 나타났다.

이(2008)의 연구결과에서는 육질이 우수한 등급일수록 포화지방산 함량이 낮고, 불포화지방산 함량이 높다는 결과가 나타났다. 또한, 등급별 지방산 조성의 특징적인 점은 우수한 등급의 한우 고기일수록 단가 불포화지방산의 함량이 높아진다고 하였으며, 쉽게 산화되어 요리 또는 저장 중에 불쾌치를 유발 할 수 있다는 다가 불포화지방산(PUFA)의 함량은 육질이 우수한 등급의 한우일수록 낮아진다는 결과를 발표하였다.

Table 23. 제주 흑우와 한우의 지방산 측정 결과

	한우		제주 흑우		significance
	Female (n=11)	CM <sup>1)</sup> (n=16)	Female (n=8)	CM (n=17)	
C14:0 (Myristic Acid)	3.44 ±0.69 <sup>2)</sup>	3.50 ±0.91	2.35 ±0.25	2.38 ±0.56	NS
C14:1 (Myristoleic Acid)	0.91 ±0.47	0.99 ±0.42	1.06 ±0.61	0.93 ±0.04	NS
C15:0 (Pentadecanoic Acid)	0.25 ±0.05	0.20 ±0.08	0.00 ±0.00	0.22 ±0.10	NS
C16:0 (Palmitic Acid)	28.74 <sup>a</sup> ±2.29	26.83 <sup>ab</sup> ±1.86	22.23 <sup>b</sup> ±1.87	23.52 <sup>b</sup> ±1.41	***
C16:1 (Palmitoleic Acid)	5.10 ±0.49	5.37 ±0.85	6.07 ±2.16	5.45 ±1.07	NS
C17:0 (Heptadecanoic Acid)	0.66 ±0.18	0.81 ±0.25	0.72 ±0.42	0.39 ±0.20	NS
C17:1 Heptadecenoic Acid)	0.59 ±0.06	0.82 ±0.08	0.94 ±0.12	0.64 ±0.07	NS
C18:0 (Stearic Acid)	11.13 ±0.66	10.37 ±0.99	9.32 ±1.73	9.92 ±1.79	NS
C18:1n-9,Cis (Oleic Acid)	47.20 <sup>b</sup> ±4.03	49.75 <sup>ab</sup> ±3.14	56.34 <sup>a</sup> ±5.66	53.95 <sup>a</sup> ±4.48	*
C18:2n-6,Cis (Linoleic Acid)	1.95 <sup>b</sup> ±0.48	1.94 <sup>b</sup> ±0.39	2.56 <sup>a</sup> ±0.46	2.66 <sup>a</sup> ±0.49	*
C20:0 (Arachidic Acid)	0.04 ±0.00	0.02 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS
C18:3n-6 γ-Linolenic acid)	0.05 ±0.01	0.03 ±0.01	0.00 ±0.00	0.03 ±0.01	NS
C18:3n-3 Linolenic acid)	0.10 ±0.03	0.09 ±0.01	0.00 ±0.00	0.13 ±0.05	NS
C20:1 (Cis-11-Eicosenoic Acid)	0.36 ±0.23	0.41 ±0.11	0.47 ±0.07	0.61 ±0.29	NS
C20:2 (Cis-11,14-Eicosadienoic Acid)	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.65 ±1.46	NS
C20:3n-6 (Cis-8,11,14-Eicosatrienoic Acid)	0.15 ±0.06	0.13 ±0.08	0.37 ±0.21	0.28 ±0.02	NS
C20:4n-6 (Arachidonic Acid)	0.47 ±0.32	0.25 ±0.23	0.45 ±0.40	0.71 ±0.68	NS
SFA	43.90 <sup>a</sup> ±3.23	41.22 <sup>a</sup> ±3.11	33.36 <sup>c</sup> ±4.17	35.66 <sup>c</sup> ±3.76	***
MUFA	53.52 <sup>b</sup> ±3.16	56.44 <sup>b</sup> ±2.85	63.50 <sup>a</sup> ±3.79	60.50 <sup>a</sup> ±3.98	**
PUFA	2.58 <sup>b</sup> ±0.66	2.32 <sup>b</sup> ±0.67	3.13 <sup>a</sup> ±0.68	3.83 <sup>a</sup> ±1.15	*

<sup>a-c</sup> means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).  
Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ .

<sup>1)</sup>CM; Castrated male.

<sup>2)</sup>Means ± standard deviation.

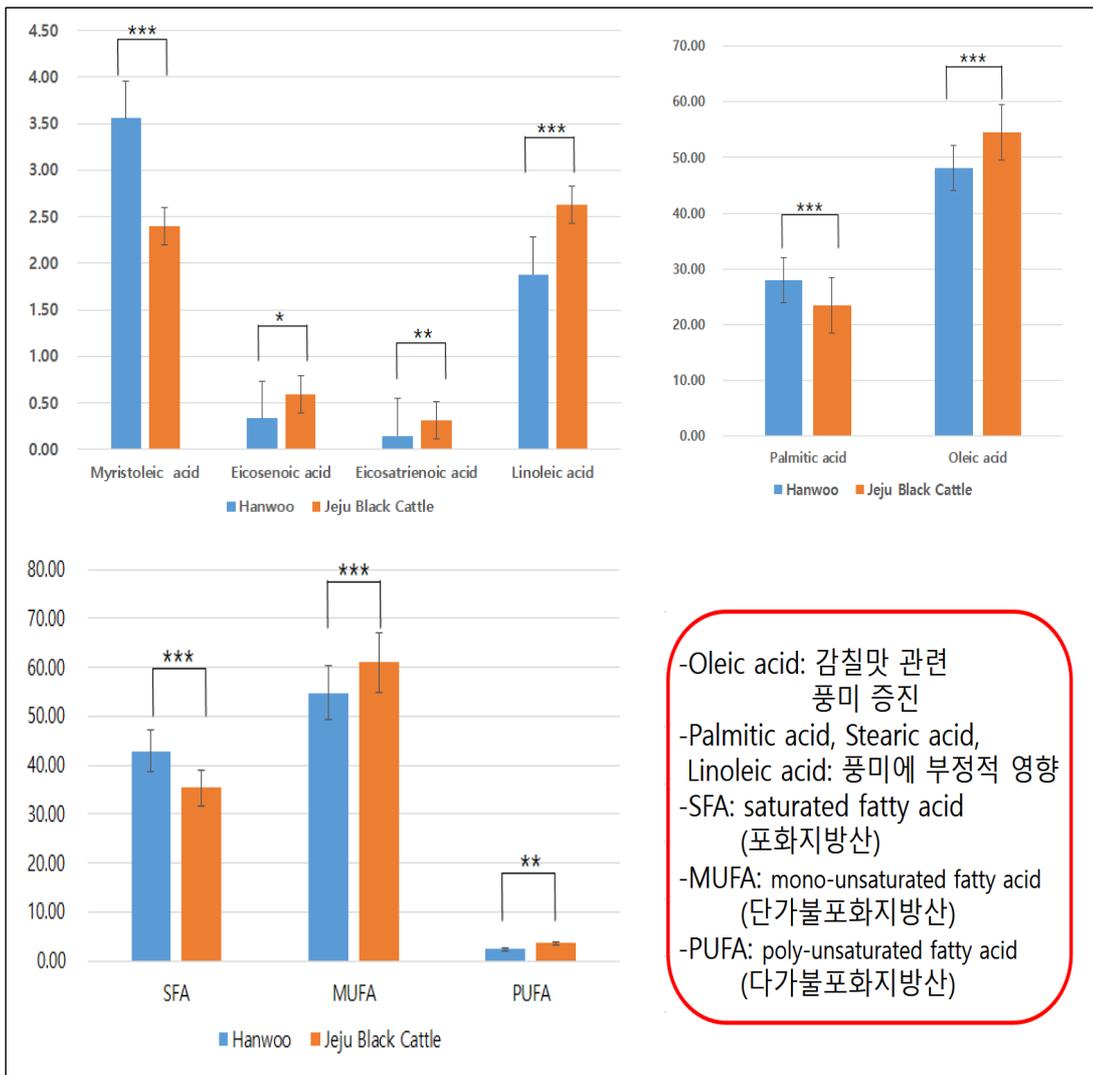


Figure 26. 주요 지방산 분석결과

## 제주 흑우의 부위별 지방산 분석 결과

제주 흑우의 부위별 지방산 조성은 Table 24에 나타나 있다. Palmitic acid는 제주 흑우안심( $26.79 \pm 2.47$ )이 가장 높게 나타났다. Oleic acid는 우둔부위( $50.20 \pm 1.99$ )가 가장 높게 나왔으며, 안심부위( $45.87 \pm 3.38$ )가 가장 낮게 나타났다. 제주 흑우의 등급 및 지방산 조성을 Figure 27에 나타냈다. Palmitic acid의 함량 분석 결과 등심근 부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급, 안심 부위에서는 제주 흑우2등급, 치마살 부위에서는 제주 흑우1<sup>+</sup>등급, 우둔 부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급이 가장 높게 측정되었다. Oleic acid의 함량 분석 결과는 등심근 부위에서는 제주 흑우1<sup>+</sup>등급, 안심부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급, 치마살 부위에서는 한우 1<sup>+</sup>등급, 우둔 부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급이 가장 높게 나타났다.

지방산 조성은 영양적인 가치, 향미, 육질, 유통기한 등의 다양한 부분에서 큰 영향을 나타낸다. 소고기 내 지방산 조성은 매우 중요하다. 지방산은 인체구성 성분으로서 필수지방산과 비필수지방산으로 나누어진다. 필수지방산은 체내에서 합성되지 않거나, 합성되는 양이 부족하므로, 반드시 식사를 통해 섭취해야 한다. 이를 통해 신체를 정상적으로 유지하고 체내의 여러 생리과정을 정상적으로 수행 할 수 있게 된다. 지방산 조성은 소의 품종, 계절 및 사료(Song 등, 2000), 비육기간(정 등, 2003) 고기의 부위에 따라 다르고, 지방산 조성에 미치는 영향도 근육조직 보다 지방 조직에서 더욱 뚜렷하다. 육질 등급에 의한 영향도 크게 받는다(정 등, 2003).

Table 24. 제주 흑우의 등급별 지방산 조성

	흑우 1++등급	흑우 1+등급	흑우 2등급	한우 1+
Capric acid C10:0	0.07 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Lauric acid C12:0	0.10 ± 0.09	0.10 ± 0.08	0.08 ± 0.01	0.07 ± 0.01
Myristic acid C14:0	3.33 ± 1.75	2.76 ± 0.95	2.79 ± 0.15	2.71 ± 0.87
myristoleic acid C14:1	0.97 ± 0.77	0.85 ± 0.10	0.68 ± 0.07	0.65 ± 0.07
Pentadecanoic acid C15:0	0.22 ± 0.21	0.32 ± 0.01	0.25 ± 0.01	0.23 ± 0.05
Palmitic acid C16:0	28.72 ± 2.25	24.60 ± 0.87	25.32 ± 1.11	27.59 ± 3.21
Palmitoleic acid C16:1	5.14 ± 0.10	4.05 ± 0.14	4.95 ± 0.56	3.47 ± 0.01
Heptadecanoic acid C17:0	1.01 ± 0.01	1.35 ± 0.01	1.24 ± 0.06	1.32 ± 0.04
Margaroleic acid C17:1	0.52 ± 0.09	0.59 ± 0.01	0.67 ± 0.01	0.53 ± 0.47
Stearic acid C18:0	10.75 ± 3.34	13.59 ± 2.14	9.13 ± 0.08	14.10 ± 1.11
Octadecenoic acid C18:1n-9, trans	1.03 ± 0.07	1.82 ± 0.07	0.72 ± 0.05	0.00 ± 0.00
oleic acid C18:1n-9, cis	45.29 ± 2.22	45.26 ± 3.11	49.98 ± 4.54	42.45 ± 1.58
Octadecadienoic acid C18:2n-6,trans	0.40 ± 0.01	0.47 ± 0.01	0.42 ± 0.17	2.49 ± 0.44
Linoleic acid C18:2n-6, Cis	1.44 ± 0.87	2.66 ± 0.77	2.40 ± 0.90	2.98 ± 0.75
Arachidic acid C20:0	0.06 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.07 ± 0.01
Eicosenic acid C20:1	0.26 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.29 ± 0.01
Linolenic acid C18:3n-3	0.05 ± 0.02	0.11 ± 0.02	0.13 ± 0.07	0.10 ± 0.01
Heneicosanic acid C21:0	0.25 ± 0.75	0.49 ± 0.01	0.39 ± 0.06	0.27 ± 0.07
Eicosatrienoic acid C20:3n-6	0.16 ± 0.01	0.23 ± 0.02	0.22 ± 0.07	0.24 ± 0.02
Tricosanoic acid C23:0	0.24 ± 0.01	0.36 ± 0.10	0.41 ± 0.09	0.45 ± 0.01

Means ± standard deviation.

Table 25. 제주 흑우의 부위별 지방산 조성

	흑우 등심	흑우 치맛살	흑우 우둔	흑우 안심
Capric acid C10:0	0.01 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Lauric acid C12:0	0.08 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.05	0.00 ± 0.00
Myristic acid C14:0	2.87 ± 0.54	3.01 ± 0.32	2.76 ± 0.34	2.99 ± 0.35
myristoleic acid C14:1	0.75 ± 0.29	0.88 ± 0.41	1.03 ± 0.21	0.64 ± 0.12
Pentadecanoic acid C15:0	0.26 ± 0.04	0.12 ± 0.15	0.13 ± 0.11	0.26 ± 0.03
Palmitic acid C16:0	25.77 ± 3.31	24.76 ± 1.81	24.83 ± 0.29	26.79 ± 2.47
Palmitoleic acid C16:1	4.83 ± 0.95	5.77 ± 1.92	6.45 ± 1.40	4.78 ± 0.78
Heptadecanoic acid C17:0	1.22 ± 0.14	0.57 ± 0.03	0.80 ± 0.21	0.73 ± 0.03
Margaroleic acid C17:1	0.63 ± 0.09	0.66 ± 0.21	0.67 ± 0.03	0.65 ± 0.19
Stearic acid C18:0	10.14 ± 5.20	10.12 ± 2.87	8.66 ± 1.82	11.90 ± 2.03
Octadecenoic acid C18:1n-9,trans	0.95 ± 1.20	0.69 ± 0.50	0.29 ± 0.50	0.95 ± 0.22
oleic acid C18:1n-9,Cis	48.41 ± 3.18	49.59 ± 1.12	50.20 ± 1.99	45.87 ± 3.38
Octadecadienoic acid C18:2n-6,trans	0.42 ± 0.16	0.11 ± 0.13	0.11 ± 0.09	0.00 ± 0.00
Linoleic acid C18:2n-6,Cis	2.28 ± 0.48	2.56 ± 0.37	2.62 ± 1.25	2.99 ± 0.90
Arachidic acid C20:0	0.06 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Eicosenic acid C20:1	0.21 ± 0.13	0.38 ± 0.09	0.24 ± 0.13	0.17 ± 0.15
Linolenic acid C18:3n-3	0.11 ± 0.07	0.00 ± 0.00	0.04 ± 0.07	0.00 ± 0.00
Heneicosanic acid C20:0	0.38 ± 0.10	0.18 ± 0.22	0.17 ± 0.15	0.29 ± 0.05
Eicosatrienoic acid C20:3n-6	0.21 ± 0.04	0.07 ± 0.13	0.24 ± 0.01	0.37 ± 0.08
Arachidonic acid C20:4n-6	0.00 ± 0.00	0.53 ± 0.12	0.17 ± 0.03	0.27 ± 0.04
Tricosanoic acid C23:0	0.37 ± 0.15	0.00 ± 0.00	0.56 ± 0.05	0.36 ± 0.03

Means ± standard deviation.

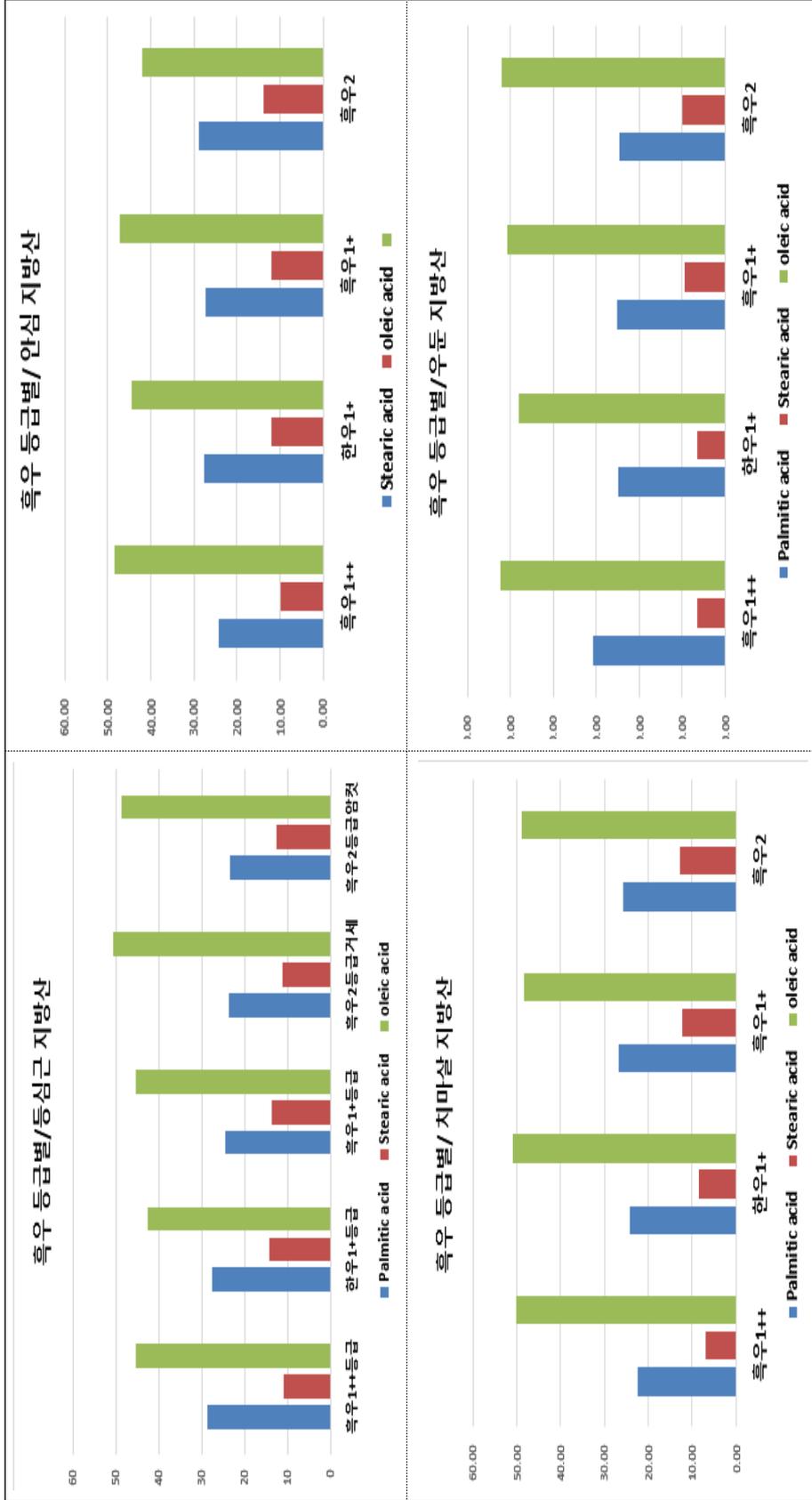


Figure 27. 제주 흑우의 등급 및 부위별 지방산 조성

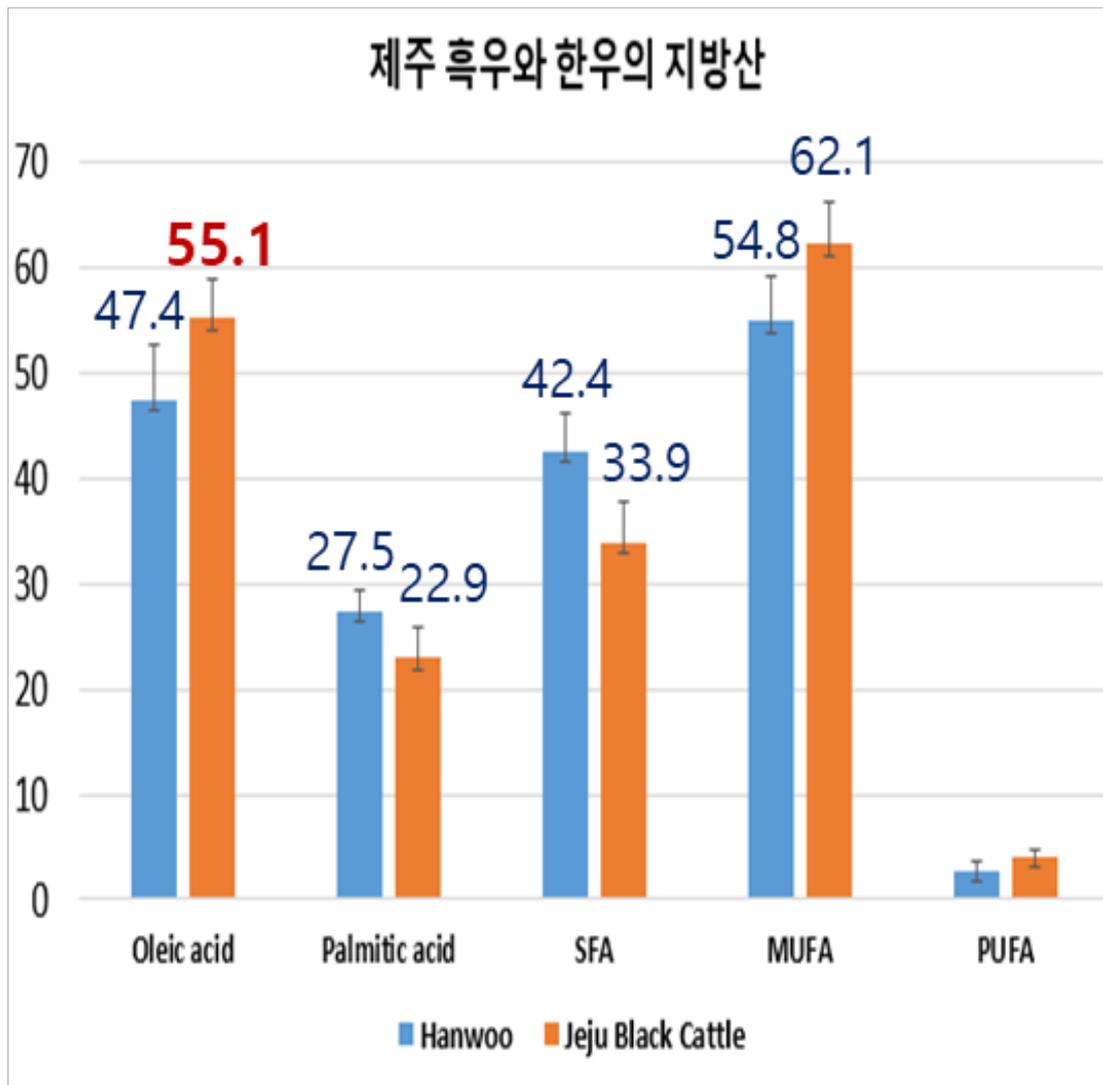


Figure 28. 제주 흑우의 지방산 중 올레인 함량

### (3) 아미노산조성 분석

#### 제주 흑우의 아미노산 분석결과

인체를 구성하고 있는 단백질 아미노산의 조성은 식육의 아미노산 조성과 매우 유사하다. 이는 인간들에게 가장 우수한 단백질을 공급할 수 있는 공급원이 된다. 이러한 아미노산의 함량 분석 결과는 Table 26, Figure 29에 나타내었다. 제주 흑우와 제주 한우의 성별에 따른 아미노산 측정 결과, 소고기에 있어서 가장 중요한 감칠맛을 내는 Glutamic acid의 경우 제주 흑우 2.8%, 한우 3.09%로 제주 한우가 흑우보다 높은 측정값을 나타냈다. 쓴맛에 영향을 미치는 것으로 알려진 valine, leucine, isoleucine, methionine은 한우가 유의적으로 제주 흑우와 비교하였을 때 높은 값을 관찰 되었다( $P < 0.05$ ). 대부분의 아미노산은 쓴맛 혹은 단맛으로 느낄 수 있다. Kirimura 등(1969)에 의하면 glutamic acid의 나트륨 염은 짠맛과 다른 맛을 나타낸다고 하였다. glycine 과 poline은 콜라겐과 엘라스틴에 풍부하게 함유된 것으로 알려져 있다. 이러한 glycine 과 poline은 한우보다 제주 흑우에 유의적으로 많이 함유된 것으로 관찰 되었다.

Table 26. 제주 흑우와 한우의 아미노산 측정 결과

	한우		제주 흑우		significance
	Female (n=11)	CM1) (n=16)	Female (n=8)	CM (n=17)	
Alanine	14.97 <sup>b</sup> ±1.27	22.54 <sup>a</sup> ±2.98	22.41 <sup>a</sup> ±3.49	23.71 <sup>a</sup> ±3.98	*
Asparagine	2.05 ±0.83	1.32 ±0.37	1.42 ±0.07	1.50 ±0.51	NS
Aspartic acid	1.76 <sup>a</sup> ±0.06	1.64 <sup>a</sup> ±0.11	0.00 ±0.00	1.25 <sup>b</sup> ±0.31	**
cystein	0.98 <sup>b</sup> ±0.03	0.46 <sup>b</sup> ±0.03	1.87 <sup>a</sup> ±0.14	0.58 <sup>b</sup> ±0.01	*
Glutamic acid	4.01 <sup>a</sup> ±1.16	2.39 <sup>b</sup> ±0.42	1.68 <sup>b</sup> ±0.09	2.08 <sup>b</sup> ±0.95	**
Glutamine	11.70 <sup>b</sup> ±1.50	23.76 <sup>a</sup> ±2.62	33.86 <sup>a</sup> ±8.41	25.47 <sup>a</sup> ±7.34	*
Glycine	5.81 ±0.20	5.30 ±1.07	5.05 ±0.40	6.26 ±1.64	NS
Histidine	2.14 ±0.45	2.59 ±0.52	3.53 ±1.20	3.34 ±1.49	NS
Isoleucine	5.16 <sup>a</sup> ±0.43	2.96 <sup>b</sup> ±0.74	2.20 <sup>b</sup> ±0.38	2.72 <sup>b</sup> ±0.73	***
Leucine	11.07 <sup>a</sup> ±0.72	6.22 <sup>b</sup> ±1.36	4.55 <sup>b</sup> ±0.65	5.59 <sup>b</sup> ±1.61	***
Lysine	1.64 <sup>b</sup> ±0.17	1.64 <sup>b</sup> ±0.31	2.68 <sup>a</sup> ±0.37	2.18 <sup>ab</sup> ±0.89	*
Methionine	5.90 <sup>a</sup> ±0.28	3.80 <sup>b</sup> ±0.45	2.47 <sup>c</sup> ±0.30	3.29 <sup>bc</sup> ±0.93	***
Ornithine	1.48 ±0.44	0.78 ±0.18	1.87 ±1.15	0.93 ±0.39	NS
Phenylalanine	7.27 <sup>a</sup> ±0.39	4.64 <sup>b</sup> ±0.75	3.65 <sup>b</sup> ±0.62	4.30 <sup>b</sup> ±1.00	**
Proline	1.95 <sup>b</sup> ±0.04	2.61 <sup>a</sup> ±0.23	2.42 <sup>ab</sup> ±0.33	2.65 <sup>a</sup> ±0.33	*
Serine	6.05 <sup>a</sup> ±0.07	3.94 <sup>b</sup> ±0.60	2.62 <sup>b</sup> ±0.01	3.81 <sup>b</sup> ±1.39	**
Threonine	4.98 <sup>a</sup> ±0.17	2.82 <sup>b</sup> ±0.68	1.95 <sup>b</sup> ±0.28	2.74 <sup>b</sup> ±1.00	**
Tyrosine	0.54 <sup>b</sup> ±0.13	2.66 <sup>a</sup> ±0.63	2.32 <sup>a</sup> ±0.06	1.91 <sup>a</sup> ±0.64	**
Valine	6.32 <sup>a</sup> ±0.82	4.50 <sup>ab</sup> ±0.92	3.14 <sup>b</sup> ±0.65	3.93 <sup>b</sup> ±1.42	*

<sup>a-c</sup> means with different superscripts in the same row differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ .

<sup>1</sup>)CM; Castrated male.

<sup>2</sup>)Means ± standard deviation.

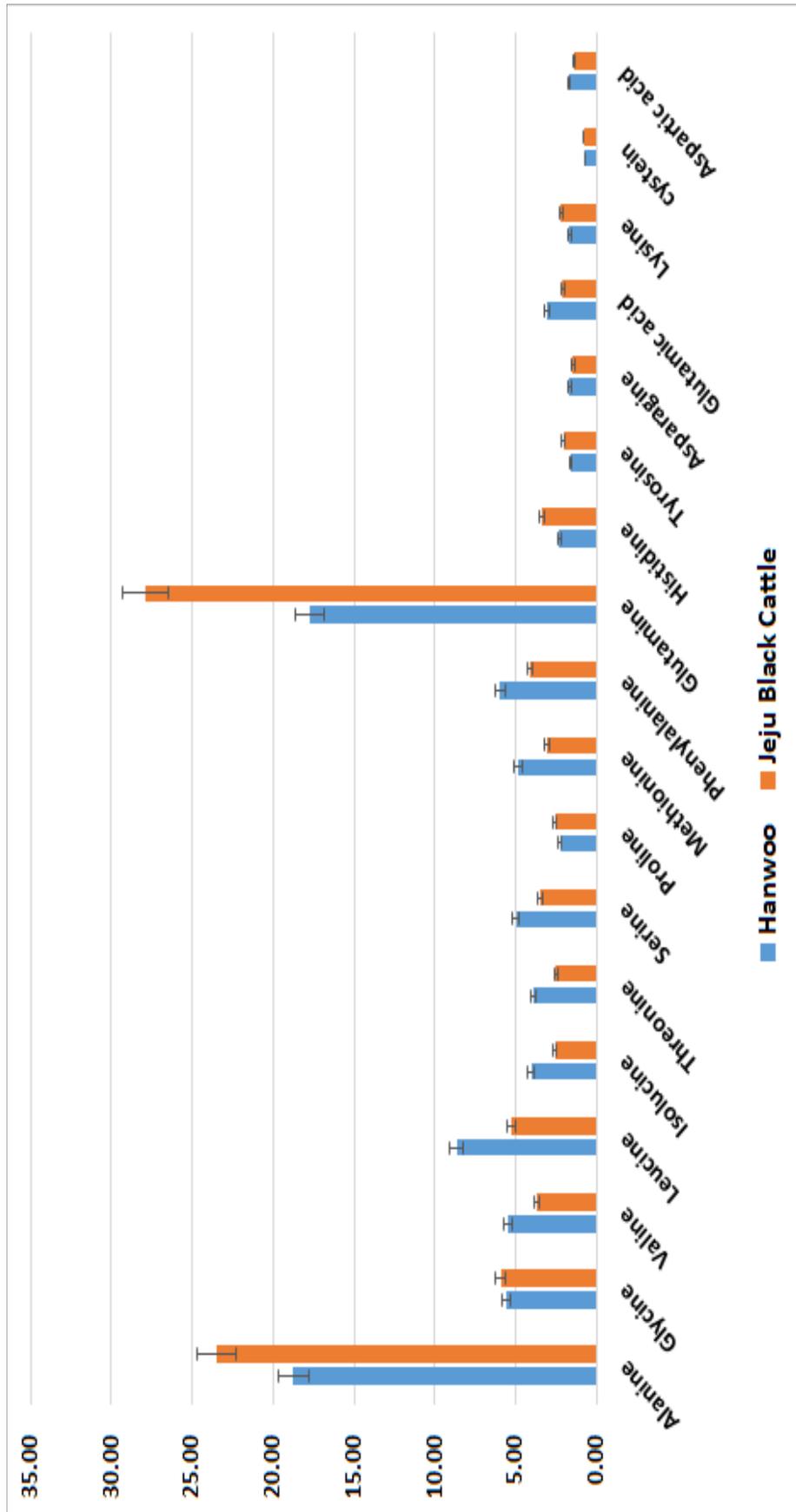


Figure 29. 주요 아미노산 분석 결과

## 2. 제주 흑우의 품질특성분석

### 관능평가

소고기의 맛의 대한 연구는 활발히 진행되고 있다. 소비자들은 연도, 풍미, 다즙성 등의 요인을 통해 맛을 결정한다. 고기의 맛은 품종, 사양, 사료 성별, 체중, 도축 과정 가공, 숙성 및 조리 중에 일어나는 화학적 변화에 의해 결정된다. 그리고 최종 관능적 특성에도 영향 미친다. 본 연구에서는 흑우와 한우 및 수입우의 섭취 전 섭취 후 관능적 특성에 대해서 평가하였다. 관능 평가 연구에 사용한 흑우, 한우 및 수입우는 제주도내 마트 및 흑우 전문점에서 구입하였고, 이력번호를 확인하여, 흑우 4개 등급(1<sup>++</sup>등급, 1<sup>+</sup>, 2등급거세, 2등급 암컷), 한우 2개 등급( 1<sup>+</sup>등급, 2등급), 수입우 1종류(냉장 호주산)를 이용하였다. 관능검사는 제주대학교 학생을 대상으로 실시하였으며, 약 45명에 대해서 관능평가 교육을 실시 한 후에 랜덤으로 시료를 제공하여 평가를 진행하였다. 측정 항목은 조리 전, 조리 후로 나뉘서 진행하였으며, 조리 전 외관, 향, 색을 평가하였으며, 조리 후 외관, 향, 맛, 조직감 항목을 평가하였다. 세부 측정항목은 Table 18에 나타나 있다. 측정결과는 Table 27, Table 28, Figure 30에 나타내었다. 제주 흑우와 한우 및 호주산 수입우의 관능평가 결과를 살펴보면, 조리하기 전에 표면의 수분상태를 나타낸 ‘표면수분정도’는 제주 흑우 1<sup>++</sup>가 가장 높은 값을 보였으며, 수입우의 경우 3.5점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 섭취 전 외관 마블링 검사에서 흑우 1<sup>++</sup>가 가장 높은 평가를 받았으며, 한우 2등급 과 수입우가 가장 낮은 평가점수를 나타냈다. 섭취하기 전 이취가 느껴지는지에 대한 물음에는 수입우가 이취가 발생하는 것으로 확인되었으며, 금속성 향기가 맡아지는지에 대한 물음에는 모든 샘플에서 느껴지지 않는 것으로 확인되었다. 육안으로 신선도를 판단한 결과 흑우 2등급거세, 한우1<sup>+</sup>등급, 한우 2등급이 높은 점수를 받았으며, 수입우가 가장 낮은 평가를 받았다. 이취는 가열 후에 모든 고기에서 느껴지지 않는 것으로 확인되었다. 조리된 소고기를 입으로 씹었을 때 느껴지는 풍미 항목에서는 제주 흑우 1<sup>+</sup>등급이 7.3점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 흑우 2등급 거세가 7.2점, 한우 1<sup>+</sup>등급이 6.81점, 흑우 1<sup>+</sup>등급이 6.43점으로 확인되었으며, 수입우가 가장 낮은 3.0점으로 평가되었다. 소고기의 맛(감칠맛)이 항목은 등급이 가장 좋은 제주 흑우 1<sup>++</sup>등급과 흑우 2등급 거세가 7점대 점수를 받았으며, 흑우 1<sup>+</sup>등급, 한우 1<sup>+</sup>등급이 6점대 점수를 받았

으며, 수입우가 가장 낮은 3.2점을 받았다. 육즙과 관련이 있는 다즙성 항목에서는 제주 흑우 1<sup>++</sup>등급과 흑우 2등급거세가 가장 높은 값을 받았으며, 씹힘성과 연도 평가 결과에서는 흑우 1<sup>++</sup>가 가장 높은 값을 받았다. 전체적인 기호도를 살펴보면, 제주 흑우 1<sup>++</sup>등급이 8.1점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 한우 1<sup>+</sup>등급이 7점, 흑우 2등급 거세, 2등급 암컷 순으로 평가되었다.

Table 27. 품종 및 등급별 섭취 전 관능평가 결과

섭취 전						
	표면수분 정도	마블링	이취	금속성 향기	표면육색	육안 신선도
흑우 1++ 등급	6.52 ±2.23	7.36 ±1.55	5.48 ±2.58	7.38 ±2.18	4.64 ±1.46	4.71 ±1.90
흑우 1+ 등급	6.40 ±2.69	5.85 ±1.73	5.16 ±2.90	6.67 ±2.48	4.50 ±1.82	6.14 ±2.75
흑우 2등급 암컷	6.29 ±1.90	4.71 ±1.80	4.53 ±2.65	5.79 ±2.63	5.10 ±1.70	3.35 ±2.06
흑우 2등급 거세	6.40 ±1.47	6.68 ±1.40	6.80 ±2.40	7.75 ±2.10	6.28 ±1.35	7.45 ±1.47
한우 1+ 등급	6.05 ±1.53	7.38 ±1.32	6.81 ±2.05	7.02 ±2.48	5.42 ±1.30	7.84 ±1.31
한우 2등급	6.45 ±1.10	2.55 ±1.06	8.09 ±1.48	8.05 ±1.70	5.91 ±1.19	7.14 ±1.39
수입우	3.59 ±1.26	3.32 ±0.99	3.41 ±2.17	6.64 ±2.50	2.23 ±1.54	2.68 ±1.49

Means ± standard deviation.

Table 28. 품종 및 등급별 섭취 후 관능평가 결과

섭취 후								
	윤기	이취	풍미	맛	다즙성	씹힘성	연도	전체적 기호도
흑우 1+ 등급	8.50 ±0.61	6.60 ±2.23	7.30 ±1.66	7.60 ±1.70	7.95 ±1.23	8.65 ±0.81	8.60 ±0.88	8.16 ±1.17
흑우 1+ 등급	7.74 ±1.19	7.10 ±2.10	6.43 ±1.93	6.10 ±1.51	7.02 ±1.47	6.93 ±1.28	7.14 ±1.37	6.39 ±1.81
흑우 2등급 암컷	6.19 ±2.24	6.39 ±2.24	5.79 ±2.05	5.83 ±2.01	6.07 ±2.15	6.04 ±1.93	6.10 ±2.06	5.61 ±2.00
흑우 2등급 거세	7.85 ±1.31	7.35 ±2.18	7.20 ±1.51	7.05 ±1.28	7.24 ±1.70	6.68 ±1.09	4.93 ±1.49	6.84 ±1.30
한우 1+ 등급	7.00 ±1.27	7.58 ±1.80	6.81 ±1.45	6.90 ±1.41	6.86 ±1.65	6.86 ±1.65	6.33 ±1.34	7.05 ±1.24
한우 2등급	6.86 ±1.55	8.14 ±1.13	6.00 ±1.83	6.41 ±1.30	5.91 ±1.41	6.18 ±1.30	5.77 ±1.85	6.91 ±1.23
수입우	3.36 ±1.43	5.00 ±2.86	3.09 ±1.93	3.27 ±1.91	3.00 ±1.66	3.59 ±1.71	4.50 ±1.74	3.18 ±1.74

Means ± standard deviation.

<p>제주 흑우</p>  <p>&lt; 1++등급, 제주 흑우 &gt;</p>	<p>제주 흑우</p>  <p>&lt; 1+ 등급, 제주 흑우 &gt;</p>
<p>제주 흑우</p>  <p>&lt; 1+등급, 제주 흑우 &gt;</p>	<p>제주 흑우</p>  <p>&lt; 2등급, 제주 흑우 &gt;</p>
<p>제주 흑우</p>  <p>&lt; 2등급, 제주 흑우 &gt;</p>	<p>제주 한우</p>  <p>&lt; 1+등급, 제주 한우 &gt;</p>



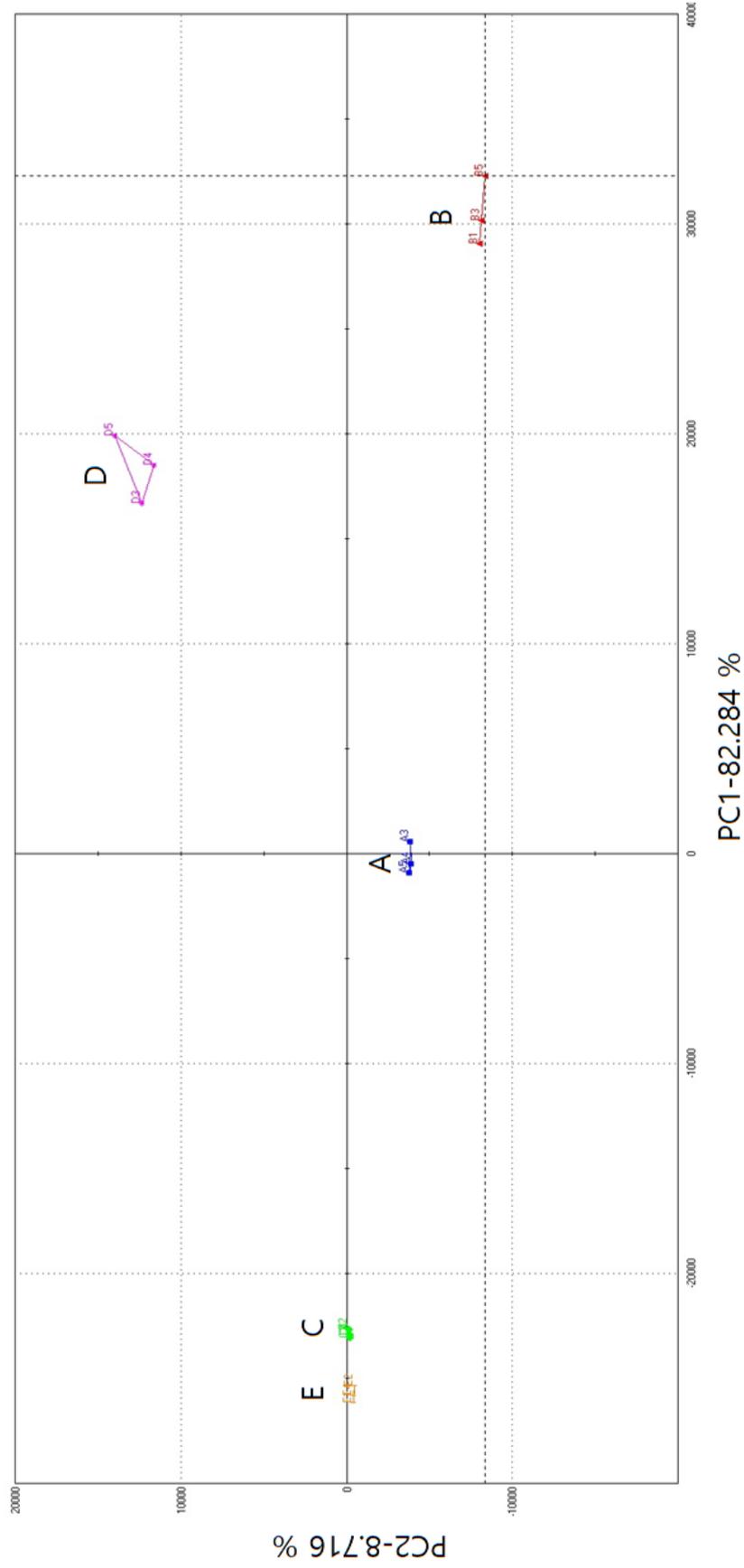
Figure 30. 관능평가에 사용된 흑우, 한우, 수입우 등심 단면 사진

### 기계적 측정을 통한 풍미 특성 분석(전자코)

고기를 가열해서 섭취를 할 때 다양한 향과 맛을 느낄 수 있으며, 이러한 향과 맛은 고기가 가열되면 아미노산과 당이 분해되고 열에 의해 복잡한 화학반응을 일으켜 향이 생성된다. 소고기에는 탄수화물과 리보핵산, 단백질, 지방산과 티아민 등 다양한 풍미 전구물질이 들어 있으며, 이 성분들은 근육에서 고기로 전환되는 과정에서 효소 반응을 통해 저분자 물질로 전환된다.

전자코를 이용하여 소고기의 향기를 측정한 결과는 Figure 31에 나타나있다. 결과는 품종별, 등급별 소고기의 전자코 주요 측정 결과를 판별함수의 주성분 분석법(Principal component analysis, PCA)을 이용하여 그래프로 나타내었다. PCA 분석법은 짧은 시간 내에 발생된 많은 데이터를 2차원 또는 3차원의 데이터로 만들고 가장 큰 변화량을 가지고 있는 성분을 1주성분(x축), 그다음으로 큰 변화량을 가지고 있는 주성분을 2주성분(y축), 제1주성분 PC1은 82.284%로 나타났으며, 제2주성분은 8.716%로 확인되었다. 1성분과 2성분의 점유율은 91%가 되며, PC1과 PC2는 추출과정 중에 머무른 시간(Retention time)을 이용하여, 확인을 할 수가 있었다. 하지만 전자코는 복합적인 향성분의 전기적 화학적 특성을 다중 센서 배열의 선택적 감지를 통해서 얻어지는 데이터를 통계적 기법을 이용하여 패턴분석만 가능하기 때문에 시료간이 풍미 차이만 확인 가능하다. 구체적인 풍미 물질 분석을 위해서는 GC를 이용하여 Retention time에 해당하는 물질을 찾아낸 후 분석을 진행해야 할 것으로 사료된다.

본 실험 결과 흑우 등급에 따른 향미 차이가 나타났으며, 흑우 1+ 등급의 경우 그래프의 중심에 위치하였으며, 2등급인 경우에는 우측 상단에 분포하였다. 품종별 등급별 분포가 다르게 나타났으며, 이를 통하여 품종별 풍미 차이도 기계적 측정을 통해서 분류가 되는 것을 확인되었다.



A: 학우 1+등급, B: 학우 2등급, C: 학우 2등급, D: 학우 2등급, E: 수입우

Figure 31. 소고기 품종 및 등급에 따른 전자코 향기 패턴의 PCA(principal component analysis)분석 결과

기계적 측정을 통한 풍미 특성 분석(전자혀)

본 연구에서는 소고기의 품종별 및 등급별 맛의 차이 비교를 위하여 전자혀를 활용하였으며, 소고기를 일정한 온도로 가열을 한 뒤 균질기(homogenizer)를 이용하여 분쇄 후 증류수에 10배 희석하여 액체 상태로 만들어 분석에 이용함 분석에 이용된 센서는 신맛(SRS), 짠맛(STS), UMS(감칠맛), 단맛(SWS), 쓴맛(BRS) 및 표준센서(GPS, SPS)를 이용하였다. 제주 흑우(1+ 등급, 2등급), 제주 한우(1+ 등급, 2등급), 호주산 수입우의 전자혀 측정 결과를 Figure 32에 나타냈으며, 모든 측정 결과를 다차원으로 종합한 주성분 분석법(Principal component analysis, PCA)을 이용하여 품종 및 등급에 따른 차이를 확인하였다. 흑우 1+의 전자혀 측정결과 맛이 다른 품종과 확연하게 구분(그래프 우측 상단에 위치)이 되었으며, 호주산 수입우의 경우에도 다른 품종과 맛 구분이 되는 것으로 확인되었다. 한우 2등급 흑우 2등급 한우 1+의 경우 전자 혀 측정결과 비슷하게 확인 되었으며, 이 결과 제주 흑우 1+등급은 기계적 측정 결과에서도 다른 품종과 비교하여 맛이 구분되는 확인되었다. 전자코와 전자혀를 이용하여 소고기 품종 및 등급 간에 향미, 풍미가 다르게 측정되는 것을 확인 할 수 있으며, 이러한 데이터를 이용하여, 소고기의 풍미 물질 및 풍미 전구물질 분석에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

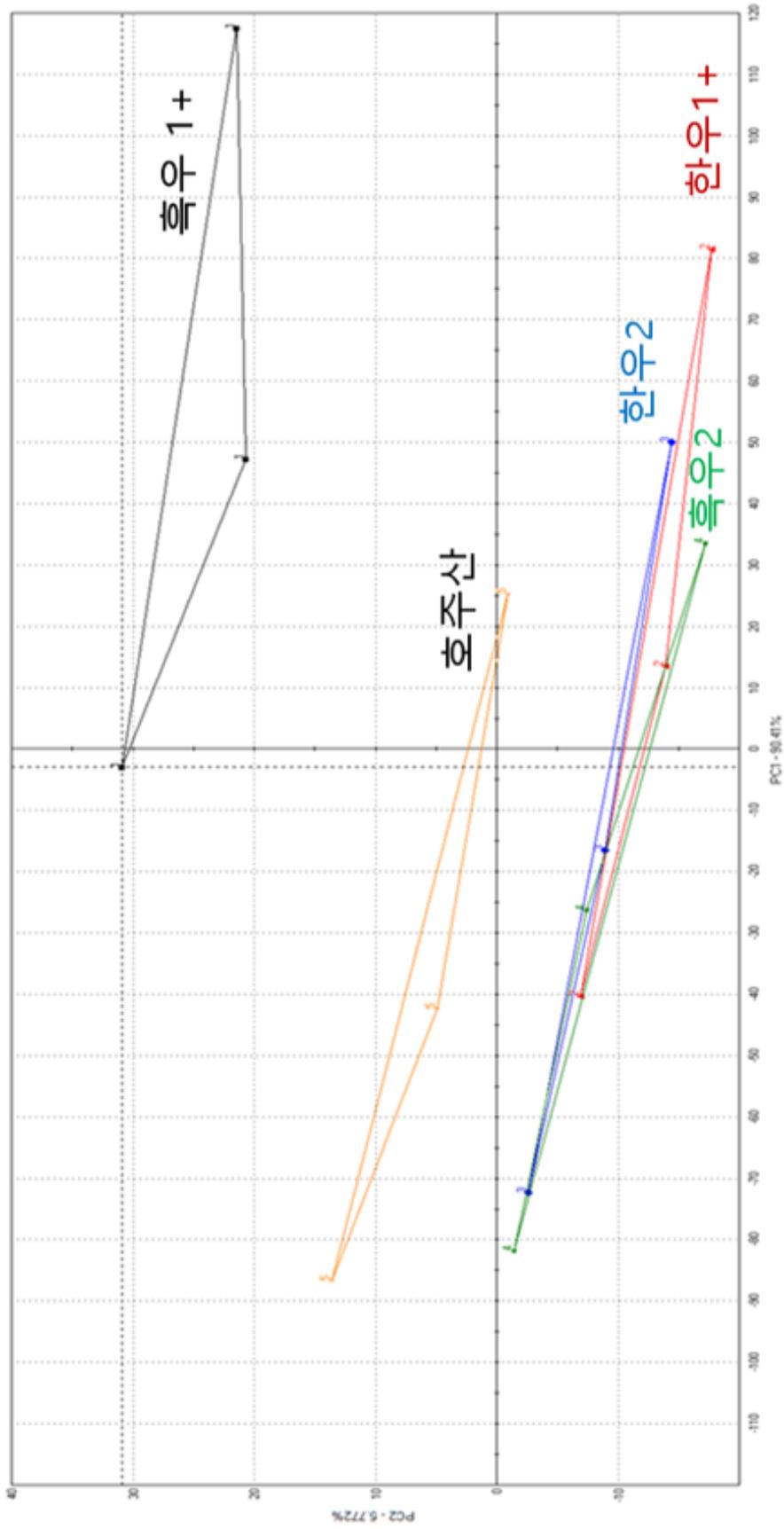


Figure 32. 소고기 등급 및 품종에 따른 전자혀 PCA분석 결과

## 숙성기간별 품질분석

### 숙성일에 따른 제주 흑우의 육색 및 지방색 분석

제주 흑우의 숙성일에 따른 부위별(19개 부위) 육색변화를 Table 29, Table 30에 나타내었다. 숙성일(aging day)은 1, 16일로 설정하여 부위별로 숙성기간이 증가함에 따라 변화하는 육색, 지방색을 측정하였다. 숙성 1일째 19개 부위(치맛살, 꾸릿, 양지, 사태, 목심, 우둔, 채끝, 제비추리, 설깃, 안창, 보섭, 도가니, 전각, 흥두께, 안심, 등심, 부채살, 토시, 차돌) 중 안심의 명도( $34.02 \pm 3.74$ )가 가장 높게 나타났으며, 적색도는 설깃( $20.70 \pm 1.15$ )이 가장 높게 나타났다. 그리고 황색도는 전각( $8.76 \pm 2.80$ )이 가장 높게 나타났다. 숙성 16일째 19개 부위 측정 결과에서도 안심( $35.32 \pm 3.20$ )의 명도가 가장 높게 측정되었다. 적색도의 경우도 안심( $24.51 \pm 3.56$ )의 측정값이 가장 높게 나타났으며, 황색도의 측정결과에서는 차돌( $9.26 \pm 1.65$ )이 가장 높게 측정되었다. 지방색의 측정 결과는 1일 숙성 지방의 측정 결과 목심 지방( $73.24 \pm 7.22$ )의 명도가 가장 높게 나타났다. 그리고 안심 지방( $13.59 \pm 9.83$ )의 적색도가 가장 높았으며, 황색도의 측정결과 우둔 지방( $11.49 \pm 6.03$ )의 값이 가장 높게 나타났다. 숙성 16일째 지방색의 측정결과에서는 부채살 지방( $60.9 \pm 7.72$ )의 명도가 가장 높게 나타났으며, 목심 지방( $18.64 \pm 5.52$ )은 적색도가 가장 높게 나타났으며, 우둔지방( $13.06 \pm 3.79$ )의 황색도가 가장 높게 측정되었다. Figure 33에 실험에 사용된 19개 부위별 사진이 나와 있다.

Table 29. 숙성일(1일)에 따른 제주 흑우의 육색 및 지방색 측정 결과

	숙 성 1 일					
	육 색			지 방 색		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
치맛살	31.54 ±1.26	17.70 ±1.85	4.21 ±1.75	56.78 ±9.24	4.86 ±1.10	2.32 ±3.14
꾸 릇	33.36 ±3.08	20.43 ±0.88	5.33 ±0.63	65.4 ±0.62	2.67 ±1.09	3.35 ±2.11
양 지	30.90 ±0.64	18.89 ±0.66	6.66 ±0.70	73.03 ±7.01	0.40 ±3.36	4.64 ±0.82
사 태	27.45 ±2.83	19.17 ±0.38	4.55 ±1.41	66.35 ±0.33	2.56 ±1.20	3.35 ±2.11
목 심	25.58 ±4.70	17.90 ±1.65	3.94 ±2.02	73.24 ±7.22	1.80 ±1.96	7.14 ±1.68
우 둔	27.26 ±3.02	19.99 ±0.44	6.39 ±0.43	63.71 ±2.31	12.44 ±8.68	11.49 ±6.03
채 끝	29.36 ±0.92	21.32 ±1.77	8.11 ±2.15	65.90 ±0.12	2.56 ±1.20	6.60 ±1.14
제 비 주 리	32.67 ±2.39	19.65 ±0.10	6.95 ±0.99	78.30 ±12.28	0.85 ±2.91	5.47 ±0.01
설 깃	31.19 ±0.91	20.70 ±1.15	7.68 ±1.72	62.14 ±3.88	1.46 ±2.30	3.78 ±1.68
안 창	34.01 ±3.73	17.65 ±1.90	3.06 ±2.90	64.25 ±1.77	4.28 ±0.52	4.47 ±0.99
보 섭	27.71 ±2.57	18.03 ±1.52	4.86 ±1.10	68.93 ±2.91	2.23 ±1.53	5.08 ±0.38
도가니	27.73 ±2.55	19.92 ±0.37	5.23 ±0.73	68.37 ±2.35	0.37 ±3.39	2.03 ±3.43
전 각	29.8 ±0.48	21.85 ±2.30	8.76 ±2.80	59.40 ±6.62	5.03 ±1.27	4.40 ±1.06
홍두께	31.61 ±1.33	20.82 ±1.27	8.29 ±2.33	63.07 ±2.95	2.38 ±1.38	2.77 ±2.69
안 심	34.02 ±3.74	20.57 ±1.02	8.09 ±2.13	58.73 ±7.29	13.59 ±9.83	11.44 ±5.98
등 심	31.17 ±0.89	20.63 ±1.08	7.29 ±1.33	69.01 ±2.99	2.94 ±0.82	6.68 ±1.22
부채살	30.93 ±0.65	19.77 ±0.22	3.93 ±2.03	68.94 ±2.92	2.33 ±1.43	4.45 ±1.01
토 시	26.77 ±3.51	17.65 ±1.90	2.81 ±3.15	67.16 ±1.14	7.49 ±3.73	9.02 ±3.56
차 돌	32.28 ±2.00	18.89 ±0.66	7.10 ±1.14	61.72 ±4.30	1.17 ±2.59	5.29 ±0.17

Means ± standard deviation.

Table 30. 숙성일(16일)에 따른 제주 흑우의 육색 및 지방색 측정 결과

	숙 성 16 일					
	육 색			지 방 색		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
치맛살	29.91 ±2.21	20.64 ±0.31	7.43 ±0.18	45.40 ±7.78	12.78 ±0.34	7.32 ±1.95
꾸 렷	33.49 ±1.37	21.32 ±0.37	7.80 ±0.19	52.45 ±0.73	16.95 ±3.83	8.83 ±0.44
양 지	32.88 ±0.76	20.68 ±0.27	7.67 ±0.06	60.30 ±7.12	4.290 ±8.83	6.84 ±2.43
사 태	30.05 ±2.07	17.37 ±3.58	4.95 ±2.66	56.57 ±3.39	13.96 ±0.84	10.98 ±1.71
목 심	31.4 ±0.72	19.32 ±1.63	5.83 ±1.78	48.40 ±4.78	18.64 ±5.52	10.99 ±1.72
우 둔	31.14 ±0.98	22.58 ±1.63	8.78 ±1.17	56.00 ±2.82	16.77 ±3.65	13.06 ±3.79
채 끝	32.68 ±0.56	22.54 ±1.59	8.21 ±0.60	54.95 ±1.77	12.85 ±0.27	9.90 ±0.63
체 비 리	31.34 ±0.78	19.81 ±1.14	5.75 ±1.86	58.09 ±4.91	11.82 ±1.30	9.39 ±0.12
설 깃	33.62 ±1.50	22.08 ±1.13	8.34 ±0.73	46.96 ±6.22	10.65 ±2.47	7.19 ±2.08
안 창	33.75 ±1.63	19.13 ±1.82	6.61 ±1.00	51.62 ±1.56	17.47 ±4.35	9.47 ±0.20
보 섭	31.77 ±0.35	21.00 ±0.05	8.04 ±0.43	51.48 ±1.70	15.41 ±2.29	9.56 ±0.29
도가니	30.92 ±1.20	19.49 ±1.46	6.37 ±1.24	50.99 ±2.19	11.62 ±1.50	8.48 ±0.79
전 각	32.15 ±0.03	20.25 ±0.70	7.25 ±0.36	50.95 ±2.23	12.59 ±0.53	9.06 ±0.21
홍두께	32.47 ±0.35	21.03 ±0.08	8.64 ±1.03	50.51 ±2.67	7.99 ±5.13	6.67 ±2.60
안 심	35.32 ±3.20	24.51 ±3.56	10.60 ±2.99	51.45 ±1.73	16.89 ±3.77	8.73 ±0.54
등 심	31.71 ±0.41	20.93 ±0.02	7.91 ±0.30	59.07 ±5.89	14.02 ±0.90	9.84 ±0.57
부채살	32.17 ±0.05	20.95 ±0.00	7.29 ±0.32	60.90 ±7.72	12.61 ±0.51	9.73 ±0.46
토 시	30.84 ±1.28	21.95 ±1.00	7.88 ±0.27	47.63 ±5.55	14.97 ±1.85	10.99 ±1.72
차 돌	32.75 ±0.63	22.51 ±1.56	9.26 ±1.65	56.77 ±3.59	6.98 ±6.14	9.13 ±0.14

Means ± standard deviation.

제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 육색, 지방색의(관능적) 변화

제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 육색변화를 Table 31에 나타내었다. 숙성일(aging day)은 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42일로 설정하여 품종별로 숙성기간이 증가함에 따라 변화하는 육색, 지방색을 측정하였으며, 품종간에도 숙성기간에 따른 차이가 발생하는지 확인 하였다. 제주 흑우의 적색도( $a^*$ )는 숙성기간이 길어질수록 적색도 값이 증가하였으며, 증가 정도가 고도의 유의성을 가지고 있었다( $P < 0.05$ ). 명도( $L^*$ ), 황색도( $a^*$ )값은 품종별로 숙성기간에 따른 차이는 나타나지 않았다. 이는 마이오글로빈의 함량과 산화환원 속도의 차이와 관련된 것이라 사료된다. 소도체의 지방은 백색에 가까운 옅은 황색이며, 단단한 견도를 보인다. 황색지방의 경우 육질의 불량과 관련을 시킬 순 없지만 나이 먹은 경산우와 관련이 있는 것으로 판단된다.

Table 32는 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 지방색 변화를 나타낸 표이며, 측정 결과, 제주 흑우는 숙성기간이 길어짐에 따라서 명도( $L^*$ ) 값이 낮아지는 것으로 나타났다. 명도값은 100으로 증가할수록 흰색에 가깝고, 0에 가까워지면 검정색으로 나타난다. 즉, 밝기를 나타낸 값으로 숙성기간이 증가하면 지방색이 진해지는 것으로 확인되었다. 적색도( $a^*$ )값은 숙성기간이 증가하면서 감소하였으며, 한우는 숙성기간에 따른 변화가 확인되지 않았다.

Table 31. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 육색변화

Meat Color	숙성기간							Significance
	1	7	14	21	28	35	42	
Total	30.04 <sup>b</sup> ±1.18 <sup>1)</sup>	32.47 <sup>ab</sup> ±3.38	33.00 <sup>ab</sup> ±3.46	32.92 <sup>ab</sup> ±2.02	33.30 <sup>a</sup> ±2.27	34.27 <sup>a</sup> ±2.59	34.85 <sup>a</sup> ±1.70	*
L* 한우	31.33 ±0.58	33.35 ±3.95	33.68 ±2.65	33.01 ±2.24	34.16 ±2.27	34.89 ±2.77	35.28 ±1.49	NS
제주 흑우	29.67 ±1.04	31.57 ±2.25	32.42 ±4.17	32.46 ±2.10	32.45 ±2.34	32.39 ±1.17	32.69 ±2.98	NS
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Total	18.94 ±1.18	20.52 ±0.75	20.98 ±1.32	20.89 ±0.90	21.33 ±2.23	20.56 ±2.93	20.58 ±1.78	NS
a* 한우	18.75 ±0.50	20.83 ±0.27	20.39 ±1.22	21.02 ±0.94	21.69 ±2.23	19.94 ±3.25	20.32 ±1.86	NS
제주 흑우	18.99 <sup>b</sup> ±1.34	20.21 <sup>ab</sup> ±1.02	21.47 <sup>ab</sup> ±1.29	20.21 <sup>ab</sup> ±1.10	21.02 <sup>ab</sup> ±0.94	22.43 <sup>a</sup> ±1.11	21.84 <sup>ab</sup> ±2.14	*
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Total	5.89 <sup>b</sup> ±1.77	7.47 <sup>ab</sup> ±0.93	7.74 <sup>a</sup> ±0.92	7.68 <sup>ab</sup> ±0.57	8.27 <sup>a</sup> ±2.06	7.68 <sup>ab</sup> ±2.32	7.87 <sup>a</sup> ±1.30	*
b* 한우	5.74 ±0.69	8.13 ±0.80	7.76 ±1.16	7.87 <sup>A</sup> ±0.38	8.78 ±2.06	7.46 ±2.80	7.68 ±1.37	NS
제주 흑우	5.93 ±2.02	6.81 ±0.48	7.73 ±0.78	6.75 <sup>B</sup> ±1.66	7.76 ±1.16	8.33 ±2.11	8.76 ±1.45	NS
Significance	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	

<sup>a-b</sup> means with different superscripts in the same row differ significantly.  
<sup>A-B</sup> means with different superscripts in the same column differ significantly.

Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ .

<sup>1)</sup> Means ± standard deviation.

Abbreviations: L\*, lightness; a\*, redness; b\*, yellowness.

Table 32. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 지방색변화

Fat Color	숙성기간							Significance
	1	7	14	21	28	35	42	
Total	63.06 <sup>a</sup> ±4.97 <sup>1)</sup>	61.87 <sup>ab</sup> ±4.14	55.72 <sup>bc</sup> ±4.37	56.11 <sup>abc</sup> ±5.63	55.17 <sup>bc</sup> ±6.73	54.34 <sup>c</sup> ±10.13	52.95 <sup>c</sup> ±4.58	**
L* 한우	66.14 ±0.86	61.6 ±6.23	58.78 <sup>A</sup> ±4.21	56.53 ±6.19	57.08 <sup>A</sup> ±6.73	58.52 ±7.02	54.05 ±4.14	NS
제주 흑우	62.18 <sup>a</sup> ±5.36	62.15 <sup>a</sup> ±1.98	53.17 <sup>abB</sup> ±2.62	54.06 <sup>ab</sup> ±3.14	53.26 <sup>abB</sup> ±2.14	41.80 <sup>c</sup> ±1.88	47.46 <sup>bc</sup> ±2.65	***
Significance	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	
Total	63.06 <sup>a</sup> ±4.97	61.87 <sup>ab</sup> ±4.14	55.72 <sup>bc</sup> ±4.37	56.11 <sup>abc</sup> ±5.63	55.17 <sup>bc</sup> ±6.73	54.34 <sup>c</sup> ±10.13	52.95 <sup>c</sup> ±4.58	**
a* 한우	66.14 ±0.86	61.6 ±6.23	58.78 <sup>A</sup> ±4.21	56.53 ±6.19	57.08 ±6.73	58.52 ±7.02	54.05 ±4.14	NS
제주 흑우	62.18 <sup>a</sup> ±5.36	62.15 <sup>a</sup> ±1.98	53.17 <sup>abB</sup> ±2.62	54.06 <sup>ab</sup> ±3.14	53.26 <sup>ab</sup> ±2.14	41.80 <sup>c</sup> ±1.88	47.46 <sup>bc</sup> ±2.65	***
Significance	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	
Total	5.83 <sup>b</sup> ±5.29	6.71 <sup>b</sup> ±2.90	12.50 <sup>a</sup> ±2.62	12.68 <sup>a</sup> ±4.07	12.80 <sup>a</sup> ±2.43	14.91 <sup>a</sup> ±5.70	12.13 <sup>a</sup> ±1.85	***
b* 한우	2.92 <sup>c</sup> ±2.02	7.20 <sup>bc</sup> ±3.81	12.12 <sup>ab</sup> ±3.57	12.54 <sup>ab</sup> ±4.54	11.76 <sup>ab</sup> ±2.43	14.76 <sup>a</sup> ±6.97	12.02 <sup>ab</sup> ±2.04	*
제주 흑우	6.66 ±5.74	6.22 ±2.41	12.82 ±1.80	13.40 ±1.50	13.84 ±1.61	15.37 ±2.97	12.71 ±2.77	NS
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

<sup>a-c</sup> means with different superscripts in the same row differ significantly.  
<sup>A-B</sup> means with different superscripts in the same column differ significantly.  
 Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ .

Figure 33. 제주 흑우 부위별 사진

### 제주 흑우와 한우의 숙성기간별 보수력 측정

도축된 소의 근육은 부드럽고 유연한 신정성 상태이며, 이러한 상태를 유지하기 위하여 근육 내에서 Creatine phosphate와 glycogen을 소모하면서 ATP를 유지한다. ATP 수준이 점차 감소하여 일정 수준 이하로 저하되면, actomyosin 가교가 형성되어 근육이 강직이 일어나게 된다. 사후강직 과정에서는 도축시 24시간이 경과한 후에 사후 강직이 완료되며, 이때는 높은 전단력을 나타내며, 이후에는 저장기간(숙성기간)이 길어짐에 따라 식육내부의 단백질 분해효소들에 의하여 연도가 향상된다. 가열시 식육 내에서 육단백질의 변화가 일어나며, 단백질과 물분자사이의 결합력이 약해져 수분을 잃게 되는데, 수분의 손실은 단백질의 변성으로만 일어나는 것이 아니라 식육을 구성하고 있는 식육 내부의 수소이온 농도, 내부 이온들의 이온화 강도가 내부에 존재하는 수분의 보수력과 관련되어 있다.

본 연구의 결과(Table 33)에서는 숙성기간이 증가함에 따라서 한우의 가열감량에는 변화가 나타나지 않았다. 제주 흑우의 경우 숙성일이 증가함에 따라서 가열감량이 감소하는 것으로 나타났다. 사후 경직 이후 초기의 근섬유는  $\mu$ -Calpain과 같은 근육 내의 효소로 인해 desmin, talin 등의 단백질들이 분해되고 (Koochmaraie 등, 1991), 이러한 단백질의 분해는 육즙의 생성과 관련이 있다 (Melody 등, 2004).

본 연구에서도 고기의 숙성에 따른 단백질 분해의 영향을 받아 육즙감량이 증가하고 이는 보수력 지수 감소에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

Table 33. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 가열감량변화

Cooking loss	숙성기간							Significance
	1	7	14	21	28	35	42	
Total	21.62 ±10.48 <sup>b</sup>	20.14 ±2.33	19.50 ±2.50	18.50 ±2.06	19.41 ±3.02	20.3 ±3.47	20.97 ±3.62	NS
한우	15.57 <sup>B</sup> ±0.42	18.87 ±1.89	19.44 ±2.63	18.00 ±1.85	19.16 ±3.02	21.46 ±3.15	21.43 ±3.85	NS
제주 흑우	33.72 <sup>aA</sup> ±6.45	21.42 <sup>b</sup> ±2.26	19.56 <sup>b</sup> ±2.64	21.01 <sup>b</sup> ±2.22	19.66 <sup>b</sup> ±2.34	16.8 <sup>b</sup> ±1.23	18.63 <sup>b</sup> ±2.45	*
Significance	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

<sup>a-b</sup>means with different superscripts in the same row differ significantly.  
<sup>A-B</sup>means with different superscripts in the same column differ significantly.

Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ .

<sup>1)</sup>Means  $\pm$  standard deviation.

#### 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 전단력 변화

Table 34은 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 전단력 변화를 나타낸 것이다. 전체적(Total)으로 숙성일이 증가하면서 전단력이 감소하다가 약 28일~35일 이후에 다시 증가되는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 한우에서도 나타났다. 한우의 숙성기간이 증가함에 따라서 1일차 ( $5.23 \pm 1.27$ )에서 28일까지 전단력이 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 제주 흑우에서는 숙성일에 따른 전단력 변화는 유의적으로 나타나지 않았다( $P < 0.05$ ).

Table 34. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 전단력 변화

Shear force(kg)	숙성기간							Significance
	1	7	14	21	28	35	42	
Total	5.79 <sup>a</sup> ±1.27 <sup>1)</sup>	4.83 <sup>ab</sup> ±1.84	3.64 <sup>bc</sup> ±1.14	3.31 <sup>bc</sup> ±0.64	2.70 <sup>c</sup> ±0.07	3.03 <sup>c</sup> ±0.52	3.45 <sup>bc</sup> ±0.66	*
한우	5.23 <sup>a</sup> ±1.27	3.31 <sup>bB</sup> ±0.51	3.36 <sup>b</sup> ±1.25	3.13 <sup>b</sup> ±0.54	2.70 <sup>b</sup> ±0.07	2.81 <sup>b</sup> ±0.32	3.48 <sup>b</sup> ±0.74	*
제주 흑우	6.36 ±1.11	5.36 <sup>A</sup> ±1.24	3.88 ±1.10	4.18 ±1.15	4.07 ±1.09	3.72 ±0.54	3.28 ±1.11	NS
Significance	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	

<sup>a-c</sup>means with different superscripts in the same row differ significantly.

<sup>A-B</sup>means with different superscripts in the same column differ significantly.

Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ .

<sup>1)</sup>Means ± standard deviation.

#### 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 조직감 변화

제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 조직감의 변화는 Table 35에 나타났다. 숙성일은 1일, 7일, 14일, 21일, 28일, 35일, 42일로 설정하였다. 경도(hardness)의 측정결과 제주 흑우와 한우의 유의차는 나타나지 않았다( $P < 0.05$ ). 숙성기간 중의 변화는 숙성 1일차 평균값 ( $3.71 \pm 0.69$ )로 시작하여, 숙성 42일째 ( $2.94 \pm 0.61$ )로 나타났다. 숙성기간이 지나감에 따라 경도의 값이 낮아짐을 확인할 수 있었다. 응집성(Cohesiveness)의 측정결과 숙성기간 7일차에 제주 흑우가 ( $0.45 \pm 0.05$ ), 한우가( $0.35 \pm 0.03$ )로 나타나 제주 흑우가 다소 높은값을 나타내었다. 숙성기간중의 변화는 숙성 1일째 ( $0.43 \pm 0.01$ )로 시작하여, 숙성 42일째 ( $0.40 \pm 0.05$ )의 값을 나타내었다. 숙성기간 21일, 28일, 35일에 각각 ( $0.38 \pm 0.06$ ), ( $0.37 \pm 0.03$ ), ( $0.38 \pm 0.01$ )의 값으로 낮아지다가 숙성 42일째 다시 값이 높아짐을 확인할 수 있었다. 탄력성(Springiness)의 경우 두 개체간의 유의차는 확인할 수 없었으며( $P < 0.05$ ), 숙성기간에 따라 탄력성은 낮아짐을 확인할 수 있었다. 겹성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness)의 경우에도 두 개체간의 유의차는 나타나지 않았으며( $P < 0.05$ ), 숙성기간이 지남에 따라 값이 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

Table 35. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 조직감 변화

Texture	숙성기간 (Day)							Significance	
	1	7	14	21	28	35	42		
Total	3.71 ±0.69 <sup>D</sup>	3.06 ±1.03	2.82 ±0.63	2.76 ±0.75	2.36 ±0.61	3.07 ±0.27	2.94 ±0.61	NS	
Hardness	한우	3.56 ±0.69	3.28 ±1.30	2.70 ±0.78	2.87 ±0.78	2.42 ±0.61	3.07 ±0.33	3.10 ±0.52	NS
	제주 흑우	3.86 ±0.71	2.84 ±0.90	2.93 ±0.80	2.21 ±0.69	2.31 ±0.71	3.08 ±0.45	2.12 ±0.77	NS
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
Total	0.43 ±0.01	0.40 ±0.06	0.44 ±0.07	0.38 ±0.06	0.37 ±0.03	0.38 ±0.01	0.40 ±0.05	NS	
Cohesiveness	한우	0.42 ±0.01	0.35 <sup>B</sup> ±0.03	0.41 ±0.05	0.38 ±0.07	0.38 ±0.03	0.38 ±0.01	0.41 ±0.06	NS
	제주 흑우	0.45 ±0.05	0.45 <sup>A</sup> ±0.05	0.45 ±0.08	0.36 ±0.05	0.36 ±0.05	0.38 ±0.01	0.40 ±0.02	NS
Significance	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS		
Total	10.85 ±0.06	12.00 ±2.63	9.33 ±1.83	9.55 ±4.13	9.94 ±0.89	10.33 ±1.35	10.22 ±2.44	NS	
Springiness	한우	10.86 ±0.06	13.27 ±2.25	8.22 ±1.68	10.48 ±3.86	9.76 ±0.89	10.06 ±1.53	10.78 ±2.27	NS
	제주 흑우	10.84 ±2.42	10.74 ±2.72	10.25 ±1.49	4.90 ±0.12	10.12 ±1.23	11.12 ±2.15	7.44 ±0.25	NS
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		

	Total	1.45 ±0.35	1.25 ±0.52	1.18 ±0.44	0.97 ±0.31	0.91 ±0.22	1.12 ±0.04	1.21 ±0.27	NS
Gummi ness	한우	1.47 ±0.35	1.17 ±0.52	1.00 ±0.49	1.01 ±0.34	0.92 ±0.22	1.10 ±0.04	1.27 ±0.26	NS
	제주 흑우	1.44 ±0.58	1.34 ±0.61	1.33 ±0.37	0.79 ±0.05	0.91 ±0.05	1.17 ±0.05	0.91 ±0.04	NS
Significance		NS							

	Total	157.39 ±38.09	141.72 ±46.15	131.27 ±41.88	121.81 ±39.86	78.51 ±27.38	112.10 ±13.05	124.15 ±45.67	NS
Chewi ness	한우	156.06 ±38.09	146.13 ±53.06	106.72 ±13.01	118.76 ±43.78	89.68 ±27.38	110.70 ±15.61	135.52 ±40.48	NS
	제주 흑우	158.73 ±45.68	137.31 ±49.50	151.73 ±47.61	137.07 ±45.12	67.35 ±10.15	116.33 ±50.12	118.43 ±48.32	NS
Significance		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

<sup>a-c</sup>means with different superscripts in the same row differ significantly.  
<sup>A-B</sup>means with different superscripts in the same column differ significantly.

Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ .

<sup>1)</sup>Means  $\pm$  standard deviation.

#### 제주 흑우, 한우, 와규 품종별 품질분석

제주 흑우, 한우, 와규 품종별 육색의 측정 결과는 Table 36에 나와있다. 명도(L\*)의 경우 한우( $39.15 \pm 5.55$ )와 제주 흑우( $36.38 \pm 4.28$ )에서 낮은 값을 보였으며, 전체적으로 호주산 와규( $43.94 \pm 1.83$ )의 명도값이 높은 값을 나타냈다. 지방의 명도(L\*)값을 살펴보면 제주 흑우( $56.62 \pm 7.36$ ), 한우( $58.98 \pm 5.29$ ), 호주산 와규( $65.70 \pm 2.17$ ) 순으로 나타났으며, 제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 육색 명도(L\*)과 지방 명도(L\*)를 종합적으로 살펴보면 전체적으로 명도 값이 낮은 흑우가 색이 좀 더 진하고, 호주산 와규에서 육색과 지방색 중 명도가 높아 좀 더 밝은 것을 확인 할 수 있었다. 가열감량(cooking loss)의 경우 품종간 유의적 차이는 나타나지 않았다( $P < 0.05$ ). 육색은 소고기 구입 시 소비자들이 가장 고려하는 사항이다.

일반적으로 소비자들은 선홍색의 소고기를 선호한다. Lee 등(2012)은 한우고기의 육색 개선을 위한 연구가 필요하다고 발표하였다. 육색은 품종, 성별, 연령, 영양상태에 따라 차이가 나타난다. Kim과 Lee(2003)는 한우의 품질등급을 비교한 연구에서 품질등급은 명도에는 영향을 보이지 않으나, 등급이 올라갈수록 적색도와 황색도가 증가한다는 연구결과를 발표하였다.

Table 36. 제주 흑우와 한우의 품종 및 성별에 따른 육색 지방색 및 가열감량 측정결과

	Hanwoo (N=35)	Jeju Black Cattle (N=27)	Wagyu (N=10)	Significance
Meat L*	39.15 <sup>a</sup> ±5.55 <sup>1)</sup>	36.38 <sup>a</sup> ±4.28	43.94 <sup>b</sup> ±1.83	**
Meat a*	21.25 ±1.57	22.65 ±2.10	18.62 ±3.02	NS
Meat b*	8.28 <sup>a</sup> ±1.34	9.67 <sup>b</sup> ±1.41	8.50 <sup>a</sup> ±2.05	*
Fat L*	58.98 <sup>b</sup> ±5.29	56.62 <sup>a</sup> ±7.36	65.70 <sup>c</sup> ±2.17	**
Fat a*	14.07 ±1.44	16.72 ±2.56	10.92 ±2.01	NS
Fat b*	11.03 ±2.86	11.57 ±1.38	10.11 ±2.75	NS
Cooking loss(%)	23.64 ±3.11	25.50 ±4.28	21.14 ±2.14	NS

<sup>a-b</sup>means with different superscripts in the same row differ significantly.  
level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ .

<sup>1)</sup>Means ± standard deviation.

Abbreviations: L\*, lightness; a\*, redness; b\*, yellowness.

제주 흑우, 한우, 와규 품종별 조직감, 전단력

제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 품종에 따른 전단력과 조직감 측정결과를 Table 37에 나타내었다. 식육의 연도를 기계적으로 평가하는 전단력(shear force)의 경우 호주산 와규( $1.69 \pm 0.21$ )의 전단력이 가장 낮게 측정되었다. 수입과정으로 인하여 숙성조건이 다소 차이가 있으나, 연도가 낮은 것으로 확인 되었다. 한우 ( $3.32 \pm 0.68$ )와 제주 흑우( $3.51 \pm 0.31$ ) 간의 연도 차이는 나타나지 않았으며, 식육의 견도, 씹힘성 등을 평가하는 조직감 측정결과에서는 품종간 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다. 탄력성 항목의 경우에서 호주산 와규( $13.37 \pm 1.99$ )의 탄력성이 한우 ( $10.52 \pm 1.93$ )와 제주 흑우( $9.28 \pm 2.60$ )보다 높은 것으로 확인되었다.

Table 37. 제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 품종에 따른 전단력 및 조직감 측정 결과

	Hanwoo	Jeju Black Cattle	Wagyu	Significance
Shear force (kg)	3.32 <sup>a</sup> ±0.68 <sup>1)</sup>	3.51 <sup>a</sup> ±0.31	1.69 <sup>b</sup> ±0.216	**
Hardness (kg)	2.93 ±0.43	2.61 ±0.67	2.61 ±0.46	NS
Adhesiveness (mJ)	6.30 ±3.29	5.65 ±2.36	4.26 ±2.01	NS
Resilience	0.08 ±0.01	0.09 ±0.02	0.09 ±0.02	NS
Cohesiveness	0.40 ±0.05	0.39 ±0.01	0.38 ±0.04	NS
Springiness (mm)	10.52 <sup>ab</sup> ±1.93	9.28 <sup>b</sup> ±2.60	13.37 <sup>a</sup> ±1.99	*
Gumminess (kg)	1.21 ±0.21	1.04 ±0.18	1.01 ±0.23	NS
Chewiness (mJ)	126.2 ±34.2	91.8 ±34.6	124.7 ±28.1	NS

1)Means ± standard deviation.

2)<sup>a-c</sup> means with different superscripts in the same row differ significantly( $P < 0.05$ ).

Level of significance: NS=not significant, \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ .



호주산 와규

한우

제주흑우

Figure 34. 제주 흑우, 한우, 호주산 와규 등심 비교

## 참고문헌

- Aishima, T. (1991). Aroma discrimination by pattern recognition analysis of responses from semiconductor gas sensor array. *J. Agric. Food Chem.* 39:752~756.
- A. Legin, S. Makarychev-Mikhailov, O. Goryacheva, D. Kirsanov and Y. Vlasov, (2002). *Anal. Chim. Acta*, 457:297,
- Barsh, G. S. (2001). *Coat Colour Mutations, Animals*, New York: Academic Press.
- Bailey, A. J. (1972). The basis of meat texture. *J. of sci. of food and Agri.* 23:995.
- Berry, B. W. (1993). Tenderness of beef loin steaks as influences by marbling level, removal of subcutaneous fat and cooking method. *J. Anim. Sci.* 71:2412-2419.
- Davey, C. L. and Gilbert, K. V. (1969). Studies in meat tenderness. 7. Changes in the fine structure of meat during ageing. *J. Food Sci.*34:69.
- Dolatowski, Z. J., and Stadnik, J. (2007). Effect of sonication on the technological properties of beef.
- Dryden, F. D. and Marchello, J. A. (1970). Influence of total lipid and fatty acid composition upon the palatability of three bovine muscle. *J. Anim. Sci.* 31:36.

- Ganchrow, J. R., Steiner, J. E. and Daher, M. (1983). Neonatal facial expressions in response to difference qualities and intensities of gustatory stimuli. *Infant. Behav. Dev.* 6:189-200.
- Gokalp, H. T., Ockerman, H. W., Plimpton, R. F. and Harper, W. J. (1983). Fatty acid of neutral and phospholipid, rancidity scores and TBA values as influenced by packing and storage. *J. Food Sci.* 48:829.
- Han, G. D., Kim, D. G., Kim, S. M., Ahn, D. H. and Sung, S. K. (1996). Effects of Aging on the Physico-Chemical and morphological properties in the Hanwoo Beef by the grade. *Korean. J. Anim. Sci.* 38:589-592.
- Hamm, R. (1982). Post-mortem changes in muscle with regard to processing of hot-boned beef. *Food Res.* 36(11): 105-115
- Herring, K. H., Cassens, R. G. and Briskey, E. J. (1965). Sarcomere length of free and restrained bovine muscles at low temperature as related to tenderness. *J. Food Agric. Sci.* 16(7): 379-384.
- Hiner, R. L., Thornton, J. W. and Alsmeyer, R. H. (1965). Palatability and quality of pork as influenced by breed and fatness. *J. Food Sci.* 30:550.
- Honikel, K. O., Fisher, C. Hamid, A. and Hamm, R. (1981). Influence of post mortem changes in bovine muscle on the water holding capacity of beef: Post-mortem storage of muscle at 20°C. *J. Food Sci.* 46(1): 1-6.

- Hornstein, I., Grove, P. F. and Heimerg, M. J. (1967). Fatty acid composition of meat tissue lipid. *J. Food Sci.* 26:581.
- Henderson, S. K., Witchwoot, A. and Nawar, W. W. (1980). The thermal oxidation of a series of saturated triacylglycerols. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 57:409
- Jung, E. Y., Hwang, Y. H. and Joo, S. T. (2015). Chemical components and meat quality traits related to palatability of ten primal cuts from Hanwoo carcasses. *Korean J. Food Sci.* 35(6): 859-866.
- Kang, C. K., Park, G. B., Sung, S. K., Lee, M., Lee, Y. H., Jung, M. S. and Choi, Y. I. 1996. *Science of meat production and processing* 2nd ed., Sunjin Moonhwas. 128:136.
- Kirimura, J., Shimizu, A., Kimizula, A., Ninomiya, T. and Katsuya, N. (1969). The contribution of peptides and amino acids to the taste of foodstuffs. *J. Afr. Food Chem.* 17:689.
- Kim, J. H., Park, B. Y., Yoo, Y. M., Cho, S. H., Kim, Y. K., Lee, J. M., Yun, H. J. and Kim, K. N. (2002). Characteristics of carcass meat yields of fattening pigs by production step. *Kor. J. Anim. Sci. & Technol.* 44:793-800.
- Kim, C. J. and Lee, E. S. 2003. Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo(Korean native cattle) beef. *Meat Sci.* 63:397-405.

Koohmaraie, M., Whipple, G., Kretchmar, D. H., Crouse, J. D., & Mersmann, H. J. (1991). Postmortem proteolysis in longissimus muscle from beef, lamb and pork carcasses. *Journal of Animal Science*, 69(2):617-624.

K. Toko (2000), *Sens. Actuators B*, Vol. 64,p.205.

Larick, D. K., Turner, B. E., Schoenherr, W. D., Coffey, M. T. and Pilkington, D. H. (1992). Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.* 70:1397.

Lawrie, R. A., (1985). *Chemical and biochemical constitution of muscle*. Meat Sci. 4th ed. Pergamon Press, New York, 43-48.

Lee, K. H. (2008). Comparative study on Hanwoo beef and imported beef through the analysis of quality attributes and the survey of consumer's purchasing preference. Ph.D. thesis, Hoseo Univ., Cheonan, Korea.

Lee, S. M., Jang, S. S., Lee, S. D., Hong, S. K., Lee, S. S. and Woo, J. S. (2012). Effects of feeding squid by-products on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo cows. *J. Life Sci.* 22(1):36-40.

Lopez-Bote, C., Warriss, P. D. and Brown, S. N. (1989). The use of muscle protein solubility measurements to assess pig lean meat quality. *Meat Sci.* 26:167-175.

- Love, J. D. and Pearson, A. M. (1974). Metmyoglobin and nonheme iron as preoxidants in cooked meat. *J. Agric. Food Chem.* 22:1032.
- Lunt, D. K. and Smith, S. B. (1993). Growth and carcass characteristics of Angus and American Wagyu steers. *Meat Sci.* 34:327.
- MacLeod, G. and Seyyedain-Ardebil, M. (1981). Natural and simulated meat flavors (with particular reference to beef). *CRC Crit. Rev. in Food Sci. Nutr.* 14:309.
- MacLeod, G. (1994). The flavor of beef. In *Flavor of meat and meat products*, Shahidi, F. (Ed.). Blackie Academic and Professional, London. 4-37.
- Melody, J. L., Lonergan, S. M., Rowe, L. J., Huiatt, T. W., Mayes, M. S., & Huff-Lonergan, E. (2004). Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*, 82(4): 1195-1205.
- Nishimura, T., Hattori, A. and Takahashi, K. (1995). *Meat Sci.*, 39:127.
- Ney, K. H. 1979. Bitterness of peptides: Amino acid composition and chain length. In "Food Taste Chemistry" ACS Symp. Ser. 115, J. C. Boudreau, ed., Am. Chem. Soc., Washinton, Dc. 149.
- Olson, T. A. (1999). Genetics of color variation. In: Fries R, Ruvinsky A, eds. *The Genetics of Cattle*. Wallingford, UK: CABI, 33.

- Park, B. Y., Cho, S. H., Kim, J. H., Lee, S. H., Hwang, I. H., Kim, D. H., Kim, W. Y. and Lee, J. M. (2005). Effects of organic selenium supplementation on meat quality of Hanwoo steers. *J. Anim. Sci & Technol.* 47(2):277-282.
- Persaud, K., and G. H. Dodd. (1982). Analysis of discrimination mechanisms in the mammalian olfactory system using a model nose. *Nature* 299:352-355.
- Phillips, R. W. (1961). World distribution of the major types of cattle. *J. Hered.* 52:207.
- Ramsbottom, J. M. and Strandine, E. J. (1948). Comparative tenderness and identification of muscles in wholesale beef cuts. *Food Res.* 13:315.
- Rosenvold, K., North, M., Devine, C., Micklander, E., Hansen, P., Dobbie, P., and Wells, R. (2008). The protective effect of electrical stimulation and wrapping on beef tenderness at high prerigor temperatures. *Meat Science*, 79:299-306.
- Shackelford, S. D., Miller, M. F., Haydon, K. D., Lovegren, N. V., Lyon, C. E. and Reagan, J. O. (1990). Acceptability of bacon as influenced by the feeding of elevated levels of monounsaturated fats to growing-finishing swine. *J. Food. Sci.* 55:621.
- Song, M. K., Kim, N.S., Chung, C. S., Choi, Y. I., Won, Y. S., Chung, J. K., and Choi, S. H. (2000). Effect of feeding levels of concentraters on the growth performance and fatty acid composition of

adipose tissues at various location in Hanwoo steers. Kor. J. Anim. Sci. Technol. 42:859-870.

Tomlinson, J.B., Ormrod, I.H. and Sharpe, F.R. (1995). Electronic aroma detection in the brewery. J. Am. Soc. Brew. Chem. 53: 167~173.

Werkhoff, P., Bruning, J., Emberger, R., Guntert, M., Kopsel, M., Huhn, W. and Surburg, H. (1990). Isolation and characterization of volatile sulfur containing meat flavor components in model system. J. Agric. Food Chem. 38:777.

Westerling, D. B. and Hedrick, H. B. (1979). Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. J. Anim. Sci. 48: 1343.

Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E. K., Sheard, P. R. and Enser, M. (2004). Effect of fatty acids on meat quality: A review. Meat Sci. 66:21-32.

Wu, F. Y. and Smith, S. B. (1987). Ionic strength and myofibrillar protein solubilization J. Anim. Sci. 165:597-605.

Y. Kikakawa, K. Toko and K. Yamafuji (1993), Sensor. Mater., 5(2):83.

Y. Yano,(1995), N. Kataho, M. Watanabe and T. Nakamura, Food Chem., 54:155.

Zembayashi, M. (1994). Effects of nutritional planes and breeds on intramuscular-lipid deposition in *M. longissimus dorsi* of steers. *Meat Sci.*, 38:367.

吉田雄次郎. (1920). 朝鮮牛の毛色に就て. *조선농회보* 15.

가축다양성 정보시스템 (Domestic Animal Diversity Information System (DAD-IS) [www.fao.org/dad-is/en/](http://www.fao.org/dad-is/en/)

국제연합농업식량기구 (Food and Agriculture Organization of the United Nations) [www.fao.org](http://www.fao.org)

고대영 (2013). 한우 거세우의 도체형질과 . 부분육 수율에 대한 유전모수 추정. 강원대 석사학위 논문.

구양모, 김시동, 김정일, 송치은, 이가환, 정용호, 이재운, 장현기, 박병호, 최태정, 조광현, 이승수, 이정규, 김효선. (2011). 한우 도체형질의 유전능력 평가를 위한 통계모형 탐색. *한국동물자원과학회지*.53(4):283-288.

김대중. (2010). 한우 번식우의 도체형질과 가격형질에 대한 유전모수 추정. 강원대 석사학위 논문.

김범근, 박찬은, 이은지, 김윤숙, 김병삼, 김종찬. (2013). 육질등급별 한우의 물리화학적 및 관능적 특성. *한국동물자원과학회지*. 33(2):287-293.

노승희. (2008). 초음파 생체단층촬영 형질을 이용한 한우 선발효율에 관한 연구. 경상대학교 박사학위논문.

선두원, 김병우, 문원근, 박재찬, 박철현, 구양모, 정용호, 이재운, 장현기, 전진태, 이정규. (2010). 한우 도체형질의 환경효과 및 유전모수 추정.

농업생명과학연구. 44(6):83-89.

선두원. (2012). 한우 도체형질에 대한 환경효과, 유전모수 추정 및 가격에 대한 기여도 분석. 경상대 박사학위 논문

이규원. (2018). 도체등급에 따른 한우고기 10개 주요 근육의 육질 형질 연구. 경상대. 석사학위 논문

이무하. (1995). 식육생산 사슬을 통한 식육품질의 이해. 선진문화사. 농업협동조합 중앙회. 2006. 축산물가격 및 수급자료

이인희. (2008). 김치 추출 프로바이오틱스 섭취가 아토피 동물모델 NC/Nga mice에서 면역 지표에 미치는 영향, 한국식품과학회, 40(1):82-87.

이재구, 최연호, 박병호, 최재관, 나종삼, 최태정. (2011). 한우 거세우 성장형질과 도체형질에 대한 환경효과 분석. 농업생명과학연구. 45(6):109-114.

이재구. (2013). 한우 후대검정우 체척, 도체형질 및 부분육간 상관분석과 회귀 모형 추정. 전북대 석사학위 논문.

이중재, 최승덕, 당창권, 강석남, 김내수. (2011). 한우의 도체형질이 경제성에 미치는 영향. 한국축산식품학회지. 31(4):603-608.

이창우, 이정목, 이성진, 송영한, 이정구, 김종복. (2011). 사육농가의 효과가 한우 암소의 도체형질 유전 평가에 미치는 영향. 한국동물자원과학회지. 53(4):325-332.

임효수. (2003). 맛의 신호전달. 한국식품영양과학회지. 32(4):645-653.

정근기, 송만강, 광완섭, 김내수, 방극성, 여정수, 강성근, 이문연, 백봉현. (2003).  
한우경쟁력제고 기술개발 최종 연구보고서. 농림부. 85-298.

정찬수. (2012). 한우의 보증씨수소가 도체형질의 개량에 미치는 영향.  
전남대 박사학위 논문.

조수현, 강근호, 성필남, 박범영, 정석근, 강선문, 김영춘, 김지희, 김동훈. (2011).  
한우고기와 뉴질랜드산 냉장수입육의 육질 및 영양성분 비교.  
한국축산식품학회지. 31(6):935-943.

조수현, 강근호, 성필남, 강선문, 박정미, 김영춘, 박범영. (2013). 거세한우 1등급육의  
부위별 이화학적 육질특성 및 영양성분 비교. 한국축산식품학회지.  
24(2):147-156.

## SUMMARY

본 연구의 목적은 제주 흑우의 품질 현황 및 영양성분 특성을 분석하는 것에 목적을 둔다. 이는 제주 흑우의 대량증식 기술개발에 따른 제주 흑우의 품질 향상의 목적과 우수한 종모우, 종빈우 확보를 위하여 제주 흑우의 세대별 근섬유 특성 분석과 육질평가를 통한 종모우, 종빈우 선발에 대한 기초자료를 제공함을 목적으로 한다.

제주 흑우의 품질 현황 분석을 위하여 농가에 보급된 흑우의 전반적인 품질 현황을 확인하였으며, 제주 흑우에 대한 등급판정 자료 확보를 통한 등급현황 확인 하였다(Chapter 3).

제주 흑우의 품질 현황 분석을 위하여 육색, 보수력, 조직감, 전단력 등의 품질 평가를 실시하여 기본자료 확보하였으며, 시중에 판매중인 한우와 수입우육의 육질 평가 및 흑우와 품질 비교 하였다(Chapter 4). 근육 특성 확인을 위해서 근육조직학적 특성 분석 및 한우 육우 및 수입우육과 비교 분석 하였으며, 근섬유형 분석을 통한 한우 고유의 특성 정립 및 아미노산, 지방산 등 영양성분 분석 및 특성 분석을 하였다(Chapter 4)

Chapter 3 결과에서는 제주 흑우의 연도별 사육현황 및 출하두수, 농가수, 도축두수, 성별 도축두수를 분석하였으며, 제주 흑우 및 한우의 거세품종의 도축 성적 및 제주 한우와 흑우 도축 성적을 비교 분석하였다.

최근 2017년 제주 흑우의 사육두수는 총 1,409두로 전년에 비해 194마리가 감소하였으며, 원종 632두, 실용축 777두가 사육되고 있다. 2017년 제주한우의 총 출하두수는 5,071두로 예년에 비해 205두 감소하였으며, 제주 흑우의 출하두수는 예년에 비해 105두가 감소한 237두로 나타났다.

2017년 전국한우 등급판정 두수는 742,312두이다. 이중 제주한우의 등급판정 두수(제주 흑우포함)는 5,308두이다. 전국한우 등급판정 결과의 약 0.7%의 해당한다. 제주한우는 1+B등급의 출현율이 가장 많았으며(17.8%), 1+B, 1+C 등급의 출현율도 높게 나타났다. 대체적으로, 1B등급 이상의 등급들에서 제주한우의 등급판정 결과가 높게 출현 되었다.

도축성적 비교분석을 위해 거세한우 13,722두, 거세흑우 134두, 거세흑한우 448두, 흑우+흑한우 582두의 도축성적을 비교해보았다. 등지방두께 측정결과는 흑우+흑한우가  $15.75 \pm 0.71 \text{mm}$ 으로 가장 두꺼웠으며, 거세한우가  $12.9 \pm 2.14 \text{mm}$ 로 가장 얇게 나타났다. 등심근단면적은 거세한우가  $85.70 \pm 6.19 \text{cm}^2$ 로 가장 크게 나왔으며, 거세흑우가  $76.80 \pm 2.71 \text{cm}^2$ 로 가장 낮게 나타났다. 도체중은 거세한우 ( $406 \text{kg} \pm 16.73$ )가 가장 많이 나타났으며, 거세흑우( $376.30 \pm 12.98 \text{kg}$ )가 가장 낮게 나타났다. 육량등급 중 A등급의 출현율은 거세한우가 18.7%로 가장 높게 나타났으며, 거세흑한우가 3.3%로 가장 낮게 나타났다. 육질등급 1+ 이상의 출현율은 거세한우가 58.79%로 가장 높은 출현율을 나타냈으며, 거세흑우의 출현율이 27.61%로 가장 낮게 나타났다.

제주 흑우와 제주흑한우의 도축성적을 비교한 결과에서는 제주 흑우 113두의 평균 도체중량은  $376.40 \pm 7.15 \text{kg}$ 이며, 흑한우 380두의 평균 도체중량은  $390.7 \pm 7.15 \text{kg}$ 으로 약 14.3kg정도 차이가 있었다. 등지방두께도 흑한우( $15.8 \pm 0.55 \text{mm}$ )가 흑우( $14.7 \pm 0.55 \text{mm}$ )보다 약 1.1mm 높게 나타났다. 등심근단면적도 흑한우가  $78.62 \pm 0.55 \text{cm}^2$ 로 흑우  $77.5 \pm 0.55 \text{cm}^2$  보다 높게 나타났다. 하지만, 육량지수는 흑우가  $63.24 \pm 0.52$ 로, 흑한우  $62.21 \pm 0.52$ 보다 높게 나타났다.

Chapter 4의 결과를 살펴보면, 제주 흑우의 부위별 조직감을 19개 부위(치맛살, 꾸릿, 양지, 사태, 목심, 우둔, 채끝, 제비추리, 설깃, 안창, 보섭, 도가니, 전각, 흥두께, 안심, 등심, 부채살, 토시, 차돌)분석한 결과 경도(Hardness)의 측정결과 목심( $7.33 \pm 3.53$ )이 가장 큰 값이 나타났다. 그리고 설깃( $5.56 \pm 1.76$ ), 제비추리( $5.29 \pm 1.49$ )의 순으로 나타났으며, 전각( $1.32 \pm 2.48$ )이 가장 낮은 값을 나타냈다. 부착성(Adhesiveness)이 가장 높게 나타난 부위는 양지( $8.07 \pm 4.29$ )이며, 설깃( $7.77 \pm 3.99$ ), 제비추리( $7.57 \pm 3.79$ )의 순서로 높은 값이 나타났다. 가장 낮은 값은 전각( $0.33 \pm 3.45$ )으로 경도의 측정값과 유사한 순서로 나타났다. 씹힘성(Chewiness)의 측정결과 목심( $387.47 \pm 187.74$ )이 가장 높게 나타났으며, 등심( $302.03 \pm 102.30$ ), 우둔( $301.87 \pm 102.14$ )의 순서로 나타났다. 채끝( $85.60 \pm 114.13$ )은 가장 낮은 값을 나타내었다.

제주 흑우의 보수력 측정 결과 안심(30.84%), 전각(29.83%), 도가니(28.77%),

홍두깨(28.11%) 순으로 가열감량이 높게 측정되었으며, 보섭살(7.38%)이 가장 낮은 가열감량을 보였다. 제주 흑우의 등급에 따른 전단력 및 조직감 분석 결과는 전단력(Shear force)의 측정값 결과는 전단력(Shear force)의 측정값 결과는 흑우 2등급( $5.54 \pm 0.47$ )이 가장 높게 나왔으며, 흑우1<sup>++</sup>등급( $5.23 \pm 0.59$ )이 두번째 높게 나타났다. 한우 1<sup>+</sup>등급은( $3.39 \pm 0.97$ ) 흑우의 모든 등급 보다 낮게 측정되었다.

조직감 측정 결과는 경도(Hardness)의 측정 결과 흑우 2등급 암컷( $3.15 \pm 0.79$ )가 가장 높게 나타났다. 두 번째는 흑우1<sup>++</sup>등급( $2.98 \pm 0.68$ )이 높게 나타났으며, 경도의 측정결과에서도 한우1<sup>+</sup>등급의 가장 낮은 값을 나타냈다. 부착성(Adhesiveness)의 측정결과는 흑우2등급거세( $4.53 \pm 1.89$ )가 가장 높게 나타났으며, 흑우1<sup>++</sup>등급( $3.15 \pm 1.48$ )이 두 번째, 흑우2등급암컷( $1.27 \pm 0.31$ )이 가장 낮게 나타났다. 탄력성(Springness)은 흑우1<sup>++</sup>등급( $9.91 \pm 0.52$ )이 가장 높게 나타났으며, 한우1<sup>+</sup>등급( $8.55 \pm 1.27$ )이 두 번째로 높게 측정되었으며, 흑우2등급암컷( $7.41 \pm 1.81$ )이 가장 낮게 나타났다. 탄성(Resilience)을 측정하는 항목에서는 흑우1<sup>++</sup>등급( $11045 \pm 24.25$ )와 흑우2등급암컷( $129.03 \pm 65.69$ )이 한우1<sup>+</sup>등급( $68.98 \pm 18.03$ )에 비하여 아주 높은 값을 나타내었다.

제주 흑우와 한우의 품종 및 성별에 따른 전단력 및 조직감의 상관관계를 살펴보면, Carcass weight(도체중)은 Qaulity Score(육질 점수)와 Meat a\*(육색 적색도)와 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, Cooking loss(감열감량)과는 부(-)의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 도체중이 증가할수록 적색도가 높아 붉은색이 짙고, 육질 점수도 높으며, 보수력 항목인 가열감량은 낮게 측정되어 보수력이 좋아지는 것으로 해석할 수 있다. Qaulity Score(육질 점수)는 Meat a\*(육색 적색도), Fat L\*(지방색 명도)와 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, Hardness(경도), Gumminess(검성)와는 부(-)의 상관관계를 나타냈다. Meat L\*(육색 명도)와 Meat b\*(육색 황색도)와는 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, 이와 반대로 Shear force(전단력)와는 부(-)의 상관관계를 보였다.

제주 흑우의 일반성분 분석 결과는 일반성분 분석항목 중 수분, 조지방, 조회분, 조단백질, 가용무질소물(NFE), 열량은 품종 및 성별에 따른 차이는 크게 나타나지는 않았다. 콜레스테롤의 함량의 경우 한우( $11.66^b \pm 1.78$ )가 흑우( $3.00^a \pm$

1.97)에 비해 높은 함량을 나타냈다( $P < 0.05$ ).

제주 흑우와 한우의 지방산 함량의 분석 결과는 제주 흑우와 한우의 지방산 함량의 분석결과 가장 큰 함량 차이가 나는 물질은 Palmitic acid, Oleic acid, Linoleic acid 이다. Oleic acid은 제주 흑우가 전체 지방함량의 비중 중 55.09%, 한우가 47.36%을 나타냈다. 품종과 성별로 비교 하면, 한우암컷이 72%, 한우거세 49.75%, 제주 흑우암컷 56.34%, 제주 흑우거세 53.95%로 제주 흑우암컷의 Oleic acid의 함량이 가장 높게 나타났다. 포화지방산(SFA)의 측정 결과는 제주 흑우 35.33%, 한우 42.44%로 나타났다. 제주 흑우와 한우의 불포화지방산 측정 결과는 단일 불포화지방산(MUFA)의 경우 제주 흑우가 61.08%, 한우가 54.79%를 나타냈으며, 다중 불포화지방산(PUFA)의 측정결과도 제주 흑우(3.29%), 한우(2.39%)가 높게 나타났다.

제주 흑우의 부위별 지방산 분석 결과를 살펴보면, Palmitic acid는 제주 흑우 안심( $26.79 \pm 2.47$ )에서 가장 높게 나타났다. Oleic acid는 우둔부위( $50.20 \pm 1.99$ )가 가장 높게 나왔으며, 안심부위( $45.87 \pm 3.38$ )가 가장 낮게 나타났다. Palmitic acid의 함량 분석 결과 등심근 부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급, 안심 부위에서는 제주 흑우2등급, 치마살 부위에서는 제주 흑우1<sup>+</sup>등급, 우둔 부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급이 가장 높게 측정되었다. Oleic acid의 함량 분석 결과는 등심근 부위에서는 제주 흑우1<sup>+</sup>등급, 안심부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급, 치마살 부위에서는 한우1<sup>+</sup>등급, 우둔 부위에서는 제주 흑우1<sup>++</sup>등급이 가장 높게 나타났다.

제주 흑우의 아미노산 분석결과는 소고기에 있어서 가장 중요한 감칠맛을 내는 Glutamic acid의 경우 제주 흑우 2.8%, 한우 3.09%로 제주 한우가 흑우보다 높은 측정값을 나타냈다. 쓴맛에 영향을 미치는 것으로 알려진 valine, leucine, isoleucine, methionine은 한우가 유의적으로 제주 흑우와 비교하였을 때 높은 값을 나타냈다( $P < 0.05$ ).

제주 흑우의 품질특성분석을 위한 관능평가의 결과를 살펴보면, '표면수분정도'는 제주 흑우 1<sup>++</sup>가 가장 높은 값을 보였으며, 수입우의 경우 3.5점으로 가장 낮은 점수를 보였다. 섭취 전 외관 마블링 검사에서 흑우 1<sup>++</sup>가 가장 높은 평가를 받았으며, 한우 2등급 과 수입우가 가장 낮은 평가점수를 나타냈다. 육안으로 신선도를 판

단한 결과 흑우 2등급거세, 한우1<sup>+</sup>등급, 한우 2등급이 높은 점수를 받았으며, 수입우가 가장 낮은 평가를 받았다. 소고기의 맛(감칠맛)이 항목은 등급이 가장 좋은 제주 흑우 1<sup>++</sup>등급과 흑우 2등급 거세가 7점대 점수를 받았으며, 흑우 1<sup>+</sup>등급, 한우 1<sup>+</sup>등급이 6점대 점수를 받았음, 수입우가 가장 낮은 3.2점을 받았다. 육즙과 관련이 있는 다즙성 항목에서는 제주 흑우 1<sup>++</sup>등급과 흑우 2등급거세가 가장 높은 값을 받았으며, 씹힘성과 연도 평가 결과에서는 흑우 1<sup>++</sup>가 가장 높은 값을 받았다. 전체적인 기호도를 살펴보면, 제주 흑우 1<sup>++</sup>등급이 8.1점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 한우 1<sup>+</sup>등급이 7점, 흑우 2등급 거세, 2등급 암컷 순으로 평가되었다.

기계적 측정을 통한 풍미 특성 분석(전자코) 결과에서는 흑우 등급에 따른 향미 차이가 나타났으며, 흑우 1<sup>+</sup> 등급의 경우 그래프의 중심에 위치하였으며, 2등급인 경우에는 우측 상단에 분포하였다. 품종별 등급별 분포가 다르게 나타났으며, 이를 통하여 품종별 풍미 차이도 기계적 측정을 통해서 분류가 되는 것을 확인되었다.

기계적 측정을 통한 풍미 특성 분석(전자혀) 결과에서는 제주 흑우 1<sup>+</sup>등급은 기계적 측정 결과에서도 다른 품종과 비교하여 맛이 구분되는 확인되었다. 전자코와 전자혀를 이용하여 소고기 품종 및 등급 간에 향미, 풍미가 다르게 측정되는 것을 확인 할 수 있으며, 이러한 데이터를 이용하여, 소고기의 풍미 물질 및 풍미 전구물질 분석에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

숙성일에 따른 제주 흑우의 육색 및 지방색 분석 결과를 살펴보면, 숙성 1일째 19개 부위(치맛살, 꾸릿, 양지, 사태, 목심, 우둔, 채끝, 제비추리, 설깃, 안창, 보섭, 도가니, 전각, 홍두깨, 안심, 등심, 부채살, 토시, 차돌) 중 안심의 명도( $34.02 \pm 3.74$ )가 가장 높게 나타났으며, 적색도는 설깃( $20.70 \pm 1.15$ )이 가장 높게 나타났다. 숙성 16일째 19개 부위 측정결과에서도 안심( $35.32 \pm 3.20$ )의 명도가 가장 높게 측정되었다. 지방색의 측정 결과는 1일 숙성 지방의 측정 결과 목심 지방( $73.24 \pm 7.22$ )의 명도가 가장 높게 나타났다. 숙성 16일째 지방색의 측정결과에서는 부채살 지방( $60.9 \pm 7.72$ )의 명도가 가장 높게 나타났다.

제주 흑우와 한우의 숙성기간별 보수력 측정결과는 숙성기간이 증가함에 따라

서 한우의 가열감량에는 변화가 나타나지 않았다. 제주 흑우의 경우 숙성일이 증가함에 따라서 가열감량이 감소하는 것으로 나타났다.

제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 전단력 변화를 살펴보면, 숙성일이 증가하면서 전단력이 감소하다가 약 28일~35일 이후에 다시 증가되는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 한우에서도 나타났다. 한우의 숙성기간이 증가함에 따라서 1일차 ( $5.23 \pm 1.27$ )에서 28일까지 전단력이 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 제주 흑우에서는 숙성일에 따른 전단력 변화는 유의적으로 나타나지 않았다( $P < 0.05$ ).

제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 조직감 변화를 살펴보면, 경도(hardness)의 측정결과 제주 흑우와 한우의 유의차는 나타나지 않았다( $P < 0.05$ ). 숙성기간 중의 변화는 숙성 1일차 평균값 ( $3.71 \pm 0.69$ )로 시작하여, 숙성 42일째 ( $2.94 \pm 0.61$ )로 나타났다. 숙성기간이 지나감에 따라 경도의 값이 낮아짐을 확인할 수 있었다.

제주 흑우, 한우, 와규 품종별 품질분석 결과는 명도(L\*)의 경우 한우 ( $39.15 \pm 5.55$ )와 제주 흑우( $36.38 \pm 4.28$ )에서 낮은 값을 보였으며, 전체적으로 호주산 와규( $43.94 \pm 1.83$ )의 명도값이 높은 값을 나타냈다. 지방의 명도(L\*)값을 살펴보면 제주 흑우( $56.62 \pm 7.36$ ), 한우( $58.98 \pm 5.29$ ), 호주산 와규( $65.70 \pm 2.17$ ) 순으로 나타났다. 가열감량(cooking loss)의 경우 품종간 유의적 차이는 나타나지 않았다( $P < 0.05$ ).

제주 흑우, 한우, 와규 품종별 조직감, 전단력에서는 전단력(shear force)의 경우 호주산 와규( $1.69 \pm 0.21$ )의 전단력이 가장 낮게 측정되었다. 한우( $3.32 \pm 0.68$ )와 제주 흑우( $3.51 \pm 0.31$ ) 간의 연도 차이는 나타나지 않았다. 탄력성 항목의 경우에서 호주산 와규( $13.37 \pm 1.99$ )의 탄력성이 한우( $10.52 \pm 1.93$ )와 제주 흑우( $9.28 \pm 2.60$ )보다 높은 것으로 확인되었다.

본 연구의 결과는 제주 흑우의 품질 현황 및 영양성분 특성을 분석을 통해 제주 흑우의 품질현황 기초자료와 이를 활용한 제주 흑우의 품질 향상에 유용하게 이용될 것이라 사료된다.

## 감사의 글

논문을 마무리 지으며 감사하고 은혜로운 마음을 담아 도움을 주신 많은 분들께 감사의 글을 올립니다.

많이 부족한 저를 제자로 받아주시고, 항상 이해와 배려 그리고 사랑으로 감싸 주시는 류연철 교수님께 진심으로 감사의 마음과 존경의 마음을 올립니다. 정말 고민 많은 인생의 갈림길에서 방황하고 고민만 하던 저를 제자로 받아주시고, 바른길로 안내해주셔서 진심으로 감사드립니다. 항상 연구하고 공부하는 학자로서의 교육 뿐만 아니라, 앞으로 나아가야 할 방향, 자세, 가치관 등 인성적으로도 크게 성장 할 수 있게 도와주셔서 감사드립니다. 교수님께서서는 항상 한결 같으셨습니다. 제가 실수를 하였을 때도, 좋지 못한 상황이 발생 하였을 때도 꾸지람 보다는 항상 믿어주시고, 좋은 말씀 한마디와 응원의 한마디를 더 해주셨습니다.

교수님께서서는 늘 기대고 뒤돌아볼 수 있는 한그루의 나무와도 같은 분이셨습니다. 석사, 박사 기간 동안 외롭고, 힘든 일이 많았던 제게 항상 좋은 말씀과 격려, 용기를 주시며 늘 저를 먼저 안아주셨고, 좋은 일이 있었을 때는 저보다 더 기뻐해주셨습니다. 그런 교수님께 학문적인 지도 외에도 정말 많은 것을 배워가는 것 같습니다. 그리고 다시 한번 생각하게 됩니다. 당시에 베풀어 주셨던 모든 일들이 정말 많이 고민하시고, 힘든 선택을 하셨어야 했다는 것을 말입니다. 언제나 큰 부담, 많은 짐을 안고 계시면서도, 저희를 위해 희생해주셔서 늦게나마 진심으로 감사드립니다. 힘들고 외로운 시간 속에서도 항상 저희를 먼저 생각 해주시고, 저희를 위한 선택을 해주시는 류연철 교수님께 다시 한번 깊은 감사 인사 드립니다.

바쁘신 일정 중에서도 시간을 내어주시고 논문의 교정과 학문의 가르침을 주신 이왕식 교수님께 감사드립니다. 휴일에도 연구실에 나오셔서 연구에 집중하시는 바쁜 일정 중에도 논문의 교정과 지도에 힘써주신 도경탁 교수님 감사드립니다. 논문심사를 위해 어려운 항공교통환경 속에서도 귀한시간을 내어주시고, 논문을 심사해주신 송민호 교수님께 감사드립니다. 그리고 좋은 논문을 위해 많은

교정과 가르침을 주신 김준모 교수님께 진심으로 감사드립니다. 교수님들의 배려 해주신 덕분에 정말 많은 가르침을 받았습니다. 정말 감사합니다.

학교생활 내내 훌륭한 가르침을 주신 강민수 교수님, 양영훈 교수님, 정동기 교수님께 진심으로 감사 인사 드립니다.

학부생부터 대학원시절까지 함께한 선배이자 오랜 친구 같은 형인 고경보 박사님께 감사 인사드립니다. 항상 존경하고 있습니다. 그리고 많은 부분에서 감사함을 느낍니다. 언제나 좋은 선배이자, 형이 되어주셔서 감사합니다. 이제는 각자의 분야에서 자신의 역할을 잘해나가고 있는 우리 연구실 식구들 김광훈, 황순희, 임도훈, 김영화, 양익동, 박행철, 변재현, 장지원, 오현재, 김제석, 강민경, 최주미, 곽현우 감사합니다. 너희와 보냈던 설레었던 봄, 누구보다 뜨겁게 보낸 농장에서의 여름, 데이터 정리로 정신없이 바쁘게 보내던 가을과 겨울 죽을 때 까지 잊지 못 할 것 같다. 이제는 그리운 시간들이 되었지만, 그때의 열정들 잊지 말고 지금의 자리에서 그리고 앞으로 나아갈 자리에서 최고가 되길 바란다.

어느덧 서로들 한 가정의 가장이 되었고, 되어 가고 있는 내 소중한 친구들, 준호, 영일, 승용, 세훈, 민찬, 경무, 성현, 원종, 종민, 현건, 호남, 성민, 재문, 상림, 광열, 성은, 진우야 너희들이 있었기에 힘든 시간 버텨낼 수 있었던 것 같다. 늘 부족함이 많은 나를 이해해주고, 배려해줘서 정말 고맙다. 너희가 베풀어준 고마운 마음 잊지 않고 기억하며, 감사한 마음으로 지낼게. 정말 고맙다. 그리고 항상 친형처럼 따뜻하게 안아주시는 천호형님, 해성형님, 동혁형님, 정규형님, 경범형님, 문현형님, 성범형님, 장훈형님, 승규형님, 상원형님, 혁준형님 항상 좋은 말씀과 위로해주셔서 진심으로 감사드립니다. 아끼는 동생들 대진, 민준, 경준, 승일, 주엽아 모자란 형 잘 따라줘서 정말 고맙다.

항상 부족한 막내사위를 최고라고 칭찬해주시는 세상에서 가장 아름다우신 우리 장모님 감사합니다. 많이 부족한 저에게 장모님께서 늘 좋은 말씀과 한없이 사랑을 베풀어주십니다. 장모님이 보내주신 사랑으로 힘든 길 잘 견뎌낼 수 있었던 것 같습니다. 늘 배려와 헌신으로 자식들을 먼저 걱정하는 장모님. 정말 많이

사랑하고 존경합니다. 그리고 항상 따뜻한 마음으로 맞아주시는 큰처형, 큰형님 감사합니다. 세상 어떤 분보다 따뜻한 마음을 갖고 계신 작은형님, 아름다운 외모만큼 아름다운 마음을 갖고 계신 작은처형, 넓고 깊은 마음을 갖고 있는 최고 예쁜 셋째처형, 우리 똑똑한 처남, 그리고 사랑스러운 조카들 진위, 민서, 가빈, 승호야 진심으로 너무 감사하고 사랑합니다. 너무 아름답고 착한 유선씨를 보내 주신 장인어른, 제가 막내딸 잘 보살피고 많은 사랑 주며, 행복하게, 지혜롭게 살아가도록 하겠습니다. 항상 지켜봐주십시오. 진심으로 깊은 감사 드립니다.

늘 집안의 큰 나무가 되어주시는 할아버님 감사합니다. 아직도 항상 책을 읽으시며, 공부하시는 모습에 존경을 표하며, 많은 것을 배우고 있습니다. 아버지의 역할까지 해주시며 집안의 큰 기둥이 되어주시는 셋아버님 감사드립니다. 늘 표현이 서툴지만 보내주시는 성원과 사랑 항상 기억하며, 동생들에게 좋은 귀감이 되고, 받은 사랑 돌려줄 수 있는 가장으로 성장해 나아가도록 하겠습니다. 항상 존경합니다. 좋은 말씀과 응원을 아끼지 않으시고, 한결 같이 믿어주시는 작은아버님 감사드립니다. 항상 저희를 위해 기도해주시고, 저희를 정말 많이 아껴주시고, 사랑해주시는 큰고모, 큰고모부님 정말 감사드립니다. 그리고 평생을 같이 살아온 사랑하는 작은 고모님 감사합니다. 이 자리에 있었던 이유는 고모님의 헌신과 희생 덕분이었습니다. 사랑한다는 감사한다는 말로는 표현이 안 될 정도로 많은 표현을 하고 싶습니다. 정말 많이 사랑합니다. 보내주신 사랑의 깊이를 감히 넘보진 못하겠지만 이제는 저희가 보은하며 살아가도록 하겠습니다. 감사합니다. 세상에서 가장 착한 작은고모부님 저희를 이해해주시고, 많은 사랑으로 저희 가족을 감싸주셔서 진심으로 감사합니다. 앞으로 보내주신 사랑과 성원에 보은하며 지내도록 하겠습니다. 감사합니다.

사랑하는 어머님 오랜 시간 지켜봐주시며, 걱정과 격려해주시느라 고생 많으셨습니다. 많은 시간 속에 많은 서로 힘든 일도 많았지만 늘 응원해주시고 사랑으로 감싸 안아주셔서 진심으로 감사드립니다. 사랑합니다. 사랑하는 내동생 문기야 늘 동생이란 이유로 많은 것을 희생해줘서 고맙다. 이제는 단란한 가정의 가장이 된 것을 진심으로 축하하고, 우리 이쁜 진옥제수씨와 지환이랑 정말 행복하

게 잘살길 바란다.

세상에서 가장 사랑하는 나의 아내 유선아 정말 고맙다. 수많은 시간동안 힘든 내색 않고, 묵묵히 곁을 지켜줘서 고맙다. 일 마치고 와서 혼자 욕아하며, 쉬는날 늦잠 한번 제대로 자보지 못하고, 항상 남편 먼저 챙겨주는 널 보며 표현은 잘 못했지만 정말 많이 고맙고 감사했다. 늘 불평불만만 늘어놓던 나를 이해해주고, 배려해줘서 너무 고맙고, 항상 응원을 아끼지 않으며, 논문이 끝났을 때 누구보다도 기뻐했던 너의 표정 잊지 않고, 평생 기억할게. 너무 고맙고, 수고 많았다. 정말 사랑한다. 그리고 우리 부부의 전부이자 세상에서 가장 소중한 준환아. 늘 아빠를 찾던 너와 시간을 많이 못 보내줘서 미안했다. 늘 아침이면 아빠 곁으로 와 아빠를 찾아줘서 너무 고마웠고, 항상 밝고 건강하게 자라주어 너무 고맙고 대견스럽구나. 앞으로도 우리 준환이는 항상 밝고 건강하게, 하고 싶은 모든걸 다하며 지내길 바란다. 아빠가 항상 응원하고 가장 좋은 친구가 되어줄게. 정말 많아 사랑 한다 아들이아.

마지막으로 지금 계셨다면 누구보다 기뻐해주셨을 할머니님과 아버지께 감사드립니다. 아직도 곁에 계신 것처럼 목소리가 들립니다. 누구보다 대견해 하셨을 것이고, 누구보다 많은 눈물을 흘리셨을 거라 생각합니다. 정말 많이 포기하고 싶던 순간들이 있었습니다. 하지만, 두분을 생각하며 포기의 순간들을 넘겨왔던 것 같습니다. 저는 두분의 자랑이자 희망이었던 걸 잘 알고 있습니다. 앞으로도 두분을 생각하며 어떤 자리에서도 최선을 다하도록 하겠습니다. 항상 사랑해주시고, 지켜봐주셔서 감사합니다.

많은 것을 얻으려고 하고, 바라기만 했던 제게 선뜻 손 내밀고 앞에서 이끌어 주시고 뒤에서 밀어주신 감사한분들이 많습니다. 이글을 빌어 감사를 모두표현하기에는 모자라다는 점을 잘 알고 있습니다. 앞으로 성실한 모습으로 노력하며, 베풀어주신 은혜에 보은하는 삶은 살며, 더 큰 꿈을 이루도록 노력하겠습니다.

2018년 12월

강 동 근

