

2017년 한우자조금 연구용역과제 최종보고서

# 한우고기 지방의 혈중 콜레스테롤 개선 효과 구명

연구기관 : 경상대학교

 한우자조금관리위원회

한우고기 지방의  
혈중 콜레스테롤 개선 효과  
구명

2017년 8월 21일

연구책임자  
경상대학교 농업생명과학대학 축산학과  
교수 주선태

## 제 출 문

한우자조금관리위원회 귀중

본 보고서를 귀 위원회와 본 대학 간에 체결한 ‘한우고기 지방의  
혈중 콜레스테롤 개선 효과 구명’ 과제의 최종보고서로 제출합니  
다.

2017년 8월 21일

경상대학교 산학협력단

연구책임자

경상대학교 농업생명과학대학 축산학과 교수 주선태

※ 본 연구결과는 연구진의 의견 및 주장이며, 한우자조금의  
공식 입장과는 다를 수 있음.

## <연구 요약 문>

- 본 연구의 최종목표는 한우고기 지방의 혈중 콜레스테롤 개선 효과를 구명하는 것으로, 이를 위해 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산 조성 및 근섬유 차이 및 혈관건강에 미치는 영향을 조사하고, 임상시험을 통해 곡물비육 한우고기의 지방산 조성이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과를 구명함.
- 목초비육과 곡물비육 한우고기의 등심, 우둔, 설도, 앞다리 부위와 수입쇠고기(미국산, 호주산) 등심을 공시재료로 선정하여 육질과 관능분석, 지방산조성, 근섬유조성 등을 측정, 비교하였고, 목초비육과 곡물비육 한우고기 및 수입육(미국산 및 호주산) 등심을 임상시험 섭취 후 혈액을 채취하여 피험자 혈중 콜레스테롤 및 혈관건강 관련 측정항목을 분석, 비교하였음.

## <주요 연구 결과>

- 곡물비육 한우는 포화지방산의 비율이 미국산 쇠고기나 호주산 쇠고기 및 목초비육 한우고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮았음.
- 같은 곡물비육이라도 근내지방도(마블링)가 높을수록 포화지방의 비율이 낮아지는데, 그 이유는 혈중 중성지방 농도를 증가시키는 스테아르산의 비율이 월등히 낮아지기 때문임.
- 곡물비육 한우의 다가불포화지방산(MUFA) 비율은 목초비육 한우 및 수입쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음. 반면, 곡물비육

미국산 쇠고기의 MUFA 비율은 목초비육 호주산 쇠고기의 MUFA 비율보다 유의적으로 ( $P < 0.05$ ) 높았음.

- 다가불포화지방산(PUFA)은 목초비육 쇠고기가 곡물비육 쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음. 곡물비육 한우의 PUFA 비율이 가장 낮은 반면, 목초비육 한우가 가장 높은 PUFA 비율을 보였음.
- 근내지방 함량과 MUFA는 정의 상관관계, SFA(포화지방산)와 PUFA는 부의 상관관계를 보였음. 근내지방 함량과 오메가-6 지방산( $\Sigma n-6$ )은 정의 상관도( $r=0.65$ ,  $P < 0.01$ )를 나타낸 반면 오메가-3 지방산( $\Sigma n-3$ )은 고도의 부의 상관도( $r=-0.86$ ,  $P < 0.001$ )를 가졌음.
- 쇠고기의 올레인산 함량은 풍미( $r=0.76$ ), 다즙성( $r=0.82$ ), 연도( $r=0.84$ ) 및 종합적인 맛( $r=0.92$ )과 고도의( $P < 0.001$ ) 정의 상관도를 보였음. 또한 지방함량과 부의 상관도를 가진 오메가-3 지방산은 종합적 맛과도 부의 상관도( $r=-0.91$ )를 보인 반면, 지방함량과 정의 상관도를 가진 오메가-6 지방산은 정의 상관도( $r=0.75$ )를 보였음.
- 쇠고기의 지방산조성을 기반으로 산출한 AI (Atherogenic index, 동맥경화 지수)를 정리하여 비교한 결과, 곡물비육 쇠고기에 비해 목초비육 쇠고기의 AI가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았으며, 같은 사양 방식이라도 한우가 미국산이나 호주산 쇠고기에 비해 AI가 유의적으로( $P < 0.01$ ) 낮았음.
- AI가 동맥경화 지수임을 감안할 때, 한우고기의 지방산조성은 호주산 쇠고기나 미국산 쇠고기에 비해 혈관건강에 우수하였음.

- 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기에 비해 보수력이 좋은 것으로 나타났는데, 이는 곡물비육 쇠고기의 높은 지방함량에 기인한 것으로 사료됨. 또한 곡물비육 한우가 유의적으로( $P<0.05$ ) 가장 낮은 전단력을 보였음.
- 곡물비육 한우의 콜라겐 함량이 유의적으로( $P<0.05$ ) 가장 낮은 반면, 목초비육 호주산 쇠고기가 가장 높은 콜라겐 함량을 보였음.
- 관능검사 결과, 한우고기의 풍미가 사양방식과 관계없이 미국산이나 호주산 수입쇠고기에 비해 유의적으로( $P<0.05$ ) 높은 것으로 나타났는데, 이는 한우의 육향이 외국 품종에 비해 진한 것에 기인한 것으로 사료됨.
- 한우 주요 4가지 근육의 근섬유조성은 확연한 차이가 존재하였음. SM 근육(우둔)은 적색근섬유인 Type I 비율이 가장 낮고 Type IIB 비율은 많은 특징을 보였으며, 반면 LL 근육(채끝)과 TB 근육(앞다리)은 많은 Type I의 비율을 보였음.
- 백색근섬유의 특성을 가진 Type IIB는 SM, GM 및 TB 근육에서 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었지만, LL 근육은 목초비육이 곡물비육보다 유의적으로( $P<0.05$ ) 높은 Type IIB 비율을 보였음.
- 한우의 곡물비육과 목초비육은 등심근의 근섬유조성에 영향을 미치지만 우둔, 설도, 앞다리 부위의 근섬유조성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료됨.
- 곡물비육 한우고기가 목초비육 한우고기에 비해 SFA 비율은 낮고 MUFA의 비율이 높은 것은 혈관건강과 관련하여 보다 좋다는 과

학적 증거임. 곡물비육 한우고기가 목초비육 한우고기에 비해 AI가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮은 것은 곡물비육이 목초비육보다 혈관 건강에 월등히 좋다는 결정적인 증거임.

- 곡물비육 쇠고기와 목초비육 쇠고기의 섭취에 따라 혈장의 지방산 중 유의적인( $P < 0.05$ ) 변이가 일어난 지방산은 스테아르산과 아라키돈산이었음. 스테아르산이 혈액건강에 나쁜 포화지방산이고 아라키돈산이 혈액건강에 좋은 다가불포화지방산임을 감안할 때, 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈액건강에 이롭다는 과학적인 증거가 확보됨.
- 건강한 성인 남성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취가 혈중 LDL-C를 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가시켰음. 또한 목초비육 한우고기와 곡물비육 미국산 쇠고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키는 경향을 보인 반면, 곡물비육 한우고기 섭취는 LDL-C 수치를 증가시키지 않았음.
- 고지혈증과 혈전생성 및 혈관기능장애 유발물질로 알려진 TMAO는 목초비육 호주산 쇠고기를 섭취하면 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하였음. 곡물비육 한우고기를 섭취할 경우, 혈중 TMAO 농도는 기준선보다 낮아졌음.
- 건강한 성인 여성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 결과, 곡물비육과 목초비육에 상관없이 하루 120g씩 쇠고기를 섭취해도 혈중 Apo A1의 농도에는 유의적인 변이가 나타나지 않았음 ( $P > 0.05$ ).
- 성인 여성을 대상으로 한 식이실험 결과에서 쇠고기 섭취 전후의

혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 농도가 유의적인 차이를 보이지 않았는데, 그 이유는 피시험자 사이의 변이가 큰 것에 기인한 것으로 사료되었음.

- 성인 여성의 경우, 곡물비육 한우고기나 미국산 쇠고기를 섭취했을 때보다 목초비육 한우고기나 호주산 쇠고기를 섭취했을 때 TMAO 농도가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하였음. 특히, 곡물비육 한우고기를 섭취했을 경우만 혈중 TMAO 농도가 기준선보다 낮아지는 것으로 나타나 혈관건강에 좋은 것으로 증명되었음.
- 건강한 성인 30명(남여 각각 15명)을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취가 혈중 Apo B 농도를 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가시켰음. 또한 혈중 Apo A1 농도의 경우, 곡물비육 한우고기의 섭취시 혈중 Apo A1 농도가 크게 증가하는 경향을 보였음.
- 수입쇠고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키는 경향을 보인 반면, 곡물비육 한우고기 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키지 않았음. 또한 수입쇠고기의 섭취는 혈중 HDL-C 농도를 감소시키는 경향을 보인 반면, 한우고기의 섭취는 증가시키는 경향을 보였음.
- 곡물비육 한우고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치는 변화시키지 않고 HDL-C 수치는 높은 결과, 혈중 총콜레스테롤 수준도 약간만 증가시켰음. 하지만 목초비육 한우고기의 섭취는 LDL-C 수치와 HDL-C 수치를 동시에 높여 혈중 총콜레스테롤 수치를 크게 증가시켰음.
- 본 연구를 통해 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈중 LDL-C,

HDL-C 및 총콜레스테롤 수준과 관련하여 혈관건강에 이롭다는 명확한 과학적 증거들이 확보되었음

- 특히 혈중 TMAO 농도가 고지혈증, 혈전생성 및 혈관기능장애 유발과 관련이 있다는 점을 감안 할 때, 곡물비육 한우고기의 섭취 시 혈중 TMAO 농도가 기준선보다 감소한 사실은 마블링 좋은 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈관건강에 좋다는 확실한 증거임.

#### <각 변수에 대한 추가 설명>

- AI (Atherogenic Index, 동맥경화 지수)  
시료의 AI는 지방산조성 중 포화지방산과 불포화지방산 비율로 계산하였고, 혈액의 AI는 총콜레스테롤과 HDL-C 비율로 계산하였음. AI가 높아지면 동맥경화 위험도가 높아짐.
- Apo A1과 Apo B  
Apo A1은 혈중에서 LDL-C을 운반하는 역할을 하고 Apo B는 HDL-C을 운반하기 때문에 이들의 함량은 혈중 LDL-C 및 HDL-C 함량과 밀접한 관계가 있음.
- TMAO (Trimethylamine-N-oxide)  
몸이 리시틴을 흡수하면 콜린이 나오는데, 이 콜린이 장내 세균과 합성해 동맥경화를 유발하는 TMAO를 만들고, 이 TMAO 수치가 높을수록 심장병 발병 확률이 높아지는 것으로 알려지고 있음.

## < 목 차 >

### 제1장. 연구의 개요

- 제1절. 연구의 배경 및 필요성 -----15
- 제2절. 연구의 목표와 내용-----21

### 제2장. 연구의 방법

제1절. <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의  
육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및  
혈관건강에 미치는 영향 조사

- 1. 연구의 재료 및 계획-----24
- 2. 분석 항목 및 방법-----25

제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성  
이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과  
구명

- 1. 연구의 재료 및 계획-----32
- 2. 임상시험 참가자 모집 및 IRB 승인-----33
- 3. 분석실험-----50

### 제3장. 연구의 결과

제1절. <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의  
육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및  
혈관건강에 미치는 영향 조사

- 1. 곡물비육과 목초비육 한우고기 및 수입육의  
올레인산 함량 차이-----56
- 2. 등심부위의 지방함량과 올레인산 함량의 상  
관관계-----63
- 3. 수입쇠고기와 한우고기의 지방산조성 및 콜  
레스테롤 함량 차이-----66

4. 곡물비육과 목초비육 소고기의 육질 및 관 능적 차이-----	71
5. 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 근 육 근섬유 조성의 차이-----	77
6. 한우고기 근섬유조성이 육질의 변이에 미치 는 영향-----	82
7. 한우고기 근섬유조성과 지방산조성의 상관 관계-----	87
8. 한우의 사양방식에 따른 건강관련 지방산조 성의 변이-----	89
제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조 성이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효 과 구명	
1. 소고기의 지방산조성이 혈액의 지방산조성 에 미치는 영향-----	91
2. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 성인남성 의 혈액성분에 미치는 영향-----	93
3. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 성인여성 의 혈액성분에 미치는 영향-----	101
4. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 혈액성분 에 미치는 영향-----	109
제4장. 연구의 요약	
제1절. <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의 육 질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈 관건강에 미치는 영향 조사-----	118
제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성 이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명-----	123

## < 표 목 차 >

<표 1> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 포화지방산(SFA, Saturate Fatty Acid) 변이-----	56
<표 2> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 단가불포화지방산(MUFA, Mono-unsaturate Fatty Acid) 변이-	59
<표 3> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 다가불포화지방산(PUFA, Poly-unsaturate Fatty Acid) 변이--	61
<표 4> 소고기 등심부위의 주요 지방산과 지방함량 및 관능검사 항목 사이의 단순상관도 비교-----	63
<표 5> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 지방산 조성 및 AI (Atherogenic Index) 변이-----	66
<표 6> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 근육 pH와 육색측정치-----	71
<표 7> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 보수력 측정치-----	72
<표 8> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 연도측정치 -----	73
<표 9> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 관능검사치 -----	75
<표 10> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육 근섬유 수의 차이 -----	78
<표 11> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육 근섬유 면적의 차이-----	80
<표 12> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육의 화학적 조성 차이-----	82
<표 13> 곡물비육 한우와 목초비육 한우 주요 4근육의 육색 차이-----	83
<표 14> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육의 보수력과	

	연도 차이-----	85
<표 15>	한우 등심부위의 지방산조성과 근섬유조성과의 단순 상관도 -----	87
<표 16>	곡물비육과 목초비육 한우 등심부위의 지방산조성 비교-	89
<표 17>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈장의 지방산조성 변화 -----	91
<표 18>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 Apolipoprotein B, Apolipoprotein A1 및 중성지방 농도(mg/dL)의 변화(성인남성 15명) -----	93
<표 19>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 LDL-콜레스테 롤, HDL-콜레스테롤 및 총콜레스테롤 농도(mg/dL)의 변 화(성인남성 15명)-----	96
<표 20>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 TMAO 농도( $\mu$ mol) 변화(성인남성 15명)-----	99
<표 21>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 Apolipoprotein B, Apolipoprotein A1 및 중성지방 농도(mg/dL)의 변화(성인여성 15명) -----	101
<표 22>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 LDL-콜레스테 롤, HDL-콜레스테롤 및 총콜레스테롤 농도(mg/dL)의 변 화(성인여성 15명)-----	104
<표 23>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 TMAO 농도( $\mu$ mol) 변화(성인여성 15명)-----	107
<표 24>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 Apolipoprotein B, Apolipoprotein A1 및 중성지방 농도(mg/dL)의 변화(성인남여 30명) -----	109
<표 25>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 LDL-콜레스테 롤, HDL-콜레스테롤 및 총콜레스테롤 농도(mg/dL)의 변 화(성인남여 30명)-----	112
<표 26>	한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 TMAO 농도( $\mu$	

mol) 변화(성인남여 30명)-----115

## < 그림 목차 >

<그림 1> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 올레인산 (Oleic acid) 변이-----	60
<그림 2> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 포화지방산과 불포화지방산 비율-----	67
<그림 3> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 오메가-6 지방산과 오메가-3 지방산 비율-----	68
<그림 4> 한우고기와 수입쇠고기의 지방산조성의 변이에 따른 AI 차이 -----	69
<그림 5> 한우고기와 수입쇠고기의 콜레스테롤 함량 차이-----	70
<그림 6> 곡물비육과 목초비육 한우와 수입쇠고기의 보수력 비교-72	72
<그림 7> 곡물비육과 목초비육 한우와 수입쇠고기의 연도 비교---	74
<그림 8> 한우 주요 4근육(LL: <i>Longissimus lumborum</i> , SM: <i>Semimembranosus</i> , GM: <i>Gluteus medius</i> , TB: <i>Triceps brachii</i> .)의 마이오신 ATPase 활성도 염색 사진(예비배양 pH 4.6).-----	77
<그림 9> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 Apo B, Apo A1 및 중성지방 함량 차이 (성인남성 15명)-----	94
<그림 10> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 LDL-, HDL- 및 총콜레스테롤 함량 차이(성인남성 15명)-----	97
<그림 11> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 TMAO 함량 차이 (성인남성 15명)-----	99
<그림 12> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 Apo B, Apo A1 및 중성지방 함량 차이 (성인여성 15명)-----	102
<그림 13> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 LDL-, HDL- 및 총콜레스테롤 함량 차이(성인여성 15명)-----	105
<그림 14> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 TMAO 함량 차이 (성인여성 15명)-----	107

- <그림 15> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 Apo B, Apo A1  
및 중성지방 함량 차이 (성인남여 30명)-----110
- <그림 16> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 LDL-C, HDL-C  
및 총콜레스테롤 함량 차이(성인남여 30명) -----113
- <그림 17> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 TMAO 농도 차이  
(성인남여 30명) -----115

# 제1장. 연구의 개요

---

제1절. 연구의 배경 및 필요성

제2절. 연구의 목표와 내용

# 제1장. 연구의 개요

## 제1절. 연구의 배경 및 필요성

### 1. 연구의 배경

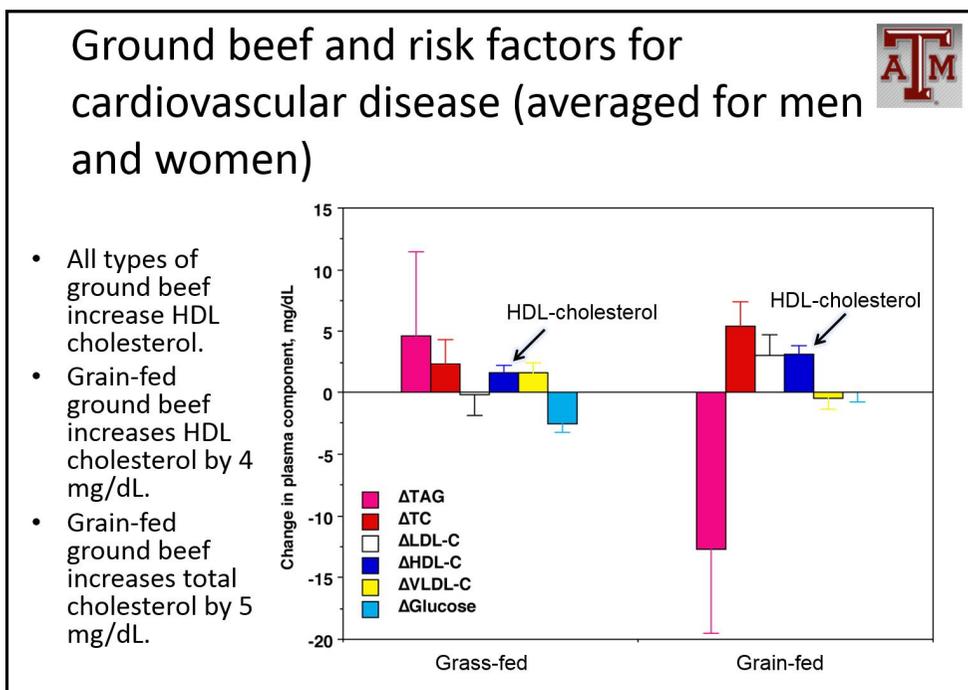
- 21세기 소비자들은 소고기뿐만 아니라 대부분 식품들의 구성성분들을 건강과 관련하여 강도 높게 평가함. 소고기는 높은 포화지방이 심장병과 대장암의 발병과 관련이 높다고 알려지면서 소고기의 섭취가 건강에 이롭지 않은 것으로 인식되고 있음(Cross 등, 2007; Kontogianni 등, 2008).
- 특히, 소고기의 지방함량과 지방산조성은 심장병과 대장암의 원인으로 지목되고 있고(Bingham 등, 2002), 덧붙여 고온에서 소고기를 조리할 때 발생하는 헤테로사이클릭 아로마틱 아민들(HAAs)도 이런 질병의 발생 원인으로 지목되고 있음. 그러나 이와 관련된 논문은 수없이 많지만 그 결과들이 항상 일정하지 않다는 문제가 있음.
- 소고기 섭취가 심장병 및 대장암과 연관이 있다는 연구 보고도 많지만, 반대로 그렇지 않다는 연구 결과도 많이 보고되고 있음(Campbell과 Tang, 2010; Layman 등, 2008; Roussell 등, 2012). 소고기의 지방과 콜레스테롤이 암, 심장병 및 비만과 관련 있다고 보고되고 있지만(Micha 등, 2010; Pan 등, 2012), 이런 연구들에는 몇 가지 방법론적인 문제가 있음이 지적됨(MaAfee 등, 2010).
- 소고기를 영양의 균형을 맞춰 적당한 섭취하면 심장병이나 대장암의 위험을 증가시키지 않는 것으로 나타남. 또한 소고기의 적당한 섭취는

영양성분과 지방산 프로파일에 긍정적인 영향을 미쳐 장기적인 건강에도 긍정적인 효과가 있음(MaAfee 등, 2010).

- 그럼에도 불구하고 소고기의 섭취량이 연간 1인당 10kg (한우고기 약 4kg) 정도로 WHO 권장량인 30kg에 훨씬 못 미치는 우리나라의 경우, 한우고기의 마블링이 혈중 콜레스테롤에 부정적인 영향을 미친다고 인식하고 있는 실정임.
- 소고기의 지방이 혈중 콜레스테롤에 부정적으로 작용한다는 연구는 반세기 전부터 시작되었음. 당시 과학자들은 팔미틱산과 같은 포화지방산은 혈중 콜레스테롤 농도를 높이는 반면, 리놀레익산과 같은 다가불포화지방산은 혈중 콜레스테롤농도를 낮춰주고 단가불포화지방산은 효과가 없거나 미미하다고 발표하였음(Keys 등, 1965).
- 하지만 소고기의 주요지방산인 올레인산에 대해서 좀 더 세부적으로 연구해온 결과, LDL-콜레스테롤을 감소시키고 HDL-콜레스테롤은 증가시킨다는 것을 발견함(Grundy 등, 1988; Kris-Etherton 등, 1999). 즉, 소고기의 주요 단가불포화지방산은 심장을 오히려 건강하게 하는 기능을 가진 것으로 밝혀져(Adams 등, 2010), 이에 대한 검증이 필요함.
- 현재 미국 보건복지부에서 권장하는 식생활 지침에 의하면 트랜스지방의 섭취를 제한하고, 포화지방은 전체 칼로리의 10% 미만으로 섭취하기를 권장하고 있음 (Dietary Guidelines, 2015). 평균 하루 에너지 권장 섭취량(2000~2400kcal)의 10%인 약 240kcal은 약 24g의 포화지방에 해당되며, 이는 한우고기 100g에 들어있는 포화지방의 4배에 해당하는 양임(Jung 등, 2015; Kim 등, 2015).
- 따라서 한우고기처럼 곡물비육 하여 마블링이 많은 소고기라고 해도 포화지방의 섭취는 매우 미미하며, 포화지방산의 섭취가 개개인의 LDL-

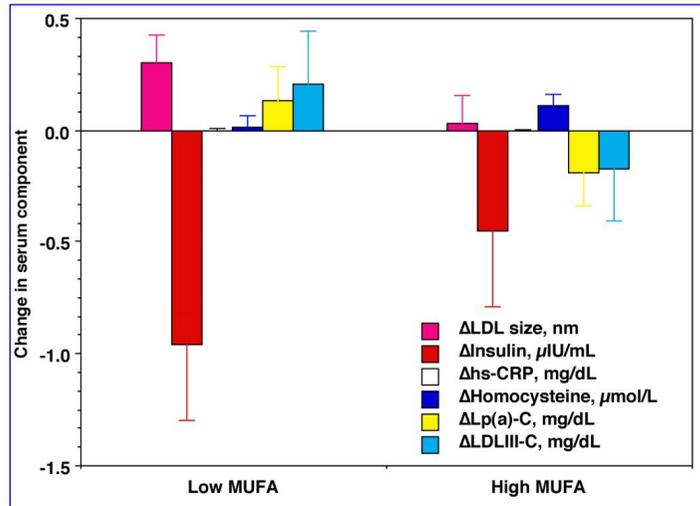
콜레스테롤의 농도를 증가시킨다고 해도 일부 연구에서 관찰된 LDL-콜레스테롤 농도가 사망률을 증가시킨다는 증거는 없음.

- 특히, 최근 미국에서 곡물비육 하여 올레인산 함량이 많은 소고기를 섭취하면 심혈관 질환의 위험요인을 감소시킨다는 연구결과가 발표되어 (Gilmore 등, 2011, 2013), 올레인산 함량이 높은 한우 고기의 과학적인 건강기능성 증거를 확보하기 위해서라도 이에 대한 검증 연구가 필요함.
- 즉, 단가불포화지방산 함량이 낮은 소고기는 HDL-콜레스테롤 농도와 LDL-콜레스테롤 입자크기(심혈관 질환의 독립적인 위험요인)를 감소시키고 혈중 중성지방을 증가시키지만, 곡물비육한 한우고기처럼 올레인산 함량이 높은 소고기는 그렇지 않음을 증명하는 것이 필요함.



## Ground beef and serum risk factors for metabolic syndrome (averaged for men and women)

- Ground beef increases LDL size and decrease serum insulin.
- High MUFA ground beef decreases Lp(a) and LDLIII-C.
  - Lp(a) and LDLIII-C are risk factors for CVD.



Stephen B. Smith (2016)

- 여기에 덧붙여, 지난 십여 년간의 연구결과를 살펴보면, 소고기 내 지방성분이 고기의 기호성에 영향을 준다고 보고되어 왔는데, 사양방식 (곡물비육 vs 목초비육) 한우고기의 근내지방 지방산조성과 육질 및 건강기능적 특성과의 상관관계를 구명하는 것도 필요함.
- 소고기의 근내지방 함량 및 지방산 조성은 근섬유조성이 다른 부위별로 차이가 있음에도 불구하고, 한우고기는 이에 대한 연구 결과가 없음. 따라서 부위별 판매가 확고해지고 있는 시장상황을 감안하면 한우고기 주요 부위별 근섬유조성의 차이에 따른 지방함량 및 지방산 조성을 건강기능성과 관련하여 조사할 필요가 있음.

## 2. 본연구의 차별점

- 기존 연구와 달리 한우고기 등심(*Longissimus*) 뿐만 아니라 우둔(*Semimembranosus*), 설도(*Gluteus medius*) 및 앞다리(*Triceps brachii*) 부위를 대상으로 지방과 관련한 건강기능적 특성, 육질 및 관능적 특성을 조사하여, 한우고기가 등심뿐만 아니라 앞다리나 우둔과 설도 같은 저지방 부위도 건강기능성 및 육질과 관능적 특성이 우수하다는 것을 증명하는 것임.
- 기존 연구처럼 수입육과 한우고기의 영양성분과 건강관련 성분의 차이를 단순히 비교하는 것이 아니라, 품종별 사육방식(목초비육 vs 곡물비육) 및 비육기간에 따른 원료육의 혈중 콜레스테롤에 영향을 미치는 성분들의 함량 차이를 조사 비교하여 곡물비육 한우고기의 건강기능성이 우수함을 증명하는 것임.
- 기존 연구와 달리 곡물비육 한우고기뿐만 아니라 목초비육 한우고기를 대상으로 임상시험을 하여 곡물비육 한우고기의 지방산 조성이 혈관건강 관련 기능성에 우수함을 증명하고, 이를 바탕으로 곡물비육 한우고기에 비해 상대적으로 목초비육의 비율이 높은 호주산이나 미국산 쇠고기보다 마블링이 많은 한우고기가 혈관건강에 우수함을 임상시험을 통해 증명하는 것임.

## 3. 연구의 필요성

- 최근 저급 영양이 과잉공급 되는 사회가 되면서 양질의 한우고기 지방(마블링) 마저 건강을 위협하는 성분으로 잘못 인식되고 있음. 이에 따라 한국인의 건강을 지켜오던 한우고기가 마블링이 우수하다는 이유로

건강에 나쁜 것처럼 오해되고 있어 이런 인식을 바꿀 수 있는 과학적인 자료가 필요함.

- 기존 한우고기에 관한 연구는 수입육과 한우고기의 영양성분이나 건강관련 성분의 차이를 단순하게 비교하는 것에 그쳐 소비자들에게는 일방적인 홍보로밖에 받아들여지지 않음. 따라서 이 분야 외국의 저명한 학자들과 의견을 공유하거나 공동연구를 하여 보다 객관적으로 인식될 수 있는 실험자료가 필요함.
- 소고기의 지방이 포화지방의 비율이 높아 혈중 콜레스테롤의 수치를 높여 심혈관계 질환의 원인이 될 뿐만 아니라 암이나 다른 질병을 유발할 수도 있다는 고전적인 학설은 최근 생명과학분야 분석기술의 발전으로 많은 부분이 거짓으로 판명되고 있음. 따라서 한우고기의 지방이 단가불 포화지방산이 올레인산의 함량이 높아 오히려 혈관건강에 좋다는 임상시험 자료가 더 많이 필요함.
- 특히 소고기의 지방은 부위별, 위치별로 지방산조성이 달라 건강기능성 또한 다른 것으로 조사된 바, 이런 차이의 원인인 근섬유조성을 주요 부위별로 조사하여 한우의 사육단계에서 부위별 지방산조성을 조절하는 사양기술(목초비육과 곡물비육) 기초자료로 활용할 필요가 있음.
- 따라서 한우고기 주요 부위별 근육의 근섬유조성을 조사하여 올레인산 함량과 근섬유조성의 상관관계를 구명하고, 이를 올레인산 함량이 높은 한우고기 생산에 적용할 수 있도록 하는 것이 필요함. 또한 같은 방식으로 혈중 콜레스테롤에 긍정적인 영향을 미치는 사육조건(목초비육과 곡물비육의 적정비율 등)을 설정하여 한우산업 현장에 제시하는 것도 필요함.

## 제2절. 연구의 목표와 내용

### 1. 연구의 목표

(가) 최종목표 : 한우고기 지방의 혈중 콜레스테롤 개선 효과 구명

(나) 세부목표

- (1) 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사(실험 1)
- (2) 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명(실험 2)

### 2. 연구의 내용

(가) 실험 1: 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사

- (1) 목초비육과 곡물비육 한우고기의 등심, 우둔, 설도, 앞다리 부위와 수입쇠고기(미국산, 호주산) 등심을 공시재료로 선정
- (2) 공시재료의 육질 분석, 관능검사, 지방산조성 및 콜레스테롤 분석
- (3) 한우고기 시료는 조직학적 근섬유조성 조사
- (4) 지방산조성(S:M:P), 트랜스지방, n-3 및 n-6 상관관계 조사
- (5) 근섬유조성과 지방산조성 및 혈관건강 관련 물질 함량과의 상관관계 조사

(나) 실험 2: 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명

- (1) 지방산조성이 다른 한우고기와 수입쇠고기에 대한 임상시험 실시

- (2) 목초비육과 곡물비육 한우고기 및 수입육 등심 섭취 후 혈액채취
- (3) 피험자 혈중 콜레스테롤 및 혈관건강 관련 측정항목 분석
- (4) 곡물비육 한우고기 섭취가 혈관건강 증진에 미치는 효과 구명

## 제2장. 연구의 방법

---

제1절. <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사

1. 연구의 재료 및 계획
2. 분석 항목 및 방법

제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명

1. 연구의 재료 및 계획
2. 임상시험 참가자 모집 및 IRB 승인
3. 분석실험

## 제2장. 연구의 방법

### 제1절. <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사

#### 1. 연구의 재료 및 계획

- 가. 목초비육과 곡물비육 한우고기 및 수입쇠고기(미국산, 호주산)를 대상으로 한우고기는 등심(*Longissimus*), 우둔(*Semimembranosus*), 설도(*Gluteus medius*) 및 앞다리(*Triceps brachii*)를 공시재료로 선정하고 수입쇠고기는 등심만 공시재료로 선정.
- 나. 공시재료의 지방함량, 지방산조성(올레인산, 트랜스지방산, n-3, n-6 지방산 등), 콜레스테롤 함량 측정
- 다. 공시재료의 육질(육색, 보수력, 연도, 근절길이 및 콜라겐 함량 등) 분석 및 관능검사 실시
- 라. 시료 간 포화지방, 단가불포화지방 및 다가불포화지방산 간의 상관관계 조사 및 트랜스지방산, n-3, n-6 지방산 함량 차이 조사
- 마. 목초비육과 곡물비육 한우를 도축하여 도축 후 1시간 이내에 등심, 우둔, 설도, 앞다리 부위를 대표하는 근육에서 근섬유조성 측정시료 채취
- 바. 도체는 24시간 후 등심, 우둔, 설도 및 앞다리 근육을 채취하여 육질항목(육색, 보수력, 연도, 근절길이 및 콜라겐 함량), 지방산 조성, 콜레스테롤 함량 측정
- 사. 각 근육 간의 근섬유조성의 특성 및 육질, 지방산조성 등의 차이

를 구명하고, 근섬유조성과 육질항목, 지방산조성, 콜레스테롤 함량 간의 상관관계 구명

- 아. 포화지방산, 단가불포화지방산 및 다가불포화지방산의 함량에 따른 육질 측정치의 변이를 조사하고 각 항목 간 상관관계를 구명
- 자. 사양방식별 올레인산, 스테아린산, 트랜스지방산, n-3, n-6 등의 차이를 비교 조사하여 건강기능성 관련 최적의 사양조건 구명

## 2. 분석 항목 및 방법

### 가. 지방함량

조지방 함량은 Folch 등(1957)의 방법을 이용하여 측정하였음. 시료 2.0g을 50mℓ test tube에 넣고 Folch I(chloroform : methanol = 2:1) 용액을 20mℓ 넣고 Homogenize에서 14,000 rpm으로 10초간 균질화 한 다음, capping을 하여 4°C 냉장고에서 2시간 동안 방치하면서 20분 간격으로 Shacking 하였음. Test tube에 균질화된 시료를 100mℓ mess cylinder에 Whatmen No.1 filter paper 용지를 이용해서 여과하였음. messcylinder 눈금을 읽고 여액의 25%에 해당하는 0.88% NaCl을 첨가하여 messcylinder를 capping한 다음 격렬히 흔들어진 이후 1시간 방치하였음. 이때 Folch II(chloroform : methanol : H<sub>2</sub>O = 3 : 47 : 48)용액 10mℓ으로 messcylinder 벽면을 세척한 후 눈금을 읽었음(a). 상층을 aspirator를 이용해서 제거하고 하층 10mℓ을 무게를 알고 있는 수기(b)에 넣고 건조한 후 무게(c)를 측정하였음.

$$\text{조지방 함량(\%)} = \frac{(c-b) \times 10/a}{\text{sample}(g)} \times 100$$

#### 나. 지방산조성

지질 추출은 Folch 등(1957)의 방법으로 chloroform과 methanol로 추출하였음. 시료 25.0g에 Folch 용액(CHCl<sub>3</sub> : CH<sub>3</sub>OH = 2:1) 180ml와 BHA 50μl를 넣고 균질기 (2,500rpm)로 1분간 균질화시킨 다음 0.08% NaCl 50ml을 첨가하여 30초간 흔들여 혼합한 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 시켰음. 상층은 aspiration을 통하여 제거하고 하층은 funnel filter paper에 sodium anhydrous sulfate를 첨가하여 filtering 하였음. 추출물은 rotary evaporator에서 농축시키고 N<sub>2</sub>하에서 남은 용매를 제거하였음.

#### <GC conditions for analysis of total fatty acids compositions>

Items	Conditions
Instrument	Hewlett Packard 6890 Gas chromatography
column	Supelcowax 10 fused silica capillary column 60 m×0.32 i.d
Detector	Flame ionization detector(FID)
Initial temperature	50°C
Initial time	1 min
Final temperature	200°C
Final time	40 min
Injector temperature	250°C
Detector temperature	250°C
Oven temperature	180°C(6min hold)→5°C/min climb, 220°C(2min hold)→2°C/min climb, 240°C(20min hold)
Carrier gas	N <sub>2</sub>
Split ratio	10:1

메틸레이션은 Folch 방법으로 추출한 지질 80mg를 screw-capped test tube에 넣고 질소충전 하에서 용매를 제거한 후 0.5N NaOH(in methanol) 1ml을 넣고 90°C에서 7분 동안 가수분해시킨 다음 실온에서 5분 동안 냉각시켰음. 유리 지방산은 14% boron trifluoride(in methanol) 1ml을 첨가하여 90°C에서 10분간

methylation 시킨 후 30분간 실온에서 냉각시켰음. Hexane 2mL, 증류수 2mL을 넣고 GC 분석을 위하여 상층에서 1mL을 회수하여 GC로 분석전까지 냉동고에서 보관하였음. Total fatty acid의 함량을 구하기 위해 회수한 sample 0.5 $\mu$ L를 split injection port에 injection 하였고, 이때의 GC 조건은 Table 1과 같음.

#### 다. 콜레스테롤

콜레스테롤 분석은 Nam 등(2001)의 방법으로 분석함. 고기시료 2g을 50 mL 튜브에 넣고 saponification 시약 10 mL와 internal standard (5-cholestane)를 0.5 mL씩 넣어준 후, 약 14초간 9,500 $\times$ g에서 균질화 시킴. 뚜껑을 완전히 밀봉 한 후, 60 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 가열한 후 상온까지 완전히 식힌 다음 층이 분리되면 상층 1 mL를 회수하여 완전히 건조시킴. 건조시킨 후에 pyridine 200  $\mu$ L와 sylon BFT(Bistrifluoro-actamide + Trimethyl-chloro silane, 99:1, Supleco) 100  $\mu$ L를 넣고 지방을 완전히 녹인 다음 Gas chromatography(HP-6890, Agilent Technologies, USA)를 이용하여 분석함. GC 분석조건은 상기 조건에서 다음과 같이 변경함. Oven temperature: 180 $^{\circ}$ C, Injection temperature: 280 $^{\circ}$ C, split ratio: 19.1:1, Column: capillary column, 30 m  $\times$  0.32 mm I.D., 0.25  $\mu$ m film thickness(HP-5 MS, J&W Scientific, USA), maximum oven temperature: 325 $^{\circ}$ C, flame ionization detector temperature: 350 $^{\circ}$ C, H<sub>2</sub> flow: 33.0 mL/min.

#### 라. 육색

육색은 시료의 절단한 단면을 Chromameter (Minolta co., CR 300, Japan)를 사용하여 동일한 시료를 반복하여 명도(lightness)를 나타내는 CIE(Commision Internationale de Leclairge)를 나타내는 CIE b 값을 측정하였음. 이때 표준화 작업은 표준색판을 이용하여 Y=93.5, x=0.3132, y=0.3198 값으로 표준화시킨 후 육색을 측정

하였음.

#### 2.1.2.5. pH

근막, 지방 등을 제거한 후 세절한 시료 3g을 증류수 27ml와 함께 homogenizer(IKT, T25-B, Malaysia)로 14,000rpm에서 균질화 시킨 후 pH-meter(MP230, Metter, Switzerland)로 측정하였음.

#### 2.1.2.6. 육즙감량

Honikel(1987)의 suspension 방법을 이용하여 직경 4cm의 core를 이용하여 50g 내외로 시료를 채취한 후(A) 보관용기(20×15×15cm)에 매달아 4°C의 냉장온도에서 24시간 동안 저장한 후 무게(B)를 측정하여 중량법에 의하여 감량을 환산하였음.

$$\text{육즙감량 (\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

#### 마. 가열감량

가열감량은 직경이 4 cm인 core를 이용하여 시료의 무게가 평균 30g 내외가 되도록 일정하게 절단하여 무게를 측정하고(A), 시료를 지퍼백에 넣은 후 물의 온도가 90°C인 항온수조에서 심부 온도가 70°C 에 도달할 때까지 가열한 후 일정시간 식힌 다음 시료의 무게를 측정하여(B) 산출하였음.

$$\text{가열감량 (\%)} = \frac{(A - B)}{A} \times 100$$

#### 바. 근절길이

Cross 등(1980)의 방법에 따라 시료를 일정한 크기로 자르고 Solution A(0.1M KCl, 0.039 M boric acid, 2.5% Glutaraldehyde에서 5mM EDTA를 녹여 혼합한 용액)에서 2시간 방치 후, Solution B(0.025M KCl, 0.29M boric acid, 2.5% gglutaraldehyde에서 5mM EDTA를 녹여 혼합한 용액)에서 17-19

시간 방치한 다음 균질화를 시킨 후 He-Ne laser(Uniphase 1125P, USA)를 이용하여 근절길이를 측정하였음.

$$\text{Sarcomere length}(\mu\text{m}) = [632.8 \times 10^{-3} \times D \times \{(T/D)^2 + 1\}^{1/2}] / T$$

D : Stage와 Screen 거리, T : 근절길이의 반지름

#### 사. 전단가

전단가는 내부 온도가 70°C가 되도록 가열한 다음 실온에서 15분간 방치한 후 지름 1.5cm의 core를 이용하여 근섬유 방향과 같은 방향으로 시료를 채취한 후, Instron Universal Testing Machine(Model 4443)에 Warner-Bratzler shear device를 장착하여 시료의 근섬유 방향과 직각으로 절단하여 측정하였음. Instron의 조건은 transducer 50kg, crosshead speed 100mm/min, load range 20kg으로 실시하였다. 최대 peak를 전단력(kg/cm<sup>2</sup>)으로 나타내었음.

#### 아. 콜라겐

시료를 분쇄한 다음 4g 삼각플라스크 취하고 여기에 황산용액(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 30 ml을 첨가하고 105°C에서 16시간 가수분해시킨 다음, 500ml 플라스크에 여과지를 이용하여 여과시킴. 여과액 5 ml를 취해 100 ml로 희석하고, 희석액 2 ml에 산화용액(50 mM of chloramine-T hydrate, 156 mM citric acid, 375 mM NaOH, 661 mM sodium acetate trihydrate, 29% v/v 1-propanol, pH 6.0) 1 ml을 넣고 흔든 다음 실온에서 20분간 방치하고, 발색제(246 mM of 4-dimethylaminobenzaldehyde, 35% v/v perchloric acid, and 65% v/v 2-propanol)를 넣고 혼합한 다음, 60°C 항온수조에서 15분도안 가열후 냉수에 냉각함. 얻어진 용액을 분광광도계로 550 nm의 파장의 흡광도를 측정하여 다음 식을 이용하여 계산함.

$$\text{콜라겐 함량} = \text{Hydroxyproline} \times 8 \text{ (mg/g)}$$

#### 자. 근섬유조성

근섬유조성은 Brooke와 Kaiser (1970) 방법으로 측정함. 도축직후 1시간 이내에 근육시료(1.0×1.0×1.5 cm)를 채취하여 액체질소에 넣어 보관한 후, -20°C cryostat microtom에서 10 μm 두께의 절편을 준비하여 예비배양용액(100 mM potassium chloride, 100 mM sodium acetate, pH 4.6)에서 10분간 배양한 다음, 증류수와 세척수(20 mM glycine, 20 mM CaCl<sub>2</sub>, pH 9.4)로 세척하였음. 세척한 절편은 다시 배양용액(30 ml of 40 mM glycine, 20 mM CaCl<sub>2</sub>, pH 9.4 + 45 mg ATP)에 넣고 25분간 배양한 다음, 1% CaCl<sub>2</sub>와 2% cobalt chloride로 세척하고, 염색액(1% ammonium sulfide)으로 염색하였음. 염색된 절편의 현미경상은 이미지분석 프로그램(Image-Pro<sup>®</sup> plus 5.1, Media Cybernetics Inc., USA)을 이용하여 근섬유들을 Type I, IIA 및 IIB로 분류하고, 시료 당 500개의 근섬유를 대상으로 각 타입 근섬유의 수 %(FNP), 근섬유 면적 %(FAP) 및 근섬유 직경을 조사하였음.

#### <근섬유조성 시료 채취 및 측정 모습>





## 제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈 중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명

### 1. 연구의 재료 및 계획

- 가. 목초와 곡물로 비육하여 지방산조성이 다른 한우고기 및 수입육 등심을 공시재료로 4개 처리구 배치(실험 1의 결과 활용)
- 나. 임상시험 참가자 30명(남여 각 15명) 모집 및 IRB 승인
- 다. 임상시험은 피험자에게 4주간에 걸쳐 주 5회(토요일과 일요일 제외), 처리구 시료 120g을 구이방법으로 섭취하게 하고(일상적 점심식사 제공), 4주 이상 Washout 기간을 가진 후, 다음 처리구 시료를 동일한 조건으로 섭취하게 함.
- 라. 각 처리구 시험 시작 전후에 혈액을 채취하여 혈장을 분리한 후 동결보관하고, 동일조건에서 혈액을 분석함(녹십자 의뢰분석)
- 마. 혈액분석 항목: 지방산조성, TC, HDL-C, LDL-C, TG, Apo-A1, Apo-B, TMAO.
- 바. 각 처리구별 혈중 콜레스테롤 및 혈관건강 관련 성분 함량 비교 분석.



## 2. 임상시험 참가자 모집 및 IRB 승인

### 가. 임상시험 참가자 모집 공고문

### 공 고 문

안녕하십니까?

경상대학교 식육과학연구실에서는 한우고기의 지방이 심혈관건강에 미치는 영향을 구명하고자 다음과 같이 임상시험을 실시하오니 관심 있는 분들의 많은 참여를 부탁드립니다.

**연구제목 : 한우고기 지방이 혈중 콜레스테롤에 미치는 영향**

1. 자격

- 만 20-30세의 건강한 성인
- 비흡연자 또는 하루 10개 피 미만의 흡연자
- 소화기계, 간, 신장, 심혈관계 및 혈액학적 질환의 기왕력이 없고, 현재 약물을 복용하지 않는 분

으로서 4주간씩 4회의 한우고기 식이법에 자발적으로 참여를 원하는 신체 건강한 자로 이상체중 (ideal body weight)의  $\pm 20\%$  이내인 자

이상체중 계산법: 이상체중(kg) = (신장(cm)-100) X 0.9

2. 선정 기준

본 연구에 참여를 지원하신 분들에게 연구목적, 연구방법, 임상시험시 야기될 수 있는 위험성 등을 상세히 설명한 후, 서면설문 절차와 혈액 및 신체검진 등을 실시한 다음 피험자로서 적합하다고 판단 된 분 중 30명을 선정합니다.

임상시험 일정 : 4주간에 걸쳐 주 5회(토&일 제외) 소고기(한우고기와 수입쇠고기) 120g을 샐러드와 함께 제공하며 익일날 혈액검사를 실시하게 됩니다. (자세한 일정은 e-mail, 전화, 방문면담으로 설명)

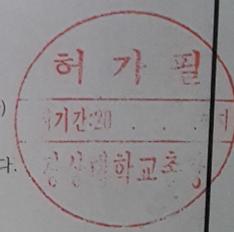
3. 마감일 : 2016년 9월 28일

4. 지원방법

담당자 연락처 010-2128-5511, 010-8558-5511  
e-mail로도 지원할 수 있습니다. (philoria@hanmail.net) (stjoo@gnu.ac.kr)

5. 더 자세한 정보를 원하시면 언제든지 위 연락처로 전화 혹은 방문하셔도 됩니다.  
아울러, 참여자의 자발적 참여여부가 가능함을 알려드립니다.

경상대학교 축산생명학과 식육과학연구실  
연구책임자 : 주선태 교수



경상대학교 식육과학연구실Meat Science Laboratory

나. 임상실험 참가자 설문지

## 설문지

이 설문조사는 참여자의 사전 건강상태를 미리 알아보고 임상연구 참여가능을 판단하기 위한 것입니다. 비밀이 보장되므로 설문내용에 솔직하게 답해 주시길 부탁드립니다. 본 설문조사는 오직 연구기간(2016.8.22.~2017.8.21.)에만 수집&보관되며 연구종료일에 삭제 파쇄할 것을 약속드립니다.

2016년 9월

경상대학교 축산학과 식육과학연구실

성명		생년월일	
휴대폰 번호	본인:	신장	
	응급상황시 연락처:		
주소		몸무게	
학과.부서		BMI	

귀하가 최근 1년 동안 다음과 같은 질병을 앓은 적이 있으면 모두 "V"표시를 하고 구체적인 질병명을 써 주십시오.

질병의 과거력		있음	질병명
소화기계	위염, 소화성궤양		
	변비		
	장염		
호흡기계	천식		
	축농증		
	호흡곤란		
	편도선비대		
피부	만성기관지염, 폐기종		
	아토피 피부병 그 밖의 피부질환		
순환기계	심장관련 질환		
	빈혈		
근골격계	경련		
	저림 또는 마비		
기타	당뇨병		
	고혈압		

귀하의 가족 중 다음과 같은 질환을 치료받거나 진단받은 사람이 있으면 체크하여 주십시오.

( 고혈압, 뇌졸중, 협심증, 심근경색, 심부전, 당뇨병, 특이 알러지 )

# 설문지

## 3. 최근 한 달간 귀하가 경험한 증상에 모두 “V”표시를 하여 주십시오.

항목	나타나는 증상	예	아니오
전신 상태	감기에 잘 걸린다.		
	온 몸에 힘이 없고 쉽게 피로하다.		
	건강하지 않다고 생각한다.		
호흡기	재채기와 함께 맑은 콧물이 흐를 때가 있다.		
	숨 쉴 때 소리가 난다.		
	기침과 함께 누런 가래가 올라온다.		
	열이 많이 나면서 목이 따가울 때가 자주 있다		
	평소 코로 숨쉬기가 불편하고 코가 자주 막힌다.		
순환기	가만히 있어도 심장이 두근거린다.		
	운동을 할 때 몹시 숨이 차다.		
소화기	배가 자주 아프고 소화가 안 된다.		
	속이 답답하다.		
	배가 팽팽하거나 가스가 찬 듯한 느낌이 있다.		
정신 건강	설사를 자주 한다.		
	전에 재미있던 공부나 놀이에 흥미가 없다.		
	항상 외롭다고 느낀다.		
	화가 나면 난폭한 행동을 한다.		
혈액	차분하지 못하고 지나치게 활동적이다.		
	죽고 싶다고 느낄 때가 있다		
	코피가 자주 나고 다치면 피가 잘 멈추지 않는다.		
일반	몸에 멍이 잘 든다.		
	흡연은 하십니까?		
	-(만약 한다면, 하루 흡연량을 기록)		
	현재 복용중인 약이 있습니까?		
	-있다면 약명을 기록해 주십시오.		
기타 특이 증상이 있으면 기록해 주십시오.	평소 육류섭취를 좋아하십니까?		
	-좋아한다면 일주일에 몇 회?		

## 다. 임상시험 대상자 설명문 및 동의서

### 시험 대상자 설명문 및 동의서

**연구제목:** 한우고기 지방의 혈중 콜레스테롤 개선 효과 구명

**시험 대상자 성명:**

**연구책임자:** 경상대학교 축산생명학과 교수 주선태 (055-772-1943)

이 설명문 및 동의서는 여러분에게 이번 연구에 대한 정보를 제공하기 위하여 작성되었습니다. 아래의 정보를 신중하게 읽어보시고 주위 분들과 상의를 하십시오. 궁금하신 점이 있으면 언제든지 담당자에게 문의를 하시면 답변을 얻으실 수 있습니다. 연구목적은 학내 직원 및 학생 중 자발적 참여자를 대상으로 한우고기 지방이 혈중 콜레스테롤에 미치는 영향을 구명하고자 함입니다. 다음에 예시된 내용대로 참여자는 제시된 식이요법을 하여 혈액검사를 받게 됩니다. 따라서 연구가 진행되는 도중 예상치 못한 증상이 발생할 수도 있습니다. 따라서 본 연구의 참여결정은 귀하의 의사에 달려 있습니다. 모든 사항은 귀하의 자유의사에 따라 참여를 결정하거나 포기를 결정할 수 있습니다. 또한 연구진행 도중 언제든지 중단을 결정할 수 있으며, 이로 인하여 어떠한 불이익도 받지 않을 것입니다. 저희는 연구진행 도중 관련된 새로운 과학적 자료나 정보, 안전성과 관련된 새로운 사실이 알려지면 여러분에게 즉시 알려드려 연구의 계속 참여여부를 결정할 수 있도록 하겠습니다. 여러분이 연구의 계속 참여를 원하셔도 다음과 같은 경우에는 연구에서 탈락시킬 수 있습니다. (연구참여가 피험자에게 해롭거나 연구에서 허락하지 않는 다른 치료가 추가로 필요할 경우, 피험자가 지시를 따르지 않는 경우) 아래의 설명을 읽어 보신 후 연구 참여를 원하셔서 자발적으로 서명 동의를 하신 분에 한하여 연구를 진행하게 됩니다.

## 1. 연구의 배경 및 목적

우리나라 사람들은 한우고기를 통한 포화지방의 섭취가 미미하며, 포화지방산의 섭취가 개개인의 LDL-콜레스테롤의 농도를 증가시킨다고 해도 일부 연구에서 관찰된 LDL-콜레스테롤 농도가 사망률을 증가시킨다는 증거는 없습니다. 최근 미국에서 곡물비육우, 즉 올레인산 함량이 많은 소고기를 섭취하면 심혈관 질환의 위험요인을 감소시킨다는 연구결과가 발표되어 (Gilmore 등, 2011, 2013) 올레인산 함량이 높은 한우고기의 과학적인 건강기능성 증거를 확보하기 위한 검증 연구가 필요하다고 사료됩니다. 즉, 단가불포화지방산 함량이 낮은 소고기는 HDL-콜레스테롤 농도와 LDL-콜레스테롤 입자크기(심혈관 질환의 독립적인 위험요인)를 감소시키고 혈중 중성지방을 증가시키지만, 곡물비육한 한우고기처럼 올레인산 함량이 높은 소고기는 그렇지 않음을 증명하는 것이 필요하여 선행연구를 근거하여 본 임상시험을 하게 되었음을 밝히는 바입니다.

## 2. 예상 연구 기간 및 절차

본 임상시험은 학내 게시공고문을 통한 자발적인 참여의사 대상자로 연구를 시작 하게 됩니다. 연구시작 전에 병력, 신장, 키, 투여약물, 식생활 습관 등에 대한 질문을 하게 되며 혈액검사(총콜레스테롤 함량, 중성지질, 고밀도&저밀도 콜레스테롤 및 염증수치 항목)를 거치게 됩니다.

연구대상자선정기준에 적합하면 연구에 등록이 되며, 약 30명의 피험자(중도탈락자 포함)가 총 연구기간 약 20주 동안 참여하게 됩니다. 피험자에게 4차례, 4주간에 걸쳐 주 5회(토요일과 일요일 제외), 각 처리구 쇠고기 120g을 팬-프라이밍 구이방법으로 조리하여 섭취하게 하고, 4주 이상 Washout 기간을 가진 후, 동일한 조건으로 다음 처리구 쇠고기의 섭취를 실시하며, 각 처리구 식이요법은 다음과 같습니다.

- 다음 -

처리구 ① 곡물비육 한우고기: 하동축협(솔잎한우)에서 구입한 등심(1++등급) 144 kg을 일일 섭취량 120g 씩 세분하여 진공포장한 후 냉동 보관하여 주5일(토&일 제외)×4회 즉, 총20일 학내 누리관에서 팬-프라이닝 형태로 구워 야채샐러드 및 제주 삼다수 물 200ml와 함께 점심시간에 제공.

처리구 ② 목초비육 한우고기: 전남 장흥 풀로만 목장에서 구입한 유기농 한우 등심부위를 위와 동일한 방법으로 세분, 보관하여 동일하게 제공.

처리구 ③ 곡물비육 수입쇠고기: 축산기업중앙회 진주시지부에서 구입한 미국산 육우 등심부위를 위와 동일한 방법으로 제공.

처리구 ④ 목초비육 수입쇠고기: 축산기업중앙회 진주시지부에서 구입한 호주산 육우 등심부위를 위와 동일한 방법으로 제공.

혈액검사는 피험자가 가장 불편해 할 수 있는 부분으로, 의료법인 녹십자에서 알선한 전문채혈사가 마지막 식이 24시간 이후에 과제책임자 및 임상관리자 동실하에 10ml 채혈합니다. 채혈 후 있을 수 있는 빈혈증상 두드러기 등 각종 증상 관찰을 위해 채혈 후 1시간 안정을 취할 수 있도록 본 실험실의 빈 공간을 침터로 제공하며, 어지러움, 발작, 간지러움, 멍울 등 예기치 못한 위험증상과 불편함을 대비해 임상관리자가 즉각적 반응과 대처할 것을 약속드리며, 전 연구기간 중 총 9회 (사전건강검사 포함)의 채혈이 있음을 알려드립니다.

### 3. 임상시험 참여로 예상되는 위험이나 불편 사항과 기대되는 혜택

본 연구는 한우고기 식이에 따른 혈중콜레스테롤 수치를 관찰하는 것으로, 앞선 선행연구(Gilmore, 2013, nutrition reseach)를 근거로 위험성이 없다고 판단하였으나, 정해진 식이 외에 과다한 고기섭취를 하게 되면 고열량으로 인한 체중증가가 있을 수 있으며, 예기치 않은 위험가능성으로 드물지만 일어날 수 있는 채혈시 위험 증상을 다음과 같이 알려드립니다.

- 다음 -

- 피하출혈 및 혈종 : 팔에 통증 및 묵직함이 느껴지고, 혈종은 생긴 후 1~2일이 지나면 어두운 자색의 출혈 반이 나타납니다. 조직 내 출혈량이 많을수록 광범위한 출혈반과 종창을 일으킬 수 있으며, 팔의 불편감과 동통을 호소할 수 있습니다. 그러나 시간이 지나면서 출혈반은 청자색에서 황색으로 변하고 보통 1~2주가 지나면 체내에 흡수되어 정상으로 회복됩니다. 개인에 따라 1달 정도 출혈반이 지속될 수도 있습니다.
- 신경손상 : 매우 드물지만 채혈시 혈관 주위의 신경이 손상 받아 감각이상, 통증, 근력감소 등이 생길 수 있습니다. 대부분 1개월 이내에 회복하지만 일부에 있어서는 더 이상의 회복기간이 필요한 경우도 있습니다.
- 기타 통증 : 개인에 따라 차이가 크나 채혈은 피험자에게 가장 부담스럽고 불편한 일입니다. 따라서 약간의 따끔함이 아닌 비명 혹은 공포심을 느끼신다면 즉시 자유롭게 불참 의사를 밝히셔도 좋습니다.

이번 임상시험에 참여하는 피험자는 직접적인 이익은 없지만 참여하여 주신 임상 시험의 정보를 이용하여 자신의 혈관건강을 유지할 수 있는 효과적인 식이방식의 선택할 수 있습니다.

#### 4. 피험자 준수 사항

귀하께서 본 연구에 동의하여 등록될 경우 앞서 설명 드린 것처럼 4주간 주 5회 점심시간마다 소고기 등심구이와 샐러드 식이를 드셔야하며, 4주 식이가 끝난 그 다음날 혈액검사를 받으셔야합니다. 제공해 드린 점심식사 이외의 식사는 평상시와 동일하게 하시되, 지나친 음주와 과로 및 과식을 피해 주시기 바랍니다. 혹, 사정이 생겨 시간 변동이나 참여를 철회할 경우엔 책임연구원 혹은 임상관리자에게 연락을 주시기 바랍니다. 또한 어떠한 궁금증 또는 건강이상 등의 증상은 주저 없이 말씀해 주시기 바랍니다.

## 5. 응급 상황 발생 시 대처

본 연구 수행 중 응급상황이 발생하면 임상관리자 및 책임 관리자가 즉각적으로 체크하여 필요시 경상대학교 응급실 연계를 할 것임을 알려드립니다. 식이 및 채혈 전 과정이 임상 & 책임 관리자의 적극적 관리 책임 하에 진행됨을 밝히는 바입니다. 또한 채혈 후 생길 수 있는 모든 부작용을 대비하기 위해 채혈 후 1시간 동안 본 실험실에서 제공하는 쉼터에서 전문 임상관리자의 충분한 관찰 후 귀가하시도록 권합니다.

## 6. 임상시험과 관련하여 수집되는 자료 및 개인 정보의 비밀 보장

연구의 일부로 설문지를 통한 여러분의 개인정보(생년월일, 성별, 의학 적 가족력, 약물복용, 키, 몸무게 등)와 혈액검사의 결과(총 콜레스테롤, 고 밀도 & 저밀도 콜레스테롤, 염증 수치, 메틸아민대사체)를 수집하게 됩니다. 이러한 정보는 연구담당자와 연구윤리심의위원회가 볼 수 있습니다. 동의서에 여러분이 동의를 한다는 것은 이러한 정보의 사용을 허락한다는 뜻입니다. 하지만 여러분의 신원을 파악할 수 있는 기록은 비밀로 보장될 것이며 모든 정보는 성명을 가린 채 개인식별 번호로 사용하도록 하겠습니다. 또한 채혈된 혈액은 -70도 이하의 냉동보관하며 채혈 후 2주 이내에 폐기 할 것이며, 관련 자료의 파일 및 서류는 잠금장치 하에 보관되며 연구기간 2016.8.22.~2017.8.21. 내에 삭제 및 파쇄 할 것을 약속드립니다.

## 7. 본 연구에 대한 질문 답변 제공

임상과 관련한 모든 새로운 정보 수집 시 피험자 여러분께 알려드릴 것을 약속드리며 귀하의 임상참여기간 동안 발생할 수 있는 모든 불편과 합병증은 임상책임자 혹은 책임관리자에게 연락하여 주시기 바랍니다. 동의서를 작성하셨더라도 언제든지 취소하실 수 있으며, 교내 연구윤리위원회 담당자에게 바로 연락하실 수 있도록 담당자 연락처를 알려드립니다.

라. 임상시험 대상자 서면 동의서

### 시험 대상자 서면 동의서

본인은 이 연구의 일반적 목적, 해야 할 일, 있을 수 있는 위험성과 불편에 대하여 충분히 설명을 들었으며 추가적인 설명서를 통해 이해 하였습니다.

본인은 또한 시험 대상자 동의 설명문을 읽어 보았으며, 이해하였기에 본인의 자발적인 의사에 따라 본 연구에 참여하기로 결정하였습니다.

본인은 임상 연구 절차 및/또는 자료의 검증을 위하여, 연구 관련자가 비밀 유지를 위반하지 않으면서, 연구결과물에 대하여 직접적으로 접근하도록 허가될 것임에 동의합니다. 또한 이 임상 연구로부터 얻어진 연구 자료가 지정된 연구의 관련자와 임상 시험 심사 위원회에 의해 필요에 의해 열람될 수도 있는 것에 본 동의서에 서명함으로써 동의하고 수락합니다.

본인은 또한 이 동의서 사본 1 부를 받았습니다.

**시험 대상자**

(성 명) \_\_\_\_\_ (서 명) \_\_\_\_\_ (서명일) \_\_\_\_\_

**책임연구자/공동연구자**

(성 명) \_\_\_\_\_ (서 명) \_\_\_\_\_ (서명일) \_\_\_\_\_

**공정한 입회자**

(성 명) \_\_\_\_\_ (서 명) \_\_\_\_\_ (서명일) \_\_\_\_\_

마. 임상시험심사위원회(IRB: Institutional Review Board) 승인 신청서

연구 과제명	한우고기 지방의 혈중 콜레스테롤 개선 효과 구명				
연구 책임자	인 적 사 항		연 락 처		
	성명	주선태	전화	055-772-1943	
	대학 / 기관	경상대학교	휴대전화	010 8558 5511	
	학부(과) / 부서	축산생명학과	FAX	055-772-1949	
	직급 /직책	교수	E-mail	stjoo@gnu.ac.kr	
	세부전공	식육과학	타기관 공동연구	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오	
	공동연구자	황진용 교수 (의대 순환기내과)	타기관 IRB 승인	<input type="checkbox"/> 승인 <input type="checkbox"/> 해당없음	
연구자 교육이력	최근 3년간 임상연구, 연구윤리 및 임상시험 가이드라인 (GCP)에 대한 교육을 이수한 적이 있습니까?			<input checked="" type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오	
		교육명 (교육장소)		년 월 일	
	책임연구자	주선태	경상대학교 CITI program	2016.8.24	
	연구보조원	이은영	경상대학교 program	CITI	2016.8.23
		배민용			
		강승우			
연구실무담당 자	황영화	경상대학교 CITI program	CITI	2016.8.24	
	이규원	경상대학교 CITI program	CITI	2016.8.23	
연구 예정기간	2016 년 8 월 21 일 ~ 2017 년 8 월 22 일				
연구 종 류	<input type="checkbox"/> 설문조사 <input type="checkbox"/> 관찰연구 <input type="checkbox"/> 면담 <input type="checkbox"/> 행동 <input type="checkbox"/> 실험연구 <input type="checkbox"/> 인간을 대상으로 하지 않는 연구 <input type="checkbox"/> 보관된 검체연구				

	<input checked="" type="checkbox"/> 조직 및 검체 연구(혈액, 체액 등) <input type="checkbox"/> 시료은행구축 <input type="checkbox"/> 의무기록을 이용한 환자군 연구 <input type="checkbox"/> 코호트연구 <input type="checkbox"/> 배아생성 <input type="checkbox"/> 배아연구 <input type="checkbox"/> 체세포복제배아연구 <input type="checkbox"/> 유전자은행 <input type="checkbox"/> 유전자연구 <input type="checkbox"/> 유전자치료연구 <input checked="" type="checkbox"/> 임상 시험 <input type="checkbox"/> 기타연구: _____ <b>* 심의면제 의뢰의 경우에만 해당</b> <input type="checkbox"/> 일반적 교육 환경에 적용할 수 있는 교육 연구 <input type="checkbox"/> 설문조사, 면담 또는 대중의 행동 관찰만으로 이루어진 연구 <input type="checkbox"/> 익명화된 기존의 자료, 문서, 보관 검체를 대상으로 하는 연구 <input type="checkbox"/> 정부기관, 기관장의 승인을 받은 공익을 위해 이루어지는 연구 <input type="checkbox"/> 식품의 맛이나 질을 평가하기 위한 연구 <input type="checkbox"/> 증례보고(3례 이하) <input checked="" type="checkbox"/> 전향적 연구 <input type="checkbox"/> 후향적 연구 <input type="checkbox"/> 병행연구			
연구 대상 수	<input type="checkbox"/> 30 명 <input type="checkbox"/> 해당 없음			
연구비	지원기관	한우자조금관리위원회	연구비	139,670천원
피험자 동의취득	<input checked="" type="checkbox"/> 서면 <input type="checkbox"/> 구두(※사유서 첨부) <input type="checkbox"/> 불필요(※동의면제사유서 첨부)			
심의종류 ※중복표기가능	<input type="checkbox"/> 심의면제    ※ 심의 면제 의뢰서 첨부 <input checked="" type="checkbox"/> 초기심의 <input type="checkbox"/> 재심의 <input type="checkbox"/> 지속심의 ※ 심의 주기 : <input type="checkbox"/> 3개월 <input type="checkbox"/> 6개월 <input type="checkbox"/> 9개월 <input type="checkbox"/> 12개월 <input type="checkbox"/> 기타 :			
연구 대상군 ※중복표기가능	<input checked="" type="checkbox"/> 건강한 <input type="checkbox"/> 환자 <input type="checkbox"/> 취약한 피험자군 <input type="checkbox"/> 연구책임자의 피고용인 <input type="checkbox"/> 아동 <input type="checkbox"/> 연구책임자의 연구원이나 학생 <input type="checkbox"/> 임산부 <input checked="" type="checkbox"/> 학생 <input type="checkbox"/> 장애인 [ <input type="checkbox"/> 육체적 <input type="checkbox"/> 인지적 <input type="checkbox"/> 정신적] <input type="checkbox"/> 외국인 <input type="checkbox"/> 수감자 <input type="checkbox"/> 군인 또는 군속 <input type="checkbox"/> 말기 환자 <input type="checkbox"/> 시설에 수용된 자 <input type="checkbox"/> 사회적 낙인이 찍힌 질환을 가진 자 <input type="checkbox"/> 사회적 낙인이 찍힌 자 <input type="checkbox"/> 자			

동의절차		
누구의 동의를 받을 예정입니까?	<input checked="" type="checkbox"/> 피험자 <input type="checkbox"/> 법정대리인 <input type="checkbox"/> 기타	
누가 동의 과정에서 설명할 예정입니까?	<input checked="" type="checkbox"/> 연구책임자 <input checked="" type="checkbox"/> 연구관련자 <input type="checkbox"/> 기타	
동의를 위한 논의를 위하여 피험자당 얼마만큼의 시간을 할애 할 예정입니까?	6 0 분	
강압의 가능성이나 부당한 영향을 최소화하기 위한 조치는 무엇이 있습니까?	<input checked="" type="checkbox"/> 연구관련자에 대한 교육 <input checked="" type="checkbox"/> 피험자에 대한 교육 <input type="checkbox"/> 기타	
연구 특성 및 방법	<input type="checkbox"/> 설문 <input type="checkbox"/> 면접 <input type="checkbox"/> 관찰	
	피험자 모집방법	모집게시문을 학내 알림게시판에 공지하여 자발적 참여자 모집
	피험자 모집문건의 사용	<input checked="" type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	피험자와 접촉 여부	<input checked="" type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	피험자의 사적 정보의 이용 여부	<input checked="" type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	시술/투약/검사 등의 개입 여부	<input checked="" type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	사용되는 시술	<input type="checkbox"/> 침습적 <input checked="" type="checkbox"/> 비침습적 <input type="checkbox"/> 해당 없음
	시료의 수집 및 보관 여부	<input checked="" type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	유전학적 정보의 수집 및 보관 여부	<input type="checkbox"/> 예 <input checked="" type="checkbox"/> 아니오
	경제적 이해관계 :	<input type="checkbox"/> 해당 있음 <input checked="" type="checkbox"/> 해당 없음
제출 서류 목록	<input checked="" type="checkbox"/> 연구계획심의의뢰서 <input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 <input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 요약본 <input checked="" type="checkbox"/> 생명윤리준수서약서 <input checked="" type="checkbox"/> 책임연구자 교육 이수증 <input type="checkbox"/> 이해상충 관련서류 <input type="checkbox"/> 심의면제 의뢰서 <input checked="" type="checkbox"/> 피험자 동의서  <input checked="" type="checkbox"/> 피험자 모집 문건 <input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설명문 <input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설문지 <input type="checkbox"/> 연구비 내역서 <input type="checkbox"/> 증례기록서(Case Report Form) <input type="checkbox"/> 제조(수입)품목 허가증 사본 <input type="checkbox"/> 타기관 IRB 승인서 사본 <input type="checkbox"/> 식약청 또는 주관연구기관 승인	

	<input type="checkbox"/> 피험자 동의면제 사유서 <input type="checkbox"/> 피험자 동의서 면제 사유서	서 <input type="checkbox"/> 임상시험자 자료집 <input checked="" type="checkbox"/> 기타 심의에 필요한 참고자료
<b>연구계획</b>	<b>아래 사항과 관련된 연구계획서의 Page를 기입해주세요</b>	
	연구목적 page	[ 7 ]
	배경 및 이론적 근거 요약 page	[ 7 ]
	연구방법 page	[ 8 ]
	피험자 선정 및 산출기준 page	[ 10 ]
	피험자 제외기준 page	[ 10 ]
	개인식별자 정보 보관 처리 폐기 방법 page	[ 11 ]
<b>위 연구과제에 대한 경상대학교 기관생명윤리위원회의 심의를 신청합니다.</b>		
첨부 제출 서류 각            부.		
2016    년    8 월 25    일 신 청 자 :    주선태           (인)		
<b>경상대학교총장 귀하</b>		

바. 임상시험심사위원회(IRB: Institutional Review Board) 승인 허가서

GIRB-BR-002

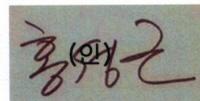
## 심의결과 통보서

<b>수신</b>	책임연구자	소속	농업생명과학대 학 축산생명학과	직위	교수	성명	주선태	
	의뢰기관	경상대학교 기관생명윤리위원회						
승인번호	<b>GIRB-G16-W-0028</b>			제출경로	메일제출			
심의종류	<input checked="" type="checkbox"/> 정규심의 <input type="checkbox"/> 신속심의 <input type="checkbox"/> 심의면제							
연구과제명	한우고기 지방의 혈중 콜레스테롤 개선 효과 구명							
	Protocol No.				Version No.			
연구예정기간	2016년 8월 22일 ~ 2017년 8월 21일							
생명윤리법에 따른 분류	<input checked="" type="checkbox"/> 인간대상연구 <input type="checkbox"/> 인체유래물연구 <input type="checkbox"/> 배아생성 <input type="checkbox"/> 배아연구 <input type="checkbox"/> 유전자검사 <input type="checkbox"/> 유전자연구 <input type="checkbox"/> 유전자은행 <input type="checkbox"/> 해당없음							
<b>연구종류</b>	<input type="checkbox"/> 보관된 검체연구 <input type="checkbox"/> 설문조사 <input type="checkbox"/> 관찰연구 <input type="checkbox"/> 의무기록을 이용한 환자군 연구 <input checked="" type="checkbox"/> 조직 및 혈액연구 <input checked="" type="checkbox"/> 임상시험 ( <input type="checkbox"/> 물질, <input type="checkbox"/> 기기, <input type="checkbox"/> 생물학적제제 <input checked="" type="checkbox"/> 식품) <input type="checkbox"/> 시료은행구축 <input type="checkbox"/> 기타 _____							
	시 험 내 용	연구대상	일반명			상품명		
		연구형태	<input type="checkbox"/> 연구자 주도 임상(III)		<input type="checkbox"/> 의뢰자 주도 임상(SIT)			
		식약청승인	<input type="checkbox"/> 식약청 승인 대상		<input type="checkbox"/> 식약청 승인 제외 대상			
		연구목적	<input type="checkbox"/> 학술용 <input type="checkbox"/> 국내허가용(KFDA) <input type="checkbox"/> 해외허가용(국가명: _____)					
Phase	<input type="checkbox"/> 제1상 <input type="checkbox"/> 제2상 <input type="checkbox"/> 제3상 <input type="checkbox"/> 제4상 <input type="checkbox"/> PMS <input type="checkbox"/> 생물학적동등성시험 <input type="checkbox"/> 기타 ( _____ )							
심의기간	2016년 9월 2일 ~ 2016년 9월 8일							
<b>심의대상</b>	<input checked="" type="checkbox"/> 연구계획심의의뢰서			<input type="checkbox"/> 연구계획 변경 의뢰서				
	<input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서(신규)			<input type="checkbox"/> 변경 사항 대조표				
	<input type="checkbox"/> 연구계획서(보완)			<input type="checkbox"/> 연구계획 변동/위반 사례 보고서				
	<input checked="" type="checkbox"/> 피험자 동의서			<input type="checkbox"/> 변동/위반 사항 대조표				
	<input type="checkbox"/> 피험자 동의면제 사유서			<input type="checkbox"/> 연차지속심의의뢰서				
	<input type="checkbox"/> 피험자 동의서 면제 사유서			<input type="checkbox"/> 연구진행중간보고서				
	<input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설명문			<input type="checkbox"/> 연구과제 점검리스트				
	<input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설문지			<input type="checkbox"/> 연구조기종료보고서				
	<input checked="" type="checkbox"/> 피험자 모집 문건			<input type="checkbox"/> 연구결과(종료)보고서				
	<input type="checkbox"/> 이의신청서			<input type="checkbox"/> 이상반응보고서				
	<input type="checkbox"/> 검토의견에 대한 답변서			<input checked="" type="checkbox"/> 기타 심의에 필요한 참고자료				

심의결과	승인				
승인날짜	2016 년 9 월 8 일	승인유효기간	2107 년 9 월 7 일 까지		
정기보고 주기	<input type="checkbox"/> 3개월 <input type="checkbox"/> 6개월 <input type="checkbox"/> 9개월 <input checked="" type="checkbox"/> 12개월 <input type="checkbox"/> 기타 ( 종료시점 등 ) ※정기보고주기는 1년을 초과할 수 없음.				
제출자료 목록	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획심의의뢰서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 (신규)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 생명윤리준수서약서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 요약본</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자 동의서</li> <li><input type="checkbox"/> 피험자 동의면제 사유서</li> <li><input type="checkbox"/> 피험자 동의서 면제 사유서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자 모집 문건</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설명문</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설문지</li> <li><input type="checkbox"/> 연구비 내역서</li> <li><input type="checkbox"/> 증례기록서(Case Report Form)</li> <li><input type="checkbox"/> 제조(수입)품목 허가증 사본</li> <li><input type="checkbox"/> 타기관 IRB 승인서 사본</li> <li><input type="checkbox"/> 식약청 또는 주관연구기관 승인서</li> <li><input type="checkbox"/> 임상시험자 자료집</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 기타 심의에 필요한 참고자료</li> </ul> </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 연구계획서 (보완)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 이해상충 관련서류</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구자 이력서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구자 교육 이수증</li> <li><input type="checkbox"/> 심의면제 의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구계획변경의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 변경사항 대조표</li> <li><input type="checkbox"/> 연구계획 변동/위반 사례 보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 변동/위반 사항 대조표</li> <li><input type="checkbox"/> 연차지속심의의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구진행중간보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구과제 점검리스트</li> <li><input type="checkbox"/> 연구소기종료보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구결과(종료)보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 이상반응보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 이의신청서</li> <li><input type="checkbox"/> 검토의견에 대한 답변서</li> </ul> </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획심의의뢰서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 (신규)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 생명윤리준수서약서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 요약본</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자 동의서</li> <li><input type="checkbox"/> 피험자 동의면제 사유서</li> <li><input type="checkbox"/> 피험자 동의서 면제 사유서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자 모집 문건</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설명문</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설문지</li> <li><input type="checkbox"/> 연구비 내역서</li> <li><input type="checkbox"/> 증례기록서(Case Report Form)</li> <li><input type="checkbox"/> 제조(수입)품목 허가증 사본</li> <li><input type="checkbox"/> 타기관 IRB 승인서 사본</li> <li><input type="checkbox"/> 식약청 또는 주관연구기관 승인서</li> <li><input type="checkbox"/> 임상시험자 자료집</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 기타 심의에 필요한 참고자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 연구계획서 (보완)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 이해상충 관련서류</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구자 이력서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구자 교육 이수증</li> <li><input type="checkbox"/> 심의면제 의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구계획변경의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 변경사항 대조표</li> <li><input type="checkbox"/> 연구계획 변동/위반 사례 보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 변동/위반 사항 대조표</li> <li><input type="checkbox"/> 연차지속심의의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구진행중간보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구과제 점검리스트</li> <li><input type="checkbox"/> 연구소기종료보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구결과(종료)보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 이상반응보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 이의신청서</li> <li><input type="checkbox"/> 검토의견에 대한 답변서</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획심의의뢰서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 (신규)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 생명윤리준수서약서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구계획서 요약본</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자 동의서</li> <li><input type="checkbox"/> 피험자 동의면제 사유서</li> <li><input type="checkbox"/> 피험자 동의서 면제 사유서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자 모집 문건</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설명문</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 피험자에게 제공되는 설문지</li> <li><input type="checkbox"/> 연구비 내역서</li> <li><input type="checkbox"/> 증례기록서(Case Report Form)</li> <li><input type="checkbox"/> 제조(수입)품목 허가증 사본</li> <li><input type="checkbox"/> 타기관 IRB 승인서 사본</li> <li><input type="checkbox"/> 식약청 또는 주관연구기관 승인서</li> <li><input type="checkbox"/> 임상시험자 자료집</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 기타 심의에 필요한 참고자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> 연구계획서 (보완)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 이해상충 관련서류</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구자 이력서</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> 연구자 교육 이수증</li> <li><input type="checkbox"/> 심의면제 의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구계획변경의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 변경사항 대조표</li> <li><input type="checkbox"/> 연구계획 변동/위반 사례 보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 변동/위반 사항 대조표</li> <li><input type="checkbox"/> 연차지속심의의뢰서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구진행중간보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구과제 점검리스트</li> <li><input type="checkbox"/> 연구소기종료보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 연구결과(종료)보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 이상반응보고서</li> <li><input type="checkbox"/> 이의신청서</li> <li><input type="checkbox"/> 검토의견에 대한 답변서</li> </ul>				
심의의견	원안대로 승인함.				

2016 년 9 월 8 일

경상대학교 기관생명윤리위원회 위원장 홍성근



사. 임상시험 실시



3차실험

목초비육  
한우  
2등급  
채끝



4차실험

곡물비육  
미국산  
BMS1~2  
Striploin



### 3. 분석실험

#### 가. 혈액성분 분석

식이시험 전후에 채취한 혈액은 녹십자 GC Labs에서 다음과 같이 분석함.

## 나. TMAO 분석

혈장 내 Trimethylamine-N-oxide (TMAO) 농도는 다음과 같이 LC/MS MRM 분석법으로 측정함. TMAO (Mw : 75.11) standard는 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5  $\mu\text{M}$  농도로 standard curve를 그려 정량하였음. TMAO 추출은 혈액시료 100  $\mu\text{l}$ 에 0.1% formic acid가 포함된 acetonitrile (ACN) 300  $\mu\text{l}$ 를 넣어 4°C 에서 1시간 동안 shaking 시켜 추출하였음. 1시간 후 centrifuge는 12,000 rpm 에서 10분간 진행하였고, 상층액을 취해 vial에 넣어준 후 아래와 같은 조건에서 LC/MS로 MRM 분석하였으며, terfenadien(IS)을 기준으로 normalization을 시켜 sample 값을 구하였음.

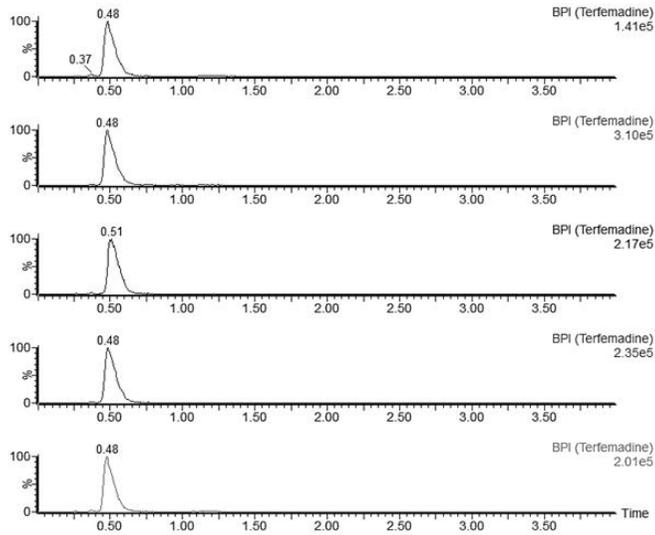
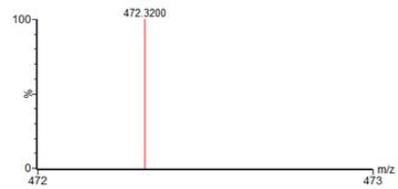
### Analytical condition of LC/MS

XEVO-TQSmicro				
Pump	Mobile phase	A : Water + 0.1% formic acid B : Acetonitril + 0.1% formic acid	Flow rate	0.4 ml/min
Auto sampler	Injection volume	1 ul	Sample temperature	10 °C
Column comp.	ACQUITY UPLC BEH HILIC 1.7 $\mu\text{m}$ , 2.1X100mm column		Column temperature	40 °C
Ionization	Electrospray ionization (ESI)	Ion mode	Positive	
Scan type	MRM	Precursor ion and product ion	TMAO : 75.80 > 57.80 75.80 > 58.80 Terfenadien(internal standard) : 472.32 > 455.20	
Source temperature	151 °C	Desolvation temperature	200 °C	
Cone gas flow	30 L/Hr	Desolvation gas flow	800 L/Hr	
Collision energy (CE)	10 V	Cone voltage	25V	

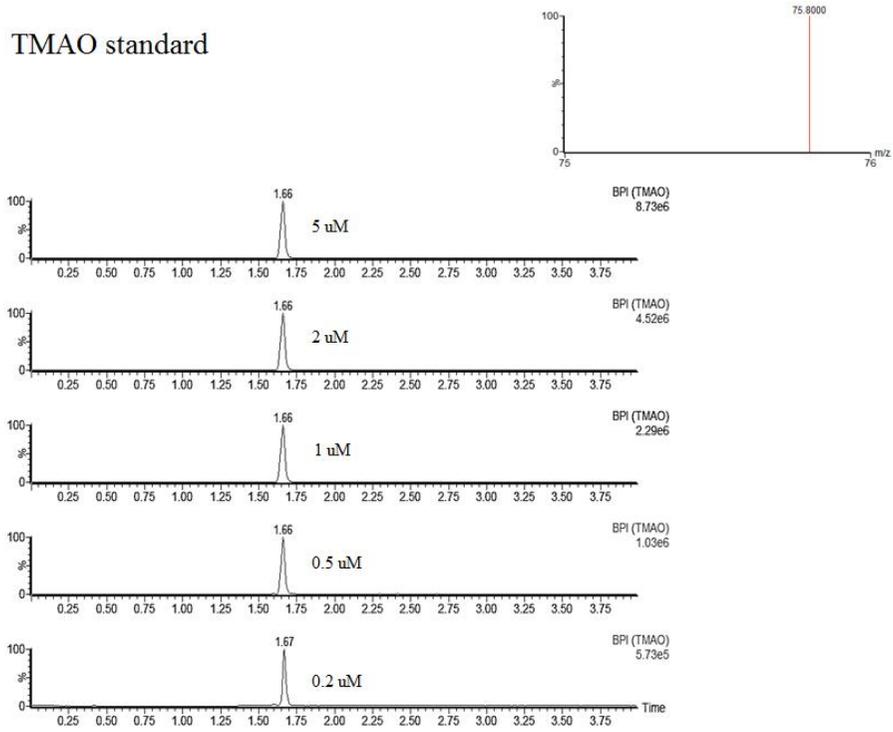
## Inlet method

Time	Flow rate (ml/min)	A conc	B conc	Curve
Initial	0.4	5.0	95.0	initial
0.5	0.4	5.0	95.0	6
2.5	0.4	90.0	10.0	6
2.6	0.4	5.0	95.0	6
4	0.4	5.0	95.0	6

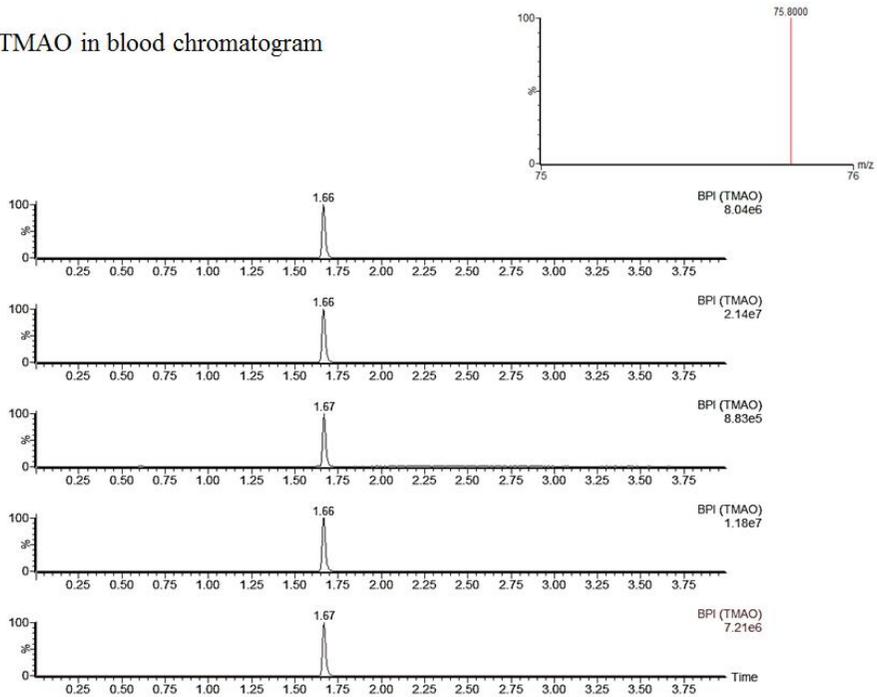
## Terfenadien (internal standard)



## TMAO standard



## TMAO in blood chromatogram



## 제3장. 연구의 결과

---

제1절. <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사

1. 곡물비육과 목초비육 한우고기 및 수입육의 올레인산 함량 차이
2. 등심부위의 지방함량과 올레인산 함량의 상관관계
3. 수입쇠고기와 한우고기의 지방산조성 및 콜레스테롤 함량 차이
4. 곡물비육과 목초비육 소고기의 육질 및 관능적 차이
5. 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 근육 근섬유조성의 차이
6. 한우고기 근섬유조성이 육질의 변이에 미치는 영향
7. 한우고기 근섬유조성과 지방산조성의 상관관계
8. 한우의 사양방식에 따른 건강관련 지방산조성의 변이

제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈  
중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과  
구명

1. 소고기의 지방산조성이 혈액의 지방산조성에 미치는 영향
2. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 성인남성의 혈액성분에 미치는 영향
3. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 성인여성의 혈액성분에 미치는 영향
4. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 혈액성분에 미치는 영향

제1절. <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사

1. 곡물비육과 목초비육 한우고기 및 수입육의 올레인산 함량 차이

<표 1> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 포화지방산(SFA, Saturate Fatty Acid) 변이

포화 지방산	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
C10:0	0.06±0.00	0.07±0.00	0.06±0.01	0.07±0.02
C12:0	0.06±0.01 <sup>B</sup>	0.07±0.00 <sup>A</sup>	0.05±0.01 <sup>B</sup>	0.07±0.01 <sup>A</sup>
C14:0	2.43±0.13 <sup>B</sup>	2.62±0.10 <sup>A</sup>	2.56±0.06 <sup>AB</sup>	2.67±0.08 <sup>A</sup>
C15:0	0.35±0.03 <sup>B</sup>	0.37±0.04 <sup>B</sup>	0.35±0.05 <sup>B</sup>	0.50±0.04 <sup>A</sup>
C16:0	26.22±0.66 <sup>D</sup>	29.29±0.57 <sup>B</sup>	27.55±0.69 <sup>C</sup>	30.57±0.73 <sup>A</sup>
C17:0	1.31±0.04 <sup>AB</sup>	1.31±0.15 <sup>AB</sup>	1.19±0.10 <sup>B</sup>	1.36±0.07 <sup>A</sup>
C18:0	8.98±0.35 <sup>C</sup>	13.32±1.67 <sup>B</sup>	14.31±0.64 <sup>B</sup>	15.73±0.87 <sup>A</sup>
C20:0	0.11±0.02 <sup>C</sup>	0.14±0.02 <sup>B</sup>	0.12±0.01 <sup>BC</sup>	0.17±0.02 <sup>A</sup>
C21:0	0.11±0.03 <sup>A</sup>	0.02±0.01 <sup>B</sup>	0.05±0.02 <sup>B</sup>	0.02±0.01 <sup>B</sup>
C22:0	0.04±0.01 <sup>A</sup>	0.01±0.01 <sup>C</sup>	0.03±0.01 <sup>AB</sup>	0.03±0.01 <sup>B</sup>
합계	39.66±1.07 <sup>C</sup>	47.23±2.04 <sup>B</sup>	46.28±1.05 <sup>B</sup>	51.20±1.06 <sup>A</sup>

<sup>ABCD</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

- 곡물비육 한우고기 등심, 목초비육 한우고기 등심, 곡물비육 미국산 수입등심, 목초비육 호주산 수입등심의 지방산조성을 포화지방산(SFA), 단가불포화지방산(MUFA) 및 다가불포화지방산(PUFA)으로 조사한 결과는 각각 표1, 표2, 표3에 나타난 바와 같음.
- 곡물비육 한우는 포화지방산의 비율이 다른 쇠고기(수입쇠고기 및 목초비육 한우고기)에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮은 것으로 나타남.
- 목초비육 한우의 포화지방산 비율은 목초비육 호주산 쇠고기보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 적었지만 곡물비육 미국산 쇠고기와는 유의적인 차이가 없었음( $P > 0.05$ ).
- 포화지방산은 목초비육 호주산 쇠고기가 가장 높았으며, 그 다음이 목초비육 한우로 나타나 목초비육을 하면 쇠고기의 포화지방산 비율이 곡물비육에 비해 높아지는 것으로 사료됨.
- 목초비육이 쇠고기의 포화지방산 비율을 증가시키는 결정적인 이유는 팔미트산(C16:0)의 비율이 증가하기 때문이었음. 팔미트산은 시험 4처리구 모두 유의적으로( $P < 0.05$ ) 다른 것으로 나타났으며, 그 순서는 목초비육 호주산 > 목초비육 한우 > 곡물비육 미국산 > 곡물비육 한우 순이었음.
- 곡물비육 한우의 포화지방산 비율이 낮은 또 다른 결정적인 이유는 스테아르산(C18:0)의 비율이 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮은 것이었음. 곡물비육 한우의 스테아르산 비율은 8.98%인 반면, 목초비육 호주산의 비율은 15.73%이었음.
- 곡물비육 한우의 팔미트산 비율(26.22%)은 곡물비육 미국산 쇠고

기(27.55%)와 수치적으로 큰 차이가 없었지만, 스테아르산 비율은 한우(8.98%)와 미국산(14.31%) 사이에 큰 차이가 존재하였음.

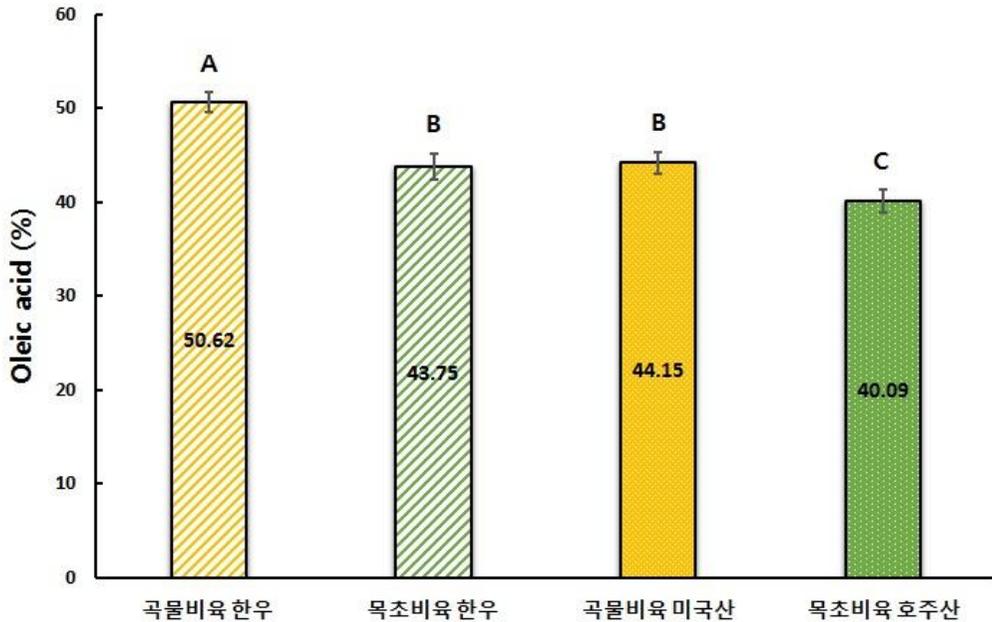
- 위의 결과는 같은 곡물비육이라도 근내지방도(마블링)가 높을수록 포화지방의 비율이 낮아지는데, 그 이유는 스테아르산의 비율이 월등히 낮아지기 때문임을 암시함. (※ 스테아르산은 혈중 중성지방 농도를 증가시킴)
- 한편, 미리스트산(C14:0)과 라우르산(C12:0) 비율도 곡물비육 한우가 목초비육 호주산에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮은 것으로 나타났다지만, 그 비율은 수치적으로 크지 않아 전체 포화지방산의 비율의 변이에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료됨.

<표 2> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 단가불포화지방산(MUFA, Mono-unsaturate Fatty Acid) 변이

단가 불포화 지방산	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
C14:1	0.60±0.06 <sup>A</sup>	0.45±0.09 <sup>B</sup>	0.50±0.06 <sup>AB</sup>	0.43±0.08 <sup>B</sup>
C15:1	0.05±0.01 <sup>AB</sup>	0.04±0.01 <sup>AB</sup>	0.05±0.01 <sup>A</sup>	0.04±0.01 <sup>B</sup>
C16:1	4.40±0.19 <sup>A</sup>	3.47±0.36 <sup>B</sup>	4.42±0.05 <sup>A</sup>	3.54±0.38 <sup>B</sup>
C17:1	1.12±0.04 <sup>A</sup>	0.98±0.10 <sup>AB</sup>	0.96±0.19 <sup>AB</sup>	0.86±0.16 <sup>B</sup>
C18:1 (n-9)	50.62±1.01 <sup>A</sup>	43.75±1.36 <sup>B</sup>	44.15±1.21 <sup>B</sup>	40.09±1.26 <sup>C</sup>
C20:1	0.28±0.07 <sup>A</sup>	0.32±0.02 <sup>A</sup>	0.20±0.01 <sup>B</sup>	0.27±0.03 <sup>A</sup>
C22:1 (n-9)	0.05±0.02	0.06±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01
합계	57.11±0.85 <sup>A</sup>	49.07±1.82 <sup>B</sup>	50.34±1.15 <sup>B</sup>	45.28±1.05 <sup>C</sup>

<sup>ABCD</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

- 곡물비육 한우의 단가불포화지방산(MUFA) 비율은 목초비육 한우 및 수입쇠고기에 비해 유의적으로(P<0.05) 높았음.
- 반면, 곡물비육 미국산 쇠고기의 MUFA 비율은 목초비육 호주산 쇠고기의 MUFA 비율보다 유의적으로 (P<0.05) 높았지만, 목초비육 한우의 MUFA 비율과는 유의적인 차이가 없었음(P>0.05).
- 곡물비육 한우의 MUFA 비율이 다른 쇠고기에 비해 압도적으로 높은 이유는 예상했던 대로 올레인산(C18:1 n-9)의 비율이 다른 처리구들에 비해 월등히 높은(P<0.05) 것에 기인하였음.



<그림 1> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 올레인산 (Oleic acid) 변이

- 곡물비육 한우의 올레인산 비율 50.62%은 목초비육 한우의 43.75% 및 호주산 쇠고기의 40.09%에 비해 무려 10% 이상 높았으며, 같은 곡물비육 미국산 쇠고기의 44.5% 보다도 5% 이상 높았음.
- 위의 결과는 목초비육에 비해 곡물비육이 쇠고기 근내지방의 올레인산 비율을 증가시키는 결정적인 원인이었음을 암시함. 또한 같은 곡물비육이라고 할지라도 근내지방 함량이 증가할수록 올레인산 비율도 같이 증가한다는 것을 알 수 있음.
- 한편, MUFA 중 팔미토레인산(C16:1)은 곡물비육 쇠고기(한우와 미국산)와 목초비육 쇠고기(한우와 호주산) 사이에 유의적인 차이

가 있었으며, 곡물비육 쇠고기가 유의적으로( $P<0.05$ ) 높았음.

- 또한 미리스토인산(C14:1), Cis-10-pentadecanoic(C15:1), Cis-10-heptadecanoic(C17:1) 및 Cis-11-eicosenoic(C20:1)도 곡물비육 한우가 다른 쇠고기에 비해 유의적으로( $P<0.05$ ) 높은 것으로 나타났지만, 그 비율은 수치적으로 크지 않아 전체 MUFA 비율의 변이에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료됨.

<표 3> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 다가불포화지방산(PUFA, Poly-unsaturate Fatty Acid) 변이

다가불포화지방산	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
C18:2 (n-6)	2.25±0.06 <sup>A</sup>	1.93±0.24 <sup>B</sup>	2.08±0.09 <sup>AB</sup>	1.69±0.11 <sup>C</sup>
C20:2 (n-6)	0.19±0.05	0.19±0.08	0.19±0.04	0.22±0.03
C18:3 (n-3)	0.17±0.07 <sup>C</sup>	0.97±0.06 <sup>A</sup>	0.47±0.09 <sup>B</sup>	0.91±0.08 <sup>A</sup>
C18:3 (n-6)	0.12±0.03 <sup>A</sup>	0.05±0.01 <sup>B</sup>	0.12±0.01 <sup>A</sup>	0.13±0.02 <sup>A</sup>
C20:3 (n-3)	0.02±0.01 <sup>B</sup>	0.05±0.01 <sup>A</sup>	0.03±0.01 <sup>B</sup>	0.05±0.01 <sup>A</sup>
C20:3 (n-6)	0.18±0.05 <sup>AB</sup>	0.14±0.04 <sup>B</sup>	0.20±0.02 <sup>A</sup>	0.15±0.02 <sup>B</sup>
C20:4 (n-6)	0.21±0.06	0.17±0.10	0.22±0.06	0.22±0.04
C20:5 (n-3)	0.05±0.02 <sup>BC</sup>	0.12±0.03 <sup>A</sup>	0.02±0.01 <sup>C</sup>	0.07±0.01 <sup>B</sup>
C22:6 (n-3)	0.03±0.02 <sup>B</sup>	0.08±0.01 <sup>A</sup>	0.05±0.01 <sup>B</sup>	0.08±0.01 <sup>A</sup>
합계	3.22±0.23 <sup>B</sup>	3.70±0.33 <sup>A</sup>	3.38±0.17 <sup>AB</sup>	3.52±0.17 <sup>AB</sup>

<sup>ABCD</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

- 다가불포화지방산(PUFA)은 예상했던 대로 목초비육 쇠고기가 곡물비육 쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음. 곡물비육 한우의 PUFA 비율이 가장 낮은 반면, 목초비육 한우가 가장 높은 PUFA 비율을 보였음.
- 그러나 PUFA 중 가장 높은 비율을 차지하는 리놀레산( $C18:2$  n-6)과 감마-리놀렌산( $C18:3$  n-6)는 곡물비육 쇠고기(한우와 미국산)가 목초비육 쇠고기(한우와 호주산)보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았으며, 곡물비육 한우가 미국산 쇠고기보다 높은 리놀레산 비율을 보였음.
- 반면, 대표적인 오메가-3 지방산인 리놀렌산( $C18:3$  n-3), 에이코사펜타엔산 EPA( $C20:5$  n-3) 및 도코사헥사엔산 DHA( $C22:6$  n-3)의 비율은 목초비육 쇠고기가 곡물비육 쇠고기보다 높았음. 즉, 목초비육 한우와 호주산 쇠고기의 오메가-3 지방산 비율이 곡물비육 한우와 미국산 쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음.

## 2. 등심부위의 지방함량과 올레인산 함량의 상관관계

<표 4> 소고기 등심부위의 주요 지방산과 지방함량 및 관능검사 항목 사이의 단순상관도 비교

	지방함량	풍미	다즙성	연도	종합 맛
C12:0	-0.52*	-0.10	-0.75***	-0.71***	-0.65**
C14:0	-0.69***	-0.50*	-0.67**	-0.64**	-0.72***
C16:0	-0.84***	0.77***	-0.51*	-0.91***	-0.90***
C18:0	-0.87***	-0.83***	-0.71***	-0.73***	-0.83***
C20:0	0.90***	0.63**	0.81***	0.74***	0.83***
C18:1(n-9)	0.91***	0.76***	0.82***	0.84***	0.92***
C18:2(n-6)	0.72***	0.54*	0.81***	0.81***	0.84***
C18:3(n-3)	-0.89***	-0.40	-0.96***	-0.91***	-0.92***
C20:3(n-6)	-0.68**	-0.17	-0.87***	-0.83***	-0.78***
C22:6(n-3)	-0.76***	-0.39	-0.88***	-0.84***	-0.84***
SFA	-0.90***	-0.73***	-0.84***	-0.86***	-0.93***
MUFA	0.92***	0.73***	0.86***	0.87***	0.94***
PUFA	-0.53*	-0.13	-0.56*	-0.53*	-0.49*
Σn-3	-0.86***	-0.35	-0.96***	-0.91***	-0.91***
Σn-6	0.65**	0.34	0.75***	0.71***	0.75***

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P< 0.001.

○ 쇠고기 지방산 중 근내지방 함량과 유의적인 상관도를 나타낸 지방산은 라우르산(C12:0), 미리스트산(C14:0), 팔미트산(C16:0), 스테아르산(C18:0), 아라키드산(C20:0), 올레인산(C18:1 n-9), 리놀레산(C18:2 n-6), 리놀렌산(C18:3 n-3), 디호모-감마-리놀렌산(C20:3 n-6), DHA(C22:6 n-3) 이었음.

○ 이 중 올레인산이 근내지방 함량과 가장 높은 상관도(r=0.91,

$p < 0.001$ )를 나타냈으며, 리놀레산과 아라키드산과 더불어 정의 상관관계를 보였음. 나머지 지방산들은 근내지방 함량과 부의 상관관계를 가졌음.

- 그 결과, 근내지방 함량과 MUFA는 정의 상관관계, SFA와 PUFA는 부의 상관관계를 보였음. 특히 SFA 중 스테아르산( $r = -0.87$ )과 팔미트산( $r = -0.84$ )이, PUFA 중 리놀렌산( $r = -0.89$ )이 높은 부의 상관도를 보였음.
- 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기에 비해 오메가-6 지방산 비율은 높은 반면 오메가-3 지방산 비율이 낮은 것에 기인하여, 근내지방 함량과 오메가-6 지방산( $\Sigma n-6$ )은 정의 상관도( $r = 0.65$ ,  $P < 0.01$ )를 나타낸 반면 오메가-3 지방산( $\Sigma n-3$ )은 고도의 부의 상관도( $r = -0.86$ ,  $P < 0.001$ )를 가졌음.
- 이상의 결과로부터, 쇠고기는 곡물비육을 통해 근내지방 함량이 높아지면 올레인산, 리놀레산 및 오메가-6 지방산 함량이 높아지는 반면, 목초비육을 하여 근내지방 함량이 낮아지면 미리스트산, 팔미트산, 스테아르산과 같은 포화지방산 및 오메가-3 지방산 함량이 높아지는 것을 알 수 있음.
- 쇠고기의 올레인산 함량은 풍미( $r = 0.76$ ), 다즙성( $r = 0.82$ ), 연도( $r = 0.84$ ) 및 종합적인 맛( $r = 0.92$ )과 고도의( $P < 0.001$ ) 정의 상관도를 보였음.
- 지방함량과 정의 상관도를 보인 리놀레산도 모든 관능검사 항목과 정의 상관도를 보였지만, 지방함량과 부의 상관도를 보인 리놀렌산, 디호모-감마-리놀렌산 및 DHA는 관능검사 항목들과 부의 상관도를 보였음.

- 특히, 포화지방산들은 관능검사 항목들과 모두 부의 상관도를 보였는데, 종합적인 맛과 라우르산( $r=-0.65$ ), 미리스트산( $r=-0.72$ ), 팔미트산( $r=-0.90$ ) 및 스테아르산( $r=-0.83$ )은 고도의 부의 상관도를 가진 결과 SFA( $r=-0.93$ ) 또한 고도의( $P<0.001$ ) 부의 상관도를 보였음.
- 또한 지방함량과 부의 상관도를 가진 오메가-3 지방산은 종합적 맛과도 부의 상관도( $r=-0.91$ )를 보인 반면, 지방함량과 정의 상관도를 가진 오메가-6 지방산은 정의 상관도( $r=0.75$ )를 보였음.
- 이상과 같은 결과는 목초비육을 하여 쇠고기의 포화지방산과 오메가-3 지방산 비율이 높아지면 맛이 나빠지는 반면, 곡물비육을 하여 단가불포화지방산과 오메가-6 지방산 비율이 높아지면 맛이 좋아진다는 것을 의미함.

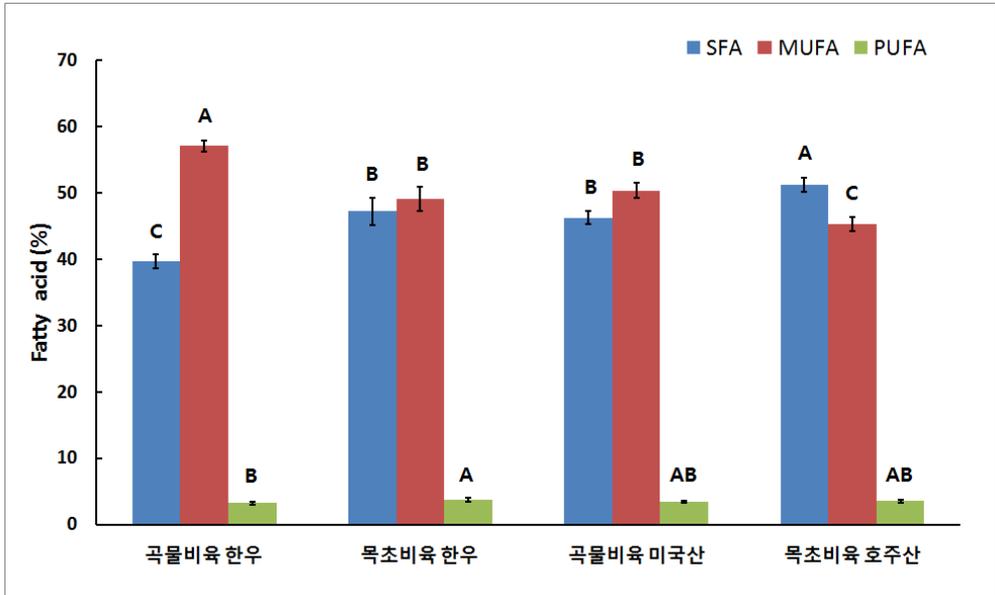
### 3. 수입쇠고기와 한우고기의 지방산조성 및 콜레스테롤 함량 차이

<표 5> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 지방산 조성 및 AI (Atherogenic Index) 변이

지방산	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
SFA	39.66±1.07 <sup>C</sup>	47.23±2.04 <sup>B</sup>	46.28±1.05 <sup>B</sup>	51.20±1.06 <sup>A</sup>
MUFA	57.11±0.85 <sup>A</sup>	49.07±1.82 <sup>B</sup>	50.34±1.15 <sup>B</sup>	45.28±1.05 <sup>C</sup>
PUFA	3.22±0.23 <sup>B</sup>	3.70±0.33 <sup>A</sup>	3.38±0.17 <sup>AB</sup>	3.52±0.17 <sup>AB</sup>
Σn-6	2.95±0.15 <sup>A</sup>	2.48±0.37 <sup>B</sup>	2.82±0.17 <sup>A</sup>	2.41±0.15 <sup>B</sup>
Σn-3	0.27±0.10 <sup>C</sup>	1.22±0.10 <sup>A</sup>	0.56±0.10 <sup>B</sup>	1.11±0.06 <sup>A</sup>
AI	0.60±0.03 <sup>D</sup>	0.76±0.03 <sup>B</sup>	0.71±0.02 <sup>C</sup>	0.84±0.03 <sup>A</sup>

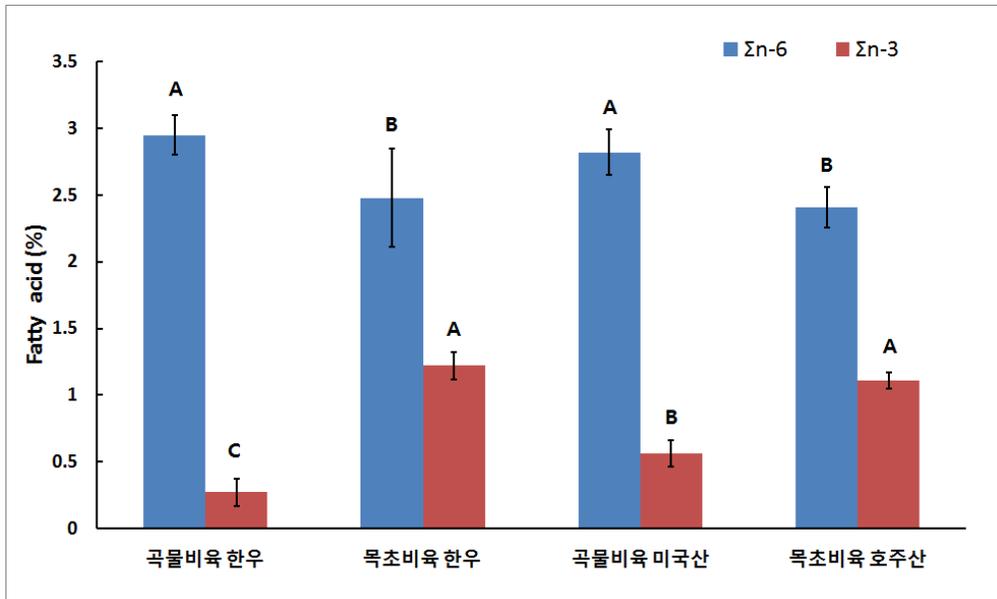
<sup>ABCD</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

- 곡물비육과 목초비육 쇠고기의 포화지방산(SFA)과 불포화지방산(MUFA와 PUFA)의 비율을 <표 5>와 <그림 2>에 정리하였음.
- 곡물비육 한우는 MUFA 비율이 두드러지게 높은 반면, 목초비육 호주산 쇠고기는 SFA 비율이 압도적으로 높았음. PUFA는 목초비육 쇠고기가 높았지만 큰 차이가 없었음.
- 같은 곡물비육이라도 미국산 쇠고기의 MUFA 비율(50.34%)에 비해 한우의 MUFA 비율(57.11%)이 유의적으로(P<0.05) 높았으며, SFA의 비율은 미국산 쇠고기가 유의적으로(P<0.05) 높았음.



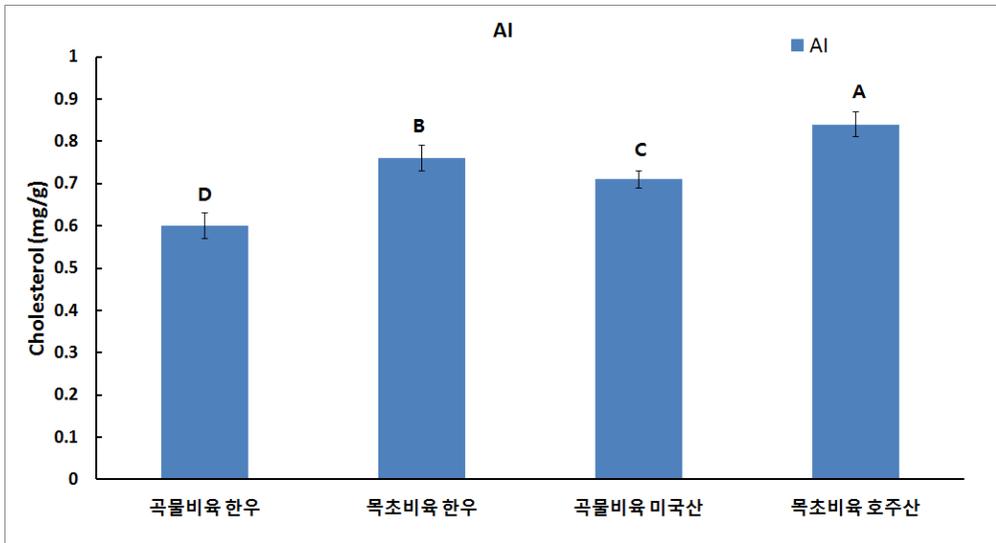
<그림 2> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 포화지방산과 불포화지방산 비율

- 반면, 같은 목초비육이라도 호주산 쇠고기의 SFA 비율(51.20%)이 한우의 SFA 비율(47.23%)에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았으며, MUFA 비율은 한우가 호주산 쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음.
- 이상의 결과로부터, 한우는 사양방식과 별도로 SFA는 낮고 MUFA는 높은 지방산조성의 근내지방을 생성하는 유전적 특성을 가진 것으로 사료되었음.
- 곡물비육과 목초비육 쇠고기의 오메가-6 및 오메가-3 지방산 비율을 <그림 3>에 정리하여 비교하였음.



<그림 3> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 오메가-6 지방산과 오메가-3 지방산 비율

- 오메가-6 지방산 비율은 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높은 반면, 오메가-3 지방산 비율은 목초비육 쇠고기가 높았음.
- 같은 곡물비육 쇠고기(한우와 미국산 쇠고기)나 목초비육 쇠고기(한우와 호주산 쇠고기) 사이에 오메가-6 비율 차이는 없었음.
- 반면, 오메가-3 지방산 비율은 같은 목초비육 쇠고기(한우와 호주산 쇠고기) 사이에는 차이가 없었지만, 곡물비육 미국산 쇠고기가 곡물비육 한우고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음.
- 이상의 결과로부터, 미국산 쇠고기는 곡물비육이라고 할지라도 오메가-3 지방산 비율을 높이기 위한 사료처리나 어느 정도 목초의 급여가 있었던 것으로 사료되었음.



<그림 4> 한우고기와 수입쇠고기의 지방산조성의 변이에 따른 AI 차이

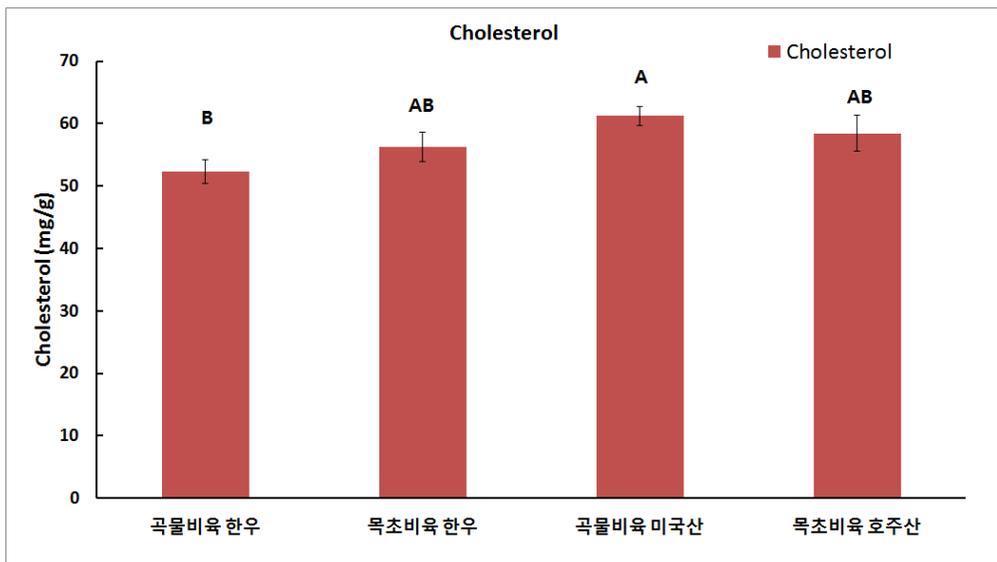
- 곡물비육과 목초비육 쇠고기의 지방산조성을 기반으로 산출한 AI (Atherogenic index)를 <그림 4>에 정리하여 비교하였음.

$$AI = [C12:0+4(C14:0)+C16:0]/[MUFA+PUFA]$$

(Ulbricht와 Southgate, 1991)

- 곡물비육 쇠고기에 비해 목초비육 쇠고기의 AI가 유의적으로 (P<0.05) 높았으며, 같은 사양방식이라도 한우가 미국산이나 호주산 쇠고기에 비해 AI가 유의적으로(P<0.01) 낮았음.
- 곡물비육 한우의 AI가 목초비육 호주산 쇠고기나 곡물비육 미국산 쇠고기에 비해 낮은 것은 월등히 높은 MUFA(올레인산 비율)와 낮은 미리스트산과 팔미트산 비율에 기인함.

- 같은 사양방식이라도 한우가 미국산 쇠고기나 호주산 쇠고기에 비해 AI가 낮은 것은 근내지방의 지방산조성과 관련한 한우의 유전적 능력이 우수한 것을 반증함.
- AI가 동맥경화 지수임을 감안할 때, 한우고기의 지방산조성은 호주산 쇠고기나 미국산 쇠고기에 비해 혈관건강에 이롭다고 할 수 있음.



<그림 5> 한우고기와 수입쇠고기의 콜레스테롤 함량 차이

#### 4. 곡물비육과 목초비육 소고기의 육질 및 관능적 차이

<표 6> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 근육 pH와 육색측정치

육질측정치	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
근육 pH	5.60±0.06 <sup>B</sup>	5.69±0.05 <sup>AB</sup>	5.65±0.12 <sup>AB</sup>	5.72±0.07 <sup>A</sup>
명도(L*)	41.64±2.52 <sup>A</sup>	34.01±2.00 <sup>B</sup>	35.05±0.96 <sup>B</sup>	35.37±1.08 <sup>B</sup>
적색도(a*)	23.33±0.99 <sup>A</sup>	20.39±1.55 <sup>B</sup>	24.40±1.70 <sup>A</sup>	22.04±3.00 <sup>AB</sup>
황색도(b*)	5.73±1.03 <sup>AB</sup>	7.44±0.61 <sup>A</sup>	6.24±0.97 <sup>A</sup>	4.30±2.02 <sup>B</sup>
채도(C)	24.03±1.20 <sup>AB</sup>	21.70±1.62 <sup>B</sup>	25.19±1.87 <sup>A</sup>	22.49±3.30 <sup>AB</sup>
탁도(hue)	13.66±1.85 <sup>B</sup>	19.96±1.04 <sup>A</sup>	14.18±1.29 <sup>B</sup>	10.54±3.85 <sup>C</sup>

<sup>ABC</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

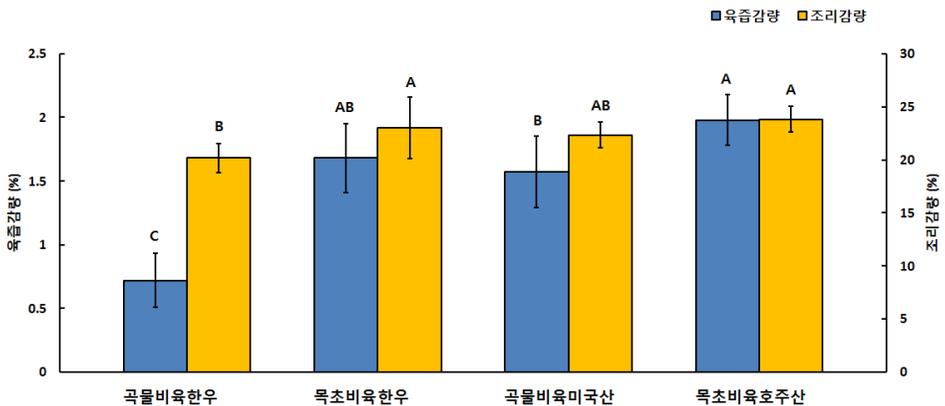
- 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 쇠고기의 pH는 모두 정상적인 쇠고기 pH 범주였으며, 곡물비육 한우가 목초비육 호주산에 비해 유의적으로(P<0.05) 낮았음.
- 육색 측정치 중 명도는 곡물비육 한우가 다른 쇠고기에 비해 유의적으로(P<0.05) 높은 것으로 나타났는데, 이는 곡물비육 한우 등심의 높은 근내지방 함량에 기인한 것으로 사료됨.
- 곡물비육 쇠고기의 적색도가 목초비육 쇠고기보다 유의적으로(P<0.05) 높았으며, 황색도는 목초비육 한우와 곡물비육 미국산 쇠고기가 유의적으로(P<0.05) 높았음.

- 목초비육 한우는 유의적으로(P<0.05) 낮은 채도와 높은 탁도를 보였으며, 곡물비육 미국산 쇠고기의 채도가 유의적으로(P<0.05) 가장 높은 반면 호주산 쇠고기는 유의적으로(P<0.05) 낮은 탁도를 보였음.

<표 7> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 보수력 측정치

보수력측정치	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
육즙감량 (%)	0.72±0.21 <sup>C</sup>	1.68±0.27 <sup>AB</sup>	1.57±0.28 <sup>B</sup>	1.98±0.2 <sup>A</sup>
조리감량 (%)	20.16±1.37 <sup>B</sup>	23.01±2.87 <sup>A</sup>	22.32±1.21 <sup>A</sup> B	23.84±1.23 <sup>A</sup>

<sup>ABC</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.



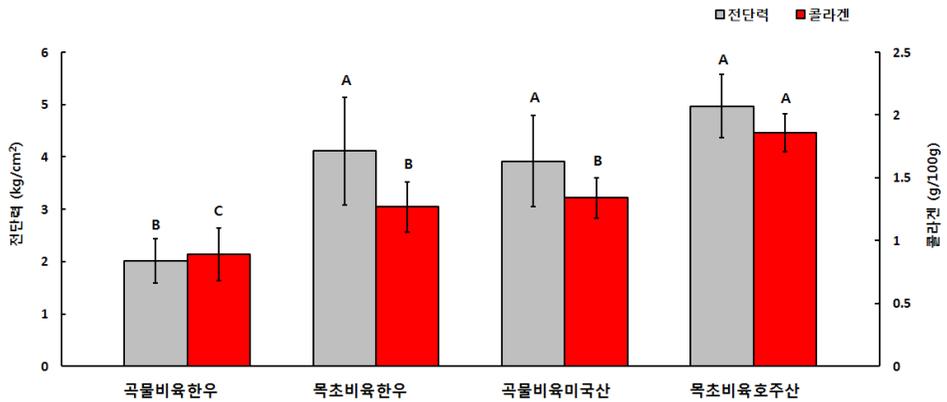
<그림 6> 곡물비육과 목초비육 한우와 수입쇠고기의 보수력 비교

- 곡물비육 한우가 유의적으로( $P<0.05$ ) 가장 낮은 육즙감량을 보인 반면 목초비육 호주산이 가장 낮은 육즙감량을 보였음.
- 조리감량은 목초비육 한우와 호주산 쇠고기가 유의적으로( $P<0.05$ ) 높아 곡물비육 쇠고기가 조리감량이 낮은 것으로 나타남.
- 이상의 결과로부터, 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기에 비해 보수력이 좋은 것으로 나타났는데, 이는 곡물비육 쇠고기의 높은 지방함량에 기인한 것으로 사료됨.

<표 8> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 연도측정치

연도측정치	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
전단력 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	$2.01 \pm 0.42^B$	$4.11 \pm 1.03^A$	$3.92 \pm 0.87^A$	$4.97 \pm 0.60^A$
콜라겐 ( $\text{g}/100\text{g}$ )	$0.89 \pm 0.21^C$	$1.27 \pm 0.20^B$	$1.34 \pm 0.16^B$	$1.86 \pm 0.15^A$

<sup>ABC</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.



<그림 7> 곡물비육과 목초비육 한우와 수입쇠고기의 연도 비교

- 곡물비육 한우가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 가장 낮은 전단력을 보인 반면, 나머지 목초비육 한우, 곡물비육 미국산 쇠고기 및 목초비육 호주산 쇠고기는 유의적인 전단력의 차이가 없었음( $P > 0.05$ ).
- 곡물비육 한우의 콜라겐 함량이 유의적으로( $P < 0.05$ ) 가장 낮은 반면, 목초비육 호주산 쇠고기가 가장 높은 콜라겐 함량을 보였음.
- 같은 사양방식이라도 한우고기의 콜라겐 함량이 수입쇠고기보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮은 것으로 나타났는데, 이는 한우의 유전적 능력과 사양조건에 기인한 것으로 사료됨.

<표 9> 곡물비육과 목초비육 한우, 미국산 및 호주산 등심의 관능검사치

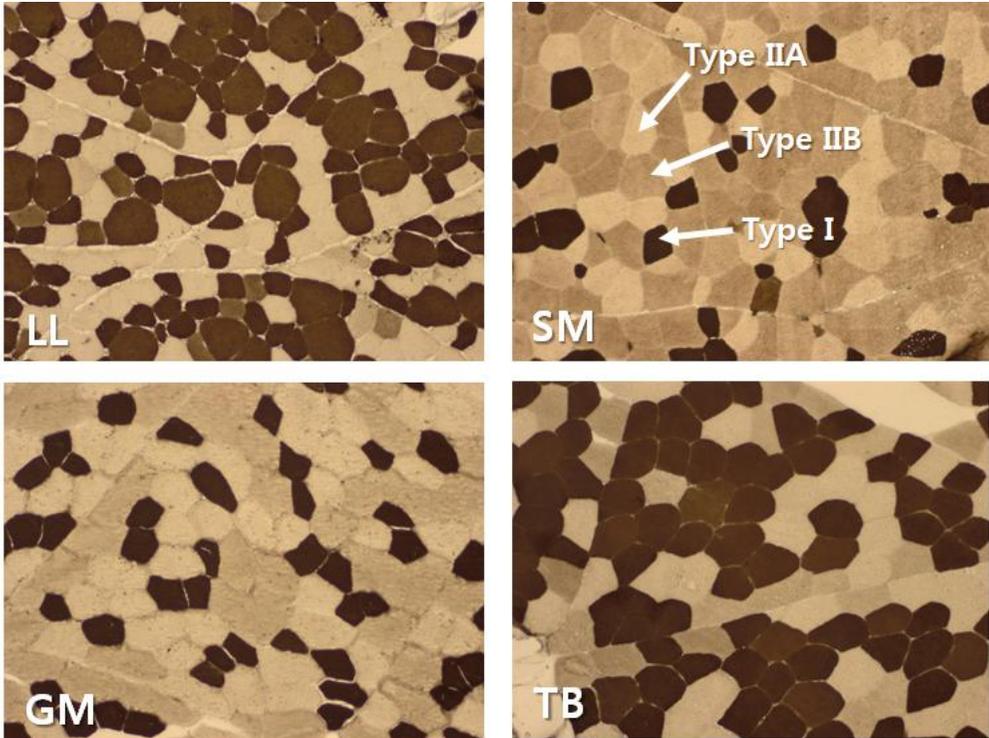
관능검사 항목	곡물비육 한우	목초비육 한우	곡물비육 미국산	목초비육 호주산
풍미	7.38±0.38 <sup>A</sup>	6.72±0.22 <sup>B</sup>	5.80±0.16 <sup>C</sup>	5.89±0.19 <sup>C</sup>
다즙성	8.12±0.09 <sup>A</sup>	4.58±0.21 <sup>C</sup>	7.07±0.22 <sup>B</sup>	4.14±0.17 <sup>D</sup>
연도	7.12±0.17 <sup>A</sup>	4.74±0.33 <sup>C</sup>	6.43±0.34 <sup>B</sup>	3.83±0.21 <sup>D</sup>
종합적인 맛	7.78±0.18 <sup>A</sup>	4.94±0.23 <sup>C</sup>	6.22±0.25 <sup>B</sup>	4.09±0.22 <sup>D</sup>

<sup>ABC</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

- 관능검사 결과, 한우고기의 풍미가 사양방식과 관계없이 미국산이나 호주산 수입쇠고기에 비해 유의적으로(P<0.05) 높은 것으로 나타났다는데, 이는 한우의 육향이 외국 품종에 비해 진한 것으로 기인한 것으로 사료됨.
- 다즙성은 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기에 비해 유의적으로(P<0.05) 높은 것으로 나타났으며, 같은 곡물비육이라도 한우고기가 미국산 쇠고기에 비해 다즙성이 유의적으로(P<0.05) 높아 쇠고기의 다즙성은 근내지방 함량에 결정적인 영향을 받는 것으로 사료됨.
- 연도도 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기에 비해 유의적으로(P<0.05) 높은 것으로 평가되었으며, 같은 사양방식이라도 한우가 수입쇠고기에 비해 연도가 유의적으로(P<0.05) 좋은 것으로 나타나, 한우의 근섬유특성이 연도와 관련하여 수입쇠고기에 비해 우수한 것으로 사료됨.

- 이상의 결과에 기인하여 종합적인 맛 또한 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높은 것으로 평가되었으며, 같은 사양조건이라도 한우가 미국산 쇠고기나 호주산 쇠고기에 비해 맛이 유의적으로( $P < 0.05$ ) 좋은 것으로 나타났음.
  
- 이상의 결과로부터, 쇠고기의 맛은 근내지방 함량과 근육의 특성에 결정적인 영향을 받으며, 곡물비육 한우고기가 유전적인 특성과 고열량 사양방식에 기초하여 맛이 우수한 것으로 사료됨.

## 5. 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 근육 근섬유조성의 차이



<그림 8> 한우 주요 4근육(LL: *Longissimus lumborum*, SM: *Semimembranosus*, GM: *Gluteus medius*, TB: *Triceps brachii*.)의 마이오신 ATPase 활성화도 염색 사진(예비배양 pH 4.6).

- <그림 8>에서 나타난 바와 같이, 한우 주요 4가지 근육의 근섬유 조성은 확연한 차이가 존재하였음(사진에서 짙은 색으로 염색된 근섬유는 Type I(적색근섬유), 중간색이 Type IIB(백색근섬유), 가장 밝은 색이 Type IIA(중간근섬유)).
- 외형상 SM 근육(우둔)은 적색근섬유인 Type I 비율이 가장 낮고

Type IIB 비율은 많은 특징을 보였으며, 반면 LL 근육(채끝)과 TB 근육(앞다리)은 많은 Type I의 비율을 보였음.

- 운동량이 많은 TB 근육과 SM 근육의 근섬유 크기가 운동량이 상대적으로 적은 LL 근육과 GM 근육(보섭살) 보다 컸음.

<표 10> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육 근섬유 수의 차이

근육 <sup>1</sup> /사양방식	근섬유 수 (%)		
	Type I	Type IIA	Type IIB
LL			
곡물비육	49.38 ±0.56 <sup>A</sup>	19.32 ±0.29	31.30 ±0.76 <sup>B</sup>
목초비육	46.42 ±1.08 <sup>B</sup>	19.51 ±0.56	34.07 ±0.83 <sup>A</sup>
SM			
곡물비육	19.28 ±0.45	29.50 ±0.59	51.22 ±0.86
목초비육	18.79 ±0.51	29.79 ±0.37	51.42 ±0.80
GM			
곡물비육	36.87 ±0.76	27.47 ±0.44	35.67 ±0.76
목초비육	36.03 ±0.88	27.77 ±0.27	36.20 ±0.65
TB			
곡물비육	47.07 ±0.86	27.53 ±0.89	25.40 ±1.35
목초비육	45.42 ±1.00	28.40 ±0.91	26.18 ±1.56

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

<sup>1</sup> LL: *Longissimus lumborum*, SM: *Semimembranosus*, GM: *Gluteus medius*, TB: *Triceps brachii*.

- 곡물비육 한우 근육이 목초비육 한우 근육보다 Type I 근섬유수가 많은 것으로 나타났는데, 특히 LL(채끝) 근육의 Type I 근섬유수가 곡물비육이 목초비육 보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음.
- 적색근섬유와 백색근섬유의 중간섬유 특성을 가진 Type IIA는 모든 근육에서 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었음 ( $P > 0.05$ ).
- 백색근섬유의 특성을 가진 Type IIB는 SM, GM 및 TB 근육에서 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었지만, LL 근육은 목초비육이 곡물비육보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높은 Type IIB 비율을 보였음.
- 적색근섬유 Type I은 근섬유 직경이 가늘기 때문에 이의 비율이 높아지면 연도가 증진되고 근내지방 함량도 높아지는 특성이 있는 반면, 백색근섬유 Type IIB는 근섬유 직경이 두꺼워 이의 비율이 높아지면 근육의 결이 거칠고 질겨지는 특징이 있음.
- 이상의 결과로부터, 한우의 곡물비육과 목초비육은 등심근의 근섬유조성에 영향을 미치지만 우둔, 설도, 앞다리 부위의 근섬유조성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료됨.

<표 11> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육 근섬유 면적의 차이

근육 <sup>1</sup> / 사양방식	근섬유 면적 (%)		
	Type I	Type IIA	Type IIB
LL			
곡물비육	39.16 ±0.34 <sup>A</sup>	17.11 ±0.25	43.73 ±0.43 <sup>B</sup>
목초비육	37.21 ±0.75 <sup>B</sup>	16.64 ±0.33	46.14 ±0.98 <sup>A</sup>
SM			
곡물비육	17.40 ±0.49	23.87 ±0.56	58.73 ±0.71
목초비육	16.74 ±0.56	24.53 ±0.60	58.72 ±0.61
GM			
곡물비육	28.88 ±1.22	36.53 ±0.43	34.59 ±1.27
목초비육	25.71 ±1.01	37.39 ±0.42	36.90 ±0.68
TB			
곡물비육	44.89 ±0.91	27.66 ±0.82	27.45 ±1.48
목초비육	42.82 ±0.94	28.26 ±0.93	28.92 ±1.46

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

<sup>1</sup> LL: *Longissimus lumborum*, SM: *Semimembranosus*, GM: *Gluteus medius*, TB: *Triceps brachii*.

- 모든 근육에서 곡물비육 한우가 목초비육 한우 보다 Type I 근섬유 면적 비율이 높았으며, 특히 LL 근육의 Type I 근섬유면적 비율에서 곡물비육이 목초비육 보다 유의적으로(P<0.05) 높았음.
- 그러나 SM, GM, TB 근육에서는 곡물비육과 목초비육 사이에 근섬유면적 비율이 Type I, Type IIA 및 Type IIB 모두 유의적인 차이가 없었고(P<0.05), LL 근육의 Type IIA 근섬유면적 비율도 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었음(P<0.05).

- Type IIB 근섬유면적 비율도 LL 근육에서 목초비육이 곡물비육보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았지만 다른 근육에서는 유의적인 차이가 없었음( $P > 0.05$ ).
- 이상의 결과로부터, 사양방법에 따라 등심근의 근섬유면적 비율이 달라지지만 다른 근육은 큰 영향을 받지 않는 것으로 사료됨.

## 6. 한우고기 근섬유조성이 육질의 변이에 미치는 영향

<표 12> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육의 화학적 조성 차이

근육 <sup>1</sup> / 사양방식	화학적 조성 (%)			
	지방	수분	육색소	콜라겐
LL				
곡물비육	16.01±1.04 <sup>A</sup>	59.40±0.81 <sup>B</sup>	9.43±0.21 <sup>B</sup>	1.12±0.03 <sup>B</sup>
목초비육	9.18±0.20 <sup>B</sup>	64.10±0.50 <sup>A</sup>	11.41±0.37 <sup>A</sup>	1.31±0.03 <sup>A</sup>
SM				
곡물비육	6.11±0.43	68.56±0.37	7.38±0.20	1.72±0.08
목초비육	5.60±0.18	69.32±0.49	7.56±0.08	2.42±0.66
GM				
곡물비육	9.61±0.41	64.83±0.35	8.18±0.09	1.52±0.07
목초비육	8.81±0.21	65.23±0.23	8.24±0.09	1.57±0.05
TB				
곡물비육	6.80±0.44	68.82±0.56	8.62±0.19	1.82±0.06
목초비육	6.23±0.17	69.56±0.52	8.98±0.18	1.91±0.05

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

<sup>1</sup> LL: *Longissimus lumborum*, SM: *Semimembranosus*, GM: *Gluteus medius*, TB: *Triceps brachii*.

○ 사양방법에 따라 LL 근육을 제외한 나머지 근육의 근섬유조성에 차이가 없었던 것과 마찬가지로 지방, 수분, 육색소 및 콜라겐 함량도 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었음 (P<0.05).

- LL의 지방 함량은 예상했던 대로 곡물비육이 목초비육에 비해 유의적으로(P<0.05) 높았으며, 이와 반대로 수분함량은 유의적으로(P<0.05) 작았음.
- 근섬유조성 결과와 반대로 LL 근육의 육색소 함량은 목초비육이 곡물비육에 비해 유의적으로(P<0.05) 높았으며, 콜라겐 함량도 목초비육이 유의적으로(P<0.05) 높았음.

<표 13> 곡물비육 한우와 목초비육 한우 주요 4근육의 육색 차이

근육 <sup>1</sup> / 사양방식	육색측정치		
	명도(CIE L*)	적색도(CIE a*)	황색도(CIE b*)
LL			
곡물비육	41.98 ±0.81 <sup>A</sup>	21.92 ±0.34 <sup>B</sup>	9.17 ±0.25
목초비육	37.67 ±0.48 <sup>B</sup>	23.18 ±0.36 <sup>A</sup>	8.49 ±0.26
SM			
곡물비육	34.94 ±1.19	17.66 ±0.47 <sup>B</sup>	7.81 ±0.32
목초비육	35.12 ±0.21	18.78 ±0.14 <sup>A</sup>	7.49 ±0.20
GM			
곡물비육	36.44 ±0.35	19.44 ±0.22 <sup>B</sup>	6.19 ±0.22 <sup>B</sup>
목초비육	35.44 ±0.34	20.31 ±0.26 <sup>A</sup>	7.08 ±0.28 <sup>A</sup>
TB			
곡물비육	35.61 ±0.34	19.56 ±0.44	7.33 ±0.30
목초비육	35.05 ±0.41	20.03 ±0.24	6.91 ±0.22

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

<sup>1</sup> LL: *Longissimus lumborum*, SM: *Semimembranosus*, GM: *Gluteus medius*, TB: *Triceps brachii*.

- 한우 등심(LL 근육)의 명도(CIE L\*)는 곡물비육이 목초비육에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높은 반면, SM, GM, TB 근육의 명도는 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었는데( $P > 0.05$ ), 곡물비육 등심은 높은 근내지방 함량에 기인하여 명도가 높은 것으로 사료됨.
- 적색도는 목초비육이 곡물비육에 비해 TB 근육을 제외한 모든 근육에서 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높은 것으로 나타남.
- 황색도는 GM 근육에서 목초비육이 곡물비육에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았지만 다른 근육에서는 유의적인 차이가 없었음( $P > 0.05$ ).

<표 14> 곡물비육 한우와 목초비육 한우의 주요 4근육의 보수력과 연도 차이

근육 <sup>1</sup> / 사양방식	보수력			연도
	육즙감량	조리감량	전단력 <sup>2</sup>	근절길이
LL				
곡물비육	1.23±0.03	21.21±0.27 <sup>B</sup>	2.97±0.11 <sup>B</sup>	2.54±0.02 <sup>A</sup>
목초비육	1.29±0.03	23.16±0.30 <sup>A</sup>	3.78±0.08 <sup>A</sup>	2.38±0.03 <sup>B</sup>
SM				
곡물비육	1.49±0.03 <sup>B</sup>	27.96±0.58	5.68±0.23	2.00±0.06
목초비육	1.59±0.03 <sup>A</sup>	28.55±0.38	6.02±0.26	1.89±0.03
GM				
곡물비육	1.67±0.04	26.88±0.29	5.37±0.15	2.01±0.03 <sup>A</sup>
목초비육	1.69±0.02	27.66±0.37	5.57±0.12	1.91±0.03 <sup>B</sup>
TB				
곡물비육	1.69±0.03	27.32±0.77	5.48±0.24	1.92±0.03
목초비육	1.74±0.02	28.28±0.45	5.86±0.32	1.93±0.02

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

<sup>1</sup> LL: *Longissimus lumborum*, SM: *Semimembranosus*, GM: *Gluteus medius*, TB: *Triceps brachii*

<sup>2</sup> Warner-Bratzler shear force.

- SM 근육은 백색근섬유 Type IIB의 비율이 높았는데, SM 근육의 육즙감량은 목초비육이 곡물비육보다 유의적으로(P<0.05) 높았음.
- LL 근육은 목초비육의 Type IIB 비율이 곡물비육 보다 높았던 것과 마찬가지로 목초비육의 조리감량이 곡물비육 보다 유의적으로 (P<0.05) 높았음.

- LL 근육은 곡물비육의 Type I 비율이 목초비육 보다 높았는데, 곡물비육이 목초비육에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 전단력은 낮은 반면 근절길이는 길었고, GM 근육에서도 곡물비육의 근절길이가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 길었음.
  
- 이상의 결과로부터, 근육의 근섬유조성 중 Type IIB 비율은 보수력과 관련이 많은 반면 Type I 비율은 연도와 관련이 있는 것으로 사료됨.

## 7. 한우고기 근섬유조성과 지방산조성의 상관관계

<표 15> 한우 등심부위의 지방산조성과 근섬유조성과의 단순 상관도

	근섬유 수 %			근섬유 면적 %		
	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB
C12:0	-0.52*	0.45*	0.37	0.27	-0.10	-0.75***
C14:0	-0.69***	0.50*	0.59**	0.72***	-0.50*	-0.67**
C16:0	-0.84***	0.77***	0.83***	0.74***	0.77***	-0.51*
C18:0	-0.87***	0.75***	0.83***	0.69***	-0.83***	-0.71***
C21:0	0.90***	-0.62***	-0.75***	-0.71***	0.63**	0.81***
C18:1n9	0.91***	-0.79***	-0.88***	-0.78***	0.76***	0.82***
C18:2n6	0.72***	-0.63**	-0.58**	-0.73***	0.54*	0.81***
C18:3n3	-0.89***	0.62**	0.73***	0.75***	-0.40	-0.96***
C20:3n6	-0.68**	0.55*	0.57**	0.54*	-0.17	-0.87***
C22:6n3	-0.76***	0.66**	0.67**	0.59**	-0.39	-0.88***
SFA	-0.90***	0.80***	0.87***	0.76***	-0.73***	-0.84***
MUFA	0.92***	-0.80***	-0.88***	-0.77***	0.73***	0.86***
PUFA	-0.53*	0.33	0.42	0.53*	-0.13	-0.56*
Σn-3	-0.86***	0.60**	0.69**	0.70***	-0.35	-0.96***
Σn-6	0.65**	-0.49*	-0.52*	-0.44	0.34	0.75***

\* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001.

- 근섬유조성과 유의적인 상관도를 가진 지방산은 라우르산, 미리스트산, 팔미트산, 스테아르산, 헤네이코실산, 올레인산, 리놀레산, 리놀렌산, 디호모-감마-리놀렌산 및 DHA 였음.
- 이 중 올레인산이 Type I 근섬유 수 비율과 가장 높은 고도의 정의 상관도( $r=0.91$ ,  $P<0.001$ )를 보였고, 근섬유 면적과는 고도의 부의 상관도( $r=-0.78$ ,  $P<0.001$ )를 나타냈음.

- Type I 근섬유 수 비율과 SFA는 고도의 부의 상관도( $r=-0.90$ ), PUFA는 고도의 정의 상관도( $r=0.92$ )를 보였고, Type IIA와 IIB 근섬유 수 비율과는 반대의 상관도를 보였음.
- 이는 Type I 근섬유 비율이 높아지면 포화지방산 비율은 낮아짐을 의미함.

## 8. 한우의 사양방식에 따른 건강관련 지방산조성의 변이

<표 16> 곡물비육과 목초비육 한우 등심부위의 지방산조성 비교

지방산	곡물비육	목초비육
C10:0	0.06±0.00	0.07±0.00
C12:0	0.06±0.01	0.07±0.00
C14:0	2.43±0.13 <sup>B</sup>	2.62±0.10 <sup>A</sup>
C15:0	0.35±0.03	0.37±0.04
C16:0	26.22±0.66 <sup>B</sup>	29.29±0.57 <sup>A</sup>
C17:0	1.31±0.04	1.31±0.15
C18:0	8.98±0.35 <sup>B</sup>	13.32±1.67 <sup>A</sup>
C20:0	0.11±0.02 <sup>B</sup>	0.14±0.02 <sup>A</sup>
C21:0	0.11±0.03	0.02±0.01
C22:0	0.04±0.01	0.01±0.01
C14:1	0.60±0.06 <sup>A</sup>	0.45±0.09 <sup>B</sup>
C15:1	0.05±0.01	0.04±0.01
C16:1	4.40±0.19 <sup>A</sup>	3.47±0.36 <sup>B</sup>
C17:1	1.12±0.04	0.98±0.10
C18:1 (n-9)	50.62±1.01 <sup>A</sup>	43.75±1.36 <sup>B</sup>
C20:1	0.28±0.07	0.32±0.02
C22:1 (n-9)	0.05±0.02	0.06±0.01
C18:2 (n-6)	2.25±0.06 <sup>A</sup>	1.93±0.24 <sup>B</sup>
C20:2 (n-6)	0.19±0.05	0.19±0.08
C18:3 (n-3)	0.17±0.07 <sup>B</sup>	0.97±0.06 <sup>A</sup>
C18:3 (n-6)	0.12±0.03 <sup>A</sup>	0.05±0.01 <sup>B</sup>
C20:3 (n-3)	0.02±0.01 <sup>B</sup>	0.05±0.01 <sup>A</sup>
C20:3 (n-6)	0.18±0.05	0.14±0.04
C20:4 (n-6)	0.21±0.06	0.17±0.10
C20:5 (n-3)	0.05±0.02 <sup>B</sup>	0.12±0.03 <sup>A</sup>
C22:6 (n-3)	0.03±0.02 <sup>B</sup>	0.08±0.01 <sup>A</sup>
SFA	39.66±1.07 <sup>B</sup>	47.23±2.04 <sup>A</sup>
MUFA	57.11±0.85 <sup>A</sup>	49.07±1.82 <sup>B</sup>
PUFA	3.22±0.23 <sup>B</sup>	3.70±0.33 <sup>A</sup>
Σn-6	2.95±0.15 <sup>A</sup>	2.48±0.37 <sup>B</sup>
Σn-3	0.27±0.10 <sup>B</sup>	1.22±0.10 <sup>A</sup>
AI	0.60±0.03 <sup>B</sup>	0.76±0.03 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

- 곡물비육과 목초비육 한우고기의 지방산 중 유의적인 차이를 보인 것은 미리스트산, 팔미트산, 스테아르산, 아라키드산, 미리스트올레산, 팔미톨레산, 올레인산, 리놀레산, 리놀렌산, 감마-리놀렌산, EPA, DHA 였음.
- 이 중 가장 두드러진 지방산은 SFA는 팔미트산과 스테아르산이었고, MUFA는 올레인산, PUFA는 리놀레산(오메가-6)과 리놀렌산(오메가-3)였음.
- 그 결과, 곡물비육과 목초비육 한우고기의 SFA, MUFA 및 PUFA 모두 유의적인( $P < 0.05$ ) 차이를 보였으며, 곡물비육이 목초비육에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) SFA는 적고, MUFA는 많았으며, PUFA는 적었음.
- 그러나 PUFA의 경우, 오메가-6 지방산은 곡물비육이 목초비육보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 많았고, 반대로 오메가-3 지방산은 목초비육 한우고기가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 많았음.
- 곡물비육 한우고기가 목초비육 한우고기에 비해 SFA 비율은 낮고 MUFA의 비율이 높은 것은 혈관건강과 관련하여 보다 좋다는 과학적 증거임.
- 목초비육 한우고기의 오메가-3 지방산 비율이 곡물비육 한우고기에 비해 높지만 오메가-6 지방산 비율은 반대의 결과를 보이고 있기 때문에 혈관건강과 관련하여 보다 섬세한 접근이 필요함.
- 지방산조성과 관련한 동맥경화 지수인 AI의 경우, 곡물비육 한우고기가 목초비육 한우고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮은 것은 곡물비육이 혈관건강에 월등히 좋다는 결정적인 증거임.

## 제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈 중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명

### 1. 소고기의 지방산조성이 혈액의 지방산조성에 미치는 영향

<표 17> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈장의 지방산조성 변화

지방산	곡물비육 한우	목초비육 한우	미국산 쇠고기	호주산 쇠고기
C14:0	0.33±0.13	0.52±0.40	0.36±0.06	0.57±0.38
C16:0	23.03±0.56	23.89±0.55	23.15±0.61	23.62±0.56
C18:0	8.28±0.35 <sup>B</sup>	8.92±0.47 <sup>A</sup>	8.41±0.34 <sup>AB</sup>	8.73±0.37 <sup>A</sup>
C18:1(n-9)	21.88±0.71	21.38±0.68	21.53±0.64	21.06±0.63
C18:2(n-6)	32.15±0.66	33.03±0.54	32.38±0.89	33.19±1.51
C18:3(n-3)	0.47±0.07	0.87±0.06	0.67±0.09	0.71±0.08
C20:2(n-6)	0.13±0.05	0.15±0.08	0.14±0.04	0.12±0.03
C20:3(n-6)	0.15±0.05	0.12±0.04	0.12±0.02	0.13±0.02
C20:4(n-6)	8.61±0.45 <sup>A</sup>	7.57±0.37 <sup>B</sup>	8.22±0.36 <sup>A</sup>	7.62±0.44 <sup>B</sup>
C20:5(n-3)	0.35±0.02	0.42±0.03	0.32±0.01	0.47±0.01
C22:6(n-3)	0.73±0.22	0.88±0.21	0.75±0.18	0.88±0.22

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

○ 곡물비육 쇠고기와 목초비육 쇠고기의 섭취에 따라 혈장의 지방산 중 유의적인(P<0.05) 변이가 일어난 지방산은 스테아르산과 아라 키돈산이었음. 혈장 지방산조성 중 가장 많은 비율을 차지하는 팔 미트산, 올레인산 및 리놀레산은 곡물비육이나 목초비육 쇠고기의 섭취에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았음(P>0.05).

○ 스테아르산의 경우, 목초비육 쇠고기(호주산 쇠고기와 목초비육

한우고기)를 섭취한 것이 곡물비육 쇠고기를 섭취한 것에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음. 즉, 곡물비육 한우를 섭취하면 혈장 스테아르산 비율이 낮아짐. 반면, 아라키돈산의 경우, 곡물비육 쇠고기를 섭취했을 때 목초비육 쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가했음.

- 이상의 결과, 스테아르산이 혈액건강에 나쁜 포화지방산이고 아라키돈산이 혈액건강에 좋은 다가불포화지방산임을 감안할 때, 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈액건강에 이롭다는 과학적인 증거가 확보됨.

## 2. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 성인남성의 혈액성분에 미치는 영향

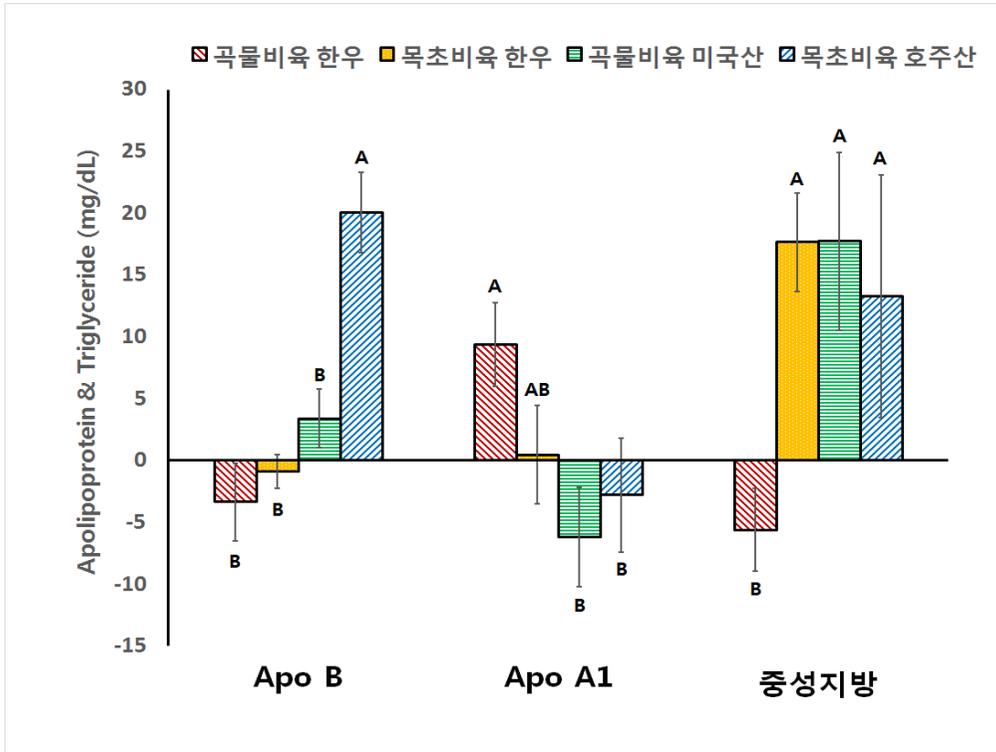
<표 18> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 Apolipoprotein B, Apolipoprotein A1 및 중성지방 농도(mg/dL)의 변화  
(성인남성 15명)

식이		Apo B	Apo A1	중성지방
곡물비육 한우	전	85.6±4.42	145.9±3.07 <sup>B</sup>	88.0±3.61
	후	82.3±3.88	155.3±3.20 <sup>A</sup>	82.4±6.35
목초비육 한우	전	85.1±3.74	144.9±4.94	78.3±6.01
	후	84.2±3.44	145.4±3.08	95.9±6.41
곡물비육 미국산	전	81.5±4.59	139.7±3.35	93.7±7.28
	후	84.9±5.15	133.6±4.78	111.5±11.50
목초비육 호주산	전	80.0±4.73 <sup>B</sup>	142.5±4.27	80.5±5.74
	후	100.1±3.93 <sup>A</sup>	139.7±3.85	93.7±11.2

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

- 건강한 성인 남성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 혈중에서 LDL-C를 운반하는 Apo B는 목초비육 호주산 쇠고기를 섭취하면 유의적으로(P<0.05) 증가하는 것으로 나타났음. 따라서 목초비육 호주산 쇠고기를 섭취하면 혈중 LDL-C의 농도가 증가되어 혈액건강에 나쁠 것으로 사료됨.
- 그러나 곡물비육 쇠고기(한우고기와 미국산 쇠고기)와 목초비육 한우고기를 섭취할 경우, 혈중 Apo B의 농도는 유의적인 변이가 나타나지 않았음. 한우고기의 경우 곡물비육과 목초비육 모두

Apo B의 수치가 감소하였음.



<그림 9> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 Apo B, Apo A1 및 중성지방 함량 차이(성인남성 15명)

- 혈중에서 HDL-C를 운반하는 Apo A1의 경우, 곡물비육 한우고기를 섭취했을 경우만 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가한 것으로 나타났음. 따라서 곡물비육 한우고기를 섭취하면 혈중 HDL-C의 농도가 증가되어 혈액건강에 좋을 것으로 사료됨.
- 혈중 중성지방의 경우, 곡물비육 쇠고기와 목초비육 쇠고기 섭취가 유의적으로 영향을 미치지 않았지만, 곡물비육 한우고기의 섭취시만 유일하게 수치가 감소하는 경향을 보였음.

- <그림 9>는 곡물비육과 목초비육 한우고기와 수입쇠고기 섭취시 혈중 Apo B, Apo A1 및 중성지방 농도의 변화를 비교한 것으로, 한우고기를 섭취하면 혈중 Apo B의 농도가 감소하는 반면 수입쇠고기는 증가하는 것을 알 수 있음.
- 더욱이 곡물비육 한우고기의 섭취가 목초비육 한우고기 섭취와 비교하여 혈중 Apo B의 농도는 감소시키고 Apo A1의 농도는 증가시키는데 더 효과적인 것으로 나타났음.
- 반면, 수입쇠고기는 곡물비육 미국산과 목초비육 호주산 둘 다 혈중 Apo B의 농도는 증가시키고 Apo A1의 농도는 감소시키는 것으로 나타났는데, 특히 호주산은 Apo B의 농도를 월등히 증가시키고 미국산은 Apo A1의 농도를 심히 감소시키는 것으로 나타났음.
- 상기 결과는 곡물비육 한우고기 섭취가 혈액건강에 좋다는 과학적 증거임.

<표 19> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 총콜레스테롤 농도(mg/dL)의 변화

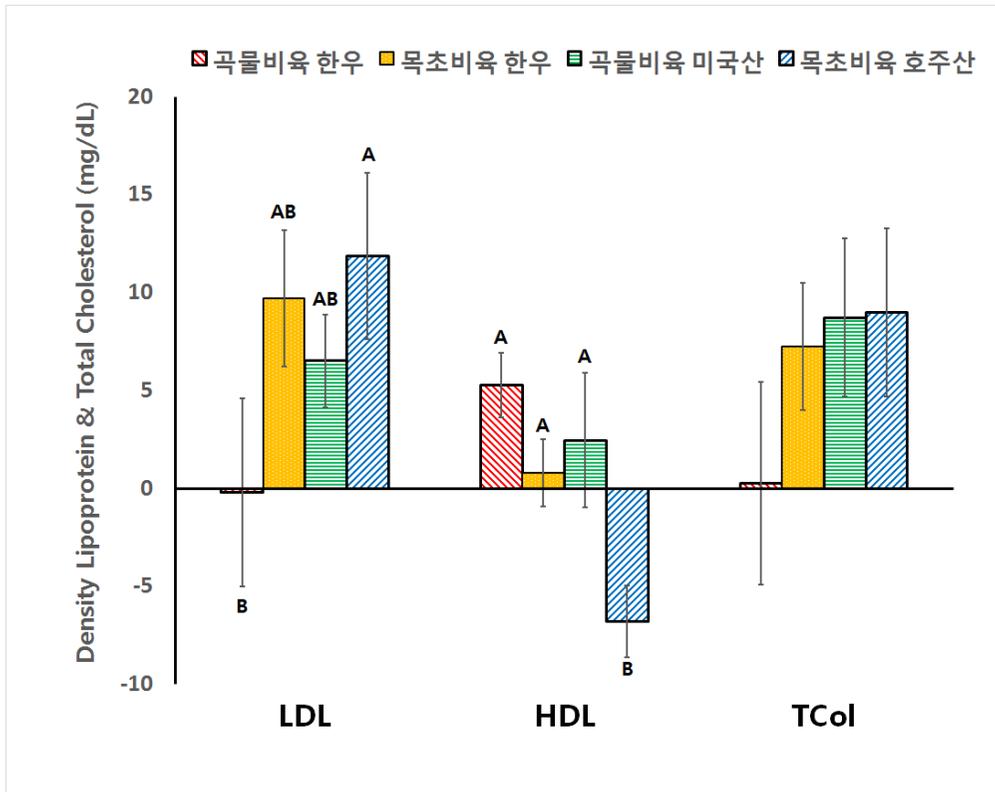
(성인남성 15명)

식이		LDL-C	HDL-C	Total-C	AI
곡물비육 한우	전	108.6±6.30	60.0±1.71 <sup>B</sup>	183.5±6.55	2.06±0.12 <sup>A</sup>
	후	108.4±4.77	65.3±1.72 <sup>A</sup>	183.5±4.91	1.81±0.08 <sup>B</sup>
목초비육 한우	전	106.7±4.57	59.5±1.81	182.7±3.53	2.07±0.06
	후	116.5±5.71	60.3±2.04	190.0±4.91	2.15±0.11
곡물비육 미국산	전	107.3±4.51	59.5±2.43	181.2±5.73	2.05±0.08
	후	113.9±3.78	61.9±2.83	189.9±3.54	2.07±0.05
목초비육 호주산	전	108.8±3.74 <sup>B</sup>	62.5±2.80	181.2±3.33	1.90±0.11 <sup>B</sup>
	후	120.7±3.82 <sup>A</sup>	55.8±2.12	190.2±4.60	2.41±0.14 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

AI = (총콜레스테롤 - HDL-C)/HDL-C

- 건강한 성인 남성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취가 혈중 LDL-C를 유의적으로(P<0.05) 증가시키는 것으로 나타났음.
- 곡물비육 한우고기와 미국산 소고기 및 목초비육 한우고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수준을 유의적으로 증가시키지는 않았음(P>0.05). 하지만 목초비육 한우고기와 곡물비육 미국산 쇠고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키는 경향을 보인 반면 곡물비육 한우고기 섭취는 LDL-C 수치를 증가시키지 않았음.



<그림 10> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 LDL-, HDL- 및 총콜레스테롤 함량 차이(성인남성 15명)

- 반대로 곡물비육 한우고기의 섭취는 혈중 HDL-C 농도를 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가시킨 반면, 나머지 처리구에서는 HDL-C 수치의 유의적인 변화가 확인되지 않았음( $P > 0.05$ ).
- 혈중 총콜레스테롤 수준의 경우, 모든 식이실험 처리구에서 유의적인 변화가 나타나지 않았음( $P > 0.05$ ). 그러나 곡물비육 한우고기 섭취군을 제외한 다른 모든 처리구에서 혈중 총콜레스테롤 수치가 증가하는 경향을 보였음.

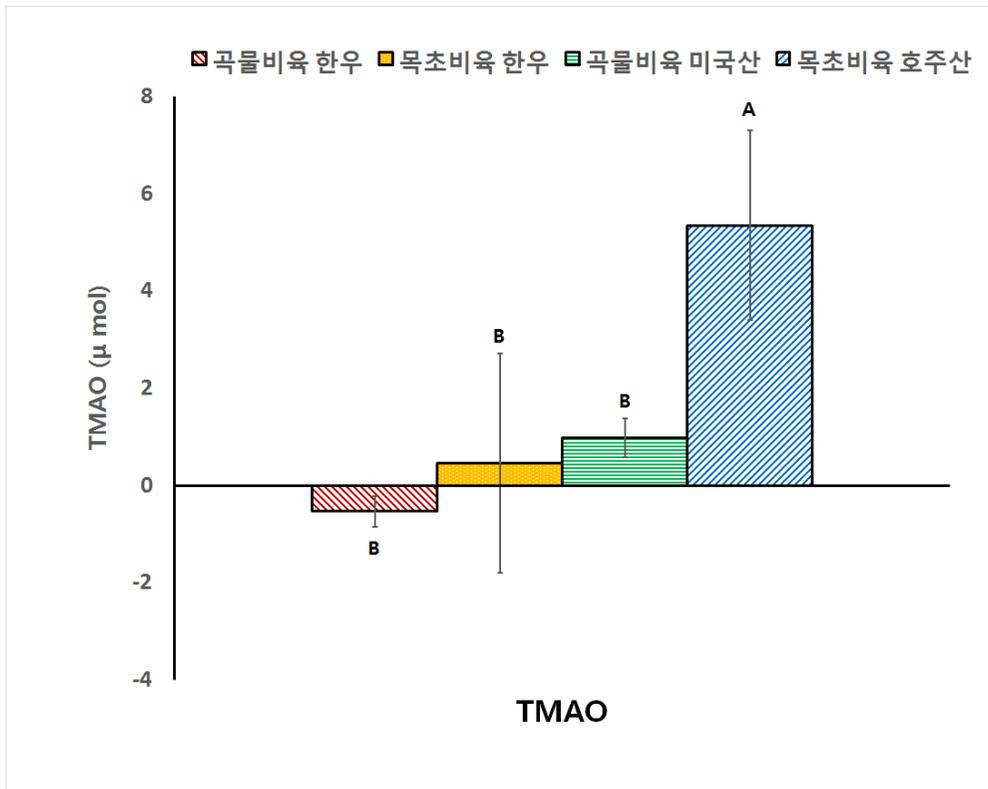
- 이상의 결과로부터, 곡물비육 한우고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치는 낮추고 HDL-C 수치는 높인 결과 혈중 총콜레스테롤 수준을 변화시키지 않는 것을 알 수 있었음. 하지만 반대로 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취는 LDL-C 수치는 높이고 HDL-C 수치는 낮춰 혈중 총콜레스테롤 수치를 높이는 경향이 있는 것으로 사료됨.
- 상기 사실은 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 함량 차이를 정리하여 도식한 <그림 10>에서 확연히 확인됨. LDL-C의 경우 곡물비육 한우고기를 제외한 모든 처리구가 기준선 대비 증가하였고, HDL-C의 경우 목초비육 호주산 쇠고기만 기준선 대비 감소하였으며, 총콜레스테롤은 곡물비육 한우고기를 제외한 모든 처리구가 기준선 대비 크게 증가하였음.
- 더욱이 동맥경화 지수 AI의 경우, 곡물비육 한우고기의 섭취만 지수를 유의적으로( $P<0.05$ ) 낮추는 것으로 나타났으며, 나머지 모든 처리구에서 AI가 증가하였는데, 특히 호주산 쇠고기의 섭취는 AI를 유의적으로( $P<0.05$ ) 증가시켰음.
- 상기 결과를 종합해 볼 때, 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈중 LDL-C는 변화시키지 않는 상태에서 HDL-C은 증가시킨 결과 AI를 감소시켜 혈관건강에 이로운 것으로 사료됨.

<표 20> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 TMAO 농도 ( $\mu\text{mol}$ ) 변화

(성인남성 15명)

식이	곡물-한우	목초-한우	곡물-미국산	목초-호주산
전	4.72 $\pm$ 0.74	3.61 $\pm$ 1.69	3.27 $\pm$ 0.35	5.64 $\pm$ 1.05 <sup>B</sup>
후	4.19 $\pm$ 0.64	4.07 $\pm$ 1.23	4.25 $\pm$ 0.22	10.81 $\pm$ 1.61 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.



<그림 11> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 TMAO 함량 차이(성인남성 15명)

- 고지혈증과 혈전생성 및 혈관기능장애 유발물질로 알려진 TMAO는 목초비육 호주산 쇠고기를 섭취하면 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하였지만, 나머지 처리구에서는 유의적인 증가가 확인되지 않았음 ( $P > 0.05$ ).
  
- 오히려 곡물비육 한우고기를 섭취할 경우, 혈중 TMAO 농도는 기준선보다 낮아지는 것으로 나타나(그림 11) 혈관건강에 좋은 것이 확인되었음.

### 3. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 성인여성의 혈액성분에 미치는 영향

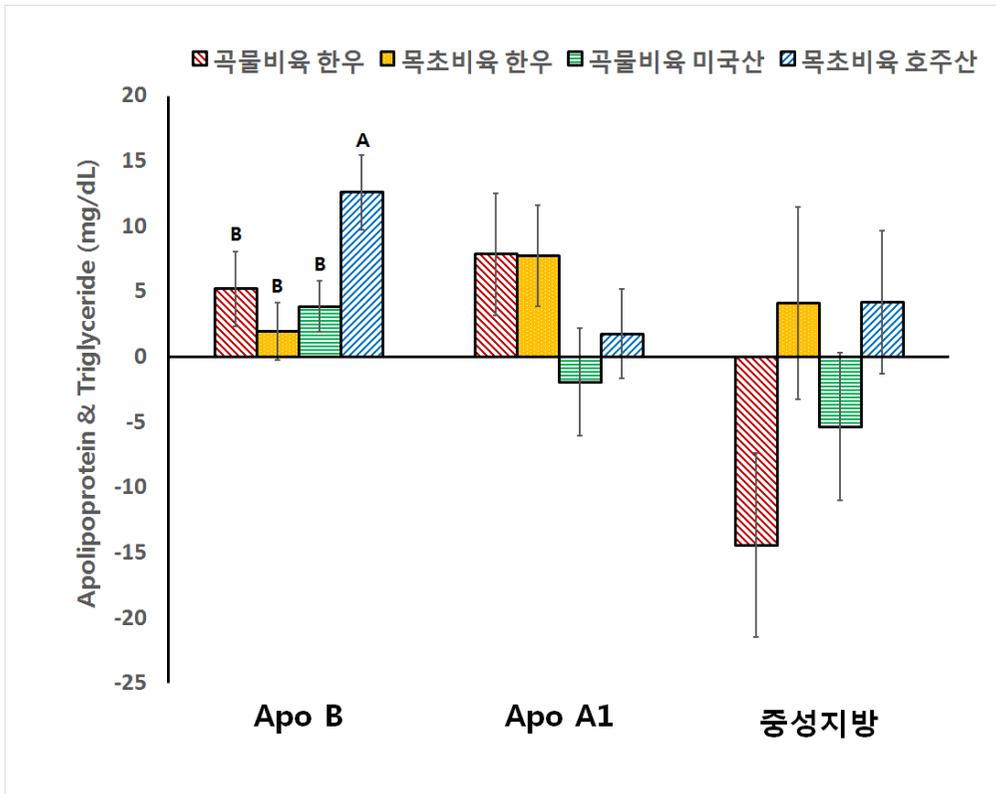
<표 21> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 Apolipoprotein B, Apolipoprotein A1 및 TG(중성지방) 농도의 변화

(성인여성 15명)

식이		Apo B	Apo A1	중성지방
곡물비육	전	72.6±4.75	152.9±6.04	82.5±5.58
	한우 후	77.8±5.52	160.7±4.58	68.13±4.39
목초비육	전	75.7±3.11	153.6±4.65	73.7±7.05
	한우 후	77.7±3.83	161.4±3.76	77.9±6.75
곡물비육	전	75.2±3.90	154.9±6.43	84.5±7.04
	미국산 후	79.0±3.59	152.9±3.94	79.1±5.46
목초비육	전	70.6±5.08	153.3±5.48	71.7±6.44
	호주산 후	83.3±4.00	155.1±5.76	75.9±4.71

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

(Apo B는 혈중에서 LDL-C를 운반하는 역할을 담당하는 반면, Apo A1은 혈중에서 HDL-C를 운반하는 역할을 담당함.)



<그림 12> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 Apo B, Apo A1 및 중성지방 함량 차이 (성인여성 15명)

- 건강한 성인 여성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 결과는 성인 남성을 대상으로 한 것과 달랐음. 모든 처리구에서 혈중 Apo B의 농도는 유의적인 차이를 보이지 않았지만( $P>0.05$ ) 식이 후 증가하는 경향을 보였음.
- 성인 남성과 달리 성인 여성의 경우, 곡물비육과 목초비육에 상관없이 하루 120g씩 쇠고기를 섭취해도 혈중 Apo A1의 농도에는 유의적인 변이가 나타나지 않았음( $P>0.05$ )

- 중성지방의 경우도 전 처리구에서 유의적인 변화가 나타나지 않았지만( $P>0.05$ ), 곡물비육 한우고기를 섭취한 경우 혈중 중성지방 농도가 가장 많이 감소하는 경향을 보였음.
- 성인 여성을 대상으로 한 식이실험 결과에서 쇠고기 섭취 전후의 Apo B, Apo A1 및 중성지방 농도가 유의적인 차이를 보이지 않은 이유는 피시험자 사이의 변이의 크기가 남성에 비해 큰 것에 기인한 것으로 사료됨.
- 그 결과, 곡물비육과 목초비육 한우고기와 수입쇠고기 섭취시 혈중 Apo B, Apo A1 및 중성지방 농도의 변화를 비교한 <그림 12>에서, 목초비육이나 곡물비육 모든 처리구에서 혈중 Apo B의 농도가 기준선 보다 증가하였음.
- Apo A1의 경우, 곡물비육 미국산 쇠고기를 섭취한 경우만 기준선보다 감소하였고, 나머지 처리구는 모두 기준선보다 혈중 Apo A1의 농도가 증가하였음.
- 혈중 중성지방 농도의 경우, 목초비육 쇠고기 섭취 시 기준선보다 증가하였고, 곡물비육 쇠고기 섭취 시는 기준선보다 감소하였는데, 특히 곡물비육 한우고기 섭취 시 감소폭이 가장 컸음.
- 이상의 결과로부터, 성인 여성의 경우 곡물비육과 목초비육 쇠고기의 섭취에 따른 혈액건강 관련 측정치가 피시험자 사이에 큰 변이가 존재하는 것에 기인하여 일관적인 경향을 보이지 않았지만, 곡물비육 한우고기 섭취 시 기준선보다 Apo A1 농도는 증가하고 중성지방은 감소하여 혈관건강에 가장 좋을 것으로 사료됨.

<표 22> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 LDL-콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 및 총콜레스테롤 농도의 변화

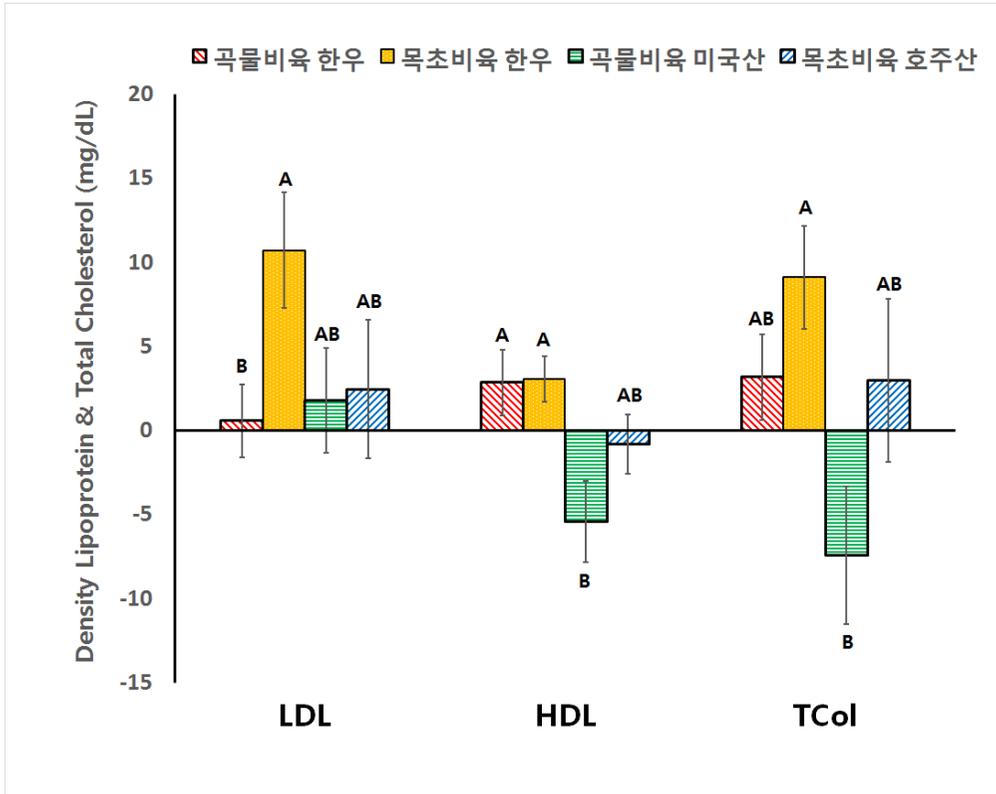
(성인여성 15명)

식이		LDL-C	HDL-C	Total-C	AI
곡물비육 한우	전	102.5±7.24	67.0±2.71	177.8±5.90	1.65±0.06
	후	103.1±6.78	69.9±2.63	181.0±5.83	1.59±0.15
목초비육 한우	전	100.7±3.82	68.3±1.96	174.9±3.57	1.56±0.12
	후	111.5±5.62	71.3±2.13	184.1±5.24	1.58±0.07
곡물비육 미국산	전	111.1±4.96	75.0±3.96	193.1±4.95	1.57±0.06
	후	112.9±5.39	69.6±2.44	185.7±4.50	1.67±0.12
목초비육 호주산	전	95.3±8.21	68.9±2.40	172.8±8.34	1.51±0.08
	후	97.8±6.21	68.1±2.87	175.8±7.10	1.58±0.07

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

$$AI = (\text{총콜레스테롤} - \text{HDL-C})/\text{HDL-C}$$

- 건강한 성인 여성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 혈중 Apo B 농도와 마찬가지로 전 처리구 사이에 혈중 LDL-C 농도는 유의적인 차이가 없었음(P>0.05).
- 또한 전 처리구 간에서 혈중 HDL-C 수준의 유의적인 변이가 확인되지 않았으며(P>0.05), 그 결과 혈중 총콜레스테롤 농도도 전 처리구 사이에 유의적인 차이가 없었음(P>0.05).
- 상기 결과, 동맥경화 지수 또한 전 처리구에서 유의적인 차이가 나타나지 않았음(P>0.05).



<그림 13> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 함량 차이(성인여성 15명)

- 성인 여성을 대상으로 한 식이실험 결과에서 쇠고기 섭취 전후의 혈중 LDL-C, HDL-C, 총콜레스테롤 농도 및 AIA가 유의적인 차이를 보이지 않은 이유는 피시험자 사이의 변이가 큰 것에 기인한 것으로 사료됨.
- 하지만 혈중 HDL-C 농도는 한우고기 섭취시 증가하는 경향을 보인 반면 미국산이나 호주산 쇠고기 섭취시 감소하는 경향을 보였음.

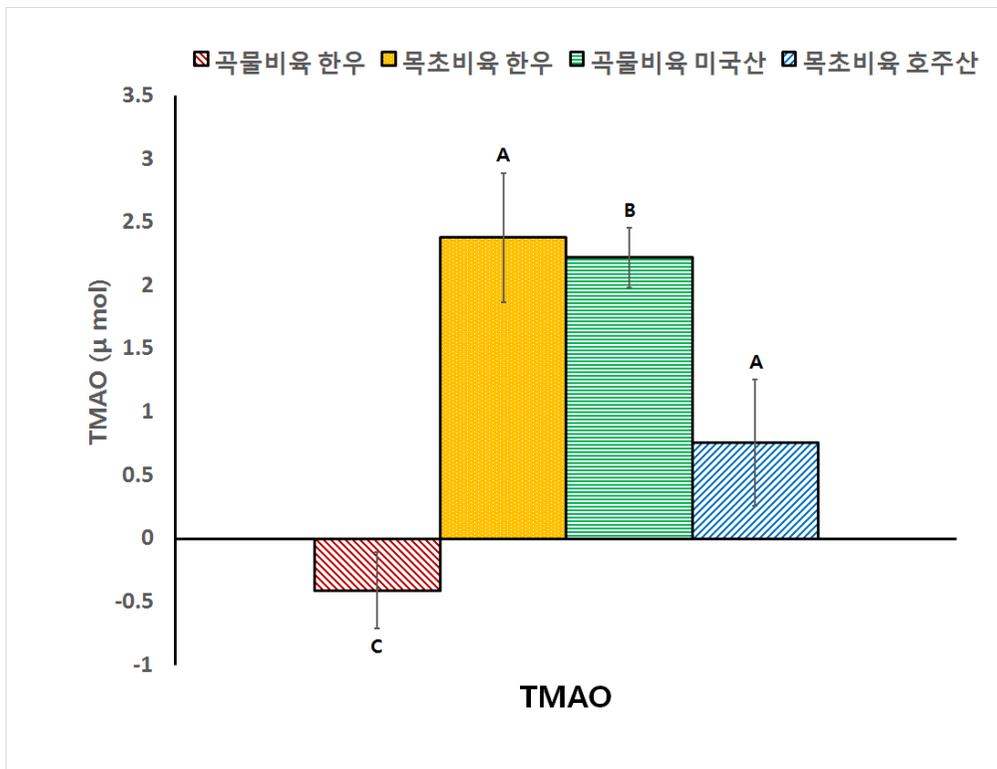
- <그림 13>은 곡물비육과 목초비육 한우고기 및 수입쇠고기의 섭취에 따라 혈중 LDL-C 농도가 기준선 보다 모두 증가하는 것을 보여주는데, 특히 목초비육 한우고기의 섭취 시 그 정도가 큰 것을 보여줌.
- HDL-C의 경우, 한우고기 섭취시 기준선보다 증가하지만 미국산 쇠고기나 호주산 쇠고기를 섭취하면 혈중 HDL-C 농도가 기준선보다 감소하였음.
- 총콜레스테롤의 경우, 곡물비육 미국산 쇠고기 섭취시만 기준선보다 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 HDL-C 감소에 기인한 것임. 혈중 총콜레스테롤이 기준선보다 증가한 정도는 목초비육 한우고기 섭취 시 압도적이었음.
- 이상의 결과로부터, 성인 여성의 경우 목초비육 한우고기의 섭취보다 곡물비육 한우고기 섭취가 혈액건강과 관련하여 좋을 것으로 사료됨.

<표 23> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 TMAO 농도 ( $\mu\text{mol}$ ) 변화

(성인여성 15명)

식이	곡물-한우	목초-한우	곡물-미국산	목초-호주산
전	6.99 $\pm$ 0.69	3.95 $\pm$ 0.56 <sup>B</sup>	4.11 $\pm$ 0.22	5.38 $\pm$ 0.53 <sup>B</sup>
후	6.58 $\pm$ 0.63	6.17 $\pm$ 0.63 <sup>A</sup>	4.87 $\pm$ 0.36	7.76 $\pm$ 0.62 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.



<그림 14> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 TMAO 농도 차이(성인여성 15명)

- 성인 여성의 경우, 곡물비육 한우고기나 미국산 쇠고기를 섭취했을 때보다 목초비육 한우고기나 호주산 쇠고기를 섭취했을 때 TMAO 농도가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하였음.
  
- 특히, 곡물비육 한우고기를 섭취했을 경우만 혈중 TMAO 농도가 기준선보다 낮아지는 것으로 나타나(그림 14) 혈관건강에 좋은 것으로 증명되었음.

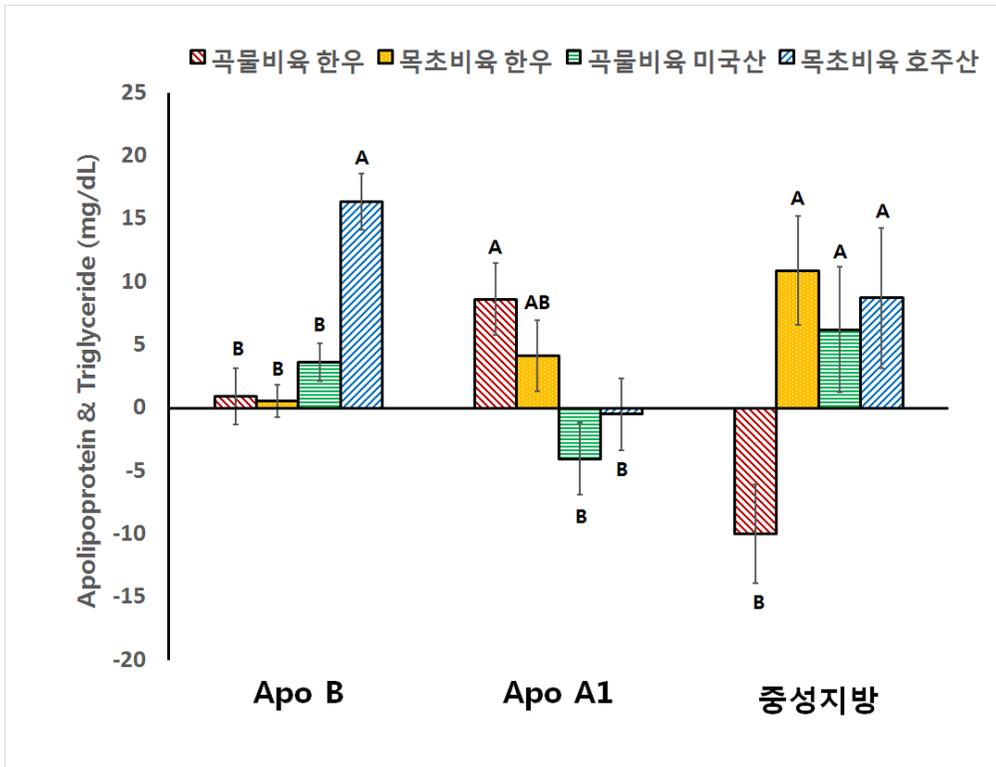
#### 4. 한우고기와 수입쇠고기의 섭취가 혈액성분에 미치는 영향

<표 24> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 Apolipoprotein B, Apolipoprotein A1 및 TG(중성지방) 농도의 변화

(성인남여 30명)

식이		Apo B	Apo A1	중성지방
곡물비육	전	79.1±3.41	149.4±3.64	85.3±3.31
	한우 후	80.1±3.34	158.0±3.09	75.3±4.02
목초비육	전	80.4±2.54	149.3±3.43	76.0±4.57
	한우 후	81.0±2.60	153.4±2.81	86.9±4.87
곡물비육	전	78.4±3.02	147.3±3.83	89.1±5.05
	미국산 후	81.9±3.14	143.3±3.54	95.3±6.81
목초비육	전	75.3±3.52 <sup>B</sup>	147.9±3.56	76.1±4.31
	호주산 후	91.7±3.17 <sup>A</sup>	147.4±3.69	84.8±6.21

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.



<그림 15> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 Apo B, Apo A1 및 중성지방 함량 차이 (성인남여 30명)

- 건강한 성인 30명(남여 각각 15명)을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취가 혈중 Apo B 농도를 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가시켰음. 이는 남성 15명을 대상으로 분석한 결과와 일치함.
- 곡물비육 한우고기와 미국산 소고기의 섭취는 혈중 Apo B의 농도를 증가시키는 경향을 보였지만, 목초비육 한우고기 섭취는 감소시키는 경향을 보였음.

- 혈중 Apo A1 농도의 경우, 곡물비육과 목초비육 한우고기, 미국산 및 호주산 쇠고기의 섭취와 상관없이 유의적인 변화가 없었음 ( $P>0.05$ ). 그러나 곡물비육 한우고기의 섭취시 혈중 Apo A1 농도가 크게 증가하는 경향을 보였음.
- 혈중 중성지방 농도의 경우도 모든 식이실험 처리구에서 유의적인 변화가 나타나지 않았음( $P>0.05$ ). 그러나 곡물비육 한우고기 섭취군을 제외한 다른 모든 처리구에서 혈중 중성지방 농도가 증가하는 경향을 보였음에도 불구하고 유의적인 차이가 나타나지 않은 이유는 남녀 피험자 사이의 측정치 변이가 큰 것에 기인한 것으로 사료됨.
- <그림 15>는 곡물비육 및 목초비육 소고기 섭취 시 혈중 Apo B의 농도가 기준선보다 모두 증가하는 것을 보여주는데, 특히 목초비육 호주산 쇠고기 섭취 시 다른 쇠고기보다 유의적으로( $P<0.05$ ) 혈중 Apo B의 농도가 기준선보다 높아졌음.
- 또한 혈중 Apo A1 농도의 경우, 미국산이나 호주산 쇠고기의 섭취 시 기준선보다 감소하였지만 한우고기는 곡물비육이나 목초비육 둘 다 기준선보다 증가하였음. 특히 곡물비육 한우고기 섭취시 유의적으로( $P<0.05$ ) 혈중 Apo A1의 농도가 기준선보다 증가하였음.
- 더욱이 혈중 중성지방 농도도 곡물비육 한우고기 섭취 시만 기준선보다 유의적으로( $P<0.05$ ) 감소하였고, 나머지 처리구에서는 증가하였음.
- 이상의 결과, 곡물비육 한우고기의 섭취가 다른 쇠고기 섭취 보다 혈액건강과 관련하여 이로울 것으로 사료됨.

<표 25> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 농도의 변화

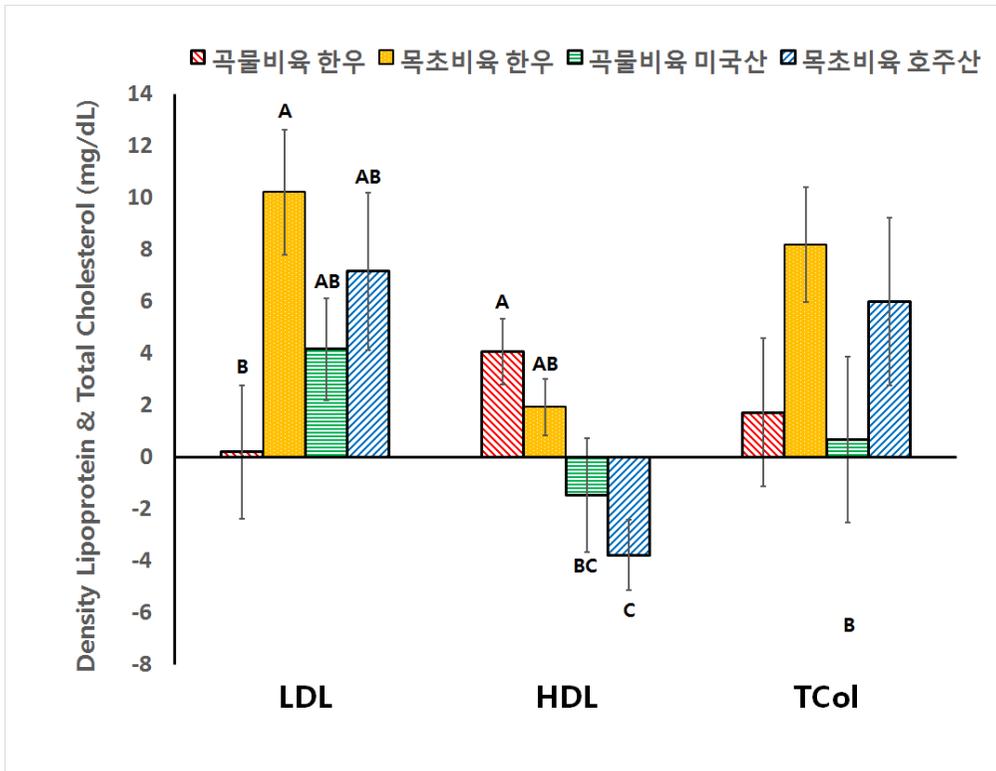
(성인남여 30명)

식이		LDL-C	HDL-C	Total-C	AI
곡물비육	전	105.6±4.75	63.5±1.84	180.7±4.36	1.85±0.08 <sup>A</sup>
	한우 후	105.7±4.10	67.6±1.76	182.4±3.75	1.70±0.07 <sup>B</sup>
목초비육	전	103.7±2.98 <sup>B</sup>	63.9±1.54	178.8±2.57	1.80±0.06
	한우 후	113.9±3.94 <sup>A</sup>	65.8±1.77	187.0±3.63	1.84±0.07
곡물비육	전	109.2±3.31	67.2±2.70	187.1±3.88	1.78±0.06
	미국산 후	113.4±3.24	65.8±1.97	187.8±2.84	1.85±0.09
목초비육	전	102.1±5.49	65.7±1.91	177.0±5.37	1.69±0.12 <sup>B</sup>
	호주산 후	109.2±4.67	61.9±2.09	183.0±4.64	1.96±0.15 <sup>A</sup>

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.

AI = (총콜레스테롤 - HDL-C)/HDL-C

- 건강한 성인 30명(남여 각각 15명)을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 한우고기의 섭취가 혈중 LDL-C를 유의적으로(P<0.05) 증가시키는 것으로 나타났음.
- 곡물비육 한우고기와 미국산 소고기 및 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수준을 유의적으로 증가시키지는 않았지만 (P>0.05), 수입쇠고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키는 경향을 보인 반면, 곡물비육 한우고기 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키지 않았음.



<그림 16> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 함량 차이(성인남여 30명)

- 한편, 모든 처리구의 쇠고기 섭취는 혈중 HDL-C 농도를 유의적으로 증가시키지는 않았지만( $P>0.05$ ), 수입쇠고기의 섭취는 혈중 HDL-C 농도를 감소시키는 경향을 보인 반면, 한우고기의 섭취는 증가시키는 경향을 보였음.
- 혈중 총콜레스테롤 수준의 경우, 모든 식이실험 처리구에서 유의적인 변화가 나타나지 않았음( $P>0.05$ ). 그러나 목초비육 쇠고기의 섭취 시 혈중 총콜레스테롤 수치는 증가하는 반면, 곡물비육 쇠고기 섭취는 혈중 총콜레스테롤 수치를 증가시키지 않았음.

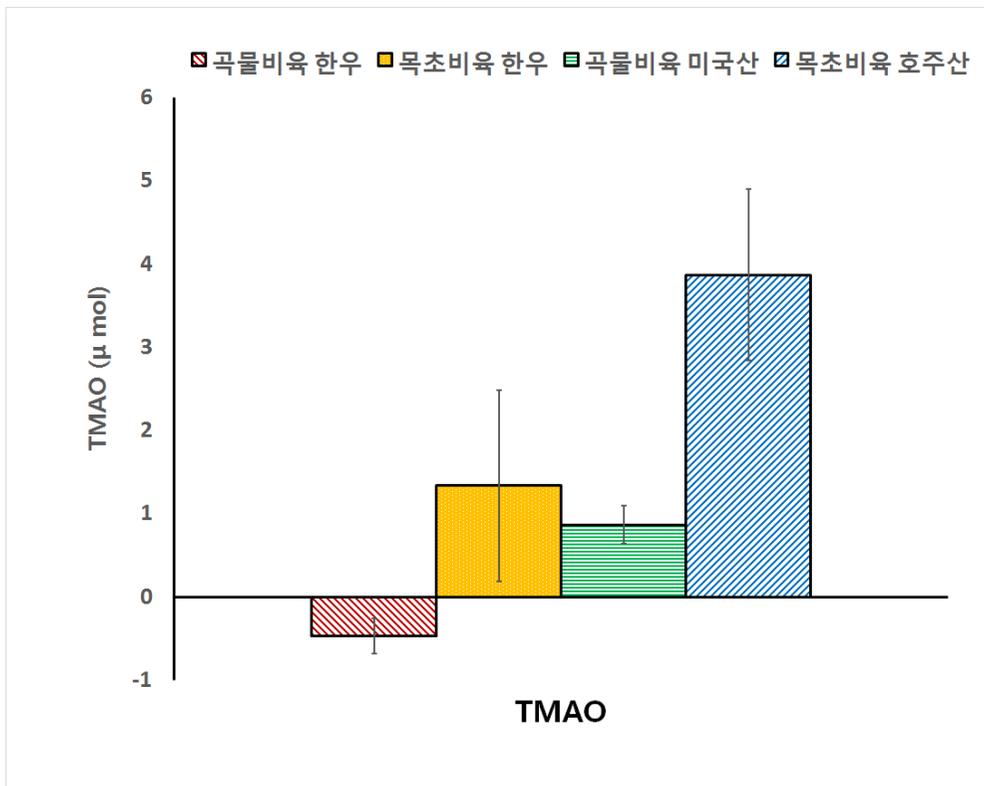
- 혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 변화 결과, 동맥경화 지수 AI는 곡물비육 한우고기 섭취시만 유의적으로( $P < 0.05$ ) 감소하였고, 호주산 쇠고기 섭취시에는 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하였음.
- 이상의 결과로부터, 곡물비육 한우고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치는 변화시키지 않고 HDL-C 수치는 높은 결과, 혈중 총콜레스테롤 수준도 약간만 증가시킨다는 것을 알 수 있었음. 하지만 목초비육 한우고기의 섭취는 LDL-C 수치와 HDL-C 수치를 동시에 높여 혈중 총콜레스테롤 수치를 크게 증가시키고, 그 결과 AI를 감소시킨다는 것을 알 수 있었음.
- <그림 16>에서 혈중 LDL-C 농도의 경우 모든 처리구에서 기준선보다 증가한 반면, 혈중 HDL-C 농도는 한우고기는 기준선 대비 증가하였지만 수입쇠고기는 감소하였음. 그 결과, 혈중 총콜레스테롤은 모든 처리구에서 기준선보다 증가하였지만, 한우고기보다 수입쇠고기의 증가 폭이 월등히 높았음.
- 상기 결과들은 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈중 LDL-C, HDL-C, 총콜레스테롤 수준 및 AI와 관련하여 혈관건강에 이롭다는 명확한 과학적 증거들임.

<표 26> 한우고기와 수입쇠고기의 섭취에 따른 혈중 TMAO 농도 ( $\mu\text{mol}$ ) 변화

(성인남여 30명)

식이	곡물-한우	목초-한우	곡물-미국산	목초-호주산
전	$5.86 \pm 0.54$	$3.78 \pm 0.87$	$3.69 \pm 0.22^B$	$5.42 \pm 0.58^B$
후	$5.38 \pm 0.50$	$5.12 \pm 0.71$	$4.56 \pm 0.21^A$	$9.29 \pm 0.89^A$

<sup>AB</sup> 각 분석치 사이에 신뢰수준 95% 수준에서 유의적인 차이가 있음을 의미함.



<그림 17> 한우고기와 수입쇠고기 섭취 전후 혈중 TMAO 농도 차이(성인남여 30명)

- 혈중 TMAO 농도가 고지혈증, 혈전생성 및 혈관기능장애 유발과 관련이 있다는 점을 감안 할 때, <그림 17>에 나타난 곡물비육 한우고기의 섭취 시 혈중 TMAO 농도가 기준선보다 감소한 사실은 마블링 좋은 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈관건강에 좋다는 확실한 증거임.
  
- 한편, 마블링이 가장 적은 목초비육 호주산 쇠고기 섭취 시 혈중 TMAO 농도가 기준점 대비 가장 높았음.

## 제4장. 연구의 요약

## 제4장. 연구의 요약

본 연구는 한우고기 지방의 혈중 콜레스테롤 개선 효과를 구명하고자, <실험 1> 목초비육과 곡물비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사, <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명을 연구하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같음.

### 제1절. <실험 1> 곡물비육과 목초비육 소고기의 육질, 지방산조성 및 근섬유조성 차이 및 혈관건강에 미치는 영향 조사

- 곡물비육 한우는 포화지방산의 비율이 미국산 쇠고기나 호주산 쇠고기 및 목초비육 한우고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮았음.
- 목초비육이 쇠고기의 포화지방산 비율을 증가시키는 결정적인 이유는 팔미트산(C16:0)의 비율이 증가하기 때문이었고, 곡물비육 한우의 포화지방산 비율이 낮은 이유는 스테아르산(C18:0)의 비율이 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮았기 때문이었음.
- 같은 곡물비육이라도 근내지방도(마블링)가 높을수록 포화지방의 비율이 낮아지는데, 그 이유는 혈중 중성지방 농도를 증가시키는 스테아르산의 비율이 월등히 낮아지기 때문임.
- 곡물비육 한우의 단가불포화지방산(MUFA) 비율은 목초비육 한우 및 수입쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음. 반면, 곡물비육 미국산 쇠고기의 MUFA 비율은 목초비육 호주산 쇠고기의 MUFA

비율보다 유의적으로 ( $P < 0.05$ ) 높았음.

- 곡물비육 한우의 MUFA 비율이 다른 쇠고기에 비해 압도적으로 높은 이유는 예상했던 대로 올레인산(C18:1 n-9)의 비율이 다른 처리구들에 비해 월등히 높은 것에 기인하였음.
- 다가불포화지방산(PUFA)은 목초비육 쇠고기가 곡물비육 쇠고기에 비해 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높았음. 곡물비육 한우의 PUFA 비율이 가장 낮은 반면, 목초비육 한우가 가장 높은 PUFA 비율을 보였음.
- 쇠고기 지방산 중 근내지방 함량과 유의적인 상관도를 나타낸 지방산은 라우르산(C12:0), 미리스트산(C14:0), 팔미트산(C16:0), 스테아르산(C18:0), 아라키드산(C20:0), 올레인산(C18:1 n-9), 리놀레산(C18:2 n-6), 리놀렌산(C18:3 n-3), 디호모-감마-리놀렌산(C20:3 n-6), DHA(C22:6 n-3) 이었음.
- 근내지방 함량과 MUFA는 정의 상관관계, SFA와 PUFA는 부의 상관관계를 보였음. 근내지방 함량과 오메가-6 지방산( $\Sigma n-6$ )은 정의 상관도( $r=0.65$ ,  $P < 0.01$ )를 나타낸 반면 오메가-3 지방산( $\Sigma n-3$ )은 고도의 부의 상관도( $r=-0.86$ ,  $P < 0.001$ )를 가졌음.
- 쇠고기는 곡물비육을 통해 근내지방 함량이 높아지면 올레인산, 리놀레산 및 오메가-6 지방산 함량이 높아지는 반면, 목초비육을 하여 근내지방 함량이 낮아지면 미리스트산, 팔미트산, 스테아르산과 같은 포화지방산 및 오메가-3 지방산 함량이 높아짐.
- 쇠고기의 올레인산 함량은 풍미( $r=0.76$ ), 다즙성( $r=0.82$ ), 연도( $r=0.84$ ) 및 종합적인 맛( $r=0.92$ )과 고도의( $P < 0.001$ ) 정의 상관도

를 보였음. 또한 지방함량과 부의 상관도를 가진 오메가-3 지방산은 종합적 맛과도 부의 상관도( $r=-0.91$ )를 보인 반면, 지방함량과 정의 상관도를 가진 오메가-6 지방산은 정의 상관도( $r=0.75$ )를 보였음.

- 목초비육을 하여 쇠고기의 포화지방산과 오메가-3 지방산 비율이 높아지면 맛이 나빠지는 반면, 곡물비육을 하여 단가불포화지방산과 오메가-6 지방산 비율이 높아지면 맛이 좋아짐.
- 한우는 사양방식과 별도로 SFA는 낮고 MUFA는 높은 지방산조성의 근내지방을 생성하는 유전적 특성을 가진 것으로 사료되었음.
- 곡물비육과 목초비육 쇠고기의 지방산조성을 기반으로 산출한 AI (Atherogenic index)를 정리하여 비교한 결과, 곡물비육 쇠고기에 비해 목초비육 쇠고기의 AI가 유의적으로( $P<0.05$ ) 높았으며, 같은 사양방식이라도 한우가 미국산이나 호주산 쇠고기에 비해 AI가 유의적으로( $P<0.01$ ) 낮았음.
- AI가 동맥경화 지수임을 감안할 때, 한우고기의 지방산조성은 호주산 쇠고기나 미국산 쇠고기에 비해 혈관건강에 우수함.
- 곡물비육 쇠고기가 목초비육 쇠고기에 비해 보수력이 좋은 것으로 나타났는데, 이는 곡물비육 쇠고기의 높은 지방함량에 기인한 것으로 사료됨.
- 곡물비육 한우가 유의적으로( $P<0.05$ ) 가장 낮은 전단력을 보인 반면, 나머지 목초비육 한우, 곡물비육 미국산 쇠고기 및 목초비육 호주산 쇠고기는 유의적인 전단력의 차이가 없었음( $P>0.05$ ).

- 곡물비육 한우의 콜라겐 함량이 유의적으로( $P<0.05$ ) 가장 낮은 반면, 목초비육 호주산 쇠고기가 가장 높은 콜라겐 함량을 보였음.
- 같은 사양방식이라도 한우고기의 콜라겐 함량이 수입쇠고기보다 유의적으로( $P<0.05$ ) 낮은 것으로 나타났는데, 이는 한우의 유전적 능력과 사양조건에 기인한 것으로 사료됨.
- 관능검사 결과, 한우고기의 풍미가 사양방식과 관계없이 미국산이나 호주산 수입쇠고기에 비해 유의적으로( $P<0.05$ ) 높은 것으로 나타났는데, 이는 한우의 육향이 외국 품종에 비해 진한 것으로 기인한 것으로 사료됨.
- 쇠고기의 맛은 근내지방 함량과 근육의 특성에 결정적인 영향을 받으며, 곡물비육 한우고기가 유전적인 특성과 고열량 사양방식에 기초하여 맛이 우수한 것으로 사료됨.
- 한우 주요 4가지 근육의 근섬유조성은 확연한 차이가 존재하였음. SM 근육(우둔)은 적색근섬유인 Type I 비율이 가장 낮고 Type IIB 비율은 많은 특징을 보였으며, 반면 LL 근육(채끝)과 TB 근육(앞다리)은 많은 Type I의 비율을 보였음.
- 곡물비육 한우 근육이 목초비육 한우 근육보다 Type I 근섬유수가 많은 것으로 나타났는데, 특히 LL(채끝) 근육의 Type I 근섬유수가 곡물비육이 목초비육 보다 유의적으로( $P<0.05$ ) 높았음.
- 적색근섬유와 백색근섬유의 중간섬유 특성을 가진 Type IIA는 모든 근육에서 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었음 ( $P>0.05$ ).

- 백색근섬유의 특성을 가진 Type IIB는 SM, GM 및 TB 근육에서 곡물비육과 목초비육 사이에 유의적인 차이가 없었지만, LL 근육은 목초비육이 유의적으로( $P < 0.05$ ) 높은 Type IIB 비율을 보였음.
- 이상의 결과로부터, 한우의 곡물비육과 목초비육은 등심근의 근섬유조성에 영향을 미치지만 우둔, 설도, 앞다리 부위의 근섬유조성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료됨.
- 근섬유조성과 유의적인 상관도를 가진 지방산은 라우르산, 미리스트산, 팔미트산, 스테아르산, 헤네이코실산, 올레인산, 리놀레산, 리놀렌산, 디호모-감마-리놀렌산 및 DHA 였음.
- 지방산 중 올레인산이 Type I 근섬유 수 비율과 가장 높은 고도의 정의 상관도( $r = 0.91$ ,  $P < 0.001$ )를 보였고, 근섬유 면적과는 고도의 부의 상관도( $r = -0.78$ ,  $P < 0.001$ )를 나타냈음.
- Type I 근섬유 수 비율과 SFA는 고도의 부의 상관도( $r = -0.90$ ), PUFA는 고도의 정의 상관도( $r = 0.92$ )를 보였고, Type IIA와 IIB 근섬유 수 비율과는 반대의 상관도를 보였음.
- Type I은 근섬유 직경이 가늘어 연도를 좋게 하고 근내지방 함량을 많게 하는데, 곡물비육 한우 등심근은 Type I의 비율이 높을 뿐만 아니라 올레인산 함량도 높아 맛이 좋을 것으로 사료됨.
- 곡물비육 한우고기가 목초비육 한우고기에 비해 SFA 비율은 낮고 MUFA의 비율이 높은 것은 혈관건강과 관련하여 보다 좋다는 과학적 증거임. 곡물비육 한우고기가 목초비육 한우고기에 비해 AI가 유의적으로( $P < 0.05$ ) 낮은 것은 곡물비육이 목초비육보다 혈관건강에 월등히 좋다는 결정적인 증거임.

## 제2절. <실험 2> 곡물비육 한우고기의 지방산조성이 혈중 콜레스테롤 개선에 미치는 효과 구명

- 곡물비육 쇠고기와 목초비육 쇠고기의 섭취에 따라 혈장의 지방산 중 유의적인( $P < 0.05$ ) 변이가 일어난 지방산은 스테아르산과 아라키돈산이었음.
- 스테아르산이 혈액건강에 나쁜 포화지방산이고 아라키돈산이 혈액건강에 좋은 다가불포화지방산임을 감안할 때, 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈액건강에 이롭다는 과학적인 증거가 확보됨.
- 건강한 성인 남성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 혈중에서 LDL-C를 운반하는 Apo B는 목초비육 호주산 쇠고기를 섭취하면 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하는 것으로 나타났음.
- 혈중에서 HDL-C를 운반하는 Apo A1의 경우, 곡물비육 한우고기를 섭취했을 경우만 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하였음.
- 한우고기를 섭취하면 혈중 Apo B의 농도가 감소하는 반면 수입 쇠고기는 증가하였음.
- 수입쇠고기는 곡물비육 미국산과 목초비육 호주산 둘 다 혈중 Apo B의 농도는 증가시키고 Apo A1의 농도는 감소시키는 것으로 나타났는데, 특히 호주산은 Apo B의 농도를 월등히 증가시키고 미국산은 Apo A1의 농도를 심히 감소시키는 것으로 나타났음.
- 건강한 성인 남성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취가 혈중 LDL-C를 유의적

으로( $P < 0.05$ ) 증가시켰음.

- 목초비육 한우고기와 곡물비육 미국산 쇠고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키는 경향을 보인 반면 곡물비육 한우고기 섭취는 LDL-C 수치를 증가시키지 않았음.
- 곡물비육 한우고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치는 낮추고 HDL-C 수치는 높인 결과 혈중 총콜레스테롤 수준을 변화시키지 않았음. 하지만 반대로 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취는 LDL-C 수치는 높이고 HDL-C 수치는 낮춰 혈중 총콜레스테롤 수치를 높이는 경향이 있는 것으로 사료됨.
- 고지혈증과 혈전생성 및 혈관기능장애 유발물질로 알려진 TMAO는 목초비육 호주산 쇠고기를 섭취하면 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가하였지만, 나머지 처리구에서는 유의적인 증가가 확인되지 않았음( $P > 0.05$ ).
- 곡물비육 한우고기를 섭취할 경우, 혈중 TMAO 농도는 기준선보다 낮아지는 것으로 나타나 혈관건강에 좋은 것이 확인되었음.
- 건강한 성인 여성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 결과는 성인 남성을 대상으로 한 것과 달랐음. 곡물비육과 목초비육에 상관없이 하루 120g씩 쇠고기를 섭취해도 혈중 Apo A1의 농도에는 유의적인 변이가 나타나지 않았음( $P > 0.05$ )
- 성인 여성의 경우 곡물비육과 목초비육 쇠고기의 섭취에 따른 혈액건강 관련 측정치가 피시험자 사이에 큰 변이가 존재하는 것에 기인하여 일관적인 경향을 보이지 않았지만, 곡물비육 한우고기 섭취 시 기준선보다 Apo A1 농도는 증가하고 중성지방은 감소하

여 혈관건강에 가장 좋을 것으로 사료됨.

- 건강한 성인 여성 15명을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 혈중 Apo B 농도와 마찬가지로 전 처리구 사이에 혈중 LDL-C 농도는 유의적인 차이가 없었음( $P>0.05$ ). 또한 혈중 총콜레스테롤 농도도 전 처리구 사이에 유의적인 차이가 없었음( $P>0.05$ ).
- 성인 여성을 대상으로 한 식이실험 결과에서 쇠고기 섭취 전후의 혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 농도가 유의적인 차이를 보이지 않은 이유는 피시험자 사이의 변이가 큰 것에 기인한 것으로 사료됨.
- 성인 여성의 경우, 곡물비육 한우고기나 미국산 쇠고기를 섭취했을 때보다 목초비육 한우고기나 호주산 쇠고기를 섭취했을 때 TMAO 농도가 유의적으로( $P<0.05$ ) 증가하였음. 특히, 곡물비육 한우고기를 섭취했을 경우만 혈중 TMAO 농도가 기준선보다 낮아지는 것으로 나타나 혈관건강에 좋은 것으로 증명되었음.
- 건강한 성인 30명(남여 각각 15명)을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 호주산 쇠고기의 섭취가 혈중 Apo B 농도를 유의적으로( $P<0.05$ ) 증가시켰음. 또한 혈중 Apo A1 농도의 경우, 곡물비육 한우고기의 섭취시 혈중 Apo A1 농도가 크게 증가하는 경향을 보였음.
- 곡물비육 한우고기 섭취군을 제외한 다른 모든 처리구에서 혈중 중성지방 농도가 증가하는 경향을 보였음에도 불구하고 유의적인 차이가 나타나지 않은 이유는 남녀 피험자 사이의 측정치 변이가 큰 것에 기인한 것으로 사료됨.

- 곡물비육 및 목초비육 소고기 섭취 시 혈중 Apo B의 농도가 기준선보다 모두 증가하는 것을 보여주는데, 특히 목초비육 호주산 쇠고기 섭취 시 다른 쇠고기보다 유의적으로( $P < 0.05$ ) 혈중 Apo B의 농도가 기준선보다 높아졌음.
- 혈중 Apo A1 농도의 경우, 미국산이나 호주산 쇠고기의 섭취 시 기준선보다 감소하였지만 한우고기는 곡물비육이나 목초비육 둘 다 기준선보다 증가하였음. 특히 곡물비육 한우고기 섭취 시 유의적으로( $P < 0.05$ ) 혈중 Apo A1의 농도가 기준선보다 증가하였음.
- 건강한 성인 30명(남여 각각 15명)을 대상으로 한 쇠고기 식이 임상시험 분석결과, 목초비육 한우고기의 섭취가 혈중 LDL-C를 유의적으로( $P < 0.05$ ) 증가시키는 것으로 나타났음.
- 수입쇠고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키는 경향을 보인 반면, 곡물비육 한우고기 섭취는 혈중 LDL-C 수치를 증가시키지 않았음. 또한 수입쇠고기의 섭취는 혈중 HDL-C 농도를 감소시키는 경향을 보인 반면, 한우고기의 섭취는 증가시키는 경향을 보였음.
- 혈중 총콜레스테롤 수준의 경우, 모든 식이실험 처리구에서 유의적인 변화가 나타나지 않았음( $P > 0.05$ ). 그러나 목초비육 쇠고기의 섭취 시 혈중 총콜레스테롤 수치는 증가하는 반면, 곡물비육 쇠고기 섭취는 혈중 총콜레스테롤 수치를 증가시키지 않았음.
- 곡물비육 한우고기의 섭취는 혈중 LDL-C 수치는 변화시키지 않고 HDL-C 수치는 높은 결과, 혈중 총콜레스테롤 수준도 약간만 증가시켰음. 하지만 목초비육 한우고기의 섭취는 LDL-C 수치와

HDL-C 수치를 동시에 높여 혈중 총콜레스테롤 수치를 크게 증가시켰음.

- 본 연구를 통해 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈중 LDL-C, HDL-C 및 총콜레스테롤 수준과 관련하여 혈관건강에 이롭다는 명확한 과학적 증거들이 확보되었음
- 특히 혈중 TMAO 농도가 고지혈증, 혈전생성 및 혈관기능장애 유발과 관련이 있다는 점을 감안 할 때, 곡물비육 한우고기의 섭취 시 혈중 TMAO 농도가 기준선보다 감소한 사실은 마블링 좋은 곡물비육 한우고기의 섭취가 혈관건강에 좋다는 확실한 증거임.

<참고문헌>

- Adams, T. H., Walzem, R. L., Smith, D. R., Tseng, S., & Smith, S. B. (2010). Hamburger high in total, saturated and trans-fatty acids decreases HDL cholesterol and LDL particle diameter, and increases plasma TAG in mildly hypercholesterolaemic men. *British Journal of Nutrition*, 103, 91-98.
- Bingham, S.A., Hughes, R., & Cross, A.J. (2002). Effect of white versus red meat on endogenous N-nitrosation in the human colon and further evidence of a dose response. *Journal of Nutrition*, 132(11), 3522S-3525S.
- Brooke, M. H., and Kaiser, K. K. (1970) Muscle fiber types: How many and what kind? *Arch. Neurol.* 23, 369-379.
- Campbell, W.W., & Tang, M. (2010). Protein intake, weight loss, and bone mineral density in postmenopausal women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 65, 1115-1122.
- Cross, A. J., Leitzmann, M. F., Gail, M. H., Hollenbeck, A. R., Schatzkin, A., & Sinha, R. (2007). A prospective study of red and processed meat intake in relation to cancer risk. *PLoS Medicine*, 4, 1973.
- Cross, H.R., West, R.L., and Dutson, T.R. (1981) Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Sci.* 5, 261-266.
- Dietary Guidelines (2015) Available at <http://health.gov/dietary-guidelines/2015/guidelines/>.

- Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
- Gilmore, L. A., Crouse, S. F., Carbuhn, A., Klooster, J., Calles, J. A. E., Meade, T., & Smith, S. B. (2013). Exercise attenuates the increase in plasma monounsaturated fatty acids and high-density lipoprotein but not high-density lipoprotein 2b cholesterol caused by high-oleic ground beef in women. *Nutrition Research*, *33*, 1003-1011.
- Gilmore, L. A., Walzem, R. L., Crouse, S. F., Smith, D. R. Adams, T. H., Vaidyanathan, V., Cao, X., & Smith, S. B. (2011). Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL cholesterol concentration but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. *Journal of Nutrition*, *141*, 1188-1194.
- Grundy, S. M., Florentin, L., Nix, D., & Whelan, M. F. (1988). Comparison of monosaturated fatty acid and carbohydrates for reducing raised levels of plasma cholesterol in man. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *47*, 965-969.
- Honikel, K. O. (1987) How to measure the water-holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In Evaluation and control of meat quality in pigs. *Springer Netherlands* 129-142.
- Jung, E. Y., Hwang, Y. H., & Joo, S. T. (2015). Chemical components and meat quality traits related to palatability of

ten primal cuts from Hanwoo carcasses. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 35, 859-866.

Keys, A., Anderson, J. T., and Grande, F. (1965). Serum cholesterol response to diet. *Metabolism* 14, 747-787.

Kontogianni, M.D., Panagiotakos, D.B., Pitsavos, C., Chrysohoou, C., & Stefanadis, C. (2008). Relationship between meat intake and the development of acute coronary syndromes: The CARDIO2000 case-control study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 62, 171-177.

Kris-Etherton, P. M., Pearson, T.A., Wan, Y., Hargrove, R. L., Moriarty, K., and Fishell, V. (1999). High-monounsaturated fatty acid diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70, 1009-1015.

Layman, D.K., Clifton, P., Gannon, M.C., Krauss, R.M., & Nuttall, F.Q. (2008). Protein in optimal health: heart disease and type 2 diabetes. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 1571S-1575S.

McAfee, A., McSorley, E.M., Curkelly, G.J., Moss, B.W., Wallace, J.M.W., Bonham, M.P., & Fearon, A.M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, 84, 1-13.

Micha, R., Wallace, S. K., & Mozaffarian, D. (2010). Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus. *Circulation*, 121, 2271-2283.

Pan, A., Sun, Q., Bernstein, A. M., Schulze, M. B., Manson, J. E., & Stampfer, M. J. (2012). Red meat consumption and mortality: Results from 2 prospective cohort studies. *Archives of Internal Medicine*, 172, 555-563.

Roussell, M.A., Hill, A.M., Gaugler, T.L., West, S.G., Heuvel, J.P.V., Alaupovic, P., Gillies, P.J., & Kris-Etherton, P.M. (2012). Beef in an optimal lean diet study: Effects on lipids, lipoproteins, and apolipoproteins. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 95, 9-16.

Smith, S. B. (2016). Marbling and its nutritional impact on risk factors for cardiovascular disease. *Korean J. Food Sci. An.* 36, 435-444.

※ 본 보고서에 대한 지적재산권은 한우자조금관리위원회에 있으며, 본 연구결과 및 내용의 일부 또는 전부를 인용하는 경우에는 한우자조금관리위원회 자료를 인용하였음을 반드시 명기해야 함. 이러한 내용을 명기한 경우에만 사전승인 없이 무상으로 인용할 수 있음.