

315017-05

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
농생명산업기술개발사업 2020년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003326-01

한우특성화사업단

한우특성화사업단

2020. 12. 18

2020

주관연구기관 / 경상대학교 산학협력단
협동연구기관 / 강원대학교 산학협력단
경북대학교 산학협력단
전북대학교 산학협력단
충북대학교 산학협력단
중앙대학교 산학협력단
축산물품질평가원

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

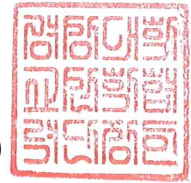
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “한우특성화사업단”(개발기간 : 2015. 08. 14. ~ 2020. 08. 13)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 12. 18

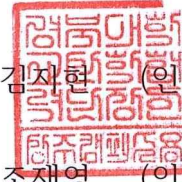
주관연구기관명 : 경상대학교 산학협력단 (대표자) 강상수 (인)



협동연구기관명 : 강원대학교 산학협력단 (대표자) 신대용 (인)



경북대학교 산학협력단 (대표자) 김지현 (인)



전북대학교 산학협력단 (대표자) 조재영 (인)



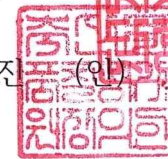
충북대학교 산학협력단 (대표자) 이영성 (인)



중앙대학교 산학협력단 (대표자) 김원용 (인)



축산물품질평가원 (대표자) 장승진 (인)



주관연구책임자 : 이정규

협동연구책임자 : 공일근, 주선태, 김삼철, 양한술,
전상곤, 이성기, 윤두학, 김은중,
박철, 최양일, 허선진, 남건

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	315017-5	해 당 단 계 연 구 기 간	5년	단 계 구 분	(1단계)/ (1단계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	한우특성화사업단			
연구과제명	대 과 제 명	한우특성화사업단			
	세부 과제명	제1세부; 맛특성 반영 한우개량 기반기술 개발 제2세부; 우수유전자원 확보시스템 및 우수 종축 관리 시스템 구축 제3세부; 한우 암소의 수정란 이식(OPU기법 적용) 성공률 제고를 위한 사양관리 기술개발 제4세부; 한우육의 영양성분과 육질특성 및 요리 개발 제5세부; 한우 부산물의 자원화 및 유용물질 식품화 연구 제6세부; 세계 주요 소고기 수출 국가 육우 사육현황 및 대응 전략 수립 제1협동; 한우 품종과 수입육 판별 및 이력추적 SNP chip 개발 및 활용 제2협동; 한우의 생산성 제고를 위한 비육기나 단축 프로그램 개발 제3협동; 한우의 도체 내 기능성 강화를 위한 사양기술 개발 제4협동; 맛과 관련된 소도체 품질평가 조건 설정 제5협동; 한우육의 맛과 향기성분 특성 발굴 제6협동; 한우육 및 뼈의 기능성 물질 추출연구 및 추출 잔여물을 활용한 가공제품 개발 제7협동; 한우육 유래 기능성 성분 인체 내 영향 및 소재 산업화			
연구책임자	이정규	해당단계 참여연구원 수	총: 94명 내부: 58명 외부: 36명	해당단계 연구개발비	정부:3,000,000천원 민간:1,000,000천원 계:4,000,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 94명 내부: 58명 외부: 36명	총 연구개발비	정부:3,000,000천원 민간:1,000,000천원 계:4,000,000천원
연구기관명 및 소속부서명	경상대학교 산학협력단 강원대학교 산학협력단 경북대학교 산학협력단			참여기업명; 한우개량사업소 합천축협	

	전북대학교 산학협력단 중앙대학교 산학협력단 충북대학교 산학협력단 축산물품질평가원	경상대 학교기업 GAST
국제공동연구	상대국명:	상대국 연구기관명:
위탁연구	연구기관명:	연구책임자:

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다) 보고서 면수

1. 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축; 한우 개량을 위해 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정과 수정란 생산기술 고도화 및 효율성 개선(저온저장, 동결 수정란이식 등) 기술 개발 등의 연구 성과 도출
2. 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선; 생산성 향상을 위해 번식우 사양관리 프로그램, 조기비육, 출하월령 단축을 위한 사양 프로그램 개발, 한우육 수출 전략 수립을 위한 현황 분석 등의 연구 성과 도출
3. 한우육의 맛 특성 구명 및 활용; 도체 품질평가 항목화를 위한 범주화, 등급제도 개선방안 연구, 한우육 및 한우육제품의 풍미성분 분석 및 한우를 이용한 요리방법 개발 등의 연구 성과 도출
4. 한우육의 기능성 구명 및 활용; 한우 부산물의 영양성분, 안전성, 기능성 구명과 유용물질의 가공제품 개발 및 한우육, 뼈의 기능성 물질 분석을 통한 부가가치 창출을 위한 건강기능성 육제품 개발 등의 연구 성과 도출

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 기술개발 - 수정란(OPU기법) 생산기술 고도화를 위한 수태율, 호르몬 조절기술 개발 - 공란우 및 수란우 선발조건 확립 - 한우, 수입육 판별 및 한우 이력추적과 친자확인용 SNP 개발 ■ 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 한우암소를 위한 최적 영양소 공급 수준 결정 및 사료첨가제 탐색 - 최적 영양소 공급 수준과 사료첨가제를 이용한 수정란 이식 성공률 개선기술 사양 시스템 개발 - 조기 비육 및 출하월령 단축을 위한 전문 사양프로그램 개발 - 출하시기별 한우육의 영양성분 및 품질 특성 규명 - 사료첨가제를 이용한 <i>in vitro</i>, <i>in situ</i> 및 <i>in vivo</i> 시험을 통한 사양프로그램 개발 - 세계주요 소고기 수출국가의 사육 및 수출 현황 조사 및 한우육 특성 정립과 수출 활성화를 위한 대응전략 수립 ■ 한우육의 맛 특성 규명 및 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 한우육의 영양성분, 근내지방 함량 및 지방산 조성의 특성 규명 - 한우육의 특성에 적합한 세계화 요리 레시피 개발 - 맛과 관련된 소도체 품질평가 항목 발굴 및 등급판정 적용 조건 설정 연구 - 한우 풍미물질 발굴 및 성별, 도살연령 및 한우 가공품에 따른 풍미 물질 비교 및 발굴 ■ 한우육의 기능성 규명 및 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 한우 부산물 자원화를 위한 처리기술 개발과 유용물질의 식품소재 활용 및 가공제품 개발 - 한우 부산물 활용 가공제품의 기능성 향상 기술 개발 - 한우육 및 뼈의 기능성 물질 최적의 추출법 연구 - 추출잔여물을 활용한 건강 기능성 편의 육제품 개발 - 한우육 유래 생리활성 펩타이드 획득, 안전성 검증 및 기능성 물질의 분리, 정제, 효능 검증을 통한 보조식품 개발
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 한우육의 지방산조성(불포화지방산, 올레인산 등) 및 후대검정형질에 대한 유전력, 유전상관 추정 - 한우 씨수소 선발을 위한 지방산조성 형질의 육종가, EPD 추정, 후대검정 - 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 - OPU 유래 수정란 생산기술 고도화를 위한 무혈청 배지 및 개체별 분리배양 기술 개발 - 수정란 대량생산 및 임신율 향상을 위한 수란우 처리방법, 공란우 및 수란우 선발조건 매뉴얼 개발 - 저온저장 및 동결 수정란이식기술 개발 - 한우, 수입육 판별과 한우 이력추적 및 친자확인용 SNP 선발

<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 수정란이식 농가(연구팀 기존 이식농가) 사양관리프로그램 개발 - 한우암소 번식에 최적 영양소 수준 결정 및 관련 첨가제 탐색으로 번식우 사양관리프로그램 확립 - 조기비육 출하일령 단축을 위한 육성기, 비육전기, 비육중기, 비육후기 사양프로그램 개발 - 등지방두께 조절용 첨가제 개발 및 등심단면적 증가를 위한 전문 사양프로그램 개발 - 불포화지방산, 올레인산 강화 사료첨가제 개발, 최적사양프로그램 정립 - 소고기 주요 수출국가의 사육현황 및 수출관련 현황분석 및 한우육 특성을 활용한 수출전략 수립 ■ 한우육의 맛 특성 구명 및 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 맛 관련 요인의 도체 품질평가 항목화를 위한 범주화 및 등급제도 개선방안 연구 - 한우육 및 한우육제품의 풍미성분 및 풍미특성 발굴과 비교 - 한우 성별, 도축일령별 품질, 맛, 지방특성의 연관성 분석 - 한우 안심, 등심, 꽃등심을 이용한 스테이크와 요리 방법 개발 ■ 한우육의 기능성 구명 및 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 한우 부산물의 영양성분, 안전성, 기능성 구명 및 유용물질의 가공제품 개발 - 한우육 및 뼈의 기능성 물질 분석 및 최적 추출법 개발 및 잔여물 활용 건강기능성 편의 육제품 개발 - 한우육 유래 최적의 펩타이드 추출 및 가수분해 기법 대량생산 조건 확립 - 한우육 및 저이용부위를 이용한 기능성 물질 구명 및 이를 이용한 보조식품 개발 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 수정란이식 효율의 고도화(수태율 현재 52% → 60%)로 참여기업(GAST)을 통해 4,000건/년 이상 수정란 이식 실시 - 친형제검정 도입으로 씨수소 선발에 세대간격 단축, 지역별, 브랜드별 씨수소 선발을 위한 관련 규정 개선을 위한 기초자료를 제공 - 한우암소 번식에 최적사양프로그램을 이용하여 상품화, 희망기업 및 농가에 기술보급 - 조기비육 출하일령 단축을 위한 사양프로그램을 희망조직 및 농가 기술지도 - 육량증가 및 맛관련 형질 강화를 위해 사양프로그램, 첨가제 제품화, 메뉴얼 제작 배포 - 한우육 특성정립 및 수출전략 수립으로 정책건의 및 브랜드 단위 홍보 - 한우육과 뼈의 기능성 물질 및 잔여물 활용을 통한 건강기능성 편의 육제품 상품화 - 한우 부산물의 식육소재 활용 및 가공제품 상품화 - 한우육 활용 기능성 펩타이드 제조 및 저이용부위 이용 보조식품 기술이전 또는 상품화 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	친형제검정	단기비육	사양 프로그램	한우요리	부산물
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	sib-test	short term-fattening	specification program	Hanwoo cuisine	by-product

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	1
1-1. 연구개발 목적	2
1-2. 연구개발의 필요성	3
1-3. 연구개발 범위	12
2. 연구수행 내용 및 결과	14
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	331
3-1. 연차별 연구개발 목표 및 달성도	331
3-2. 목표달성을 위한 연구팀별 주요활동	334
3-3. 정량적 성과 목표 달성 결과	335
4. 연구결과의 활용 계획 등	346
붙임. 참고 문헌	348

〈별첨〉 연구개발보고서 초록, 자체평가의견서, 연구결과활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

우리나라의 한우 산업은 농업생산에 있어서 매우 중요한 산업이며 농촌경제 및 농가소득에 많은 영향을 미치는 산업으로 자리잡고 있다. 하지만 구제역, AI 및 아프리카 돼지열병 등의 가축질병이 계속적으로 발생하고 있어 축산농가의 생산의욕 저하뿐만 아니라 소비자들의 국내 축산물에 대한 신뢰도가 지속적으로 하락하고 있는 실정이다. 또한 2020년 3월 기준으로 한우 사육 농가수는 약 9만호이며 사육 마릿수는 약 300만두로 나타나고 있는 등 사육 농가수는 줄어 들고 사육두수는 늘어나는 상황으로 향후 한우산업에서 밀소의 수요와 공급의 불균형으로 인한 많은 문제가 발생할 것으로 예측되며 이를 해결하기 위한 노력이 요구되고 있는 상황이다. 그리고 한우고기는 1970년대 이후 육량보다는 육질에 중점을 두고 개량을 해온 결과 수입산 육우나 국내산 육우에 비해 맛에서 뚜렷한 차별화를 이루게 되었고 한우산업의 경쟁력 확보에 가장 근본이 되는 요소가 되었다. 그러나 최근 일부에서 저지방 쇠고기 수요가 증가함에 따라 한우의 개량방향을 시장상황에 맞게 조정할 필요성이 제기되는 등 그 동안의 개량체계가 흔들릴 우려도 제기되고 있는 상황으로 저지방 쇠고기 시장(수입고기 시장)과 맛과 품질에서 차별화(한우고기 시장)된 쇠고기를 생산하는 시장으로 나아가기위한 노력이 절실히 요구되고 있는 상황이다.

한우의 수정란이식 기술은 짧은 기간에 최고의 암소를 활용하여 개량된 암소집단 구축을 가능하게 하며 개량된 집단의 한우사육은 궁극적으로 고부가가치를 창출할 수 있는 매우 중요한 요인으로 작용한다. 육량과 육질을 동시에 신속하게 개량하기 위해서는 씨수소 위주의 인공수정만으로는 그 목적을 이루는 데 많은 시간이 소요되는 현실이다. 이러한 개량의 조기완성을 위해서는 우량암소의 활용도를 극대화하고 수정란의 생산효율을 증가시키는 등의 OPU유래 수정란 대량생산기술의 고도화가 반드시 필요한 상황이다. 그리고 소비자들은 안전하고 믿을 수 있는 먹거리를 선호하고 있으며 축산물의 안전성에 국민들의 관심이 증대되어 가고 있는 상황으로 소비자 불안 해소를 위한 과학적 근거 마련 및 생산에서 유통까지 관리되는 이력추적의 필요성이 대두되고 있으며 맛 특성을 확보한 브랜드 유통에서 둔갑판매는 사업의 근간을 흔드는 일로 신속하고 신뢰할 수 있는 검사와 관리가 필수적이다. 이처럼 한우의 이력추적과 둔갑판매 방지를 위한 신속하고 정확한 개체식별 방법이 요구되고 있는 상황이다

한우는 수입육과의 시장경쟁력확보를 위하여 고품질 쇠고기 생산 사육기술이 보급되었고 비육기간이 늘어나 생산비 증가 및 육량감소(육량 C등급 출현율 증가) 등의 결과를 초래하게 되었다. 하지만 비육기간 및 출하월령의 증가는 분명하게 육질등급향상에는 효과가 있는 것으로 나타나고 있다. 반면 출하월령 30개월령부터는 육량 C등급 출현율이 급격하게 상승하는 것으로 나타났다. 이는 농가 소득 및 생산성에 부정적인 영향을 미치고 있으며 비육기간 단축을 통한 조기출하 및 경제적 사양기술 개발이 요구되고 있는 상황이다.

한우육의 맛 특성에서 보면 한우는 성장 기간(출하 시기) 조정을 통해 체중, 등지방 두께, 근육 내 지방함량(근내지방도), 및 지방산 함량을 변화시킬 수 있으며, 이를 통해 다양한 품질의 한우육 생산이 가능 할 것으로 판단되며 소비자는 육질과 맛 특성이 향상된 건강한 식품을 선호하고 있다. 또한 한우육은 영양적으로도 매우 우수한 가치를 지닌 식품이지만 소비자들의 인식이 부족한 상황이며 소비자의 식품, 특히 식육에 대한 기대와 염려는 그 식품의 인체 건강과 관련된 사실을 객관적으로 알려주는 것이 필요하며 근육단백질로부터 생산되는 기능성 펩타이드(bioactive peptide)는 특정 질병을 완화 또는 예방하는 기능을 가지고 있으며 현재 효능이 널

리 인정되고 있는 등 한우육이 가진 영양적, 기능적 특성을 명확히 하고 부산물의 부가가치를 높이는 노력이 필요하며 더불어 한우육 및 부산물을 이용한 가공제품 개발이 절실히 필요한 상황이다.

이에 한우특성화사업단은 고능력 암소를 활용하여 수정란을 대량생산하고 생산된 우량한 암소집단을 이용하여 안정적인 밀소 공급 체계를 구축하고 생산된 수소집단을 활용하여 친형제 검정의 가능유무를 판단하고자 한다. 또한 한우육의 차별화를 위하여 씨수소의 후대검정 집단을 활용하여 지방산조성 및 이들의 유전적 특성을 규명하고자 한다. 그리고 개체식별을 위한 SNP 선발 및 분석기법을 개발하고자 한다. 그리고 한우·육의 특성 강화 및 생산성 개선을 위해 비육기간 단축을 위한 사양프로그램 및 사료첨가제를 개발하고자 하며, 한우육의 맛 특성 규명을 위해 지방산조성, 풍미 특성 및 한우육 요리 레시피 개발을 하고자 한다. 또한 한우육의 기능성 규명을 위해 한우육의 기능성 및 품질특성에 영향을 미치는 영양성분 특성 및 근섬유 특성을 규명하고자 하며 한우 부산물의 활용한 육제품 및 보조식품을 개발하고자 한다.

1-1. 연구개발 목적

○ 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축

- 한우육의 지방산조성(불포화지방산, 올레인산 등)에 대한 유전특성 규명
- 한우 씨수소 선발에 지방산조성 형질 포함 방안 개발 → 농가 한우개량 활용 → 브랜드 다양화
- 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 기술개발 → 씨수소 및 공란우 선발기간 단축(5년→3년) → 씨수소 및 공란우 선발 소요비용 절감 → 특정목적(예, 올레인산 특화 등) 브랜드 개량에 활용
- 수정란이식 수태율 제고(현재 52%내외 → 60%) → 수정란이식 활성화
- 수정란생산 효율 향상(현재, 공란우 1두에서 4개월간 50개 생산 → 60개) → 수정란 생산원가 절감
- ※ 수정란이식의 일반화 → 단기간 특수목적형 고능력 한우집단 조성 → 한우육 시장 다변화 견인
- 한우, 흑한우, 칠푼소, 수입소 고기 판별용 SNP칩 개발 → 둔갑육 판매 방지 → 한우산업 안정화
- 한우, 쇠고기 이력추적 및 친자확인용 SNP칩 개발 → 생산이력제 개선, 개량효율 개선

○ 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선

- 암소의 번식 개선 사양프로그램 개발 → 수태율 향상, 수정란이식 성공률 향상 → 송아지생산비 절감
- 비육기간 단축(31.5개월→27개월) 전문 사양프로그램 개발 → 생산성 개선
- 등지방두께 조절, 등심단면적 증가사양프로그램 개발 → 육량 생산성 개선
- 불포화지방산, 올레인산 강화 사료첨가제 개발, 최적사양프로그램 정립 → 한우육 맛 특성 강화
- 소고기 수출국가 전략분석 및 한우육 수출활성화 전략 수립 → 한우육 수출활성화
- 한우, 한우육 특성 정립 및 주요언어 홍보책자 발간 → 한우육 특성의 국제적 특정

○ 한우육의 맛 특성 규명 및 활용

- 지방산조성 등 도체형질 세밀화 및 맛 관련 도체평가시스템 구축 → 한우육 시장 다변화 견인

- 한우 성별, 도축월령별, 가공품에서의 풍미 특성 발굴
- 한우 도축월령 및 근내지방도에 따른 맛 특성 및 맛 결정요인 분석
- 외국인 입맛에 맞는 한우육 요리 레시피 개발 및 주요언어 요리책자 발간

○ 한우육의 기능성 구명 및 활용

- 한우육의 기능성 및 품질특성에 영향을 미치는 영양성분 특성 및 근섬유 특성 구명
- 한우 부산물의 자원화 처리기술 개발
- 한우 부산물 유래 유용물질 식품소재 활용 및 가공제품 개발
- 한우육 및 뼈의 기능성 물질 최적 추출법 개발 및 잔여물 활용 건강기능성 편의 육제품 개발
- 한우육 기능성 성분 이용 보조식품 개발
- 한우육 유래 생리활성 펩타이드의 인체 건강에 미치는 영향 평가 및 산업화

1-2. 연구개발의 필요성

○ 한우 브랜드 다양화를 위해서는 새로운 개량목표와 방법론이 필요하다.

- 한우산업은 1970년대 이후 육량보다는 육질에 중점을 둔 개량방향을 설정하고 꾸준히 개량한 결과 최근에는 수입산 육우나 국내산 육우에 비해 맛에서 뚜렷한 차별화를 이루게 되었으며, 육생산 능력에서도 괄목할 수준의 개량이 이루어졌다.

- 이러한 노력의 결과 한우육은 한국인의 쇠고기 소비패턴과 입맛에 맞춰지면서 전체 육류시장에서의 일정부분의 영역을 확보하게 되었고, 이는 우리나라 한우산업 경쟁력 확보에 가장 근본이 되는 요소가 되었다.

- 그러나 최근에는 일부에서 저지방 쇠고기 수요가 증가함에 따라 한우의 개량방향을 시장상황에 맞춰 조정할 필요성이 제기되기도 하는 등 그동안의 개량체계가 흔들릴 우려도 제기되고 있는 상황이다.

- 특히, 대가축의 개량은 국가단위로 이루어지고 있는데, 저지방 쇠고기 생산이라는 눈앞의 시장상황에 일일이 대응한다는 것은 결국 한우산업이 수입 쇠고기와의 경쟁에서 밀려 산업자체가 사라지는 결과를 초래할 수도 있기 때문에 매우 신중한 대응이 필요한 시기이다.

- 따라서, 저지방 쇠고기 시장은 수입육에 넘기고, 한우는 그 맛과 품질에서의 고도화를 통해 철저하게 더욱 한우육 다운 프리미엄 쇠고기 생산에 집중하는 한편, 젊은 층의 신규 수요 창출을 위한 노력을 강화하여야 할 것이다. 이를 위해서는,

- 한우육 고유의 지방산조성을 확인하고, 이들의 유전적 특성을 구명함으로써 한우육 차별성을 특정할 수 있으며, 이를 근거로 지방산조성에 대한 개량방향과 방법론을 확립할 수 있다.

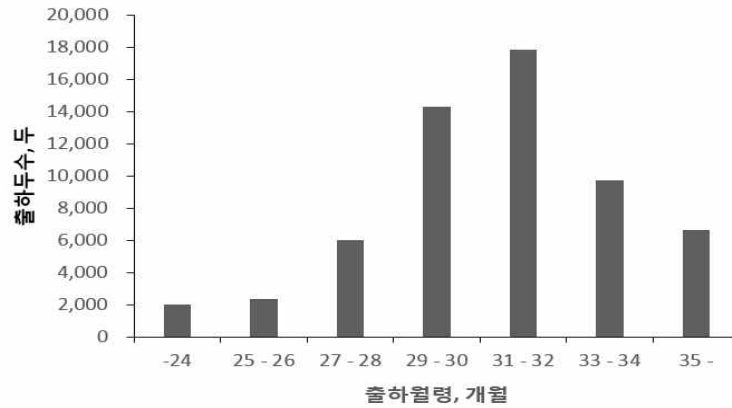
- 지방산 조성에 대한 개체별 육종가를 추정하고 씨수소의 유전능력에 포함시켜 차별화된 브랜드 개발에 필요한 씨수소 선발에 활용함으로써 맛 특성별 브랜드 다양화로 한우육 시장을 확대하여야 한다.

- 현재, 씨수소의 선발을 위해서는 5~6년의 시간이 소요되고 있으나 2~3년을 줄여 조기에 선발하여 세대간격을 단축하고 소요비용도 절감할 기술이 필요한데, 이는 현행의 후대검정 보다는 우리팀이 확보한 OPU 수정란이식 기술을 활용한 친형제검정을 통해 가능하며 이의 실증 실험과 제도개선이 필요하다.

○ 고급육 생산을 위한 장기비육은 생산비 증가, 육량감소의 문제 해결이 필요하다.

- 최근 시장개방에 따른 한우의 수입육과의 시장 경쟁력 확보를 위하여 고품질 쇠고기 생산 사육기술이 보급되었으며, 고품질 쇠고기 사육기술은 한우 거세우 비중 증가 및 비육기간 장기화를 확산시킴

- 그러나 거세우 장기비육은 송아지 구입가격을 210만원으로 설정한다면 24개월까지 비육할 경우 550만원이 소요되며, 30개월까지 653만원, 36개월까지 747만원이 소요됨(축산물품질평가원, 2012)



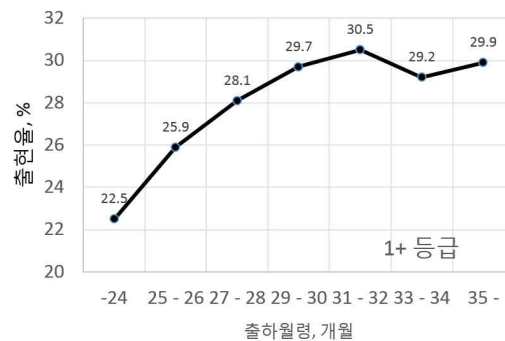
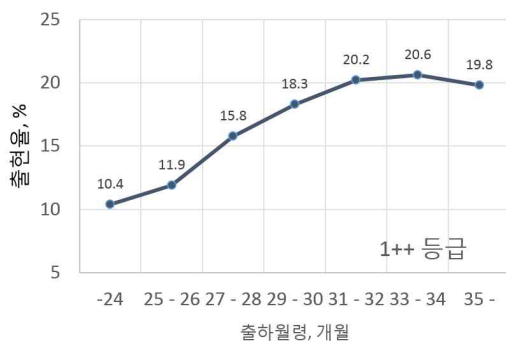
<출하월령별 출하 두수>

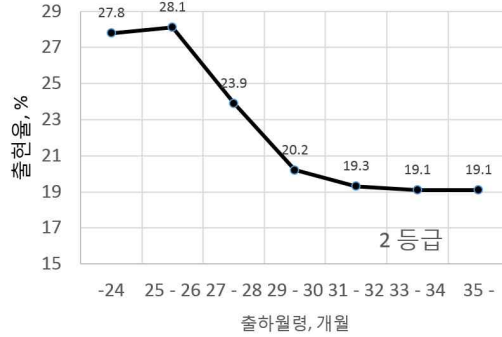
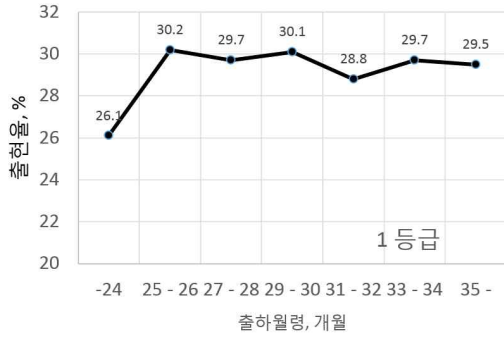
- 또한 고급육 생산을 위한 현재 사양프로그램은 장기비육을 필수로 하기 때문에 장기간 사육에 따른 사료비 상승과 장기비육에 의한 불가식 지방 증가 등으로 인해 육량등급 C등급의 상승이 현재 비육농가의 문제로 대두되고 있음. 이로 인해 과도한 사료비 증가와 C등급 증가에 따른 경매단가 하락으로 인해 농가 소득에 악영향을 초래하고 있음, 또한 육성기 사육의 과도한 에너지 공급으로 인한 내장지방과 근간지방의 침착이 발생하는 것으로 판단됨. 육량 C등급 출현율은 암소에 비하여 거세우에서 가파르게 증가하고 있음

- 최근 부가가치 증가를 위한 고품질 쇠고기 생산 목적으로 한우 비육우 사육 기간이 점점 증가하여 현재 약 30개월령 이상이 되고 있음

- 실제 출하월령을 24개월에서 35개월 이상으로 구분하여 육질등급을 분석한 결과 출하월령 29~30개월부터 1++ 등급 및 1+등급 출현율이 가파르게 상승함을 알 수 있음

- 반면에 1등급 출현율은 출하월령에 큰 영향을 받지 않고 2등급 출현율은 출하월령 26개월 이후에 가파르게 감소함





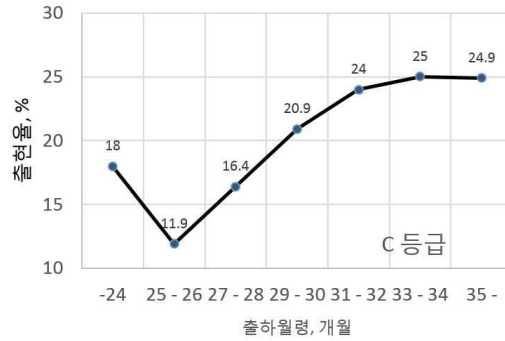
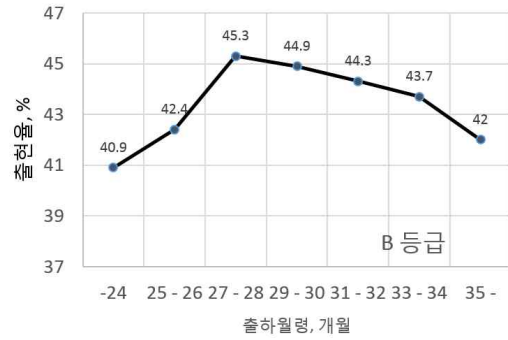
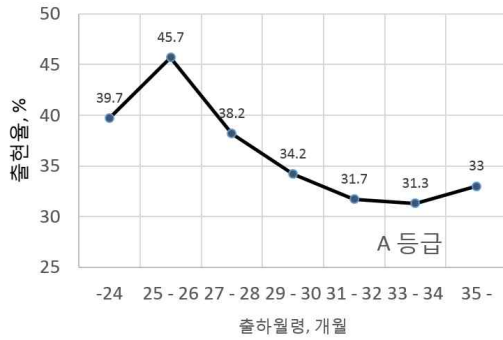
<출하월령별 육질등급 출현율, (한우자조금관리위원회 2010)>

- 비육기간 및 출하월령의 증가는 분명하게 육질등급향상에 효과가 있음. 그러나 육량등급은 출하월령이 증가함에 따라 급격히 떨어지고 있는 실정임
- 특히 출하월령 30개월령부터 육량등급 C등급 출현율이 급격히 상승함
- 2010년 19.62%에 그쳤던 육량 C 등급 출현율은 2014년도에는 무려 28.2%까지 상승함(한우 거세우 기준)
- 2010년 1월부터 5월까지 서울축산물공판장으로 출하된 한우 거세우를 대상으로 조사한 결과 1++ 등급이 가장 높게 나온 출하월령은 31개월령이었으나, 27개월령 출하월령과 도매시장 경락가는 차이가 없었음(한국농어민신문, 2010)
- 연도별 한우 비육우의 생산은 판매시체중이 2000년도에 비하여 꾸준히 증가하고 사육일수도 495일에서 719일로 증가됨. 반면, 일당증체량은 오히려 감소하는 경향을 보임

<연도별 한우 비육우 생산현황>

연도	구입시체중(kg)	판매시체중(kg)	사육일수(일)	일당증체량(kg/일)
2000	135	574	495	0.91
2005	151	632	588	0.78
2010	156	700	658	0.83
2011	166	715	727	0.76
2012	166	716	718	0.77
2013	161	718	719	0.78

(통계청, 축산물생산비통계)



<출하월령별 육량등급 출현율, (한우자조금관리위원회, 2010)>

- 한우 농가 소득 향상을 위한 사료비 절감 방안으로 조기비육 및 출하월령 단축 기술이 필요함
- 육질등급은 유지한 상태에서 육량 등급을 향상시키기 위해서는 등지방 두께를 줄이고 등심 단면적을 늘리는 사양프로그램이 필요함
- 거세우에서 육량 A 등급과 C 등급의 경락가격 차이는 kg당 1,170원으로 조사되고 있으며, 거세우 마리당 (400kg 기준) 약 47만원 가량의 손해가 발생함
- 한우농가에서 30개월령 출하가 보편화 되어있는 한우 비육우의 출하시기를 3개월만 단축시켜도 두당 최소 20만원에서 최대 50만원이상의 사료비를 절감할 것이라 예상됨. 출하시기를 4개월 단축 시 연간 9600억원의 배합사료비를 절감하고 약 80만톤의 사료용 옥수수 수입량을 줄일 수 있을 것임(농민신문; 2012, 라이브뉴스; 2013, 축산신문; 2014)

■ 수입 쇠고기와의 품질 차별화 강화는 비육기간 및 출하월령 증가를 확산시켰으나, 더불어 육량등급 C 등급 출현율 상승 및 사료비 증가로 농가의 생산비를 증가시키는 원인이 됨. 따라서 비육기간 단축을 통한 조기출하 기술 개발과 함께 조기출하에 따른 육질 등급 하락 없이 육질 등급과 육량 등급 모두 향상시킬 수 있는 경제적 사양기술 개발이 요구됨

○ 한우육의 맛 특성에 대한 명확한 규명, 그 맛의 근거가 명확해야 프리미엄 한우육 생산과 소비확대가 가능하다.

- 국내 근육식품 시장은 가축의 선발, 사료 및 사양 기술 발달, 가공공장의 시설 개선 및 운송 시스템 발달 등으로 인해 생산량 증대 및 기술적 품질 향상을 가져왔음
- 골격근의 성장은 생산성과 직결되는 특성이며, 영양, 육종, 사양관리 측면에서 이를 증대하려는 연구와 노력이 지속적으로 시도되어 왔으며, 그 결과 경제형질 개량에 괄목할만한 성과를 보여주고 있음

- 산업적으로 볼 때 한우산업에서 가장 중요한 과제는 육량 증대와 육질 향상이며, 소비자는 육질과 맛 특성이 향상된 신개념의 건강한 식품을 선호함
- 향후 고품질 국내육 선호 소비자는 가격경쟁력이 우수한 수입 축산물을 선택할 가능성이 높아지고 있으며, 이는 국가 농업경쟁력 약화로 이어질 가능성이 크다. 따라서 관능적 품질에 대한 소비자 신뢰도를 높일 수 있는 방안이 절실히 요구됨
- 한우의 차별화를 위한 맛과 향기 성분 분석을 통한 과학적 입증이 필요한데, 일반적으로 고기의 외관, 풍미 그리고 연도는 소비자들이 고기 구매를 결정하는 주요 요인이 된다. 이 중에서도 풍미는 식품의 기호성에 영향을 미치는 아주 복잡한 특성이며 주로 맛과 향으로 구성됨
- 또한 한우는 성장 기간(출하 시기) 조정을 통해 체중, 등지방 두께, 근육 내 지방함량(근내 지방도), 및 지방산 함량을 변화시킬 수 있으며, 이를 통해 다양한 품질의 한우육 생산이 가능할 것으로 판단됨
- 한우육은 한국사회에서 가장 높은 선호도를 지니며 고기 자체의 우수한 마블링, 풍미, 연도 그리고 다즙성으로 인해 다른 고기보다도 훨씬 비싼 가격에 거래됨
- 근육식품의 맛 특성(palatability)에 영향을 미치는 요인은 다양하며, 이렇듯 다양한 요인들이 복합적으로 영향을 주어 형성되는 복잡한 품질특성이기 때문이다.
- 한우육 맛 특성 영향인자들에 대한 통합적 연구가 필요하지만 아직까지 연구된 바 없음
 - 따라서 소비자 트렌드가 급격하게 변화되고 있는 현 시점에 적합한 출하 시기, 지방, 지방산 및 맛 특성 연구와 함께 그에 따른 제도적 장치마련이 필요함

○ 한우육이 가진 영양적, 기능적 특성을 명확히 하고 부산물의 부가가치를 높이는 노력이 필요함

- 한우육은 높은 등급 출현율과 HACCP 및 생산이력추적시스템의 체계화 등으로 품질 우수성과 위생적 안전성을 확보하고 있어 고품질의 안전한 먹거리로 인식되고 있음에도 불구하고 타 육류나 수입쇠고기에 비해 상대적으로 소비량이 적은 원인으로 한우육에 대한 우수한 영양적 가치에 대한 소비자들의 인식 부족을 들 수 있음
 - 한우육은 타 육류나 수입쇠고기에 비해 영양학적으로 우수함에도 불구하고 이에 대한 대부분의 연구결과가 오래 전의 것이고, 또 다른 목적으로 수행된 연구결과의 일부분이 발췌되어 사용되고 있음
- 한우는 대부분 고기 획득을 목적으로 사육하고 있으므로, 다양한 이용성이 부족하다. 한우 산지별, 연령별, 육류 등급별로 구분하여 생리활성 소재의 연구가 전무하여 이에 관한 연구가 절실함
- 소비자의 식품, 특히 식육에 대한 기대와 염려는 그 식품의 인체 건강과 관련된 사실을 객관적으로 알려주는 것으로 해소할 수 있음
- 근육 단백질로부터 생산되는 기능성 펩타이드(bioactive peptide)는 특정 질병을 완화 또는 예방하는 기능을 가지고 있으며 현재 효능이 널리 인정되고 있다.
- 최근 한우를 이용한 기능성 펩타이드 연구가 진행되어 그 효능이 어느 정도 밝혀져 있어 이를 이용한 보조식품 개발도 가능할 것으로 판단된다.
- 한우 우둔부위의 근장단백질을 효소처리한 펩타이드류 중 ACE inhibitory effect를 가지는 올

리고펩타이드들이 발견되었고 그 외 항균, 항암 및 면역활성 촉진 등의 효과를 보였다.

- 또한 한우 등심육에 상업적 효소인 thermolysin과 protease를 처리한 결과 생산된 펩타이드 중 LSW, FGY, YRO 등은 강한 항고혈압 및 항산화 활성이 나타난다.

- 축산식품은 성인병의 주요 원인이 될 뿐만 아니라 건강식품이 아니라는 인식이 소비자들에게 팽배해져 있으며, 최근 채식 열풍 및 과도한 지방에 대한 소비자의 부정적 인식의 증가도 한우육 소비량 증가에 부정적인 영향을 미치고 있음

- 최근 질병 관련 예방에 관한 특정 분자 및 세포 수준에서 표적을 지니는 천연 자원 유래 저분자 생리활성물질을 탐색하는 것에 대한 중요성이 강조되고 있으며,

- 한우육으로부터 심혈관 질환, 당뇨 등 대사성 질환 등의 생리활성 효능을 갖는 소재에 대한 관심이 절실히 요구되는 상황임

- 그러므로 한우에서 생리활성 효능을 가진 기능성 물질을 획득하는 기술 개발을 통하여 소비자의 부정적인 인식의 개선이 필요함

- 한우는 국내에서 대부분 소비되어 국외에서 한우에 관한 인지도가 매우 낮은 실정으로

- 한우의 기능성을 지닌 생리활성 소재 등을 이용하여 국외로 수출을 함으로써 국내 한우의 인지도 상승을 통해 국제 경쟁력을 강화해야 함

- 한편, 한우도체는 10개의 대분할육과 39개의 소분할육으로 구분하고 있는데, 각 부위별로 상이한 품질 및 영양적 특성을 지니고 있으나 현재까지 소분할육별 품질 및 영양적 특성뿐만 아니라 각 부위에 적합한 가공 적성에 대한 연구가 미흡하여 소비자에게 한우육의 우수성을 홍보하는 데 기초자료가 미흡한 실정임

- 각 분할육별 영양 및 품질적 차이는 각 부위별 근육의 근세포(근섬유) 특성 차이에 기인한 것으로 각 분할육별 근섬유 특성을 구명할 경우, 한우육의 부위별 영양 및 품질적 특성 차이에 대한 과학적 원인을 밝히고, 이를 근거로 한 각 부위별 조리법 및 가공방법 등 최적의 활용방법을 구명할 수 있을 것임

○ **한우육 및 부산물을 이용한 가공제품 개발이 필요하다.**

- 최근 소비자들의 식육 및 식육가공품들에 대한 인식은 단순한 단백질 공급원으로서의 섭취에서 벗어나 기호성, 취식 편리성, 안전성 및 다양한 기능성 소재를 함유한 고부가가치 축산가공품 개발에 대한 관심이 점점 더 높아지고 있음

- 한우 거세우 기준 1두의 정육률을 보면 생체기준 702kg의 한우에서 얻을 수 있는 지육은 생체대비 59.7%인 417kg이며, 이 중 지방함량이 높아 구이용으로 사용되는 선호부위 비율은 전체 부분육 비율 중 28.1%, 앞다리, 우둔, 설도, 양지, 사태 등 저지방 부위 부분육 비율은 36.6%로 선호부위 생산량보다 많음

〈한우 1두의 정육률〉

구분	부위명	부분육중량(kg)	비율(%)	정육중량(kg)	비율(%)
정육	안심	7.1	1.7	6.9	1.6
	등심	40.6	9.7	38.2	9.1
	채끝	9.2	2.2	8.8	2.1
	양지	37.6	9	35.8	8.6
	갈비	60.6	14.5	58.8	14
	목심	13.8	8.8	18.4	8.2
	우둔	22.6	5.4	22.1	6.8
	설도	36.3	8.7	35.7	8.6
	앞다리	25.9	6.2	26.7	6.2
	사태	16.7	4	16.7	4
	특수부위	4.2	1	4	1
(소계)		274.4	65.7	265.6	63.6
	사골			19.4	4.6
	꼬리뼈			14	3.3
	도가니, 잡뼈			18.7	4.6
	(소계)			52.1	12.6
	지방			100.2	24
	합계			417.7	100

* 축산물품질관리원 식육포장처리업체 : 5개소 조사결과(2009~2010.3)

- 국내 한우농가의 경쟁력 제고를 위해서는 선호부위와 비선호 및 부산물 간 수급균형을 최소화해야 하며, 비선호 부위의 대량 소비처인 육가공 업체 또한 가격이 저렴한 수입육을 선호하는 경향으로 바뀌면서 비선호 부위 및 부산물을 대량으로 수입하고 있는 실정으로 대처방안의 마련이 시급한 실정임

- 2013년 말 현재, 우리나라는 2,917천두의 한우를 사육하고 있고, 연간 총 272,389톤의 한우육을 생산하고 있다. 또한 우리나라 연간 소고기 소비량은 519,002톤으로 1인당 10.3kg 정도임

- 이와 더불어 식육부위 중 소비자들이 많이 찾는 소고기 등심, 갈비 등을 제외한 비선호 부위는 대체로 햄, 소시지 및 육포 등의 육가공제품으로 이용되는데, 보통 저가로 유통되고 이용가치가 낮음

- 돼지고기의 경우 생산된 돈육 중 13.6% 정도가 햄, 소시지 등의 육제품 생산에 이용되고 있으나 쇠고기의 경우 비선호 부위뿐만 아니라 부산물을 이용한 육가공 제품으로의 이용은 전무하며 기초적인 가공적성에 관한 연구도 부족한 실정임

- 이는 가공육의 원료육으로 한우육의 가격이 다소 비싸다는 이유도 있겠으나, 실제 우리나라 사람들의 기호에 맞는 우육 가공제품의 제조기술의 부재가 주된 원인으로 사료됨

<축종별 부산물 생산량>

구 분	소			돼 지		
	도축두수 (두)	정육량 (천톤)	부산물 (천톤)	도축두수 (천두)	정육량 (천톤)	부산물 (천톤)
2000	997,331	250.3	397.9	13,293	666.0	685.9
2007	683,856	171.6	272.9	13,675	685.1	705.6
2008	769,436	193.1	307.0	13,806	691.7	712.4
2009	815,014	204.6	325.2	13,919	697.3	718.2
2010	752,528	188.9	300.3	14,629	732.9	754.9
2011	852,795	214.1	340.3	10,835	542.8	559.1

(사)한국육류유통수출입협회

주 : 부산물(1, 2차) 두당 생산량(업체) : 소(399kg), 돼지(51.6kg)

정육 생산량 : 소(251Kg), 돼지(50.1kg)

- 또한 우리나라는 전통적으로 식육부산물의 식품적 가치를 높게 평가하여 왔으며, 특히 일부 식육부산물은 정육부위보다 오히려 높은 가격에 거래되는 시장구조를 갖고 있는데 이러한 구조는 단순한 영양공급원이라기 보다는 보양 또는 보신식품의 개념으로 섭취하는데 기인함

- 축육을 도축 후 생산되는 부산물은 정육량보다 많이 생산되고 있어, 부산물의 활용도를 높일 수 있는 가공기술이 필요함

- 특히 식육 부산물의 가장 근본적인 문제점은 활용도가 매우 낮다는 점인데, 매년 20만톤 이상의 부산물이 생산되고 부산물의 종류 또한 수십 종류로 다양하나 그 이용가치 활용 부위는 극히 일부 부위에 지나지 않아 부가가치 이용률이 낮은 실정임

- 축육 부산물은 정육에 비해 가격 변동이 매우 크게 나타나는데, 구제역 이전 평균 내장 가격은 13,750원이었으나 2011년 구제역으로 20,779원으로 폭등하였고 이후 2013년 사육두수 회복으로 도축두수는 증가였지만 내장 가격은 구제역 이전 3년 평균가격보다 2.7배 폭락한 4,995원에 해당함

- 결국, 1차 부산물 가격폭락으로 1차 육가공업체, 생산농가의 수취가격이 하락하여 수익성 악화의 요인이 되며, 또한 부산물 가격 폭락은 정육의 원가상승 요인으로 작용하여 소비감소 및 국내 축산업 발전의 저해요인이 됨

- 식육 부산물은 소비자는 물론 관련 산업 종사자들도 부산물에 대한 부정적 인식이 팽배하고 하찮게 여기는 경향이 있는데, 질적 평가기준이 불분명하고 부산물의 규격화, 등급화 및 산업화가 제대로 되어있지 않아 부산물 산업 발전의 한계가 있음

- 현재 우리나라에서는 당과 국물을 주재료가 되고 있는 한우 주요 뼈 부위별 사용이 감소되고 있는 실정이다. 1인 가정 및 맞벌이 가정의 증가에 따른 소포장 식재료와 즉석 편의제품의 등장으로, 특히 장시간 조리의 번거로움과 어려움으로 인해 일반 가정에서의 한우 뼈 이용이 줄어들고 있어 소비되지 않은 부위의 재고 증가로 인한 한우 부위별 수급 불균형이 초래됨

- 그러나 부산물 중 특히 간의 경우 철분(100g 중 4.0mg)을 비롯하여 인, 칼슘, 칼륨 등의 미네랄과 비타민 A 및 B2가 많아 영양학적으로나 생리학적으로 매우 우수한 식품인데, 간 등의 부산물이 함유하고 있는 다양한 미네랄 성분 및 비타민 성분을 가공제품에 활용이 가능함

<소 부산물(간)의 영양성분 특성>

구분	에너지	수분	단백질	지질	탄수화물	무기질		비타민		
						칼슘	인	B1	B2	C
	Kcal	%	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg
소간(날것)	128	72.5	19.2	4.5	2.2	6	224	0.28	2.21	20
소간(삶은것)	160	64.9	23.3	4.9	3.5	7	400	0.21	4.08	22

- 따라서 본 연구에서는 한우육 부산물 처리기술을 활용하여 자원화뿐만 아니라 높은 영양학적, 생리학적 가치에도 불구하고 이용도가 낮은 한우 부산물을 이용하여 다양한 가공제품을 개발함

- 또한 한우육의 비선호 부위인 예로부터 곰탕의 주재료로 쓰인 양지, 사태 등의 비선호부위와 뼈 부위(사골, 꼬리, 우족)에서 추출 가능한 기능성 물질을 구명하고 이의 최적 추출법을 분석하여 한우의 기능성 물질의 효능을 과학적으로 규명함과 동시에

- 추출 후 생산되는 잔여물을 활용한 기능성 편의 육제품을 개발하여 고부가가치를 창출함으로써 축산농가와 육가공산업의 동반성장을 기대됨

○ 해외시장 개척을 위해서는 구체적인 전략과 도구가 필요하다.

- 대 중국시장 개척을 위한 개량한우의 증가 및 경쟁력 확보 필요성 : 세계적인 FTA 개방화로 한우 쇠고기의 경쟁력을 염려하고 있고 보다 적극적으로 해외에 수출할 수 있는 자세가 요구됨

- 2014년 현재 중국의 소 도축량은 약 2,125만두로서 전체 수요량을 충족하지 못하고 수입으로 대체하고 있는 실정

- 중국인 년 평균 일인당 쇠고기 소비량은 5.25kg으로서 세계 년 평균 일인당 쇠고기 소비량 10kg의 절반수준으로서 성장 가능성이 매우 높음.

- 2009년에서 2013년 사이 중국의 쇠고기 소비량은 약 9.5% 증가하였으나 소고기 생산량은 5.6%에 불과하여 수입육의 비중이 절대적으로 높게 증가하고 있는 실정

- 고급육에 수요가 폭발적으로 증가하고 있어 한우의 고급육의 대량생산체계의 구축은 대 중국 쇠고기시장 개척에 매우 효과적일 것으로 판단됨

<중국 소고기 사육두수 및 수입 년도별 변화>

년도	2008년	2012년	2014년
사육두수	8,900만두	6,500만두	6,000만두
도축량			2,125만두
소고기 전체시장			620억불
소고기 수입량			300,000톤
소고기 수입가격			12억 8200만불

* 중국농업국 : www.cav.net.cn, 2015

- Elite 한우의 조기집단화 구축 및 개량 극대화로 중국을 공략해 한우육 및 가공품 수출을 성공시켜 한우의 국제 경쟁력을 높일 수 있는 중요한 시점으로 판단됨

- 특히, 한우육 특유의 맛과 기능성을 적절히 활용한 외국인이 좋아할 수 있는 요리법을 개발하고 이를 구체화하여 홍보할 필요가 있음

1-3. 연구개발 범위

○ 한우·한우육의 기능성 지방 개량기반 구축

- 한우육의 지방산조성(불포화지방산, 올레인산 등) 및 후대검정형질에 대한 유전력, 유전상관 추정
- 한우 씨수소 선발을 위한 지방산조성 형질의 육종가, EPD 추정, 후대검정규정 개정안 정책건의
- 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 체계 개발 및 검정규정 개정안 정책건의
- OPU 유래 수정란 생산기술 고도화를 위한 무혈청 배지 개발 및 개체별 분리배양기술 확립
- 수정란 대량생산 및 임신율 향상을 위한 수란우 처리방법, 공란우 및 수란우 선발조건 매뉴얼 확립
- 저온저장 및 동결 수정란이식기술의 확립
- 한우, 흑한우, 칠포, 수입소 고기 판별을 위한 SNP 선발 및 현장 검증
- 한우, 쇠고기 이력추적 및 친자확인용 SNP 선발 및 분석기법 개발

○ 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선

- 대규모 수정란이식 농가(연구팀 기존 이식농가) 사양관리프로그램 정밀진단
- 한우암소 번식에 최적 영양소 수준 결정 및 관련 첨가제 탐색으로 번식우 사양관리프로그램 확립
- 조기비육 출하월령 단축을 위한 육성기, 비육전기, 비육중기, 비육후기 사양프로그램 개발
- 등지방두께 조절용 첨가제 개발 및 등심단면적 증가를 위한 전문 사양프로그램 개발
- 불포화지방산, 올레인산 강화 사료첨가제 개발, 최적사양프로그램 정립
- 소고기 주요 수출국가의 사육현황 및 수출관련 현황분석 및 한우육 특성을 활용한 수출전략 수립
- 한우, 한우육 특성 정립 및 주요언어 홍보책자 발간

○ 한우육의 맛 특성 구명 및 활용

- 배최장근 단면의 근내지방 형태, 등심근 모양 등의 맛 관련 특성 요인 조사
- 맛 관련 요인의 도체 품질평가 항목화를 위한 범주화 및 등급제도 개선방안 도출
- 한우육 및 한우육제품과 수입육 및 수입육제품의 풍미성분 및 풍미특성 발굴, 비교
- 한우 성별, 도축월령별 품질, 맛, 지방특성의 연관성 분석
- 세포배양을 이용한 근내지방도 조절기법 개발
- 외국인 입맛에 맞는 한우육 안심, 등심, 꽃등심을 이용한 스테이크와 소스개발
- 외국인 입맛에 맞는 요리 레시피 확립 및 주요언어 요리책자 발간

○ 한우육의 기능성 구명 및 활용

- 품질등급 및 분할육별 영양적 특성 및 품질특성 구명
- 한우도체의 주요 근육별 근섬유 특성 구명 및 소분할육별 최적의 활용방법 구명
- 한우 부산물의 이취, 비린맛 저감화 기술 및 부산물 자원화를 위한 성분 강화 처리 기술
- 한우 부산물의 영양성분, 안전성, 기능성 구명 및 유용물질의 가공제품 개발
- 한우육 및 뼈의 기능성 물질 분석 및 최적 추출법 개발 및 잔여물 활용 건강기능성 편의육제품 개발

- 한우육 유래 최적의 펩타이드 추출 및 가수분해 기법 대량생산 조건 확립
- 인체 건강에 미치는 한우육 유래 펩타이드 3종 구명
- 한우육 및 저이용부위를 이용한 기능성 물질 구명 및 이를 이용한 보조식품 개발

■ 연차별 연구개발 추진 계획 및 구성

구분 및 소속		1년차	2년차	3년차	4년차	5년차
한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축	맛 특성 반영 한우개량 기반기술 개발 (제1세부, 경상대학교 이정규)					
	우수 유전자원 확보시스템 및 우수 종축 관리시스템 구축 (제2세부, 경상대학교 공일근)					
	한우 품종과 수입육 판별 및 이력추적 SNP chip 개발 및 활용 (제1협동, 경북대학교 윤두학)					
	한우 암소의 수정란 이식(OPU기법 적용) 성공률 제고를 위한 사양관리 기술 개발 (제3세부, 경상대학교 김삼철)					
한우·한우육의 특성강화 생산성 개선	한우의 생산성 제고를 위한 비육기간 단축 프로그램 개발 (제2협동, 전북대학교 최낙진)					
	한우의 도체 내 기능성 강화를 위한 사양기술 개발 (제3협동, 경북대학교 김은중)					
	세계 주요 소고기 수출 국가 육우 사육현황 및 대응전략 수립 (제6세부, 경상대학교 전상곤)					
	한우육의 영양성분과 육질특성 및 요리 개발 (제4세부, 경상대학교 주선태)					
한우육의 맛 특성 구명 및 활용	맛과 관련된 소도체 품질평가 조건 설정 (제4협동, 축산물품질평가원 김관태)					
	한우육의 맛과 향기성분 특성 발굴 (제5협동, 강원대학교 이성기)					

	구분 및 소속	1년차	2년차	3년차	4년차	5년차
한우육의 기능성 구명 및 활용	한우 부산물의 자원화 및 유용물질 식품화 연구(제5세부, 경상대학교 양한술)					
	한우육 및 뼈의 기능성 물질 추출연구 및 추출잔여물을 활용한 가공제품 개발 (제 6협동, 충북대학교 최양일)					
	한우육 유래 기능성 성분 인체 내 영향 및 소재 산업화 (제7협동, 중앙대학교 허선진)					

2. 연구수행 내용 및 결과

「제1세부 : 맛 특성 반영 한우개량 기반기술 개발 (경상대 이정규)」

가. 한우육의 지방산조성(불포화지방산, 올레인산 등)에 대한 유전특성 구명

표 1. 도체형질과 주요 지방산의 유전력, 유전상관, 표현형상관

	도체중	배최장근단면적	등지방두께	근내지방도	Oleic acid (C18:1)	Linolenic acid (C18:3)
도체중	0.358	0.565	0.335	0.187	0.005	0.048
배최장근단면적	0.572	0.480	0.002	0.219	0.105	-0.047
등지방두께	0.236	-0.192	0.552	0.123	0.013	0.094
근내지방도	0.287	0.378	-0.013	0.580	0.141	-0.262
Oleic acid(C18:1)	0.010	0.118	0.028	0.167	0.726	0.001
Linolenic acid(C18:3)	0.140	0.133	0.104	-0.284	-0.074	0.862

○ 표 1에서 대각선은 유전력, 대각선기준 위쪽은 표현형상관, 아래쪽은 유전상관을 나타냄. Oleic acid와 Linolenic acid의 유전력은 각각 0.726, 0.862로 나타남.

○ 쇠고기의 독특한 풍미는 불포화지방산 함량이 영향을 미친다고 알려져 있는데(Melton 등, 1982) 한우가 다른 품종과는 달리 불포화지방산, 특히 oleic acid(C18:1) 함량이 많은 것으로 알려져 있고(Chung 등, 2007), MUFA(mono-unsaturated fatty acid)의 함량이 80% 이상을 차지하고 있는 oleic acid(C18:1)가 쇠고기의 풍미를 좌우하는 요소라는 사실도 입증됨(Yoshimura와 Namikawa, 1983). T. Nogi 등(2011)은 일본 흑모화우 2,275두에서 Oleic acid의 유전력이 0.78로 한우와 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보고함. 씨수소 40여두에 대한 지방산 조성에 대한 추정 육종가 평균과 표준편차는 Oleic acid는 0.121 ± 1.5 , Linolenic acid가 -0.003 ± 0.013 으로 나타났고 개체별로 추정육종가의 변이가 큰 것으로 나타남. 근내지방도와 Oleic acid의 유전상관이 0.167의 정의상관을 나타내었고, 근내지방도와 Linolenic acid의 유전상관은 -0.284 로 나타남.

표 2. 지방산의 평균과 표준편차

지방산	빈도	평균(%)	표준편차
Lauric acid(C12:0)	393	0.11	0.026
Myristic acid(C14:0)	393	3.91	0.545
Palmitic acid(C16:0)	393	29.11	1.479
Stearic acid(C18:0)	393	11.06	1.158
Palmitoleic acid(C16:1)	393	5.43	0.710
Oleic acid(C18:1)	393	48.11	2.102
Linoleic acid(C18:2)	393	1.99	0.319
Linolenic acid(C18:3)	393	0.11	0.017

○ 한우의 지방산 비율은 포화지방산 44.19%, 불포화지방산 55.64%로 나타났다. T. Nogi 등(2011)은 일본 흑모화우 2,275두를 이용한 연구에서 올레산이 평균 51.27%로 나타났다고 보고하여 한우 48.11% 보다 다소 높게 나타났고, W.S Pitchford 등(2002)가 1,215두의 교잡우를 이용한 연구에서 평균 39.5%로 나타났다고 보고하여 한우와 큰 차이를 보였음.

○ 한우의 지방산 비율은 포화지방산 44.19%, 불포화지방산 55.64%로 나타났다. T. Nogi 등(2011)은 일본 흑모화우 2,275두를 이용한 연구에서 올레산이 평균 51.27%로 나타났다고 보고하여 한우 48.11% 보다 다소 높게 나타났고, W.S Pitchford 등(2002)가 1,215두의 교잡우를 이용한 연구에서 평균 39.5%로 나타났다고 보고하여 한우와 큰 차이를 보였음. 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 기술개발 OPU 유래수정란 이식으로 태어난 개체수는 약 1,500두.

표 3. OPU 유래수정란 이식 개체의 도축현황

도축년도	빈도	육질등급	빈도	출현율(%)
2015	29	1++	69	30.7
2016	135	1+	105	46.7
2017	61	1+	29	12.9
		2	12	5.3
		3	10	4.4
합계	225		225	100

○ OPU유래 수정란 이식을 통하여 생산된 개체들의 도축현황을 살펴보면 1++, 1+, 1, 2, 3등급의 출현율이 각각 30.7%, 46.7%, 12.9%, 5.3%, 4.4%로 나타났다. 현재 한우 전체의 등급 출현율을 보면 1++, 1+, 1, 2, 3등급의 출현율이 각각 7.5%, 38.9%, 28.9%, 20.0%, 4.4%로 나타나고 있어(축산물품질평가원/2017.06.08.)수정란이식을 통하여 생산된 후대들의 1+이상등급 출현율이 높게 나타나고 있는 것을 확인 할 수 있음.

○ 친형제 검정을 위해서 수송아지 7두와 암송아지 8두의 검정집단을 구축하였고 이들의 생시체중 및 6개월령체중의 평균이 수송아지는 41.1kg 및 302.9kg, 암송아지는 40.9kg 및 276.3kg으로 나타났다. 2008년 양 등은 복제 송아지의 생시체중이 30.3kg, 인공수정 송아지의 생시체중이 23.7kg으로 보고하였는데 본 연구에서 조사한 송아지들의 체중이 높게 나타난 것을 확인 할 수 있음.

나. 한우 씨수소 선발에 지방산조성 형질 포함 방안 개발

○ 한우육의 지방산조성(불포화지방산, 올레인산 등) 및 후대검정형질에 대한 씨수소별 육종가

추정.

- 한우 등심의 지방산 조성에 대한 부분은 등급판정 개정의 부분에 있어서 미세지방 침착 부분과 관련이 있으나 개정안에 포함되지 않을 것으로 사료됨.
- 한우 등심의 지방산 조성에 대한 농가의 인식 또한 매우 낮은 상황으로 검정형질에 포함하는 부분은 추가적인 연구가 더 필요할 것으로 사료됨.

다. 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 기술개발

표 4. 수정란이식 후대의 도체형질 육종가와 정확도

	No.	EBV	SD	Accuracy
Carcass weight	1,236	6.81	23.23	0.70
Eye muscle area	1,236	1.01	4.83	0.70
Back fat thickness	1,236	-0.18	1.48	0.67
Marbling score	1,236	0.35	1.03	0.79

No. : Number of observation

- 친형제검정 기술개발을 위해 1,236두의 수정란 이식 후대의 도체형질별 육종가를 구했고 지역과 도축년도에 따른 환경변이를 고려하여 육종가 추정을 실시하였다. 분석 결과 각 육종가의 정확도는 0.67 ~ 0.79로 나타났다.

표 5. 도축년도별 도체형질의 육종가와 정확도

Year of slaughter	No.	Carcass weight		Eye muscle area		Back fat thickness		Marbling score	
		EBV	Accuracy	EBV	Accuracy	EBV	Accuracy	EBV	Accuracy
2016	148	13.03	0.67	-1.05	0.68	0.68	0.64	0.16	0.76
2017	248	-9.26	0.70	0.05	0.70	0.17	0.67	-0.11	0.79
2018	279	10.78	0.70	2.35	0.71	-0.74	0.68	0.10	0.79
2019	461	11.45	0.71	1.26	0.71	-0.32	0.67	0.65	0.79
2020	143	5.40	0.68	1.41	0.69	-0.10	0.65	0.86	0.77

No. : Number of observation

- 표 5는 도축년도별 도체형질의 육종가와 정확도를 나타낸 것이다. 년도가 지남에 따라서 육종가와 육종가에 대한 정확도의 증가나 하락추세가 뚜렷하게 나타나지 않았지만 분석두수에 따라서 정확도가 다소 차이가 있었으며 유전력이 높은 형질일수록 육종가 추정에 대한 정확도가 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

표 6. 공란우후대 수에 따른 도체형질의 육종가와 정확도

Size	No.	Carcass weight		Eye muscle area		Back fat thickness		Marbling score	
		EBV	Accuracy	EBV	Accuracy	EBV	Accuracy	EBV	Accuracy
1~2	41	7.69	0.65	2.02	0.66	-0.36	0.62	0.39	0.76
3~9	285	7.34	0.67	1.45	0.68	-0.19	0.64	0.46	0.77
10~20	290	5.07	0.69	1.16	0.70	-0.14	0.66	0.32	0.78
20~30	270	16.10	0.70	1.86	0.70	-0.10	0.67	0.33	0.79
30~40	145	-3.11	0.72	0.46	0.72	0.20	0.69	0.03	0.80
40	248	3.99	0.72	-0.39	0.73	-0.47	0.69	0.46	0.80

No. : Number of observation

- 표 6은 공란우 후대축의 규모에 따른 도체형질의 육종가와 정확도를 나타낸 것이다. 공란우의 후대가 1~2두인 그룹부터 40두이상인 그룹까지 총 6개의 그룹으로 구분하여 분석을 실시하였다. 분석결과를 살펴보면 후대축의 숫자가 1~2두인 그룹은 정확도가 도체중은 0.65, 배최장근단

면적은 0.66, 등지방두께는 0.62 및 근내지방도는 0.76으로 나타났고, 후대축의 숫자가 40두 이상인 그룹은 정확도가 도체중은 0.72, 배최장근단면적은 0.73, 등지방두께는 0.69 및 근내지방도는 0.80으로 나타났다. 후대축의 숫자가 많을수록 육종가추정에 대한 정확도가 높아지는 것을 확인할 수 있었고 이는 친형제검정시에 적정검정두수가 확보되어야 육종가추정에 대한 정확도를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

「제2세부 : 우수 유전자원 확보시스템 및 우수 종축 관리 시스템 (경상대 공일군)」

가. 친형제검정위한 OPU유래 한우생산

(1) 1차년도

○ 2015년 08월월부터 2015년 12월까지 합천 지역에서 수정란 이식을 실시하였다. 공란우는 총 6두를 선발하여 실시하다(그림 1). 이들의 선발을 위해서 공란우는 고등등록우로서 정상적인 번식능력을 가지고 있으면서 특히 감염성 질병이 없으며 번식기관의 능력에 문제가 없는 개체를 선발 활용하였다. 이들의 선정은 실제 이식 후 산자의 생산하였을 때 고능력, 고급육을 생산할 수 있는 후보축이여야 하는 관계로 매우 엄격한 기준에 의해 후대검증 자료로서 비육 출하성적이 A1++ 성적을 얻은 경험이 있는 고등등록우를 선발하였다. 그러나 아무리 좋은 개체일지라도 OPU 체란, 수정란 생산과정에서의 개체별 차이가 있기 때문에 1주일에 2회 체란하는 방법으로 약 3~4회 난자를 채취하여 OPU 채취과정에서의 문제점 및 난자의 회수 숫자, 수정란 생산에 활용할 수 있는 1,2등급의 난자 수, 체외수정란의 생산효율 등을 점검하여 수정란을 생산하였으며, 생산된 수정란의 등급을 확인한 후 이식을 실시하였다.

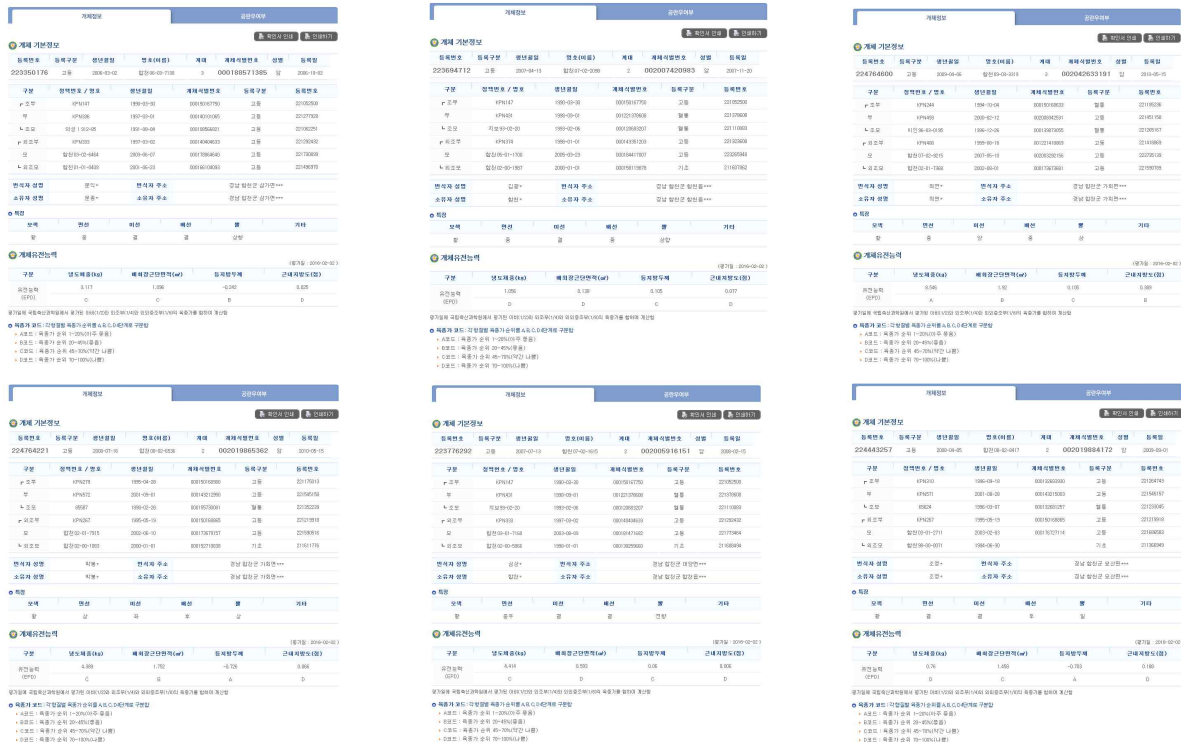


그림 1. 한우 고등등록우 OPU 유래 수정란생산위한 공란우 정보.

○ OPU 유래 수정란 이식은 축협 생육장 및 농가에 이식을 실시하였으며 총 250두를 대상으로

실시하였다. 결과는 표6과 같다. 합천 생축장에 46두, 농가에 204두를 대상으로 이식을 실시하였으며, 수태율은 생축장 52.2%(24두), 농가 46.0%(94)로 생축장에 이식한 결과가 더 높았다. 이는 가축 사양체계에 따른 차이로 보인다.

표 1. 수정란 이식 현황 및 수태율

이식 대상	이식 두수	수태두수 (%)	비 고
농가	204	94 (46.0)	
축협	46	24 (52.2)	
합계	250	118 (47.2)	

표 2. 기술자별 수태율

기술자	이식 두수	수태두수 (%)	비 고
A	16	10 (62.5)	
B	128	66 (51.5)	
C	20	7 (35.0)	
D	28	11 (39.3)	
E	36	17 (47.2)	
F	20	7 (35.0)	
G	2	0	
합계	250	118 (47.2)	

OPU 유래 수정란 이식의 기술자 별 수태율은 다음과 같다.

○ 이러한 결과를 종합해 보면, 수정란 이식 시 일반 농가를 대상으로 수정란 이식을 실시하는 것 보다 축협 생축장 같은 많은 두수를 제대로 관리 할 수 있는 곳을 대상으로 이식을 실시할 시 수태율이 높은 것으로 확인되었으며, 기술자에 따른 수태율 또한 차이가 있음을 확인하였다.

(2) 2차년도

○ 2016년 05월부터 2015년 08월까지 합천 지역에서 수정란 이식을 실시하였다. 선발된 공란우는 3세대 이상의 정보가 있는 소, A1++을 생산해본 경험이 있는 소, 4대 질병 (우결핵, 요네병, 브루셀라, 구제역 항체)에 문제가 없는 6두를 선발하였으며 최종적으로 번식기관, 특히 난소의 발육상태가 우수한 개체 4두를 선발/활용하였다 (그림 2).

○ OPU 유래 수정란 이식은 일반 한우사육 농가를 대상으로 실시하였으며 자연발정우를 대상으로 총 355두의 대리모에 수정란이식을 실시하였다. 수정란이식에서 얻어진 결과는 표 1에서와 같다. 수정란 이식은 주 2회 채란하여 공급하였으며 농가와 생축장을 대상으로 실시하였다. 수태율은 농가가 53.5% (167/315두), 생축장이 57.5% (23/40두)로 확인되었다. 이러한 결과는 OPU유래 수정란 생산시스템을 무혈청배지인 SOF + ITS를 첨가하여 생산함으로써 수정란의 질적수준의 향상이 크게 기여한 것으로 판단된다. 또한 기술하는 농가의 대리모의 관리수준, 즉 사양체계의 차이가 이러한 결과로 나타나는 것으로 판단된다. 그러나 농가대상 수태율은 전년도의 수태율(51.0%)보다 소폭 상승한 것으로 확인 되었으며 이는 사양환경과 기술자의 이식 수준 및 농가의 대리모관리 등에 대한 전반적인 개선이 요구된다.

개체정보		공란우여부					
<div style="text-align: right;"> 확인서 인쇄 인상하기 </div>							
개체 기본정보							
등록번호	등록구분	생년월일	명호(이름)	계대	계대식별번호	성별	등록일
223350176	고등	2006-03-02	합천06-09-7198	3	000188571385	남	2006-10-02
구분	정액번호 / 명호	생년월일	계대식별번호	등록구분	등록번호		
♣ 조부	KPN147	1990-03-30	000150167750	고등	221052500		
부	KPN336	1997-03-01	000140101085	고등	221277628		
♣ 조모	익성 1912-05	1991-08-04	000109966621	고등	221082251		
♣ 외조부	KPN339	1997-03-02	000140404633	고등	221293432		
모	합천03-02-6464	2003-06-07	000178964640	고등	221738899		
♣ 외조모	합천01-01-0403	2001-05-23	000166104033	고등	221496370		
번식자 성명	문석*	번식자 주소	경남 합천군 삼가면***				
소유자 성명	문종*	소유자 주소	경남 합천군 삼가면***				
0. 특징							
모색	면선	미선	배선	뿔	기타		
황	중	결	결	상할			

개체유전능력				
(평가일 : 2019-02-02)				
구분	당도채중(kg)	배회장근단면적(㎡)	등지방두께	근내지방도(점)
유전능력 (EPD)	3.117	1.056	-0.242	0.025
	C	C	B	D

평가일때 국립육산과학원에서 평가된 마비(1/2)와 외조부(1/4)와 외외조부(1/8)의 육용가치를 합하여 계산함

0. 육종가 코드: 각항목별 육종가 순위별 A,B,C,D 4단계로 구분함
 * A코드 : 육종가 순위 1~20%(1주 용종)
 * B코드 : 육종가 순위 20~45%(중용)
 * C코드 : 육종가 순위 45~70%(약간 나쁨)
 * D코드 : 육종가 순위 70~100%(나쁨)

개체정보		공란우여부					
<div style="text-align: right;"> 확인서 인쇄 인상하기 </div>							
개체 기본정보							
등록번호	등록구분	생년월일	명호(이름)	계대	계대식별번호	성별	등록일
224764600	고등	2009-04-06	합천09-03-3319	3	002042633191	남	2010-05-15
구분	정액번호 / 명호	생년월일	계대식별번호	등록구분	등록번호		
♣ 조부	KPN244	1994-10-04	000150168633	합물	221195236		
부	KPN493	2009-02-12	000009342531	고등	221451158		
♣ 조모	이인 98-03-0195	1986-12-26	000139873055	합물	221265167		
♣ 외조부	KPN490	1999-09-18	001221418969	고등	221418969		
모	합천07-02-0215	2007-05-10	000003282156	고등	223735139		
♣ 외조모	합천02-01-7368	2002-08-01	000173673681	고등	221590789		
번식자 성명	최현*	번식자 주소	경남 합천군 가회면***				
소유자 성명	최현*	소유자 주소	경남 합천군 가회면***				
0. 특징							
모색	면선	미선	배선	뿔	기타		
황	중	양	중	상			

개체유전능력				
(평가일 : 2019-02-02)				
구분	당도채중(kg)	배회장근단면적(㎡)	등지방두께	근내지방도(점)
유전능력 (EPD)	8.546	1.92	0.105	0.383
	A	B	C	B

평가일때 국립육산과학원에서 평가된 마비(1/2)와 외조부(1/4)와 외외조부(1/8)의 육용가치를 합하여 계산함

0. 육종가 코드: 각항목별 육종가 순위별 A,B,C,D 4단계로 구분함
 * A코드 : 육종가 순위 1~20%(1주 용종)
 * B코드 : 육종가 순위 20~45%(중용)
 * C코드 : 육종가 순위 45~70%(약간 나쁨)
 * D코드 : 육종가 순위 70~100%(나쁨)

개체정보		공란우여부					
<div style="text-align: right;"> 확인서 인쇄 인상하기 </div>							
개체 기본정보							
등록번호	등록구분	생년월일	명호(이름)	계대	계대식별번호	성별	등록일
223776292	고등	2007-07-13	합천07-02-1615	2	002005916151	남	2009-02-15
구분	정액번호 / 명호	생년월일	계대식별번호	등록구분	등록번호		
♣ 조부	KPN147	1990-03-30	000150167750	고등	221052500		
부	KPN431	1998-09-01	001221378608	합물	221378608		
♣ 조모	지보 99-02-20	1993-02-06	000120983207	합물	221110083		
♣ 외조부	KPN333	1997-03-02	000140404633	고등	221250432		
모	합천08-01-7168	2003-08-09	000181471682	고등	221773464		
♣ 외조모	합천02-00-5966	1998-01-01	000130259660	기초	211608454		
번식자 성명	심삼*	번식자 주소	경남 합천군 대정면***				
소유자 성명	합천*	소유자 주소	경남 합천군 합천읍***				
0. 특징							
모색	면선	미선	배선	뿔	기타		
황	중우	결	결	연할			

개체유전능력				
(평가일 : 2019-02-02)				
구분	당도채중(kg)	배회장근단면적(㎡)	등지방두께	근내지방도(점)
유전능력 (EPD)	4.414	0.593	0.06	0.006
	C	B	C	D

평가일때 국립육산과학원에서 평가된 마비(1/2)와 외조부(1/4)와 외외조부(1/8)의 육용가치를 합하여 계산함

0. 육종가 코드: 각항목별 육종가 순위별 A,B,C,D 4단계로 구분함
 * A코드 : 육종가 순위 1~20%(1주 용종)
 * B코드 : 육종가 순위 20~45%(중용)
 * C코드 : 육종가 순위 45~70%(약간 나쁨)
 * D코드 : 육종가 순위 70~100%(나쁨)

개체정보		공란우여부					
<div style="text-align: right;"> 확인서 인쇄 인상하기 </div>							
개체 기본정보							
등록번호	등록구분	생년월일	명호(이름)	계대	계대식별번호	성별	등록일
224443257	고등	2009-04-05	합천06-02-0417	2	002019884172	남	2009-09-01
구분	정액번호 / 명호	생년월일	계대식별번호	등록구분	등록번호		
♣ 조부	KPN910	1996-09-18	00013268330	고등	221264749		
부	KPN571	2001-06-28	000143215003	고등	221545157		
♣ 조모	65524	1996-03-07	000132681257	합물	221233045		
♣ 외조부	KPN267	1995-05-19	000150168865	고등	221219918		
모	합천03-01-2711	2003-02-03	000176727114	고등	221686583		
♣ 외조모	합천98-00-0071	1994-06-30		기초	211366349		
번식자 성명	조영*	번식자 주소	경남 합천군 요산면***				
소유자 성명	조영*	소유자 주소	경남 합천군 요산면***				
0. 특징							
모색	면선	미선	배선	뿔	기타		
황	결	결	중	얇			

개체유전능력				
(평가일 : 2019-02-02)				
구분	당도채중(kg)	배회장근단면적(㎡)	등지방두께	근내지방도(점)
유전능력 (EPD)	0.76	1.458	-0.703	0.188
	D	C	A	D

평가일때 국립육산과학원에서 평가된 마비(1/2)와 외조부(1/4)와 외외조부(1/8)의 육용가치를 합하여 계산함

0. 육종가 코드: 각항목별 육종가 순위별 A,B,C,D 4단계로 구분함
 * A코드 : 육종가 순위 1~20%(1주 용종)
 * B코드 : 육종가 순위 20~45%(중용)
 * C코드 : 육종가 순위 45~70%(약간 나쁨)
 * D코드 : 육종가 순위 70~100%(나쁨)

그림 2. 한우 고등등록우 OPU 유래 수정란생산위한 공란우 정보.

표 6. 수정란 이식 현황 및 수태율

이식 대상	이식 두수	수태두수 (%)	비 고
농가	315	167 (53.0)	
생축장	40	23 (57.5)	
합계	355	190 (53.5)	

나. OPU유래 수정란 생산기술 고도화

(1) 2차년도

○ 공란우의 개체에 따른 난자 회수율은 표 3에 나타내었다. 회수된 난자는 상태에 따라 4개의 등급으로 분류하였다. 결과는 다음과 같다.

표 3. 개체별 난자 등급

개체번호	난자 등급(%)
------	----------

	1등급	2등급	3등급	4등급	총계
7138	36 (13.5)	53 (19.9)	153 (57.5)	24 (9.0)	266
2098	35 (14.0)	47 (18.8)	146 (58.4)	22 (8.8)	250
3319	51 (11.0)	96 (20.6)	288 (61.9)	30 (6.5)	456
6536	43 (11.0)	83 (21.2)	223 (56.9)	43 (11.0)	392
1615	38 (11.9)	82 (25.7)	173 (54.2)	26 (8.2)	319
8417	44 (11.1)	73 (18.4)	239 (60.2)	41 (10.3)	397
합계	247 (11.8)	434 (20.8)	1222 (58.5)	186 (8.9)	2089

개체에 따른 분할을 및 배 발달율은 표 4와 같다.

표 4. 개체별 분할을 및 배 발달율

개체번호	난자 수	Cleavage (%)	배 발달율 (%)
7138	266	142 (53.4)	96 (36.1)
2098	250	124 (49.6)	58 (23.2)
3319	456	197 (42.4)	78 (16.8)
6536	392	214 (54.6)	178 (45.4)
1615	319	165 (51.7)	107 (33.5)
8417	397	237 (59.7)	181 (59.7)
합계	2089	1079 (51.7)	698 (51.7)

○ OPU 유래 수정란의 개체별 등급은 다음의 표와 같다. 수정란의 등급은 최상급을 A, 중간등급을 B, 최하급을 C 등급으로 나누어 조사하였다.

표 5. 생산된 수정란의 개체별 등급

개체번호	수정란 등급 (%)			총계
	A등급	B등급	C등급	
7138	65	31	0	96
2098	46	12	0	58
3319	16	62	0	78
6536	120	58	0	178
1615	62	45	0	107
8417	115	66	0	181
합계	424 (60.7)	274 (39.2)	0 (0)	698

다. 채취되는 난자의 질적 수준 평가에 의한 채취난자 수의 조정

○ 채취되는 난자의 질적 수준 평가를 위하여 난소를 초음파의 관찰을 통하여 최대효율의 채란을 연구하기 위하여 공란우 3두를 대상으로 난포수를 확인하였다. 그 결과는 표 6과 그림 3, 4에서와 같다. 난포확인을 위하여 10일동안 난포수를 측정된 결과 0485 및 6683은 6-8일에 최대의 난포수를 확인 하였으며, 0485는 10일에서 최대 난포수를 확인하였다. 이를 통하여 Follivle wave를 확인하였으며 현재 주 2회 채란 하는 것 보다 7일 또는 10일에서 채란 하는 것이 난자 생산효율을 높일 수 있는 것으로 생각되며 주 1회 또는 10일에 1회 채란을 통하여 수정란 생산 효율을 높일 수 있는 기초자료로 기대된다.

표 6. 초음파를 통한 공란우의 난포 수를 측정된 결과

날짜	공란우 번호					
	0485		2743		6683	
	좌측	우측	좌측	우측	좌측	우측
10 월 25 일(1)	6	4	5	6	5	7

10 월 26 일(2)	6	10	3	8	5	7
10 월 27 일(3)	8	13	6	7	7	8
10 월 28 일(4)	12	7	7	8	9	11
10 월 29 일(5)	5	7	5	10	10	7
10 월 30 일(6)	9	12	7	10	12	8
10 월 31 일(7)	13	12	10	12	10	10
11 월 01 일(8)	11	15	11	12	8	11
11 월 02 일(9)	14	13	10	13	12	8
11 월 03 일(10)	16	17	9	8	11	9

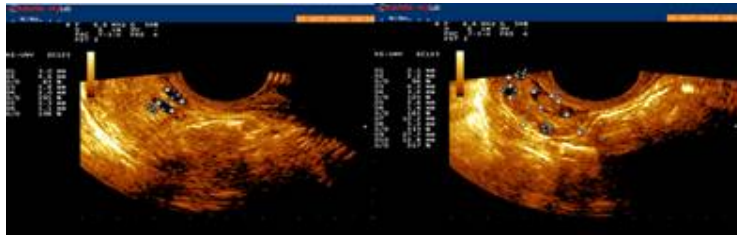


그림 3. 제1차 난포파동주기의 난포 발육단계 초음파상.

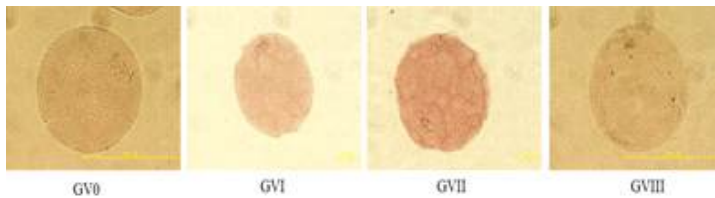


그림 4. 미성숙난자의 GV단계 난자의 핵성숙단계별 형태.

(2) 3차년도

○ 2017년 04월부터 08월까지 합천 지역에서 수정란 이식을 실시하였다. 선발된 공란우는 3세대 이상의 정보가 있는 소, A1++과 도체중 450 kg 이상의 후대를 생산해본 경험이 있는 공란우를 대상으로, 4대 질병(우결핵, 요네병, 브루셀라, 구제역 항체)에 문제가 없는 5두를 선발하였으며 최종적으로 번식기관, 특히 난소의 발육상태가 우수한 개체 3두를 선발/활용하였다 (그림 5).

그림 5. OPU 유래 수정란생산위한 한우 고등등록우 공란우 정보.

○ 선발된 3두에서 수정란을 생산하였으며 생산 방법은 전년도 연구에서 개발한 기술인 무혈청 배지를 활용하였다. 그 결과는 표 7과 같다.

표 7. 공란우별 OPU 유래 수정란 생산효율 비교

공란우	채란 횟수	난자수	Cleavage (%)	배발달율 (%)				비고
				1등급	2등급	3등급	합계	
A	26	244	161 (66.0)	71 (71.7)	28 (28.3)	0	99	
B	26	399	290 (72.7)	132 (76.3)	41 (23.7)	0	173	
C	26	312	251 (80.4)	148 (84.1)	28 (15.9)	0	176	
합계	78	955	702 (73.5)	351 (78.3)	97 (21.7)	0	448	

○ 수정란 생산결과 3두에서 생산된 수정란은 총 448개로 확인 되었으며 그 중 이식이 가능한 수정란(1등급)은 351개(두당 117개)로 확인되었다. 이는 당해연도 목표로 했던 생산수준인 두당 56개 수정란을 초과 달성 한 것으로 확인되었으며 이는 공란우 선발에 따른 개체의 난자 생산 능력이 특별히 높은 개체로서 평균 이상인 것으로 판단된다. 이러한 결과에서 수정란의 생산효율의 개선을 위해서는 공란우의 선발이 매우 중요한 요인임을 확인할 수 있었다.

OPU 유래 수정란이식은 일반 한우사육 농가를 대상으로 실시하였으며 자연발정우를 대상으로 총 347두의 대리모에 수정란이식을 실시하였다. 수정란이식에서 얻어진 결과는 표 2에서와 같다. 수정란이식은 주 2회 채란하여 공급하였으며 전년도와는 다르게 축협이 생축장이 아닌, 한우 사육농가만을 대상으로 실시하였으며, 수태율은 50.4%(126/250두)로 전년도의 53.5%보다 약 3.1% 낮은 성적을 얻었다. 이와 같은 수태율의 저조는 몇 가지 원인과 이유를 분석한 결과는 • 전년도에 이식을 생축장과 농가에 동시에 수정란이식을 실시하였으나, 금년에는 한우사육농가에 적극적인 지원을 위해 한우사육농가에만 이식을 실시하였다. 또한 이러한 과정에서 소규모의 사육농가, 처음 연구사업에 참여하는 사육농가가 증가함으로써 대리모의 사양관리 및 사육체계에서 일정한 수준보다 다양한 수준의 사육농가가 참여함으로써 전체적으로 수태율의 성적이 낮아지는 결과를 얻었다. • 수정란이식의 요구가 높아지고 농가뿐만 아니라 시술자들도 참여하고자 하는 욕구가 높아짐으로써 본 사업에 처음 참여하는 시술자의 숫자가 높아짐으로써 시술자별 수태율의 차이가 많은 것도 원인 중의 하나로 판단된다. • 전년까지 전 두수를 발정동기화를 유도하여 수정란이식을 실시하였으나 이러한 과정에서 대리모의 공태기간의 증가에 의한 농가의 경제적 손실을 최소화하기 위한 방안으로 자연발정우를 대상으로 수정란이식을 실시하였으며, 이러한 과정에서 발정주기, 즉 발정동기화의 정확성이 낮았던 것이 수태율의 감소에 영향을 미친 것으로 판단된다. 이러한 결과들을 종합해보면 본 사업에 참여하는 사육농가의 대리모의 관리수준, 즉 사양체계의 중요성을 확인할 수 있었다. 즉 수태율의 향상을 위해서는 수정란의 생산 및 이식 등을 위한 전문가의 수준향상 및 수정란의 질적수준 향상이 반드시 필요하지만, 더 중요한 것은 사육농가의 사양환경 및 농가의 대리모관리 등이 가장 중요한 요인으로 판단된다. 즉 이러한 대규모의 수정란이식사업을 위해서는 참여농가의 사전교육, 대리모관리의 중요성 등을 교육에 의한 인식전환이 요구된다.

표 8. 수정란 이식 현황 및 수태율

이식 대상	이식 두수	수태 두수 (%)	비 고
전년도 생축장 + 농가	355	190 (53.5)	

농가	250	126 (50.4)
증감 합계	-105	-64 (-3.1)

(3) 4차년도

2018년 04월부터 12월까지 2개 시·군 지역에 수정란 이식을 실시하였다. 공란우는 3계대 이상의 정보가 있으며 육질등급 1++와 육량등급 B 이상, 도체중 450 kg 이상의 후대를 생산해본 경험이 있는 개체를 대상으로 선발하였다.

개체정보조회

개체정보조회 (개체번호: 00230372595, 검색)

기본정보: 공란우이부

개체 기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영계(이름)	계대	개체식별번호	성별	등록일
228437533	고종	2013-02-15	경주13-03-2359	3	00230372595	암	2013-03-29

구분: 생년월일/영계, 생년월일, 개체식별번호, 등록구분, 등록번호

구분	영계번호/영계	생년월일	개체식별번호	등록구분	등록번호
♂ 조부	KPN486	1999-09-13		고종	221418921
부	KPN787	2008-03-30	000197605668	고종	223283551
♂ 조모	부004-02-1340	2004-06-12	000174413006	고종	221933096
♀ 조모	KPN626	2002-12-04	000176768279	고종	221540271
모	합한01-02-7342	2010-03-21	002051773421	고종	224706112
♀ 조조모	합한01-01-9953	2007-03-27	002002999934	합종	2232521794

번식자 상태: 임신, 번식자 주소: 경복 경주시 순복면...
소유자 상태: 임신, 소유자 주소: 경복 경주시 순복면...

특징: 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신

개체유전능력 (출생: 2018-09-01)

구분	년도체중(%)	배회량(단백질)(%)	통기량(%)	근비율(%)
유전능력 (EPD)	20.111	5.25	-0.263	0.712
A	A	A	C	A

개체유전능력: 2018년 9월 1일 기준, 12개월령 시점의 유전능력 정보입니다. (A: 100% 이상, B: 90% 이상, C: 80% 이상, D: 70% 이상, E: 60% 이상, F: 50% 이상, G: 40% 이상, H: 30% 이상, I: 20% 이상, J: 10% 이상, K: 0% 이상, L: -10% 이상, M: -20% 이상, N: -30% 이상, O: -40% 이상, P: -50% 이상, Q: -60% 이상, R: -70% 이상, S: -80% 이상, T: -90% 이상, U: -100% 이상)

개체정보조회

개체정보조회 (개체번호: 00200590994, 검색)

기본정보: 공란우이부

개체 기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영계(이름)	계대	개체식별번호	성별	등록일
223778155	고종	2007-07-11	합한01-02-0999	2	00200590994	암	2008-02-15

구분: 생년월일/영계, 생년월일, 개체식별번호, 등록구분, 등록번호

구분	영계번호/영계	생년월일	개체식별번호	등록구분	등록번호
♂ 조부	KPN279	1999-03-15	000150168394	고종	221044488
부	KPN480	1999-08-18		고종	221418889
♂ 조모	21564	1992-03-04	000120351034	합종	221088514
♀ 조모	KPN233	1997-03-02	000140304833	고종	221294342
모	합한01-01-7483	2003-09-09	000181474836	고종	221773564
♀ 조조모	합한01-00-3558	1996-06-30	000124435589	기초	2211487676

번식자 상태: 임신, 번식자 주소: 경남 함안군 함안면...
소유자 상태: 임신, 소유자 주소: 경남 함안군 함안면...

특징: 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신

개체유전능력 (출생: 2018-09-01)

구분	년도체중(%)	배회량(단백질)(%)	통기량(%)	근비율(%)
유전능력 (EPD)	11.642	3.309	0.203	-0.257
A	B	B	D	B

개체유전능력: 2018년 9월 1일 기준, 12개월령 시점의 유전능력 정보입니다. (A: 100% 이상, B: 90% 이상, C: 80% 이상, D: 70% 이상, E: 60% 이상, F: 50% 이상, G: 40% 이상, H: 30% 이상, I: 20% 이상, J: 10% 이상, K: 0% 이상, L: -10% 이상, M: -20% 이상, N: -30% 이상, O: -40% 이상, P: -50% 이상, Q: -60% 이상, R: -70% 이상, S: -80% 이상, T: -90% 이상, U: -100% 이상)

개체정보조회

개체정보조회 (개체번호: 00204442671, 검색)

기본정보: 공란우이부

개체 기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영계(이름)	계대	개체식별번호	성별	등록일
228089376	합종	2009-06-22	합한09-03-2057	3	00204442671	암	2010-01-05

구분: 생년월일/영계, 생년월일, 개체식별번호, 등록구분, 등록번호

구분	영계번호/영계	생년월일	개체식별번호	등록구분	등록번호
♂ 조부	KPN238	1997-03-10	000140240673	고종	221368287
부	KPN606	2002-06-05	000174415921	고종	221588914
♂ 조모	합한02-02-0096	1996-07-19	000117034166	고종	221377787
♀ 조모	KPN622	1999-02-19		고종	221390069
모	합한02-02-2063	2005-08-20	000192720636	고종	223266333
♀ 조조모	합한01-01-9431	2001-03-05	000168154313	고종	221161014

번식자 상태: 비임, 번식자 주소: 경남 함안군 함안면...
소유자 상태: 임신, 소유자 주소: 경남 함안군 함안면...

특징: 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신

개체유전능력 (출생: 2018-09-01)

구분	년도체중(%)	배회량(단백질)(%)	통기량(%)	근비율(%)
유전능력 (EPD)	4.577	1.168	0.62	0.545
D	D	D	D	A

개체유전능력: 2018년 9월 1일 기준, 12개월령 시점의 유전능력 정보입니다. (A: 100% 이상, B: 90% 이상, C: 80% 이상, D: 70% 이상, E: 60% 이상, F: 50% 이상, G: 40% 이상, H: 30% 이상, I: 20% 이상, J: 10% 이상, K: 0% 이상, L: -10% 이상, M: -20% 이상, N: -30% 이상, O: -40% 이상, P: -50% 이상, Q: -60% 이상, R: -70% 이상, S: -80% 이상, T: -90% 이상, U: -100% 이상)

개체정보조회

개체정보조회 (개체번호: 002027919388, 검색)

기본정보: 공란우이부

개체 기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영계(이름)	계대	개체식별번호	성별	등록일
224103220	고종	2008-05-03	합한08-04-1538	4	002027919388	암	2008-11-03

구분: 생년월일/영계, 생년월일, 개체식별번호, 등록구분, 등록번호

구분	영계번호/영계	생년월일	개체식별번호	등록구분	등록번호
♂ 조부	KPN210	1998-09-18	000132683930	고종	221294743
부	KPN671	2001-08-28	000143115003	고종	221545157
♂ 조모	66524	1996-03-07	000132681257	합종	221230465
♀ 조모	KPN284	1997-12-29	000167821820	합종	221329991
모	합한02-02-8453	2002-05-16	000173784530	고종	221688990
♀ 조조모	합한08-02-0222	1998-12-20	000162446079	고종	221396992

번식자 상태: 비임, 번식자 주소: 경남 함안군 함안면...
소유자 상태: 임신, 소유자 주소: 경남 함안군 함안면...

특징: 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신, 임신

개체유전능력 (출생: 2018-09-01)

구분	년도체중(%)	배회량(단백질)(%)	통기량(%)	근비율(%)
유전능력 (EPD)	-1.291	0.283	0.215	-0.782
D	D	A	C	

개체유전능력: 2018년 9월 1일 기준, 12개월령 시점의 유전능력 정보입니다. (A: 100% 이상, B: 90% 이상, C: 80% 이상, D: 70% 이상, E: 60% 이상, F: 50% 이상, G: 40% 이상, H: 30% 이상, I: 20% 이상, J: 10% 이상, K: 0% 이상, L: -10% 이상, M: -20% 이상, N: -30% 이상, O: -40% 이상, P: -50% 이상, Q: -60% 이상, R: -70% 이상, S: -80% 이상, T: -90% 이상, U: -100% 이상)

그림 6. OPU 유래 수정란생산위한 한우 고등등록우 공란우 정보.

선발된 공란우는 전년도에 확립한 기준을 기본으로 하여 선발하였으며 5대 질병 (우결핵, 요네병, 브루셀라, 구제역 항체, 류코시스)에 문제가 없는 개체 중 번식기관, 특히 난소의 발육상태가 우수한 개체 8두를 선발하였다. 선발된 8두의 공란우는 수정란 생산 전 체란을 실시하여 생산효율을 확인 하였으며 최종적으로 수정란 생산이 원활한 4두를 선발/활용하였다 (그림 1).

선발된 4두에서 수정란을 생산하였으며 생산 방법은 무혈청 배지를 활용하였으며, 그 결과는 표 9와 같다.

표 9. 공란우별 OPU 유래 수정란 생산효율 비교

공란우	채란 횟수	난자수	Cleavage (%)	배발달율 (%)			합계	비고
				1등급	2등급	3등급		
A	57	600	452 (75.3)	126 (62.7)	75 (37.3)	-	201	
B	57	851	587 (69.0)	125 (60.1)	83 (39.9)	-	208	
C	38	698	567 (81.2)	102 (46.4)	118 (53.6)	-	220	
D	43	647	471 (72.8)	140 (57.6)	103 (42.4)	-	243	
합계	195	2796	2077 (74.3)	493 (56.5)	379 (43.5)	-	872	

수정란 생산결과 4두에서 생산된 수정란은 총 872개로 확인 되었으며 그 중 이식이 가능한 수정란(1등급)은 493개(두당 123.3개)로 확인되었다. 이는 당해 연도 목표로 했던 생산수준인 두당 58개 수정란을 초과 달성한 것으로 확인되었으며 특히 7개월간의 채란기간 동안 생산되어 전년도보다 장기간 생산을 하여 생산량 및 이식가능 수정란이 증가되었음을 확인하였다.

표 10. 수정란 이식 현황 및 수태율

지역	이식 두수	수태 두수 (%)	비고
A 시군	221	155 (70.1)	
B 시군	200	98 (49.0)	
합계	441	253 (57.3)	

OPU 유래 수정란이식은 2개 시군에 한우사육 농가를 대상으로 실시하였으며 자연발정우를 대상으로 총 441두의 대리모에 수정란이식을 실시하였다. 수정란이식에서 얻어진 결과는 표 2에서와 같다. 수정란 이식은 주 2회 실시하였으며 A시군의 경우 선발된 이식자 1인이 전담하여 실시하였으며, B시군은 여러 명의 수정사가 이식을 하였다. 이식된 대리모의 수태여부는 이식 일을 기준으로 3개월 후 임신감정을 실시하였으며 A 시군은 155두(70.1%), B 시군의 경우 98두(49.0%)의 수태율을 확인하였다. 각 시군의 수태율은 약 20%의 차이를 보였으며 수태율에서 상당한 차이를 확인하였다. 이와같은 결과를 분석한 결과 A시군의 경우 검증된 실력의 이식자를 선정하고 수란우의 선발 조건을 엄격하게 선정한 것이 수태율을 높인 것으로 판단되며, B시군의 경우 여러 명의 이식자가 각자의 기준에 따른 수란우를 선별을 한 결과 시술자별 수태율에 큰 차이를 보였다. 이를 통하여 검증된 이식자의 능력과 수란우의 선발 조건이 수태율에 큰 영향을 미치는 것으로 보인다. 또한 농가의 인식 및 관리 여부도 중요하지만 이식자의 실력 및 수란우의 선별 요건도 수정란 이식의 성공여부와 밀접한 관계가 있다는 것을 확인하였다. 이러한 결과들을 종합해 보면 본 사업에 참여하는 이식자의 이식 능력, 수란우의 선별, 이식자의 전문적인 수준향상 중요한 요인으로 판단되며 이식자의 선정 및 수란우 선별에 대한 인식전환이 요구된다.

(4) 5차년도

2018년 03월부터 11월까지 2개 시/군 지역에 수정란 이식을 실시하였다. 개체선발 요건에 의거하여 3세대 이상 혈통등록 및 고등등록 개체이면서 외조모, 외조부가 등록되어 있으며 후대의 육질이 1++, 도체중 450 kg 이상 및 등심단면적이 110 cm² 이상 성적의 후대를 생산해본 경험이 있는 개체를 대상으로 선발하였다.

개체정보조회

개체번호: 00226160260 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
226816030	고통	2013-09-14	합천13-03-0236T	3	00236160260	영	2013-10-31	

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9287	1993-01-05	00015972510	고통	221321441
♂ 부	KP9768	2009-03-19	00018895297	합통	223282314
♀ 조모	합천03-02-1054	2004-03-20	000182169548	고통	221681429
♀ 외조부	KP9421	1999-09-01		합통	221356608
♂ 모	합천01-02-2098	2007-04-13	00020745983	고통	223668712
♀ 외조모	합천01-01-1769	2005-03-23	00018441707	고통	223495948

번식지명: 합천+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 합천+ 소유자 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 우, 갈

개체정보조회

개체번호: 00227486592 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
229364414	합통	2012-02-01	합천12-03-6059	3	00293486592	영	2012-05-24	

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9238	1997-03-10	000140244923	고통	221364287
♂ 부	KP9741	2004-04-13	000182707232	합통	221669993
♀ 조모	합천09-01-1421	1999-05-04	000162814216	합통	221400961
♀ 외조부	KP9258	2004-02-03	000177152426	고통	221996438
♂ 모	합천10-02-8429	2010-02-09	000135194268	합통	224831081
♀ 외조모	합천09-01-9376	2002-06-28	00017393761	고통	221573541

번식지명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 연산+ 소유자 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 양, 양, 갈

개체정보조회

개체번호: 00220299598 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
225278211	고통	2011-09-17	합천11-09-5930	6	00226299598	영	2011-04-26	2020-06-03

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9229	1993-09-24	000159188526	고통	221133411
♂ 부	KP9258	2000-09-14	000154813268	합통	221467810
♀ 조모	합천01-01-2032	1999-11-28	00014013924	고통	221218919
♀ 외조부	KP9493	2000-02-12	0002084231	고통	221411158
♂ 모	합천01-01-4848	2007-08-26	00020148487	고통	221818688
♀ 외조모	합천03-01-0330	2003-08-07	000182143204	고통	221255995

번식지명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 연산+ 소유자 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 양, 양, 양, 양, 갈

개체정보조회

개체번호: 00220934355 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
225879534	고통	2012-04-13	합천12-04-7439	4	00209174355	영	2012-05-09	

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9334	1997-04-19	000140270373	고통	221275782
♂ 부	KP9393	2002-03-03	00017581484	합통	221617995
♀ 조모	999345	1999-02-20	00014211099	합통	221199746
♀ 외조부	KP9265	2000-03-15	000163407862	고통	221421823
♂ 모	합천03-03-9598	2008-09-01	000204893964	합통	223404490
♀ 외조모	합천02-02-1646	2006-09-13	00020716465	고통	223373225

번식지명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 양, 양, 양, 양, 갈

개체정보조회

개체번호: 002205493936 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
224953315	고통	2010-03-09	합천10-02-9393	2	000205493936	영	2010-09-08	

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9234	1997-04-19	000140270373	합통	221275782
♂ 부	KP9393	2002-03-03	00017581484	고통	221617995
♀ 조모	999245	1999-02-20	00014211099	합통	221199746
♀ 외조부	KP9141	1998-04-28	000143149725	합통	221320441
♂ 모	합천01-01-2149	2007-04-25	000209501469	고통	224442469
♀ 외조모	합천01-01-4343	1991-06-30	000124761435	기초	2211486532

번식지명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 연산+ 소유자 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 양, 양, 양, 양, 갈

개체정보조회

개체번호: 00220368172 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
224443257	고통	2008-04-05	합천08-02-8417	2	002091884172	영	2009-09-01	2020-06-01

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9310	1999-09-18	00015839330	고통	221264743
♂ 부	KP9771	2001-08-08	00014215003	고통	221545192
♀ 조모	45624	1994-03-07	000133881253	합통	221233665
♀ 외조부	KP9287	1993-01-05	00016688805	고통	221219918
♂ 모	합천01-01-2711	2003-02-03	000178727114	고통	221686983
♀ 외조모	합천08-01-0671	1994-08-30	000178727114	기초	221366949

번식지명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 연산+ 소유자 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 양, 양, 양, 양, 갈

개체정보조회

개체번호: 00220368172 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
224953315	고통	2010-03-09	합천10-02-9393	3	000205493936	영	2011-05-30	

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9234	1997-04-19	000140270373	고통	221275782
♂ 부	KP9342	2003-09-07	00017712484	고통	221821631
♀ 조모	45623	1999-02-20	000126882369	합통	221240866
♀ 외조부	KP9236	2002-02-04	000176788279	고통	221640271
♂ 모	합천09-02-4604	2009-02-12	00020646048	고통	224807417
♀ 외조모	합천01-01-5173	2007-04-05	000203511738	고통	223538465

번식지명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 연산+ 소유자 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 양, 양, 양, 양, 갈

개체정보조회

개체번호: 00220568167 검색 - 비등록번호: 12개체명 사용여부: X 개체번호: 000123456789 등록번호: 221542733

개체기본정보

등록번호	등록구분	생년월일	영양(이름)	개체	개체명(영양)	성명	등록일	도출일
221919277	고통	2006-02-12	합천06-02-4816	2	000196068167	영	2006-03-03	

구분	영양번호 / 영양	생년월일	개체명(영양)	등록구분	등록번호
♀ 조부	KP9115	1988-05-10	000159188526	고통	2211024884
♂ 부	KP9369	1997-09-14	000151221422	고통	221238236
♀ 조모	8403	1984-02-27	0001221014889	합통	221814889
♀ 외조부	KP9388	1998-02-10	000155130958	고통	221352165
♂ 모	합천01-01-0586	2004-02-20	000182080805	합통	221892254
♀ 외조모	합천01-01-6934	2002-03-01	000165489346	기초	2211838259

번식지명: 연산+ 번식지 주소: 경상 합천군 차곡면+
 소유자명: 연산+ 소유자 주소: 경상 합천군 차곡면+
 *특징:
 영역: 연산, 미산, 배산, 불, 기타
 통: 양, 양, 양, 양, 양, 갈

그림 7. OPU 유래 수정란생산위한 한우 고등등록우 공란우 정보.

선발된 공란우는 전년도에 확립한 기준을 기본으로 하여 선발하였으며 5대 질병 (우결핵, 요네병, 브루셀라, 구제역 항체, 류코시스)에 문제가 없는 개체 중 번식기관, 특히 난소의 발육상태가 우수한 개체 8두를 선발하였다. 선발된 공란우는 수정란 생산 전 채란을 실시하여 생산효율을 확인 하였으며 최종적으로 수정란 생산이 원활한 9두를 선발/활용하였다 (그림 7).

선발된 9두에서 수정란을 생산하였으며 생산 방법은 무혈청 배지를 활용하였으며, 그 결과는 표 11과 같다.

표 11. 수정란 이식 현황 및 수태율

공란우	채란 횟수	난자수	Cleavage (%)	배발달율 (%)				비고
				1등급	2등급	3등급	합계	
A	55	821	523 (63.7)	190 (66.4)	96 (33.6)	-	286	
B	55	868	519 (59.8)	190 (63.5)	109 (36.5)	-	299	
C	25	835	281 (33.7)	38 (40.4)	56 (59.6)	-	94	
D	18	342	203 (59.4)	62 (57.4)	46 (42.6)	-	108	
E	10	169	125 (74.0)	23 (46.9)	26 (53.1)	-	49	

F	27	450	344 (76.4)	30 (30.0)	70 (70.0)	-	100
G	27	519	384 (74.0)	180 (68.4)	83 (31.6)	-	263
H	15	230	144 (62.6)	69 (71.1)	28 (28.9)	-	97
I	13	119	71 (59.7)	15 (44.1)	19 (55.9)	-	34
합계	195	2796	2077 (59.6)	797 (59.9)	533 (40.1)	-	1330

수정란 생산결과 9두에서 생산된 수정란은 총 1330개로 확인 되었으며 그 중 이식이 가능한 수정란(1등급)은 797개(두당 88.5개)로 확인되었다. 이는 당해 연도 목표로 했던 생산수준인 두당 60개 수정란을 초과 달성한 것으로 확인되었으며 특히 A와 B개체의 경우 9개월간의 체란 기간 동안 생산되어 전년도(7개월월)보다 장기간 생산을 하였으며 생산량 및 이식가능 수정란이 증가되었음을 확인하였다. 이를 통하여 선별된 공란우라고 할지라도 개체에 따른 수정란 생산율에 차이가 있음을 확인하였으며 생산이 잘 되는 공란우의 경우 재사용을 통하여 수정란 생산효율을 증대 할 수 있을 것으로 판단된다.

라. 무혈청배지 활용 수정란생산 기술 개발

(1) 2차년도

OPU 유래 수정란의 생산효율 향상을 위해 실시한 무혈청 배지를 활용한 수정란 생산의 연구 결과는 다음과 같다. 배양방법에 따른 분할율과 배발달율은 표 12와 같다. 기존의 10% 혈청이 들어가는 CR1aa의 분할율은 61% 로 무혈청 배양방법의 분할율 66.7% 보다 유의적으로 낮았으며 배발달율 또한 무혈청 배지의 경우 높은 것으로 확인되었다.

표 12. 초음파를 통한 공란우의 난포 수를 측정된 결과

실험방법	난자 수	Cleavage (%)	배발달율 (%)
CR1aa	1,281	782 (61.0)	482 (37.6)
SOF	180	120 (66.7)	78 (43.3)
합계	1,461	902 (61.7)	560 (38.3)

이와 같은 결과 기존의 혈청이 들어가는 배양 방법 보다 본 연구실에서 개발한 혈청이 들어가지 않은 수정란 생산 방법이 더 효율적인 것으로 판단되며 차후 진행되는 수정란 생산에 적용하여 수정란 생산 효율 및 기존의 혈청이 포함되는 배양액에 대한 문제점들을 개선 할 수 있을 것으로 사료된다.

마. 공란우 선발조건 매뉴얼 작성

3차년도 : 공란우 및 수란우의 선발은 수정란 이식의 성공 여부를 좌우하는 매우 중요한 요인이다. 공란우의 선발은 태어날 후대의 유전형질을 좌우하는 매우 중요한 단계로 수정란 이식의 최종 목표는 우수한 후대를 대량으로 생산하여야하기 때문이다. 기존의 공란우를 선발조건은

- 3세대 이상의 고등 등록된 우량 암소(후대축 도체성적 육질등급 1++, 등심단면적 110 cm²)를 기준으로 선발,
- 질병관리 체계는 4대 질병검사(구제역, 부루셀라, 요네, 결핵)에서 이상이 없으며,
- 번식기관에 문제가 없는 공란우를 사용하고 있었다. 그러나 이러한 기준만 가지고 우수한 공란우를 선발하는데 문제가 있다고 판단되어 현재에는 선발강도를 더욱더 강화하여 선발조건으로 활용하고 있다. 즉
- 후대축의 도체등급 1++B, 도체중 450 kg, 등심단면적 110 cm²의 기준과,
- 5대 질병검사(구제역, 부루셀라, 요네, 결핵, 류코시스)를 실시하여 공란우 선

별 조건을 세분화하고, 선발된 공란우는 사료 첨가제, 비타민제 등을 지속적으로 공급하여 관리된 개체를 활용하고 있다. 이와 같이 개선된 공란우의 선발조건을 표 13에서 보여주고 있다.

표 13. 공란우 선발기준의 개선

기존 공란우 선발방법	현재 공란우 선발 방법
<ul style="list-style-type: none"> • 후대축 도체성적 육질등급 1++, 등심단면적 110 cm² • 4대 질병검사(부루셀라, 결핵, 요네, 구제역 항체검사) • 공란우 관리 기준 없음 • 공란우 난소상태 점검 	<ul style="list-style-type: none"> • 도체등급 1++B, 도체중 450 kg, 등심단면적 110 cm² • 5대 질병검사(부루셀라, 결핵, 요네, 구제역 항체검사, 류코시스) • 공란우 사용 3개월 전부터 첨가제 및 비타민제 급여 • 공란우 난소상태 점검 및 난소의 탄력 정도, 건강 상태 및 BCS: 2.5-3.5 수준의 공란우를 선발 활용

또한 Anti-Müllerian hormone (AMH) 혈액 내 농도수준에 따른 OPU 유래 난자의 생산효율 비교를 통하여 향후 생산될 수 있는 수정란 생산율을 예측할 수 있는 지표로 활용하기 위하여 혈액을 채취하여 분석 후 난자등급, 수정란 생산을 확인하였다. AMH 농도는 낮음, 중간, 높음으로 구분하여 확인 하였으며 그 결과는 표 14, 15와 같다.

표 14. AMH 농도에 따른 공란우별 난자 등급

AMH (ng/mL)	Sessions per donor*	No. of oocytes (Mean ± SD)				
		Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Total
Low (< 0.1)	8	68 (1.42±0.15) ^a	54 (1.13±0.23) ^a	88a (1.83±0.30)	19 (0.40±0.05) ^a	229 (4.77±0.44) ^a
Mid (0.1 ≤ X < 0.25)	8	83 (2.59±0.26) ^b	71 (2.22±0.14) ^b	58 (1.81±0.15) ^a	24 (0.75±0.14) ^b	236 (7.38±0.83) ^b
High (≥ 0.25)	8	303 (4.21±0.19) ^c	150 (2.08±0.21) ^b	254 (3.53±0.27) ^b	118 (1.64±0.18) ^c	825 (11.46±1.22) ^c

AMH가 높은 그룹에서 Grade 1, 2등급의 난자 채취효율이 유의적으로 높았다. 즉 AMH농도에 따른 질 좋은 난자의 생산효율의 향상은 매우 유의적인 결과로 판단된다. 공란우의 선발 시 난자의 생산효율을 이와 같은 AMH농도를 이용해서 예측해 볼 수 있는 하나의 기준을 확립했다고 판단된다.

그러나 이렇게 생산된 난자를 이식 가능한 배반포의 생산효율과의 유의성은 정확하게 일치하지 않은 결과를 보였다. 즉 중간수준의 AMH 그룹에서 배반포의 발달율이 높은 수준의 그룹보다 유의적으로 높은 결과를 얻었다. 또한 Grade 1, 2등급의 배반포의 생산효율도 유의적 차이를 보이지 않음으로써 AMH 농도가 최종적인 이식 가능한 배반포기 수정란의 생산효율을 예측할 수 있는 기준으로는 활용 가능성이 높지 않음을 확인할 수 있었다.

표 15. AMH 농도에 따른 공란우별 배반포 발달율과 수정란 등급

AMH	Sessions per donor*	Cleavage	No. (%) of development to			
			Blastocyst			
			High grade	Mid grade	Low grade	Total
Low AMH	8	156 (68.1±1.2) ^a	66 (89.2±1.5) ^a	7 (8.1±0.9) ^a	1 (2.7±0.9) ^a	74 (32.3±1.9) ^a

Mid AMH	8	183 (77.5±2.5) ^b	102 (91.9±1.1) ^a	7 (6.3±1.6) ^{ab}	2 (1.8±0.7) ^{ab}	111 (47.0±2.7) ^c
High AMH	8	605 (73.3±3.8) ^{ab}	294 (93.0±1.3) ^a	11 (3.5±1.1) ^b	11 (3.5±1.3) ^a	316 (38.5±1.4) ^b

바. 대리모 선발위한 농가의 선발기준 매뉴얼 작성

대리모의 선별은 수정란 이식에서 수태율에 지대한 영향을 끼친다. 수란우의 상태에 따라 수태율 및 산자 생산까지 영향을 미치므로 수란우의 관리는 매우 체계적이어야 하며 수태율을 높이기 위해서는 이식 농가의 선정도 매우 중요하므로 대리모의 선발기준은 표 16과 같다.

표 16. 대리모 선발을 위한 농가 선발기준

기존 선발기준	보완된 선발기준
1. 이식 가능한 수란우(미경산우 및 경산우) 5두 이상의 대상우 보유 농가	1. 친자 불일치가 발생하지 않는 농가
2. 조합 사료 전 구간 이용 농가	2. 이식 가능한 수란우(미경산우 및 경산우) 5두 이상의 대상우 보유 농가
3. 첨가제 및 생균제 급여가 가능한 농가	3. 수정, 분만 신고가 빠르고 정확하며 적극적인 농가
4. 양질 건초 급여 농가 (볏짚 및 곤포는 암모니아와 곰팡이 등으로 난소 및 자궁에 악영향을 미칠 수 있음.)	4. 개체 이동에 대한 신고가 빠르고 정확한 농가
5. 신체충실지수(BCS, 1~9)가 4~5 정도로 항상 유지되는 농가	5. 자가 인공수정이 가능한 농가
6. 인공수정 수태율(최초 발정기준)이 70~80% 이상인 농가	6. 조합 사료 전구간 이용 농가
	7. 첨가제 및 생균제 급여가 가능한 농가
	8. 양질 건초 급여 농가 (볏짚 및 곤포는 암모니아와 곰팡이 등으로 난소 및 자궁에 악영향을 미칠 수 있음.)
	9. 신체충실지수(BCS, 1~9)가 4~5 정도로 항상 유지되는 농가
	10. 인공수정 수태율(최초 발정기준)이 70~80% 이상인 농가
	11. 번식위주의 사육 농가는 우선 선정

이러한 농가별 선발기준을 기반으로 본 수정란이식 사업으로 수태율을 높이고자하였으며, 여기에 대리모의 혈액 중 AMH 농도에 따른 수태율 분석을 통하여 대리모 선정 지표로 활용 가능한지를 조사하였다. 대리모의 혈액 채취를 통하여 AMH 농도를 설정하였으며 0.08의 기준을 설정하여 수태율과의 관련성을 분석한 결과는 표 17에서와 같다.

표 17. 대리모의 AMH 농도에 따른 수정란 이식과 수태율

AMH 농도	이식두수	수태	수태율	비고
< 0.08	64	30	46.88	
> 0.08	45	21	46.67	

이와 같은 결과를 종합해 보면 기존의 공란우와 대리모의 선발조건 매뉴얼이 전해년도와 비교하여 이식 수량대비 농가수가 적을 때는 수태율에 문제가 없었으나, 참여농가의 수가 증가 할수록 체계적인 관리가 되지 않은 것으로 판단되어 선발 요건 강화를 통하여 수태율을 높일 필요성을 강하게 확인하였다. 또한 AMH 농도에 따른 선발지표는 공란우를 선발할 때는 유용할 수 있으나, 수란우 선발에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으므로 실제 활용 가치가 없다고 판단된다.

사. 수태율 향상위한 수란우 호르몬 조절기술 개발

수정란이식 과정에서 자궁경관과 자궁의 과자극에 의해 Oxytocin과 PGF2 α 분비가 급격하게 증가됨으로써 이식된 수정란의 부화 및 수태율 저하를 일으킬 수 있다. 이러한 호르몬의 과분비를 적정 수준으로 조절할 수 있는 Flunixin Meglumine (FM) 이식 전에 대리모에 처리하여 Oxytocin과 PGF2 α 의 급격한 분비를 조절함으로써 수태율의 향상할 수 있는 기술을 개발하고자 다음과 같은 연구를 실시하였다. 이식은 총 27두를 대상으로 하였으며 FM 처리 10분 후에 이식을 실시하였으며, 임신감정은 이식 후 90일경 실시한 결과는 표 18에서와 같다.

표 18. OPU유래 수정란 이식 결과 및 분만 결과

	처리 두수	수태율 (%)
FM 비처리군	14두	7두 (50.0)
FM 처리군	13두	10두 (76.9)

FM 처리에 따른 그룹간의 분석결과 FM을 처리한 그룹은 수태율이 유의적으로 높은 것으로 확인 되었으며 향후 수정란이식 시 FM주사를 실시함으로써 수정란이식 과정에 자궁경관 및 자궁의 자극에 의한 Oxytocin과 PGF2 α 의 급격한 과분비를 조절함으로써 이식된 수정란의 부화 및 착상율에 영향을 미칠 수 있음으로써 궁극적으로 수태율의 향상에 크게 기여함을 확인 하였다. 이러한 FM 주사제의 활용은 수태율 개선에 적극적인 활용을 고려해 봄이 좋을 것으로 판단된다.

아. 저온저장 및 동결수정란 이식기술 개발

(1) 4차년도

수정란 이식의 산업화에 있어서 매우 중요한 것이 자연발정우를 대리모로 활용하면서 수정란을 이식을 실시함으로써 발정동기화를 생략하여 대리모의 공태기간을 줄임과 동시에 수정란이식 비용을 획기적으로 절감시킬 수 있는 것이 요구된다. 현재 OPU 수정란의 한계점은 수정란의 생산이 일정한 시기에만 생산 및 공급됨으로서 대리모의 발정동기화가 요구되거나, 그 적정 시간에 자연발정우를 선발 활용하는 것이다. 그리하여 수정란의 생산 및 공급 가능한 일정이 한정되어 있기 때문이며 수정란 이식을 요구하는 농가에서도 이러한 부분을 강력하게 개선을 요구하는 상황이다. 이에 본 연구실에서는 저온저장 및 동결수정란 이식기술을 개발하여 수정란 이식의 시간적 공간적 제약을 최소화 하는데 많은 연구를 진행하고 있다. 저온저장 기술은 신선 수정란의 저온상태(냉장온도)의 온도에서 저장시간을 극대화함으로써 수란우의 상태에 따른 시간별 이식이 가능하며 거리상으로 장시간 이송의 경우에도 문제가 없도록 할 수 있다면 수정란이식의 산업화를 촉진 할 수 있을 것이다. 즉 동결수정란을 이용한 수정란이식의 산업화 전단계로서 저온저장 수정란을 이용한 이식기술을 개발하여 실제 실시한 결과는 표 19와 같다.

표 19. 저온(4℃) 저장 노출시간에 따른 생존율 비교

저장시간 4℃ (시간)	수정란 수	생존 수정란 수 (%) 24 시간 후	생존 수정란 수 (%) 48 시간 후
24	51	51 (100)	41 (80.3)
48	50	50 (100)	31 (62.0)
72	46	46 (100)	26 (57.7)
96	51	48 (94.1)	24 (50.0)

저온저장은 24시간, 48시간, 72시간 96시간을 기준으로 저장 후 24시간, 48시간 생존율을 분석한 결과 72시간까지는 수정란이 100% 생존해 있는 것을 확인 하였으나 96시간 이후에는 소폭 하락하는 것을 확인하였다. 이를 통하여 연구실 내에서 진행된 저온저장 기술이 수정란의 생존율을 증대시키는 것을 확인 한 후 수정란 생산을 실시하여 실제 현장에는 72시간 이내에 이식을 완료하는 저온저장 기술을 이용하여 수정란이식을 실시한 결과는 다음과 같다.

표 20. 수정란 이식 현황 및 수태율

저장수송방법	이식 두수	수태 두수 (%)	비 고
고온 (38℃)	669	370 (55.3)	
저온 (4℃)	317	172 (54.3)	
합계	986	542 (55.0)	

수정란 이식은 고온(38℃)과 저온(4℃)으로 저장수송을 실시하였으며 수태율은 고온의 경우 55.3%, 저온의 경우 54.3%로 확인 되었으며 기존에 저장방법인 고온과 유의적인 차이는 없는 것으로 확인되었다. 즉 고온 및 저온 저장 및 수송된 수정란이식의 결과 거의 유사한 수태율을 보임으로써 저온저장 및 수송방법을 이용한 수정란이식의 산업화에 크게 기여할 것으로 판단 된다.

동결수정란은 저온저장과 비슷하게 수정란 이식의 시간적 공간적 활용도를 높이기 위한 기술이며 현재까지 동결수정란 기술이 적립되어 있지 않다. 본 연구실에서는 동결수정란 기술의 적립 및 현장적용을 통하여 수정란 이식의 산업화에 기여하고자 연구를 실시하였다. 현장 적용 전 사전 실험을 통하여 동결수정란의 생존율 및 부화율을 확인한 결과는 표 21과 같다.

표 21. 동결수정란 생존율 및 부화율

No. (%) of embryos		
Thawed	Survived (%)	Hatched (%)
30	30 (100)	24 (80)

동결수정란의 융해결과 100%의 생존율을 확인하였으며 부화율은 60%로 확인되었다. 이러한 결과를 바탕으로 현장적용을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

표 22. 수정사 별 동결수정란 이식 및 수태율

구분	이식 두수	수태 두수 (%)	비 고
A 수정사	20	8 (40.0)	
B 수정사	13	1 (7.7)	
C 수정사	20	9 (45.0)	
D 수정사	9	3 (33.3)	
합계	62	21 (33.9)	

표 22의 결과와 같이 총 62두 이식에 21두(33.9%)의 수태율을 확인 하였으며 특히 A와 C수정사의 경우 수태율이 높은 것을 확인 하였다. 이러한 결과는 실험실 내의 결과와 차이를 보였는데 이는 현장의 경우 외부적인 요인 및 이식자의 융해 기술과 이식 시간 등으로 인하여 차이를 보이는 것으로 보인다. 특히 이식자의 동결수정란의 이해 및 융해 방법 등이 수태율에 차이를 보이는 것으로 생각되며 이후에 진행되는 동결수정란 이식에서는 현장에서 생기는 여러 요인을 감안하여 정확한 수정란의 융해방법 및 현장에서의 실시방법 등에 대한 표준이 필요하며, 그것에 근거하여 동결란을 이식하는 시술자들에게 사전에 교육과 훈련이 반드시 필요할 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 본 연구의 목표인 저온저장 및 동결수정란 수태율(35%에서

45%) 향상은 저온저장에서는 초과달성을 하였으나, 동결수정란에서는 미진한 것으로 판단되며 이를 개선하기 위해 동결수정란 용해법의 매뉴얼을 구축하여 교육을 하면 수태율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

자. 산업화 적용위한 수태율 확보

(1) 5차년도

OPU 유래 수정란이식은 2개 시군에 한우사육 농가를 대상으로 실시하였으며, A 시군은 자연발정우, B 시군은 발정동기화를 대상으로 각각 582두와 259두의 대리모에 수정란이식을 실시하였다. 수정란이식에서 얻어진 결과는 표 2에서와 같다. 수정란 이식은 A 시군은 주 4회 실시하였으며 B 시군은 주 2회 실시하였으며 각 시군은 여러 명의 수정사가 이식을 하였다.

표 23. 수정란 이식 현황 및 수태율

지역	이식 두수	수태 두수 (%)	비 고
A 시군	582	280 (48.1)	
B 시군	259	122 (47.1)	
합계	841	402 (47.8)	

이식된 대리모의 수태여부는 이식 일을 기준으로 3개월 후 임신감정을 실시하였으며 A 시군은 280두(48.1%), B 시군의 경우 122두(47.1%)의 수태율을 확인하였다. 수태율은 전년도에 비하여 낮았으며 이는 신규이식자의 유입에 따라 수태율이 낮은 것으로 판단된다. 다음은 수정사별 이식 두수와 수태 두수를 확인한 자료이다(표24).

표 24. 수정사 별 수정란 이식 및 수태율

구분	이식 두수	수태 두수 (%)	비 고
A	40	16 (40.0)	
B	26	2 (7.7)	
C	60	27 (45.0)	
D	221	155 (70.1)	
E	16	10 (62.5)	
F	128	66 (51.5)	
G	20	7 (35.0)	
H	28	11 (39.3)	
I	36	17 (47.2)	
J	20	7 (35.0)	
K	36	12 (33.3)	
합계	631	330 (52.3)	

위의 결과를 분석해보면 이식자에 따라 수태율의 차이를 확인할 수 있었으며 양질의 수정란이 공급되더라도 수정사의 기술에 따라 수태율에 상당한 차이가 있음을 확인하였다. 이를 통하여 수정란 이식의 산업화를 위해서는 양질의 수정란 공급 및 대리모의 준비 뿐 아니라 시술자의 교육을 통한 수정란의 용해과정의 관리와 조작에 관련된 기술개발의 중요성을 확인할 수 있었다. 또한 용해 후 자궁 내 이식때까지의 시간인 약 5-10분 정도의 노출동안 수정란의 질적수준의 변화를 최소한으로 유지할 수 있는 동결/용해방법의 개발이 요구된다. 이러한 결과는 수정란 이식에서 농가의 대리모 관리뿐만 아니라 수정란을 사용하는 시술자의 기술 능력이

수정란 이식의 성공여부와 밀접한 관계가 있다는 것으로 판단되며 수정란 이식의 산업화를 위해서는 이식자의 교육이 매우 중요한 것으로 생각된다.
동결수정란 이식을 통한 수태율은 다음과 같다.

표 25. 수정사 별 동결수정란 이식 및 수태율

구분	이식 두수	수태 두수 (%)	비 고
A (거창)	46	15 (32.6)	
B (대구)	56	22 (39.2)	
C (산청)	12	5 (41.6)	
합계	114	42 (36.8)	

표 25의 결과와 같이 총 114두 이식에 42두(36.8%)의 수태율을 확인하였다. 이러한 결과는 실험실 내의 결과와 차이를 보였는데 이는 현장의 경우 외부적인 요인 및 이식자의 용해 기술과 이식 시간 등으로 인하여 차이를 보이는 것으로 보인다. 특히 전년도 보다 수태율이 소폭 상승했으나 본 연구에서 목표로 한 45%에는 미치지 못하는 결과를 확인하였다. 다만 이식자의 숙련도 및 매뉴얼을 수정한다면 더 나은 결과를 보일 수 있을 것으로 판단된다.

사. 공란우와 수란우 선발조건 매뉴얼 작성 완성

(1) 5차년도

○ 정액 선발

정액선발은 냉도체중, 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도등을 분석하고 입식된 공란우와 종모우간에 개량효과의 극대화 및 근친비율이 최소화되는 정액을 선정하여 유전적 개량이 극대화된 수정란을 생산하여 축산농가에 공급하여 태어나는 송아지 개량의 효율이 극대화 되도록 선발하였다. 선발기준은 다음과 같다(표 26).

표 26. 수정란 생산에 사용되는 정액의 능력 검정(2019년 기준)

순위	KPN	냉도체중	등심단면적	등지방두께	근내지방도	비고
1	KPN-944	29.83	7.74	-1.50	0.16	도체중, 등심, 등지방은 우수, 육질 나쁨
2	KPN1080	21.75	7.30	-1.56	1.08	도체중, 등심, 등지방, 육질 모두 우수
3	KPN1112	26.40	7.24	-0.56	0.61	도체중, 등심, 등지방은 우수, 육질 보통
4	KPN1216	25.45	7.03	-0.52	0.58	도체중, 등심, 등지방은 우수, 육질 보통
5	KPN1046	28.73	6.40	-0.41	1.32	도체중, 등심, 등지방, 육질이 모두 우수
6	KPN1203	37.07	6.36	-0.11	1.30	도체중, 등심, 등지방, 육질 모두 우수
7	KPN1115	20.58	6.27	0.33	0.19	도체중, 등심은 우수, 육질과 등지방 나쁨
8	KPN1060	24.92	6.18	-1.11	0.16	도체중, 등심, 등지방 우수, 육질 나쁨
9	KPN1202	21.84	6.04	-0.71	0.61	도체중, 등심, 등지방, 육질 모두 우수
10	KPN1133	13.93	5.98	-1.15	0.77	등심, 등지방, 육질 우수, 도체중 나쁨

등심단면적의 순위에 의한 10위 이내 정액 선정

수정란 이식에 사용되는 정액은 한우개량사업소에서 생산 및 공급되는 정액중 10위 이내의 순위를 1차선발하였으며 수정란 생산의 효율성을 위하여 생산을 검정 후 최종선정하였다(표 27).

표 27. 선발정액간의 근친 및 생산율 분석

정액번호	부	조부	외조부	근친내역	생산율검정	비고
KPN-1046	KPN-730	KPN-452	KPN-538	KPN-1080, KPN-1216	검정	도체중, 등심, 등지방, 육질 모두 우수
KPN-1080	KPN-768	KPN-387	KPN-538	KPN-1202 KPN-1046 KPN-1216	검정	도체중, 등심, 등지방, 육질 모두 우수
KPN-1112	KPN-881	KPN-497	KPN-507	KPN-1216	검정	도체중, 등심, 등지방 우수, 육질 보통
KPN-1202	KPN-768	KPN-387	KPN-757	KPN-1080 KPN-1203	미검정	도체중, 등심, 등지방, 육질이 모두 우수
KPN-1203	KPN-984	KPN-685	KPN-757	KPN-1202	검정	도체중, 등심, 등지방, 육질이 모두 우수
KPN-1216	KPN-828	KPN-538	KPN-497	KPN-1046 KPN-1080 KPN-1112	미검정	도체중, 등심, 등지방은 우수 육질 보통

미검정된 정액은 생산효율 검정 후 사용 결정

특히 선발된 정액은 사전 연구를 통하여 생산효율이 검정된 정액을 사용하였으며 최종적으로 근친도를 최소화 하기 위하여 2~3종류를 선정하여 생산하였다.

○ 공란우의 선발

OPU 유래 수정란 생산 시 가장 중요한 부분은 수정란을 생산하는 공란우이며 이는 매우 중요하다. 공란우의 선발 기준은 3세대 이상의 고등등록우로서 유전적 우수한 형질의 개체를 선발하기 위해 후손의 육량과 육질이 우수하고, 번식능력이 높은 소로서 번식사항이 명료하고 생식기와 발정주기가 정상적인 개체, 특히 전염성 질병과 유전성 질병을 갖고 있지 않는 건강한 소로서 수정란을 통하여 전파될 수 있는 질병에 대한 검진을 통과한 개체를 선발하여야 한다. 또한 생산된 수정란으로 실제 이식 후 산자의 생산하였을 때 육량이 우수하고, 고급육을 생산할 수 있는 후보축이여야 하는 관계로 매우 엄격한 기준에 의해 후대검증 자료로서 비육 출하 성적이 A1++ 성적을 얻은 경험이 있는 고등등록우를 선발하여야 한다. 공란우의 선발 조건을 요약하면 다음과 같다.

- 고등등록우로 등록되어 있는 개체
- 축협 검정데이터를 기반으로 상위 5% 에서 선별
- 육질이 1++이상, 육량이 냉도체중을 기준으로 500kg 이상 되는 개체
- 체형 및 심사성적이 우수한 개체
- 후보축 검정결과가 우수한 개체
- 형매정보를 조회하였을 시 고등등록우 여부 확인이 되는 개체
- 성격이 온순하여야 하며 민감하지 않는 개체
- BSC(Body score) 2.5~3.0 이상이 되는 개체
- 한국종축개량협회에 개체번호 조회 시 공란우로 사용할 수 있는 개체
- 최종 경상대학교 OPU 팀의 생식기관 검사를 통과한 개체이며 임신되지 않은 개체

○ 대리모의 선발 조건

대리모의 선발은 이식된 수정란유래 산자의 생산을 위해 중요하다. 대리모의 선발은 수태가 잘되고 분만 시 문제가 발생하지 않으며 생산한 자축을 포유할 수 있는 능력과 비유능력이 충분해야하고, 질병 경험 전력이 없고 영양 수준이 적당한 개체 및 정상적인 성주기를 반복하고 난소의 기능을 정상적으로 유지하며, 임신 및 분만에 장애가 될 수 있는 구조나 생식기 질환이

없는 개체이면서 수정란 이식을 성공하기 위해서는 생존성이 높은 정상적인 발달능력을 가진 수정란을 자궁 내에서 정상적으로 수정란을 착상 및 자축의 이상 없이 분만 가능한 개체인 것으로 선발하여야 한다. 또한 농가의 사양관리는 산자의 생산 및 성장기에 많은 영향을 받음으로 이식 대상농가의 선별 또한 매우 중요하다. 농가의 선정은 엄격한 기준을 적용하여 OPU 유래 수정란 생산의 산자 생산율을 높이기 위하여 노력하여야 한다. 대리모의 선발조건을 정리하면 다음과 같다.

- AI 수태율을 기준으로 1차 수태율이 높은 개체(80%)
- BSC(Body score) 2.5~3.0 이상이 되는 개체
- 사육두수가 번식우 기준으로 50두 이상되는 농가
- 사양관리면에서 조사료 위주로 급여하는 농가
- 농가 협조가 높으며 번식에 대한 관심도가 높은 농가
- 인공수정시 80%이상의 수태율의 농가
- 대리모 선발 대상 농가사육 환경 및 사양 상태 점검
- 정상적인 성 주기를 반복하는 개체
- 건강하고 내병성이 있고 임신장애의 질환이 없는 개체
- 포유능력이 우수한 개체
- 대리모는 미경산우 위주로 선발하되 BCS : 2.5~3.0정도 유지
- 수정기록이 없는 개체
- 외부 구입 대리모의 경우 임신감정을 하여야 한다.

이상의 매뉴얼에 따라 수정란 생산 및 공급, 이식을 실시 한다면 수정란 이식의 산업화에 기여를 할 수 있을 것으로 생각되며 수정란 생산을 위하여 생산자, 이식자, 농가의 유기적인 노력이 필요하다. 또한 생산된 산자의 친자감별을 통한 수정란 이식의 신뢰성을 높인다면 국내 한우산업에 많은 기여를 할 수 있을 것이다.

「제1협동 : 한우 품종과 수입육 판별 및 이력추적 SNP chip 개발 및 활용 (경북대 윤두화)」

가. 한우 및 수입육 분석시료의 확보

- 한우 947두 (한우 암소 및 보증씨수소)
- 외국 소 품종 185두(앵거스 42두, 홀스타인 89두, 헤어포드 4두, 리무진 14두, 샤롤레 14두, 브라만 8두, 연변우 6두, 브라운스위스 2두, Murray grey 4두, Shorthorn 1두, 심멘탈 1두)
- 수입우(미국산 10두, 호주산 29두, 뉴질랜드산 1두, 미국산 와규 75두)

나. Bovine SNP chip 분석

- DNA분리: MagExtractor® Genome kit (Toyobo, Japan) 이용하여 genomic DNA 추출
- 전기영동 등으로 DNA상태 점검: DNA 농도 및 순도 등 측정
- 농도 및 순도측정결과에 따라 한우 및 외국소(수입우 등) DNA시료를 이용하여 SNP chip 분석 실시

Bovine SNP array 50K 분석 수행

한우 및 수입우에 대한 SNP 마커(유전좌위)별 분석: Genome Studio 프로그램 이용하여 SNP 마커(유전좌위)별 분석, 마커정보, 유전자(대립인자)빈도, 개체정보 등 새로운 excel file을 생성함

다. 한우 판별용 SNP 선발

○ 한우와 비한우(수입우)간의 판별을 위한 SNP 마커의 발굴을 위한 실험으로, 한우 SNP data 분석 및 마커선정

- 한우의 SNP data 분석: Call rate 90%이상, 대립유전자빈도가 $p>0.9$, $q<0.1$ 또는 $p<0.1$, $q>0.9$ 로 상이하게 나타나는 SNP마커 탐색.

(3) 수입육 SNP data 분석 및 마커선정

○ 수입육 SNP data 정리: Call rate 90%이상, 대립유전자빈도가 $p>0.9$, $q<0.1$ 또는 $p<0.1$, $q>0.9$ 로 상이하게 나타나는 SNP마커 탐색.

(4) 한우 판별용 SNP 마커 탐색.

○ 한우 및 수입육에서 선정된 마커 중 동일한 마커(SNP name, chromosome, position 등) 탐색

○ 한우 판별 SNP마커 선정: 탐색된 마커 중 대립유전자 빈도가 한우에서 0.9이상이면서 수입육에서는 0.1이하인 마커, 또는 한우에서 그 빈도가 0.1이하이면서 수입육에서는 0.9이상인 SNP마커를 발굴하였으나, 발굴치 못함.

○ 한우 판별 SNP마커 추가분석 수행: 대립유전자 빈도가 한우에서 0.8(또는 0.7)이상이면서 수입육에서 0.2(또는 0.3)이하 또는 한우에서 0.2(또는 0.3)이하이면서 수입육에서 0.8(또는 0.7)이상인 SNP마커 발굴 수행하여 한우 및 수입육의 유전자빈도 $p>0.7$, $q<0.3$ 또는 $p<0.3$, $q>0.7$ 인 마커 탐색: 133개를 발굴함.

○ 한우 판별용 마커 선발을 위한 추가실험 진행: 앞서 발굴된 133개 마커들을 이용하여 다른 한우 개체들을 대상으로 한우 판별용 마커 발굴 추진.

○ 133개의 SNP마커를 이용하여 한우와 수입우간 판별이 가능함을 확인.

라. 한우 생산이력 및 친자감별을 위한 SNP 선발

○ 한우 SNP마커 data 정리 및 한우 개체식별용(이력 판별용) marker 탐색 .

○ call rate 90% 이상, 대립유전자 빈도가 0.45~0.55, 0.48~0.52, 0.49~0.51인 마커들을 각각 탐색 수행.

○ 대립유전자의 빈도가 0.45 ~ 0.55구간에 있는 마커: 4,560개 1차 선발

○ 다음 단계로 대립유전자의 빈도가 0.48 ~ 0.52에 존재하는 마커 2,124개를 2차 선정.

○ 마지막 단계로 대립유전자의 빈도가 0.49 ~ 0.51에 존재하는 마커 1,257개를 선정함.

○ 마지막 단계로 선정된 1,257개의 마커를 대상으로 다른 한우 시료를 공시하여 개체식별(이력관리용) 및 친자감별을 효율적으로 수행하기 위해 분석 수행.

○ 염색체별, 염색체내 마커의 위치 등을 고려하여 최종 500개의 SNP 마커를 발굴함.

「제3세부 : 한우 암소의 수정란 이식(OPU기법 적용) 성공률 제고를 위한 사양관리 기술 개발 (경상대 김삼철)」

가. 수정란 이식을 적용한 한우농가 사료 및 사양관리 프로그램 정밀 진단

○ 제 2세부과제에서 수정란을 이식한 농가의 한우암소 80두를 대상으로 시험을 수행

○ 수정란 이식 직전에 경정맥을 통해 혈액을 채취하여 혈액성상 분석(blood glucose, BUN, progesterone, LH, FSH, estrogens 및 prolactin)

○ 수정란 이식 직전 BCS를 측정하여, 급여된 사료의 사료섭취량과 영양소 함량을 분석함(DM,

CP, EE, crude ash, NDF 및 ADF)

- 수정란 이식 2달 이후에 착상 여부를 확인(제2세부과제)
- 위에서 조사된 BCS, 사료 영양소함량, 혈액성상을 종합적으로 고려하여 착상을 개선을 위한 최적의 영양소 공급 수준 결정
- 실험에 급여한 TMR 사료의 영양소함량은 표 1과 같음
- 건물 60.8%, 조단백질 13.1%, NDF 49.5% 및 ADF 30.4%로 일반적인 TMR 사료의 영양소 함량 수준임
- 표 2는 한우암소의 임신여부에 따른 BCS와 대사생리물질을 분석한 결과임
- 총 80두 중 임신한 두수는 44두로 약 55%가 임신되었고 BCS는 임신여부에 따라서 유의적인 차이가 나타나지 않음
- 대사산물에서는 임신여부에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않음
- 호르몬에서 LH에서 임신하지 않은 한우에서 유의적으로 높게 나타났는데, 이는 발정 후 여전히 높은 LH 함량으로 인하여 배란이 지연되었다고 사료됨
- 표 3은 임신한 한우암소를 대상으로 분석한 항목의 최소값, 최대값 및 표준 편차를 나타낸 결과임
- 위의 범위 내에 있을 때 임신이 유리할 것으로 사료됨

표1. 실험에 급여한 TMR 사료의 영양소 함량(% , 건물)

Item	Total mixed ration
Dry matter	60.8
Crude protein	13.1
Ether extract	5.43
Crude ash	10.6
Neutral detergent fiber	49.5
Acid detergent fiber	30.4

표 2. 인공 수정 전 한우암소의 임신여부, BCS, 대사 생리 물질 및 호르몬 함량(두=80)

Item	Treatment		SEM	P-value
	Pregnancy	Non pregnancy		
Pregnant number, head	44	36	-	-
Body condition score	2.73	2.74	0.381	0.899
	Metabolites			
Blood urea nitrogen, ng/mL	12.9	11.1	3.157	0.237
Glucose, ng/ML	45.8	46.3	12.60	0.866
	Hormones			
Prolactin, ng/mL	0.05	0.05	-	-
Estrogen, pg/mL	19.9	23.7	10.90	0.183
LH, ng/mL	1.08 ^b	1.56 ^a	0.794	0.012
FSH, ng/mL	0.99	1.00	0.058	0.234
Progesterone, ng/mL	27.9	23.0	5.915	0.146

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

표 3. 임신한 한우의 생리 대사 물질의 최소값, 최대값 및 표준편차 (n=44)

Item	Minimum	Maximum	Standard deviation
Body condition score	2.00	4.00	0.337
Blood urea nitrogen, mg/dL	5.80	19.3	3.376
Glucose, mg/dL	22.0	66.0	11.83
Prolactin, ng/mL	<0.05	<0.05	-
Estrogen, pg/mL	11.9	39.0	7.49
LH, ng/mL	<0.25	1.98	0.497
FSH, ng/mL	<0.50	0.82	0.049
Progesterone, ng/mL	1.723	30.0	11.72

나. 한우암소를 위한 최적 영양소 공급 수준 결정 및 사료첨가제 탐색

- 한우 암소를 위한 최적 영양소 고급 수준을 위하여 보호지방과 비타민 E 탐색
- 시험에 이용된 사료는 조농비율 7:3의 사료를 이용하였으며, 처리구로는 무첨가구(CON), 보호지방산 1% 첨가구(FA), 비타민 E 1% 첨가구(VE), 보호지방산+비타민 E 1% 첨가구(MIX) 4 처리구로 설정함

표 4. 실험에 이용된 보호지방산의 지방산 조성

Item	Protected fat
Total fatty acid, mg/g	52.5
C14:0 (myristic acid), % of total FA	0.32
C16:0 (palmitic acid)	12.1
C18:0 (stearic acid)	79.9
C18:1n-9 (oleic acid)	7.46
C18:2n-6 (linoleic acid)	0.12
C18:3n-3 (linolenic acid)	0.14
Saturated fatty acid	91.6
Mono-unsaturated fatty acid	7.55
Poly-unsaturated fatty acid	0.84

- 표 4는 실험에서 이용된 보호지방산의 지방산 조성으로 다음과 같음

표 5. 시험사료의 영양소 함량(% , 건물)

Item	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Dry matter	80.7	80.6	80.7	80.5	0.173	0.282
Crude protein	7.51	7.42	7.42	7.33	0.132	0.638
Ether extract	2.80 ^b	5.04 ^a	4.57 ^a	5.52 ^a	0.488	0.001
Crude ash	8.20	8.40	8.13	8.35	0.284	0.638
Neutral detergent fiber	61.5	60.8	61.2	60.6	0.850	0.575
Acid detergent fiber	33.3	33.0	32.8	32.2	0.649	0.267

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

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

- 표 5는 시험사료의 영양소 함량을 분석한 결과로, 대조구에 비해 모든 처리구에서 지방함량이 유의적으로 높게 나타남
- 이는 보호지방과 지용성 비타민인 비타민 E를 첨가하였기 때문에 증가한 것으로 사료됨

표 6. 시험사료의 지방산 조성

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Total FA, mg/g	18.1 ^b	21.5 ^a	18.6 ^b	22.3 ^a	0.385	<0.001
C14:0, % of total FA	4.27 ^b	6.18 ^a	4.29 ^b	6.01 ^a	0.273	<0.001
C16:0	20.7 ^b	22.2 ^a	20.4 ^b	21.7 ^a	0.741	0.023
C18:0	6.32 ^b	16.0 ^a	6.49 ^b	15.5 ^a	0.246	<0.001
C18:1n-9	35.0 ^a	22.8 ^b	34.4 ^a	23.2 ^b	0.341	<0.001
C18:2n-6	22.0 ^a	16.7 ^b	21.3 ^a	17.6 ^b	0.634	<0.001
C18:3n-3	12.4 ^b	16.1 ^a	13.1 ^b	16.0 ^a	0.317	<0.001
SFA	30.7 ^b	44.9 ^a	31.2 ^b	43.2 ^a	0.715	<0.001
MUFA	35.0 ^a	22.8 ^b	34.4 ^a	23.2 ^b	0.341	<0.001
PUFA	34.3 ^a	32.8 ^b	34.4 ^a	32.9 ^b	0.497	0.008

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²SFA, saturated fatty acid; MUFA, mono-unsaturated fatty acid; PUFA, poly-unsaturated fatty acid.

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

○ 표 6은 시험사료의 지방산 조성을 분석한 결과임

○ FA 처리구와 MIX 처리구에서 total fatty acid, C14:0, C16:0, C18:0 및 C18:3 n-3는 유의적으로 증가하였고, C18:1과 C18:2 함량은 유의적으로 감소함

이는 사료 중 지방함량의 증가로 인하여 지방산 조성이 변화한 것으로 사료됨

다. 사료 중 비타민 E 급여가 한우암소의 대사 생리에 미치는 영향 조사

○ 사료 중 보호 지방산과 비타민 E를 급여하였을 때 한우암소의 대사 생리에 미치는 영향 조사

○ 먼저 사료의 소화율을 조사하기 위해 *in vitro* 소화율 실험을 실시함

○ 시험에 이용된 사료는 조농비율 7:3의 사료를 이용하였으며, 처리구로는 무첨가구(CON), 보호지방산 1% 첨가구(FA), 비타민 E 1% 첨가구(VE), 보호지방산+비타민 E 1% 첨가구(MIX) 4 처리구로 설정함

○ 실험은 gas production system을 이용하여 반추위액, 버퍼 및 시험사료를 72시간 배양하여 처리구당 4반복으로 실시하였으며, 분석은 *in vitro* 소화율(IVDMD과 IVNDFD), 발효특성 및 가스량을 측정함

○ 다음으로 본 시험으로 평균 2.7산차의 한우암소 40두를 공시하여 처리구당 10두를 배치함

○ 시험기간은 인공수전 전 30일부터 일공수정 후 42일동안 실험을 실시하였으며 사료는 아침과 저녁 2번 급여하고 처리구는 *in vitro* 실험 처리구를 동일하게 설정함

○ 시험에 이용된 사료는 지방산과 영양소함량을 분석하였으며, 한우암소는 산차, BCS, 사료섭취량, 영양소 소화율, 반추위내 발효특성 및 혈액성상을 분석함

○ 혈액은 경정맥을 통하여 인공수정직전과 인공수정 후 42일에 각각 채취함

표 7. 사료첨가제가 반추위 내 72 시간 발효 시켰을 때 소화율과 발효특성에 미치는 영향(두=4)

Item	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
<i>In vitro</i> digestibility, % DM						
IVDMD	46.2	47.9	46.7	47.2	1.452	0.703

IVNDFD	35.9	38.5	36.9	38.0	1.424	0.371
Fermentation characteristics						
pH	6.54	6.62	6.59	6.59	0.032	0.068
Ammonia-N, mg N/100 mL	27.8	27.5	27.8	28.5	0.535	0.241
Total VFA, mM/L	67.1 ^b	71.3 ^a	69.4 ^{ab}	69.7 ^{ab}	0.906	0.011
Acetate, % molar	64.1	62.8	64.1	62.9	0.719	0.107
Propionate	20.3	20.8	19.0	20.5	0.769	0.149
Iso-butyrate	0.81	1.04	0.99	1.02	0.101	0.087
Butyrate	13.2	12.7	13.2	12.8	0.483	0.455
Iso-butyrate	1.67	2.15	2.04	2.10	0.178	0.158
Valerate	0.16	0.35	0.37	0.53	0.115	0.172
Acetate:propionate	3.16	3.02	3.36	3.07	0.052	0.118

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

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

- 표 7은 사료첨가제가 반추위내 미치는 영향을 조사한 결과임
- 소화율은 처리구간 유의적인 차이가 없으며 발효특성에서는 total VFA가 FA 처리구에서 유의적으로 높게 나타남
- 이는 보호지방을 첨가하여 지방산 함량이 증가한 것으로 사료됨

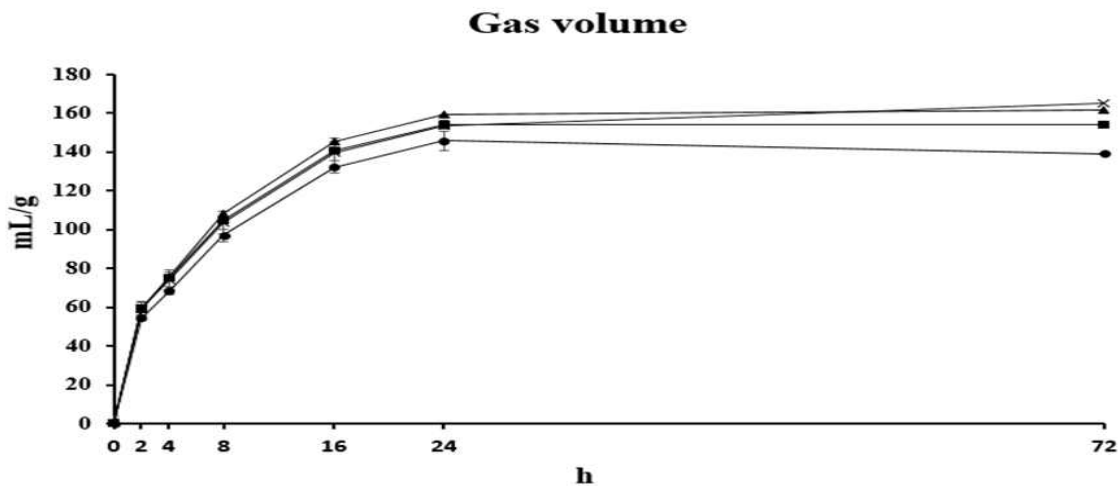


그림 1. 반추위 내 72시간 발효 시켰을 때 사료첨가제에 따른 가스함량 변화. CON (●), without supplement; PF (■), supplemented 1% protected fat; VE (▲), supplemented 1% vitamin E; and MIX (X) supplemented 1% mixture of PF and VE at ratio 1:1 (n=4). The value different between group within same h *P<0.05, **P<0.01.

- 그림 1은 반추위 내 가스 발생량을 조사한 결과로 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않음

표 8. 사료첨가제가 수정 직전 한우 암소의 사료섭취량, 산차, BCS 및 임신율에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Feed intake, kg/d	7.20	7.20	7.20	7.20	-	-
Parity	2.67	2.83	2.75	2.61	0.439	0.160

Body condition score	2.88	2.92	3.25	2.96	1.426	0.379
Pregnancy rate, %	60	70	70	70	-	-

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²Pregnancy rate was determined on 42 d after AI.

- 표 8은 사료첨가제가 수정 직전 한우 암소의 사료섭취량과 산차, BCS 및 임신율에 미치는 영향을 조사한 결과임
- 사료섭취량은 처리구 모두 동일하였고, 산차와 BCS는 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않음
- 임신율은 대조구를 제외한 처리구에서 증가함

표 9. 사료첨가제가 수정 직전 한우암소의 혈중 지방산 조성에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Total FA, mg/mL	30.7	32.3	29.5	30.1	4.002	0.683
C14:0, % of total FA	0.91	0.43	0.40	0.37	0.433	0.054
C16:0	12.5	12.7	13.6	15.5	2.070	0.041
C18:0	30.0 ^b	35.5 ^a	30.3 ^b	32.6 ^{ab}	3.600	0.021
C18:1n-9	24.3 ^a	20.6 ^b	22.9 ^{ab}	21.4 ^{ab}	2.130	0.037
C18:2n-6	31.0	28.9	31.0	30.9	4.528	0.126
C18:3n-3	1.65	1.92	1.46	1.66	0.275	0.150
C20:4n-6	0.14	0.18	0.15	0.12	0.075	0.520
C22:4n-6	0.03	0.05	0.06	0.06	0.025	0.070
C22:5n-3	0.31	0.31	0.29	0.3	0.081	0.877
SFA	43.7	46.9	43.8	47.5	5.600	0.386
MUFA	24.3 ^a	20.6 ^b	22.9 ^{ab}	21.4 ^{ab}	2.130	0.037
PUFA	32.8	28.6	34.1	31.0	4.734	0.183

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²SFA, saturated fatty acid; MUFA, mono-unsaturated fatty acid; PUFA, poly-unsaturated fatty acid.

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

- 표 9는 사료첨가제가 수정 직전 한우암소의 혈중 지방산 조성에 미치는 영향을 조사한 결과임
- FA와 MIX 처리구에서 C18:0 함량은 증가하였지만 C18:1 n-9 함량은 감소함
- 이는 사료 지방산 차이에 의한 것으로 사료됨

표 10. 사료첨가제가 수정 직전 한우암소의 혈중 대사산물과 호르몬에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Metabolite						
Vitamin E, μ mol/L	7.08 ^b	7.97 ^b	11.8 ^a	10.9 ^a	2.400	0.001
BUN, mg/dL	10.9	10.8	10.0	10.2	2.504	0.807
Glucose, mg/dL	52.9	60.6	49.9	57.0	8.316	0.069
Hormone						

LH, ng/mL	1.43	1.28	1.13	1.01	0.607	0.538
FSH, ng/mL	1.00	1.12	1.05	1.00	0.210	0.515
Progesterone, ng/mL	>30.0	>30.0	>30.0	>30.0	-	-
Estrogen, pg/mL	69.2 ^a	31.2 ^b	21.6 ^b	21.8 ^b	9.860	0.001

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²BUN, blood urea nitrogen.

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

○ 표 10은 사료첨가제가 수정 직전 한우 암소의 혈중 대사산물과 호르몬에 미치는 영향을 조사한 결과임

○ FA와 MIX 처리구에서 비타민 E 함량이 유의적으로 높게 나타났고 대조구에서 estrogen 함량일 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타남

○ 이로 인하여 인신에 영향을 미친 것으로 사료됨

표 11. 사료첨가제가 수정 42일 후 한우암소의 혈중 지방산 조성에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Total FA, mg/mL	15.7 ^b	19.9 ^a	15.0 ^b	21.3 ^a	2.958	0.003
C14:0, % of total FA	0.47 ^{ab}	0.39 ^b	0.54 ^a	0.46 ^{ab}	0.060	0.001
C16:0	12.8	15.1	12.9	14.0	2.413	0.171
C18:0	29.4 ^b	34.5 ^a	27.8 ^b	33.6 ^a	2.820	0.001
C18:1n-9	19.5 ^{ab}	17.3 ^b	21.8 ^a	19.3 ^{ab}	1.927	0.005
C18:2n-6	36.4 ^a	29.7 ^b	36.3 ^a	28.7 ^b	4.063	0.001
C18:3n-3	1.79 ^b	2.10 ^a	1.95 ^{ab}	2.12 ^a	0.222	0.046
C20:4n-6	0.11	0.14	0.13	0.12	0.054	0.817
C22:4n-6	0.07 ^{ab}	0.06 ^b	0.09 ^a	0.07 ^{ab}	0.017	0.003
C22:5n-3	0.27	0.20	0.26	0.28	0.070	0.088
SFA	42.7 ^{ab}	48.2 ^a	40.7 ^{ab}	43.0 ^{ab}	3.152	0.037
MUFA	19.5 ^{ab}	17.3 ^b	21.8 ^a	19.3 ^{ab}	1.927	0.005
PUFA	38.5	32.2	37.7	34.8	5.161	0.066

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²SFA, saturated fatty acid; MUFA, mono-unsaturated fatty acid; PUFA, poly-unsaturated fatty acid.

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

○ 표 11은 사료첨가제가 수정 42일 후 한우암소의 혈주우 지방산 조성을 분석할 결과임

○ FA와 MIX 처리구에서 total fatty acid, C18:0 및 C18:3 n-3 함량이 유의적으로 높았으며, C18:1 n-9과 C18:2 n-6 함량을 유의적으로 낮았음

○ 이는 사료 지방산 차이에 의한 것으로 사료됨

표 12. 사료첨가제가 분만 42일 후 한우암소의 혈중 대사물질과 호르몬에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Metabolite						
Vitamin-E, μ mol/L	7.59 ^b	8.62 ^{ab}	10.1 ^a	9.94 ^a	1.589	0.012
BUN, mg/dL	10.5	11.5	12.9	13.2	2.500	0.074
Glucose, mg/dL	60.6	62.8	58.3	61.90	7.016	0.548
Hormones						
LH, ng/mL	1.26	1.40	1.00	1.48	0.850	0.611

FSH, ng/mL	1.00	1.10	1.05	1.00	0.169	0.534
Progesterone, ng/mL	>30.0	>30.0	>30.0	>30.0	-	-
Estrogen, pg/mL	16.6	12.4	12.7	13.9	4.481	0.336

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²BUN, blood urea nitrogen.

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

- 표 12는 사료첨가제가 분만 42일 후 한우암소의 혈중 대사물질과 호르몬을 조사한 결과임
- VE와 MIX 처리구에서 비타민 E 함량이 유의적으로 높게 나타났으며, 호르몬 에서는 유의적인 차이가 나타나지 않음

라. 사료 중 지방산과 비타민 E 첨가 수준을 달리하였을 때 한우암소의 대사 생리에 미치는 영향 조사

- 사료 중 보호 지방산과 비타민 E를 급여하였을 때 한우암소의 대사 생리에 미치는 영향 조사
- 먼저 사료의 소화율을 조사하기 위해 *in vitro* 소화율 실험을 실시함
- 시험에 이용된 사료는 조농비율 6:4의 사료를 이용하였으며, 처리구로는 무첨가구(CON), 보호지방산 1% 첨가구(FA), 비타민 E 1% 첨가구(VE), 보호지방산+비타민 E 1% 첨가구(MIX) 4 처리구로 설정함
- 실험은 gas production system을 이용하여 반추위액, 버퍼 및 시험사료를 72시간 배양하여 처리구당 4반복으로 실시하였으며, 분석은 *in vitro* 소화율(IVDMD, IVNDFD), 발효특성 및 가스량을 측정함
- 다음으로 본 시험으로 평균 2.7산차의 한우암소 40두를 공시하여 처리구당 10두를 배치함

표13. 시험사료의 영양소 함량(%), 건물)

Item	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Dry matter	81.4	81.3	81.3	81.4	0.267	0.173
Crud protein	8.45	8.26	8.20	8.12	0.106	0.131
Ether extract	2.03 ^b	4.73 ^a	4.40 ^a	5.00 ^a	0.284	<0.001
Crud ash	8.18	8.45	8.13	8.23	0.203	0.292
Neutral detergent fiber	57.8	57.0	57.1	56.5	0.930	0.401
Acid detergent fiber	29.1	28.6	28.8	28.8	0.777	0.928

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

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

- 표 13은 시험사료의 영양소 함량을 분석한 결과임
- 대조구에 비해 모든 처리구에서 지방함량이 유의적으로 높게 나타났는데, 이는 보호지방과 지용성 비타민으로 인한 결과로 사료됨

표 14. 시험사료의 지방산 조성

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Total FA, g/mg	19.9	21.6	20.3	20.7	0.757	0.244
C14:0, % of total FA	3.64 ^b	6.30 ^a	3.94 ^b	6.24 ^a	0.173	<0.001
C16:0	18.6 ^b	24.9 ^a	19.1 ^b	23.6 ^a	0.801	<0.001
C18:0	4.90 ^b	9.49 ^a	5.50 ^b	9.19 ^a	0.614	<0.001

C18:1n-9	38.0 ^a	24.2 ^b	37.1 ^a	25.1 ^b	0.874	<0.001
C18:2n-6	24.5 ^a	18.6 ^b	23.7 ^a	19.0 ^b	0.851	<0.001
C18:3n-3	10.4 ^b	16.6 ^a	10.7 ^b	16.5 ^a	0.291	<0.001
SFA	27.2 ^b	40.7 ^a	28.5 ^b	39.0 ^a	1.200	<0.001
MUFA	38.0 ^a	24.2 ^b	37.1 ^a	25.1 ^b	0.873	<0.001
PUFA	34.9	35.2	34.4	35.9	0.750	0.186

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

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

○ 표 14는 시험사료의 지방산 조성을 분석한 결과로 2차년도와 동일하게 나타남

표 15. 사료첨가제가 반추위 내 72 시간 발효 시켰을 때 소화율과 발효특성에 미치는 영향(두=4)

Item	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
<i>In vitro</i> digestibility						
IVDMD, % DM	46.5	46.2	46.7	46.7	1.926	0.987
IVNDFD, % DM	36.5	37.0	36.8	36.3	1.368	0.949
Fermentation characteristics						
pH	6.61	6.60	6.57	6.55	0.044	0.332
Ammonia-N, mg N/100 mL	25.9	27.5	27.5	27.8	1.107	0.221
Total VFA, mM/L	68.0	68.1	68.1	69.8	1.072	0.318
Acetate, % molar	62.0	62.3	63.6	63.8	0.800	0.090
Propionate	20.5	20.1	20.0	19.5	0.903	0.655
Iso-butyrate	1.10	1.07	1.07	0.99	0.171	0.873
Butyrate	13.3	13.6	13.5	13.2	0.554	0.788
Iso-butyrate	2.30	2.03	2.25	2.07	0.410	0.811
Valerate	0.84	0.46	0.09	0.34	0.329	0.114
Acetate:propionate	3.04	3.10	3.19	3.27	0.169	0.439

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

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

○ 표 15는 사료첨가제가 반추위내 소화율과 발효 특성에 미치는 영향을 분석한 결과임

○ 소화율과 발효특성 모두 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않음

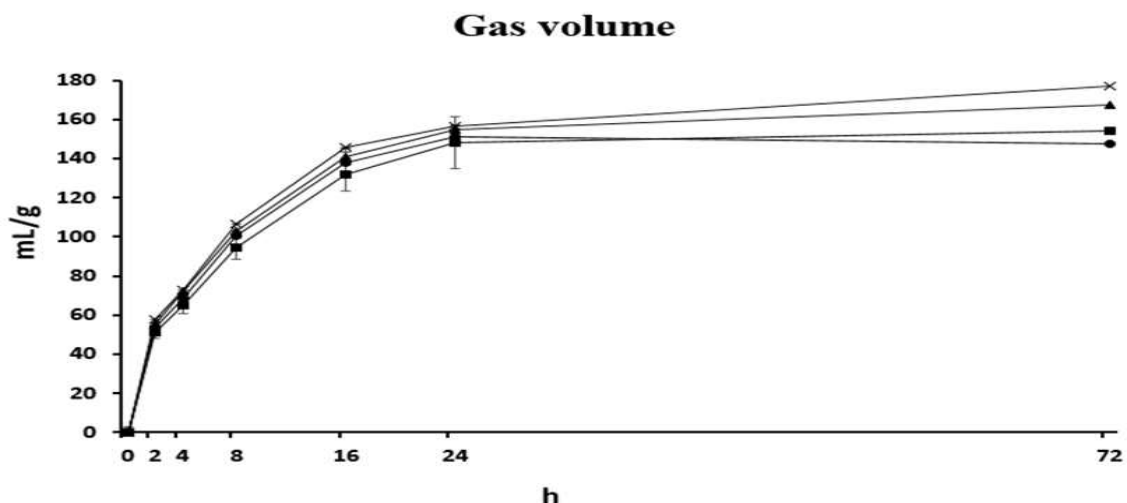


그림 2. 반추위 내 72시간 발효 시켰을 때 사료첨가제에 따른 가스함량 변화. CON (●), without supplement; PF (■), supplemented 1% protected fat; VE (▲), supplemented 1% vitamin E; and MIX (X) supplemented 1% mixture of PF and VE at ratio 1:1 (n=4). The value different between group within same h *P<0.05, **P<0.01.

○ 그림 2는 반추위내 가스 발생량을 분석한 결과로 가스 발생량은 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않음

표 16. 사료첨가제가 분만 후 35일된 한우암소의 사료섭취량, 산차 및 BCS에 미치는 영향(두=10)

Item	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Feed intake, kg/d	7.20	7.20	7.20	7.20	-	-
Parity	2.67	2.83	2.75	2.61	0.439	0.160
Body condition score	2.88	2.92	3.25	2.96	1.426	0.379

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

○ 표 16은 사료첨가제가 분만 후 35일된 한우암소의 사료섭취량, 산차 및 BCS에 미치는 영향은 분석한 결과임

○ 모든 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않음

표 17. 사료첨가제가 분만 35일 후 한우암소의 혈중 지방산 조성에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Total FA, g/mL	8.26	8.77	7.09	10.4	2.154	0.076*
C14:0, % of total FA	0.46	0.49	0.45	0.41	0.064	0.166
C16:0	12.5	14.6	13.4	15.0	1.754	0.066
C18:0	28.0 ^b	32.7 ^a	28.6 ^b	32.1 ^a	2.860	0.026
C18:1n-9	25.6 ^{ab}	25.1 ^b	29.8 ^a	26.1 ^b	2.434	0.045
C18:2n-6	31.6 ^a	25.1 ^b	29.8 ^a	26.1 ^b	2.181	0.001
C18:3n-3	2.08 ^b	2.91 ^a	2.03 ^b	2.47 ^{ab}	0.412	0.044
C22:4n-6	0.05	0.04	0.05	0.04	0.042	0.891
C22:5n-3	0.19	0.28	0.22	0.20	0.080	0.151
SFA	41.0	43.2	43.3	45.0	4.198	0.448
MUFA	25.6 ^{ab}	23.0 ^b	26.6 ^{ab}	29.8 ^a	2.434	0.045
PUFA	33.9 ^a	27.9 ^b	31.9 ^{ab}	29.8 ^{ab}	2.614	0.001

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²SFA, saturated fatty acid; MUFA, mono-unsaturated fatty acid; PUFA, poly-unsaturated fatty acid.

^{ab}Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05).

○ 표 17은 사료첨가제가 분만 35일 후 한우암소의 혈중 지방산 조성을 분석한 결과임

○ FA와 MIX 처리구에서 C18:0과 C18:3 n-3 함량이 유의적으로 높았으며, C18:1 n-9과 C18:2 n-6 함량은 유의적으로 낮게 나타남

○ 이는 사료 지방산 차이에 의한 것으로 사료됨

표 18. 사료첨가제가 분만 35일 후 한우암소의 혈중 대사물질과 호르몬에 미치는 영향(n=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Metabolites						
Vitamin E, μ mol/L	8.56 ^b	8.54 ^b	10.7 ^a	11.7 ^a	2.400	0.001
BUN, mg/dL	8.80	9.17	9.02	8.98	2.278	0.991
Glucose, mg/dL	58.9	61.9	61.2	62.3	7.478	0.821
Hormones						

LH, ng/mL	1.71	1.98	1.14	2.85	1.428	0.202
FSH, ng/mL	1.00	1.12	1.05	1.00	0.210	0.515
Progesterone, ng/mL	>30.0	>30.0	>30.0	>30.0	-	-
Estrogen, pg/mL	14.0	17.2	10.0	12.8	5.788	0.257

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²BUN, blood urea nitrogen.

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

○ 표 18은 사료첨가제가 분만 35일 후 한우암소의 혈중 대사물질과 호르몬에 미치는 영향을 분석한 결과임

○ VE와 MIX 처리구에서 비타민 E 함량이 유의적으로 높게 나타났으며, 다른 호르몬에서는 처리구간 유의적인 차이가 나타나지 않음

마. 최적의 지방산과 비타민 E 첨가수준이 수정란 이식우의 임신전, 임신 초·중·말기 한우 암소의 대사 생리에 미치는 영향 조사

○ 사료 중 보호 지방산과 비타민 E를 급여하였을 때 한우암소의 대사 생리에 미치는 영향 조사

○ 시험에 이용된 사료는 조농비율 6:4의 사료를 이용하였으며, 처리구로는 무첨가구(CON), 보호지방산 1% 첨가구(FA), 비타민 E 1% 첨가구(VE), 보호지방산+비타민 E 1% 첨가구(MIX) 4 처리구로 설정함

○ 본 시험으로 평균 2.7산차의 한우암소에서 분만된 송아지를 40두 공시하여 처리구당 10두를 배치함

○ 시험기간은 분만 전 30일부터 분만 후 35일 동안 실험을 실시하였으며 사료는 아침과 저녁 2번 급여하고 처리구는 *in vitro* 실험 처리구를 동일하게 설정함

○ 시험에 이용된 송아지는 혈액의 지방산과 대사물질, 생산성과 설사 빈도를 분석함

○ 혈액은 경정맥을 통하여 송아지는 생 후 21일령에 채취하였으며, 송아지 설사는 매일 분석함

표 19. 사료첨가제가 생후 21일된 송아지의 혈중 지방산 조성에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Total FA, g/mL	20.6	22.6	18.2	20.6	4.109	0.514
C14:0, % of total FA	0.47	0.42	0.56	0.54	0.118	0.344
C16:0	18.2	17.5	18.0	17.2	2.600	0.871
C18:0	31.5	35.9	33.4	34.8	3.981	0.362
C18:1n-9	17.6 ^{ab}	15.1 ^b	18.7 ^a	14.7 ^b	2.260	0.048
C18:2n-6	28.8	26.0	29.8	27.3	3.226	0.786
C18:3n-3	2.09	2.50	1.92	2.29	0.393	0.077
C22:4n-6	0.01	0.07	0.02	0.01	0.082	0.428
C22:5n-3	0.38	0.32	0.16	0.25	0.157	0.155
SFA	52.6	54.4	52.3	52.5	6.220	0.923
MUFA	17.6 ^{ab}	15.1 ^b	18.7 ^a	14.7 ^b	2.260	0.048
PUFA	30.9	32.8	30.3	30.5	6.759	0.747

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²SFA, saturated fatty acid; MUFA, mono-unsaturated fatty acid; PUFA, poly-unsaturated fatty acid.

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

○ 표 19는 사료첨가제가 생후 21일된 송아지의 혈중 지방산 조성에 미치는 영향을 조사한 결과임

○ FA와 MIX 처리구에서 C18:1 n-9 함량이 유의적으로 낮게 나타났으며, 다른 지방산에는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나 어미 혈액과 유사한 조성을 보인 것으로 사료됨

표 20. 사료첨가제가 생후 21일된 송아지의 생산성과 혈중 대사물질에 미치는 영향(두=10)

Item ²	Treatment ¹				SEM	P-value
	CON	PF	VE	MIX		
Animal performance						
Initial body weight, kg	26.3 ^b	30.5 ^{ab}	32.8 ^a	28.8 ^{ab}	3.048	0.012
Final body weight, kg	37.2	40.0	39.8	39.4	5.678	0.834
Diarrhea number	3.14 ^a	2.33 ^{ab}	1.33 ^b	2.25 ^{ab}	1.138	0.044
Blood metabolite						
Vitamin-E, μ mol/L	3.03 ^b	2.75 ^b	5.00 ^a	3.68 ^{ab}	0.893	0.017
BUN, mg/dL	9.30	10.2	8.50	10.1	1.236	0.108
Glucose, mg/dL	102	110	119	105	11.85	0.066

¹CON, without supplement; PF, supplemented 1% protected fat; VE, supplemented 1% vitamin E; MIX, supplemented 1% mixture of PF and VE at 1:1 ratio.

²BUN, blood urea nitrogen.

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

○ 표 20은 사료첨가제가 생후 21일된 송아지의 생산성과 혈중 대사물질에 미치는 영향을 조사한 결과임

○ VE 처리구에서 생시 체중은 유의적으로 높았으며, 설사빈도는 유의적으로 낮게 나타났으며 비타민 E 함량은 유의적으로 높게 나타남

○ 위의 결과로 보아 비타민 E가 송아지 생산성에 영향을 미친다고 사료됨

바. 최적 영양소 공급 수준과 사료첨가제를 이용한 수정란 이식 성공률 개선 기술 정립

○ 선행 연구에서 도출된 수정란 이식우를 위한 최적의 사료(보호지방산과 비타민 E)에 대한 대규모 현장 적용 중(현재 참여의지가 있는 경남한우개량농가동우회 회원에게 실시 중)

사. 도출된 결과를 활용한 농가컨설팅 및 교육을 통한 성과 확산

○ 제2세부과제에서 수정란을 이식할 한우농가(합천축협과 합천축협 소속 개인농가)를 대상으로 합천축협 사료공장에서 제조한 시험 사료를 농가에 보급 중

○ 경상대학교 최고농업경영자 과정, 영·호남 광역한우산학연합력단 등을 통하여 한우농가 교육 및 컨설팅 상시로 실시 중

컨설팅 농가 수	컨설팅/ 현장방분		전화/서면 상담		현장교육		워크숍, 세미나	
	회	명	회	명	회	인원	회	명
115호	160	209	160	209	23	863	7	586

○ 합천축협을 통하여 선행연구에서 도출된 최적의 사료를 이용하여 기술이전 및 산업화 추진 중

「제2협동 : 한우의 생산성 제고를 위한 비육기간 단축 프로그램 개발(전북대 최낙진)」

가. 조기비육 및 출하일령 단축을 위한 전용사료의 반추위 *in vitro* 발효성상 구명

조기비육 사료에 따른 적정성을 알기 위해 반추위 발효성상을 연구하였다. 반추위 액은 캐놀라가 장착된 한우 거세우 2 두를 공시하여 오전(8 시)과 오후(5 시)로 하루 2 회에 걸쳐 배합 사료 및 볏짚을 급여하였다. 인공 반추위액을 만들기 위하여 실험 당일 공시축의 사료 급여 전 반추위액을 채취하여 사용하였다. 반추위액은 4 겹의 거즈로 여과 후 2 L 보온병에 담아 산소의 침입을 차단한 상태로 1 시간 이내에 실험실로 운반하였다. 운반된 반추위 액을 다시 2 겹의 거즈로 여과 후 McDougall's buffer solution (McDougall, 1948)과 반추위액을 4:1 비율로 혼합하여 O₂ free CO₂로 bubbling하여 pH를 7.0으로 보정하고 rumen inoculum으로 사용하였다. 모든 실험은 Tilley와 Terry (1963)의 방법에 따라 3 반복으로 진행하였으며 배양시간은 단계별 소화율을 확인하기 위하여 0, 3, 6, 9, 12, 24 및 48 시간으로 설정하였다. 총 가스 발생량은 발효가 종료된 배양병을 상온에서 10 분 간 상온에서 식힌 후 유리 주사기를 이용하여 측정하였으며 pH를 측정하였다. pH는 pH meter (S 20 Seven easy™, Mettler-Toledo, USA)를 이용하여 측정하였으며 암모니아태 질소 Chaney와 Mabach (1962)의 방법에 따라 분광광도계(Optizen UV2120, Mecasis, Korea)를 이용하여 630 nm에서 흡광도를 측정하였다. 휘발성 지방산은 Erwin 등 (1961)의 방법에 근거하여 발효가 종료된 배양액을 4,000 rpm에서 원심분리를 15 분간 하고 microcentrifuge tube에 1 mL을 회수하여 미생물의 작용을 억제하기 위하여 0.2 mL의 메타인산을 첨가 후 실온에서 30 분간 정치시킨 후, 다시 13,000 rpm에서 10 분간 원심분리 후 상층액을 syringe filter로 여과 후 fused silica capillary column (0.25 mm i.d. × 0.25 μm film × 30 m length, Nukol™, SUPECO, USA)이 장착된 gas chromatography (HP7890, Agilent, CA. USA)로 측정하였다. Gas chromatography의 온도는 oven, injector 및 detector 각각 200℃, 220℃ 및 200℃ 로 설정하여 분석을 진행하였다. 통계분석은 one way ANOVA (analysis of variance)를 이용한 각 배양 시간의 처리 수준별 효과 분석과 two way ANOVA를 이용한 처리수준의 효과, 배양시간별 효과 및 상관관계를 분석하였다.

나. 조기비육 및 출하일령 단축을 위한 전용사료의 반추위 *in situ* 소화율 구명

에너지 수준별 비육전기 및 중기 사료 개발 및 사료 평가를 위해 반추위 캐놀라가 장착된 육우 2 두를 공시하였다. 측정을 위해 nylon bag (NB)을 사용하여 internal dimension이 9 x 5 cm 크기로 제작하였고 약 2 g의 시료를 각각 칭량하여 NB에 넣은 후 39 ~ 40℃ 온수에서 약 30 분간 침지시켰다. 반추위 안에 오전사료 급여와 동시에 발효 시간별(0, 4, 8, 12, 24, 48 및 72 시간)로 망을 투입하였고 발효 시간별로 반추위에서 NB를 회수하였다. NB은 미생물의 성장을 억제시키기 위하여 회수한 즉시 얼음물에 침지시킨 후 흐르는 물에 충분히 세척 하였다. 세척이 완료된 NB는 60℃의 환류 건조기에서 48 시간 건조 후 소화율을 측정하였다. 영양소 분해율은 Ørskov와 McDonald (1979)의 방법을 이용하여 산출하였다. 유효분해도는 (Effective ruminal degradability, ED)는 반추위 내 사료의 통과속도를 시간 당 2%로 가정하여 유효분해도 = $a+b\{c/(c+r)\}$ (a-c, 건물 분해율 상수; r, 사료의 반추위 통과속도(passage rate)로서 시간 당 2%로 가정) 식으로 구하였다.

다. 조기비육 및 출하일령 단축을 위한 전용사료의 한우 거세우 현장적용 시험

조기비육 전용사료의 현장 적용 사양의 검증을 위해 육성기의 한우 90 두를 공시하여 시험사료 급여를 하루 2 회 오전(08:00)과 오후(17:30)에 급여하고 물과 미네랄은 자유섭취토록 하였다. 처리구별 45 두를 9 개의 우방으로 나누어 배치하였고, 시험구는 관행 사양 조건의 비육단계별 사료를 급여한 대조구와 에너지, 단백질 등의 영양소 수준을 달리한 사료를 급여하는 처리구로 배치하였다. 사양성적의 측정을 위해 체중은 2 개월 간격으로 측정하였고 사료 잔량은 주 2 회 측정하였다. 에너지와 단백질 수준별 비육전기 중기 근육단백질 및 근내지방 합성 효율 분석은 조기비육 전용사료의 현장 적용 사양의 검증의 방법과 같이 시행하였다. 비육후기 전용 사양프로그램 개발 및 개발 프로그램의 검정을 위하여 90 두를 공시하였고 처리구별 45 두를 9 개의 우방으로 나누어 배치하였다. 대조구는 관행 사양 조건에 따른 시험기간 3까지 비육전기 사료를 급여하고 시험기간 4부터 비육후기 사료를 급여하였다. 시험구는 비육기단축이라는 목표에 맞추어 에너지가 높은 비육후기 사료를 시험기간 3부터 급여하였다. 시험사료의 화학적 성분은 아래의 표 1과 같다. 체중은 2 개월 간격으로 측정하고 사료 잔량은 주 2 회로 동일하게 측정하였다.

표 1. 시험사료의 화학적 성분 조성(%)

항목	비육 전기	비육 후기
건물(% 원물)	63.45	62.77
	% 건물	
조단백질	13.78	12.97
조지방	5.25	5.62
중성제불용성섬유	33.33	28.32
산성제불용성섬유	17.31	16.37
조회분	4.97	4.74
비섬유성 탄수화물	42.67	48.35

라. 비육말기 등지방두께 감소를 위한 기능성 첨가제의 한우 미경산우 적용시험

비육말기 등지방 두께 감소를 위한 기능성 첨가제의 급여 실험을 위해 한우 미경산 비육우 80 두를 공시하여 각 처리구별 40 두를 8 우방으로 배치하였고, 대조구와 처리구는 동일한 시판사료를 급여하였다. 보호아미노산 첨가제는 처리구에 0.05% top dressing하여 급여하였다. 체중 및 체적은 2 개월 간격으로 측정하였고 사료잔량은 주 2 회 측정하였다. 초음파는 4 개월 간격으로 측정하여 첨가제의 효과를 확인하고자 하였다.

마. 비육말기 등지방두께 감소를 위한 기능성 첨가제의 한우 거세우 적용시험

비육말기 등지방 두께 감소를 위한 기능성 첨가제 개발 및 급여를 위하여 17 개월령의 한우 거세 비육우 40 두를 공시하였고 각 20 두를 8 개의 우방으로 나누어 배치하였다. 사양에 사용된 사료성분은 표 2와 동일하며 처리구의 경우 보호아미노산첨가제는 급여사료의 0.05% (w/w)를 top-dressing하여 급여하였다. 사양성적측정은 동일하게 이루어졌다. 기능성 첨가제의 정확한 효과 검증을 위해 20 개월령의 한우 거세 비육우 35두를 대상으로 반복 시험하였다.

2-2. 연구수행 결과

가. 조기비육 및 출하일령 단축을 위한 전용사료의 반추위 *in vitro* 발효성상 구명

조기비육 전용사료 적용 반추위 *in vitro* 발효 정상 연구결과 시험사료로 대조구의 조단백질 함량은 13.55%이었고, 조기비육 전용사료(처리구)의 조단백질 함량은 12.97%로 나타났다. 표 3은 반추위 pH를 나타내며, 전시간대 모든 시험구에서 반추위 발효 적정 범위인 5.8 ~ 7.2 내에 속하는 것으로 나타난다. 따라서 반추위 발효에 부(-)의 영향이 없었다고 사료된다.

표 2. 시험사료 급여시 반추위 *in vitro* 배양 시간에 따른 pH

배양시간	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
0	6.98	6.99	0.006	0.723
3	6.92	6.94	0.006	0.122
6	6.84	6.82	0.004	0.229
9	6.76	6.76	0.014	0.275
12	6.70	6.64	0.010	<0.05
24	6.65	6.57	0.014	<0.05
48	6.59	6.53	0.011	<0.05

¹SEM, standard error of mean.

반추위 발효 가스생성량은 표 3에서 나타내었다. 발효 6 시간에서는 처리구가 대조구보다 유의적으로 높은 가스생성량을 나타냈고 12 시간 이후 모든 시간대에서 대조구가 유의적으로 높은 가스 생성량이 나타났다(P<0.05). 따라서 조기비육 전용사료의 경우 일반 육성기 사료보다 농후사료 비율이 높아 발효에 영향을 미친 것으로 생각된다.

표 3. 시험사료 급여시 반추위 *in vitro* 배양 시간에 따른 가스 생성량(mL)

배양시간	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
3	15.00	16.00	0.289	0.296
6	34.00	38.67	0.754	<0.05
9	51.33	53.67	2.646	0.275
12	59.67	71.33	2.048	<0.05
24	79.00	96.00	2.995	<0.05
48	107.67	94.33	2.501	<0.05

¹SEM, standard error of mean.

반추위 발효 암모니아태 질소 생성량은 표 4에서 보는 것과 같다. 발효 6 및 48 시간을 제외한 모든 시간에서 대조구가 처리구보다 높은 암모니아태 질소생성량을 나타냈다(P<0.05). 발효 48 시간의 처리구는 대조구보다 유의적으로 높은 암모니아태 질소생성량을 나타냈다(P<0.05).

표 4. 시험사료 급여시 반추위 *in vitro* 배양 시간에 따른 암모니아태 질소(mg/100mL)

배양시간	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
0	3.48	3.28	0.035	<0.05
3	3.69	3.87	0.054	<0.05
6	1.90	1.73	0.071	0.398
9	1.45	0.50	0.163	<0.05
12	1.63	0.94	0.146	<0.05
24	6.46	6.43	0.141	<0.05
48	14.96	15.67	0.274	<0.05

¹SEM, standard error of mean.

반추위 발효 건물소화율은 표 5에서 보는 것과 같다. 발효 6, 24 및 48 시간의 건물소화율은 처리구에서 대조구보다 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 반추위 발효 초기에 소화율이 높게 나타난 것이 48 시간 건물소화율에도 영향을 미친 것으로 사료된다.

표 5. 시험사료 급여시 반추위 *in vitro* 배양 시간에 따른 건물소화율(%)

배양시간	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
0	17.29	17.86	1.107	0.255
3	21.69	20.68	0.389	0.621

6	29.15	30.93	0.421	<0.05
9	40.67	51.57	3.182	0.357
12	44.38	49.13	1.027	0.115
24	54.10	65.37	1.970	<0.05
48	69.87	79.69	1.574	<0.05

¹SEM, standard error of mean.

반추위 발효 휘발성지방산 생성량은 표 6에서 보는 것과 같다. 총 휘발성지방산 생성량은 처리구가 대조구보다 6, 12, 24 및 48 시간의 발효에서 유의적으로 높게 나타났다(P<0.05). 휘발성 지방산 중 acetate는 6, 12 및 48 시간의 발효에서 처리구가 대조구보다 높았으며(P<0.05), propionate와 butyrate는 0과 3 시간을 제외한 모든 시간에서 대조구보다 처리구가 높게 나타났다(P<0.05). Valerate는 24, 48 시간에서 대조구보다 처리구가 높게 나타났으며(P<0.05), A/P ratio는 전 시간대 모든 시험구에서 정상범위인 2 이상의 수치를 나타냈다. 반추위 휘발성지방산 생성량은 발효의 지표로 사용되어 조기비육 전용사료는 발효가 잘 나타난 것으로 보인다. 종합적으로 본 시험의 *in vitro* 발효성상에서 조기비육 전용사료는 반추위 발효에 부(-)의 영향이 없고 발효가 잘 이루어지는 것으로 판단된다.

표 6. 시험사료 급여시 반추위 *in vitro* 배양 시간에 따른 휘발성지방산(mM)

배양시간	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
Total VFA				
0	26.98	25.45	0.505	0.204
3	40.94	40.14	0.249	0.282
6	40.86	47.18	1.174	<0.05
9	50.03	55.98	1.121	0.089
12	55.45	63.16	1.178	<0.05
24	70.46	76.71	1.192	<0.05
48	86.47	92.72	1.378	<0.05
Acetate				
0	14.71	13.46	0.312	0.161
3	22.06	21.34	0.152	0.106
6	22.32	25.61	0.645	<0.05
9	28.26	30.63	0.482	0.098
12	31.88	35.32	0.526	<0.05
24	40.86	42.86	0.500	0.278
48	46.03	48.42	0.513	<0.05
Propionate				
0	5.86	5.64	0.110	0.200
3	9.92	9.92	0.056	0.438
6	10.32	12.15	0.320	<0.05
9	12.81	15.07	0.369	<0.05
12	14.14	16.62	0.392	<0.05
24	17.26	19.65	0.443	<0.05
48	20.63	22.46	0.425	<0.05
Butyrate				
0	4.90	4.81	0.080	0.229
3	6.77	6.73	0.041	0.443
6	6.38	7.46	0.188	<0.05
9	7.21	8.36	0.179	<0.05
12	7.85	9.07	0.196	<0.05
24	9.51	11.18	0.298	<0.05
48	13.32	14.88	0.347	<0.05
Valerate				

0	1.51	1.53	0.026	0.189
3	2.18	2.16	0.021	0.648
6	1.84	1.97	0.039	0.450
9	1.81	1.93	0.028	0.278
12	2.21	2.14	0.056	0.829
24	2.83	3.03	0.038	<0.05
48	6.48	6.94	0.116	<0.05
A/P ratio				
0	2.51	2.39	0.022	<0.05
3	2.22	2.15	0.011	<0.05
6	2.16	2.11	0.012	0.177
9	2.21	2.03	0.032	<0.05
12	2.25	2.13	0.023	<0.05
24	2.37	2.18	0.037	<0.05
48	2.23	2.16	0.021	<0.05

¹SEM, standard error of mean.

나. 조기비육 및 출하월령 단축을 위한 전용사료의 반추위 *in situ* 소화율 구명

에너지 수준별 비육전기 및 중기 사료 개발 및 사료 평가 결과이다. 건물소화율의 경우 모든 발효시간에서 대조구보다 비육 기간 단축용 시험구가 높게 나타났고, 유효분해도 또한 대조구가 46.71%, 시험구가 50.76으로 대조구보다 시험구에서 높게 나타나는 것을 확인하였다. 결과적으로 비육 기간 단축용 시험사료는 기존사료와 비교하였을 때 반추위 발효를 저해하지 않으며 소화가 잘 이루어지는 적절한 사료로 판단된다.

표 7. 시험사료 급여 시 반추위 영양소분해율 및 유효분해도

항목	대조구	처리구	SEM ¹
a (%)	39.82	43.66	1.110
b (%)	13.78	14.19	0.266
a+b (%)	53.60	57.85	1.263
c	0.02	0.02	0.000
유효분해도(%)	46.71	50.76	1.181

¹Standard error of means.

다. 조기비육 및 출하월령 단축을 위한 전용사료의 한우 거세우 현장적용 시험

조기비육 전용사료의 현장적용 사양검증 연구를 통한 생산성 및 도체 성적 조사 결과를 표 8에 나타냈다. 두 시험구간의 증체량은 대조구보다 처리구에서 수치적으로 높게 나타났으나 통계적 유의성은 관찰되지 않았다. 사료요구율은 처리구에서 대조구보다 높게 나타났으나, 이 또한 유의성은 관찰되지 않았다. 따라서 시험의 효과를 보기에는 기간이 짧았던 것으로 생각되어 추후 성장률을 더 확인해야 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

표 8. 시험사료 급여 시 한우 거세우의 성장성적

항목	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
개시체중(kg)	414.2	436.3	4.660	<0.05
증체량(kg)	59.6	61.8	1.500	0.459
일당증체량(kg/d)	0.9	0.8	0.020	0.216
사료요구율 ²	16.5	17.5	0.490	0.333
종료체중(kg)	476.7	495.1	4.690	0.050

¹SEM, standard error of the mean.

²사료요구율, 사료섭취량/증체량.

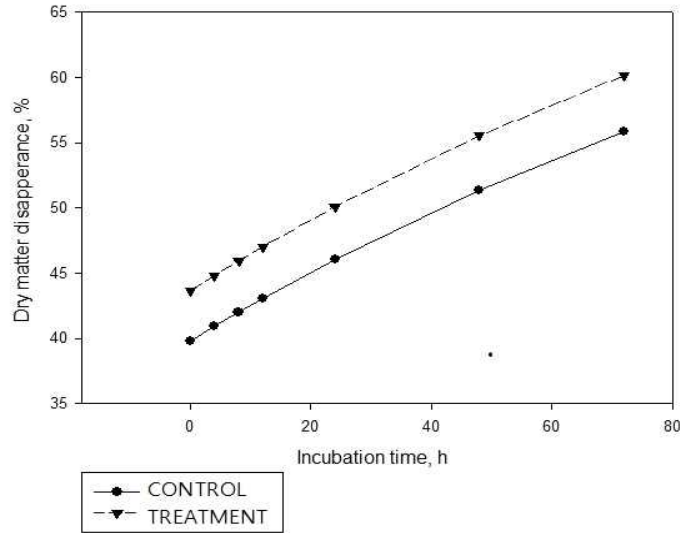


그림 1. 시험사료 급여 시 반추위 건물분해율

에너지와 단백질 수준별 비육전기 중기 근육단백질 및 근내지방 합성 효율에서 시험사료급여 시 한우 거세우의 성장성적은 표 9에서 보는 것과 같다. 개시체중에서는 유의성이 나타나지 않은 것으로 보아 시험축의 배치가 잘 이루어졌다. 전 시험기간에 따라 증체량 및 사료 요구율이 유의성이 나타나지 않았고, 비육중기에는 대조구보다 시험구에서 증체량이 수치적으로 높게 나타났다. 사료요구율이 낮게 나타났으나 유의성은 나타나지 않았으며 종료체중은 대조구보다 시험구에 높은 경향으로 나타났다($p < 0.1$). 비육후기에서는 대조구보다 시험구에서 증체량이 수치적으로 낮게 나타났고 사료요구율이 높게 나타났다. 전 시험기간 동안 증체량 및 사료 요구율의 유의성이 나타나지 않았다.

표 9. 시험사료 급여 시 한우 거세우의 성장성적

항목	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
시험기간 1				
개시체중(kg)	425.45	426.79	4.120	0.745
증체량(kg)	62.89	60.24	1.490	0.339
일당증체량(kg/d)	0.87	0.84	0.020	0.339
사료요구율 ²	16.30	16.74	0.420	0.548
종료체중(kg)	488.34	486.78	4.240	0.961
시험기간 2				
증체량(kg)	58.22	56.62	2.230	0.683
일당증체량(kg/d)	0.70	0.68	0.030	0.683
사료요구율	22.38	23.96	1.550	0.584
종료체중(kg)	544.92	543.50	4.130	0.942
시험기간 3				
증체량(kg)	77.40	81.28	6.050	0.836
일당증체량(kg/d)	0.74	0.77	0.060	0.836
사료요구율	25.56	22.46	2.790	0.223
종료체중(kg)	616.49	630.22	5.120	0.095
시험기간 4				
증체량(kg)	154.34	118.84	20.320	0.426
일당증체량(kg/d)	1.04	0.80	0.140	0.426
사료요구율	22.09	31.89	3.070	0.155
종료체중(kg)	705.57	712.33	6.200	0.618

¹SEM, standard error of the mean.

²사료요구율, 사료섭취량/증체량.

시험사료 급여 시 한우 거세우의 도체성적은 표 10에서 보는 것과 같다. 그 결과, 성장 성적에서는 큰 차이가 없었으나, 대조구는 B등급이상 출현율이 71%인데 비해 시험구에서는 78%로 도체 후 육량등급 출현율이 개선된 것을 확인하였다. 등지방 두께의 경우 대조구보다 시험구에서 수치적으로 낮게 나타났으나 유의성이 없었다. 육질등급에서는 대조구가 1⁺이상 59%였으나, 처리구에서 62%로 약간 증가한 것을 확인하였다. 결과적으로 시험사료 급여 시 육질특성에는 큰 영향이 나타나지 않았지만 육량특성 개선에는 효과가 있을 것으로 생각된다.

표 10. 시험사료급여 시 한우 거세우의 도체성적

항목	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
육량특성				
도체중(kg)	414.38	418.93	4.241	0.595
등심단면적(cm ²)	88.38	88.67	1.147	0.902
등지방두께(mm)	13.60	12.33	0.525	0.231
육량지수	64.49	65.17	0.360	0.343
육량등급 출현율 (A:B:C, %)	19:52:29	22:56:22	-	-
육질특성				
근내지방도	5.57	5.53	0.163	0.908
육질등급 출현율 (1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2, %)	14:45:29:12	9:53:27:11	-	-

¹Standard error of means.

라. 비육말기 등지방두께 감소를 위한 기능성 첨가제의 한우 미경산우 적용시험

비육말기 등지방 두께 감소를 위한 기능성 첨가제 급여 시 한우 미경산우의 성장성적은 표 11에서 보는 것과 같다. 개시체중에서는 유의성이 나타나지 않은 것으로 보아 시험축의 배치가 잘 이루어졌다. 시험기간동안 시험구가 대조구보다 유의적으로 높은 증체량을 나타냈고(p<0.05), 유의적으로 낮은 사료요구율을 나타냈다(p<0.05). 또한 시험구의 종료체중이 대조구의 종료체중보다 유의적으로 높은 결과를 보였으며(p<0.05), 이에 따라 개발된 아미노산 첨가제는 한우의 성장효율 개선에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

표 11. 비육 말기 기능성 첨가제의 급여 시 한우 미경산우의 성장성적

항목	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
시험기간 1				
개시체중(kg)	339.25	335.75	6.380	0.788
증체량(kg)	65.15	74.25	2.190	<0.05
일당증체량(kg/d)	0.89	1.02	0.030	<0.05
사료요구율 ²	14.63	10.34	0.250	<0.05
종료체중(kg)	404.40	410.00	6.540	0.674

¹SEM, standard error of the mean.

²사료요구율, 사료섭취량/증체량.

마. 비육말기 등지방두께 감소를 위한 기능성 첨가제의 한우 거세우 적용시험

한우 거세 비육우에서 첨가제 급여가 성장 성적에 미치는 효과는 표 12에서 보는 것과 같다. 개시체중에서는 유의성이 나타나지 않은 것으로 보아 시험축의 배치가 잘 이루어진 것으로 나타났다. 비육전기에는 대조구가 시험구보다 유의적으로 높은 일당증체량과 낮은 사료요구율을 보였으나, 비육후기의 경우 시험구가 대조구보다 유의적으로 높은 일당증체량과 사료요구율을 나타냈다(p<0.05). 시험구의 종료체중은 대조구의 종료체중보다 수치적으로 높은 결과를 보였으나, 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 또한, 전체 비육기간에서는 시험구에서 대조구 보다 일

당증체량이 높은 경향이 있었고(0.05<p<0.1), 사료요구율은 시험구가 대조구보다 유의적으로 낮게 나타났다(p<0.05). 따라서 이전 비육우를 대상으로 한 시험과 이후 거세 비육우 대상 시험에서 동일한 결과를 나타냈다. 결과적으로 본 연구에서 제작된 보호아미노산 첨가제는 한우의 성장효율 개선에 긍정적인 영향을 나타낼 것으로 생각된다.

표 12. 비육 말기 기능성 첨가제의 급여 시 한우 거세우의 성장성적

항목	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
비육 전기				
개시체중(kg)	316.47	319.55	4.662	0.750
증체량(kg)	0.94	0.59	0.040	<0.05
일당증체량(kg/d)	13.54	23.67	1.635	<0.05
사료요구율 ²	405.06	375.10	5.802	<0.05
비육 후기				
일당증체량(kg/d)	0.84	1.17	0.044	<0.05
사료요구율	13.33	8.32	0.581	<0.05
종료체중(kg)	503.53	511.60	6.284	0.530
전체				
일당증체량(kg/d)	0.88	0.91	0.023	0.620
사료요구율	13.23	12.03	0.300	<0.05

¹SEM, standard error of the mean.

²사료요구율, 사료섭취량/증체량.

첨가제 급여 시 한우의 도체성적은 표 13에서 보는 것과 같다. 육량특성에서는 시험구가 대조구보다 도체중이 높은 경향을 보였고(0.05<p<0.1), 시험구에서 유의적으로 높은 등심단면적을 나타냈다(p<0.05). 대조구는 B등급이상 출현율이 47%에 비하여 시험구에서는 60%로 육량 등급 출현율이 개선된 것을 확인하였다. 육질특성에서는 시험구가 대조구의 근내지방도보다 수치적으로 높게 나타났으나 유의성이 없었다. 육질등급의 경우 대조구가 1⁺이상 47% 였으나 처리구에서 60%로 증가한 것을 확인하였다. 결과적으로 보호아미노산 첨가제 급여 시 육량 및 육질 특성 개선에 효과가 있을 것으로 생각된다.

표 13. 비육 말기 기능성 첨가제의 급여 시 한우 거세우의 도체성적

항목	대조구	처리구	SEM ¹	P-value
육량특성				
도체중(kg)	418.88	438.11	3.965	0.090
등심단면적(cm ²)	84.12	90.78	1.018	<0.05
등지방두께(mm)	15.35	14.64	0.481	0.610
육량지수	62.57	63.55	0.350	0.330
육량등급(A:B:C, %)	0:47:53	8:52:40	-	-
육질특성				
근내지방도	5.18	5.91	0.169	0.130
육색	4.65	4.79	0.051	0.340
지방색	3.00	3.02	0.017	0.690
조직감	1.18	1.15	0.033	0.740
성숙도	2.12	2.10	0.030	0.810
육질등급(1 ⁺ :1 ⁺ 1:2, %)	12:35:35:18	17:43:29:11	-	-

¹Standard error of means.

기능성 첨가제의 정확한 효과 검증을 위해 한우 거세우 비육우를 대상으로 반복 시험한 결과는 표 14에서 보는 것과 같다. 대조구는 평균 28.7 개월령에 출하되었고, 시험구는 평균 27.5 개월령에 출하하였다. 출하체중의 경우 시험구가 대조구에 비해 높게 나타났으나 유의적 차이는 관찰되지 않았다. 그러나 지육율은 시험구에서 유의적으로 높게 나타났다. 시험구의 등심 단면적이 대조구에 비해 높게 나타났으나 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 등지방 두께는 시

험구가 대조구에 비해 유의적으로 낮게 나타났고($p<0.05$). 육량등급의 경우 대조구는 C 등급 출현율이 65%였으나 시험구는 38%로 낮게 나타났다. 육질등급의 경우 대조구는 2 등급 출현율이 23.5%로 시험구 9.1%에 비해 높게 나타났다. 특히 시험구의 출하체중, 도체중 및 등심단면적의 표준편차가 대조구에 비하여 낮게 나타났다. 이는 개체간의 성적 차이가 시험구에서 대조구에 비해 낮게 나타났음을 알 수 있었다.

표 14. 비육 말기 기능성 첨가제의 급여 시 한우 거세우의 성장 및 도체성적

항목	대조구	처리구	P-value
도축연령(개월)	28.71±1.201	27.48±0.49	<0.05
출하체중(kg)	721.71±84.09	730.61±41.64	0.690
도체율(%)	60.85±4.99	64.14±3.88	<0.05
도체중(kg)	424.41±58.45	423.11±28.12	0.930
등심단면적(cm ²)	84.76±13.89	87.89±7.85	0.420
등지방두께(mm)	17.94±6.92	13.67±4.72	<0.05
근내지방도	5.53±2.21	5.61±1.54	0.900
육량등급 출현율(A:B:C, %)	0:35:65	7:55:38	-
육질등급 출현율(1++:1+1:2, %)	17.7:35.3:23.5:23.5	17.2:43.4:30.4:9.1	-

¹Mean±standard deviation.

종합적으로 시험사료 급여 시 육질특성에는 큰 영향이 나타나지 않았지만 육량특성 개선에 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 보호아미노산 첨가제 급여 시 대조구보다 처리구에서 도체성적이 높게 나타나 육량 특성 및 성장 효율이 개선되는 효과가 나타났다. 도체성적의 경우 시험구에서 대조구에 비해 높은 등급출현율이 나타났다. 따라서, 본 실험의 시험사료 및 첨가제는 한우 생산성 및 도체성적에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 사료된다.

「제3협동 : 한우의 도체 내 기능성 강화를 위한 사양기술 개발(경북대 김은중)」

가. 한우 도체 내 기능성 강화를 위한 사양기술 개발

(1) 서론

구미, 유럽을 포함한 선진국뿐만 아니라 한국, 중국 등의 국가에서도 급격한 경제성장으로 인하여 식생활이 다양화되고 생활 형태가 변함에 따라서 소비자들이 섭취하는 음식에 관한 관심이 매우 높아지고 있다. 음식의 섭취와 현대인들이 쉽게 걸리는 비만, 심장병 등의 대사성 질병과의 연관성이 연구를 통하여 밝혀지고 있으며, 그 가운데에서도 축산식품에 관한 관심이 증가하고 있다(Kim et al., 2008). 일반적으로 지방으로 섭취하는 에너지의 함량이 일일 섭취량의 35%를 넘지 않도록, 그리고 포화지방의 섭취가 10%를 넘지 않도록 권고한다. 또한, 음식 중 불포화지방산과 포화지방산의 비율(P:S ratio)이 약 0.45, 오메가-6 지방산과 오메가-3 지방산의 비율이 4를 넘지 않는 음식을 섭취할 것을 권유하고 있다. 그러나 쇠고기, 양고기 등 반추동물 유래 축산물의 경우 단위동물 유래 축산물과 비교하면 포화지방산의 함량이 높은 것이 특징이며 불포화:포화지방산의 비율이 약 0.1 정도, 그리고 오메가-6:오메가-3 지방산의 비율이 2,0에 그치는 등 영양학자들이 심장병 등과의 연관성을 연구하며 우려를 표명하는 식품으로 또한 여겨지고 있다. 한우의 경우 근내지방의 침착도가 고급육의 가치를 결정하는데 크게 이바지하고 농가의 수익증대에 중요한 요인이 되기 때문에 국내 한우산업에서는 근내지방의 침착에 많은 연구가 집중되어 있다. 그러므로 심장병 등의 연구와 관련하여 의료계에서는 미디어 매체를 통하여 포화지방 섭취의 지양을 권고하였고 따라서 근내지방에

대한 부정적인 인식이 증가하는 것이 현실이다. 이러한 원인으로 한우가 섭취하는 사료원료 성분에는 목초를 비롯하여 불포화지방산의 조성이 우수한 사료원료가 많지만, 반추위 내에서 발생하는 수소첨가(Biohydrogenation)의 반응으로 인하여 불포화지방산이 포화지방산으로 전변되고 하부 소화기관에서 흡수되어 근육에 침착되므로 계육 및 돈육과 비교하여 상대적으로 포화지방의 함량이 높은 고기를 생산하기 때문이다. 그러나 초기 연구 및 유럽의 연구에 따르면 불포화지방산의 수소첨가 반응을 제어할 수 있는 방법들이 제시된 바 있으며 또한 계육이나 돈육에서 검출되지 않는 EPA, DHA 등 체내 생리적 작용이 우수한 지방산들이 반추동물 유래 축산물에 축적되어 이들에 대한 기능성이 또한 최근에 주목을 받고 있다. 본 문헌 조사에서는 기능성에 대한 정의를 반추동물 유래 축산물과 연관지어 조사하고 반추동물 유래 축산물, 특히 한우육 내 지방산의 조성에 영향을 미치는 연구들을 조사하였다.

○ 기능성 식품

- Moon et al. (2006)에 따르면 기능성 식품이란, 식품 내 성분 중 생체방어, 신체리듬 조절 질병의 방지와 회복, 노화의 억제 등에 관계하는 신체조절기능을 충분히 발휘하도록 하는 물질이 함유된 식품을 말한다. 축산물에 이용되고 있는 기능성 소재로 오메가-3 지방산 (Eicosapentaenoic acid (EPA), Docosahexaenoic acid (DHA)), lysozyme 및 tocopherol 등이 상업적으로 이용되고 있다.

- Nakamura et al. (2008)과 Rainer and Heiss (2004)에 따르면 conjugated linoleic acid (CLA)는 반추동물의 체내에서 미생물에 의하여 합성되기 때문에 반추동물 계열의 축산식품의 CLA가 풍부하다고 하였다. CLA는 사람이 섭취하였을 때 항암작용이 있다고 하며, 성인 비만환자의 체지방 감소에도 효과가 있었다.

- Oh et al. (2012)은 육계에 오메가-3 계열의 지방산을 함유하는 사료를 급여하여 계육 내 지방산 함량을 조사하는 실험을 수행하여 계육 내 오메가-3 함량을 유의적으로 증가시켰다고 보고하고 있다.

- Kim et al. (2008)에 의하면 산란계 사료 내 CLA와 불포화지방산 함유 유지를 첨가하였을 때 산란율에는 아무런 영향을 미치지 않으며, 달걀의 품질을 향상한다고 보고하였다.

- Alvarez et al. (2005)은 산란계 사료 내 CLA와 high-oleic sunflower oil을 첨가하는 실험에서 달걀 내 CLA 함량을 증가시켰으며, 난황의 수분과 탄력도가 증가한다고 보고하였다.

- Reas et al. (2004), Scollan et al (2005), Doreau et al. (2011)은 반추동물의 불포화지방산 조성을 조절하여 양고기나 쇠고기 및 우유 등에 불포화지방산의 함량을 조절하는 연구를 수행하였다. 이러한 연구들은 축산물과 관련하여 지방산이 식품 내 기능성 물질로써 사용이 될 수 있으며, 지방산의 함량 및 조성이 축산식품의 품질과 관련하여 밀접한 관련이 있다고 하였다.

○ 불포화지방산

- Scollan et al. (2005)은 축산식품 중 소고기나 양고기와 같은 반추동물 유래 육류의 경우 높은 포화지방산 함량과 낮은 불포화지방산 함량으로 인해 영양학자들 사이에서 논란이 된다고 하였다.

- Doreau et al. (2011)에 따르면 반추동물 육류의 영양적인 품질개선에 관한 연구의 흐름은 초기 연구에서는 지방함량을 줄여 품질을 향상하고자 하였으나, 최근 연구에서는 인체에 이롭다고 알려진 지방산인 불포화지방산을 이용하여 지방의 품질을 강화하는 연구가 진행

중인 추세라고 보고하였다.

- Alvarado-Gilis et al. (2015); Toral et al. (2017); Meyer et al. (2003)에 따르면 오메가-3와 오메가-6 계열의 다가불포화지방산 중 계열별로 대표하는 불포화지방산을 선정하였을 때 어유 등에 풍부하게 함유되어있는 오메가-3 계열의 불포화지방산은 alpha-linolenic acid (ALA) (C18:3n-3)가 있고, 오메가-6 계열의 불포화지방산의 경우 linoleic acid (C18:2n-6)가 있다. 이러한 지방산들은 우리가 반드시 식품을 통한 섭취가 절대적으로 필요한 필수 지방산이라고 하였다.

- Riediger et al. (2009)와 Abbasi et al. (2018)에 따르면 불포화지방산은 우리가 섭취하였을 때 만성질환 및 심혈관계 질병의 위험성이 감소하며, 유아가 섭취하였을 때 두뇌발달에 영향을 주는 역할을 한다고 하였다.

○ 반추위 내 수소첨가 반응(ruminal biohydrogenation)

- Wood et al. (2008)에 따르면 비 반추동물의 경우, 불포화지방산을 급여하였을 시, 위 내에서 지방산의 대사가 일어나지 않으며 소장에서 지방산이 흡수되어 근육 내 지방산 조성에 영향을 미칠 수 있다고 하였다.

- Polan et al. (1964); Huerta-Leidenz et al., (1991); Demeyer and Doreau, (1999); Kim, D., I. et al (2004b)에 따르면 반추동물의 경우 불포화지방산을 섭취하여 불포화지방산의 농도가 증가할 경우 반추위 미생물에게 독성을 일으키며 이로 인해 발효가 억제되고, 따라서 소화율이 감소한다고 하였다. 이러한 불포화지방산의 효과는 반추위 미생물의 보호기전으로서, 반추위 수소첨가작용을 통해 불포화지방산을 포화지방산으로 전변시킨다고 하였다.

- Doreau et al. (2011); Demeyer and Doreau et al (1999)에 의하면 불포화지방산에 대한 반추위 수소첨가반응은 18:1의 다중 cis 및 trans 이성질체와 18:2 conjugate 및 non-conjugated가 형성되는 결과를 가져오며, 이로 인해 반추동물의 체내에는 자연스럽게 고도의 포화지방산이 축적되는 결과를 가진다고 보고하였다.

○ 반추위 수소첨가율 감소를 위한 방법과 보호지방에 관한 연구

- Demeyer and Doreau. (1999)와 Doreau et al. (2011)에 따르면 자연계에서 수소첨가에 대한 불포화지방산에 대한 보호기전은 일부 oilseed의 외피에 한해 제한적으로 존재한다고 보고하고 있으며, 또한 수소첨가의 속도와 강도를 감소시키기 위한 연구가 수십 년간 진행되었다고 언급하였다.

- Børsting et al. (1992)과 Jenkins and Bridges Jr. (2007)에 따르면 반추위에서 지방보호를 위한 기술은 formaldehyde 처리나, lipid encapsulation과 같은 지방원료에 미생물 지질분해 내성 외피를 입히거나, 미생물의 지질분해 효소에 대한 작용을 저항하기 위한 calcium salts 및 fatty amides를 이용한 지방산 구조를 변경하는 방법 등이 이용되고 있다고 하였다.

- White et al. (1958); Jenkins (1993); Palmquist and Yang (1999); Kim et al (2004b)에 따르면 알팔파와 같은 칼슘 함량이 높은 조사료를 급여할 시 지방산이 칼슘과 결합하여 염을 형성하며 이로 인하여 섬유소 소화율 감소를 억제할 수 있다. 또한, 사료입자가 작을수록 지방산염의 흡착량이 많아 소화가 더 잘된다고 보고하였다.

- Van Nevel and Demeyer (1996)은 다양한 반추위 pH에서 칼슘염 처리를 한 보호 불포화지방산으로 in vitro 반추위 발효 실험을 진행하였다. 실험은 상이한 pH (5.5~6.9 및 6.3~6.8)를 가지는 반추위액을 이용하여 진행하였으며, 실험결과 pH가 6.3 이상일 때 반추위

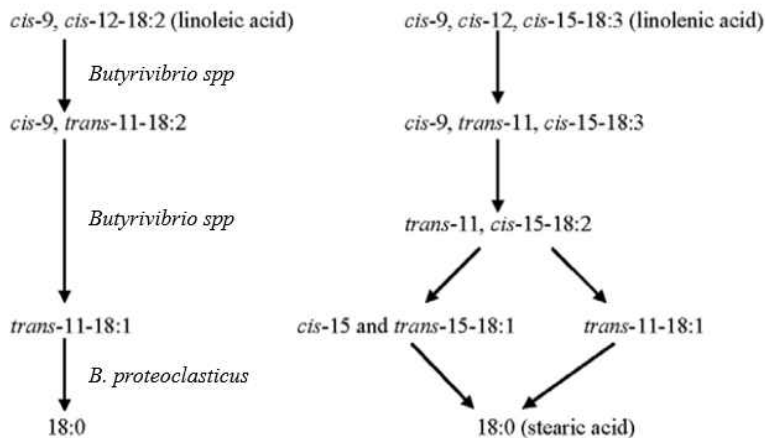


그림 1. Ruminal biohydrogenation by rumen microbial (e.g: process of ruminal biohydrogenation of Linoleic acid and linolenic acid, Harfoot and Hazlewood (1997); Mckain et al. 2010) 수소첨가작용을 효과적으로 보호한다고 보고하였다.

- Baghbanzadeh-Nobari et al. (2017); Oliveira et al. (2012)은 반추위 보호지방을 비육우에게 첨가하였을 때 보호지방을 첨가하지 않은 대조구에 비해 처리구에서 더 밝은색의 지방색과 부드러운 연도 및 보수력 또한 우수한 높은 품질의 고기가 생산되었다고 보고하였다.
- Alvarado-Gilis et al. (2015)은 ALA가 풍부하다고 알려진 아마씨를 dolomitic lime hydrate 처리를 하여 지방을 보호한 이후 비육우에서 사양실험을 진행하였으며, 대조구에 비해 도체 내 ALA 함량을 효과적으로 증가시킨다고 보고하였으며, 반추위 내 불포화지방산의 수소첨가 반응도 효과적으로 보호한다고 보고하였다.
- Ladeira et al. (2014)은 보호처리 된 대두유를 비육우에 급여하였을 때 발생하는 효과를 검증하였으며, 실험결과 보호처리를 한 대두유를 급여한 처리구에서 등심근 내 ALA 및 오메가-3 지방산의 함량이 더 높았으며, 등심근의 육색 또한 더 밝은색을 보였다고 보고하였다.
- Choi. (2004)에 따르면, 보호지방과 보호아미노산을 첨가하는 in vitro 및 in vivo 실험을 착유우에서 진행하였으며, in vivo 실험결과 유지방이 대조구는 5.93% 감소하였으나, 처리구의 경우 13.17% 증가하는 결과를 보고하였다.
- Lee et al. (2003)은 한우를 대상으로 오메가-9 계열의 불포화지방산인 oleic acid를 보호처리 한 후 급여를 하였을 때 도체중, 등지방 두께 및 marbling score가 향상되는 결과를 가졌다고 하였다. 또한, 근내 및 피하지방의 지방산 조성의 경우 oleic acid 함량과 다가불포화지방산의 함량이 증가하였다.

(2) 결론

상기의 조사결과를 종합하면 다음과 같다. 현대사회는 경제성장으로 인하여 식생활이 풍족해졌으며, 풍족한 식생활은 현대인들에게 비만, 고혈압 및 심혈관 질환과 같은 성인병의 위협에 노출되는 결과를 가져왔다. 이러한 상황에서 소비자들은 인체에 유익한 작용을 하는 기능성 물질이 함유된 기능성 식품을 선호하는 현상이 생겨났다. 여러 기능성 물질들이 존재하지만, 본 연구에서는 축산물의 영양적 품질이 지방산과 밀접한 연관이 있다는 점을 착안하여 기능성 물질 중 하나인 불포화지방산에 대한 문헌조사를 수행하였다. 불포화지방산에

대한 문헌조사 결과 불포화지방산은 사람이 섭취하였을 때 비만, 만성질병 및 심혈관계 질병에 대한 위험이 감소하며, 유아가 섭취하였을 때 두뇌발달에 영향을 주는 역할을 한다고 하였다(Riediger et al., 2009; Abbasi et al., 2018). 또한, 오메가-3 계열의 불포화지방산인 ALA나 오메가-6 계열의 불포화지방산인 linoleic acid는 사람이 반드시 식품을 통해서만 얻을 수 있는 필수 지방산이라고 언급하고 있다(Alvarado-Gilis et al., 2015; Toral et al., 2017; Meyer et al., 2003). 소고기나 양고기의 경우 높은 포화지방산 함량과 낮은 불포화지방산 함량으로 인해 영양학자들 사이에서 논란이 된다는 것을 알 수 있었다(Scollan et al., 2005). 비 반추동물의 지방대사는 반추동물과 다르게 미생물에 의한 수소첨가작용이 존재하지 않아 직접 이용할 수 있지만, 반추동물의 경우 미생물에 의한 수소첨가작용이 존재한다. 이러한 수소첨가작용이 일어나는 이유는 반추동물의 반추위 내부에 불포화지방산의 농도가 증가할 시 미생물에게 독성을 일으키며 이로 인해 소화율이 감소하게 된다. 이러한 불포화지방산에 대한 반추위 미생물들의 보호기전으로 반추위 수소첨가작용이 일어나는 것이다(Kim et al., 2004b). 반추위 수소첨가반응이 일어나게 되면 18:1 다중 cis 및 trans 이성질체와 18:2 conjugate 및 non-conjugated가 형성되어 반추동물의 체내에는 자연스럽게 고도의 포화지방산이 축적된다(Demeyer and Doreau et al., 1999; Doreau et al., 2011). 반추위 수소첨가작용을 억제하기 위하여 지방에 대한 보호처리로 formaldehyde 처리나 lipid encapsulation과 같이 미생물 지질분해 내성 외피를 입히거나, 미생물의 지질분해 효소에 대해 저항하기 위한 calcium salts 및 fatty amides를 이용한 지방산 구조를 변경하는 방법이 이용되고 있다(Børsting et al. 1992; Jenkins and Bridges Jr. 2007). 또한 White et al. (1958); Jenkins (1993); Palmquist and Yang (1999); Kim et al (2004b)에 따르면 알팔파와 같은 갈습 함량이 높은 조사료를 급여할 시 지방산이 갈습과 결합하여 염을 형성하며 이로 인하여 섬유소 소화율 감소를 억제할 수 있다고 보고하고 있었다. 따라서 반추동물의 도체 내 기능성을 강화하기 위해서 불포화지방산 첨가제를 사용할 시 지방산에 대한 보호처리의 필요성과 in vitro 실험이나 사양실험에서 올바른 기질사료의 선택이 필요할 것으로 판단하였다.

나. 보호불포화지방산 첨가제가 in vitro 반추위 발효성상 및 수소첨가에 미치는 영향

(1) 서론

앞서 문헌조사를 통해서 인간이 불포화지방산을 다량 섭취하였을 시 비만, 고혈압, 심혈관계 질환에 효과적인 물질이라는 점을 알 수 있었으며(Riediger et al., 2009; Abbasi et al., 2018), 또한 축산물에 가장 널리 분포되어 있다는 점을 알 수 있었다. 그러나 반추동물의 경우 반추위 내 불포화지방산의 농도가 증가할 시 반추위 미생물에 독성을 일으켜 섬유소 소화율이 감소하게 되며(Kim et al., 2004b), 반추위 미생물은 이를 방어하기 위한 보호기전으로 불포화지방산에 대하여 수소를 첨가하여 포화지방산으로 전변시키는 반추위 수소첨가작용이 발생하며 반추동물의 체내에는 자연스럽게 고도의 포화지방산이 축적된다(Demeyer and Doreau et al., 1999; Doreau et al., 2011). 따라서 반추위 수소첨가작용을 억제하기 위한 방법으로는 formaldehyde 처리나 lipid encapsulation과 같이 미생물 지질분해 내성 외피를 입히거나, 미생물의 지질분해 효소에 대해 저항하기 위한 calcium salts 및 fatty amides를 이용한 지방산 구조를 변경하는 방법이 이용되고 있다(Børsting et al. 1992; Jenkins and Bridges Jr. 2007). 또한, 알팔파와 같은 갈습 함량이 높은 조사료를 급여할 시 지방산이 갈습과 결합하여 염을 형성하며 이로 인해 섬유소 소화율 감소를 억제할 수 있다(Kim et al., 2004b). 즉 반추동물의

도체 내 기능성을 강화하기 위해서 불포화지방산을 사용할 경우 보호처리가 된 불포화지방산을 사용하며, 알팔파와 같은 칼슘 함량이 높은 조사료를 급여할 시 지방의 급여에 대한 섬유소 소화율 감소도 어느 정도 억제할 수 있을것으로 예상하였다. 따라서 본 실험은 한우의 도체 내 기능성 강화를 위한 사양 기술개발을 위해 기능성 물질인 보호처리가 된 불포화지방산을 사용하여 in vitro 반추위 발효성상에 미치는 영향을 평가하였다.

(2) 재료 및 방법

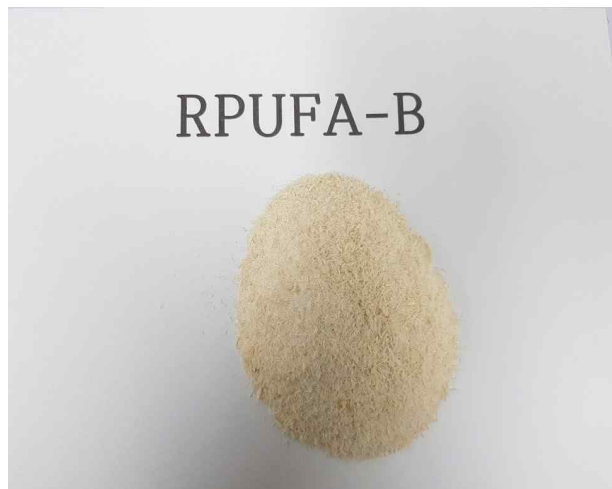
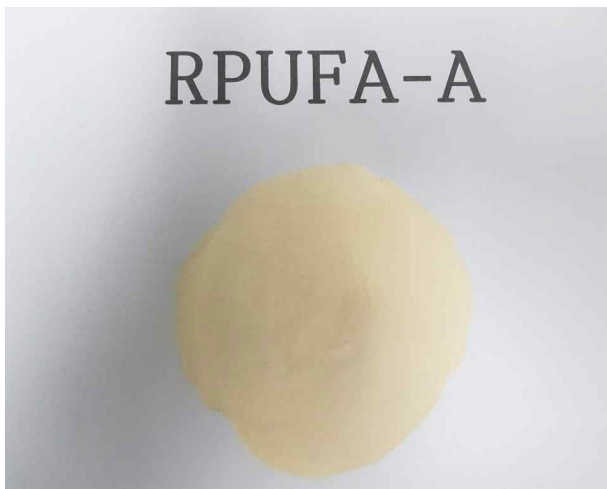
○ 실험설계 및 실험방법

본 실험에 이용된 기질사료는 톨페스큐와 알팔파를 1:1의 비율로 섞은 혼합 조사료를 이용하였으며, 보호지방 첨가제는 오메가-3 계열의 불포화지방산이 다량 함유된 보호지방 A와 오메가-9 계열의 불포화지방산인 oleic acid가 다량 함유된 보호지방 B를 이용하였다. 실험사료의 일반성분은 표 1과 같으며 실험사료는 AOAC (1990) 방법에 따라 dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE)를 분석하였고, Van Soest et al. (1991)의 방법으로 neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF)를 분석하였다. 기질사료는 모든 실험구에 동일하게 1 g씩 사용하였으며, 첨가제는 0.02 g (급여사료의 2%)를 첨가하였다. 실험구는 기질사료만 넣은 대조구, 기질사료에 보호지방 A를 넣은 rumen protected unsaturated fatty acids (RPUFA-A) 처리구 1, 기질사료에 보호지방 B를 넣은 rumen protected unsaturated fatty acids (RPUFA-B) 처리구 2로, 총 3개의 실험구로 구성하였다. 조사항목으로는 pH, 가스발생량, 건물소화율(Dry matter degradability; DMD), ammonia (NH₃)-N, 휘발성 지방산(Volatile fatty acids; VFA), 지방산 조성을 조사하였다.

표 1. Chemical composition of experimental diets

Item	Tall fescue	Alfalfa	RPUFA-A	RPUFA-B
DM	92.82	96.35	99.06	97.58
OM, % of DM	93.24	91.82	99.25	80.54
CP, % of DM	4.43	17.43	-	-
EE, % of DM	1.47	0.90	52.41	83.35
NDF, % of DM	64.43	51.16	-	-
ADF, % of DM	42.64	39.11	-	-

DM: dry matter, OM: organic matter, CP: crude protein, EE: ether extract, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber



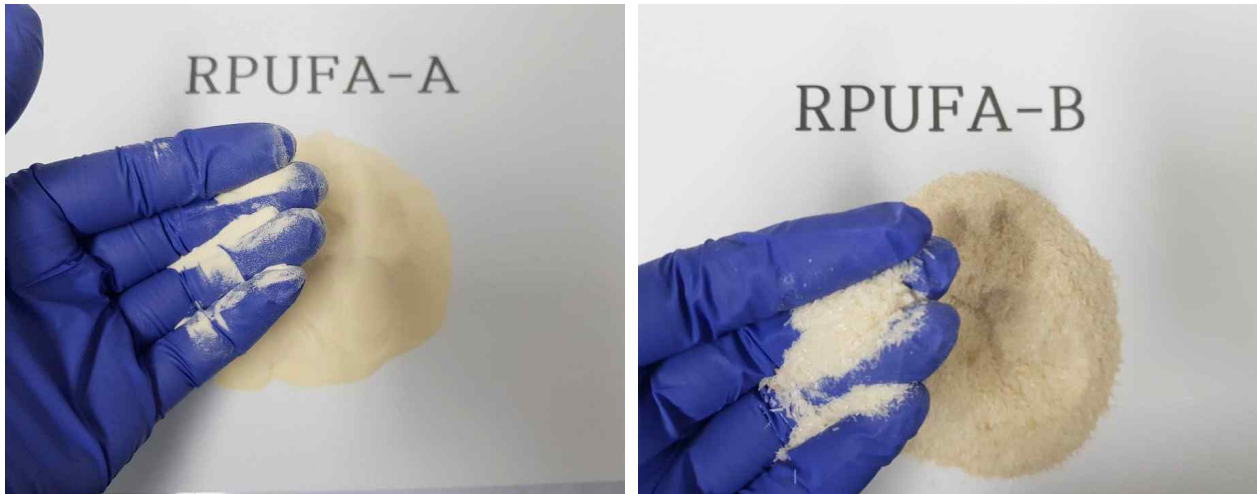


그림 2. Rumen protected unsaturated fatty acid A, B

○ In vitro 배양

In vitro 실험은 Tilley and Terry (1963)의 방법을 이용하였다. 본 실험에 이용된 반추위액은 경북대학교 부속목장에서 아침사료 급여 전 한우 2두의 반추위액을 stomach tube를 이용하여 채취하였다. 채취한 반추위액은 보온병에 보관하여 실험실로 운반하였다. 반추위액은 4겹의 muslin을 이용하여 2번 여과하였으며 이 과정에서 혐기성 상태를 유지하기 위해 CO₂를 주입해가며 진행하였다. 여과된 반추위액과 McDougall's buffer (McDougall, 1948)를 1:4로 혼합하여 반추위 inoculum을 제조하였다. 각 시료가 담긴 배양병에 반추위 inoculum을 90 mL씩 담은 후 rubber stopper와 aluminium cap을 이용하여 밀봉하였다. 밀봉된 배양병은 39°C에서 0, 6, 12, 24시간 동안 shaking incubator에서 배양하였다. 모든 실험구는 5반복으로 진행하였으며, 그 중 3반복은 in vitro 반추위 발효성상을 분석하였고 2반복은 지방산 분석을 위해 배양이 종료되는 즉시 냉동시켜 발효를 정지시켰다.

표 2. Chemical composition of McDougall's buffer

Chemical composition	Content / L
NaHCO ₃	9.80 g
Na ₂ HPO ₄ ·2H ₂ O	0.57 g
KCl	4.67 g
NaCl	0.47 g
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.12 g
Distilled water	1000 mL
4% CaCl ₂ solution ¹⁾	1 mL

¹⁾CaCl₂ solution=CaCl₂ 4g per 100 mL of distilled water

○ 조사항목

- 가스발생량

가스발생량은 배양 종료 시간대(6, 12, 24시간)에 배양병의 밀봉된 rubber stopper에 50 mL glass syringe가 연결된 멸균주사침을 꽂아 50 mL glass syringe의 눈금을 읽어 측정하였다.

- pH 측정

배양액의 pH는 pH meter (METTLER TOLEDO, SevenCompact™ S210, USA)를 이용하여 측정하였다. 배양이 종료된 배양병을 개봉한 후 5 cm × 10 cm nylon bag (ANKOM Technology, USA, pore size 50 μm)에 여과시켜 나온 배양액의 pH를 측정하였다. pH 측정 후 배양액은 NH₃-N과 VFA분석을 위해 4개의 eppendorf tube에 1 mL씩 담았으며 남은 배양액은 15 mL conical tube에 담아 -20°C의 온도에서 보관하였다.

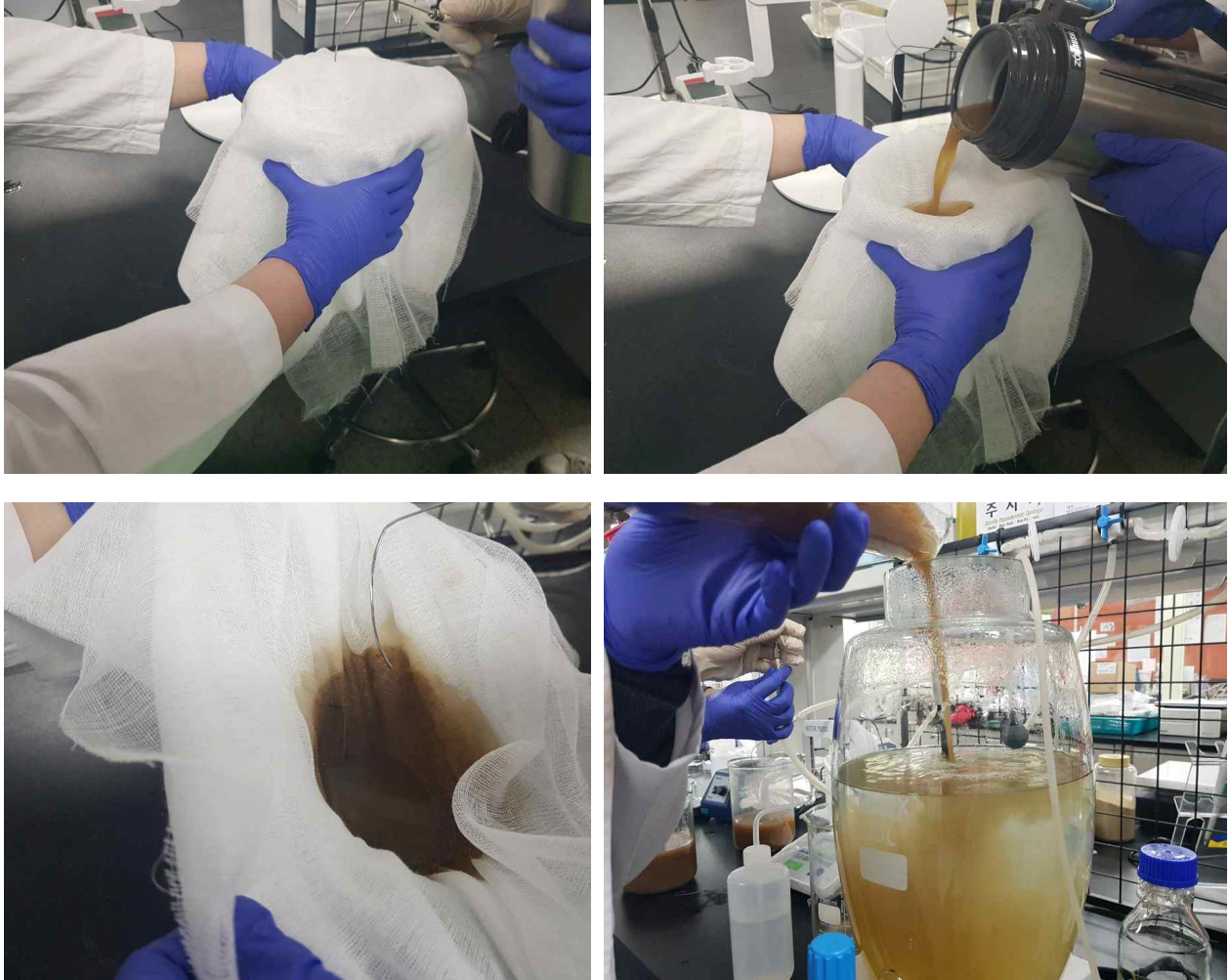


그림 3. Preparation of buffer-rumen solution



그림 4. Buffer-rumen fluid distribution and bottle capping



그림 5. Measurement of gas production

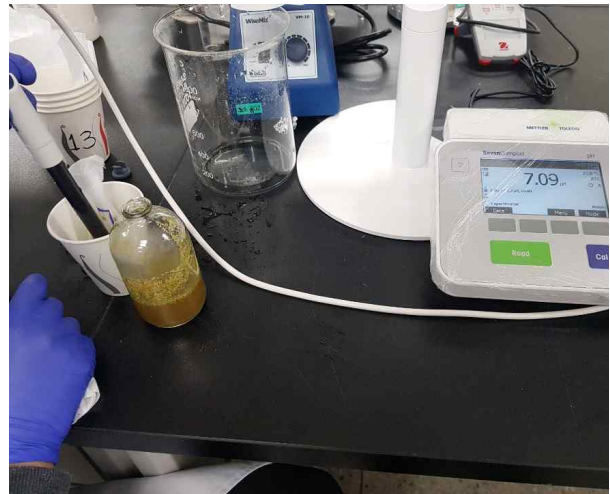


그림 6. Measurement of pH



그림 7. Measurement of dry matter degradability (DMD)

• DMD 측정

배양병에 담긴 시료를 5 cm × 10 cm nylon bag에 모두 옮겨 담은 후 증류수로 세척하였다. Drying oven (Wiseven, Korea)에서 105°C의 온도로 24시간 이상 건조한 후 desiccator에 30분간

방랭하였으며 방랭한 후 무게를 측정하여 DMD를 계산하였다.

- NH₃-N 분석

NH₃-N은 Chaney and Marbach (1962)의 방법으로 분석하였다. Eppendorf tube에 담긴 1 mL 배양액을 10,000 rpm으로 10분간 원심분리 후 상층액을 옮겨 담아 이를 시료로 이용하였다. 15 mL assay tube에 상층액 20 μ L를 옮겨 담은 후 phenol color reagent (phenol 50 g, sodium nitroferricyanide dehydrate 0.25 g/L)와 alkali-hypochlorite reagent (NaOH 25 g, sodium hypochlorite 16.8 mL/L)를 넣고 30분간 정치하였다. 정치 후 일회용 큐벳(Ratiolab cuvette, Germany)에 옮겨 담아 분광광도계(Optizen pop, Korea)를 이용하여 나온 값으로 NH₃-N을 분석하였다.

- VFA 분석

VFA는 Erwin et al. (1961)의 방식에 따라 -20°C에 보관한 배양액을 4°C의 냉장고에서 해동한 후 원심분리기(Labogene, 1730MR, Korea)를 이용하여 10분간 10,000 rpm으로 돌려주었다. 원심분리가 끝난 상등액 1 mL와 25% metaphosphoric acid (Wako, Japan) 0.2 mL를 혼합한 후 상온에서 30분간 정치하였다. 상온에서의 정치가 끝난 시료는 원심분리기(Labogene, 1730MR, Korea)로 옮겨 10분간 10,000 rpm으로 원심 분리하였다. 이후 상등액 1 mL를 주사기로 옮겨 0.45 μ m (Rephile, RjN1345NH, China) syringe filter를 이용하여 여과한 뒤, 가스 크로마토그래피(Gas chromatography, Bruker Inc, 450-GC, Germany)분석 유리병에 담았다. 분석을 위한 컬럼은 BR-Wax fame (BR87503, Germany)을 사용하였으며, 검출기는 FID를 사용하였다. 표준용액은 VFA standard solution (Sigma-aldrich, 46975-U, USA)를 사용하였다. 인젝터와 검출기의 온도는 250°C이고, 오븐의 온도는 100°C로 설정하였다. 질소, 수소, 고순도 산소의 유속은 각각 29 mL/min, 30 mL/min, 300 mL/min으로 설정하여 분석하였다.

- 지방산 분석

지방산은 Folch et al. (1957)의 방법에 따라 분석하였다. 시료를 동결건조 후 곱게 분쇄하여 1 g의 시료와 2 mL의 증류수를 혼합하였다. 이후 10 mL의 folch solution (Chloroform:methanol 2:1)을 시료에 추가한 후 균질화하였다. 시료에 1 mL KCl (0.74%)를 추가하고, 냉장고에 2시간 동안 보관 후 3,000 rpm의 원심분리기에서 10~15분간 원심분리를 진행하였다. 원심분리 후 피펫을 사용하여 바닥층을 제거한 후 60°C의 gas chamber에서 chloroform을 증발시켰다. 그 후 1 mL의 KOH를 추가하여 온도를 80°C까지 올린 후 10분 동안 반응이 일어나도록 기다린 후, BF₃ 용액 1 mL를 넣고 온도를 90°C까지 올린 후 30분 동안 반응이 일어나도록 기다렸다. 시료를 완전히 식힌 후 hexane 2 mL와 NaCl 2 mL를 추가한 후 시료를 잘 혼합하였다. 3,000 rpm의 원심분리기에서 10~15분간 원심분리를 진행 후 상층액을 취해 gas chromatography vial에 1 mL 넣은 후 gas chromatography (HP 6890, Agilent, USA)를 사용하여 분석을 진행하였다. 분석에 사용된 검출기는 FID였으며, 컬럼은 SP2560 (Sigma-Aldrich, USA)이었다. 검출기, 인젝터의 온도는 300°C였으며, Carrier gas는 고순도 질소가스를 사용하였다. 분석에 사용된 표준 용액은 Supelco 18919, 18920 Fame standard (Sigma-Aldrich, USA)를 사용하였다.

- 통계분석

효과에 관한 자료들은 일반선형모형(general linear model)의 분산분석(analysis of variance)을 통하여 가설검정을 수행하였으며, 실험구간의 비교로 Duncan의 다중비교 분석방법을 통하여 평균 간 유의적 차이를 분석하였다. 모든 통계검정은 유의수준 95%로 수행하였으며, SPSS (version 23, IBM, USA) 프로그램을 이용하여 수행하였다.

(3) 결과 및 고찰

보호불포화지방산을 처리하여 *in vitro* 반추위 실험을 진행한 결과는 다음과 같다. 건물 소화율은 배양시간이 지남에 따라 증가하였다. 실험구간 차이는 배양 6시간의 경우 대조구가 33.97%로 나타났다($P \leq 0.085$).

배양 12시간 또한 대조구가 40.70%로 가장 높은 건물소화율을 나타내었으며($P < 0.05$), 배양 24시간의 경우 RPUFA-B 실험구에서 53.13% 가장 높은 건물소화율을 보였으나, 유의적인 차이는 없었다. 반추가축의 경우 실제사양에 있어서 건물 기준으로 지방함량이 7% 이상이 되면, 반추위 내 조섬유 소화가 저하된다고 하였다(da Silva Lima et al., 2017). Jenkins (1993)에 따르면 불포화지방산 함량이 높은 경우 소화율이 저해될 수 있다고 보고하였다. 본 실험에서 배양 6시간, 12시간에서 처리구보다 대조구의 건물소화율이 높았던 이유 또한 지방산 그 중 불포화지방산의 첨가로 인해 소화율이 감소한 것으로 판단하였다. $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 경우 배양시간이 지남에 따라 감소하였으며, 배양 6시간의 경우 RPUFA-B에서 3.32로 가장 높은 $\text{NH}_3\text{-N}$ 농도를 나타내었다($P < 0.05$). 배양 12시간 역시 RPUFA-B에서 2.89로 가장 높은 수치의 $\text{NH}_3\text{-N}$ 를 보였으나, 유의적인 차이는 없었으며, 배양 24시간의 경우 RPUFA-A에서 1.82로 $\text{NH}_3\text{-N}$ 이 나타났다($P \leq 0.057$). Bae et al. (2003)에 따르면 반추위 내 미생물이 성장하는데 필요한 적정 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 농도는 5~8 mg/100 mL라고 언급하고 있으며, 본 실험에서는 $\text{NH}_3\text{-N}$ 농도가 배양 6시간 RPUFA-B 처리구에서 3.32로 가장 높은 값을 보이는 경향을 확인하였다($P < 0.057$). 이러한 결과에 대한 이유는 반추위 미생물이 단백질 합성을 하는데 질소원으로 $\text{NH}_3\text{-N}$ 를 이용하며(Bae et al., 2003; Choi et al., 2006), 이로 인해 다소 낮은 $\text{NH}_3\text{-N}$ 값이 관측된 것으로 판단되었다. 가스발생량의 경우 건물소화율과 마찬가지로, 배양시간이 경과함에 따라 증가하였다. 배양 6시간의 경우 RPUFA-A에서 가장 높은 수치인 21.7이었으나 유의적인 차이는 없었고, 배양 12시간의 경우 대조구에서 46.8로 가장 높은 수치를 보였으나 역시 유의적인 차이는 없었다. 배양 종료시간인 24시간에서는 대조구에서 100.3으로 가장 높은 수치를 나타내었다($P < 0.05$). 비록 배양 6시간대와 12시간대에서 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 전 실험구에서 대조구가 처리구들에 비해 상대적으로 높은 가스발생량이 관찰되었는데, *in vitro* 상에서 가스 발생량은 건물소화율을 평가하는 간접적인 지표가 되며(Theodorou et al., 1994; Theodorou et al., 1998), 본 실험의 건물소화율에서도 대조구가 처리구들에 비해 높은 건물소화율을 보였다. 따라서 가스발생량 역시 대조구가 처리구들에 비해 높은 결과를 나타낸 것이라 판단되었다. pH는 발효가 진행됨에 따라 감소하는 모습을 보였으며, 배양 6시간에서 실험구간 유의적인 차이를 나타내었고, RPUFA-B 실험구에서 가장 높았다($P < 0.05$). 배양 12시간에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 배양 24시간의 경우 실험구간 유의적인 차이를 보였으며, RPUFA-B에서 가장 높은 수치를 나타내었다($P < 0.05$). Cho et al. (2012)에 따르면 반추위 내에서 안정적이라고 할 수 있는 pH는 최소 6.3 이상이어야 하며, 본 실험에서는 배양이 종료된 시점인 24시간에서 전 실험구가 6.75 이상의 pH 수치를 보였던 것으로 판단하였을 때 보호지방산을 첨가하여도 반추위 발효에는 크게 문제가 없었던 것으로 판단되었다. 또한, 반추위 pH는 건물소화율, 가스발생량, VFA 생성량과 같은 발효지표와도 밀접한 관련이 있다. 특히 VFA는 반추위 미생물의 발효과정에 따라 형성되며, 이로 인해 반추위 pH가 감소하게 된다(Choi and Song, 2005). 본 실험에서는 대조구보다 처리구가 지방산의 첨가로 인해 발효가 상대적으로 덜 진행되어 더 낮은 건물소화율, 가스발생량, 총 VFA 생성량의 결과를 보였으며, 이로 인해 대조구가 더 높은 발효 효율을 나타내었고, 따라서 대조구의 pH가 더 낮았던 것으로 판단되었다.

표 3. Effect of rumen protected unsaturated fatty acids additives on dry matter degradability, NH₃-N and gas production during in vitro rumen fermentation

Item	Control	Treatment RPUFA-A	RPUFA-B	SEM	P-value
Dry matter degradability (% of DM)					
6 hr	33.97 ^b	32.84 ^{ab}	31.22 ^a	0.534	0.085
12 hr	40.70 ^b	37.92 ^a	37.45 ^a	0.562	0.006
24 hr	52.81	50.18	53.13	0.833	0.321
NH ₃ -N (mg/100 mL)					
6 hr	3.10 ^a	3.07 ^a	3.32 ^b	0.048	0.044
12 hr	2.79	2.77	2.89	0.031	0.248
24 hr	1.40 ^a	1.82 ^b	1.51 ^{ab}	0.079	0.057
Gas production (mL)					
6 hr	20.5	21.7	20.0	0.36	0.158
12 hr	46.8	45.3	44.5	0.48	0.124
24 hr	100.3 ^b	94.3 ^a	91.8 ^a	1.33	0.001

SEM = standard error of the mean, control = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue), RPUFA-A = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-A, RPUFA-B = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-B

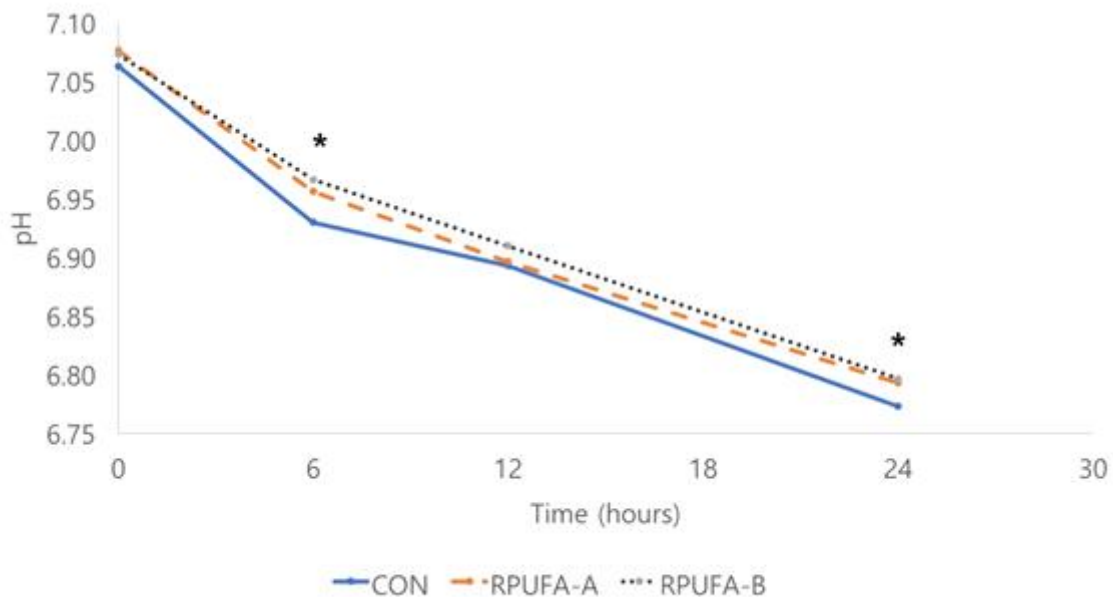


그림 8. Effect of rumen protected unsaturated fatty acids additive on rumen pH during in vitro rumen fermentation (control = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue), RPUFA-A = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-A, RPUFA-B = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-B)

VFA 생성량의 경우 총 VFA 생성량은 배양시간이 경과함에 따라 증가하였으며, 배양 24 시간에서 대조구가 다른 처리구들에 비해 50.20으로 가장 높은 수치를 보였다($P \leq 0.066$). Acetate의 경우 배양 6시간에서는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 배양 12 시간차의 대조구에서 71.26으로 가장 높은 수치를 보였으며($P < 0.05$) 배양 24 시간 역시 대조구에서 가장 높은 수치를 나타냈다($P \leq 0.051$). Propionate의 경우 배양이 경과함에 따라 증가하는 모습을 보였으며, 배양 12시간 및 24시간에서 RPUFA-A 실험구에서 20.44($P \leq 0.061$), 22.20($P \leq 0.088$)으로 가장 높은 수치를 보였다. A:P ratio의 역시 대조구가 처리구에 비해 배양 12시간에는 3.56으로 유의적인 차이를 보였고($P < 0.05$), 배양 24시간에는 3.24로 더 높은 수치가 관측되는 경향이 나타났다($P < 0.068$). 이러한 결과가 관찰된 이유는 기질사료 내 지방산의

표 4. Effect of rumen protected unsaturated fatty acids additive on VFA concentration during in vitro rumen fermentation

Time	Treatment			SEM	P-value
	Control	RPUFA-A	RPUFA-B		
Total VFA (mmol)					
6 hr	25.92	26.00	26.89	0.433	0.663
12 hr	34.82	36.40	35.06	0.546	0.506
24 hr	50.20 ^b	46.52 ^a	46.52 ^a	0.794	0.066
Acetate (molar proportion)					
6 hr	73.08	73.16	72.78	0.083	0.141
12 hr	71.26 ^b	70.53 ^a	70.79 ^a	0.122	0.014
24 hr	69.70 ^b	68.78 ^a	69.08 ^{ab}	0.170	0.051
Propionate (molar proportion)					
6 hr	17.41	17.35	17.59	0.052	0.121
12 hr	20.03 ^a	20.44 ^b	20.27 ^{ab}	0.075	0.061
24 hr	21.52 ^a	22.20 ^b	21.98 ^{ab}	0.135	0.088
Butyrate (molar proportion)					
6 hr	7.49	7.63	7.62	0.030	0.106
12 hr	6.89 ^a	7.12 ^b	7.07 ^b	0.037	0.003
24 hr	6.53 ^a	6.82 ^c	6.68 ^b	0.045	0.003
Valerate (molar proportion)					
6 hr	0.82	0.74	0.80	0.016	0.143
12 hr	0.57	0.60	0.59	0.007	0.335
24 hr	0.64	0.63	0.60	0.007	0.121
A:P ratio					
6 hr	4.20	4.22	4.14	0.017	0.102
12 hr	3.56 ^b	3.45 ^a	3.49 ^{ab}	0.019	0.038
24 hr	3.24 ^b	3.10 ^a	3.14 ^{ab}	0.027	0.068

SEM = standard error of the mean, control = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue), RPUFA-A = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-A, RPUFA-B = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-B

첨가는 총 VFA 생성량이 감소하며, acetate의 감소 및 propionate의 증가로 인한 A:P ratio 감소의 결과를 가져오기 때문이다(Henderson, 1973). 이로 인해 대조구가 처리구에 비해 더 높은 총 VFA 생성량 및 acetate 생성량을 나타내었으며, 더 낮은 propionate 생성량을 보인 것으로 사료된다. Butyrate의 경우 배양 6, 12, 24시간에서 RPUFA-A가 각각 7.63, 7.12, 6.82로 가장 높은 수치를 가졌으나, 배양 6시간에서는 차이를 보이지 않았으며 배양 12, 24시간에서 유의적인 차이를 나타내었다(P<0.05).

In vitro 반추위 배양물에 대한 지방산 분석결과는 표 5~7과 같다. 배양 0시간 대조구에서는 myristoleic acid가 4.72 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 만큼 나타났고, RPUFA-A 및 B는 1.14, 0.37 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 씩 나타났다(P<0.05). Palmitoleic acid는 RPUFA-A에서 6.55 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 다른 두 실험구에 비해 유의적으로 높은 함량을 나타냈다(P<0.05). α -linolenic acid의 경우 유의적인 차이가

나타나지 않았으며, γ -linolenic acid의 경우 대조구가 21.87 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 유의적으로 높은 함량이 검출되었다($P<0.05$). 배양 24시간에서는 lauric acid가 대조구에 1.68 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 다른 두 실험구에 비해 유의적으로 높은 함량이 나타났었다($P<0.05$). Palmitic acid의 경우 RPUFA-B에서 29.10으로 다른 두 실험구에 비해 유의적으로 높은 함량이 나타났었다($P<0.05$). Stearic acid의 경우 대조구가 24.01 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 다른 두 실험구에 비해 유의적으로 높은 함량이 나타났으며($P<0.05$), oleic acid의 경우 RPUFA-A에서 20.22로 다른 두 실험구에 비해 유의적으로 높게 나타났었다($P<0.05$). Elaidic acid의 경우 대조구는 12.27 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 인 것에 비해 RPUFA-B에서 23.38 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 유의적으로 높은 함량을 나타냈었다($P<0.05$). 배양 24시간에서도 α -linolenic acid는 세 실험구 모두 유의적인 차이는 없었으며, γ -linolenic acid의 경우 RPUFA-A에서 4.42 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 RPUFA-B가 2.22 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 나타난 것에 비해 더 높은 함량을 나타내었다($P<0.05$). 반추위에 유입된 불포화지방산은 미생물에 의한 수소첨가 작용으로 이중결합을 줄어 들고, 결과적으로 다량의 포화지방산을 형성하게 된다(Wachira., et al., 2000). 반추위에서 형성된 포화지방산으로 인해, 반추동물의 체내에는 고도의 포화지방산이 축적되게 되며, 이러한 이유로 반추동물 유래 식품(고기, 우유) 등에는 상대적으로 포화지방산 함량이 높은 것이다. 포화지방산의 경우 인간이 섭취하였을 때 혈중 콜레스테롤 수치를 높인다고 알려져 있으나(Grundy et al., 1990), 이는 일부 포화지방산 예를 들어 palmitic acid나 myristic acid와 같은 지방산의 경우에 해당되며, 이 외 탄소수가 적거나 stearic acid의 경우 혈중 콜레스테롤의 상승에 미치는 영향이 적거나 없다고 하였다(Denke et al., 1992). 본 실험에서는 myristic acid의 함량은 배양 24시간에서 모든 실험구에서 유의적인 차이를 나타내지 않았고, palmitic acid는 RPUFA-B 실험구에서 29.10 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 가장 높은 결과를 나타내었다($P<0.05$). Oleic acid와 같이 이중결합을 하나만 가지는 단가불포화 지방산의 경우 심장병의 위험을 줄일 수 있다고 하며, 본 실험에서는 배양 24시간의 RPUFA-A에서 oleic acid가 20.22 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 가장 높은 결과를 나타내었다($P<0.05$). Elaidic acid는 트랜스지방산 중 하나이며, oleic acid의 이성질체이다. 익히 알려진 것과 같이 트랜스지방산은 혈중 콜레스테롤 수치를 증가시키며, 심혈관계 질환의 위험을 증가시킬 수 있다고 알려져 있다(Park., et al 2014). 본 실험에서는 배양 24시간 RPUFA-B에서 23.88 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 가장 높은 함량이 나타났었다($P<0.05$).

표 5. Effect of rumen unsaturated fatty acids additive on fatty acids composition during in vitro rumen fermentation (0 hours, $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ fatty acids)

Item	Treatment			SEM	P-value
	Control	RPUFA-A	RPUFA-B		
Lauric acid (C12:0)	1.23	0.75	0.69	0.139	0.250
Myristic acid (C14:0)	1.56	3.70	1.75	0.473	0.065
Myristoleic acid (C14:1)	4.72 ^b	1.14 ^a	0.37 ^a	0.853	0.001
Pentadecylic acid (C15:0)	1.03	1.20	0.74	0.123	0.376
Pentadecenoic acid (C15:1)	2.22	0.99	1.04	0.278	0.072
Palmitic acid (C16:0)	21.89	21.23	27.61	1.393	0.061
Palmitoleic acid (C16:1)	1.26 ^a	6.55 ^b	1.51 ^a	1.098	0.002
Margaric acid (C17:0)	0.40	1.53	0.78	0.233	0.091
Heptadecenoic acid (C17:1)	0.20	0.96	0.89	0.177	0.122

Stearic acid (C18:0)	15.33	12.64	9.47	1.169	0.063
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	1.18	2.96	0.77	0.611	0.366
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	1.24	26.47	26.46	5.812	0.066
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	8.59	0.38	ND	2.452	0.330
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	7.61	8.11	15.26	2.208	0.353
α -linolenic acid (C18:3n-3)	0.13	0.20	0.31	0.053	0.449
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	21.87 ^b	9.95 ^a	10.47 ^a	2.620	0.040
Eicosatrienoic acid (C20:3n-3)	0.25	0.13	0.31	0.081	0.745
Dihomo- γ -linolenic acid (C20:3n-6)	0.09	0.02	0.12	0.032	0.510
Erucic acid (C22:1n-9)	4.42	0.69	0.81	0.991	0.243
Docosaheptaenoic acid (C22:6n-3)	0.00	0.05	0.18	0.038	0.056

SEM = standard error of the mean, control = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue), RPUFA-A = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-A, RPUFA-B = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-B, ND = not detected

㉞ 6. Effect of rumen unsaturated fatty acids additive on fatty acids composition during in vitro rumen fermentation (24 hours, $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ fatty acids)

Item	Treatment			SEM	P-value
	Control	RPUFA-A	RPUFA-B		
Lauric acid (C12:0)	1.68 ^c	1.27 ^b	0.88 ^a	0.147	0.001
Myristic acid (C14:0)	4.17	4.64	5.36	0.742	0.872
Myristoleic acid (C14:1)	3.17	1.27	2.19	0.446	0.249
Pentadecylic acid (C15:0)	4.72 ^c	3.72 ^b	2.41 ^a	0.423	0.001
Pentadecenoic acid (C15:1)	1.77	1.56	0.99	0.168	0.114
Palmitic acid (C16:0)	19.05 ^a	18.85 ^a	29.10 ^b	2.214	0.017
Palmitoleic acid (C16:1)	4.24	6.04	2.04	1.001	0.318
Margaric acid (C17:0)	2.07 ^b	1.97 ^b	1.12 ^a	0.191	0.001
Heptadecenoic acid (C17:1)	2.10	ND	0.89	0.456	0.157
Stearic acid (C18:0)	24.01 ^c	14.01 ^a	15.32 ^b	1.986	0.001
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	6.19 ^a	20.22 ^b	4.97 ^a	3.102	0.001
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	12.27 ^a	11.83 ^a	23.38 ^b	2.412	0.002
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	ND ^a	0.86 ^b	ND ^a	0.182	0.001
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	3.65 ^a	3.14 ^a	5.41 ^b	0.438	0.002
α -linolenic acid (C18:3n-3)	0.37	0.49	0.39	0.029	0.206
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	4.18 ^b	4.42 ^b	2.22 ^a	0.441	0.001
Eicosatrienoic acid (C20:3n-3)	0.44 ^b	0.49 ^b	0.24 ^a	0.051	0.021
Dihomo- γ -linolenic acid (C20:3n-6)	0.33 ^b	0.38 ^b	0.22 ^a	0.032	0.017
Erucic acid (C22:1n-9)	1.87 ^b	2.06 ^b	1.09 ^a	0.194	0.020
Docosaheptaenoic acid (C22:6n-3)	0.33	0.33	0.19	0.034	0.096

SEM = standard error of the mean, control = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue), RPUFA-A = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-A, RPUFA-B = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-B, ND = not detected

실험의 결과를 요약하면 다음과 같다. DMD의 경우 배양시간이 경과함에 따라 증가하는 모습을 보였으며, 전반적으로 대조구가 RPUFA-A, RPUFA-B 실험구와 비교하였을 때 높은

표 7. Effect of rumen unsaturated fatty acids additive on fatty acids composition during in vitro rumen fermentation (6 hours, $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ fatty acids)

Item	Treatment			SEM	P-value
	Control	RPUFA-A	RPUFA-B		
Lauric acid (C12:0)	1.15	1.01	0.89	0.070	0.381
Myristic acid (C14:0)	3.07	3.69	3.22	0.348	0.835
Myristoleic acid (C14:1)	1.26	1.53	1.32	0.264	0.944
Pentadecylic acid (C15:0)	1.63	1.56	1.34	0.090	0.480
Pentadecenoic acid (C15:1)	1.24	1.15	1.33	0.055	0.505
Palmitic acid (C16:0)	22.12	21.04	25.01	1.156	0.442
Palmitoleic acid (C16:1)	2.99	7.53	3.95	1.128	0.253
Margaric acid (C17:0)	1.67	1.41	1.38	0.122	0.673
Heptadecenoic acid (C17:1)	1.23	1.53	0.89	0.262	0.717
Stearic acid (C18:0)	17.23	13.08	12.62	1.022	0.075
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	6.36	6.02	6.10	0.301	0.932
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	15.96	15.97	19.33	1.840	0.786
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	3.53	3.65	2.32	0.424	0.468
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	7.78	7.27	8.24	0.628	0.883
α -linolenic acid (C18:3n-3)	0.35	0.30	0.31	0.029	0.799
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	8.66	8.82	7.47	0.588	0.700
Eicosatrienoic acid (C20:3n-3)	0.63	0.70	0.62	0.061	0.896
Dihomo- γ -linolenic acid (C20:3n-6)	0.27	0.24	0.23	0.033	0.945
Erucic acid (C22:1n-9)	1.72	1.60	1.56	0.088	0.825
Docosahexaenoic acid (C22:6n-3)	0.38	0.15	0.14	0.073	0.405

SEM = standard error of the mean, control = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue), RPUFA-A = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-A, RPUFA-B = mixture forage (alfalfa hay + tall fescue) + rumen protected unsaturated fatty acids additive-B, ND = not detected

수치의 DMD를 나타내었다. $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 경우 배양시간이 경과함에 따라 전 실험구에서 감소하였다. 가스발생량의 경우 배양시간이 경과함에 따라 증가하였으며, DMD와 유사하게 대조구, RPUFA-A와 RPUFA-B 실험구와 비교하였을 때 더 높은 수치의 가스발생량을 관찰할 수 있었다. pH의 경우 배양시간이 경과함에 따라 점차적으로 감소하는 모습을 볼 수 있었으며, 대조구가 RPUFA-A, RPUFA-B 실험구와 비교하였을 때 더 낮은 pH가 관찰되었다. 총 VFA 생성량의 경우 배양시간이 경과함에 따라 증가하였으며, 대조구에서 더 높은 수치의 총 VFA 생성량이 관측되었다. Acetate의 경우 배양이 종료되는 시점인 배양 24시간대에서 69.70으로 가장 높은 수치를 가지는 경향을 보였다($P \leq 0.051$). Propionate의 경우 배양이 종료된 시점인 배양 24시간대에서 RPUFA-A 실험구가 22.20으로 가장 높은 수치를 보이는 경향을 보였으며($P \leq 0.088$), A:P ratio의 경우 배양이 종료된 시점인 배양 24시간대에서 3.24로 가장 높은 수치를 가지는 경향을 보였다($P \leq 0.068$). 보호지방을 첨가한 실험구가 대조구에 비해 DMD, 가스 발생량, 총 VFA 생성량과 같은 발효 효율을 평가하는 지표가 더 낮게 나타났으나, 배양이 종료된 시점인 배양 24시간대에서 가스 발생량을 제외하면 경향치에 불과하거나 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 또한, 본 실험에 기질사료로 사용한 알팔파의 경우 높은 칼슘 함량으로 인해 지방산이 칼슘과 결합하여 염을 형성하게 되며 이로 인해 지방산으로 인한 섬유소 소화율 감소를 억제할 수 있다(White et al., 1958). Palmquist and Yang (1999)의

연구결과에 따르면 heptadecanoic acid를 potassium과 결합한 지방산염을 알팔파, 티모시 건초 및 밀짚에 흡착시킨 결과 알팔파가 다른 조사료에 비해 지방산염의 흡착량이 높았다고 보고하고 있으며, 조사료의 입자가 작을수록 지방산염의 흡착량이 높다고 보고하였다. Jenkins (1993)는 지방이 소화에 좋지 않은 영향을 끼치나, 건초를 급여할 시 발효 억제작용을 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 배양이 종료된 시점인 배양 24시간대에서 건물소화율이 유의적인 차이를 보이지 않았던 것은 지방산이 사료입자에 흡착되어 발효 억제작용을 감소시킨 것으로 사료되며, 이는 Kim et al. (2004b)의 연구결과와 유사한 결과를 나타낸다. 또한, in vitro 배양물에 대한 지방산 분석 결과 배양 24시간 RPUFA-A에서 oleic acid가 20.22 $\mu\text{g}/100 \mu\text{g}$ 으로 나타났으며($P < 0.05$), myristic acid나 palmitic acid와 같이 혈중 콜레스테롤을 증가시킬 수 있는 포화지방산 함량도 대조구와 동일한 수준으로 나타났다. 따라서 추후 진행될 in vivo 사양 실험은 본 실험을 기초로 하여 보호지방을 급여하며, 건초의 선정 및 사료의 구성에 추가적인 주의를 기울여야 할 것으로 판단된다.

다. 아마씨, n-3 지방산 첨가제가 in vitro 반추위 발효성상, 수소첨가에 미치는 영향

(1) 서론

경제가 성장함에 따라 소비자들은 인체에 이로운 역할을 하는 기능성 물질이 함유된 식품을 선호하게 되었다. 이러한 기능성 물질 중 n-3 지방산은 심혈관계 계통의 질환을 예방하는 효과가 있으며(Moloney et al., 2008), 따라서 소비자들의 관심 또한 높아지는 추세다. n-3 지방산 중 EPA나 DHA의 경우 해양생물에 다량으로 함유되어있다고 알려져 있으며, ALA의 경우에는 아마종실에 많이 함유되어있다고 알려져 있다(Innis, 2007). 반추동물이 불포화지방산을 섭취하게 되면 반추위 미생물이 지방산의 이중결합에 수소를 첨가하여 불포화지방산을 포화지방산으로 바꾸게 되며, 따라서 반추위 수소첨가 작용을 억제할 필요가 있다(Doreau et al., 2011). 수소첨가 작용을 억제하는 방법으로는 불포화지방산을 칼슘염이나 micro encapsulation 방법을 사용해 보호지방을 사용하는 방법이 있으며(Jenkins and Bridges Jr., 2007), n-3 지방산 중 DHA를 사용할 경우 반추위 미생물 성상의 변화로 인해 수소첨가가 억제되어 불포화지방산이 축적된다는 연구결과가 있었다(Dewanckele et al., 2018). 또한, Mordenti et al. (2019)는 아마종실을 사용할 경우 등심 내 ALA 함량을 유의적으로 증가시킬 수 있다고 보고하였다. 따라서 본 실험은 in vitro 반추위발효 실험상에서 ALA가 다량으로 존재한다고 알려진 아마종실과 DHA가 다량으로 함유된 미세조류 기반의 첨가제 및 DHA, EPA가 다량으로 존재하는 어유기반의 보호 n-3 지방산 첨가제를 사용하였을 때 나타나는 반추위 발효특성을 평가하고자 실시하였다.

(2) 재료 및 방법

○ 실험설계 및 실험방법

실험에 사용된 실험사료는 톨페스큐와 농후사료를 사용하였으며, 지방산 공급원으로 아마씨, 미세조류기반의 첨가제(n3FA-A) 및 어유기반의 첨가제(n3FA-B)를 사용하였다. 실험사료의 일반성분은 표 8과 같으며 실험사료는 AOAC (1990)방법에 의해 DM, OM, CP, EE를 분석하였고, Van Soest et al. (1991)의 방법으로 NDF, ADF를 분석하였다. 실험구는 대조구(톨페스큐 0.3 g + 농후사료 0.7 g), Linseed (톨페스큐 0.4 g + 농후사료 0.58 g + 분쇄 아마씨 0.02 g), n3AL (톨페스큐 0.3 g + 농후사료 0.7 g + n3A 0.01 g), n3AH (톨페스큐 0.3 g + 농후사료 0.7 g + n3A 0.02 g), n3BL (톨페스큐 0.3 g + 농후사료 0.7 g + n3B 0.01 g), n3BH

(톨페스큐 0.3 g + 농후사료 0.7 g + n3B 0.02 g)으로 총 6개의 실험구로 구성하여 실험을 진행하였다. 조사항목으로는 pH, 가스발생량, DMD, NH₃-N, VFA 및 지방산조성으로 하였으며 지방산 조성의 경우 분석 진행중에 있다.

표 8. Chemical composition of experimental diets

Items	Tall fescue	Concentrate	Linseed	n3A	n3B
DM	91.14	87.99	92.95	99.22	96.89
OM, % of DM	96.98	97.09	96.69	96.79	96.21
CP, % of DM	5.55	17.63	25.41	-	-
EE, % of DM	1.61	3.79	45.81	53.69	51.92
NDF, % of DM	78.48	31.82	44.86	-	-
ADF, % of DM	48.58	13.40	12.68	-	-

n3A: n-3 fatty acids additive A (based of marine algae), n3B: n-3 fatty acids additive B (based of fish oil), DM: dry matter, O M: organic matter, CP: crude protein, EE: ether extract, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber



그림 9. Linseed, n3A and B

○ In vitro 배양

In vitro 실험은 Tilley and Terry (1963)의 방법을 이용하였다. 본 실험에 이용된 반추위액은 경북대학교 부속목장에서 아침사료 급여 전 한우 3두의 반추위액을 stomach tube를 이용하여 채취하였다. 채취한 반추위액은 보온병에 보관하여 실험실로 운반하였다. 반추위액은 4점의 muslin을 이용하여 2번 여과하였으며, 과정 중 혐기성 상태를 유지하기 위해 CO₂를 주입해가며 진행하였다. 여과된 반추위액과 McDougall's buffer (McDougall, 1948)를 1:4로 혼합하여 반추위 inoculum을 제조하였다. McDougall's buffer의 구성비는 표 2와 동일하며, 각 시료가 담긴 배양병에 반추위 inoculum을 100 mL씩 담은 후 rubber stopper와 aluminum cap을 이용하여 밀봉하였다. 밀봉된 배양병은 39°C의 shaking incubator 0, 6, 24시간 동안 배양하였다. 모든 실험구는 5반복으로 진행하였으며, 그 중 3반복은 in vitro 반추위 발효성상을 분석하였고 2반복은 지방산 분석을 위해 배양이 종료되는 즉시 냉동시켜 발효를 정지시켰다.

○ 조사항목

• 가스발생량

가스발생량은 배양 종료 시간대(6, 24시간)에 배양병의 밀봉된 rubber stopper에 50 mL glass syringe가 연결된 멸균주사침을 꽂아 50 mL glass syringe의 눈금을 읽어 측정하였다.

• pH 측정

pH 측정은 pH meter (METTLER TOLEDO, SevenCompact™ S210, USA)를 이용하여 분석하였다. 배양이 종료된 배양병을 개봉한 후 5 cm × 10 cm nylon bag (ANKOM Technology, USA, pore size 50um)에 여과시켜 나온 배양액의 pH를 측정하였다. pH 측정 후 배양액은

NH₃-N과 VFA분석을 위해 4개의 eppendorf tube에 담았으며 남은 배양액은 15 mL conical tube에 담아 -20°C의 온도에서 보관하였다. 이 중 NH₃-N의 분석에 사용되는 eppendorf tube에는 0.2 N의 HCl을 0.5 mL만큼 담은 후 배양액을 0.5 mL만큼 담았다.

- DMD 측정

배양병에 담긴 시료를 5 cm × 10 cm nylon bag에 모두 옮겨 담은 후 증류수로 세척하였다. Drying oven (Wiseven, Korea)에서 105°C의 온도로 24시간 이상 건조시킨 후 desiccator에 30분간 방랭하였으며 방랭한 후 무게를 측정하여 DMD를 계산하였다.

- NH₃-N 분석

NH₃-N은 Chaney and Marbach (1962)의 방법으로 분석하였다. Eppendorf tube에 담긴 1 mL 배양액을 10,000 rpm으로 10분간 원심분리 후 상층액을 옮겨 담아 이를 시료로 이용하였다. 15 mL assay tube에 상층액 20 μL를 옮겨 담은 후 phenol color reagent (phenol 50 g, sodium nitroferrocyanide dehydrate 0.25 g/L)와 alkali-hypochlorite reagent (NaOH 25 g, sodium hypochlorite 16.8 mL/L)를 넣고 30분간 정치하였다. 정치 후 일회용 큐벳(Ratiolab cuvette, Germany)에 옮겨 담아 분광광도계(Optizen pop, Korea)를 이용하여 나온 값으로 NH₃-N을 분석하였다.

- VFA 분석

VFA 분석은 다음과 같은 방법으로 진행되었다. Erwin et al. (1961)의 방식에 따라 -20°C에 보관한 배양액을 4°C의 냉장고에서 해동 한 후 원심분리기(Labogene, 1730MR, Korea)를 이용하여 10분간 10,000 rpm으로 돌려주었다. 원심분리가 끝난 상등액 1 mL와 25% metaphosphoric acid (Wako, Japan) 0.2 mL를 혼합한 후 상온에서 30분간 정치하였다. 상온에서의 정치가 끝난 시료는 원심분리기(Labogene, 1730MR, Korea)로 옮겨 10분간 10,000 rpm으로 원심 분리하였다. 이후 상등액 1 mL를 주사기로 옮겨 0.45 μm (Rephile, RjN1345NH, China) syringe filter를 이용하여 여과한 뒤, 가스 크로마토그래피(Gas chromatography, Bruker Inc, 450-GC, Germany)분석 유리병에 담았다. 분석을 위한 컬럼은 BR-Wax fame(BR87503, Germany)을 사용하였으며, 검출기는 FID를 사용하였다. 표준용액은 VFA standard solution (Sigma-aldrich, 46975-U, USA)를 사용하였다. 인젝터와 검출기의 온도는 250°C 이고, 오븐의 온도는 100°C로 설정하였다. 질소, 수소, 고순도 산소의 유속은 각각 29 mL/min, 30 mL/min, 300 mL/min으로 설정하여 분석하였다.

- 통계분석

효과에 관한 자료들은 일반선형모형(general linear model)의 분산분석(analysis of variance)을 통하여 가설검정을 수행하였으며, 실험구간의 비교로 Duncan 다중비교 분석방법을 통하여 유의적 차이를 분석하였다. 모든 통계검정은 유의수준 95%로 수행하였으며, SPSS (version 23, IBM, USA) 프로그램을 이용하여 수행하였다.

(3) 결과 및 고찰

아마씨, n-3 지방산 첨가제를 사용하여 실시한 in vitro 반추위 발효실험의 결과는 표 9, 10과 같다. 건물 소화율의 경우 배양이 종료된 시점인 24시간에서 아마씨를 첨가한 실험구가 58.61%로 가장 낮은 DMD를 보였으며, n3BH 실험구에서 63.76%로 가장 높은 DMD를 보였다(P<0.05). Martin et al. (2008)의 연구에서는 linseed 및 linseed oil을 첨가하였을 때 DMD가 감소하였으며, Almeida et al. (2019)의 연구에서는 염소에게 linseed oil, fish oil을 첨가하였을 때 대조구와 비교하여 건물, 유기물, 조단백질, 조섬유 소화율과 유의적인 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. Doreau and Chilliard (1997)의 연구에서는 fish oil을 첨가하였을

때 소화율이 대조구에 비해 유의적으로 증가한다는 결과를 발표하였으나, 무슨 이유로 증가하였는지는 밝혀내지 못하였다. pH의 경우 배양 6시간에서 대조구가 6.73로 가장 낮은 pH값을 나타냈으며, n3AH가 6.78로 가장 높은 pH값을 나타냈다(P<0.05). 배양 24시간의 pH 결괏값은 n3BH가 6.66으로 가장 낮았으며, n3BL이 6.71로 가장 높은 pH값을 나타냈다(P<0.05). NH₃-N의 경우 배양 6시간에서 아마씨 실험구가 1.14 mg/100 mL로 가장 높은 함량을 나타냈고, n3BL 실험구가 0.69 mg/100 mL로 가장 낮은 함량을 나타냈다(P<0.05). Wang et al. (2002)의 연구결과에 따르면, 분쇄한 아마씨를 사용하여 in vitro 실험을 진행하였을 때 NH₃-N 함량을 증가 시켰다고 보고하고 있다. Ueda et al. (2003)에 따르면 linseed oil과 같은 지방산 제제를 첨가하였을 때 반추위 protozoal numbers의 수가 감소하며 이는 bacterial N synthesis의 효율성의 감소를 유도한다고 설명하였다. 배양 24시간 NH₃-N함량은 n3BH실험구가 1.26 mg/100 mL로 가장 높은 결괏값을 나타냈다(P<0.05). 가스 생성량은 배양 6시간에서 n3BH가 41.83 mL로 가장 높은 결괏값을 나타냈으며(P<0.05), 배양 24시간에서도 136.83 mL로 전 실험구에서 가장 많은 가스 생성량을 나타냈다(P<0.05).

표 9. Effect of microalgae, fish oil based n-3 fatty acids additives and linseed on dry matter degradability, pH, NH₃-N and gas production during in vitro rumen fermentation

Items	Treatment						SEM	P-value
	Control	Linseed	n3AL	n3AH	n3BL	n3BH		
Dry matter degradability (%)								
0 hr	35.56	32.55	31.10	32.20	32.07	33.11	0.689	0.225
6 hr	39.23	38.41	38.11	40.24	41.92	42.51	0.897	0.297
24 hr	59.99 ^{ab}	58.61 ^a	59.45 ^{ab}	59.93 ^{ab}	62.35 ^{bc}	63.76 ^c	0.603	0.035
pH								
0 hr	6.84	6.83	6.83	6.84	6.83	6.83	0.005	0.992
6 hr	6.73 ^a	6.76 ^b	6.75 ^{ab}	6.78 ^c	6.77 ^{bc}	6.77 ^c	0.004	0.005
24 hr	6.68 ^a	6.67 ^{ab}	6.83 ^{bc}	6.67 ^{ab}	6.71 ^c	6.66 ^a	0.004	0.012
NH ₃ -N (mg/100 mL)								
0 hr	0.87	0.93	0.87	0.94	1.03	0.75	0.021	0.072
6 hr	0.88 ^b	1.14 ^c	0.94 ^b	0.92 ^b	0.69 ^a	0.76 ^a	0.012	0.000
24 hr	0.55 ^b	0.36 ^a	0.58 ^b	1.04 ^c	0.64 ^b	1.26 ^d	0.014	0.000
Gas production (mL)								
6 hr	35.83 ^a	36.50 ^{ab}	37.50 ^{ab}	35.83 ^a	39.50 ^{bc}	41.83 ^c	0.561	0.005
24 hr	121.83 ^{ab}	115.17 ^a	121.33 ^{ab}	125.33 ^b	133.50 ^c	136.83 ^c	1.220	0.000

SEM = standard error of the means, n3AL = n-3 fatty acids additive A low level (microalgae based), n3AH = n-3 fatty acids additive A high level (microalgae based), n3BL = n-3 fatty acids additive B low level (fish oil based), n3BH = n-3 fatty acids additive B high level (fish oil based)

총 VFA 생성량의 경우 배양 6시간 n3B를 첨가한 실험구인 n3BL, n3BH 실험구에서 27.18, 27.35 mmol로 대조구 23.75 mmol에 비해 유의적으로 높은 생성량을 나타냈고(P<0.05), 배양 24시간 총 VFA 생성량은 n3BH가 52.82 mmol로 다른 실험구에 비해 높게 나타나는 경향을 보였다(P=0.052). 배양 24시간 acetate는 n3BH가 63.76%로 가장 낮은 수치를 나타냈다(P<0.05). 배양 24시간 propionate는 n3BH가 24.21%로 가장 높은 수치를 나타냈다(P<0.05). A:P ratio는 배양 24시간 n3BH가 2.63으로 가장 낮은 수치를 나타냈고, 아마씨 실험구가 2.89로 가장 높은 수치를 나타냈다. Beauchemin et al. (2009)에 따르면, 분쇄한 아마씨를 착유우에 급여하였을 때,

총 VFA 생성에는 유의한 차이를 나타내지 않는다고 하며, 본 실험의 경우 linseed 실험구와 대조구간에 비교를 해보았을 때 모든 배양시간에 걸쳐 유의한 차이는 나타내지 않았다. 또한, Wild et al. (2019)의 실험결과에 따르면 미세조류의 사용은 VFA 생산에 영향을 미친다고 하고 있으며, 본 실험에서 배양 6시간 acetate 수치가 대조구 70.12%인 것에 비해 n3AL과 H의 경우 69.50%, 69.52%로 나타난 것도 미세조류를 첨가하여 나타난 효과로 사료된다. Fievez et al 2003에 따르면 in vitro 실험상에서 EPA나 DHA가 포함된 어유를 첨가하면 VFA 생산이 최대 17%까지 감소했다고 보고하였다. 또한, in vivo 실험을 진행한 결과 acetate 농도가 감소한다는 결과가 있었다. 본 실험의 경우 총 휘발성 지방산 생성량의 경우 대조구와 비교하여 n3BL이나 H에서 유의적인 차이는 없었으나, n3BH 실험구에서 acetate 함량이 대조구 64.83%에 비해 63.76%로 유의적으로 낮은 함량을 나타냈다($P < 0.05$). 이는 탄소수가 20개 이상 되는 장쇄지방산들이 반추위로 유입될 경우 미생물에 대해 영향을 미쳐 반추위 발효성상을 변화시켜 나타나는 현상이라고 하였다(Keady and Mayne, 1999).

표 10. Effect of microalgae, fish oil based n-3 fatty acids additives and linseed on VFA during in vitro fermentation

Items	Treatment						SEM	P-value
	Control	Linseed	n3AL	n3AH	n3BL	n3BH		
Total VFA (mmol)								
0 hr	14.93	16.32	15.90	14.94	14.61	15.26	0.496	0.715
6 hr	23.75 ^a	23.96 ^a	24.56 ^{ab}	25.46 ^{ab}	27.18 ^{bc}	27.35 ^c	0.481	0.032
24 hr	47.44 ^{ab}	43.34 ^a	49.56 ^b	50.16 ^b	48.38 ^{ab}	52.82 ^b	1.046	0.052
Acetate (% of total VFA)								
0 hr	73.93	73.43	74.07	74.13	73.97	73.92	0.212	0.804
6 hr	70.12 ^d	70.05 ^{cd}	69.50 ^{bc}	69.52 ^{bc}	69.27 ^b	68.62 ^a	0.104	0.001
24 hr	64.83 ^b	65.80 ^c	64.91 ^b	64.80 ^b	64.71 ^b	63.76 ^a	0.078	0.000
Propionate (% of total VFA)								
0 hr	13.31	13.63	13.50	13.50	13.43	13.54	0.044	0.157
6 hr	18.13 ^a	18.12 ^a	18.24 ^a	18.32 ^a	18.60 ^{ab}	18.92 ^b	0.106	0.057
24 hr	23.18 ^a	22.74 ^a	23.27 ^a	22.96 ^a	23.32 ^a	24.21 ^b	0.101	0.001
Iso-butyrate (% of total VFA)								
0 hr	0.77	0.78	0.68	0.67	0.74	0.69	0.024	0.336
6 hr	0.54	0.54	0.56	0.56	0.52	0.51	0.011	0.568
24 hr	0.50	0.51	0.51	0.50	0.49	0.49	0.005	0.467
Butyrate (% of total VFA)								
0 hr	10.08	10.40	10.29	10.32	10.26	10.44	0.075	0.476
6 hr	9.78	9.89	10.21	10.07	10.22	10.57	0.108	0.111
24 hr	9.88 ^{bc}	9.40 ^a	9.64 ^{ab}	10.18 ^c	9.95 ^{bc}	9.92 ^{bc}	0.079	0.025
Iso-valerate (% of total VFA)								
0 hr	1.07	1.09	0.88	0.85	0.93	0.87	0.049	0.256
6 hr	0.73	0.73	0.75	0.76	0.69	0.69	0.014	0.243
24 hr	0.65	0.64	0.64	0.64	0.63	0.65	0.006	0.707
Valerate (% of total VFA)								
0 hr	0.85	0.66	0.58	0.53	0.67	0.55	0.044	0.102
6 hr	0.70	0.68	0.74	0.77	0.70	0.68	0.023	0.582

24 hr	0.96 ^{ab}	0.92 ^{ab}	0.97 ^b	0.93 ^{ab}	0.91 ^a	0.96 ^b	0.009	0.064
A:P ratio								
0 hr	5.56	5.39	5.49	5.49	5.51	5.46	0.032	0.473
6 hr	3.87 ^b	3.87 ^b	3.81 ^b	3.80 ^b	3.72 ^{ab}	3.63 ^a	0.025	0.014
24 hr	2.80 ^b	2.89 ^c	2.79 ^b	2.82 ^{bc}	2.78 ^b	2.63 ^a	0.015	0.000

SEM = standard error of the means, n3AL = n-3 fatty acids additive A low level (microalgae based), n3AH = n-3 fatty acids additive A high level (microalgae based), n3BL = n-3 fatty acids additive B low level (fish oil based), n3BH = n-3 fatty acids additive B high level (fish oil based)

실험의 결과를 요약하면 다음과 같다. DMD의 경우 대조구와 linseed, n3AL, n3AH간 유의적인 차이는 없었으나, 대조구와 n3BL과 n3BH간에는 더 높은 수치의 DMD가 나타났다. NH₃-N의 경우 지방산 제제를 첨가한 n3AH, n3BH에서 대조구보다 더 높은 수치의 NH₃-N이 나타났으며, 이는 지방산 제제에 따른 반추위 미생물 성장 변화에 기인한 결과로 판단하였다. 총 VFA의 경우 배양 24시간에서 대조구를 다른 실험구와 비교하였을 때 유의적인 차이는 없었으며, acetate의 경우 n3BH를 2% 수준으로 공급하였을 때 대조구 64.83%, n3BH 63.76%로 유의적인 차이는 나타냈으나(P<0.05) 1% 수준으로 공급하였을 때는 유의적인 차이는 없었다. Propionate의 경우 n3BH가 24.21%로 모든 실험구에서 가장 높았으며, 이는 DHA나 EPA와 같이 장쇄지방산이 다량으로 함유된 제제를 공급하였을 때 나타나는 효과로 판단된다. 불포화지방산 첨가제로써 평가된 3종류 첨가제의 경우 반추위 발효성상에는 부정적인 영향은 나타내지 않는 것으로 사료되며, 후속으로 수행될 in vivo 실험에 사용하여도 적합할 것으로 판단하였다.

라. 아마씨와 아마씨유 기반의 보호불포화지방산 첨가제가 in vitro 반추위 발효성상 및 수소첨가에 미치는 영향

(1) 서론

앞서 실험 2에 사용된 미세조류 기반의 불포화지방산 첨가제와 어유 기반의 첨가제는 in vitro 실험상에서 우수한 건물소화율을 보여 후속으로 수행할 실험인 in vivo 사양실험에 사용될 예정이었으나, 단가와 국내 제고 문제로 인하여 제외되었으며, 이에 in vivo 실험에 사용할 불포화지방산 제제에 대해 in vitro 반추위 발효성상을 평가하기 위해 아마씨와 보호아마씨유 첨가제를 사용하였다. 아마씨는 n-3 지방산 중 하나이며, 필수지방산인 ALA가 다량으로 함유되어있다고 알려져 있다. 체내에 유입된 ALA는 아래 그림10과 같이 신장효소(elongase)와 불포화효소(desaturase) 등의 영향을 받아 최종적으로는 DHA를 형성한다(Lau et al., 2013). 그러나 반추위에서는 미생물에 의한 수소첨가 작용으로 인해, 실제로 소장으로 이동되는 불포화지방산의 양이 줄게 되며, 따라서 이를 보호 처리할 필요가 있다. 지방산 제제를 보호하는 방법으로는 앞서 문헌조사 부분에서 언급하였듯 칼슘염 처리를 하거나, micro encapsulation 시키는 방법 등이 있다. 이러한 방식으로 불포화지방산 제제를 보호 처리할 경우, 반추위에서 포화지방산으로 바뀌지 않고 소장으로 넘어가 흡수되어 체내에서 이용되게 된다. 본 실험은 아마씨유를 micro encapsulation 처리하여 제조한 보호 불포화지방산 첨가제와 분쇄처리를 한 아마종실이 반추위 수소첨가 작용에 어떠한 영향을 미치는지 평가하기 위해 실시하였다.

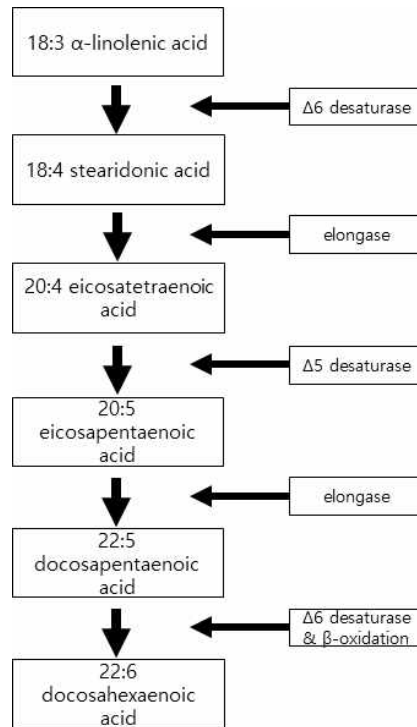


그림 10. Lau et al. (2013) Synthetic pathways of α -linolenic acid

(2) 재료 및 방법

○ 실험설계 및 실험방법

실험에 사용된 실험사료는 톨페스큐와 농후사료를 사용하였으며, 지방산 공급원으로 분쇄 아마씨와 아마씨유 기반의 보호불포화지방산(rumen protected linseed oil; RPLO)을 사용하였다. 실험사료의 일반성분은 표 11와 같으며, 분석방법은 실험 1과 동일하였다. 실험구는 대조구(톨페스큐 0.2 g + 농후사료 0.8 g), linseed (톨페스큐 0.2 g, 농후사료 0.75 g + 아마씨 0.05 g), RPLO (톨페스큐 0.2 g + 농후사료 0.78 g + RPLO 0.02 g)으로 구성하여 실험을 진행하였다. 또한 실험사료의 조지방 함량은 6%를 초과하지 않도록 하였다. 조사항목은 실험 1과 동일하였다.

표 11. Chemical composition of experimental diets

Items	Tall fescue	Concentrate	Linseed	RPLO
DM	76.28	86.36	92.95	99.60
OM, % of DM	96.90	96.64	96.69	96.47
CP, % of DM	5.54	14.99	25.41	-
EE, % of DM	1.43	5.08	42.59	92.45
NDF, % of DM	73.92	27.52	44.86	-
ADF, % of DM	46.09	10.43	18.64	-

RPLO = rumen-protected linseed oil

표 12. Fatty acids composition of experimental diets (%)

Items	Tall fescue	Concentrate	Linseed	RPLO
Lauric acid (C12:0)	1.06	15.95	ND	0.45
Myristic acid (C14:0)	3.28	5.64	ND	0.57
Pentadecenoic acid (C15:1)	4.94	ND	ND	0.87
Palmitic acid (C16:0)	35.80	16.43	6.16	20.32

Palmitoleic acid (C16:1)	3.42	0.49	ND	7.88
Heptadecenoic acid (C17:1)	4.41	0.37	ND	11.01
Stearic acid (C18:0)	5.81	2.02	3.21	19.70
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	10.20	18.37	17.79	14.76
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	ND	ND	ND	ND
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	10.72	35.06	13.30	5.20
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	ND	0.37	ND	ND
α -linolenic acid (C18:3n-3)	18.79	2.22	58.71	12.48
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	ND	ND	0.27	ND
Arachidonic acid (C20:0)	ND	0.46	ND	ND
Erucic acid (C22:1 n-9)	ND	ND	0.39	ND
Lignoceric acid (C24:0)	ND	ND	ND	1.44

RPLO = rumen protected linseed oil, ND = not detected

○ In vitro 배양

In vitro 실험은 실험 1과 동일하게 Tilley and terry (1963)의 방법을 이용하였다. 배양시간은 0, 6, 24시간으로 설정하여 진행하였으며, 1 g의 시료가 담긴 배양병에 반추위 inoculum을 100 mL 씩 담은 후 진행하였다.

○ 조사항목

조사항목으로는 가스발생량, pH 측정, 건물소화율, NH₃-N, 휘발성지방산, 소화물 및 실험사료에 대한 지방산을 조사하였다. 분석방법은 실험 1과 동일한 방식으로 진행하였다.

○ 통계분석

효과에 관한 자료들은 일반선형모형(*general linear model*)의 분산분석(*analysis of variance*)을 통하여 가설검정을 수행하였으며, 실험구간의 비교로 Duncan 다중 비교 분석방법을 통하여 유의적 차이를 분석하였다. 모든 통계검정은 유의수준 95%로 수행하였으며, SPSS (version 25, IBM, USA) 프로그램을 이용하여 수행하였다.

(3) 결과 및 고찰

In vitro 실험결과는 다음과 같다. DMD의 경우 배양시간이 경과할수록 증가하였으며, 배양 6시간에서의 DMD는 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, 배양 24시간에서 linseed 실험구는 건물소화율이 69.44%로 다른 처리구에 비해 높게 나타나는 경향을 나타내었다(P=0.065). Flachowsky et al. (1995)의 연구결과에 따르면 양에게 반추위 보호지방산을 이용한 in situ 발효성상을 확인한 결과 보호지방을 사료의 10% 수준으로 급여하였을 때 DMD의 유의적인 차이는 없었으나, 20% 수준으로 급여하였을 때 DMD가 감소한다고 하였다. 이러한 현상이 나타나는 이유에 대해 Jenkins (1993)은 반추위 내에 유입된 지방산은 미생물의 가수분해 효소의 발현과 활성, 막과 세포 기능을 방해하는 역할에 의해 나타나는 현상에 기인한 결과라고 하였다. da Silva Lima et al. (2017)에 따르면 반추동물에게 조지방 함량이 7% 이상이 되면 섬유소 소화율이 감소된다고 보고하고 있으며, 본 실험에서 사용된 기질사료의 조지방 함량은 6% 미만으로 설정하여 소화율에 부정적인 영향이 나타나지 않은 것으로 판단되었다. pH의 경우 전 실험구가 모든 배양시간에 걸쳐 유의적인 차이가 없었다. NH₃-N의 경우 linseed 실험구가 배양 6시간에서 2.34 mg/100 mL로 대조구와 RPLO 실험구에 비해 유의적으로 높은

결핍을 나타냈다($P < 0.05$). Jalč and Čerešňáková (2001)에 의하면 반추위에 linseed oil을 추가한 *in vitro*에서 $\text{NH}_3\text{-N}$ 이 대조구에 비해 유의적으로 증가하였다고 보고하였다. Ueda et al. (2003)의 *in vivo* 실험에서도 linseed oil을 첨가한 군에서 $\text{NH}_3\text{-N}$ 이 유의성 있게 높은 함량을 나타냈으며, 특히 고 농후사료 급여 실험구에서 linseed oil을 첨가하였을 때 반추위 protozoal numbers의 수가 감소하며 이는 bacterial-N synthesis의 효율성의 감소를 유도한다고 설명하였다. 본 실험에서도 linseed를 첨가한 군에서 $\text{NH}_3\text{-N}$ 이 증가하였으며 protozoal numbers의 변화로 인해 $\text{NH}_3\text{-N}$ 이 상승한 것으로 판단되었다. 또한, 배양 24시간에서도 1.68 mg/100 mL로 다른 두 실험구에 비해 유의적으로 높은 결핍을 나타냈다($P < 0.05$). 가스 발생량의 경우 배양 6시간, 배양 24시간에서 모두 유의적인 차이가 없었다.

표 13. Effect of concentrate replacement of linseed and RPLO on dry matter degradability, pH, $\text{NH}_3\text{-N}$ and gas production during *in vitro* rumen fermentation

Items	Treatment			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		
Dry matter degradability (%)					
0 hr	29.41	28.54	30.31	1.108	0.813
6 hr	41.72	39.00	33.70	1.558	0.183
24 hr	63.87	69.44	66.77	0.762	0.065
pH					
0 hr	6.95	6.94	6.95	0.002	0.317
6 hr	6.82	6.82	6.82	0.003	0.702
24 hr	6.70	6.72	6.71	0.006	0.464
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/100 mL)					
0 hr	1.57	1.62	1.47	0.015	0.066
6 hr	2.01 ^a	2.34 ^b	2.09 ^a	0.071	0.008
24 hr	1.19 ^a	1.68 ^b	1.26 ^a	0.072	0.000
Gas production (mL)					
6 hr	34.00	30.00	30.67	1.819	0.650
24 hr	141.00	149.67	144.00	1.515	0.207

SEM = standard error of the mean, RPLO = rumen protected linseed oil

VFA의 경우 배양 6시간의 iso-butyrate에서 RPLO 실험구가 0.71%로 가장 높은 결과를 나타냈다($P < 0.05$). Iso-valerate의 경우 배양 6시간에서 대조구에 비해 linseed, RPLO 실험구가 각각 0.79%, 0.75%로 유의적으로 높았다($P < 0.05$). Sterk et al., (2010)의 연구결과에 따르면, 아마씨유를 첨가한 *in vitro* 실험에서 총 VFA, acetate, 및 propionate 비율에는 영향을 미치지 않았다. 이러한 결과에 대해 저자는 아마씨유를 첨가하여도 반추위 미생물 성장에는 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 한편 Broudiscou and Lassalas. (1991)는 6%로 아마씨유를 첨가하여 양을 사용한 *in vitro* 실험에서 휘발성지방산 생성이 감소한다고 보고하였다. 본 실험에서는 배양이 종료된 시점인 배양 24시간에서 대조구, linseed, RPLO에서 휘발성지방산의 모든 항목에서 유의적인 차이는 없었다.

표 14. Effect of concentrate replacement of linseed and RPLO on VFA during *in vitro* rumen fermentation

Items	Treatment			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		
Total VFA (mmol)					
0 hr	17.35	16.89	15.90	0.314	0.239
6 hr	27.35	31.14	26.98	0.833	0.158

24 hr	63.23	65.25	65.78	1.503	0.774
Acetate (% of total VFA)					
0 hr	73.10	73.01	73.85	0.210	0.276
6 hr	68.90	68.44	68.24	0.205	0.445
24 hr	61.52	61.08	61.29	0.247	0.773
Propionate (% of total VFA)					
0 hr	13.11	13.12	12.86	0.074	0.324
6 hr	17.71	17.69	17.56	0.168	0.929
24 hr	24.69	24.83	24.24	0.210	0.530
Iso-butyrate (% of total VFA)					
0 hr	0.79	0.76	0.71	0.012	0.089
6 hr	0.63 ^a	0.67 ^{ab}	0.71 ^b	0.010	0.049
24 hr	0.65	0.68	0.65	0.009	0.355
Butyrate (% of total VFA)					
0 hr	11.51	11.68	11.24	0.095	0.245
6 hr	11.37	11.69	12.02	0.191	0.431
24 hr	11.31	11.55	11.98	0.165	0.319
Iso-valerate (% of total VFA)					
0 hr	0.86	0.85	0.80	0.019	0.412
6 hr	0.68 ^a	0.79 ^b	0.75 ^b	0.011	0.017
24 hr	0.74	0.75	0.73	0.013	0.808
Valerate (% of total VFA)					
0 hr	0.61	0.57	0.54	0.022	0.440
6 hr	0.70	0.72	0.72	0.013	0.796
24 hr	1.10	1.10	1.10	0.017	0.987
A:P ratio					
0 hr	5.58	5.56	5.74	0.047	0.294
6 hr	3.89	3.87	3.89	0.044	0.976
24 hr	2.49	2.46	2.53	0.029	0.655

SEM = standard error of the mean, RPLO = rumen protected linseed oil

지방산 함량은 배양 6시간 ALA에서 linseed 9.35%, RPLO 4.73%로 대조구 1.31%에 비해 유의적으로 높은 함량이 나타났다($P < 0.05$). Stearic acid의 경우 실험구간 유의적인 차이가 없었으며, oleic acid 또한 유의성이 없었다. 배양 24시간 ALA 함량은 대조구는 검출되지 않았으며, linseed, RPLO 실험구에서 각각 3.60%, 1.37%로 나타났다. Oleic acid의 경우 대조구 7.35%인 것에 비해 linseed 11.65%, RPLO 9.18%로 실험구간 유의적인 차이가 나타났다($P < 0.05$). Stearic acid의 경우 대조구가 37.01%로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 다른 두 실험구의 경우 RPLO 32.78% linseed 29.24%로 나타났다($P < 0.05$). ALA는 반추위 수소첨가 과정 중 최종적으로 stearic acid를 형성하게 되며, 형성된 stearic acid는 소장으로 이동하여 흡수된 후 반추동물의 체내에서 축적이 되거나, $\Delta 9$ desaturase의 영향을 받아 oleic acid를 형성하게 된다(da Silva Lima et al., 2017). 또한, ALA의 경우 반추동물의 체내로 흡수되게 되면 불포화효소와 신장효소에 의해 DHA나 EPA와 같은 불포화지방산을 합성하는 전구체로 사용된다(Lau et al., 2013). Oilseed의 외피의 경우 제한적으로 반추위 수소첨가를 할 수 있다고 하며(Kronberg et al., 2007), 본 실험에서 배양 24시간 ALA의 함량이 3.60%밖에 검출되지 않은 것은 실험에 이용된 아마씨의 경우 원물을 사용한 것이 아닌 분쇄를 한 아마씨를 사용하여 반추위 수소첨가 작용을 더 쉽게 받은 것으로 판단된다. 그러나 대조구나 RPLO 실험구에 비해 ALA 함량이 더 높게 나타난 결과를 확인할 수 있었다. 또한 성인병의 원인이 되는 포화지방산 중 하나인 myristic acid의 경우 배양 24시간에서 대조구가 4.75%로 나타난 것에 비해 linseed나 RPLO

실험구가 각각 4.48%, 4.18%로 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.05).

표 15. Effect of concentrate replacement of linseed and RPLO on fatty acids during in vitro rumen fermentation (% , 0 hours)

Items	Treatment			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		
Lauric acid (C12:0)	9.09	6.53	7.31	0.487	0.159
Myristic acid (C14:0)	4.08 ^{ab}	3.40 ^a	4.27 ^b	0.136	0.095
Myristoleic acid (C14:1)	0.21	0.09	ND	0.092	0.582
Pentadecylic acid (C15:0)	0.33	0.15	ND	0.148	0.594
Pentadecenoic acid (C15:1)	ND	ND	ND	ND	ND
Palmitic acid (C16:0)	21.62	17.40	24.42	1.818	0.294
Palmitoleic acid (C16:1)	ND	ND	ND	ND	ND
Margaric acid (C17:0)	ND	ND	ND	ND	ND
Heptadecenoic acid (C17:1)	0.62	0.87	1.12	0.197	0.524
Stearic acid (C18:0)	10.63	8.69	15.80	1.910	0.299
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	14.73 ^a	17.71 ^b	14.76 ^a	0.454	0.073
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	0.71 ^a	1.24 ^{ab}	2.36 ^b	0.250	0.096
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	27.33	25.57	25.88	1.413	0.813
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	ND	0.51	ND	0.206	0.465
α -linolenic acid (C18:3n-3)	8.30 ^{ab}	16.74 ^b	3.71 ^a	1.782	0.079
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	ND	ND	ND	ND	ND
Arachidonic acid (C20:0)	ND	ND	ND	ND	ND
Eicosenoic acid (C20:1)	1.03	ND	ND	0.420	0.465

SEM = standard error of the mean, RPLO = rumen-protected linseed oil, ND = not detected

표 16. Effect of concentrate replacement of linseed and RPLO on fatty acids during in vitro rumen fermentation (% , 6 hours)

Items	Treatment			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		
Lauric acid (C12:0)	7.73	5.66	6.99	0.327	0.107
Myristic acid (C14:0)	4.18 ^b	3.11 ^a	3.74 ^{ab}	0.137	0.066
Myristoleic acid (C14:1)	0.66	0.60	0.55	0.032	0.337
Pentadecylic acid (C15:0)	0.93	0.48	0.45	0.175	0.415
Pentadecenoic acid (C15:1)	ND	ND	0.26	0.104	0.465
Palmitic acid (C16:0)	20.29 ^b	17.73 ^a	25.04 ^c	0.296	0.003
Palmitoleic acid (C16:1)	0.22	ND	ND	0.088	0.465
Margaric acid (C17:0)	ND	ND	ND	ND	ND
Heptadecenoic acid (C17:1)	0.79	0.68	0.62	0.073	0.550
Stearic acid (C18:0)	15.10	13.48	17.56	1.465	0.469
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	15.25	17.22	14.03	0.653	0.190
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	11.11	10.26	6.69	1.179	0.284
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	20.61	16.34	17.74	1.416	0.418
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	ND ^a	2.72 ^b	ND ^a	0.018	0.000
α -linolenic acid (C18:3n-3)	1.31 ^a	9.35 ^c	4.73 ^b	0.518	0.010
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	ND	ND	ND	ND	ND
Arachidonic acid (C20:0)	ND	ND	ND	ND	ND
Eicosenoic acid (C20:1)	0.60	0.82	0.50	0.059	0.142
Eicosadienoic acid (C20:2)	ND ^a	0.66 ^b	ND ^a	0.016	0.000

SEM = standard error of the mean, RPLO = rumen protected linseed oil, ND = not detected

표 17. Effect of concentrate replacement of linseed and RPLO on fatty acids during in vitro rumen fermentation (% , 24 hours)

Items	Treatment			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		

	Control	Linseed	RPLO		
Lauric acid (C12:0)	5.97 ^c	5.02 ^a	5.54 ^b	0.032	0.002
Myristic acid (C14:0)	4.75 ^c	4.48 ^b	4.18 ^a	0.017	0.001
Myristoleic acid (C14:1)	0.97 ^b	0.91 ^a	0.92 ^b	0.005	0.012
Pentadecylic acid (C15:0)	0.86 ^c	0.75 ^a	0.81 ^b	0.006	0.006
Pentadecenoic acid (C15:1)	0.70 ^b	0.54 ^a	0.73 ^b	0.016	0.018
Palmitic acid (C16:0)	21.81 ^b	19.40 ^a	26.00 ^c	0.246	0.002
Palmitoleic acid (C16:1)	0.25	0.24	0.56	0.141	0.511
Margaric acid (C17:0)	ND	ND	ND	ND	ND
Heptadecenoic acid (C17:1)	0.75 ^{ab}	0.58 ^a	0.88 ^c	0.035	0.049
Stearic acid (C18:0)	37.01 ^c	29.24 ^a	32.78 ^b	0.384	0.005
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	7.35 ^a	11.65 ^c	9.18 ^b	0.090	0.000
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	14.46 ^b	14.55 ^b	10.14 ^a	0.083	0.000
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	3.65 ^a	5.32 ^c	4.69 ^b	0.070	0.003
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	ND ^a	0.67 ^c	ND	0.055	0.014
α -linolenic acid (C18:3n-3)	ND ^a	3.60 ^c	1.37 ^b	0.188	0.006
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	ND	ND	ND	ND	ND
Arachidonic acid (C20:0)	ND	ND	ND	ND	ND
Eicosenoic acid (C20:1)	ND	ND	ND	ND	ND
Eicosadienoic acid (C20:2)	ND	1.33 ^b	ND	0.006	0.000
Eicosapentaenoic acid (C20:5n-3)	ND	ND	ND	ND	ND
Heneicosanoic acid (C21:0)	ND	ND	ND	ND	ND
Docosaehaenoic acid (C22:6n-3)	ND	ND	ND	ND	ND

SEM = standard error of the mean, RPLO = rumen-protected linseed oil, ND = not detected

실험의 결과를 요약하면 다음과 같다. In vitro 실험에서 아마씨와 아마씨유를 기반으로 제작한 보호불포화지방산 첨가제를 사용할 시 반추위 발효성상에는 부정적인 영향을 미치지 않았으며, 배양 24시간 linseed와 RPLO가 DMD 항목에서 대조구에 비해 증가하는 경향을 나타내었다. 또한, 배양물에 대한 지방산 분석 결과 배양 24시간의 배양물에서 대조구에 비해 linseed 실험구와 RPLO 실험구에서 stearic acid의 함량은 낮게 나타나고, ALA의 함량은 증가하였다. 또한, 심장병, 동맥경화와 같은 성인병의 원인이 되는 포화지방산인 myristic acid의 함량은 대조구에 비해 linseed, RPLO 실험구에서 낮게 나타났다. 이러한 결과를 토대로 추후에 진행될 in vivo 실험에 linseed와 RPLO를 사용할 경우 반추동물의 체내에 ALA 함량을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

마. 한우에게 아마씨 및 반추위 보호아마씨유 첨가제의 급여가 사양, 도체성적, 육 이화학, 관능특성 및 등심 지방산 조성에 미치는 영향

(1) 서론

앞서 수행된 in vitro 실험의 결과 최종적 in vivo 사양실험 사용할 지방산 제제는 아마씨와 보호아마씨유 첨가제를 선택하였다. 실험 3에서도 언급하였듯, 아마씨의 경우 필수 지방산인 ALA가 다량으로 함유되어있으며, ALA의 경우 동물의 체내로 흡수될 경우 신장효소와 불포화 효소의 영향을 받아 다양한 종류의 n-3 지방산을 생성하게 된다. 또한 비육 말기의 소의 경우

곡물성 사료인 농후사료 위주의 사양으로 인해 n-6 지방산의 함량이 높지만 n-3 지방산의 함량은 다소 낮은 편이다(Razminowicz et al., 2008). 이는 비육말기의 특성상 비육을 위해 높은 함량의 에너지를 보유한 사료인 농후사료를 급여하여야 하는 상황에 따른 특성에 기인한 현상이며 조사료 위주의 식단을 구성하는 소의 경우 n-3 지방산의 함량이 높다는 연구결과가 존재한다(Mitchell et al., 1991). 그러나 한국의 특성상 조사료 위주의 식단을 구성한다는 것은 현실적으로 어려움이 있는 것 또한 사실이며, 반추동물의 특성상 불포화지방산이 체내로 유입될 시 반추위에서 수소첨가 작용이 일어나 포화지방산으로 전변된다. 반추위 수소첨가 작용을 억제하기 위해서는 지방산 제제를 칼슘염이나, micro encapsulation 방법을 통해 보호할 필요가 있으며, Demeyer and Doreau (1999)에 따르면 일부 oilseed의 경우 외피로 인해 반추위 수소첨가 작용을 억제할 수 있다고 하였다. 이러한 요인들을 고려하였을 때 n-3 지방산 함량을 증가시키기 위해서는 아마씨와 같이 ALA와 같은 n-3 지방산이 다량으로 함유된 제제 보호처리 하거나 원물로 사용하는 것이 타당하다고 판단되었다. 따라서 본 실험은 한우의 등심근 내 n-3 지방산 함량을 증진하고자 ALA가 다량으로 함유된 사료원료인 아마씨와, 아마씨유를 encapsulation 공법을 통해 보호시킨 첨가제를 한우에게 급여하였을 때 사양, 도체성적, 육 이화학, 관능특성 및 등심 지방산 조성에 미치는 영향을 평가하고자 실시되었다.

(2) 재료 및 방법

○ 실험동물 및 실험장소

실험에 사용된 한우는 평균 29 개월령의 거세 한우 30 두(746 ± 53.01 kg)를 사용하였으며, 실험장소는 상주축협생축장에서 실시하였다.

○ 실험구 및 실험기간

실험구는 대조구 10 두(농후사료 80%, 톨페스큐 20%), linseed 10 두(농후사료 74.7%, 아마씨 5.3%(농후사료 대체), 톨페스큐 20%), RPLO 10 두(농후사료 77.6%, RPLO 2.4%(농후사료 대체), 톨페스큐 20%)로 구성하였다. 실험은 2020년 03월 26일부터 2020년 06월 14일까지 총 81일간 실시하였다.

○ 실험사료의 급여

실험사료 중 농후사료와 지방산 제제는 오전 06시00분, 오후 16시30분으로 일일 2회 급여하였으며, 아마씨와 RPLO는 top dressing으로 하여 농후사료와 같이 급여하였다. 급여한 사료는 익일 오전 남은 잔량을 수거하여 사료섭취량을 조사하였다. 또한 조사료의 경우 3일에 한번 우방 한 칸당 한 단씩 급여하였다. 사료 급여량은 건물 기준으로 대조구(농후사료 7.34 kg, 조사료 1.63 kg), linseed 실험구(농후사료 6.89 kg, 아마씨 0.52 kg, 조사료 1.63 kg), RPLO 실험구(농후사료 7.18 kg, RPLO 0.24 kg, 조사료 1.63 kg)로 급여하였으며, 지방산 제제인 아마씨와 RPLO의 경우 실험 시작 후 4일간 급여량을 25% 씩 점진적으로 증가시켜 급여하였다. 또한 물은 자유롭게 음용 하도록 하였으며, 실험사료의 잔량이 남은 경우 모든 실험구에 생균제를 두당 건물기준으로 40.68 g 급여하였다.

○ 실험동물의 도축

실험동물의 도축은 실험 개시 후 61일부터 출하를 시작하였으며, 대조구 6 두를 선행으로 출하 후 실험개시 69일 후 대조구 4 두와 RPLO 실험구 5 두를 출하하였다. 이후 실험 개시 81일차 linseed 실험구 10 두, RPLO 5 두를 출하하였다. 출하가 된 한우는 충북 음성 소재의 음성축산물공판장으로 이동되어 24시간 동안 계류 후 도축을 실시하였으며, 계류 간 음수는 자유롭게 음용하도록 하였다.

○ 시료의 채취

실험사료의 일반성분과 지방산 조성 분석에 필요한 농후사료와 조사료는 10일에 한 번씩 채취하였으며, 아마씨와 RPLO의 경우 한달에 한번 시료를 채취하였다. 채취한 시료는 추후 지방산 분석을 위해 -20℃의 냉동고에서 냉동보관을 하였다. 한우 등심시료의 경우 갈비뼈 13~14번에 위치한 등심근을 약 700 g 정도 채취하였다.

○ 조사항목 및 분석방법

조사항목으로는 실험사료의 일반성분(DM, OM, CP, EE, NDF, ADF)과 지방산 조성, 냉도체중, 일당 사료 섭취량, 일당 증체량, 총 증체량, 사료 효율, 실험 종료 후 육량(등심 단면적, 등지방 두께), 실험 종료 후 육질(성숙도, 조직감, 지방색, 육색, 근내지방도), 등심 지방산 조성 및 등심근 이화학적 특성(Muscle pH, Lightness (L^*), Redness (a^*), Yellowness (b^*), drip loss, filter-paper fluid uptake (FFU), cooking loss, WBS), 관능평가(softness, initial tenderness, chewiness, rate of breakdown, Amount of perceptible residue, overall tenderness, juiciness, flavor intensity off-flavor intensity, mouth coating overall acceptability)를 조사하였으며, 실험사료의 일반성분 분석의 경우 실험 1과 동일한 방식으로 실시하였으며 실험사료의 일반성분은 아래의 표 18과 같다.

표 18. Chemical composition of experimental diets

Items	Tall fescue	Concentrate	Linseed	RPLO	Probiotics
DM	88.34	88.86	92.67	99.78	90.40
OM, % of DM	96.69	96.42	96.53	96.57	96.37
CP, % of DM	7.18	14.72	23.88	-	11.61
EE, % of DM	1.52	4.86	42.59	92.45	9.83
NDF, % of DM	72.31	28.91	55.90	-	26.91
ADF, % of DM	43.08	11.95	25.35	-	5.96

RPLO = rumen protected linseed oil

표 19. Fatty acids composition of experimental diets (%)

Items	Tall fescue	Concentrate	Linseed	RPLO	Probiotics
Lauric acid (C12:0)	0.67	18.76	ND	0.15	0.21
Myristic acid (C14:0)	2.59	6.06	ND	0.19	0.22
Myristoleic acid (C14:1)	0.11	0.03	ND	ND	ND
Pentadecenoic acid (C15:1)	2.56	ND	ND	0.29	16.10
Palmitic acid (C16:0)	37.33	14.76	7.69	30.33	0.07
Palmitoleic acid (C16:1)	1.76	0.10	ND	2.63	0.43
Heptadecenoic acid (C17:1)	3.91	0.31	ND	6.59	0.37
Stearic acid (C18:0)	5.25	1.62	2.76	28.83	2.67
Oleic acid (C18:1n-9 cis)	9.73	16.64	19.64	4.92	29.69
Elaidic acid (C18:1n-9 trans)	ND	ND	ND	ND	ND
Linoleic acid (C18:2n-6 cis)	15.01	35.95	19.47	5.75	45.38
Linolelaidic acid (C18:2n-6 trans)	ND	0.07	ND	ND	ND
α -linolenic acid (C18:3n-3)	20.15	2.37	49.92	16.59	2.69
γ -linolenic acid (C18:3n-6)	ND	ND	0.09	ND	ND
Arachidonic acid (C20:0)	ND	0.32	ND	ND	ND
Eicosadienoic acid (C20:2)	ND	ND	ND	ND	1.64

Erucic acid (C22:1n-9)	ND	ND	0.13	ND	0.13
Lignoceric acid (C24:0)	ND	ND	ND	0.48	ND

RPLO = rumen protected Linseed oil, ND = not detected

○ 사료섭취량 및 체중측정

사료섭취량은 실험사료를 급여 후 다음날 잔량을 측정하여 이를 공제하여 매일 측정하였고, 체중은 실험 종료 후 도축장으로 이동 후 계류장에서 측정되었다. 아래 표 20은 실험구별 개시체중, 종료체중, 증체량, 일당 증체량이다.



Basal diet (Control group)



Control group



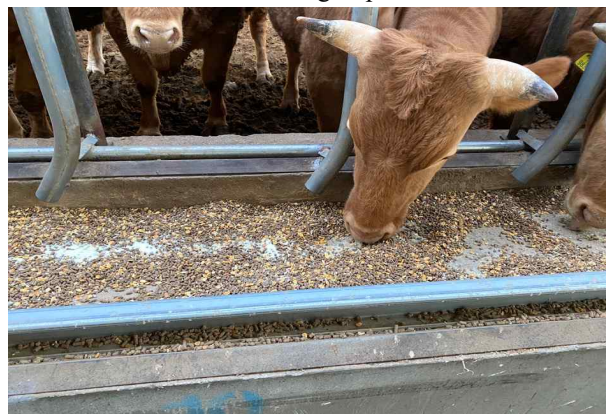
Basal diet with 5.4% of Linseed addition



Linseed group



Basal diet with 2.4% of RLPO addition



RLPO

그림 11. Feeds offered during morning feeding

표 20. Growth of Hanwoo steers in late fattening period as influenced by feeding unsaturated fatty acids source

Items	Treatments
-------	------------

	Control	Linseed	RPLO
Initial BW (kg)	764.8	744.29	728.34
Final BW (kg)	757.67	771.33	748.6
BW gain (kg)	-7.19	27.04	20.26
Daily gain (kg/d)	-0.109	0.33	0.28

RPLO = rumen protected linseed oil, BW = body weight

○ 도체등급

실험이 종료된 한우는 24시간 절식시킨 후 충북 음성축산물공판장으로 이동하여 24시간 계류시킨 후 도축하였다. 도체는 축산물등급판정 세부기준에 따라 냉 도체중, 육량형질(등심 단면적, 등지방두께)과 육질형질(성숙도, 조직감, 지방색, 육색, 근내지방도)을 판정받은 후 데이터를 수집하였다. 또한, 실험구간의 육량 및 육질등급의 출현율과 개체별 분포를 제시하기 위해서 육량등급은 A(1): B(2): C(3점), 육질등급은 1⁺⁺(1): 1⁺(2): 1(3): 2(4): 3(5점)으로 환산하여 제시하였다.

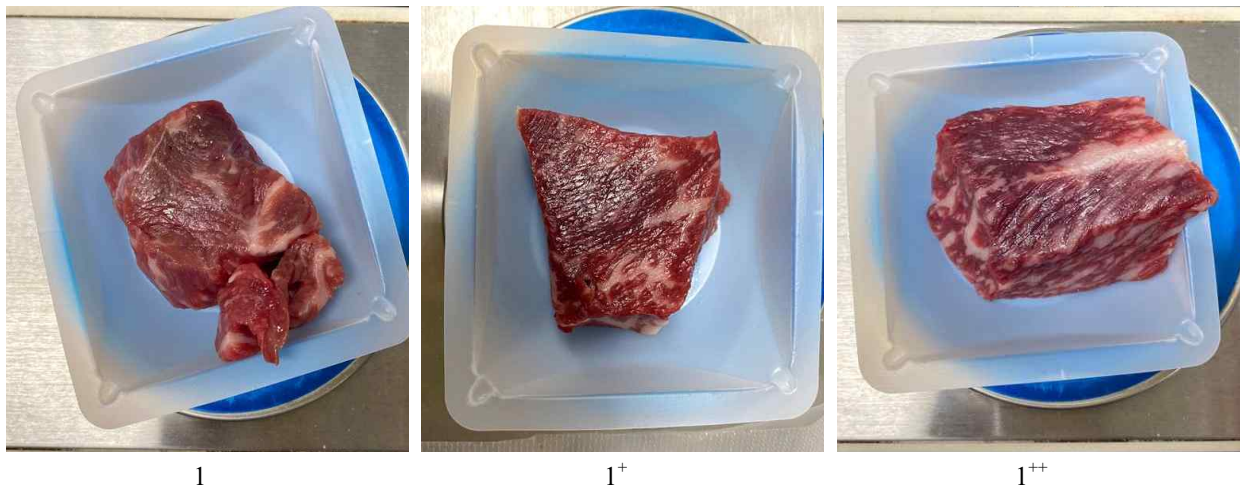


그림 12. Beef carcass quality grade

○ 실험사료의 지방산 분석

실험사료에 대한 지방산 분석은 실험 1의 지방산 분석과 동일한 방식으로 수행하였다.

○ 등심 지방산 분석

등심근 내 지방산을 분석하기 위해 다음과 같은 과정을 수행하여 분석하였다. Folch et al (1957)의 방법에 따라 시료 50 g과 chloroform:methanol (2:1) 용액 150 mL를 homogenizer 2500 rpm 으로 균질하여 지질을 추출한 다음 무수황산나트륨을 이용하여 수분을 제거하고 여과액을 50~55°C에서 농축하였다. 농축한 액을 100 μL 만큼 취한 후 0.5 N NaOH 용액 1 mL를 가하여 100°C에서 20분간 가열한 후 30분간 방랭하고 이후 BF₃-methanol을 2 mL 첨가하고 20분간 가열한 후 30분간 방랭하였다. Heptane 1 mL와 NaCl 8 mL 첨가한 후 상등액을 취하여 gas chromatography (Agilent Technologies, HP 6890, USA)에 주입하여 지방산을 측정하였다. 분석에 사용된 칼럼은 Omegawax 205 fused-silica bond (30 m 0.3*2 mm I.D., 0.25 μm film thickness)이였으며, Detector는 flame ionization detector (FID)이며, 이동상 기체로는 고순도 질소가스를 사용하였다. injector, detector, oven의 온도는 250°C, 260°C, 200°C 이었다.

○ 등심근 이화학적 특성

등심근의 이화학적 특성은 Honikel., (1998), AMSA (2015)의 방식에 따라 측정하였다.

세부적인 내용은 아래와 같다.

- Muscle pH (최종산도)

등심근의 pH는 사후 대사 완료 시점인 사후 24시의 산도(pH_{24h})를 pH meter (Testo 260-pH2, Hampshire, UK)를 이용하여 측정하였다.

- 육색 (명도, 적색도, 및 황색도)

등심근의 색은 백색평판으로 표준화($Y = 85.5, x = 0.3162, y = 0.3219$)시킨 Minolta chromameter (Model CR-400, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 명도(L^*), 적색도(a^*), 및 황색도(b^*)를 측정하였다.

- 보수력(drip loss, FFU, cooking loss)

식육의 보수력을 측정하는 방법은 육즙손실(drip loss), 여과지에 흡수되는 육즙을 측정하는 방법(FFU), 및 가열감량(cooking loss)등이 있다. Drip loss는 사후 24시 등심근을 일정한 크기로 절단한 후 외부공기를 차단한 냉장실에 48시간 저장하고, 이후 시료의 처음 무게와 나중 무게를 비교하여 손실된 육즙을 측정하였다. Cooking loss는 식육의 심부온도가 약 71°C가 되도록 80°C의 water bath에서 가열한 후 냉각시키고, 유리되는 육즙의 양을 백분율로 계산하였다.

- WBS

WBS 분석은 사후 24시 시료를 측정에 이용하였으며, 분석의 정확성을 위해 시료 당 6~10개를 측정하였다.

○ 식육의 관능평가

관능적 특성 분석은 사후 24시에 샘플을 이용하였다. 본 실험은 10명 이상의 훈련된 패널이 관능특성을 평가하였으며, 훈련은 6달 이상(주 1~2회에 회당 1시간) 진행하였다(AMSA 1995; Meilgaard et al., 1991). 식육의 가열은 180°C의 오븐을 이용하였으며, 식육의 심부온도가 71°C가 되도록 하였으며, 이후 특성 분석 전까지 water bath (54°C)에 보관하였다. 1회 저작했을 때의 연도; softness (1 = 매우 질김, 9 = 매우 연함), 3회 저작했을 때의 연도; Initial tenderness (1 = 매우 질김, 9 = 매우 연함), 9회 저작했을 때의 연도; chewiness (1 = 매우 질김, 9 = 매우 연함), 목 넘김 전까지의 저작 횟수; rate of breakdown (1 = 매우 많음, 9 = 매우 적음), 목 넘김 이후의 잔여물 양; Amount of perceptible residue (1 = 매우 많음, 9 = 매우 적음), 전체적인 연도의 정도; overall tenderness (1 = 매우 질김, 9 = 매우 연함), 5회 저작 후 입안 육즙의 양; juiciness (1 = 매우 건조함, 9 = 매우 풍부함), 8회 저작 후 식육 특유의 풍미 정도; Flavor intensity (1 = 매우 약함, 9 = 매우 강함), 이상취의 정도; off-flavor intensity (1 = 매우 강함, 9 = 매우 적음), 입안에서 느껴지는 지방/오일의 정도; mouth coating (1 = 매우 적음, 9 = 매우 많음), 전체적인 평가; overall acceptability (1 = 매우 나쁨, 9 = 매우 좋음)

○ 통계분석

도체등급, 등심근에 대한 지방산 분석 및 등심근 이화학적 특성의 결과에 관한 자료들은 일반선형모형(general linear model; GLM)의 분산분석(analysis of variance)을 통하여 가설검정을 수행하였으며, 실험구간의 비교로 Duncan 다중비교 분석방법을 통하여 유의적 차이를 분석하였다. 모든 통계검정은 유의수준 95%로 수행하였으며, SPSS (version 25, IBM, USA)프로그램을 이용하여 수행하였다. 관능평가의 결과에 관한 자료들은 SAS(Version 9.4, SAS, USA) GLM을 통하여 가설검정을 수행하였으며, 유의수준은 95%로 수행하였다.



그림 13. Preparation of sensory quality analysis

(3) 결과 및 고찰

In vivo 실험에 관한 결과는 표 16과 같다. 도체성적 항목에서는 등지방 두께, 지방색에서만 유의적인 차이를 나타내었고, 이외의 항목에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 등지방 두께의 경우 대조구 13.50 mm에 비해 RPL0 실험구에서 17.30 mm로 등지방 두께가 더 두껍게 나타났다($P < 0.05$). Voges et al. (2006)에 따르면 도체 내 지방의 축적 시 이를 제거하여야 하고 판매를 하여야 하므로, 실 거래량의 손실이 올 수 있다고 하였다. 또한 등지방 두께가 4 mm

이하 14 mm 이상일 때 소득감소가 가장 크다고 하였다. 본 실험에서는 linseed 실험구가 12.60 mm로 소득감소에 악영향을 미치는 범위에는 해당하지 않았다(Lee et al., 2011). 또한 지방색 항목의 경우 대조구가 2.70 점, linseed 및 RPLO 실험구가 3.00 점으로 대조구가 흰색에 가까운 지방색을 나타냈다(P<0.05). 국내 소비자들은 쇠고기 구매 시 지방색은 백색에 가까운 지방색을 선호하며(Cho et al., 2020), Lee et al., (2010)의 보고에 따르면, 한우의 지방색은 평균 2.79 점에서 3.32 점 사이의 범위에 위치한다고 하고 있으며, 본 연구에서는 2.70 점에서 3.00 점에 위치하여 이와 유사한 결과를 나타냈다. 본 실험에서는 대조구가 linseed, RPLO 실험구에 비해 상대적으로 백색에 더 가까운 지방색을 나타냈으나, 실험에서 나타난 수치가 일반적인 수치에 해당하여, 실제 소비자들의 선택에 미치는 영향은 미미할 것으로 판단된다. 또한 Cho et al. (2018)의 보고에 따르면, 한우 거세우의 배최장근 단면적은 평균 91.8 cm²에서 96.9cm²으로 나타났다고 하며, 본 연구에서는 대조구 94.50 cm², linseed 91.40 cm², RPLO 99.40 cm²으로 평균과 유사한 배최장근 단면적이 나타났다. 1⁺⁺ 등급 출현 두수는 대조구가 1 두 출현하였으며, linseed 및 RPLO 실험구의 경우 3 두씩 출현하였다.

표 21. Effects of unsaturated fatty acids source on carcass characteristics of Hanwoo steers

Items	Treatments			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		
Dry matter intake (kg)	6.48 ^a	6.96 ^b	7.18 ^c	0.064	0.000
Cold carcass weight (kg)	442.9	447.9	442.9	4.245	0.955
Yield traits ¹⁾					
Back thickness (mm)	13.50 ^a	12.60 ^a	17.30 ^b	0.381	0.024
<i>Longissimus dorsi</i> area (cm ²)	94.50	91.40	99.40	0.969	0.196
Yield index	61.55	61.51	60.78	0.115	0.260
Yield grade	1.90	2.10	2.20	0.059	0.520
A:B:C (head)	2:7:1	0:9:1	2:4:4	-	-
Quality traits ²⁾					
Marbling score	5.50	5.80	6.20	0.184	0.699
Meat color	5.10	5.00	4.90	0.046	0.633
Fat color	2.70 ^a	3.00 ^b	3.00 ^b	0.028	0.034
Texture	1.40	1.30	1.10	0.045	0.327
Maturity	2.30	2.40	2.10	0.045	0.327
Meat quality grade	2.40	2.00	2.30	0.091	0.600
1 ⁺⁺ :1 ⁺ :1:2:3(head)	1:5:3:1:0	3:4:3:0:0	3:2:4:1:0	-	-

RPLO = rumen protected linseed oil, SEM = standard error of the mean, ¹⁾Area was measured from *Longissimus dorsi* muscle taken at 13th rib and back fat thickness was also measured at 13th rib; yield index were calculated using the following equation:

$$yield\ index = 68.184 - (0.625 \times back\ fat\ thickness\ (mm)) + 0.130 \times Longissimus\ muscle\ area\ (cm^2) - (0.024 \times dress\ weight\ (kg))$$

, yield grade (A = 1, B = 2, C = 3) ²⁾Grading range are 1 to 9 for marbling score with higher numbers for better quality (1 = devoid, 9 = the most abundant), meat color (1 = bright, 7 = dark red), fat color (1 = white, 7 = yellowish), texture (1 = soft, 3 = firm), maturity (1 = youthful, 9 = mature), meat quality grade (1⁺⁺ = 1, 1⁺ = 2, 1 = 3, 2 = 4, 3 = 5)

등심근 내 지방산 조성에서는 ALA와 PUFA 항목에서 실험구간 유의적인 차이를 나타냈으며, ALA의 경우 아마씨와 RPLO가 대조구 0.04%에 비해 0.09%로 유의적으로 높은 함량을 가졌다(P<0.05). PUFA 항목의 경우 대조구 1.78%임에 비해 RPLO 실험구가 2.05%로 유의적으로 높은 함량을 가졌다(P<0.05). Caputi Jambrenghi et al. (2004)에 따르면, 비육기의

양에게 아마씨를 첨가하면 오메가-6/오메가-3 비율을 상승시킬 수 있다고 보고하였으나 본 실험의 경우 유의적인 차이는 없었다. Fiorentini et al. (2015)에 따르면, 아마씨유를 급여한 Nellore cattle의 등심에서 CLA와 ALA의 함량이 증가된다고 보고하였다. 이는 아마씨에 풍부하게 함유된 ALA의 반추위 수소첨가의 결과에 따라 CLA와 같은 중간대사물이 형성되어 나타난 결과이며, 본 실험의 경우 CLA는 검출되지 않았으나, ALA가 대조구에 비해 linseed나 RPLO와 같이 아마씨를 기반으로 한 첨가제를 급여하여 나타난 현상으로 판단하였다. ALA의 반추위 수소첨가는 앞서 문헌조사에서 언급한 바와 같이 급여하였을 때 미생물에 의한 수소첨가 작용으로 vaccenic acid (trans-11-18:1)과 같은 중간체 대사물을 형성하게 되며 최종적으로 stearic acid (C18:0)를 형성하게 된다(Harfoot and Hazlewood, 1997). 그러나 본 실험에서는 이러한 중간체 대사물들은 발견되지 않았으며, 등심근 내 ALA 함량은 linseed 실험구(0.09%), RPLO 실험구(0.09%)에서 대조구(0.05%)에 비해 유의적으로 증가하는 결과를 보였으며($P < 0.05$), 이러한 결과가 의미하는 바는 급여한 linseed나 RPLO가 반추위 내에서 수소첨가가 일어나지 않고, 소장에서 분해와 흡수되어 근육 내 침착되어 나타난 결과라 사료된다. Albertí et al., (2013)에 따르면, 아마씨의 경우 외피로 인하여 함유된 불포화지방산이 수소첨가에 대해 보호될 수 있다고 언급하고 있으며, 본 실험에서 사용된 아마씨의 경우가공처리를 하지 않은 원물이었으며, 보호불포화지방산 제제 또한 encapsulation을 통해 반추위 수소첨가에 대한 내성을 갖는 제제였다. 결론적으로 등심 내 ALA 함량이 증가한 이유는 실험에 사용된 제제가 반추위에서 미생물에 의한 작용을 받지 않고, 그대로 4위로 이동 후 소장으로 넘어가, 분해와 흡수가 되어 근육 내에 침착되어 나타난 결과로 사료된다. 또한 Kitessa et al. (2009)는 보호아마씨유를 양에게 급여하였을 때 등심 내 총 n-3 지방산 함량을 증가시킬 수 있다고 하며, ALA, DPA, DHA의 함량을 증가시켰다. 또한 EPA의 경우 함량에 변화에 유의적인 차이가 없었다고 보고하였다. 동물에서 n-3 지방산의 합성은 불포화효소와 신장효소의 영향을 받으며, 이로 인해 DPA나 DHA가 형성된다(Lau et al., 2013). 그러나 본 실험에서는 ALA는 유의적으로 증가하였으나, DPA나 DHA의 경우 검출이 되지 않았다.

표 22. Effect of unsaturated fatty acids source on *Longissimus thoracis* muscle fatty acids composition (%) of Hanwoo steers

Items	Treatments			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		
Myristic acid (C14:0)	3.50	3.25	3.13	0.053	0.384
Palmitic acid (C16:0)	29.36	28.31	28.05	0.152	0.226
Palmitoleic acid (C16:1n-7)	5.44	5.28	5.12	0.078	0.720
Stearic acid (C18:0)	10.21	10.06	10.47	0.119	0.767
Oleic acid (C18:1n-9)	49.35	50.82	50.82	0.206	0.300
Linoleic acid (C18:2n-6)	1.60	1.71	1.80	0.020	0.136
γ -Linolenic acid (C18:3n-6)	0.03	0.03	0.04	0.001	0.263
α -Linolenic acid (C18:3n-3)	0.05 ^a	0.09 ^b	0.09 ^b	0.002	0.000
Eicosenoic acid (C20:1n-9)	0.36	0.35	0.36	0.005	0.848
Arachidonic acid (C20:4n-6)	0.10	0.10	0.11	0.003	0.640
SFA	43.07	41.62	41.65	0.222	0.366
UFA	56.93	58.38	58.35	0.222	0.366
MUFA	55.15	56.44	56.29	0.224	0.484
PUFA	1.78 ^a	1.93 ^{ab}	2.05 ^b	0.021	0.049
UFA/SFA	1.33	1.41	1.41	0.013	0.372
n6/n3	1.73	1.85	1.96	0.020	0.108

RPLO = rumen protected linseed oil, SEM = standard error of the mean, SFA = saturated fatty acids, UFA = unsaturated fatty acids, MUFA = monounsaturated fatty acids, PUFA = polyunsaturated fatty acids

등심근 이화학적 특성은 육색과 pH의 경우 유의적인 차이는 없었으며, drip loss의 경우 대조구 1.16%임에 비해 linseed 실험구가 1.68%로 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.05). Cooking loss의 경우 대조구 18.27%임에 비해 RPLO 실험구가 24.33%로 유의적인 차이를 나타냈다. WBS는 대조구 52.77 N, linseed 64.30 N, RPLO 60.63 N으로 대조구가 지방산 제제를 급여한 실험구에 비해 더 우수한 전단력을 나타냈다(P<0.05). Mapiye et al. (2013)에 따르면 거세우에 아마씨를 첨가하였을 때 사후 24시간 등심 근육 내 pH, drip loss에는 영향을 미치지 않았다고 한다. 그러나 전단력이 증가하는 결과를 나타냈다고 하며, 아마씨 급여 시 검붉은 색을 띄었다고 보고하였다. 본 실험에서는 전단력은 증가하는 결과를 나타냈으나, 육색의 경우 실험구간 유의적인 차이가 없었다. 또한 Bhatt et al. (2020)은 비육말기의 Malpura lambs에 압출 아마씨를 급여할 경우 pH, 보수력, cooking loss 항목에서 유의적인 차이는 없었다고 하였다. Barahona et al., (2016)은 홀스타인 송아지를 대상으로 아마씨를 급여하는 실험을 진행하였으며, 실험결과 아마씨를 처리하지 않은 실험구에 비해 아마씨를 처리하였을 때 drip loss가 증가한다고 보고하였다. Corazzin et al. (2012)의 연구결과에 따르면, Italian Simmental, Holstein에게 아마씨를 급여하였을 때 cooking loss에 영향을 미치지 않는다고 보고하였으나, 본 실험에서는 대조구에 비해 linseed 실험구와 RPLO 실험구에서 cooking loss가 더 높은 결과를 나타냈다.

표 23. Effects of unsaturated fatty acids source on meat quality characteristics in *longissimus thoracis* muscle of Hanwoo steers

Items	Treatment			SEM	P-value
	Control	Linseed	RPLO		
Muscle pH _{24h}	5.50	5.54	5.54	0.007	0.415
Meat color					
Lightness (<i>L</i> [*])	33.56	34.10	33.94	0.256	0.804
Redness (<i>a</i> [*])	18.27	17.97	18.00	0.163	0.873
Yellowness (<i>b</i> [*])	8.36	8.25	8.29	0.124	0.967
Water holding capacity					
Drip loss (%)	1.16 ^a	1.68 ^b	1.36 ^{ab}	0.086	0.015
FFU (mg)	4.84	6.11	5.58	0.033	0.623
Cooking loss (%)	18.27 ^a	23.07 ^b	24.33 ^b	0.318	0.003
WBS (N)	52.77 ^a	64.30 ^b	60.63 ^{ab}	0.816	0.044

RPLO = rumen protected linseed oil, SEM = standard error of the mean, FFU = filter-paper fluid uptake, WBS = Warner-Bratzler shear force

관능평가의 경우 softness는 대조구, 아마씨 실험구가 7.03 점, 6.90 점에 비해 RPLO 실험구가 6.48 점으로 상대적으로 질기다는 결과를 나타냈고(P<0.05), initial tenderness에서도 RPLO가 6.06 점으로 다른 두 실험구에 비해 낮은 점수를 받았다(P<0.05). Chewiness의 경우 대조구가 6.32 점인 것에 비해 RPLO 실험구가 5.61 점으로 다소 질기다는 결과를 나타냈고, rate of breakdown, amount of breakdown 역시 대조구 6.45 점, 6.60 점인 것에 비해 RPLO 실험구에 5.75 점, 6.03 점으로 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.05). 전체적인 연도를 평가하는 항목인

overall tenderness에서는 대조구 6.63 점, linseed 6.32 점, RPLO 6.17 점으로 linseed 실험구의 경우 다른 두 실험구간 유의적인 차이는 없었으나, 대조구와 RPLO 실험구간 유의적인 차이는 나타났다($P<0.05$). 이는 앞서 전단력을 나타내는 WBS 항목에서 대조구가 52.77 N을 기록한 것에 비해 linseed와 RPLO 각각 64.30 N, 60.63 N을 나타내어 기계적인 비교를 통했을 때 대조구에서 더 연하다는 결과에 따라 나타난 것으로 판단하였다. 실험구에서 juiciness의 경우 대조구 6.68 점, linseed 6.32 점, RPLO 6.17 점으로 linseed 실험구는 다른 두 실험구와 유의적인 차이는 없었으며, 대조구와 RPLO 실험구간에는 유의적인 차이가 나타났다($P<0.05$). Lawrie and DA (2006)에 따르면 drip loss나 cooking loss와 같은 보수력 항목은 juiciness에 영향을 미칠 수 있다고 하며, 패널들이 대조구에 비해 다소 낮은 평가를 내린 이유도 대조구가 RPLO 실험구에 비해 상대적으로 더 좋은 결과를 나타냈기 때문에 일어난 현상으로 판단된다. Off-flavor intensity도 linseed 실험구가 7.17 점으로 다른 두 실험구와 유의적인 차이가 없었으며, 대조구와 RPLO 실험구의 경우 7.68 점, 7.07 점으로 유의적인 차이가 나타났다($P<0.05$). Sukombat et al. (2016)의 연구결과에 따르면, 와규에 팜유와 아마씨유를 급여하고 이에 대해 관능평가를 실시하였을 때 풍미항목에서 유의적인 없었다고 보고하고 있으나, n-3 지방산이 높은 경우 식육을 가열할 시 산화에 의해 이상취가 유발될 수 있다고 언급하였다. 본 실험에서 이상취 항목이 대조구에 비해 RPLO 실험구에서 더 높게 나타난 이유도 ALA와 같은 n-3 지방산의 열산화에 따른 결과로 판단된다. overall acceptability의 경우 대조구 6.71 점 linseed 6.25 점, RPLO 6.04 점으로 유의적인 차이가 나타났다($P<0.05$). Kitessa et al. (2009)에 따르면, 양을 대상으로 보호아마씨유를 급여하였을 때 Flavor intensity에서 가장 낮은 수치를 기록하였다. 그러나 overall acceptability에서는 긍정적인 평가(7.5 점 이상)를 기록하였으며, 구매 가능성 항목(0~5점)에서는 2.5 점을 기록하였다.

표 24. Effects of unsaturated fatty acids source on sensory quality characteristics in *Longissimus thoracis* of Hanwoo steers

Items	Treatment			P-value
	Control	Linseed	RPLO	
Softness	7.03 ^a ± 0.15 ⁽¹⁾	6.90 ^a ± 0.13	6.48 ^b ± 0.14	0.010
Initial tenderness	6.68 ^a ± 0.15	6.51 ^a ± 0.14	6.06 ^b ± 0.15	0.009
Chewiness	6.32 ^a ± 0.17	5.94 ^{ab} ± 0.15	5.61 ^b ± 0.16	0.007
Rate of breakdown	6.45 ^a ± 0.17	6.13 ^{ab} ± 0.15	5.75 ^b ± 0.16	0.010
Amount of perceptible residue	6.60 ^a ± 0.17	6.31 ^{ab} ± 0.15	6.03 ^b ± 0.16	0.036
Overall tenderness	6.63 ^a ± 0.16	6.23 ^{ab} ± 0.14	5.86 ^b ± 0.15	0.003
Juiciness	6.68 ^a ± 0.15	6.32 ^{ab} ± 0.13	6.17 ^b ± 0.14	0.024
Flavor intensity	6.81 ± 0.14	6.68 ± 0.13	6.81 ± 0.13	0.782
Off-flavor intensity	7.68 ^a ± 0.15	7.17 ^{ab} ± 0.13	7.07 ^b ± 0.14	0.004
Mouth coating	6.34 ± 0.16	6.21 ± 0.14	5.96 ± 0.15	0.092
Overall acceptability	6.71 ^a ± 0.15	6.25 ^b ± 0.13	6.04 ^b ± 0.14	0.002

RPLO = rumen protected linseed oil, ⁽¹⁾=standard error of least square means, score distribution = low to high (1 to 9), softness = hard to soft, initial tenderness = tough to tender, chewiness = very chewy to very tender, rate of breakdown = very slow to very fast, amount of perceptible residue = abundant to none, overall tenderness = dislike extremely to like extremely, juiciness = not juicy to extremely juicy, flavor intensity = very weak to very strong, off-flavor intensity = very strong to very weak, mouth coating = none to very high, overall acceptability = dislike extremely to like extremely

실험결과 아마씨와 보호아마씨유의 급여는 한우의 육량등급에 유의적인 차이는 나타내지 않았으며, 육질등급 또한 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 그러나 1⁺⁺ 등급 출현 두수가 대조구

1 두입에 비해 linseed와 RPLO 실험구에서 각각 3 두씩 출현하는 결과를 나타냈다. 또한 등심 내 지방산 조성에서도 ALA와 총 PUFA 함량에서 대조구에 비해 좋은 함량을 나타냈다. 식육의 이화학적인 특성에서 전단력을 나타내는 항목인 WBS의 경우 대조구가 비교적 더 연하다는 결과를 나타냈으며, 보수력의 drip loss와 cooking loss 항목에서도 대조구가 비교적 좀 더 좋은 결과를 나타내었다. 후속으로 진행된 관능특성 평가에서 대조구가 비교적 더 연하고, 더 다즙한 특성을 나타냈지만, linseed나 RPLO 실험구의 경우 부정적인 수준을 기록하지는 않았다. 이상취 항목에서도 linseed, RPLO 실험구가 대조구에 비해 더 높은 함량의 n-3 지방산 함량을 기록하여 가열 중 산패에 의한 이상취로 패널들이 대조구에 더 높은 점수를 평가하였지만, linseed, RPLO 실험구가 부정적인 수준에 해당하지는 않았다. 한우에게 아마씨와 보호아마씨유의 급여는 등심 내 ALA 함량을 증가시킬 수 있으며, 이러한 식육을 소비자들이 선택하였을 때 좀 더 건강에 이로운 식품을 섭취할 수 있을 것으로 판단된다.

「제6세부 : 세계 주요 소고기 수출 국가 육우 사육현황 및 대응전략 수립(경상대 전상곤)」

가. 서론

(1) 연구의 배경 및 필요성

○ 국내 쇠고기 시장이 해외 쇠고기 주요 수출국(미국, 호주, 캐나다, 뉴질랜드 등)들과 자유무역협정(FTA)을 체결하면서, 해외로부터의 쇠고기 수입은 증가하고 국내 쇠고기 자급률은 점차 하락하는 추세임.

- 국내 쇠고기 시장은 2001년 관세화에 의한 시장 개방 이후 외국으로부터의 쇠고기 수입이 증가하고 있음. 국내 한우 사육과 쇠고기 생산이 주기를 가지고 증감을 반복하고 있으나, 전반적으로 쇠고기 시장에서 차지하는 국내 한우의 비율은 감소하고 있는 추세임. 이러한 추세 속에서 국내 쇠고기 자급률은 2018년 기준 36% 수준 까지 하락하였음.

○ 또한, 수입되는 쇠고기에 부과하는 관세가 점차 인하되고 시장이 점차 개방되면서 가격적인 면에서와 품질적인 측면 모두에서 수입 쇠고기와의 경쟁이 한층 더 치열해질 것으로 전망됨.

- 외국산 쇠고기의 시장 점유율이 점차 증가하면서 동시에 수입육 중 냉장육의 비중도 점차 증가하고 있음. FTA로 인한 냉장 고급육의 수입 증가는 한우와의 경쟁을 한층 고조시킬 것으로 판단됨. 2018년 기준 냉장육 중 수입육의 비중은 21% 이라며 꾸준히 증가하는 추세임.

- 수출국들과의 FTA 체결로 수입쇠고기에 대한 40%의 관세는 꾸준히 하락하여 2020년대 중반 이후부터 미국(2026년), 호주산(2028년), 뉴질랜드산(2029년), 캐나다산(2029년) 순으로 무관세가 될 전망이다.

○ 쇠고기 수입은 꾸준히 증가하고 국내산 한우와의 경쟁력은 더욱 치열해질 것으로 전망됨. 경쟁에서 살아남기 위해 국내 한우 생산농가들과 국내시장으로의 해외 수출업자(해외 생산 농가 포함)들 간에 치열한 경쟁이 펼쳐지고 있음. 이에 국내 한우와 수입쇠고기 간에 국내 소비자들의 인식과 선호에 영향을 미치는 요인이 무엇인지에 대해 정확한 분석을 통해 한우 산업의 대응방안을 모색하는 것이 필요한 때임. 이를 위해 해외 주요 쇠고기 수출국가들의 육우 현황, 수출 현황, 국내에서의 경쟁 정도를 분석하여 그에 적절한 국내 한우 산업의 대응 전략을 마련하는 것이 필요한 시기임.

○ 나아가, 이러한 수입 쇠고기와의 경쟁을 국내 시장에 국한시키지 않고, 향후 한우 사육두수 300만두 이상으로 계속 증가(한국농촌경제연구원, 농업전망 2020)할 것으로 전망되어 해외 시

장으로의 출구 전략에 대해서도 검토하고 준비가 필요함.

(2) 선행연구 검토

- 한우와 수입쇠고기 소비에 대한 최근의 주요 연구결과를 살펴보면 다음과 같음.
- 정민국 외(2002)는 한우와 수입 쇠고기에 대한 지불의향 가격에 영향을 미치는 가계특성별 요인에 대해 분석하였음.
- 한상우 외(2010)는 한우와 수입쇠고기에 대한 인식·선호도·섭취실태와 소비 의식 변화 조사 등을 연구하였음.
- 김석대(2011)는 소비자 특성별 한우의 선호 부위와 고려 사항에 대해 연구하였음.
- 나유정(2012)은 국내 소비자의 수입 쇠고기 구매 의향에 영향을 미치는 요인에 관해 분석하였음.
- 정경수 외(2012)는 한우 수요에 미치는 전통적인 경제변수 및 한우산업 유통개선정책이 소비자 선호도에 미치는 영향을 분석하였고, 정경수 외(2015)는 한우와 수입 쇠고기에 대한 대체성에 관해 연구하였음.
- 이형우 외(2016)는 수입 쇠고기 가격이 한우 수요에 미치는 영향에 관해 분석하였음.
- 장재봉 외(2016)는 쇠고기 구매 결정 요인들 간 연관성 및 구매결정요인들과 국내산 쇠고기 선호와의 연관성에 대해 분석하였음.
- 한국산업개발연구원(2018)은 한우자조금관리위원회의 용역을 받아 홍콩 한우고기 수출활성화 방안에 관해 현지조사를 중심으로 다양한 전략과 대안들을 제시하였음.
- 한우수출연구사업단(2019)는 제 1차년도 수출전략기술개발사업 관련 한우 수출 시장 및 마케팅 동향 보고서 등의 내용을 통해 홍콩의 쇠고기 시장 동향 및 쇠고기 수출 국가들의 마케팅 전략 등에 관해 상세히 작성하였고 이를 토대로 향후 마케팅 전략 등을 수립하고 대안을 제시하였음.
- 한우자조금관리위원회는 한우자조금의 국내에서의 홍보, 교육, 수급 조절 등에 관해 예산을 집행하고 이에 따른 성과분석 보고서를 매해 작성하고 있으며, 국내 쇠고기 시장에서의 소비자 대상 모니터링을 매해 실시하고 있음.
- 한국농촌경제연구원(KREI)도 매해 국내 식품소비행태조사 보고를 통해 쇠고기를 포함한 국내 주요 농축식품에 대한 소비자들의 식품소비행태를 조사하여 발표하고 있음.

(3). 연구목적

- 이 연구의 목적은 주요 쇠고기 수출 국가 육우 현황을 파악하고 이를 기초로 국내 한우 산업의 대응 전략을 연구하는 것임.

라. 연구내용 및 방법

- 연구 목적을 위해 세부 연구 내용은 아래와 같이 크게 세 가지 부분으로 나누어 진행하고, 연구를 위한 세부 방법은 아래와 같음.

- 주요 쇠고기 수출국에 대한 현황 조사

- 대상국가: 미국, 캐나다, 호주, 유럽, 일본 등
- 주요 내용: 관련국의 사육현황, 수급현황, 수출입 현황, 관련 유통 현황 등
- 주요 내용: 쇠고기 수출국가들의 수출 전략 조사
- 방법: 웹페이지, 간행물, 면담조사(이메일 및 필요시 방문 조사)

- 국내 소비자 한우/수입육 선호도 조사

- 주요 내용: 국내 소비자들을 상대로 한우와 수입쇠고기에 대한 선호도를 조사하여, 국내 한

우를 수입쇠고기와 어느 면에서 차별화할 수 있을지 등에 대한 조사 및 연구

- 방법: 조사업체를 통한 소비자 조사, 관련 자료를 활용한 계량경제 분석, 시사점 도출
- 국내 한우 산업의 대응 전략 마련
- 주요 내용: 수입 쇠고기와 경쟁하기 위한 국내 한우 산업의 대응 전략 마련
- 방법: 연구 분석한 모든 내용을 정리하고 전문가 면담을 통한 대응 방안 마련
- 부문별 전략 마련: 국내 사육, 유통, 정책/제도, 수출 관련 전략 등

나. 국내외 쇠고기 시장 현황

(1) 주요 쇠고기 수출국 현황

○ 국가별 소 사육 동향(표 1)

• 2012년, 2013년에는 소 사육 마릿수가 약 10억을 넘었지만, 2014년 이후에 들어서는 마릿수가 약 10억에 미치지 못함. 유럽과 아프리카에서는 사육마릿수를 증가 시키고 있으나 가축 사육을 가장 많이 하는 아시아와 아메리카에서 사육을 줄이고 있어 이러한 결과를 만듦. 오세아니아는 가축사육을 줄이고는 있으나 큰 영향을 미치지 못함.

- 아시아에서는 인도가 305,000천 마리, 아메리카에서는 브라질 232,350천 마리 순으로 가장 많은 가축을 사육하고 있음.(2017년 기준)

한국에서 소고기 수입을 많이 하는 오세아니아의 경우, 35,582천마리로 상대적으로 적은 가축을 사육하고 있음.

○ 국가별 소 도축두수(표 2)

• 국가별 소 생산량(도축)은 아메리카, 아시아, 유럽, 오세아니아, 아프리카 순임.

- 아메리카 지역에서는 미국(11,938천 마리), 아시아 지역에서는 중국(7,260천 마리)이 쇠고기 생산량이 가장 높음.

표 1. 국가별 소 사육 동향

단위 : 천마리

소	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018(p)
아메리카 지역							
브라질	203,273	207,960	213,035	219,180	226,045	232,350	238,235
미국	89,300	87,730	89,143	91,918	93,705	94,399	94,500
아르헨티나	51,195	51,745	51,545	52,565	53,515	53,765	53,965
콜롬비아	30,576	30,240	18,400				
멕시코	18,521	17,760	17,120	16,615	16,490	16,584	16,761
베네수엘라	11,615	11,560	11,365				
캐나다	12,275	12,215	11,640	11,610	11,520	11,625	11,720
우루과이	11,327	11,793	12,053	12,016	12,016	11,754	11,610
합계	428,082	431,003	424,301	403,904	413,139	420,477	426,791
유럽 지역							
유럽연합	85,750	88,000	88,406	89,152	89,152	88,445	87,750
러시아	19,458	19,514	19,152	18,879	18,638	18,380	110,564
우크라이나	4,504	4,694	9,152	3,861	3,798	3,739	3,700
합계	109,712	112,208	111,554	111,892	111,588	110,564	109,580
아시아 지역							

인도	327,100	329,700	301,100	302,600	303,600	305,000	306,500
중국	104,203	104,188	100,450	100,275	99,173	98,850	94,700
일본	4,075	3,970	3,860	3,824	3,822	3,895	3,890
한국	3,479	3,342	3,472	3,337	3,381	3,406	3,491
합계	438,857	441,200	408,882	410,036	409,976	411,151	408,581
아프리카 지역							
이집트	6,180	6,260	6,485	6,725	6,995	7,205	7,485
합계	6,180	6,260	6,485	6,725	6,995	7,205	7,485
오세아니아 지역							
호주	29,879	28,250	29,102	27,413	24,971	25,500	26,500
뉴질랜드	10,199	10,278	10,368	10,033	10,152	10,082	10,200
합계	40,078	38,528	39,470	37,446	37,653	35,582	36,700
총계	1,022,909	1,029,199	990,692	970,003	979,351	984,979	989,137

주: (p)는 잠정치

자료: 미국 농무부 해외농업국

표 2. 국가별 소 도축두수

단위: 천마리

소	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018(p)
아메리카 지역							
미국	11,855	11,757	11,075	10,817	1,507	11,938	12,601
브라질	9,307	9,675	9,723	9,425	9,284	9,550	9,900
아르헨티나	2,620	2,850	2,700	2,720	2,650	2,830	2,915
멕시코	1,820	1,808	1,827	1,850	1,879	1,925	1,960
캐나다	1,075	1,035	1,100	1,047	1,130	1,175	1,190
콜롬비아	900	885	849	854	792	758	760
합계	27,577	28,010	27,274	26,713	27,242	28,176	29,326
유럽 지역							
유럽연합	7,765	7,470	7,443	7,684	7,880	7,900	7,855
러시아	1,380	1,370	1,375	1,355	1,335	1,315	1,300
우즈베키스탄	465	475	475				
우크라이나	365	430	429	427	391	370	350
합계	9,975	9,745	9,722	9,466	9,606	9,585	9,505
아시아 지역							
중국	5,540	6,700	6,890	6,700	7,000	7,260	7,325
인도	3,460	3,800	4,100	4,100	4,200	4,250	4,300
파키스탄	1,400	1,630	1,685	1,710	1,750	1,780	1,800
일본	519	508	502	481	465	459	470
한국	312	344	335	323	277	281	275
합계	11,231	12,982	13,512	13,314	13,692	14,030	14,170
아프리카 지역							
남아프리카공화국	820	825	983	1,038	1,090	967	1,010
이집트	280	285	310	306	357	360	365
합계	1,100	1,110	1,293	1,344	1,447	1,327	1,375

오세아니아 지역							
호 주	2,152	2,359	2,595	2,547	2,125	2,149	2,280
뉴 질 랜 드	625	620	658	690	648	654	622
합 계	2,777	2,979	3,253	3,237	2,773	2,803	2,902
총 계	52,660	54,826	55,054	54,074	54,760	55,921	57,278

주: (p)는 잠정치

자료: 미국 농무부 해외농업국

○ 국가별 쇠고기 수입량(표 3)

- 국가별 쇠고기 수입량을 2017년 기준으로 살펴보면,
 - 아메리카 지역: 전체 쇠고기 수입량은 2,088천톤이며, 그 중 미국이 1,358천톤으로 가장 많은 쇠고기를 수입함. 미국의 쇠고기 수입량은 꾸준히 증가함.
 - 유럽 지역: 전체 쇠고기 수입량 847천톤이며, 러시아가 509천톤, 유럽연합이 338천톤 쇠고기를 수입함.
 - 아시아 지역: 전체 쇠고기 수입량 2,485천톤임. 일본 817천톤, 홍콩 543천톤, 한국 531천톤, 말레이시아 211천톤, 필리핀 176천톤 순임.
 - 아프리카 지역: 전체 쇠고기 수입량 325천톤 중에서 이집트가 250천톤으로 가장 많은 비중을 수입함.
 - 오세아니아 지역: 전체 쇠고기 수입량은 26천톤이며, 이는 다른 대륙과 비교해 볼 때 매우 작은 수치임.

표 3. 국가별 쇠고기 수입량

단위: 천톤(지육기준)

소	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018(p)
아메리카 지역							
미국	1,007	1,020	1,337	1,529	1,367	1,358	1,379
멕시코	215	232	206	175	188	196	205
캐나다	290	284	272	269	243	229	235
칠레	187	245	241	245	298	281	295
베네수엘라	217	325	290	169	57	24	10
합계	1,916	2,106	2,346	2,387	2,153	2,088	2,124
유럽 지역							
러시아	1,027	1,023	932	621	522	509	400
유럽연합	348	376	372	363	368	338	340
합계	1,375	1,399	1,304	984	890	847	740
아시아 지역							
일본	737	760	739	707	719	817	832
한국	370	375	392	414	513	531	559
이란	164	144	105	148	153	207	210
홍콩	241	473	646	339	453	543	580
말레이시아	174	194	205	237	218	211	215
필리핀	135	145	165	145	162	176	190
합계	1,821	2,091	2,252	1,990	2,218	2,485	2,586
아프리카 지역							
이집트	250	195	270	360	340	250	320
알제리	97	90	102	91	88	70	70

남아프리카공화국	52	49	42	47	43	5	45
합계	399	334	414	498	471	325	435
오세아니아 지역							
뉴질랜드	10	15	18	16	114	13	12
오스트레일리아	12	10	11	13	13	13	13
합계	22	25	29	29	127	26	25
총계	5,560	5,928	6,341	591	5,742		

주: (p)는 잠정치

자료: 미국 농무부 해외농업국

○ 국가별 쇠고기 소비량(표 4)

- 국가별 쇠고기 소비량을 2017년 기준으로 살펴보면,
 - 아메리카 지역: 전체 쇠고기 소비량은 25,847천톤이며, 그 중 미국이 12,046천톤으로 가장 많은 쇠고기를 소비함.
 - 유럽 지역: 전체 쇠고기 소비량 9,510천톤이며, EU-27의 쇠고기 소비량은 7,825천톤임.
 - 아시아 지역: 전체 쇠고기 소비량 15,129천톤임. 중국이 8,227천톤으로 아시아 전체 소비량의 약 절반 이상을 차지함.

표 4. 국가별 쇠고기 소비량

단위: 천톤(지육기준)

소	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018(p)
아메리카 지역							
미국	11,736	11,608	11,241	11,276	11,678	12,046	12,592
브라질	7,845	7,885	7,896	7,781	7,652	7,750	7,935
아르헨티나	2,458	2,664	2,503	2,534	2,434	2,537	2,565
멕시코	1,836	1,873	1,839	1,797	1,809	1,841	1,860
캐나다	1,018	1,009	984	9,152	938	935	95
콜롬비아	844	825	839	843	781	738	739
합계	25,737	25,864	25,302	33,383	25,292	25,847	25,786
유럽 지역							
EU-27	7,760	7,520	7,514	7,744	7,904	7,871	7,825
러시아	2,400	2,398	2,297	1,966	1,947	1,812	1,685
우즈베키스탄	472	486	484				
합계	10,632	10,404	10,295	9,710	9,851	9,683	9,510
아시아 지역							
중국	6,676	7,112	7,277	7,339	7,759	8,227	8,530
인도	2,041	1,919	2,018	2,294	2,436	2,401	2,400
파키스탄	1,538	1,576	1,627	1,636	1,685	1,721	1,736
일본	1,255	1,232	1,225	1,186	1,215	1,277	1,314
이란	412	342	273	328	343	407	420
한국	683	713	754	768	785	817	420
베트남	223	220	232	251	271	279	286
합계	12,828	13,114	13,406	13,802	14,494	15,129	15,516
아프리카 지역							
남아프리카공화국	892	937	981	991	1,071	960	1,005
이집트	530	480	580	666	697	610	685
합계	1,422	1,417	1,561	1,657	1,768	1,570	1,690
오세아니아 지역							
오스트레일리아	745	806	790	735	684	676	683
뉴질랜드	117	106	97	66	72	74	74
합계	862	912	887	801	756	750	757

총 계	51,507	51,719	51,524	51,215	51,716
-----	--------	--------	--------	--------	--------

주: (p)는 잠정치

자료 : 미국 농무부 해외농업국

○ 국가별 쇠고기 수출량(표 5)

- 국가별 쇠고기 수출량을 2017년 기준으로 살펴보면,
 - 아메리카 지역: 전체 쇠고기 수입량은 9,445톤이며, 그 중 브라질이 1,856천톤으로 가장 많은 쇠고기를 수출함. 그 다음으로 미국이 1,298천톤 수출함.
 - 유럽 지역: EU-27 370천톤, 우크라이나 55천톤, 러시아 15천톤 순으로 쇠고기를 수출함.
 - 아시아 지역: 전체 쇠고기 수출량 1,866천톤임. 그 중 인도가 1,849천톤으로 아시아 지역 수출의 대부분을 차지하고 있음.
 - 아프리카 지역: 남아프리카 공화국은 52천톤 쇠고기를 수출함.
 - 오세아니아 지역: 전체 수출량 2,079천톤으로 아메리카 지역 다음으로 2위를 차지함.

표 5. 국가별 쇠고기 수출량

단위 : 천톤(지육기준)

소	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018(p)
아메리카 지역							
브라질	1,524	1,849	1,909	1,705	1,698	1,856	2,025
미국	1,112	1,174	1,167	1,028	159	1,298	1,372
캐나다	335	332	378	397	441	469	480
우루과이	360	340	350	373	421	435	420
파라과이	251	326	389	381	389	378	400
아르헨티나	164	186	197	186	216	293	350
멕시코	200	166	194	228	258	280	305
합계	3,946	4,373	4,584	4,298	3,582	5,009	5,352
유럽 지역							
EU - 27	296	244	301	303	344	367	370
우크라이나	23	34	30	45	50	60	55
러시아	7	10	10	10	10	12	15
합계	326	288	341	358	404	439	440
아시아 지역							
인도	1,450	1,881	2,082	1,806	1,764	1,849	1,900
중국	42	30	30	24	23	17	15
요르단							
합계	1,492	1,911	2,112	1,830	1,787	1,866	1,915
아프리카 지역							
남아프리카공화국	12	17	44	94	62	52	50
합계	12	17	44	94	62	52	50
오세아니아 지역							
오스트레일리아	1,407	1,593	1,851	1,854	1,480	1,486	1,610
뉴질랜드	517	529	579	639	587	593	560
합계	1,924	2,122	2,430	2,493	2,067	2,079	2,170
총계	7,700	8,711	9,511	9,073	7,902	9,445	9,927

주: (p)는 잠정치

자료 : 미국 농무부 해외농업국

다. 국내 쇠고기 시장 현황

(1) 국내 수급 현황(그림 1, 표 6~7)

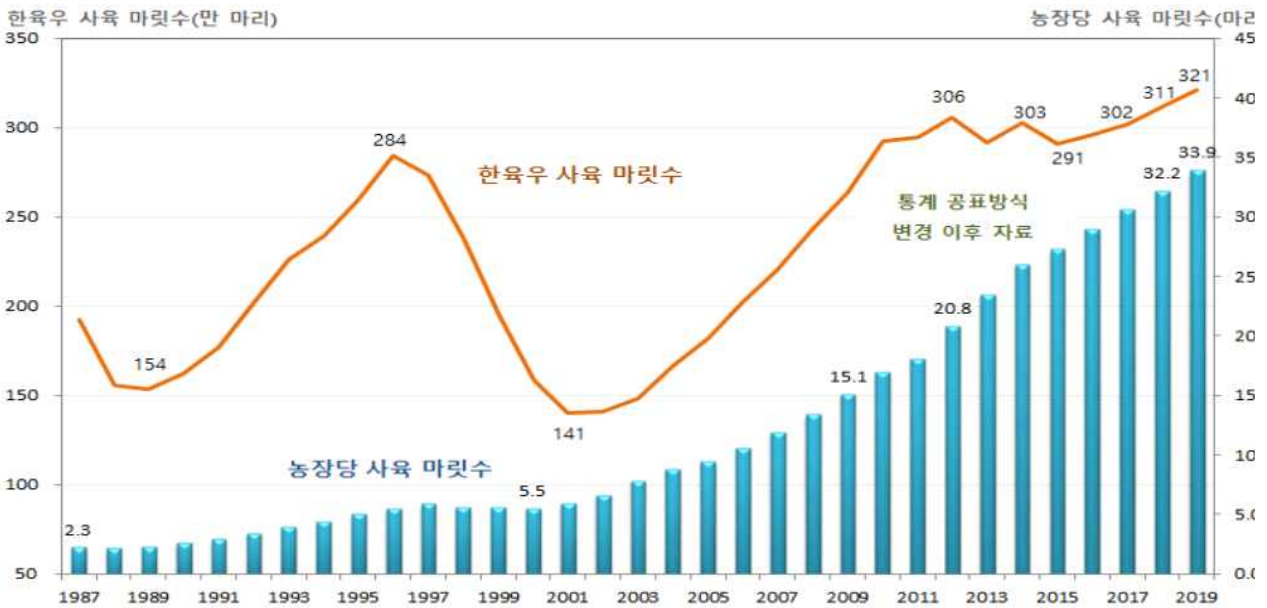
○ 국내 한육우 사육두수는 2001년 141만두까지 감소한 이후 꾸준한 증가세를 이어오고 있음. 2019년 12월 현재 한육우 두수는 321만 1천두(한우는 305만 5천두)로 전년보다 3.2% 증가하였음. 2009년 이후부터는 완만한 증가세를 이어오고 있음. 사육농가수는 꾸준히 감소하여 호당

사육두수는 2019년 현재 33.9마리까지 증가하여 규모화가 진전되고 있음.

○ 국내 쇠고기 수급동향을 보면, 2019년 기준 생산량은 24만5천톤, 수입량은 42만7천톤으로 총 소비량은 67만2천톤, 1인당 소비량은 13.0kg으로 추정됨. 국내 쇠고기 자급률은 36.5%인 것으로 추정됨.

○ 국내 생산량이 사육 사이클에 따라 증감을 반복하는 반면, 수입량은 대체로 꾸준히 증가하며 국내 쇠고기 시장을 점차 잠식하고 있는 상황임. 2019년 쇠고기 수입량은 42만 7천톤으로 전년보다 1만 1천톤 정도 증가하였음.

○ 향후, 국내 쇠고기 시장을 전망하면, 국내 쇠고기 생산은 국내 사육두수가 완만히 증가할 것으로 전망되어 2029년 33만1천톤까지 완만하게 증가할 전망이다. 수입량은 2020년 수입단가의 상승으로 일시적으로 감소하였다가 이후 점차 증가할 것으로 전망됨. 2020년 쇠고기 자급률은 38.5%로 전년에 비해 상승할 것으로 전망되며, 이후 국내 생산량 증가로 2029년 42.0%까지 상승할 전망이다.



자료: 한국농촌경제연구원(2020), “농업전망 2020”

그림 1. 한육우 사육두수와 농장당 마릿수

표 6. 쇠고기 수급 동향

단위 : 천 톤(정육 기준)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	2019(p)
생산	261	255	231	239	237	245
수입	280	298	363	344	416	427
총 소비량	541	553	594	583	653	672
자급률(%)	48.1	46.1	39.0	41.0	36.2	36.5
1인당 소비가능량(kg)	10.8	10.9	11.6	11.3	12.7	13.0

자료 : 한국농촌경제연구원(2020), “농업전망 2020”

(2) 수입 현황(표 8~12)

○ 한국농수산식품유통공사(KATI) 자료에 따르면, 우리나라의 쇠고기 수입량은 2010년에 28만7천톤에서 2015년에 32만9천톤으로 2019년에 47만1천톤으로 꾸준히 증가하는 추세임.

• 2019년 기준으로, 미국은 전체 수입물량의 52.5%를 차지, 호주는 41.8%를 차지, 뉴질랜드는 4.4%를 차지, 캐나다는 1.3%를 차지함.

표 7. 쇠고기 수급 전망

단위 : 천 톤(정육 기준)

구분	2019(추정치)	전망			
		2020	2021	2024	2029
생산	245	259	274	304	331
수입	427	414	419	438	456
1인당 소비가능량(kg)	13.0	13.0	13.4	14.2	14.9
자급률(%)	36.5	38.5	39.5	41.0	42.0
한우 지육가격(원/kg)	17,965	17,137	16,885	16,962	19,170

자료 : 한국농촌경제연구원(2020), “농업전망 2020”

○ 이를 냉장육과 냉동육으로 나누어 살펴보면, 먼저 냉장육은 2010년에 4만3천톤에서 2015년에 5만4천톤으로 2019년에 9만3천톤으로 꾸준히 증가하는 추세임.

• 전체 쇠고기 수입량 중 냉장육이 차지하는 비중은 2010년에 14.8%에서 2019년에 19.7%까지 꾸준히 증가하는 추세임. 그 중에서 미국산 냉장육 수입 증가가 두드러짐.

• 2019년 기준으로, 미국은 전체 냉장육 수입물량의 62.3%를 차지, 호주는 37.0%를 차지, 캐나다는 0.5%를 차지함. 미국산 냉장육 수입량이 급증하며 미국산 시장 점유율이 호주산을 앞질러 크게 나타나고 있음.

• 2019년 기준 냉장육 수입단가를 비교하면, 미국산과 호주산은 비슷한 수준으로 9\$/kg을 상회하고 있음. 대략 전체적으로 냉장육 평균 단가는 9\$/kg을 상회함.

○ 냉동육은 2010년에 24만4천톤에서 2015년에 27만5천톤으로 2019년에 37만8천톤으로 꾸준히 증가하는 추세임.

• 전체 쇠고기 수입량 중 냉동육이 차지하는 비중은 2010년에 85.2%에서 2019년에 80.3%까지 꾸준히 감소하는 추세임.

• 2019년 기준으로, 미국은 전체 냉동육 수입물량의 50.1%를 차지, 호주는 43.0%를 차지, 뉴질랜드는 5.4%를 차지, 캐나다는 1.5%를 차지함.

• 2019년 기준 냉동육 수입단가를 비교하면, 미국산은 6\$대, 호주산과 뉴질랜드산은 4\$대, 캐나다산은 5\$대를 보여주고 있음.

표 8. 국내 쇠고기 수입현황: 수출국가별 수입금액 및 단가(전체)

단위: 톤(M/T), 천불(US\$1,000)

	미국(U.S.A)			호주(Australia)			캐나다(Canada)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가	물량	금액	단가
2010	92,649.4	421,605.9	4.55	155,406.2	633,949.4	4.08	0	0.1	0.00
2011	128,444.9	653,029.8	5.08	170,111.0	849,272.6	4.99	0	0	0.00
2012	105,791.6	522,455.5	4.94	155,808.1	753,225.5	4.83	1,445.6	6,569.1	4.54
2013	101,413.7	577,995.5	5.70	165,598.4	835,959.1	5.05	2,295.4	10,923.9	4.76
2014	111,629.2	764,412.0	6.85	172,738.1	942,837.8	5.46	2,493.3	14,365.7	5.76
2015	115,439.2	802,005.0	6.95	189,303.2	1,088,407.9	5.75	1,405.1	8,328.3	5.93
2016	168,585.1	1,035,002.3	6.14	198,414.0	1,096,285.6	5.53	5,062.7	23,314.5	4.61
2017	189,880.3	1,255,898.	6.61	189,521.0	1,051,664.	5.55	5,946.2	27,788.7	4.67

2018	224,186.1	1,635,461. 3	5 7.30	194,918.7	1,116,010. 0	5 5.73	3,918.1	19,589.9	5.00
2019	247,554.3	1,825,765. 1	7.38	197,406.1	1,139,581. 9	5.77	6,136.4	33,918.3	5.53
뉴질랜드(New Zealand)							계(Total)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가			
2010	38,944.7	120,425.3	3.09	287,000.3	1,175,980.7	4.10			
2011	39,426.5	156,783.6	3.98	337,982.4	1,659,086.0	4.91			
2012	32,749.7	119,033.3	3.63	295,795.0	1,401,283.4	4.74			
2013	30,329.7	114,006.2	3.76	299,637.2	1,538,884.7	5.14			
2014	26,747.7	120,088.1	4.49	313,608.3	1,841,703.6	5.87			
2015	23,169.2	100,140.8	4.32	329,316.7	1,998,882.0	6.07			
2016	27,326.1	112,083.3	4.10	399,387.9	2,266,685.7	5.68			
2017	23,375.3	104,084.9	4.45	408,722.8	2,439,436.6	5.97			
2018	24,739.9	110,499.0	4.47	447,762.8	2,881,560.2	6.44			
2019	20,603.3	88,307.6	4.29	471,700.1	3,087,572.9	6.55			

주: HS코드 0201100000, 0201200000, 0201300000, 0202100000, 0202200000, 0202300000, 0206100000, 0206210000, 0206220000, 0206291000, 0206292000, 0210991010, 0206299000, 0210201000, 0210209000, 0201201000, 0201209000, 0202201000, 0202209000, 1602501000, 1602509000 사용.
자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

표 9. 국내 쇠고기 수입현황: 수출국가별 수입금액 및 단가(냉장육) 단위: 톤(M/T), 천불(US\$1,000)

	미국(U.S.A)			호주(Australia)			캐나다(Canada)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가	물량	금액	단가
2010	8,139.0	52,889.6	6.50	33,614.0	218,283.8	6.49	0	0	0
2011	10,362.1	78,375.3	7.56	37,601.9	290,642.3	7.73	0	0	0
2012	8,970.7	72,280.6	8.06	33,046.2	256,707.7	7.77	1.4	29.7	21.21
2013	9,743.3	84,108.5	8.63	32,519.6	259,040.8	7.97	193.8	1,364.4	7.04
2014	12,638.0	122,411.2	9.69	35,550.0	299,272.2	8.42	310.1	2,368.6	7.64
2015	17,530.2	165,828.8	9.46	36,475.0	315,109.1	8.64	115.5	926.3	8.02
2016	26,427.6	234,007.6	8.85	36,762.8	344,012.2	9.36	42.2	319.2	7.56
2017	46,370.8	419,196.2	9.04	35,754.3	334,472.4	9.35	495.0	4,013.0	8.11
2018	54,637.1	538,884.0	9.86	38,256.7	369,418.7	9.66	385.3	3,870.6	10.05
2019	57,933.7	573,498.9	9.90	34,391.2	341,936.8	9.94	499.1	4,339.8	8.70
뉴질랜드(New Zealand)							계(Total)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가			
2010	829.7	4,778.9	5.76	42,582.7	275,952.3	6.48			
2011	246.8	1,874.1	7.59	48,210.8	370,891.7	7.69			
2012	75.0	833.3	11.11	42,093.3	329,851.3	7.84			
2013	35.4	424.4	11.99	42,492.1	344,938.1	8.12			
2014	129.7	1,233.2	9.51	48,627.8	425,285.2	8.75			
2015	40.9	521.3	12.75	54,161.6	482,385.5	8.91			
2016	149.4	1,341.5	8.98	63,382.0	579,680.5	9.15			
2017	120.2	1,160.9	9.66	82,740.3	758,842.5	9.17			
2018	150.7	1,160.8	7.70	93,429.8	913,334.1	9.78			
2019	115.5	1,015.4	8.79	92,939.5	920,790.9	9.91			

주: HS코드 0201100000, 0201200000, 0201300000, 0206100000, 0201201000, 0201209000 사용.
자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

표 10. 국내 쇠고기 수입현황: 수출국가별 수입금액 및 단가(냉동육)

단위: 톤(M/T), 천불(US\$1,000)

	미국(U.S.A)			호주(Australia)			캐나다(Canada)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가	물량	금액	단가
2010	84,510.4	368,716.1	4.36	121,778.0	415,360.9	3.41	0	0	0
2011	118,082.8	574,654.4	4.87	132,495.5	558,297.3	4.21	0	0	0
2012	96,821.0	450,174.3	4.65	122,750.4	496,319.3	4.04	1,444.3	6,539.5	4.53
2013	91,670.2	493,885.5	5.39	133,062.2	576,670.3	4.33	2,101.6	9,559.5	4.55
2014	98,990.9	642,000.2	6.49	137,118.5	642,973.9	4.69	2,183.3	11,997.0	5.49
2015	97,909.0	636,176.0	6.50	152,594.6	771,974.0	5.06	1,289.6	7,401.9	5.74
2016	142,157.2	800,962.5	5.63	161,474.1	750,952.8	4.65	5,020.5	22,995.3	4.58
2017	143,509.3	836,699.3	5.83	153,535.4	715,869.5	4.66	5,451.2	23,775.7	4.36
2018	169,548.8	1,096,575. 2	6.47	156,410.4	745,547.4	4.77	3,532.7	15,719.2	4.45
2019	189,607.2	1,252,207. 5	6.60	162,804.9	796,701.8	4.89	5,637.3	29,578.4	5.25
	뉴질랜드(New Zealand)			계(Total)					
	물량	금액	단가	물량	금액	단가			
2010	38,113.5	115,616.1	3.03	244,401.9	899,693.1	3.68			
2011	39,145.4	154,086.3	3.94	289,723.7	1,287,038.0	4.44			
2012	32,651.6	117,404.7	3.60	253,667.3	1,070,437.8	4.22			
2013	30,280.9	113,194.0	3.74	257,114.9	1,193,309.3	4.64			
2014	26,582.3	117,834.1	4.43	264,875.0	1,414,805.2	5.34			
2015	23,095.0	98,690.6	4.27	274,888.2	1,514,242.5	5.51			
2016	27,150.9	109,973.9	4.05	335,802.7	1,684,884.5	5.02			
2017	23,231.5	102,180.7	4.40	325,727.4	1,678,525.2	5.15			
2018	24,553.3	108,281.7	4.41	354,045.2	1,966,123.5	5.55			
2019	20,476.0	86,895.8	4.24	378,525.4	2,165,383.5	5.72			

주: HS코드 02010000, 020220000, 020230000, 020621000, 020622000, 020629100, 020629200, 0210991010, 0206299000, 0210201000, 0210209000, 0202201000, 0202209000, 1602501000, 1602509000 사용.

자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

표 11. 쇠고기 수출국가별 냉동/냉장 수입량

단위 : 톤

		2010	2015	2016	2017	2018	2019
미국	계	92,649.4	115,439.2	168,585.1	189,880.3	224,186.1	247,554.3
	냉장	8,139.0	17,530.2	26,427.6	46,370.8	54,637.1	57,933.7
	냉동	84,510.4	97,909.0	142,157.2	143,509.3	169,548.8	189,607.2
호주	계	155,406.2	189,303.2	198,414.0	189,521.0	194,918.7	197,406.1
	냉장	33,614.0	36,475.0	36,762.8	35,754.3	38,256.7	34,391.2
	냉동	121,778.0	152,594.6	161,474.1	153,535.4	156,410.4	162,804.9

	계	0	1,405.1	5,062.7	5,946.2	3,918.1	6,136.4
캐나다	냉장	0	115.5	42.2	495.0	385.3	499.1
	냉동	0	1,289.6	5,020.5	5,451.2	3,532.7	5,637.3
뉴질랜드	계	38,944.7	23,169.2	27,326.1	23,375.3	24,739.9	20,603.3
	냉장	829.7	40.9	149.4	120.2	150.7	115.5
	냉동	38,113.5	23,095.0	27,150.9	23,231.5	24,553.3	20,476.0
계 (Total)	계	287,000.3	329,316.7	399,387.9	408,722.8	447,762.8	471,700.1
	냉장	42,582.7	54,161.6	63,382.0	82,740.3	93,429.8	92,939.5
	냉동	244,401.9	274,888.2	335,802.7	325,727.4	354,045.2	378,525.4

자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

표 12. 쇠고기 수출국가별 냉동/냉장 단가 단위 : S/kg

		2010	2015	2016	2017	2018	2019
미국	계	4.55	6.95	6.14	6.61	7.30	7.38
	냉장	6.50	9.46	8.85	9.04	9.86	9.90
	냉동	4.36	6.50	5.63	5.83	6.47	6.60
호주	계	4.08	5.75	5.53	5.55	5.73	5.77
	냉장	6.49	8.64	9.36	9.35	9.66	9.94
	냉동	3.41	5.06	4.65	4.66	4.77	4.89
캐나다	계	0.00	5.93	4.61	4.67	5.00	5.53
	냉장	0	8.02	7.56	8.11	10.05	8.70
	냉동	0	5.74	4.58	4.36	4.45	5.25
뉴질랜드	계	3.09	4.32	4.10	4.45	4.47	4.29
	냉장	5.76	12.75	8.98	9.66	7.70	8.79
	냉동	3.03	4.27	4.05	4.40	4.41	4.24
계 (Total)	계	4.10	6.07	5.68	5.97	6.44	6.55
	냉장	6.48	8.91	9.15	9.17	9.78	9.91
	냉동	3.68	5.51	5.02	5.15	5.55	5.72

자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

(3) 수출 현황(표 13~15)

○한국농수산물유통공사(KATI) 자료에 따르면, 우리나라의 쇠고기 수출량은 2010년에 63톤에서 2015년에 1,347톤으로 증가했다가, 이후 감소하여 2019년에 94톤까지 감소하였음.

• 쇠고기 수출물량의 거의 대부분은 홍콩으로 수출되고 있음.

○ 2010년대 중반 한때 홍콩으로 한우를 수출하기 위해 수출량이 증가하는 듯 했으나 현지 시장 분석 및 후속조치 미흡으로 한우 수출물량은 정체되어 있는 상태임.

○ 2019년 기준, 전체 쇠고기 수출량 94톤 중 냉장육은 약 51톤이며 냉동육은 약 35톤으로 추정됨. 한우는 대부분 냉장육의 형태로 수출되고 있으며, 냉동육은 일부 외국으로부터 수입된 것이 우리나라를 경유하여 재 수출되고 있는 것으로 추정됨.

○ 2019년 기준 수출단가를 보면, 전체 쇠고기는 평균 33.5\$/kg을 기록하고 있으며, 냉장육은 56.7\$/kg, 냉동육은 4.6\$/kg을 기록하고 있음.

표 13. 국내 쇠고기 수출현황: 수입국가별 수입금액 및 단가(전체)

단위: 톤(M/T), 천불(US\$1,000), \$/kg

	홍콩(HK)			마카오(Macao)			계(Total)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가	물량	금액	단가
2010	63.3	305.8	4.83	0	0	0	63.3	305.8	4.83
2011	871.5	5,719.3	6.56	0	0	0	871.5	5,719.3	6.56
2012	537.0	3,380.1	6.29	0	0	0	537	3,380.1	6.29
2013	1,168.1	4,858.0	4.16	0	0	0	1,168.1	4,858	4.16
2014	917.0	8,415.2	9.18	0	0	0	917	8,415.2	9.18
2015	1,346.5	8,355.9	6.21	0	0	0	1,346.5	8,355.9	6.21
2016	1,160.3	9,644.3	8.31	0.1	8.7	87	1,160.4	9,653	8.32
2017	62.6	3,394.7	54.23	0	2.6	0	62.6	3,397.3	54.27
2018	90.6	3,650.9	40.30	0	0	0	90.6	3,650.9	40.30
2019	93.3	3,130.5	33.55	0.2	0.4	2	93.5	3,130.9	33.49

주: HS코드 0201300000, 0206100000, 0201201000, 0201209000, 0202300000, 0206210000, 0206291000, 0206299000, 0210201000, 0210209000, 0202201000, 0202209000 사용.

자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

표 14. 국내 쇠고기 수출현황: 수입국가별 수입금액 및 단가(냉장육)

단위: 톤(M/T), 천불(US\$1,000), \$/kg

	홍콩(HK)			마카오(Macao)			계(Total)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가	물량	금액	단가
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	1.1	86.0	78.18	0	0	0	1.1	86	78.18
2016	41.6	2,762.2	66.40	0.1	8.7	87	41.7	2770.9	66.45
2017	40.3	2,420.5	60.06	0	2.6	0	40.3	2423.1	60.13
2018	55.1	2,912.6	52.86	0	0	0	55.1	2912.6	52.86
2019	51.1	2,896.7	56.69	0	0	0	51.1	2896.7	56.69

주: HS코드 0201300000, 0206100000, 0201201000, 0201209000 사용.

자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

표 15. 국내 쇠고기 수출현황: 수입국가별 수입금액 및 단가(냉동육)

단위: 톤(M/T), 천불(US\$1,000), \$/kg

	홍콩(HK)			마카오(Macao)			계(Total)		
	물량	금액	단가	물량	금액	단가	물량	금액	단가
2010	63.3	305.7	4.83	0	0	0	63.3	305.7	4.83
2011	871.4	5,714.4	6.56	0	0	0	871.4	5,714.4	6.56
2012	537.0	3,380.1	6.29	0	0	0	537	3,380.1	6.29
2013	1,168.1	4,857.9	4.16	0	0	0	1168.1	4,857.9	4.16
2014	903.7	8,309.6	9.20	0	0	0	903.7	8,309.6	9.20
2015	1,331.5	8,129.2	6.11	0	0	0	1331.5	8,129.2	6.11
2016	1,108.0	6,761.1	6.10	0	0	0	1108	6,761.1	6.10
2017	16.3	922.7	56.61	0	0	0	16.3	922.7	56.61
2018	31.0	687.2	22.17	0	0	0	31	687.2	22.17
2019	34.6	159.8	4.62	0	0	0	34.6	159.8	4.62

주: HS코드 0202300000, 0206210000, 0206291000, 0206299000, 0210201000, 0210209000, 0202201000, 0202209000 사용.

자료: KATI 농식품수출정보(<https://www.kati.net/statistics/monthlyPerformanceByProduct.do>)

라. 홍콩 쇠고기 시장 현황

(1) 홍콩 쇠고기 수급 현황(표 16)

○ 홍콩은 현재 소 사육두수가 거의 없으며 쇠고기 소비의 대부분을 수입에 의존하고 있음.

• 소 사육은 1995년 까지는 소규모(100두 내외)로 그 명맥을 유지해 왔으나, 이후 지속적으로 감소하여 2012년 이후 홍콩의 소 사육은 전무한 상황임.

표 16. 홍콩 축산물 사육 및 도축두수

단위: 두

연도	사육두수		도축두수	
		축산물 내 비중		축산물 내 비중
1998	101	5.0%	64,501	2.7%
2000	120	1.8%	57,547	2.4%
2005	123	1.0%	48,201	2.3%
2010	32	0.0%	28,124	1.6%
2015	-	0.0%	17,914	1.1%
2016	-	0.0%	17,426	1.1%

자료: 홍콩통계청(2017), Annual Digest of Statistics(한우자조금관리위원회, 2018 재인용).

(2) 쇠고기 수출입(표 17)

○ 2017년 기준 홍콩의 쇠고기 수입량은 74만 2천톤, 수입금액은 약 239억 HKD으로 연평균 17.8% 증가 추세임. 홍콩은 2017년 기준 70개국(남미 9개국, 북미 2개국, 아시아 19개국, 아프리카 8개국, 오세아니아 2개국, 유럽30개국)으로부터 쇠고기를 수입하고 있음. 특히, 19개국으로부터 신선·냉장 쇠고기가 수입되고 있어 냉장육 시장에서의 경쟁이 치열함.

○ 2017년 기준 홍콩의 쇠고기 수출량은 약 6만 1천톤(수출량은 수입량의 약 1/10 수준임, 수출금액은 15억 HKD이나 이중 99.9%가 홍콩에 수입된 쇠고기를 재수출하고 있는 것으로 나타남.

○ 홍콩 쇠고기 수출입의 격차를 보면, 과거 연간 수출량과 수입량은 10~20만 톤가량의 갭을 보였으나, 2013년 2배 이상인 57만 톤으로 순수입량이 급격히 증가하고 있는 상황임. 2013년을 기점으로 홍콩의 쇠고기 수입량은 수출량의 변화 없이 급격한 증가세를 보여주고 있음.

표 17. 홍콩 쇠고기 수출입 추이

단위 : 천 톤

연도	수입량	수출량	수입량-수출량
2002	160	15	145
2003	184	96	88
2004	158	57	101
2005	207	43	164
2006	207	79	129
2007	242	106	136
2008	303	132	171
2009	403	192	211
2010	355	129	226
2011	399	103	296
2012	320	109	211
2013	719	149	571
2014	826	152	674
2015	602	243	359
2016	661	111	550
2017	742	61	681

(3) 홍콩 시장 쇠고기 가격(표 18~22)

- 홍콩 내 생축 시장의 도매가격 추이를 보면, 소의 도매가격이 돼지의 도매가격보다 상대적으로 상승률이 큰 것으로 나타남. 홍콩의 2016년 생축 도매가격은 70.1 HKD/kg으로 1988년 이후 연평균 6.8%로 상승함. 특히 2007년 이후 연평균 17%의 급격한 증가세를 보이고 있음.
- 2014년 기준, 홍콩 쇠고기 평균 소매가격은 한화기준 103,793.1원/kg이며, 소매 유통 쇠고기 간 가격격차가 큰 것으로 나타남. 샘플내 최대값은 380,296원/kg, 최소값은 14,487원/kg으로 365,808원/kg의 큰 격차를 보이고 있음.
- 홍콩 쇠고기 부위별 평균소매가격을 비교하면, 소매가격이 높은 쇠고기 부위는 채끝, 목심, 등심, 안심 순으로 나타났으며, 가장 높은 평균소매가격을 보이는 채끝의 경우 평균가격이 132,796원/kg로 나타남.
- 국가별 평균소매가격을 비교하면, 일본, 영국, 호주(와규), 미국 순으로 가격이 높게 나타났음. 일본산 쇠고기의 경우 평균소매가격이 236,963원/kg인 것으로 나타남. 일본산 쇠고기 가격 중 최대값은 380,296원/kg으로 홍콩시장에서 최고급 쇠고기로 자리매김하고 있는 것으로 판단됨. 호주산 쇠고기의 경우 와규와 일반쇠고기 간 가격차이가 크게 나타남.
- 가격에 따른 등급분포
 - 소매점에서 가격에 따라 저·중·고가에 판매되고 있는 쇠고기의 등급은 아래 표와 같이 원산지별, 등급별 구분이 가능함.
 - 각각 근내지방도 등급을 비교한 결과 가격대별로 저가등급은 한우 3등급~2등급, 중가등급은 1등급, 고가등급은 1등급(일부)~1++에 해당되는 것으로 나타남.
 - 미국 쇠고기의 경우 공식적인 근내지방도 등급은 Select, Choice, Prime으로 분류되지만, 홍콩 시장을 겨냥하여 Premium Prime, Extra Premium Prime등급을 추가하여 수출용으로 5단계 등급을 운영하고 있는 것으로 나타남.
 - 호주산 쇠고기의 경우, 호주의 공식 근내지방도 등급은 Grass fed와 Grain fed이나, Grain fed의 경우 비육날짜에 따른(100일, 150일, 200일, 300일 이상) 등급을 운영하고 있는 것으로 나타남.
 - 일본산 쇠고기의 경우 육질등급과 근내지방도 등급으로 나누어지는데, 소매점에 따라 육질 등급 혹은 근내지방도 등급을 혼용하여 사용하고 있음. 호주산 와규의 경우 일본의 근내지방도 등급을 차용하고 있는 것으로 나타남(일본의 근내지방도 등급은 M1(BMS1)~M12(BMS12)의 12단계로 구성되어 있으나, 시장에서 M10이상의 상품은 M9+로 표기하여 판매 중임).

표 18. 홍콩 생축 도매가격 추이

단위 : HKD/kg

연도	돼지	소
1998	17.96	21.40
1999	14.09	19.77
2000	12.96	18.39
2001	12.70	18.26
2002	12.60	18.30
2003	12.50	18.50
2004	13.28	18.60
2005	14.11	20.75

2006	14.41	21.27
2007	17.22	24.02
2008	21.08	35.45
2009	16.04	38.05
2010	17.57	38.02
2011	24.46	42.10
2012	21.98	52.61
2013	22.30	69.40
2014	20.80	70.00
2015	22.60	70.10
2016	26.10	70.10
연평균증가율	2.1%	6.8%

자료: 홍콩통계청(2017), Annual Digest of Statistics(한우자조금관리위원회, 2018 재인용).

표 19. 홍콩 쇠고기 평균 소매가격 추이

단위 : 원/kg

구분	평균	최솟값[A]	최댓값[B]	[B-A]	조사수
홍콩 쇠고기 가격	103,793.1 (764.2)	14,487.5	380,296.0	365,808.5	342

주: 1. 괄호안의 숫자는 홍콩 HK\$ 단위임. 2. 2014년 홍콩달러 기준환율 135.82원/HK\$를 적용함.
자료: 농촌진흥청(2016), 한우고기 주요국 수출전략 수립(한우자조금관리위원회, 2018 재인용)

표 20. 홍콩 쇠고기 부위별 평균소매가격

단위 : 원/kg

구분	평균	조사수
홍콩	103,793.1 (764.2)	342
채끝	132,796.2 (977.7)	86
목심	128,597.8 (946.8)	14
등심	112,759.8 (830.2)	122
안심	96,879.1 (713.3)	26
양지	81,484.5 (599.9)	24
갈비	72,389.4 (533.0)	34
기타	53,472.8 (393.7)	18
사태	36,830.9 (271.2)	14

주: 1. 괄호안의 숫자는 홍콩 HK\$ 단위임. 2. 2014년 홍콩달러 기준환율 135.82 원/HK\$를 적용함.
자료: 농촌진흥청(2016), 한우고기 주요국 수출전략 수립(한우자조금관리위원회, 2018 재인용).

표 21. 홍콩 유통쇠고기 원산지별 평균소매가격

단위 : 원/kg

구분	평균	최솟값[A]	최댓값[B]	[B-A]	조사수
홍콩	103,793.1(764.2)	14,487.5	380,296.0	365,808.5	342
일본	236,963.5(1,744.7)	95,074.0	380,296.0	285,222.0	64
영국	162,984.0(1,200.0)	156,193.0	169,775.0	13,582.0	4
호주(외규)	132,594.5(976.3)	62,205.6	230,894.0	168,688.4	30
미국	90,326.6(665.0)	18,064.1	230,894.0	212,829.9	62
뉴질랜드	64,684.8(476.3)	27,133.8	92,357.6	65,223.8	14

호주	55,297.6(407.1)	14,487.5	133,103.6	118,616.1	128
캐나다	55,047.0(405.3)	18,381.0	78,775.6	60,394.6	34

주: 1. 괄호안의 숫자는 홍콩 HK\$ 단위임 2. 2014년 홍콩달러 기준환율 135.82 원/HK\$를 적용함
 자료: 농촌진흥청(2016), 한우고기 주요국 수출전략 수립(한우자조금관리위원회, 2018 재인용).

표 22. 가격대 그룹별 쇠고기 근내지방도 등급

구분	저가그룹	중가그룹	고가그룹
중국산 쇠고기	등외	A1, A2, A3	A4, A5
일본산 쇠고기	-	A1, A2 (M4, M5)	A3, A4, A5 (M6, M7, M8, M9, M9+)
호주사 외규	M2, M3	M4, M5	M6, M7, M8, M9, M9+
호주산 쇠고기	Grass fed	Grain fed 100day 이하	Grain fed 100day 이상
미국산 쇠고기	Choice	Chice, Prime	Premium Prime, Extra Premium Prime
캐나다산 쇠고기	AAA	AAA+	-
한우 등급과의 비교	3등급~2등급	1등급	1등급~1++등급

자료: 농촌진흥청(2016), 한우고기 주요국 수출전략 수립(한우자조금관리위원회, 2018 재인용).

(4) 홍콩 시장 쇠고기 소비(표 23)

○ 홍콩 시장 1인당 쇠고기 소비량은 2017년 기준 1인당 연간 74.1kg을 나타냄. 쇠고기 소비량은 최근 20년(1998~2017년)간 연평균 17.8%로 증가하여 육류 중 가장 높은 증가율을 보이고 있음. 홍콩의 육류 소비량은 타 국가에 비해 높은 수준으로, 2017년 기준 홍콩의 1인당 쇠고기 소비량(74.1kg)은 한국(11.3kg)의 6~7배 수준임.

○ 홍콩 쇠고기 소비 트렌드

- 홍콩의 쇠고기 소비는 홍콩 고유 음식 등에 사용되는 저급육 소비와, 양식·일식 등에 사용되는 고급육 소비가 공존하고 있음
- 홍콩 고급 소비자를 겨냥한 고급육은 가격보다는 품질에 민감하여 안심, 채끝, 등심 등의 마블링이 중요한 선택 요소로 작용함.
- 특히 홍콩 시장에서 최고급 쇠고기 브랜드로 자리 잡은 일본 화우는 고급 레스토랑과 슈퍼마켓을 중심으로 고가에 판매되고 있음.

표 23. 홍콩 1인당 쇠고기 소비량 추이(1998년~2017년)

연도	국내소비 (천톤)	인구 (천명)	1인당 소비량 (kg)	연도	국내소비 (천톤)	인구 (천명)	1인당 소비량 (kg)
1998	79	6,583	12.0	2008	126	6,964	18.1
1999	84	6,638	12.7	2009	162	6,996	23.2
2000	88	6,712	13.1	2010	162	7,052	23.0
2001	85	6,730	12.6	2011	161	7,112	22.6
2002	85	6,726	12.6	2012	249	7,178	34.7
2003	92	6,764	13.6	2013	481	7,222	66.6
2004	93	6,798	13.7	2014	654	7,253	90.2
2005	102	6,838	14.9	2015	345	7,310	47.2
2006	103	6,904	14.9	2016	458	7,377	62.1

2007	103	6,938	14.8	2017	549	7,413	74.1
		연평균증가율			15.9%	0.7%	17.8%

자료 : USDA(2017), Domestic Consumption per capita(한우자조금관리위원회, 2018 재인용).

(5) 홍콩 시장 쇠고기 유통(표 24)

○ 홍콩 수입 쇠고기 유통 구조

- 홍콩 수입 쇠고기 유통채널은 세 가지 유형으로 분류할 수 있음.
- 대부분의 물량이 수입업체, 대행업체, 화물 혼재업자 등을 통해 국내에 유통
- 쇠고기 수입라이센스를 보유한 일부 도매업체에서 직접 쇠고기를 수입한 후 재포장 및 가공하여 소매업체 등에 유통
- 일반적이지는 않지만, 수출업체가 홍콩에 현지법인을 설립하여 홍콩현지 대행업체와의 협업을 통해 쇠고기를 유통

○ 홍콩 수입 쇠고기 유통 시장 특성

- 홍콩은 무관세, 무소비세 국가임에도 불구하고 소비자 도달가격은 쇠고기 출하가격의 2.2~2.5배임.
- 고급 농·식품을 취급하는 홍콩의 대표적인 농·식품 소매업체는 크게 A. S. Watson Group 계열의 슈퍼마켓과 Dairy Farm Group 계열의 슈퍼마켓으로 나눌 수 있음.
- 고급업체일수록 입구에 일본 상품을 진열하고, 그 다음 순서에 한국 혹은 대만 상품을 진열하고 있어 일본 농·식품 상품의 브랜드 파워가 강한 것으로 나타남. 쇠고기의 일본산은 별도의 부스를 만들어 일본 의상, 상징물 등 함께 배치·판매하고 있음.

표 24. 홍콩 농·식품 소매점

A.S. Watson Group		Dairy Farm Group		기타	
소매점 명	개수	소매점 명	개수	소매점 명	개수
ParknShop Superstore	49	Wellcome	240	City Super	4
Taste	10	Three Sixty	1	SOGO	2
Great Food Hall	1	Oliver the Delicatessen	1	Juisco	9
Fusion	14			YATA	5
Su-Pa-De-Pa	1	Market Olace by Jasons	22	DCH Food Mart	80+
International	22				
Gourmet Food Hall	1				
계	97	계	264	계	100+

자료: 한우자조금관리위원회, 2018 재인용

마. 국내 소비자 쇠고기 선호도 조사

(1) 설문지 조사 개요(표 25~30)

- 조사대상은 전국거주 만 19세 이상 성인남녀 1,150명을 대상으로 성별, 연령별, 지역별(시, 도별) 인구비례 할당으로 조사하였음.
- 조사 시기는 2019년 8월 5일~8월 14일(9일간)까지 조사를 실시하였으며, 조사 방법은 온라인 조사를 실시하였음.
- 조사 표본의 기본적인 인적사항을 살펴보면, 지역별로는 경기도 23.6% 서울 18.8% , 부산 6.7%, 경남 6.5%, 인천 6.0%. 경북 5.1%, 대구 4.9%, 충남 3.8%, 전북 3.5%, 전남 3.3%, 대전 3.3%, 충북 3.2%, 강원도 3.0%, 광주 2.9%, 울산 2.4%, 제주 1.4%, 세종 0.9%로 나타난다. 서울

특별시를 포함한 7개의 광역시의 비중의 합이 45.2%를 차지함.

- 성별 비중은 남성이 50.26%, 여성이 49.74%, 연령대별 비중은 만 40~49세 24.52%, 만 50~59세 24.09%, 만 30~39세 20.87%, 만 20~29세 18.7%, 만 60세 이상 11.83% 나타남.
- 최종학력의 비중을 살펴본 결과 4년제 대졸이 55.22%로 응답자의 절반 이상을 차지하며, 전문대졸 16.43%, 고졸 16.17%, 대학원졸 10.26%, 고졸 미만 1.91%로 나타남.
- 소득의 비중을 살펴본 결과, 고소득층과 저소득층을 제외하고는 고르게 나타남.
 - 400~499만원 미만 19.30%, 300~399만원 미만 17.22%, 500~599만원 미만 15.39%. 200~299만원 미만 12.96%, 700~1,000만원 미만 12.26%. 600~699만원 미만 10.78%, 100~199만원 미만 5.74%. 1,000만원 이상 4.96%, 100만원 미만 1.39%로 나타남.
- 응답자의 결혼 여부에 대한 비중을 살펴본 결과 결혼 65.4%, 미혼 32.6%, 기타 1.9%로 나타남.
- 응답자의 거주지를 살펴본 결과 아파트에 거주하는 비중이 70.1%로 압도적인 수치를 보이고 다세대주택 11.4%, 단독주택 10.0%, 연립주택 5.6%, 상가주택 1.3%, 기타 1.2%로 나타남.
- 응답자의 직업별 비중을 살펴본 결과, 일반회사원 47.3%, 전업주부 12.6%, 전문직 11.2%, 기타 10.8%, 자영업 9.1%, 임시직 4.9%, 공무원 3.9%로 나타남.
- 응답자의 월평균 소득 중 식료품 지출 비중을 나타내는 엥겔 지수는 20~40%가 58.0%를 차지하고, 20% 미만이 20.2%, 40~60%가 17.5%, 60~80%가 3.6%, 80% 이상이 0.5%로 나타남.
- 가족구성 중 지병을 앓고 있느냐의 질문의 비중이 예 13.3%, 아니오 86.6% 나타남. 규칙적으로 하는 운동의 여부에 대한 비중은 예 49.1%, 아니오 50.8%로 나타남. 다이어트 여부에 관한 질문에서 비중은 예 38.3%, 아니오 61.6%로 나타남. 가족구성원의 건강 지표의 비중을 나타낸 결과, 그렇다 48.6%, 보통이다 36.6%, 그렇지 않다 7.4%, 매우 그렇다 6.5%, 전혀 그렇지 않다 0.7%로 나타남.
- 다문화 가정은 전체의 0.8%로 비중이 적은 것으로 나타났고, 6개월 이상 해외거주한 응답자는 전체의 11.3%에 그쳤음.
- 가족구성원의 비중을 살펴보면, 배우자 56.8%, 대학생 이상 자녀 26.1%, 기타 17.7%, 초등/중학생 자녀 15.8%, 미취학 자녀 14.4%, 65세 이상 12.6%, 혼자거주 및 고등학생 자녀 9.6% 나타남.

표 25. 응답자 지역별 현황

지역	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기도	강원도
응답자수 (%)	217 (18.87)	77 (6.70)	57 (4.96)	69 (6.00)	34 (2.96)	38 (3.30)	28 (2.43)	272 (23.65)	35 (3.04)
지역	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	계
응답자수 (%)	37 (3.22)	44 (3.83)	41 (3.57)	39 (3.39)	59 (5.13)	75 (6.52)	17 (1.48)	11 (0.96)	1,150 (100)

표 26. 응답자 학력 및 소득 현황

최종학력 (%)	고졸 미만	고졸	전문대졸	4년제 대졸	대학원졸	전체			
	22 (1.91)	186 (16.17)	189 (16.43)	635 (55.22)	118 (10.26)	1,150 (100)			
소득 (%)	200 미만	200~299	300~399	400~499	500~599	600~699	700~1,000	1,000이상	전체
	82	149	198	222	177	124	141	57	1,150

(7.1) (12.9) (17.2) (19.3) (15.3) (10.7) (12.2) (4.9) (100)

표 27. 응답자 거주지, 직업별, 식료품 지출비중별 현황 단위 : 응답자수, %

식료품 지출비중	20% 미만	20~40%	40~60%	60~80%	80% 이상	합계		
	233 (20.26)	667 (58.00)	202 (17.57)	42 (3.65)	6 (0.52)	1,150 (100)		
거주지	아파트	연립주택	다세대주택	단독주택	상가주택	기타	합계	
	807 (70.17)	65 (5.65)	132 (11.48)	116 (10.09)	16 (1.39)	14 (1.22)	1,150 (100)	
직업	전업주부	전문직	회사원	공무원	자영업	임시직	기타	합계
	145 (12.61)	129 (11.22)	544 (47.30)	45 (3.91)	105 (9.13)	57 (4.96)	125 (10.87)	1,150 (100)

표 28. 응답자 건강 관련 현황 단위 : 응답자수, %

구분	지병	운동	다이어트			
아니다	996 (86.61)	585 (50.87)	709 (61.65)			
예	154 (13.39)	565 (49.13)	441 (38.35)			
구분	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다	계
건강여부	9 (0.78)	86 (7.48)	421 (36.61)	559 (48.61)	75 (6.52)	1,150 (100)

표 29. 응답자 다문화 가정 여부 및 해외 거주 경험 단위 : 응답자수, %

구분	다문화가정	6개월 이상 해외거주
아니다	1,140 (99.13)	1,020 (88.70)
예	10 (0.87)	130 (11.30)

표 30. 응답자 가족구성원 단위 : 응답자수, %

구분	혼자 거주	배우자	미취학자녀	초등/중학생자녀	고등학생자녀	대학생이상자녀	65세 이상	기타	합계
아니오	1,040 (90.4)	497 (43.2)	984 (85.6)	968 (84.2)	1,040 (90.4)	850 (73.9)	1,005 (87.4)	947 (82.4)	1,150 (100)
예	110 (9.6)	653 (56.8)	166 (14.4)	182 (15.8)	110 (9.6)	300 (26.1)	145 (12.6)	203 (17.7)	1,150 (100)

(2) 주요 설문조사 내용(표 31)

○ 국내 쇠고기 소비 동향을 파악하기 위해 응답자의 일반적인 인구사회학적 요인, 식품 소비 성향, 육류 종류별 선호도, 한구 구입횟수, 쇠고기 소비 항목별 중요도와 만족도, 월 평균 육류 종류별 지출금액, 주요 구입 용도와 부위, 육류 종류별 소비 대체 정도, 미래 구입의향, 구입 장소에 대해 조사하였음.

표 31. 국내 쇠고기 소비동향 파악을 위한 주요 설문조사 내용

항목 구분	질문 내용
응답자 특성	성별, 연령, 거주 지역, 학력, 거주형태, 월 평균 가구소득, 월평균 소득 중 식료품비 지출 비중, 직업, 결혼여부, 가족 구성원, 맛별이, 지방, 건강정도, 운동, 다이어트, 다문화가정, 6개월 해외 거주 경험, 쇠고기 구매 원산지
식품 소비 성향 선호도 한우 구입횟수	제품 반복구매, 새로운 조리법 시도, 농식품 온라인 구매, 음식관련 시청 한우, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우 매일, 주 2-3회, 주 1회, 월 2-3회, 월 1회, 분기 1회
쇠고기 중요도	안정성, 건강측면, 영양, 원산지, 유통기한, 등급, 브랜드, 부위, 품질, 맛, 조리목적(구이, 국, 찜, 전, 장조림 등), 구입의 편리성(근접성), 온라인 구매, 할인행사, 가격, 무항생제 인증제, 유기축산물 인증제, 동물복지 인증
쇠고기 만족도 월 평균 지출액 용도 구입 부위 대체 정도 미래소비의향	가격, 맛, 품질, 안전성, 건강측면, 영양 전체, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우 구이용, 국거리용(찜 포함), 반찬용, 기타 안심, 등심, 갈비, 양지, 사태, 사골, 전지, 기타 가격상승 및 가격상승 이외의 다른 요인
구입장소	전체, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우 재래시장, 대형마트, 체인형 슈퍼마켓, 중소형슈퍼/동네슈퍼, 백화점, 편의점, 유기농 친환경 제품 전문매장, TV 홈쇼핑, 온라인 쇼핑몰, 온라인 대형마트, 온라인 유기농 친환경 제품 전문 매장, 기타

바. 쇠고기 소비 동향 조사 결과

(1) 응답자의 평소 소비 성향(표 32)

○ 소비자의 평소 소비 활동에 대해 네 가지로 나누어 조사하였음.

- 구매하던 제품의 반복구매는 ‘그렇다’ 61.7%로 가장 높았고, ‘보통이다’ 25.2%, ‘그렇지 않다’ 7.5%, ‘매우 그렇다’ 4.7%, 전혀 그렇지 않다 0.7%
- 새로운 조리법 시도에 대해서는 ‘보통이다’ 46.1%로 가장 높았고, ‘그렇다’ 30.5%, ‘그렇지 않다’ 17.8%, ‘매우 그렇다’ 4.3%, ‘전혀 그렇지 않다’ 1.1%
- 온라인의 소비에 대해서는 ‘그렇지 않다’ 46.5%, ‘보통이다’ 26.4%, ‘전혀 그렇지 않다’ 12.4%, ‘매우 그렇다’ 2.8%
- 음식 관련 요리시청은 ‘그렇다’ 45.7%, ‘보통이다’ 30.4%, ‘그렇지 않다’ 11.3%, ‘매우 그렇다’ 10.2%, ‘전혀 그렇지 않다’ 2.4%

표 32. 응답자 소비활동 및 태도

단위 : 응답자수, %

개인성향	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다	계	평균
반복구매	9 (0.78)	87 (7.57)	290 (25.22)	710 (61.74)	54 (4.70)	1,150 (100)	3.6
새로운 조리법시도	13 (1.13)	205 (17.83)	531 (46.17)	351 (30.52)	50 (4.35)	1,150 (100)	3.2
온라인구매	143 (12.43)	535 (46.52)	303 (26.35)	137 (11.91)	32 (2.78)	1,150 (100)	2.5
요리시청	27 (2.35)	130 (11.30)	350 (30.43)	526 (45.74)	117 (10.17)	1,150 (100)	3.5

(2) 쇠고기 선호도, 구매빈도 및 최근 1년 내 구매원산지(표 33)

- 쇠고기의 선호도를 살펴본 결과, 한우 84.1%, 호주산 12.0%, 미국산 2.5%, 국내산 육우 1.4%로 나타났다. 한우와 호주산 쇠고기가 전체의 96.1%를 차지함.
- 가정에서 취식 목적을 위한 한우 구입횟수를 살펴본 결과, 월 2~3회가 35.9%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 월 1회 27.4%, 분기 1회 15.1%, 주 1회 14.4%, 주 2~3회 6.4%, 매일 0.7%로 나타남.
- 쇠고기 최근 1년 내 구매원산지를 살펴본 결과, 한우 85.1%로 가장 높은 비중을 차지하고

있으며 호주산 75.4%, 미국산 52.9%, 국내산 육우 22.7%, 기타 0.6%로 나타남.

표 33. 응답자의 선호도 및 구매빈도

단위 : 응답자수, %

구분	한우	호주산	미국산	국내산 육우	계		
선호도	967 (84.09)	138 (12.00)	29 (2.52)	16 (1.39)	1,150 (100)		
구분	매일	주 2~3회	주 1회	월 2~3회	월 1회	분기 1회	계
구매빈도	7 (0.72)	63 (6.44)	141 (14.4)	352 (35.96)	268 (27.37)	148 (15.12)	1,150 (100)
구분	한우	호주산	미국산	국내산	기타	계	
구매원산지	979 (85.13)	867 (75.39)	608 (52.87)	261 (22.7)	7 (0.61)	1,150 (100)	

(3) 쇠고기 구입 시 항목별 중요도 및 순위(표 34~35)

○ 쇠고기를 구입할 때 중요하게 여기는 항목을 18가지 요소로 살펴보았음. 안정성, 품질, 맛 측면에서 매우 중요하게 여기고 있는 것으로 나타남(표 34).

- 안정성 측면에서 비중을 살펴보면, 매우 중요하다 52.09%로 절반이상의 비중을 차지함. 약간 중요하다 36.17%, 보통이다 10.51%, 중요하지 않다 1.13%, 전혀 중요하지 않다 0.09%로 나타남.
- 건강 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 44.43%, 매우중요하다 38.78%, 보통이다 10.57%, 중요하지 않다 1.13%, 전혀 중요하지 않다 0.09%로 나타남.
- 영양 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 45.48%, 매우중요하다 32.26%, 보통이다 20.17%, 중요하지 않다 1.91%, 전혀 중요하지 않다 0.17%로 나타남.
- 원산지 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 43.65%, 매우 중요하다 36.61%, 보통이다 17.04%, 중요하지 않다 2.43%, 전혀 중요하지 않다 0.26%로 나타남.
- 유통기한 측면에서 비중을 살펴보면, 매우 중요하다 62.96%, 약간 중요하다 30.00%, 보통이다 6.61%, 중요하지 않다 0.43%로 나타남.
- 등급 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 46.35%, 보통이다 32.09%, 매우 중요하다 16.78%, 중요하지 않다 4.09%, 전혀 중요하지 않다 0.07%로 나타남.
- 브랜드 측면에서 비중을 살펴보면, 보통이다 44.00%, 약간 중요하다 32.87%, 중요하지 않다 12.61%, 전혀 중요하지 않다 2.78%로 나타남.
- 부위 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 52.87%, 매우 중요하다 25.13%, 보통이다 19.57%, 중요하지 않다 2.26%, 전혀 중요하지 않다 0.17%로 나타남.
- 품질 측면에서 비중을 살펴보면, 매우 중요하다 47.83%, 약간 중요하다 45.22%, 보통이다 6.26%, 중요하지 않다 0.61%, 전혀 중요하지 않다 0.09%로 나타남.
- 맛 측면에서 비중을 살펴보면, 매우 중요하다 57.57%, 약간 중요하다 36.96%, 보통이다 4.96%, 중요하지 않다 0.52%로 나타남.
- 조리목적 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 49.48%, 매우 중요하다 33.65%, 보통이다 16.09%, 중요하지 않다 0.78%로 나타남.
- 구입의 편리성(근접성) 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 50.61%, 보통이다 27.91%, 매우 중요하다 19.13%, 중요하지 않다 2.09%, 전혀 중요하지 않다 0.26%로 나타남.
- 온라인 구매 측면에서 비중을 살펴보면, 보통이다 41.13%, 중요하지 않다 25.65%, 중요하다 16.96%, 전혀 중요하지 않다 11.3%, 매우 중요하다 4.96%로 나타남.

- 할인행사 측면에서 비중을 살펴보면, 중요하다 50.17%, 보통이다 22.78%, 매우 중요하다 22.43%, 중요하지 않다 0.61%, 전혀 중요하지 않다 0.09%로 나타남.
 - 가격 측면에서 비중을 살펴보면, 중요하다 48.70%, 매우 중요하다 40.61%, 보통이다 10.00%, 중요하지 않다 0.61%, 전혀 중요하지 않다 0.09%로 나타남.
 - 무항생제 인증제 측면에서 비중을 살펴보면, 중요하다 42.78%, 보통이다 29.22%, 매우 중요하다 22.78%, 중요하지 않다 4.35%, 전혀 중요하지 않다 0.87%로 나타남.
 - 유기축산물 인증제 측면에서 비중을 살펴보면, 중요하다 42.17%, 보통이다 32.00%, 매우 중요하다 19.74%, 중요하지 않다 5.22%, 전혀 중요하지 않다 0.87%로 나타남.
 - 동물복지인증 측면에서 비중을 살펴보면, 보통이다 39.39%, 중요하다 35.39%, 매우 중요하다 15.48%, 중요하지 않다 7.91%, 전혀 중요하지 않다 1.83%로 나타남.
- 쇠고기를 구입할 때 중요하게 여기는 항목을 4순위로 물어 보았음(표 35).
- 1순위를 살펴보면, 안정성 30.9%, 원산지 19.5%, 맛 11.8%, 할인행사 8.8%로 나타남.
 - 2순위를 살펴보면, 원산지 12.7%, 품질 12.0%, 가격 10.1%, 맛9.7%로 나타남.
 - 3순위를 살펴보면, 맛 11.8%, 품질 11.0%, 부위 10.8%, 할인행사 10.7%로 나타남.
 - 4순위를 살펴보면, 가격 12.5%, 맛 12.4%, 품질 11.2%, 원산지 9.4%로 나타남.

표 34. 쇠고기 구입시 중요도

단위 : 응답자수, %

쇠고기 중요도	전혀 중요하지 않다	중요하지 않다	보통이다	약간 중요하다	매우 중요하다	계	평균
안정성	1 (0.09)	13 (1.13)	121 (10.51)	416 (36.17)	599 (52.09)	1150 (100)	4.4
건강	1 (0.09)	13 (1.13)	179 (10.57)	511 (44.43)	446 (38.78)	1150 (100)	4.1
영양	2 (0.17)	22 (1.91)	232 (20.17)	523 (45.48)	371 (32.26)	1150 (100)	4.1
원산지	3 (0.26)	28 (2.43)	196 (17.04)	502 (43.65)	421 (36.61)	1150 (100)	4.1
유통기한	0 (0.00)	5 (0.43)	76 (6.61)	345 (30.00)	724 (62.96)	1150 (100)	4.6
등급	8 (0.07)	47 (4.09)	369 (32.09)	533 (46.35)	193 (16.78)	1150 (100)	3.7
브랜드	32 (2.78)	145 (12.61)	506 (44.00)	378 (32.87)	0 (0.00)	1150 (100)	2.9
부위	2 (0.17)	26 (2.26)	225 (19.57)	608 (52.87)	289 (25.13)	1150 (100)	4.0
품질	1 (0.09)	7 (0.61)	72 (6.26)	520 (45.22)	550 (47.83)	1150 (100)	4.4
맛	0 (0.00)	6 (0.52)	57 (4.96)	425 (36.96)	662 (57.57)	1150 (100)	4.5
조리목적	0 (0.00)	9 (0.78)	185 (16.09)	569 (49.48)	387 (33.65)	1150 (100)	4.2
구입편리성	3 (0.26)	24 (2.09)	321 (27.91)	582 (50.61)	220 (19.13)	1150 (100)	3.9
온라인구매	130 (11.3)	295 (25.65)	473 (41.13)	195 (16.96)	57 (4.96)	1150 (100)	2.8
할인행사	7 (0.61)	46 (4.00)	262 (22.78)	577 (50.17)	258 (22.43)	1150 (100)	3.9

가격	1 (0.09)	7 (0.61)	115 (10.00)	560 (48.70)	467 (40.61)	1150 (100)	4.3
무항생제	10 (0.87)	50 (4.35)	336 (29.22)	492 (42.78)	262 (22.78)	1150 (100)	3.8
유기축산물	10 (0.87)	60 (5.22)	368 (32.00)	485 (42.17)	227 (19.74)	1150 (100)	3.7
동물복지	21 (1.83)	91 (7.91)	453 (39.39)	407 (35.39)	178 (15.48)	1150 (100)	3.5

표 35. 육류 구입시 중요 순위

단위 : 응답자수, %

구분	1순위	2순위	3순위	4순위
안전성	355 (30.9)	97 (8.4)	75 (6.5)	71 (6.2)
건강측면	19 (1.7)	47 (4.1)	37 (3.2)	33 (2.9)
영양	21 (1.8)	55 (4.8)	30 (2.6)	25 (2.2)
원산지	224 (19.5)	146 (12.7)	107 (9.3)	108 (9.4)
유통기한	52 (4.5)	110 (9.6)	117 (10.2)	86 (7.5)
등급	17 (1.5)	68 (5.9)	81 (7.0)	65 (5.7)
브랜드	5 (0.4)	6 (0.5)	13 (1.1)	14 (1.2)
부위	26 (2.3)	95 (8.3)	124 (10.8)	101 (8.8)
품질	92 (8.0)	138 (12.0)	127 (11.0)	129 (11.2)
맛	136 (11.8)	112 (9.7)	136 (11.8)	142 (12.4)
조리목적	74 (6.4)	59 (5.1)	59 (5.1)	62 (5.4)
구입의 편리성	5 (0.4)	11 (1.0)	29 (2.5)	45 (3.9)
온라인구매	0 (0.0)	7 (0.6)	3 (0.3)	4 (0.4)
할인행사	8 (0.7)	49 (4.3)	50 (4.4)	67 (5.8)
가격	101 (8.8)	116 (10.1)	123 (10.7)	144 (12.5)
무항생제인증제	7 (0.6)	21 (1.8)	23 (2.0)	27 (2.4)
유기축산물인증제	1 (0.1)	8 (0.7)	6 (0.5)	15 (1.3)
동물복지인증	7 (0.6)	5 (0.4)	10 (0.9)	12 (1.0)
계	1,150 (100)	1,150 (100)	1,150 (100)	1,150 (100)

(4) 쇠고기 구입 시 항목별 만족도(표 36~39)

○ 쇠고기를 구입할 때 가격, 맛, 품질, 안전성, 건강측면, 영양 항목으로 나누어 만족도를 살펴 보았음. 한우 가격에 만족하지 못하는 소비자가 많지만 그 외의 항목에서는 50%이상이 만족을

하고 있음.

- 우선 한우고기의 가격측면에서 비중을 살펴 본 결과, 약간 불만족 36.61%, 보통 29.74%, 약간 만족 13.04%, 매우 불만족 6.87%, 매우 만족 1.74%로 나타남.

- 맛 측면에서 비중을 살펴 본 결과, 약간 만족 52.35%, 매우 만족 30.70%, 보통 15.22%, 약간 불만족 1.65%, 매우 불만족 0.09%로 나타남.

- 품질 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 56.43%, 매우 만족 22.09%, 보통 19.65%, 약간 불만족 1.74%, 매우 불만족 0.09%로 나타남.

- 안전성 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 51.22%, 보통 23.83%, 매우 만족 22.09%, 약간 불만족 2.61%, 매우 불만족 0.26%로 나타남.

- 건강 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 50.35%, 보통 30.35%, 매우 만족 15.65%, 약간 불만족 3.39%, 매우 불만족 0.26%로 나타남.

- 영양 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 50.35%, 보통 31.91%, 매우 만족 15.57%, 약간 불만족 2.17%로 나타남.

○ 호주산의 경우에는 약간 만족과 보통에서 두드러진 결과를 보임.

- 호주산의 가격 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 56.96%, 매우 만족 13.65%, 보통 26.00%, 약간 불만족 3.22%, 매우 불만족 0.17%로 나타남.

- 맛 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 54.17%, 보통 35.04%, 매우 만족 6.09%, 약간 불만족 4.25%, 매우 불만족 0.35%로 나타남.

- 품질 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 51.13%, 보통 40.26%, 매우 만족 5.65%, 약간 불만족 2.87%, 매우 불만족 0.09%로 나타남.

- 안전성 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 48.78%, 약간 만족 40.70%, 매우 만족 5.65%, 약간 불만족 4.87%로 나타남.

- 건강 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 52.96%, 약간 만족 68.61%, 매우 만족 4.7%, 약간 불만족 3.65%, 매우 불만족 0.09%로 나타남.

- 안전성 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 52.96%, 약간 만족 38.61%, 매우 만족 4.7%, 약간 불만족 3.65%로 나타남.

○ 미국산의 경우에는 가격측면에서 매우 만족과 약간 만족이 약 59%를 차지하지만 안전성 측면에서 매우불만족과 약간 불만족의 합이 약 33%를 차지함.

- 미국산의 가격 측면에서 비중을 살펴본 결과, 약간 만족 47.13%, 보통 31.91%, 매우 만족 11.91%, 약간 불만족 6.43%, 매우 불만족 2.61%로 나타남.

- 맛 측면에서 비중을 살펴본 결과 보통 49.13%, 약간 만족 33.74%, 약간 불만족 10.09%, 매우 만족 3.74%, 매우 불만족 3.30%로 나타남.

- 품질 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 53.3%, 약간 만족 25.22%, 약간 불만족 14.00%, 매우 불만족 4.26%, 매우 만족 3.22%로 나타남.

- 안전성 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 49.57%, 약간 불만족 22.78%, 약간 만족 14.70%, 매우 불만족 10.70%, 매우 만족 2.26%로 나타남.

- 건강 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 55.74%, 약간 만족 20.78%, 약간 불만족 15.65%, 매우 불만족 5.74%, 매우 만족 2.09%로 나타남.

- 영양 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 58.87%, 약간 만족 24.26%, 약간 불만족 10.43%, 매우 불만족 4.17%, 매우 만족 2.26%로 나타남.

○ 국내산 육우에 대한 소비자들의 생각은 보통이 지배적으로 나타남.

- 국내산 육우의 가격 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 49.30%, 약간 만족 27.57%, 약간 불만족 15.04%, 매우 불만족 4.09%, 매우 만족 4.00%로 나타남.
- 맛 측면에서 비중을 살펴본 결과 보통 48.78%, 약간 만족 30.70%, 약간 불만족 14.17%, 매우 만족 4.78%, 매우 불만족 1.57%로 나타남.
- 품질 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 52.09%, 약간 만족 30.09%, 약간 불만족 11.22%, 매우 만족 4.96%, 매우 불만족 1.65%로 나타남.
- 안전성 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 48.00%, 약간 만족 36.87% 약간 만족 6.70%, 매우 만족 6.52%, 매우 불만족 1.91%로 나타남.
- 건강 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 56.61%, 약간 만족 30.43%, 약간 불만족 7.22%, 매우 만족 4.26%, 매우 불만족 1.48%로 나타남.
- 영양 측면에서 비중을 살펴본 결과, 보통 56.61%, 약간 만족 30.43%, 약간 불만족 7.22%, 매우 만족 4.26%, 매우 불만족 1.48%로 나타남.

표 36. 한우 구입시 만족도

단위 : 응답자수, %

한우	매우 불만족	약간 불만족	보통	약간 만족	매우 만족	계	평균
가격	194 (6.87)	444 (38.61)	342 (29.74)	150 (13.04)	20 (1.74)	1,150 (100)	2.3
맛	1 (0.09)	19 (1.65)	175 (15.22)	602 (52.35)	353 (30.70)	1,150 (100)	4.1
품질	1 (0.09)	20 (1.74)	226 (19.65)	649 (56.43)	254 (22.09)	1,150 (100)	4.0
안전성	3 (0.26)	30 (2.61)	274 (23.83)	589 (51.22)	254 (22.09)	1,150 (100)	3.9
건강측면	3 (0.26)	39 (3.39)	349 (30.35)	579 (50.35)	180 (15.65)	1,150 (100)	3.8
영양	0 (0.00)	25 (2.17)	367 (31.91)	579 (50.35)	179 (15.57)	1,150 (100)	3.8

표 37. 호주산 구입시 만족도

단위 : 응답자수, %

호주산	매우 불만족	약간 불만족	보통	약간 만족	매우 만족	계	평균
가격	2 (0.17)	37 (3.22)	299 (26.00)	655 (56.96)	157 (13.65)	1,150 (100)	3.8
맛	4 (0.35)	50 (4.35)	403 (35.04)	623 (54.17)	70 (6.09)	1,150 (100)	3.6
품질	1 (0.09)	33 (2.87)	463 (40.26)	588 (51.13)	65 (5.65)	1,150 (100)	3.6
안전성	0 (0.00)	56 (4.87)	561 (48.78)	468 (40.70)	65 (5.65)	1,150 (100)	3.5
건강측면	1 (0.09)	42 (3.65)	609 (52.96)	444 (38.61)	54 (4.7)	1,150 (100)	3.4
영양	0 (0.00)	31 (2.7)	579 (50.35)	486 (42.26)	54 (4.7)	1,150 (100)	3.5

표 38. 미국산 구입시 만족도 단위 : 응답자수, %

미국산	매우	약간	보통	약간	매우	계	평균
-----	----	----	----	----	----	---	----

	불만족	불만족	만족	만족			
가격	30 (2.61)	74 (6.43)	367 (31.91)	542 (47.13)	137 (11.91)	1,150 (100)	3.6
맛	38 (3.30)	116 (10.09)	565 (49.13)	388 (33.74)	43 (3.74)	1,150 (100)	3.2
품질	49 (4.26)	161 (14.00)	613 (53.3)	290 (25.22)	37 (3.22)	1,150 (100)	3.1
안정성	123 (10.70)	262 (22.78)	570 (49.57)	169 (14.70)	26 (2.26)	1,150 (100)	2.8
건강측면	66 (5.74)	180 (15.65)	641 (55.74)	239 (20.78)	24 (2.09)	1,150 (100)	3.0
영양	48 (4.17)	120 (10.43)	677 (58.87)	279 (24.26)	26 (2.26)	1,150 (100)	3.1

표 39. 국내산 육구 구입시 만족도

단위 : 응답자수, %

1국내산 육우	매우 불만족	약간 불만족	보통	약간 만족	매우 만족	계	평균
가격	47 (4.09)	173 (15.04)	56 (49.30)	317 (27.57)	46 (4.00)	1,150 (100)	3.1
맛	18 (1.57)	163 (14.17)	561 (48.78)	353 (30.70)	55 (4.78)	1,150 (100)	3.2
품질	19 (1.65)	129 (11.22)	599 (52.09)	346 (30.09)	57 (4.96)	1,150 (100)	3.3
안정성	22 (1.91)	77 (6.70)	552 (48.00)	424 (36.87)	75 (6.52)	1,150 (100)	3.4
건강측면	20 (1.48)	87 (7.22)	657 (56.61)	337 (30.43)	49 (4.26)	1,150 (100)	3.3
영양	17 (1.48)	83 (7.22)	651 (56.61)	350 (30.43)	49 (4.26)	1,150 (100)	3.3

(5) 쇠고기 구입 용도 및 부위별 비중(표 40~41)

○ 요리목적별 구입 용, 국거리용, 반찬용, 기타로 나누어 살펴본 결과 국내산 육우를 제외하고 구이용의 비중이 가장 높음.

• 한우의 요리목적 비중을 살펴 본 결과, 구이용 57.13%, 국거리용 36.78%, 반찬용 4.35%, 기타 1.4%로 나타남.

• 호주산의 요리목적 비중을 살펴 본 결과, 구이용 62.00%, 국거리용 19.83%, 반찬용 12.87%, 기타 5.30%로 나타남.

• 미국산의 요리목적 비중을 살펴 본 결과, 구이용 46.17%, 반찬용 16.09%, 기타 23.22%, 국거리용 14.52%로 나타남.

• 국내산 육우의 요리목적 비중을 살펴 본 결과, 국거리용 26.35%, 기타 28.70%, 구이용 24.17%, 반찬용 20.78%로 나타남.

○ 육류의 주요 구입 부위를 살펴본 결과 육우를 제외하고 등심의 비중이 가장 높음.

• 한우의 비중을 살펴 본 결과, 등심 33.13%, 안심 21.48%, 양지 24.35%, 갈비 8.43%, 사태 5.83%, 기타 3.65%, 사골 2.43%, 전지 0.70%로 나타남.

• 호주산의 비중을 살펴 본 결과, 등심 36.78%, 갈비 18.87%, 안심 18.61%, 기타 9.57%, 양지 8.70%, 사태 3.91%, 전지 2.35%, 사골 1.22%로 나타남.

• 미국산의 비중을 살펴 본 결과, 등심 26.87%, 기타 22.96%, 갈비 22.70%, 안심 12.35%, 양지

6.87%, 사태 4.78%, 사골 및 전지 1.74%로 나타남.

• 국내산 육우의 비중을 살펴 본 결과, 기타 31.57%, 양지 16.00%, 등심 15.30%, 갈비 9.22%, 안심 8.96%, 사태 8.17%, 사골 5.57%, 전지 5.22%로 나타남.

표 40. 쇠고기 구입 주요 용도

단위: 응답자수, %

요리목적	구이용	국거리용	반찬용	기타	계
한우	657 (57.13)	423 (36.78)	50 (4.35)	20 (1.74)	1,150 (100)
호주산	713 (62.00)	228 (19.83)	148 (12.87)	61 (5.30)	1,150 (100)
미국산	531 (46.17)	167 (14.52)	185 (16.09)	267 (23.22)	1,150 (100)
국내산 육우	278 (24.17)	303 (26.35)	239 (20.78)	330 (28.70)	1,150 (100)

표 41. 쇠고기 구입 주요 부위

단위 : 응답자수, %

구입부위	한우	호주산	미국산	육우	계
안심	247 (21.48)	214 (18.61)	142 (12.35)	103 (8.96)	1,150 (100)
등심	381 (33.13)	423 (36.78)	309 (26.87)	176 (15.30)	1,150 (100)
갈비	97 (8.43)	217 (18.87)	261 (22.70)	106 (9.22)	1,150 (100)
양지	280 (24.35)	100 (8.70)	79 (6.87)	184 (16.00)	1,150 (100)
사태	67 (5.83)	45 (3.91)	55 (4.78)	94 (8.17)	1,150 (100)
사골	28 (2.43)	14 (1.22)	20 (1.74)	64 (5.57)	1,150 (100)
전지	8 (0.70)	27 (2.35)	20 (1.74)	60 (5.22)	1,150 (100)
기타	42 (3.65)	110 (9.57)	264 (22.96)	363 (31.57)	1,150 (100)

(6) 한우 대체 정도(표 42)

○ 한우고기 가격 상승으로 소비가 어려울 경우, 육류 간에 대체여부를 8개의 육류로 나누어 살펴보았음.

• 미국산의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 37.7%, 보통 24.5%, 대체성 낮음 18.6%, 완전대체 11.0%, 대체불가 8.3%로 나타남.

• 호주산의 비중을 살펴본 결과, 약간 대체 51.9%, 완전대체 29.7%, 보통 14.4%, 대체성 낮음 3.6%, 대체불가 0.5%로 나타남.

• 국내산 육우의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 41.3%, 보통 35.7%, 대체성 낮음 10.2%, 완전대체 10.0%, 대체불가 2.9%로 나타남

• 국산돼지의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 52.9%, 완전대체 22.2%, 보통 16.3%, 대체성 낮음 7.0%, 대체불가 1.7%로 나타남.

• 수입돼지의 비중을 살펴본 결과, 보통 32.1%, 약간대체 26.7%, 대체성 낮음 25.7%, 대체불가 8.8%, 완전대체 6.8%로 나타남.

• 닭의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 48.1%, 보통 22.0%, 완전대체 16.7%, 대체성 낮음 10.1%, 대체불가 3.1%로 나타남.

- 오리의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 37.8%, 보통 31.0%, 대체성 낮음 15.2%, 완전대체 11.0%, 대체불가 5.0%로 나타남.
- 한우고기 가격 상승 이외의 다른 요인(기호변화, 가축질병 등)으로 소비가 어려울 경우 육류 간에 대체여부를 8개의 육류로 나누어 살펴보았음.
- 미국산의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 34.8%, 보통 26.9%, 대체성 낮음 18.7%, 대체불가 10.1%, 완전대체 9.6%로 나타남.
- 호주산의 비중을 살펴본 결과, 약간 대체 51.7%, 완전대체 25.2%, 보통 17.4%, 대체성 낮음 4.7%, 대체불가 1.0%로 나타남.
- 국내산 육우의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 38.4%, 보통 37.9%, 대체성 낮음 10.4%, 완전대체 9.7%, 대체불가 3.7%로 나타남.
- 국산돼지의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 50.4%, 완전대체 23.4%, 보통 18.9%, 대체성 낮음 6.3%, 대체불가 1.1%로 나타남.
- 수입돼지의 비중을 살펴본 결과, 보통 34.9%, 약간대체 27.7%, 대체성 낮음 21.7%, 대체불가 9.0%, 완전대체 6.9%로 나타남.
- 닭의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 47.0%, 보통 24.8%, 완전대체 18.1%, 대체성 낮음 7.9%, 대체불가 2.2%로 나타남.
- 오리의 비중을 살펴본 결과, 약간대체 37.7%, 보통 30.8%, 대체성 낮음 14.8%, 완전대체 12.6%, 대체불가 4.2%로 나타남.

표 42. 응답자의 한우 대체 정도

단위 : 응답자수, %

가격대체	대체불가	대체성 낮음	보통	약간대체	완전대체	계
미국산	95 (8.3)	214 (18.6)	282 (24.5)	433 (37.7)	126 (11.0)	1,150 (100)
호주산	6 (0.5)	41 (3.6)	165 (14.4)	597 (51.9)	341 (29.7)	1,150 (100)
국내산 육우	33 (2.9)	117 (10.2)	410 (35.7)	475 (41.3)	115 (10.0)	1,150 (100)
국산돼지	20 (1.7)	80 (7.0)	187 (16.3)	608 (52.9)	255 (22.2)	1,150 (100)
수입돼지	101 (8.8)	295 (25.7)	369 (32.1)	307 (26.7)	78 (6.8)	1,150 (100)
닭	36 (3.1)	116 (10.1)	253 (22.0)	553 (48.1)	192 (16.7)	1,150 (100)
오리	57 (5.0)	175 (15.2)	357 (31.0)	435 (37.8)	126 (11.0)	1,150 (100)
가격이외 대체	대체불가	대체성 낮음	보통	약간대체	완전대체	계
미국산	116 (10.1)	215 (18.7)	309 (26.9)	400 (34.8)	110 (9.6)	1,150 (100)
호주산	12 (1.0)	54 (4.7)	200 (17.4)	594 (51.7)	290 (25.2)	1,150 (100)
국내산 육우	42 (3.7)	120 (10.4)	436 (37.9)	441 (38.4)	111 (9.7)	1,150 (100)
국산돼지	13 (1.1)	72 (6.3)	217 (18.9)	579 (50.4)	269 (23.4)	1,150 (100)
수입돼지	103 (9.0)	249 (21.7)	401 (34.9)	318 (27.7)	79 (6.9)	1,150 (100)
닭	25	91	285	541	208	1,150

	(2.2)	(7.9)	(24.8)	(47.0)	(18.1)	(100)
오리	48 (4.2)	170 (14.8)	354 (30.8)	433 (37.7)	145 (12.6)	1,150 (100)

(7) 쇠고기 구매장소(표 43)

○ 쇠고기 구매 장소의 비중을 살펴본 결과, 재래시장, 대형마트, 체인형 슈퍼마켓, 중소형/ 동네슈퍼가 전체 비중의 약 89.9%, 78.1%, 64.9% 차지함.

- 1순위 구매 장소의 비중을 살펴본 결과, 대형마트 62.2%, 재래시장 12.0%, 중소형/동네슈퍼 9.2%, 체인형 슈퍼마켓 6.5%로 나타남.

- 2순위 구매 장소의 비중을 살펴본 결과, 체인형 슈퍼마켓 22.3%, 대형마트 21.5%, 중소형/동네슈퍼 17.7%, 재래시장 16.6%, 유기농 전문매장 5.7%로 나타남.

- 3순위 구매 장소의 비중을 살펴본 결과, 중소형/동네슈퍼 21.6%, 체인형 슈퍼마켓 18.4%, 재래시장 16.9%, 대형마트 8.0%, 온라인 쇼핑몰 7.7%, 유기농 전문매장 6.7%, 기타 5.7%, 온라인 대형마트 5.4%, 백화점 5.1%로 나타남.

표 43. 응답자의 쇠고기 구매 장소

단위 : 응답자수, %

구입장소	1순위	2순위	3순위
재래시장	138(12.0)	191(16.6)	194(16.9)
대형마트	715(62.2)	247(21.5)	92(8.0)
체인형 슈퍼마켓	75(6.5)	256(22.3)	212(18.4)
중소형/ 동네슈퍼	106(9.2)	203(17.7)	248(21.6)
백화점	18(1.6)	56(4.9)	59(5.1)
편의점	3(0.3)	7(0.6)	3(0.3)
유기농 전문매장	25(2.2)	66(5.7)	77(6.7)
TV 홈쇼핑	3(0.3)	13(1.1)	30(2.6)
온라인 쇼핑몰	20(1.7)	55(4.8)	89(7.7)
온라인 대형마트	10(0.9)	28(2.4)	62(5.4)
온라인유기농 전문매장	5(0.4)	8(0.7)	19(1.7)
기타	32(2.8)	20(1.7)	65(5.7)
계	1,150(100)	1,150(100)	1,150(100)

사. 쇠고기 원산지별 소비자 지출액 분석

○ 이 절에서는 쇠고기 원산지별(한우, 미국산, 호주산, 국내산 육우 등)로 국내 소비자들의 지불의향에 어떠한 차이가 나는지를 SUR 모형(외형상 무관회귀모형)을 이용하여 분석하였음.

○ 설문조사를 실시한 전체 표본 1,150명 중에 주요 설명변수의 결측치를 제외하고 총 979명을 선정하였음.

○ 실제 국내 소비되는 한우, 호주산, 미국산, 국내 육우 4가지 종류별 실제 지불 금액에 영향을 미치는 요인 분석을 실시하였음. 분석에 들어가는 종속변수는 실제 월 평균 지불액이며, 설명변수는 응답자의 인구사회학적 변수와 소비 성향, 육류의 주요 항목별 중요도와 만족도, 구입 용도와 부위 등으로 설정함.

(1) 변수 설정(표 44)

○ 실제 지출액 부분에서 전체 육류 구입액은 140,371원, 그 중 한우 50,494원, 호주산 29,809원,

미국산 17,842원 국내산 육우 13,240원, 기타 육류의 순으로 나타남.

○ 응답자 인구 사회학 특성을 살펴보면 남성이 50%, 여성이 50%로 나타남, 연령 부분에서는 만 40~49세 25%, 만 50~59세 24%, 만 30~39세 21%, 만 20~29세 19%, 만 60세 이상 12%로 나타남. 질병은 13%가 있으며, 건강한 편인가에 대해 물어본 질문에 대해서는 리커드 척도(Likert scale)를 이용하여 전혀 ‘그렇지 않다’(1점), ‘그렇지 않다’(2점), ‘보통이다’(3점), ‘그렇다’(4점), ‘매우 그렇다’(5점)을 부여 하여 변환하였음. 5점 만점에서 3.53점이 나옴, 규칙적으로 하는 운동이 있느냐에 대해서는 49%, 다이어트 여부는 38%,가 한다고 나옴, 다문화 가정 여부 1%, 6개월 이상 해외거주 여부는 11%가 있다고 함.

○ 가구특성을 묻는 거주형태에서는 아파트에 70%가 거주하며, 월평균 가구소득은 1,000만원 이상 5%, 400~499만원 19%, 300~399만원 17%, 500~599만원 15%, 200~299만원 13%, 700~1,000만원 12%, 600~699만원 11%, 100~199만원 6%, 100만원 이하 1%로 나타남.

○ 구매성향을 살펴보면 반복구매, 새로운시도, 온라인구매, 요리시청은 리커드 척도를 이용하여 전혀 ‘그렇지 않다’(1점), ‘그렇지 않다’(2점), ‘보통이다’(3점), ‘그렇다’(4점), ‘매우 그렇다’(5점)을 부여 하여 변환하였음.

○ 쇠고기 선호도 1순위 기준으로 살펴보면 한우 84%, 호주산 12%, 미국산 3%, 국내산 육우 1%임.

○ 쇠고기 구매 횟수, 식료품 지출 비중, 쇠고기 중요도, 쇠고기 만족도는 리커드 척도를 이용하여 변환함.

○ 용도 측면에서 한우를 살펴보면 구이용 57%, 국거리용 37%, 반찬용 4%, 기타 2%로 나타남. 호주산의 경우 구이용 62%, 국거리용 20%, 반찬용 13%, 기타 5%로 나타남. 미국산의 경우 구이용 46%, 기타 23%, 반찬용 16%, 국거리용 15%로 나타남. 국내육우는 기타 29%, 국거리용 26%, 구이용 24%, 반찬용 21%로 나타남.

○ 부위 측면에서 살펴보면 한우의 비중을 살펴보면, 등심 33%, 안심 21%, 양지 24%, 갈비 8%, 사태 5%, 기타 4%, 사골 2%, 전지 1%로 나타남. 호주산의 경우, 등심 37%, 갈비 19%, 안심 19%, 기타 10%, 양지 9%, 사태 2%, 전지 2.35%, 사골 1%로 나타남. 미국산의 경우 등심 27%, 기타 23%, 갈비 23%, 안심 12%, 양지 7%, 사태 5%, 사골 및 전지 2%로 나타남. 국내산 육우의 비중을 살펴 본 결과, 기타 32%, 양지 16%, 등심 15%, 갈비 9%, 안심 9%, 사태 8%, 사골 6% 전지 5%로 나타남.

표 44. 분석에 이용한 변수들의 기초 통계량

설명변수	변수 설명 및 생성방법	평균	표준편차	최소	최대	
실제 지출액	전체 육류	140,371	14,854	0	2,500,000	
	한우	50,494	54,531	0	500,000	
	호주산	29,809	32,869	0	350,000	
	미국산	17,842	27,397	0	300,000	
	국내산 육우	13,240	35,443	0	800,000	
응답자 인구 사회학 특성	성별	0.50	0.50	0	1	
	연령	남성=1, 여성=0	0.50	0.50	0	1
		만20~39세=1, 아니면 0	0.19	0.39	0	1
		만30~39세=1, 아니면 0	0.21	0.41	0	1
		만40~49세=1, 아니면 0	0.25	0.43	0	1
		만50~59세=1, 아니면 0	0.24	0.43	0	1
	만60세 이상=1, 아니면 0	0.12	0.32	0	1	
질병	0.13	0.34	0	1		
	질병=1, 아니면 0	0.13	0.34	0	1	

	건강측면	전혀 그렇지 않다=1, 그렇지 않다=2, 보통이다=3, 그렇다=4, 매우 그렇다=5	3.53	0.76	1	5
	운동	운동=1, 아니면 0	0.49	0.50	0	1
	다이어트	다이어트=1, 아니면 0	0.38	0.49	0	1
	다문화 가정	다문화 가정=1, 아니면 0	0.01	0.09	0	1
	6개월 이상 해외 거주	6개월 이상 해외 거주=1, 아니면 0	0.11	0.32	0	1
	거주형태	아파트=1, 아니면 0	0.70	0.46	0	1
		100만원 이하=1, 아니면 0	0.01	0.12	0	1
		100~199만원=1, 아니면 0	0.06	0.23	0	1
		200~299만원=1, 아니면 0	0.13	0.34	0	1
		300~399만원=1, 아니면 0	0.17	0.38	0	1
	월평균 가구소득	400~499만원=1, 아니면 0	0.19	0.39	0	1
		500~599만원=1, 아니면 0	0.15	0.36	0	1
		600~699만원=1, 아니면 0	0.11	0.31	0	1
		700~1,000만원=1, 아니면 0	0.12	0.33	0	1
		1000만원 이상=1, 아니면 0	0.05	0.50	0	1
구매 성향	반복구매		3.62	0.73	1	5
	새로운시도	전혀 그렇지 않다=1, 그렇지 않다=2, 보통이다=3, 그렇다=4, 매우 그렇다=5	3.19	0.82	1	5
	온라인구매		2.46	0.95	1	5
	요리시청		3.50	0.91	1	5
구매횟수	구매횟수	매일=1, 주 2~3회=2, 주 1회=3, 월 2~3회=4, 월 1회=5, 분기 1회=6	4.28	1.13	1	6
식품품지출비중		20% 미만=1, 20~40% 미만=2, 40~60% 미만=3, 60~80% 미만=4, 80% 이상=5	2.06	0.75	1	5
쇠고기 중요도	안전성		4.39	0.73	1	5
	건강측면		4.21	0.74	1	5
	영양		4.08	0.78	1	5
	원산지		4.14	0.80	1	5
	유통기한		4.55	0.64	2	5
	등급		3.74	0.81	1	5
	브랜드		3.30	0.89	1	5
	부위		4.01	0.74	1	5
	품질		4.40	0.64	1	5
	맛	전혀 중요하지 않다=1, 중요하지 않다=2, 보통=3, 약간 중요하다=4, 매우 중요하다=5	4.52	0.62	2	5
	조리목적		4.16	0.71	2	5
	편리성		3.86	0.75	1	5
	온라인구매		2.79	1.02	1	5
	할인행사		3.90	0.81	1	5
	가격		4.29	0.67	1	5
	무항생제 인증제		3.82	0.86	1	5
	유기축산 인증제		3.75	0.86	1	5
	동물복지 인증		3.55	0.91	1	5
	한우고기 만족도	가격		2.44	0.97	1
맛		매우 불만족=1, 약간 불만족=2, 보통=3, 약간 만족=4, 매우 만족=5	4.12	0.72	1	5
품질			3.99	0.70	1	5
안정성			3.92	0.76	1	5
건강측면			3.78	0.76	1	5
영양			3.79	0.72	2	5

호주산 만족도	가격		3.81	0.71	1	5
	맛	매우 불만족=1, 약간 불만족=2,	3.61	0.68	1	5
	품질	보통=3, 약간 만족=4, 매우 만족=5	3.59	0.65	1	5
	안정성		3.47	0.68	2	5
	건강측면		3.44	0.65	1	5
	영양		3.49	0.63	2	5
미국산 만족도	가격		3.59	0.87	1	5
	맛	매우 불만족=1, 약간 불만족=2,	3.25	0.81	1	5
	품질	보통=3, 약간 만족=4, 매우 만족=5	3.09	0.83	1	5
	안정성		2.75	0.91	1	5
	건강측면		2.98	0.82	1	5
	영양		3.10	0.77	1	5
육우만족도	가격		3.12	0.86	1	5
	맛	매우 불만족=1, 약간 불만족=2,	3.23	0.81	1	5
	품질	보통=3, 약간 만족=4, 매우 만족=5	3.25	0.78	1	5
	안정성		3.39	0.79	1	5
	건강측면		3.27	0.73	1	5
	영양		3.29	0.72	1	5
용도_한우	구이용	구이용=1, 아니면 0	0.57	0.50	0	1
	국거리용(짬포 합)	국거리용=1, 아니면 0	0.37	0.48	0	1
	반찬용	반찬용=1, 아니면 0	0.04	0.20	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.02	0.13	0	1
용도_호주산	구이용	구이용=1, 아니면 0	0.62	0.49	0	1
	국거리용 (짬포합)	국거리용=1, 아니면 0	0.20	0.40	0	1
	반찬용	반찬용=1, 아니면 0	0.13	0.34	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.05	0.22	0	1
용도_미국산	구이용	구이용=1, 아니면 0	0.46	0.50	0	1
	국거리용 (짬포합)	국거리용=1, 아니면 0	0.15	0.35	0	1
	반찬용	반찬용=1, 아니면 0	0.16	0.37	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.23	0.42	0	1
용도 국내육우	구이용	구이용=1, 아니면 0	0.24	0.43	0	1
	국거리용 (짬포합)	국거리용=1, 아니면 0	0.26	0.44	0	1
	반찬용	반찬용=1, 아니면 0	0.21	0.41	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.29	0.45	0	1
용도 부위_한우	안심	안심=1, 아니면 0	0.21	0.41	0	1
	등심	등심=1, 아니면 0	0.33	0.47	0	1
	갈비	갈비=1, 아니면 0	0.08	0.28	0	1
	양지	양지=1, 아니면 0	0.24	0.43	0	1
	사태	사태=1, 아니면 0	0.06	0.23	0	1
	사골	사골=1, 아니면 0	0.02	0.15	0	1
	전지	전지=1, 아니면 0	0.01	0.08	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.04	0.19	0	1
부위_호주산	안심	안심=1, 아니면 0	0.19	0.39	0	1
	등심	등심=1, 아니면 0	0.37	0.48	0	1
	갈비	갈비=1, 아니면 0	0.19	0.39	0	1
	양지	양지=1, 아니면 0	0.09	0.28	0	1
	사태	사태=1, 아니면 0	0.04	0.19	0	1
	사골	사골=1, 아니면 0	0.01	0.11	0	1

	전지	전지=1, 아니면 0	0.02	0.15	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.10	0.29	0	1
부위_미국산	안심	안심=1, 아니면 0	0.12	0.33	0	1
	등심	등심=1, 아니면 0	0.27	0.44	0	1
	갈비	갈비=1, 아니면 0	0.23	0.42	0	1
	양지	양지=1, 아니면 0	0.07	0.25	0	1
	사태	사태=1, 아니면 0	0.05	0.21	0	1
	사골	사골=1, 아니면 0	0.02	0.13	0	1
	전지	전지=1, 아니면 0	0.02	0.13	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.23	0.42	0	1
부위_국내육우	안심	안심=1, 아니면 0	0.09	0.29	0	1
	등심	등심=1, 아니면 0	0.15	0.36	0	1
	갈비	갈비=1, 아니면 0	0.09	0.29	0	1
	양지	양지=1, 아니면 0	0.16	0.37	0	1
	사태	사태=1, 아니면 0	0.08	0.27	0	1
	사골	사골=1, 아니면 0	0.06	0.23	0	1
	전지	전지=1, 아니면 0	0.05	0.22	0	1
	기타	기타=1, 아니면 0	0.32	0.46	0	1

(2) 분석 방법(표 45~46)

○ SUR(Seemingly Unrelated Regression) 모형을 이용하여 소비자가 다양한 쇠고기를 소비할 때 특정 쇠고기가 다른 쇠고기의 소비 관계를 추정할 수 있다. 쇠고기 종류별 지출금액에 영향을 미치는 요인분석모형의 기본 구조는 다음 식과 같음.

$$(3.1) y_{i1} = a_1 + B_1x_{i1} + e_{i1}$$

$$(3.2) y_{i2} = a_2 + B_2x_{i2} + e_{i2}$$

$$(3.3) y_{i3} = a_3 + B_3x_{i3} + e_{i3}$$

$$(3.4) y_{i4} = a_4 + B_4x_{i4} + e_{i4}$$

식 (3.1)~(3.4)의 각 오차항에 대한 기본 가정은 다음과 같음.

$$(3.5) e_{i1} \sim (0, \sigma_1^2), e_{i2} \sim (0, \sigma_2^2), e_{i3} \sim (0, \sigma_3^2), e_{i4} \sim (0, \sigma_4^2)$$

○ 만약 오차에 상관관계가 있다고 가정할 수도 있고 서로 독립이라고 가정할 수도 있다. 서로 독립이라고 가정한다면 각 식을 따로따로 OLS로 추정하면 된다. 하지만 4개의 오차항 간 상관관계가 존재한다면, $cov(e_{i1}, e_{i2}, e_{i3}, e_{i4}) \neq 0$ 라면 SUR 모형을 사용하여 효율적인 추정량을 얻을 수 있음.

○ 4개의 모형의 오차항 간의 상관성을 검정하기 위해 Breusch Pagan(BP) 검정을 실시하였음. 검정에서의 귀무가설은 ‘각 모형별 오차항의 상관관계는 없다’이며, 귀무가설을 기각할 경우, SUR 추정이 필요하며, 채택할 경우 일반 OLS로 추정하면 됨.

○ 표 3-21은 각 모형의 오차항 간의 상관계수를 나타낸 것이며, 서로간의 상관성이 일부 존재함. 표 3-22에서와 같이 BP 검정결과, 오차항간의 상관성이 없다는 귀무가설을 기각하는 것으로 나타나 본 모형은 OLS 대신 SUR로 추정하는 것이 더 적합한 것으로 나타남.

표 45. 모형별 오차항 간의 상관계수 분석결과

한우지불금액	호주산지불금액	미국산지불금액	육우지불금액
--------	---------	---------	--------

한우지불금액	1.0000	-	-	-
호주산지불금액	0.3994	1.0000	-	-
미국산지불금액	0.2999	0.4179	1.0000	-
육우지불금액	0.1867	0.1671	0.1625	1.0000

표 46. Breusch Pagan(BP) 검정 결과

귀무가설	chi2(1)	p-value
$H_0 : corr(e_{1i}, e_{2i}, e_{3i}, e_{4i}) = 0$	502.580	0.0000

(3) 추정 결과(표 47)

○ SUR을 이용한 쇠고기 종류별 지출금액에 영향을 미치는 요인 중에 유의한 주요 설명변수를 중심으로 설명하였음(표 47).

○ 성별 더미변수를 보면, 한우, 호주산 쇠고기의 경우 유의한 차이는 없었으나, 미국산 쇠고기, 국내산 육우의 경우에 남성이 여성보다 4,956원, 4,547원 더 많이 지출한 것으로 나타났음.

○ 연령의 경우 대체로 유의성이 없게 나타났으며, 육우 소비에 있어서 20대가 다른 연령층에 비해 국내산 육우 소비 지출액이 큰 것으로 나타났음.

○ 소득구간을 살펴보면, 700만원대 이상의 고소득 구간에서 다른 소득 구간에 비해 쇠고기 지출액이 더 큰 것으로 나타났음. 기준그룹인 200만원대 미만 소득구간에 비해 700만원대 이상 소득 구간에서, 한우는 14,425원, 육우는 14,213원, 호주산 쇠고기는 12,573원, 미국산 쇠고기는 5,332원 지출액이 더 큰 것으로 나타났음. 소득의 한계효과가 한우, 국내산 육우, 호주산, 미국산 순으로 나타났음.

○ 직업으로 전업주부, 전문직, 회사원의 경우를 보면, 기타에 비해 쇠고기 지출액이 한우, 호주산, 미국산 순으로 높게 나타났음.

○ 기타, 가족 구성원이 많을수록 한우, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기 순으로 지출금액이 높게 나타났음. 아파트 거주자는 비아파트 거주자에 비해 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우의 지출액이 작은 것으로 나타났음. 가족 구성원 중 지병이 있다면 그렇지 않은 경우에 비해 국내산 육우 지출금액은 7,655원 높게 나타났음. 6개월 이상 해외 거주 경험이 있는 사람들은 그렇지 않은 사람에 비해 쇠고기 지출액이 모두 크게 나타났음. 이는 해외에 거주한 사람이 한우뿐만 아니라 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기도 거부감이 없다는 사실을 보여줌. 단, 순서별로는 한우 12,962원, 호주산 쇠고기 12,586원, 미국산 쇠고기 10,647원, 국내산 육우 6,586원 높게 나타나, 해외 경험이 호주산과 미국산 쇠고기에 긍정적인 영향을 주지만 동시에 한우 소비에도 긍정적으로 작용하고 있는 것으로 나타났음.

○ 개인성향은 반복구매, 새로운 시도, 온라인 구매, 음식관련 시청으로 나누었음. 전부터 쓰던 제품을 반복구매 할 경우 육우 지출금액은 5,900원 낮게 나타났음. 새로운 시도를 하는 사람일수록 미국산 쇠고기 지출금액 3,136원은 높게 나타났고 육우 지출금액 6,439원 낮게 나타났음. 새로운 시도를 하는 사람의 경우 미국산 쇠고기에 대한 거부감이 없었음. 온라인구매를 하는 사람일수록 호주산 쇠고기 지출금액 2,139원, 미국산 쇠고기 지출금액 1,698원, 국내산 육우 지출금액 4,259원 높게 나타났음.

○ 한우 구매 빈도가 적을수록 쇠고기 월 소비지출액은 작게 나타났음. 한우 구매 빈도가 적을

수록 한우 월평균 지출금액은 15,780원, 호주산 쇠고기 지출금액은 5,341원, 미국산 쇠고기 지출금액은 4,223원, 국내산 육우 지출금액 3,575원 작아지는 것으로 나타났음.

○ 쇠고기를 구입할 때 중요도를 기준으로 살펴보면, 원산지를 중요하게 여길수록 한우 지출액은 늘고(통계적 유의성은 떨어짐) 호주산과 미국산 쇠고기 지출액은 감소하는 것으로 나타났음. 원산지를 중요하게 생각할수록, 호주산 쇠고기 지출금액은 5,087원, 미국산 쇠고기 지출금액은 6,535원 작은 것으로 나타났음. 맛을 중요하게 여길수록 한우 지출금액은 9,407원, 호주산 쇠고기 지출금액 2,982원, 미국산 쇠고기 지출금액 3,305원, 국내산 육우 3,546원 높게 나타났음. 맛의 항목에 있어서는 한우에 대한 지출 증가액이 여타 쇠고기보다 3배 가량 높게 나타났음. 가격을 중요하게 여길수록 한우 지출금액은 5,797원 작지만, 호주산 지출금액은 2,692원 높게 나타났음.

○ 용도의 경우, 구이용을 기준으로 살펴보면 국거리용의 경우 한우, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기 순으로 구이용 보다 지출금액이 낮게 나타났음. 반찬용의 경우에는 호주산 쇠고기, 국내산 육우, 미국산 쇠고기 순으로 지출금액이 낮게 나타났음. 부위별로 보면, 대체로 등심, 안심, 갈비의 지출액이 다른 부위보다 상대적으로 크게 나타났음. 국내산 육우의 경우에는 등심에 비해 양지와 사태도 다른 쇠고기와 달리 지출액이 상대적으로 높게 나타났음.

표 47. 쇠고기 종류별 지출금액에 영향을 미치는 요인 SUR 분석결과

설명변수	종속변수		한우지출금액		호주산 쇠고기 지출금액		미국산 쇠고기 지출금액		국내산 육우지출금액	
성별(남성 1, 여성 0)			3,848		391		4,956	***	4,547	*
연령 (기준: 20대)	만 30-39세		-6,683		-6,851	**	-1,675		-10,990	***
	만 40-49세		-3,681		-3,781		1,834		-9,433	**
	만 50-59세		-6,212		-340		1,205		-10,230	***
	만 60세이상		-6,896		-6,065		-2,526		-15,090	***
소득 (기준: 200만원 미만)	200-299만원		-10,920		1,059		918		2,854	
	300-399만원		-5,836		4,548		1,280		2,938	
	400-499만원		-5,595		5,220		1,489		8,391	
	500-599만원		1,241		5,725		2,447		7,721	
	600-699만원		-449		2,594		-238		5,623	
	700만원 이상		14,425	*	12,573	***	5,332		14,213	**
직업 (기준:기타)	전업주부		13,918	*	11,606	**	7,079	**	5,493	
	전문직		12,105	*	9,812	**	2,898		-2,328	
	회사원		13,329	**	10,291	***	4,424		389	
	공무원		6,090		5,056		3,967		192	
	자영업		10,204		7,620		4,441		6,013	
	임시직		7,612		10,077	*	-1,491		1,746	
가족 구성원 수		2,784	*	2,232	**	1,530	**	-897		
아파트거주(=1, 아니면 0)		-5,160		-4,845	**	-3,151	*	-6,819	***	
지병(=1, 아니면 0)		-1,552		-1,223		2,719		7,765	**	
다문화 가정(=1, 아니면 0)		-18,310		-12,050		-11,410		-2,793		

6개월 이상 해외거주(=1, 아니면 0)		12,962	**	12,586	***	10,647	***	6,586	*
개인성향	반복구매	2,801						-5,900	***
	새로운시도					3,136	***	-6,439	***
	온라인구매	1,573		2,139	**	1,698	**	4,259	***
	음식관련시청							2,027	
중요도	한우구매빈도(적을수록)	-15,780	***	-5,341	***	-4,223	***	-3,575	***
	원산지	2,754		-5,087	***	-6,535	***	-1,623	
	맛	9,407	***	2,982	*	3,305	**	3,546	*
	가격	-5,797	**	2,692	*	-262		1,233	
용도 (기준: 구이용)	국거리용	-10,620	**	-9,436	***	-6,170	***	-5,433	
	반찬용	-4,081		-10,600	***	-8,603	***	-9,293	***
	기타	-25,780		-27,580	***	-18,250	***	-18,030	***
부위 (기준: 등심용)	안심	1,460		2,957		960		11,341	**
	갈비	4,819		245		-1,635		10,771	**
	양지	-11,300	**	815		-3,007		4,992	
	사태	-17,470	**	-4,157		-1,337		8,028	
	사골	-25,000	**	-387		-2,868		-2,129	
	전지	-19,190		-3,374		-8,241		-1,961	
	기타	-12,900		-7,148	*	-7,316	***	-888	
상수항	79962.22	***	36523.54	***	34582.23	***	47812.01	***	
관측치 수	979		979		979		979		
설명변수 수	38		37		38		40		
평균제곱근 오차	48093.7		29916.28		23057.28		34501.13		
결정계수	0.2477		0.1810		0.2733		0.1563		
카이제곱 (유의확률)	343.27 (0.00)		256.64 (0.00)		439.38 (0.00)		198.36 (0.00)		
mean VIF (설명변수의 다중공선성 검증)	1.83		1.86		1.90		1.96		

주: 1) *,**,***은 각각 10%, 5%,1% 수준에 유의미함을 나타냄.

2) $VIF(= \frac{1}{1-R^2})$ 는 10이하로 설명변수간 다중공선성이 큰 문제가 없는 것으로 나타났음.

(4) 구간별 한계효과(그림 2~5)

○ 분석에 이용된 주요 더미변수인 연령, 용도, 부위에 대한 각 변수의 구간별 한계효과 변화를 구체적으로 살펴보면 다음과 같음.

○ 그림 2을 통해 연령대별 쇠고기 소비지출액을 비교하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있음. 한우 소비지출액이 큰 그룹은 20대, 40대(40~49세), 50대(50~59세) 순임. 호주산의 경우에는 20대, 50대(50~59세), 40대(40~49세) 순임. 미국산의 경우에는 40대, 50대, 20대 순임. 국내산 육우는 20대, 40대(40~49세), 50대(50~59세) 순임. 한우와 호주산, 국내산 육우의 주된 소비층은 젊은 20대 그룹이고 중장년층이 이를 이어가고 있다고 볼 수 있음. 반면 미국산은 중장년층이 주된 소비층이고, 20대가 그 뒤를 잇고 있는 것으로 나타났음.

○ 그림 3를 통해 소득구간별 쇠고기 소비지출액을 비교하면 다음과 같음. 호주산과 미국산 쇠고기, 국내산 육우의 경우 기준구간이 200만원대 미만인데 이들 보다 소득구간이 높아질수록

그에 비례하여 소비지출액도 증가하는 것으로 나타남. 한우의 경우에는 소득구간이 700만원 대 이상이어야 소비지출액이 크게 증가하는 것을 확인할 수 있었음. 즉, 소득효과가 한우에 있어서는 고소득이 되어야 확인 가능하지만, 기타 쇠고기에 있어서는 소득구간에 비례하여 소득 증가효과를 쉽게 확인할 수 있었음.

○ 구입용도(그림 4)를 살펴보면, 한우에서는 구이용과 반찬용이, 호주산, 미국산, 국내산 육우에서는 구이용과 국거리용의 지출액이 높게 나타났음.

○ 부위(그림 5)를 살펴보면, 한우, 호주산, 미국산 모두 대체로 등심, 안심, 갈비의 지출액이 높게 나타났음. 반면, 국내산 육우는 여기에 더해 사태와 양지의 지출액도 상대적으로 높게 나왔음.

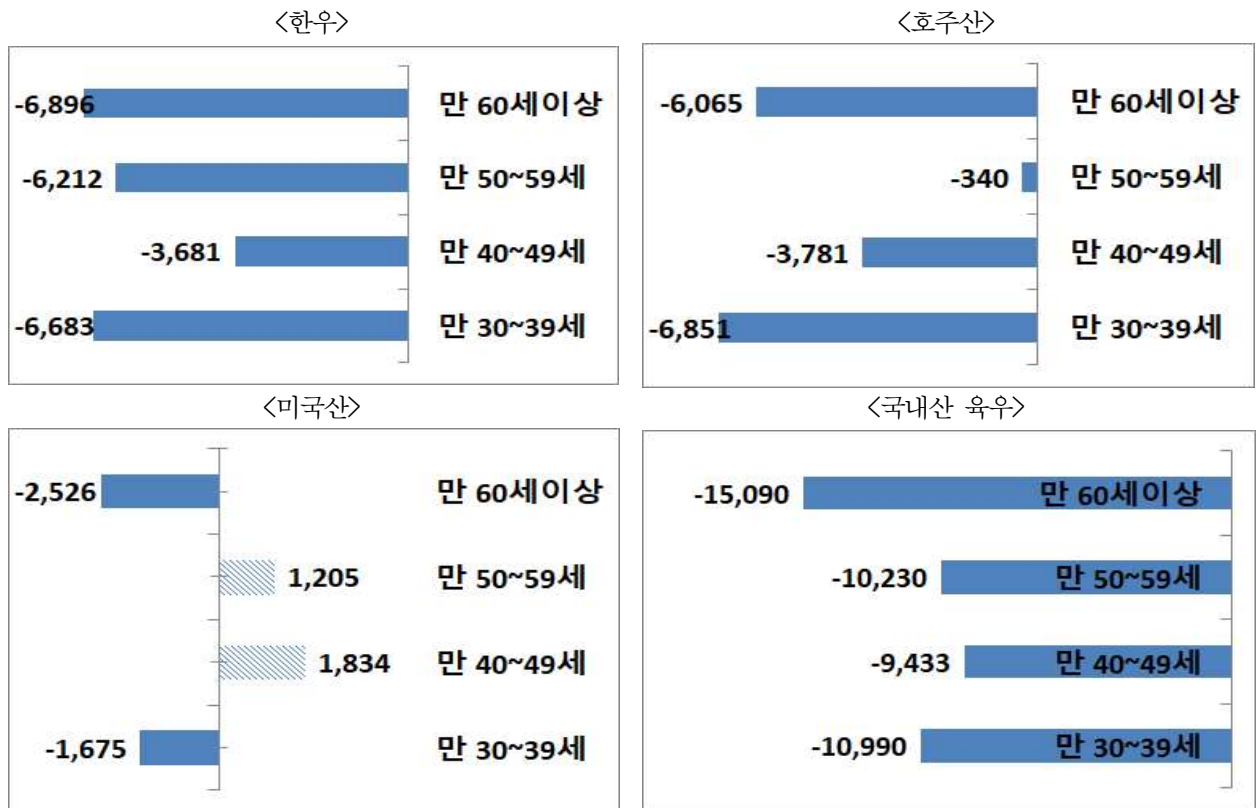
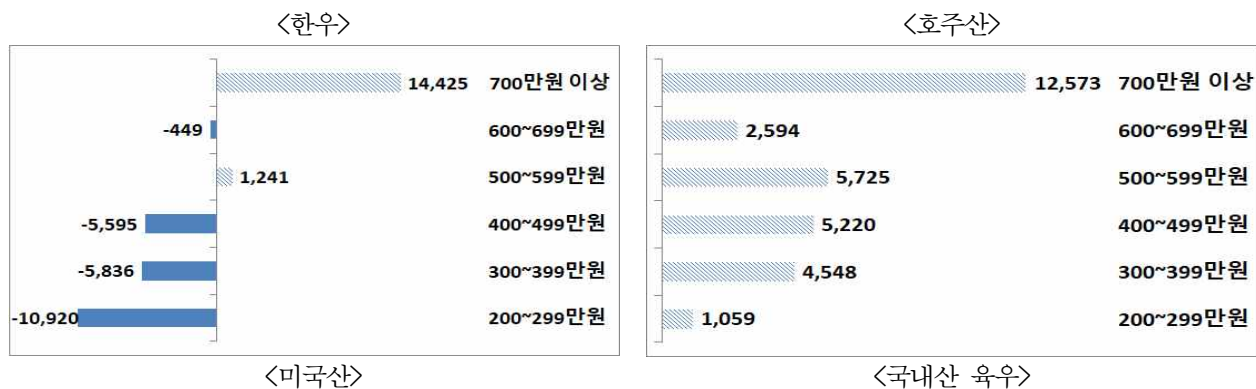


그림 2. 연령 더미변수의 구간별 한계효과(기준변수: 20대)



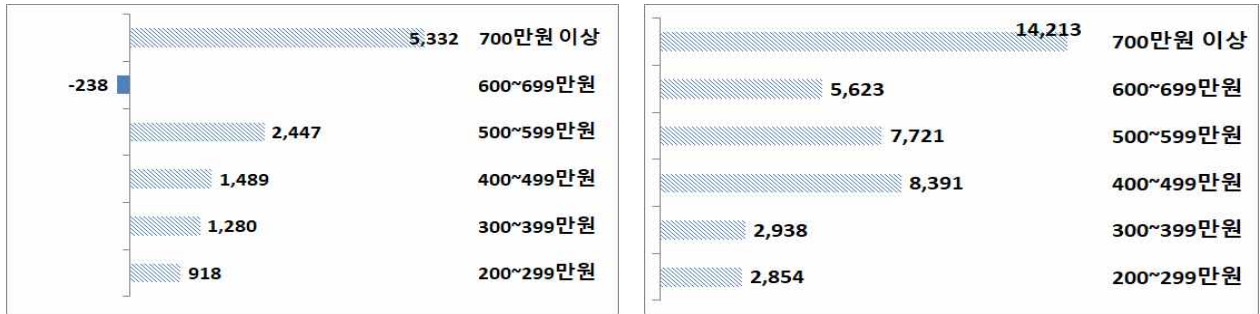


그림 3. 소득 더미변수의 구간별 한계효과(기준변수: 200만원 미만)

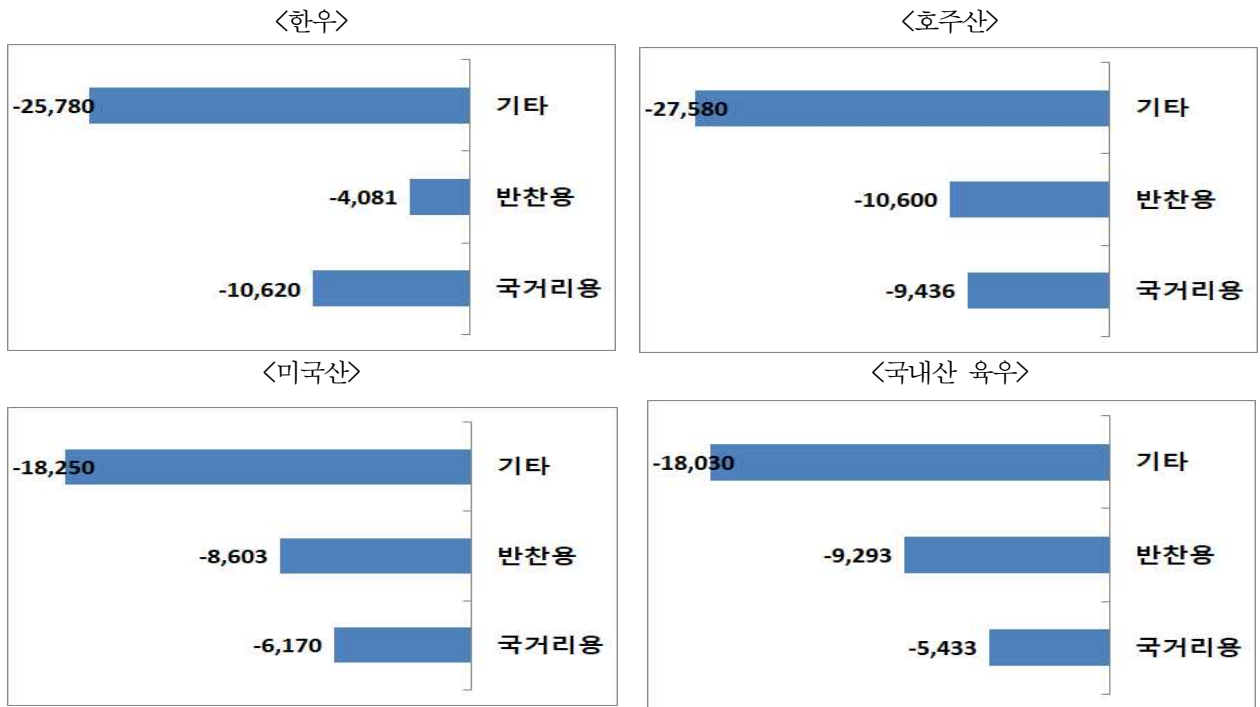
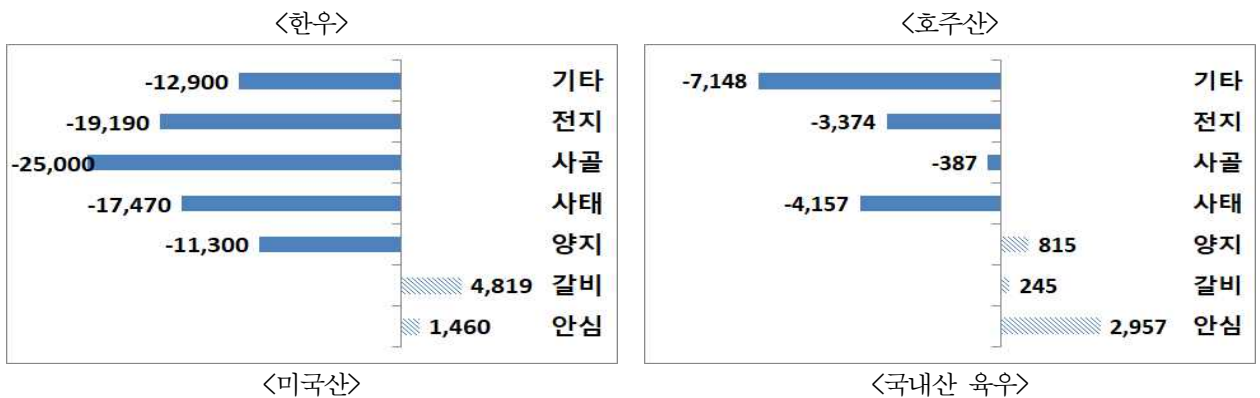


그림 4. 용도 더미변수의 구간별 한계효과(기준변수: 구이용)



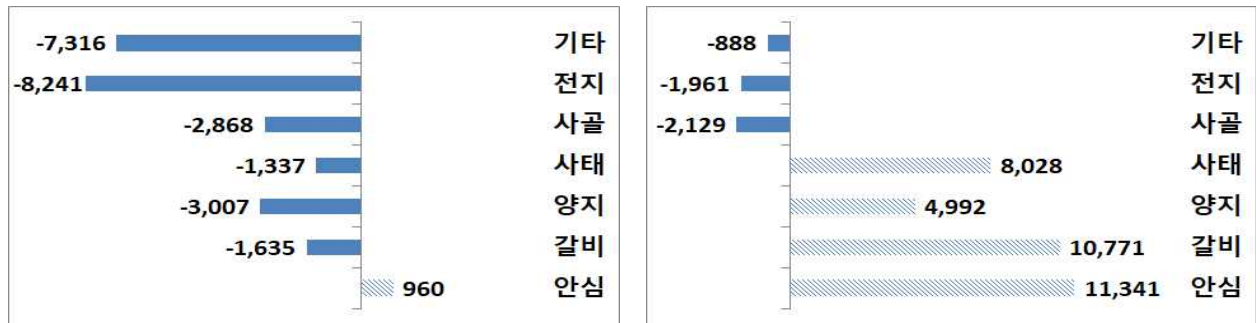


그림 5. 부위 더미변수의 구간별 한계효과 변화(기준변수: 등심)

아. 쇠고기 원산지별 선호 요인 분석

(1) 변수 설정(표 48~50)

- 본 연구에서는 분석을 위해 2019년 8월 5일-8월 14일(9일간)까지 인터넷을 통한 설문조사를 실시하여 유효한 표본 1,150명으로부터 기초 자료를 확보하여 이를 근거로 한우, 호주산, 미국산, 국내산 육우 4가지 종류별 선호에 영향을 미치는 요인에 관해 분석을 실시하였음.
- 종속변수는 4가지 선택대안(한우, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우)에 대한 선호를, 설명변수로 선택특정변수로는 4가지 선택대안별 쇠고기에 대한 6가지 항목에 대한 만족도를 변수로 사용하였고, 개인특정변수로는 응답자의 인구사회적 특성, 소비 성향, 선호도, 중요도, 장소 등의 변수(자세한 설명은 표 48 참조)를 사용하였음.
- 응답자의 주요 설문 응답 변수들을 살펴보면(표 50), 쇠고기 만족도를 조사할 결과, 평균값으로 맛 3.55점, 품질 3.48점, 영양 3.42점, 안전성 3.38점, 건강측면 3.37점, 가격 3.24점 순으로 나타났음. 응답자의 인구사회적 변수의 비중을 살펴보면, 남성이 50%, 여성이 50%이며, 평균 연령은 43.09세임. 건강한 정도를 5점 리커드 척도로 조사한 결과 평균 3.53점으로 나타났음. 6개월 이상 해외 거주한 응답자의 비중은 전체의 11%로 나타났음. 아파트 거주비중은 70%이며, 가족구성원수는 평균 1.57명, 다문화 가정 여부 비중은 1%로 나타났음. 월평균 가구소득의 비중을 살펴보면, 400-499만원 19%, 300-399만원 17%, 500-599만원 15%, 700만원 이상 17%, 200-299만원 13%, 600-699만원 11%, 200만원 이하 7%로 나타났음. 식료품 지출 비중을 살펴보면, 20-40% 미만이 58%, 20% 미만이 20%, 40-60% 미만이 18%, 60% 이상이 4%로 나타났음.
- 종속변수인 쇠고기 종류별 선호 현황을 보면, 한우를 선호하는 비중이 84.1%로 가장 높게 나타났음. 다음으로 호주산이 12%, 미국산 2.5%, 국내산 육우 1.4% 순으로 집계되었음(표 49).

표 48. 국내 쇠고기 소비동향 파악을 위한 주요 설문조사 내용

항목 구분		질문 내용
선택 특정 변수	쇠고기 만족도	가격, 맛, 품질, 안전성, 건강측면, 영양
	응답자 특성	성별, 연령, 거주 지역, 학력, 거주형태, 월 평균 가구소득, 월평균 소득 중 식료품비 지출 비중, 직업, 결혼여부, 가족 구성원, 맛별이, 지방, 건강정도, 운동, 다이어트, 다문화가정, 6개월 해외 거주 경험, 쇠고기 구매 원산지
개인 특정 변수	식품 소비 성향	제품 반복구매, 새로운 조리법 시도, 농식품 온라인 구매, 음식관련 시청
	선호도	한우, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우
	한우 구입횟수	매일, 주 2-3회, 주 1회, 월 2-3회, 월 1회, 분기 1회

쇠고기 중요도	안전성, 건강측면, 영양, 원산지, 유통기한, 등급, 브랜드, 부위, 품질, 맛, 조리목적(구이, 국, 찜, 전, 장조림 등), 구입의 편리성(근접성), 온라인 구매, 할인행사, 가격, 무항생제 인증제, 유기축산물 인증제, 동물복지 인증
월 평균 지출액	전체, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우
용도	구이용, 국거리용(찜 포함), 반찬용, 기타
구입 부위	안심, 등심, 갈비, 양지, 사태, 사골, 전지, 기타
대체 정도	가격상승 및 가격상승 이외의 다른 요인
미래소비의향	전체, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우
구입장소	재래시장, 대형마트, 체인형 슈퍼마켓, 중소형슈퍼/동네슈퍼, 백화점, 편의점, 유기농 친환경 제품 전문매장, TV 홈쇼핑, 온라인 쇼핑몰, 온라인 대형마트, 온라인 유기농 친환경 제품 전문 매장, 기타

표 49. 종속변수 육류 종류별 선호 현황

단위 : 응답자수, %

구분	응답자수(%)
한우	967(84.1)
호주산 쇠고기	138(12)
미국산 쇠고기	29(2.5)
국내산 육우	16(1.4)

표 50. 분석에 이용한 설명변수의 기초 통계량

선택특정변수 alternative variant variable		변수 설명 및 생성방법	평균	표준편차	최소	최대	
만족도	가격		3.24	1.01	1	5	
	맛		3.55	0.84	1	5	
	품질	매우 불만족=1, 약간 불만족=2, 보통=3,	3.48	0.82	1	5	
	안전성	약간 만족=4, 매우 만족=5	3.38	0.89	1	5	
	건강측면		3.37	0.80	1	5	
	영양		3.42	0.76	1	5	
개인특정변수 alternative invariant variable		변수 설명 및 생성방법	평균	표준편차	최소	최대	
	성별	남성=1, 여성=0	0.50	0.50	0	1	
	연령	연속변수	43.09	12.38	20	69	
응답자 인구 사회적 특성	건강한정도	전혀 그렇지 않다=1, 그렇지 않다=2, 보통이다=3, 그렇다=4, 매우 그렇다=5	3.53	0.76	1	5	
	아파트거주	아파트 거주=1, 아니면0	0.70	0.46	0	1	
	6개월 이상 해외 거주	6개월 이상 해외 거주=1, 아니면 0	0.11	0.32	0	1	
	가족구성원수	연속변수	1.57	1.20	0	10	
	다문화 가정	다문화=1, 아니면=0	0.01	0.09	0	1	
	소득	200만원 이하	200만원 이하=1, 아니면 0	0.07	0.26	0	1
		200-299만원	200-299만원=1, 아니면 0	0.13	0.34	0	1
		300-399만원	300-399만원=1, 아니면 0	0.17	0.38	0	1
		400-499만원	400-499만원=1, 아니면 0	0.19	0.39	0	1
		500-599만원	500-599만원=1, 아니면 0	0.15	0.36	0	1
600-699만원		600-699만원=1, 아니면 0	0.11	0.31	0	1	
700만원 이상		700-1,000만원=1, 아니면 0	0.17	0.38	0	1	
쇠고기 중요도	원산지	전혀 중요하지 않다=1, 중요하지 않다=2, 보통=3,	4.14	0.80	1	5	
	맛	약간 중요하다=4, 매우 중요하다=5	4.52	0.62	2	5	
	가격		4.29	0.67	1	5	
식료품 지출비중	20% 미만	20% 미만=1, 아니면 0	0.2	0.4	0	1	
	20-40% 미만	20-40% 미만=1, 아니면 0	0.58	0.49	0	1	
	40-60% 미만	40-60% 미만=1, 아니면 0	0.18	0.38	0	1	
	60% 이상	60% 이상=1, 아니면 0	0.04	0.2	0	1	

(2) 분석 방법

○ 이 연구에서는 쇠고기 종류별 선택대안(한우, 미국산 쇠고기, 호주산 쇠고기, 국내산 육우)에 대한 결정요인을 분석을 위해 조건부 로짓모형(Conditional Logit model)을 이용하였음. 조건부 로짓모형은 여러 대안 중에서 의사결정자의 효용이 최대화 될 수 있는 최적대안을 선택하는

행위를 분석할 때 적합한 모형임.

○ 일반적으로, 다항로짓모형은 모든 설명변수가 개인특정변수(alternative invariant variable)일 때 사용되며, 이때 개인특정변수는 응답자가 어떤 쇠고기 종류를 선호하는지에 따라 변하지 않은 변수를 의미함. 이 연구에서는 개인특정변수와 더불어 선택 대안에 따라 값이 달라지는 선택특정변수(alternative variant variable)를 모형에 포함시키기 위해 조건부 로짓모형을 이용하였음(조건부 로짓모형은 혼합로짓모형(mixed logit model)이라고 불리기도 함).

• 즉, i 번째 의사결정자는 대안 j 에 대해 효용함수 U_{ij} 를 가지고 있으며 각각의 의사 결정자 i 는 J 개의 대안에 대한 효용 중 가장 큰 효용을 가지는 대안을 선택하는 확률 모형임.

• 본 연구에서는 개인특정변수와 선택특정변수를 모두 고려한 조건부 로짓모형을 이용하여 분석을 실시하였음.

○ 의사결정자 i 가 여러 대안 j 가 있을 때, 이로부터 얻는 효용 U_{ij} 는 설명변수들에 의해 영향을 받는 결정적 요인 V_{ij} 와 관측되지 않은 확률 요인 ϵ_{ij} 의 합으로 가정할 수 있고 식 (3.6)과 같이 나타낼 수 있음.

$$(3.6) \quad U_{ij} = V_{ij} + \epsilon_{ij} = x_{ij}'\beta + z_i'\gamma_j + \epsilon_{ij}$$

○ 이 때, $V_{ij} = x_{ij}'\beta + z_i'\gamma_j$ 로 설정할 수 있고, x_i 는 선택특정적인 변수로 대안 j 에 따라 변하는 변수이며, z_i 는 개인특정변수로 대안 j 에 따라 변하지 않은 변수이고, ϵ_{ij} 는 확률적 오차항임. 응답자 i 가 여러 대안들 중 k 가 아닌 j 번째 대안을 선택할 확률은 식 (3.7)와 같이 표현되며, 여기에서 오차항 ϵ_{ij} 는 서로 독립적(independent)인 제 I 극한치 분포(type I extreme value distribution)를 따른다고 가정함.

$$(3.7) \quad P_{ij} = P(V_{ij} + \epsilon_{ij} \geq V_{ik} + \epsilon_{ik}; k \in C_i) = P(V_{ij} - V_{ik} \geq \epsilon_{ik} - \epsilon_{ij})$$

$$(3.8) \quad P_{ij} = \frac{\exp(X'_{ij}B + Z'_i\gamma_j)}{\sum_{l=1}^m \exp(X'_l B_l + Z'_i\gamma_l)}, j = 1, \dots, m$$

X: 선택특정적인 변수 벡터(alternative variant variable)

Z: 개인특정적인 변수 벡터(alternative invariant variable)

○ 쇠고기 종류별 선호에 영향을 주는 선택특정변수의 값이 1단위 증가할 때 쇠고기 종류별로 선호할 확률의 변화, 즉 한계효과를 구하는 식은 식 (3.9)와 같음. 이때, p_{ij} 는 개인 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률이며, x_{rik} 는 개인 i 의 선택대안 k 에 대한 선택특정변수 x_r 을 의미함. 본 연구에서 x_r 은 쇠고기 종류별 가격, 맛, 품질, 안전성, 건강, 영양에 대한 만족도 변수로 설정하였으며, 그 계수는 B_r 로 표시할 수 있음. 선택특정변수(alternative variant variable)의 경우, $B_r > 0$ 인 경우, $p_{ij}(1-p_{ij})B_r > 0$ 이 성립하기 때문에 자체 효과(own-effect)는 양(+)이다. 그리고 $-p_{ij}p_{ik}B_r < 0$ 이 성립하기 때문에 교차 효과(cross-effect)는 음(-)임. 계수가 양이라는 것은 한 범주의 설명변수 값이 증가하면 그 범주가 선택될 확률이 증가하고 다른 범주가 선택될 확률은 감소한다는 것을 의미함. 음의 계수는 그 반대로 해석됨.

$$(3.9) \quad \frac{\partial p_{ij}}{\partial x_{rik}} = \begin{cases} p_{ij}(1-p_{ij})B_r & j = k \\ -p_{ij}p_{ik}B_r & j \neq k \end{cases}$$

○ 쇠고기 종류별 선호에 영향을 주는 개인특정변수의 값이 1단위 증가할 때 쇠고기 종류별로 선호할 확률의 변화, 즉 한계효과를 구하는 식은 식 (3.10)와 같음. z_{ri} 는 개인 i 의 대한 개인특정변수 z_r 을 의미하며 그 계수는 γ_j 로 표시할 수 있음. 여기서 $\bar{\gamma}_j = \sum_i p_{ij} \gamma_i$ 는 γ_i 의 확률 가중평균임. p_{ij} 는 z_i 에 따라 달라지기 때문에 한계효과는 계산하는 지점 z_i 에 따라 달라짐. 회귀 계수들의 부호가 한계효과의 부호를 의미하지 않음. 변수 z 에 대해 $\gamma_j > \bar{\gamma}_j$ 이 성립하면 ME는 양(+)의 값을 가짐. 개인특정변수(alternative invariant variable)의 경우, 구한 계수가 양수라면 설명변수가 증가함에 따라 대안 j 를 선택할 확률이 높아진다고 해석할 수 있음.

$$(3.10) \frac{\partial p_{ij}}{\partial z_{ri}} = p_{ij}(\gamma_j - \bar{\gamma}_i)$$

(4) 추정 결과(표 51)

○ 조건부 로짓모형에 사용된 변수는 표 51와 같음. 선택특정변수로는 4가지 선택대안에 대한 6가지 항목(가격, 맛, 품질, 안전성, 건강측면, 영양)에 대한 만족도를 사용하였음. 개인특정변수로는 성별, 연령(연속변수), 건강 정도, 소득(구간별 더미변수), 아파트 거주 여부, 6개월 이상 해외 거주 여부, 가구원수, 다문화 가정 여부, 쇠고기 선택 시 원산지과 맛. 가격에 대한 중요도(5점 척도), 식료품 지출 비중 변수 등을 사용하였음.

○ 조건부 로짓모형을 이용한 쇠고기 종류별 선호에 영향을 미치는 요인 분석에 대한 주요 결과는 다음과 같음(표 52 참조).

○ 선택특정변수의 경우, 개인 응답자가 선호하는 쇠고기에 대한 가격 만족도가 높을수록 해당 쇠고기를 선호할 확률은 높아지고 그 외 쇠고기 종류를 선호할 확률은 감소하는 것으로 나타났다. 예를 들면, 한우를 선호하는 i 라는 응답자가 맛에 대한 만족도가 높을수록 한우를 선호할 확률은 높아지지만 그 외 쇠고기를 선호할 확률은 낮아짐. 6가지 항목 중 4가지 항목(가격, 맛, 품질, 건강측면)의 변수가 통계적으로 유의하게 나타났다.

○ 개인특정변수에 대한 분석결과를 통계학적으로 유의하게 나온 결과를 중심으로 해석하면 다음과 같음. 연령의 경우, 연령이 높을수록 호주산에 비해 한우를 선호할 확률은 높음. 소득의 경우, 고소득층일수록 한우에 비해 대체로 호주산이나 미국산을 선호할 확률이 작지만 통계적 유의성은 떨어지는 것으로 나타났다. 6개월 이상 해외거주한 경험이 있는 경우, 한우에 비해서 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산육우를 선호할 확률은 증가하여 이 소비자들에게는 원산지가 크게 작용하지 않는 것으로 나타남. 중요도(원산지, 맛, 가격) 항목 중, 원산지와 맛에 있어서 이 항목을 중요하게 생각하는 소비자일수록 기타 쇠고기에 비해 한우를 선호할 확률이 높은 것으로 나타났다. 반면, 가격을 중요하게 생각하는 소비자일수록 한우에 비해 미국산 쇠고기를 선호할 확률이 높은 것으로 나타났다. 호주산 쇠고기와 육우를 선호할 확률도 높게 나왔으나 통계적 유의성은 떨어지는 것으로 나타났다. 엔겔지수 중 식료품 지출비중이 60% 이상일 경우, 한우에 비해서 호주산 쇠고기나 미국산 쇠고기를 선호할 확률은 증가하는 것으로 나타났다.

표 51. 설명변수 변수 설정 현황

구분	변수 구분
선택특정변수 alternative variant variable	가격, 맛, 품질, 안전성, 건강측면, 영양

(6) 오즈비 추정 결과(표 52)

○ 조건부 로짓모형에서의 계수값을 바로 해석하기에는 어렵기 때문에 파라메타 추정치의 의미를 수치상으로 해석하기 위해 식(3.11)과 (3.12)를 이용하여 오즈비를 계산하였음. 식(3.11)에서 P_r 은 어떤 사건이 일어날 확률을 의미하고, $1 - P_r$ 은 어떤 사건이 일어나지 않을 확률을 의미함. 로그 오즈비를 취한 뒤 로그를 우변으로 넘기면, $\exp(x'_{ij}B)$ 는 선택특성변수(alternative variant variable)오즈비로 표현 가능함. 식(3.12)에서 y_i 는 1이라는 한우 선호를 기준으로 할 때 대안 j 를 선택하는 로그 오즈비를 취한 뒤 로그를 우변으로 넘기면, 개인특성변수(alternative invariant variable)의 오즈비로 표현 가능함. 오즈비는 항상 0보다 큰 값을 가짐. 1보다 클 경우 선호 확률은 증가하며, 1보다 작을 경우 선호 확률은 감소하고 1이면 선호 확률은 동일한 것으로 해석할 수 있음.

$$(3.11) \ln \frac{P_r}{1 - P_r} = x'_{ij}B \Rightarrow \exp(x'_{ij}B)$$

$$(3.12) \ln \frac{P_r(y_i = j)}{P_r(y_i = 1)} = z'_i \gamma_j \Rightarrow \exp(z'_i \gamma_j)$$

○ 선택특정변수에 대한 오즈비 추정결과는 다음과 같음. 6가지 항목에 대한 만족도가 커질수록 오즈비는 모두 1보다 크게 나와 선택대안에 대한 만족도가 클수록 그 대안을 선택할 확률은 높아지는 것으로 나타났음. 오즈비의 크기순으로 6가지 만족도 항목을 열거하면, 맛(1.86배), 건강측면(1.68배), 품질(1.43배), 가격(1.35배), 영양(1.2배), 안전성(1.13배) 순으로 나타났음. 다른 만족도 항목에 비해 맛, 건강, 품질 등이 상대적으로 높게 나타나 이들 항목들이 영양이나 안전성에 비해 상대적으로 쇠고기 선택에 중요하게 작용하는 것으로 나타났음.

○ 개인특정변수에 대한 주요 오즈비 추정결과를 유의한 변수를 위주로 설명하면 다음과 같음. 연령이 한 단위 증가할수록 한우에 비해서 호주산 쇠고기를 선호할 오즈비는 0.98배로 감소함. 6개월 이상 해외거주자라면 한우에 비해서 호주산 쇠고기를 선호할 오즈비는 1.64배 증가함. 미국산 쇠고기를 선호할 오즈비는 1.92배 증가하고 국내산 육우를 선호할 오즈비는 5.77배 증가하지만, 유의성은 낮게 나타남. 중요도(원산지, 맛, 가격) 변수에 대한 오즈비를 보면, 원산지를 중요하게 생각할수록 한우에 비해서 호주산 쇠고기를 선호할 오즈비는 0.7배로 감소함. 미국산과 국내산 육우도 0.75배와 0.8배로 감소하나 유의성은 낮게 나타남. 국내산 육우의 경우 국내산임에도 불구하고 한우에 비해서는 원산지 역할이 그리 크게 작용하지는 않으나, 미국산이나 호주산 쇠고기에 비해서는 조금 좋게 인식되는 것으로 나타남. 맛에 대한 결과도 원산지와 비슷함. 맛을 중요하게 생각할수록 한우에 비해서 호주산 쇠고기를 선호할 오즈비는 0.72배로 감소함. 미국산과 국내산 육우도 0.93배와 0.64배로 감소하나 유의성은 낮게 나타남. 맛에 있어서는 원산지와 달리 국내산 육우의 경우 미국산이나 호주산 쇠고기에 비해 낮게 평가되는 것으로 나타남. 가격 만족도가 1단위 증가 할 때, 한우에 비해 미국산 쇠고기를 선호할 오즈비는 1.87배 증가함. 호주산 쇠고기에 대한 오즈비는 1.05배, 국내산 육우는 1.01배 증가하나 유의성은 낮게 나타남. 앵겔지수가 60% 이상이라면, 한우에 비해서 호주산 쇠고기를 선호할 오즈비는 2.45배, 미국산 쇠고기를 선호할 오즈비는 5.66배 증가하는 것으로 나타남. 앵겔지수가 높

은 그룹일수록 한우에 비해 외국산 쇠고기를 선호할 오즈비가 다른 항목에 비해 상대적으로 크게 나타남.

표 52. 쇠고기 종류별 선호도에 영향을 미치는 요인 분석결과

선택특징변수	계수값(표준오차)			t-값	오즈비(odds-ratio)					
가격	0.30(0.08)		***	3.59	1.35					
맛	0.62(0.13)		***	4.61	1.86					
품질	0.35(0.15)		**	2.43	1.43					
안전성	0.12(0.12)			1.02	1.13					
건강측면	0.52(0.15)		***	3.40	1.68					
영양	0.18(0.17)			1.05	1.20					
개인특징변수	호주산 쇠고기			미국산 쇠고기			국내산 육우			
	계수값(s.t)	t-값	오즈비	계수값(s.t)	t-값	오즈비	계수값(s.t)	t-값	오즈비	
성별(남=1,여=0)	-0.13(0.21)	-0.59	0.88	0.26(0.46)	0.57	1.30	-0.77(0.57)	-1.35	0.46	
연령	-0.02(0.01)	** -2.26	0.98	0.00(0.02)	-0.10	1.00	0.01(0.02)	0.47	1.01	
건강한정도	-0.03(0.14)	-0.25	0.97	-0.13(0.29)	-0.45	0.88	-0.22(0.37)	-0.60	0.80	
소득 (기준: 200만 원 미만)	200-299만 원	-0.02(0.48)	-0.03	0.98	-0.68(0.93)	-0.73	0.51	-15.83(2046.50)	-0.01	0.00
	300-399만 원	-0.11(0.48)	-0.23	0.90	-0.51(0.87)	-0.59	0.60	0.28(1.27)	0.22	1.32
	400-499만 원	0.16(0.46)	0.35	1.17	-0.04(0.82)	-0.04	0.96	0.35(1.23)	0.28	1.42
	500-599만 원	0.00(0.48)	0.01	1.00	-0.55(0.92)	-0.60	0.58	0.72(1.23)	0.58	2.05
	600-699만 원	-0.44(0.55)	-0.81	0.64	-0.17(0.96)	-0.17	0.85	-15.53(1747.46)	-0.01	0.00
700만원 이상	-0.41(0.50)	-0.82	0.66	0.09(0.87)	0.11	1.10	0.23(1.32)	0.17	1.25	
아파트거주(=1)	-0.11(0.23)	-0.49	0.89	0.34(0.49)	0.69	1.40	0.18(0.63)	0.29	1.20	
6개월 해외거주(=1)	0.49(0.30)	* 1.65	1.64	0.65(0.53)	1.23	1.92	1.75(0.63)	** 2.81	5.77	
가족구성원수	0.07(0.08)	0.80	1.07	-0.27(0.20)	-1.38	0.76	0.29(0.25)	1.14	1.34	
다문화(=1)	-15.86(1419.64)	-0.01	0.00	-0.58(1.39)	-0.42	0.56	-15.88(2433.49)	-0.01	0.00	
중요 도	원산지	-0.35(0.13)	** -2.72	0.70	-0.29(0.26)	-1.09	0.75	-0.23(0.34)	-0.66	0.80
	맛	-0.33(0.16)	** -1.99	0.72	-0.07(0.36)	-0.19	0.93	-0.45(0.47)	-0.97	0.64
	가격	0.05(0.17)	0.30	1.05	0.63(0.37)	* 1.72	1.87	0.01(0.41)	0.02	1.01
앵겔 지수 (기준: 20% 미만)	20%-40% 미만	0.43(0.29)	1.46	1.54	0.01(0.58)	0.01	1.01	0.52(0.84)	0.62	1.68
	40-60% 미만	0.27(0.37)	0.73	1.31	0.90(0.67)	1.34	2.45	0.95(0.94)	1.01	2.58
	60% 이상	0.89(0.51)	* 1.74	2.45	1.73(0.82)	** 2.10	5.66	-14.14(2548.28)	-0.01	0.00
상수항	1.25(1.17)	1.07	3.50	-4.24(2.52)	* -1.68	0.01	-1.81(3.43)	-0.53	0.16	
loglikelihood				-483.58						
chi2(63)				200.37***						
mean VIF				1.98						

주: 1. *,**,***은 각각 10%, 5%,1% 수준에 유의미함을 나타냄; 2. $VIF = \frac{1}{1 - R^2}$

(7) 한계효과 추정 결과(표 53)

- 조건부 로짓모형의 선택특정변수와 개인특정변수에 대한 한계효과에 대해 추정해 보았으나, 추정결과 통계적 유의성은 낮게 나타났음(표 53).
- 조건부 로짓모형에 대한 한계효과 주요 분석결과는 다음과 같음.
- 선택특정변수의 경우, 만족도의 항목별 한계효과는 맛, 건강, 품질, 가격 등의 순으로 나타났음. 분석결과를 볼 때, 한우는 호주산 쇠고기와 가장 대체관계가 크고, 그 다음에 미국산 쇠고기, 그리고 국내산 육우의 순으로 영향을 주고받는 것으로 나타났음. 즉, 호주산 쇠고기의 만족도가 증가하면 미국산이나 국내산 육우의 만족도가 증가하는 것보다 한우 비선호 확률에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났음.
- 개인특정변수의 경우, 연령이 증가할수록 한우와 국내산 육우를 선호할 확률은 증가하고, 호주산과 미국산 쇠고기를 선호할 확률은 감소하는 것으로 나타났음. 6개월 이상 해외를 거주했다면, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우를 선호할 확률은 증가하는 것으로 나타났음. 중요도 항목을 보면, 원산지가 중요할수록 한우 선호확률은 증가하나, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우를 선호할 확률은 감소하는 것으로 나타났음. 맛이 중요할수록 한우 선호 확률은 증가하나, 호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내산 육우를 선호할 확률은 감소하는 것으로 나타났음. 가격이 중요할수록 호주산 쇠고기와 미국산 쇠고기를 선호할 확률은 증가하나, 한우를 선호할 확률은 감소하는 것으로 나타났음. 앵겔지수가 60% 이상 일 경우, 호주산 쇠고기와 미국산 쇠고기에 대한 선호확률은 증가하나, 한우와 국내산 육우에 대한 선호확률은 감소하는 것으로 나타났음.

표 53. 쇠고기 종류별 선호에 대한 결정요인의 한계효과

구분 선택특성변수		호주산 쇠고기		미국산 쇠고기		한우		국내산 육우	
		한계효과(표준오차)	t-값	한계효과(표준오차)	t-값	한계효과(표준오차)	t-값	한계효과(표준오차)	t-값
가격	미국산 쇠고기	-0.0001(0.002)	-0.09	0.002(0.002)	1.15	-0.002(0.003)	-0.62	-0.000002(0.0001)	0
	호주산 쇠고기	0.02(0.19)	0.09	-0.0001(0.002)	-0.09	-0.09(0.19)	-0.09	-0.000002(0.001)	0
	한우	-0.02(0.19)	-0.09	-0.002(0.003)	-0.62	0.02(0.19)	0.11	-0.00002(0.01)	0
	국내산 육우	-0.000002(0.0001)	0.00	-0.0000002(0.0001)	0.00	-0.00002(0.01)	0.00	0.00002(0.01)	0
맛	미국산 쇠고기	-0.0003(0.003)	-0.09	0.01(0.004)	1.18	-0.004(0.01)	-0.62	-0.0000004(0.0001)	0
	호주산 쇠고기	0.04(0.40)	0.09	-0.0003(0.003)	-0.09	-0.04(0.39)	-0.09	-0.000003(0.001)	0
	한우	-0.04(0.39)	-0.09	-0.004(0.01)	-0.62	0.04(0.39)	0.11	-0.00004(0.02)	0
	국내산 육우	-0.000003(0.0001)	0.00	-0.0000004(0.0001)	0.00	-0.00004(0.02)	0.00	0.0001(0.02)	0
품질	미국산 쇠고기	-0.0002(0.002)	-0.09	0.003(0.002)	1.08	-0.003(0.004)	-0.61	-0.0000002(0.0001)	0
	호주산 쇠고기	0.02(0.23)	0.09	-0.0002(0.002)	-0.09	-0.02(0.23)	-0.09	-0.000002(0.001)	0
	한우	-0.02(0.23)	-0.09	-0.003(0.004)	-0.61	0.02(0.22)	0.11	-0.00003(0.01)	0
	국내산 육우	-0.000002(0.0001)	0.00	-0.0000002(0.0001)	0.00	-0.00003(0.01)	0.00	0.00003(0.01)	0

안전성	미국산 쇠고기	-0.0001(0.001)	-0.0 ₉	0.001(0.001)	0.79	-0.001(0.002)	-0.54	-0.0000001(0.00003)	0
	호주산 쇠고기	0.01(0.08)	0.09	-0.0001(0.001)	-0.0 ₉	-0.01(0.08)	-0.09	-0.000001(0.00002)	0
	한우	-0.01(0.08)	-0.0 ₉	-0.001(0.002)	-0.5 ₄	0.01(0.08)	0.11	-0.00001(0.003)	0
	국내산 육우	-0.000001(0.00002)	0.00	-0.0000001(0.00003)	0.00	-0.00001(0.00003)	0.00	0.00001(0.003)	0
건강	미국산 쇠고기	-0.0003(0.003)	-0.0 ₉	0.004(0.003)	1.14	-0.004(0.01)	-0.62	-0.0000003(0.00001)	0
	호주산 쇠고기	0.03(0.33)	0.09	-0.0003(0.003)	-0.0 ₉	-0.03(0.33)	-0.09	-0.000003(0.001)	0
	한우	-0.03(0.33)	-0.0 ₉	-0.004(0.006)	-0.6 ₂	0.03(0.32)	0.11	-0.00004(0.01)	0
	국내산 육우	-0.000003(0.00001)	0.00	-0.0000003(0.00001)	0.00	-0.00004(0.01)	0.00	0.00004(0.01)	0
영양	미국산 쇠고기	-0.0001(0.001)	-0.0 ₉	0.001(0.002)	0.80	-0.001(0.002)	-0.54	-0.0000001(0.00004)	0
	호주산 쇠고기	0.01(0.12)	0.09	-0.0001(0.001)	-0.0 ₉	-0.01(0.12)	-0.09	-0.000001(0.00003)	0
	한우	-0.01(0.12)	-0.0 ₉	-0.001(0.002)	-0.5 ₄	0.01(0.11)	0.11	-0.00001(0.004)	0
	국내산 육우	-0.000001(0.00003)	0.00	-0.0000001(0.00004)	0.00	-0.00001(0.00004)	0.00	0.00001(0.01)	0
개인특성변수	한계효과(표준오차)	t-값	한계효과(표준오차)	t-값	한계효과(표준오차)	t-값	한계효과(표준오차)	t-값	
성별	-0.01(0.08)	-0.0 ₉	0.002(0.004)	0.58	0.01(0.087)	0.07	-0.0001(0.02)	0	
연령(연속변수)	-0.001(0.01)	-0.0 ₉	-0.000003(0.00002)	-0.0 ₂	0.001(0.013)	0.09	0.000001(0.00003)	0	
건강한정도	-0.002(0.02)	-0.0 ₉	-0.001(0.002)	-0.4 ₁	0.003(0.023)	0.13	-0.00002(0.006)	0	
아파트거주(=1)	-0.01(0.07)	-0.0 ₉	0.003(0.004)	0.66	0.004(0.076)	0.05	0.00001(0.005)	0	
6개월해외거주(=1)	0.03(0.31)	0.09	0.01(0.01)	0.62	-0.03(0.308)	-0.11	0.0001(0.05)	0	
가족구성원수	0.004(0.05)	0.09	-0.002(0.002)	-1.0 ₇	-0.002(0.047)	-0.04	0.00002(0.008)	0	
다문화(=1)	-0.94(74.26)	-0.0 ₁	0.003(0.61)	0.01	0.94(73.655)	0.01	-0.001(0.43)	0	
중요도	원산지	-0.02(0.22)	-0.0 ₉	-0.002(0.004)	-0.5 ₀	0.02(0.220)	0.10	-0.00002(0.005)	0
	맛	-0.02(0.21)	-0.0 ₉	-0.0004(0.003)	-0.1 ₁	0.02(0.207)	0.10	-0.00003(0.01)	0
	가격	0.003(0.03)	0.09	0.01(0.005)	0.99	-0.01(0.026)	-0.28	-0.00000001(0.00003)	0
소득(기준: 200만원 미만)	200-299만원	-0.001(0.04)	-0.0 ₂	-0.01(0.01)	-0.6 ₀	0.01(0.293)	0.02	-0.001(0.31)	0
	300-399만원	-0.01(0.07)	-0.0 ₉	-0.004(0.01)	-0.5 ₁	0.01(0.070)	0.14	0.00002(0.01)	0
	400-499만원	0.01(0.11)	0.09	-0.0004(0.01)	-0.0 ₆	-0.01(0.107)	-0.09	0.00003(0.01)	0
	500-599만원	0.001(0.03)	0.02	-0.004(0.01)	-0.5 ₄	0.004(0.036)	0.10	0.0001(0.02)	0
	600-699만원	-0.03(0.28)	-0.0 ₉	-0.001(0.01)	-0.1 ₂	0.03(0.432)	0.07	-0.001(0.36)	0
	700만원이상	-0.02(0.27)	-0.0 ₉	0.001(0.01)	0.14	0.02(0.264)	0.09	0.00002(0.01)	0
엔젤지수(기준: 20%)	20-40% 미만	0.03(0.28)	0.09	-0.0002(0.005)	-0.0 ₃	-0.03(0.273)	-0.09	0.00004(0.01)	0
	40-60%	0.02(0.17)	0.09	0.01(0.01)	0.79	-0.02(0.166)	-0.14	0.0001(0.02)	0

미만	미만								
60% 이상	0.05(0.57)	0.09	0.01(0.02)	0.77	-0.06(0.650)	-0.10	-0.001(0.37)	0	

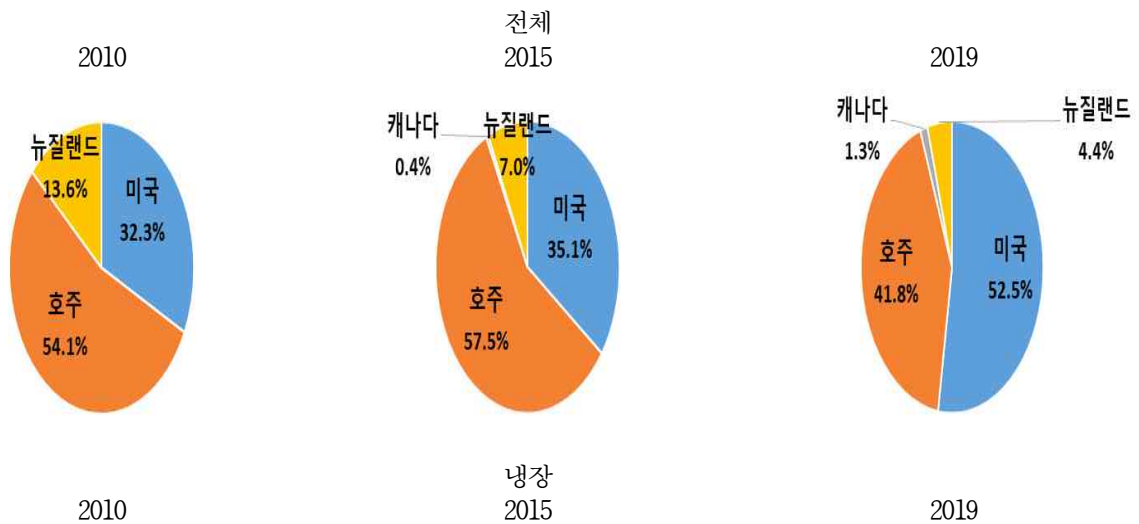
주: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

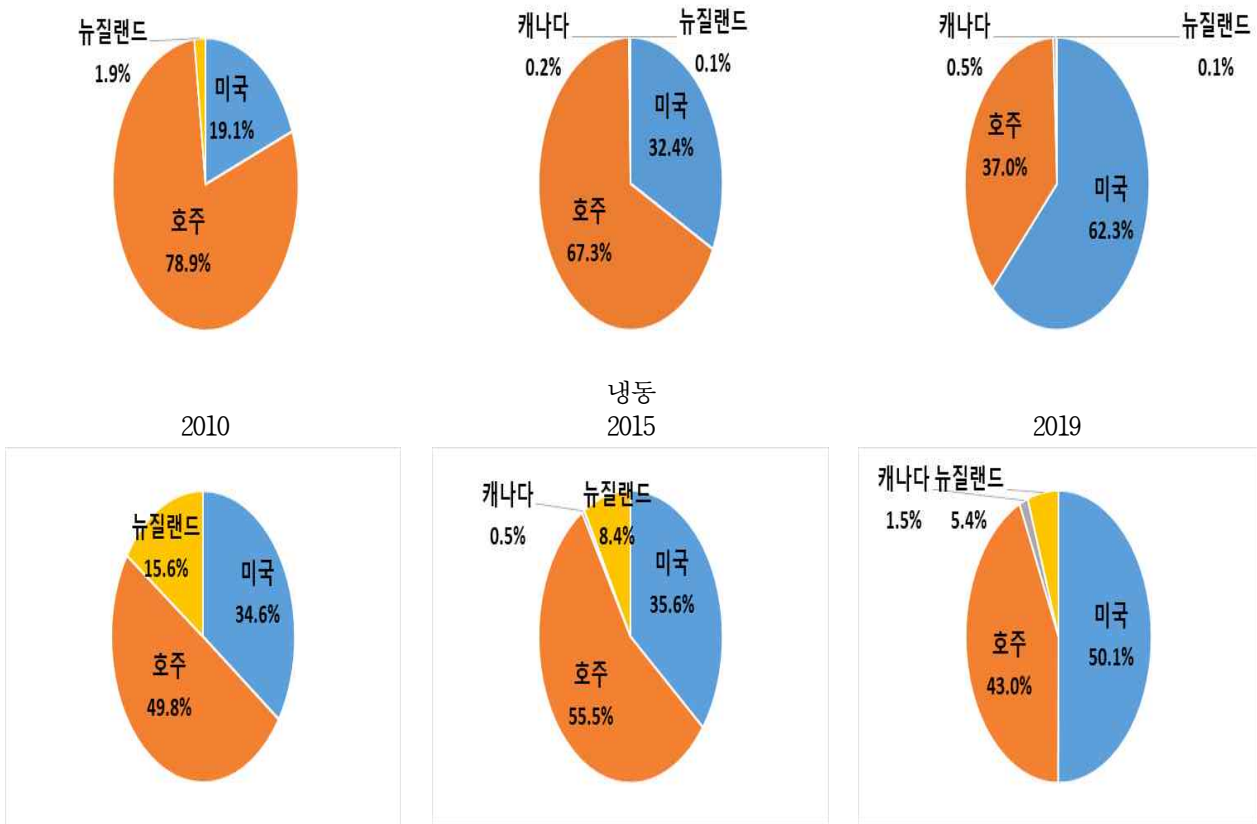
자. 한우고기 대응 전략

(1) 한국 내 주요 수출국가들과의 경쟁력 검토

<수입현황(그림 6~7)>

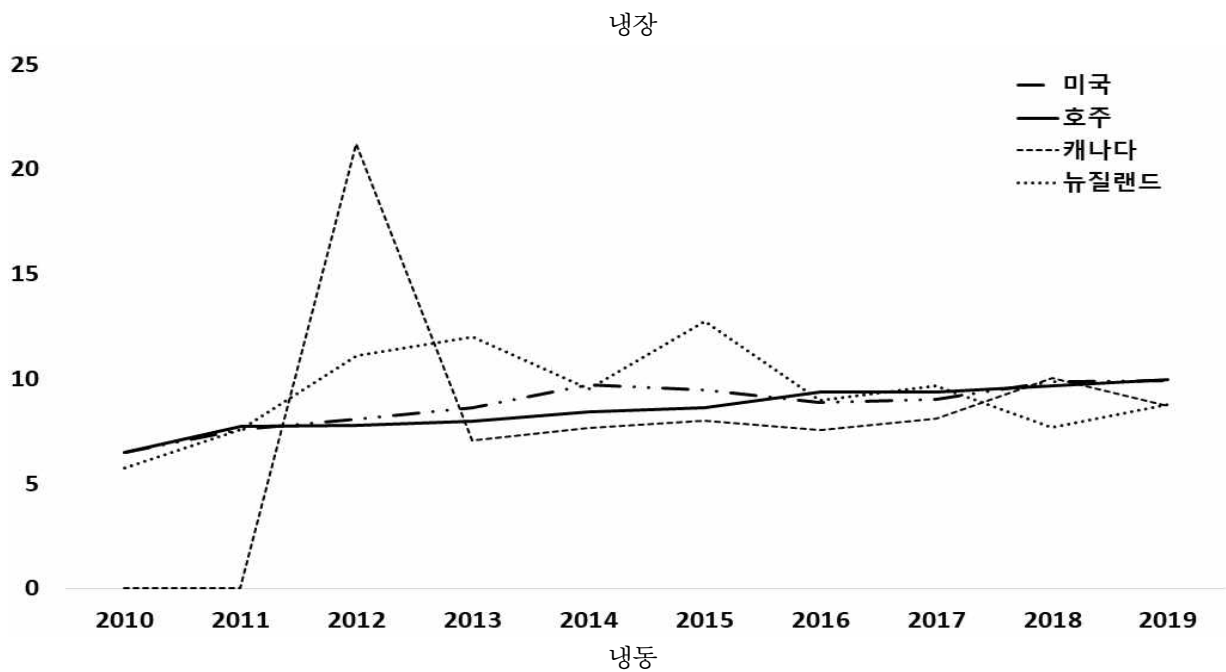
- 우리나라의 쇠고기 수입량(KATI 기준)은 2019년에 47만1천톤으로 꾸준히 증가하는 추세임.
 - 2019년 기준으로, 미국은 전체 수입물량의 52.5%를 차지, 호주는 41.8%를 차지, 뉴질랜드는 4.4%를 차지, 캐나다는 1.3%를 차지함.
 - 그림 4-1을 보면, 전체 쇠고기 수입량 중 과거에는 호주가 50% 이상을 차지하였으나, 점차 미국산 쇠고기가 전체 수입량과 냉장, 냉동 모두 시장 점유율을 높이고 있는 것으로 나타남. 특히, 냉장육의 시장 잠식 속도가 굉장히 빠르게 진행되고 있는 것으로 나타남.
- 수입쇠고기의 수입단가를 비교하면, 냉장육의 경우 주요 국가들의 수입단가가 대략 10\$ 선 (2019년 기준)으로 국가간에 큰 차이가 없는 것으로 나타남.
- 수입쇠고기의 수입단가를 비교하면, 냉동육의 경우(2019년 기준) 미국산은 약 6\$선, 나머지 국가들은 대략 4\$ ~ 5\$ 선으로 나타남.
- 향후 국내 시장에서 미국산과 호주산의 경쟁이 매우 치열해질 것으로 전망됨. 또한, 냉장육의 수입량이 점차 증가하면서 미국산과 호주산의 경쟁과 더불어, 국산 한우와의 고급육 시장에서의 경쟁도 점차 가속화될 것으로 전망됨.





자료: KATI 농식품수출정보

그림 6. 국내 수입 쇠고기 시장 점유율 변화



자료: KATI 농식품수출정보

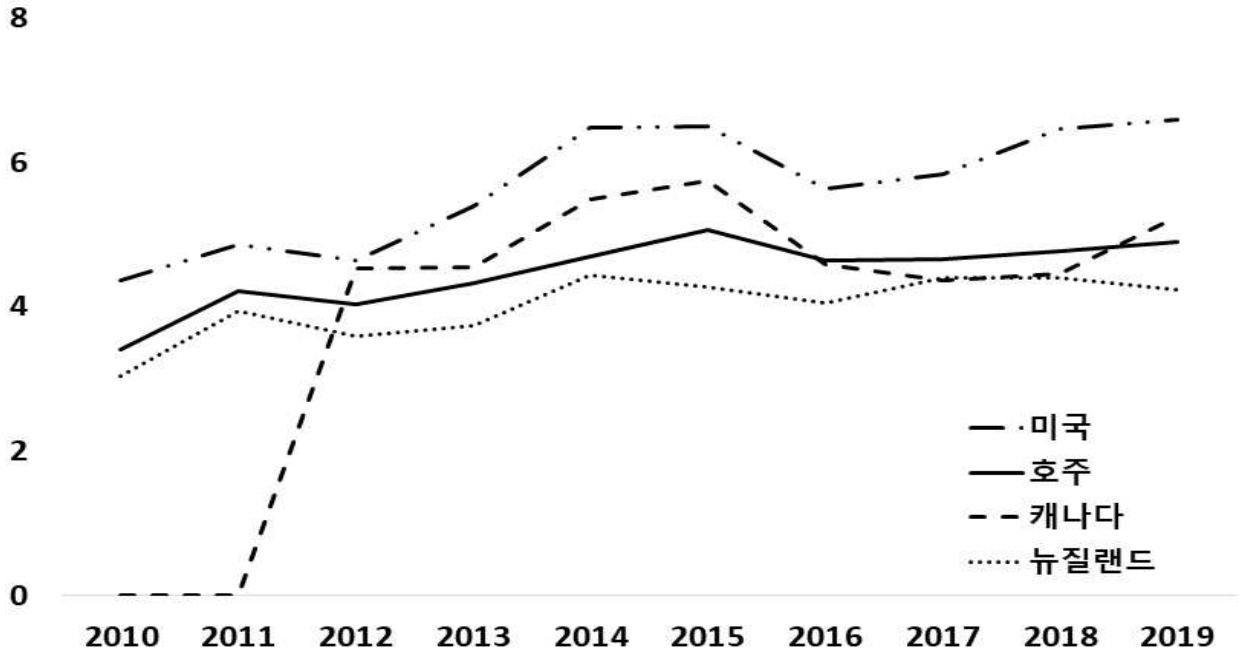


그림 7. 수입 국가별 냉장, 냉동 단가 비교

(2) 향후 FTA 협정에 따른 쇠고기 관세율 인하(표 54)

○ 국내 시장에서 형성되는 수입 쇠고기의 가격은 수입 단가 뿐만 아니라 관세율에도 큰 영향을 받음. 축산물 수출국가들과 자유무역협정(FTA)이 체결되면서 2020년대 중반에 무관세로 쇠고기가 수입될 전망이어서 국산 쇠고기와 수입 쇠고기와의 가격 경쟁이 한층 더 치열해질 것으로 전망됨.

- 미국산 쇠고기는 2012년 40%에서 2026년도에 무관세가 될 예정임.
- 호주산 쇠고기는 2014년 40%에서 2028년도에 무관세가 될 예정임.
- EU산 쇠고기는 2011년 40%에서 2026년도에 무관세가 될 예정임.

표 54. FTA에 따른 쇠고기 관세율 변화

상대국	관세율 변화 /년도별							
	최초 관세	2015	2016	2017	2018	2019	2020	무관세 (연도)
미국	2012 (40%)	29.3%	26.6%	24.0%	21.3%	18.7%	16.0%	2026
호주	2014 (40%)	34.6%	32.0%	29.3%	26.6%	24.0%	21.3%	2028
EU	2011 (40%)	30.0%	27.5%	25.0%	22.5%	20.0%	17.5%	2026

(3) 국내 소비지 시장 국산 쇠고기와 수입 쇠고기 가격 비교(그림 8~9)

○ 국내 소비지 시장에서 한우와 수입 쇠고기와의 가격을 비교해 보면,

- 한우갈비(1등급 기준)는 미국산 냉장 갈비에 비해 약 2.5~3배 가량 비싸게 팔리는 것으로 조사됨.
- 한우갈비(1등급 기준)는 호주산 냉장 갈비에 비해 약 2.2~2.5배 가량 비싸게 팔리는 것으로 조사됨.

• 한우등심(1등급 기준)은 호주산 냉장 등심에 비해 약 1.5~1.7배 가량 비싸게 팔리는 것으로 조사됨.

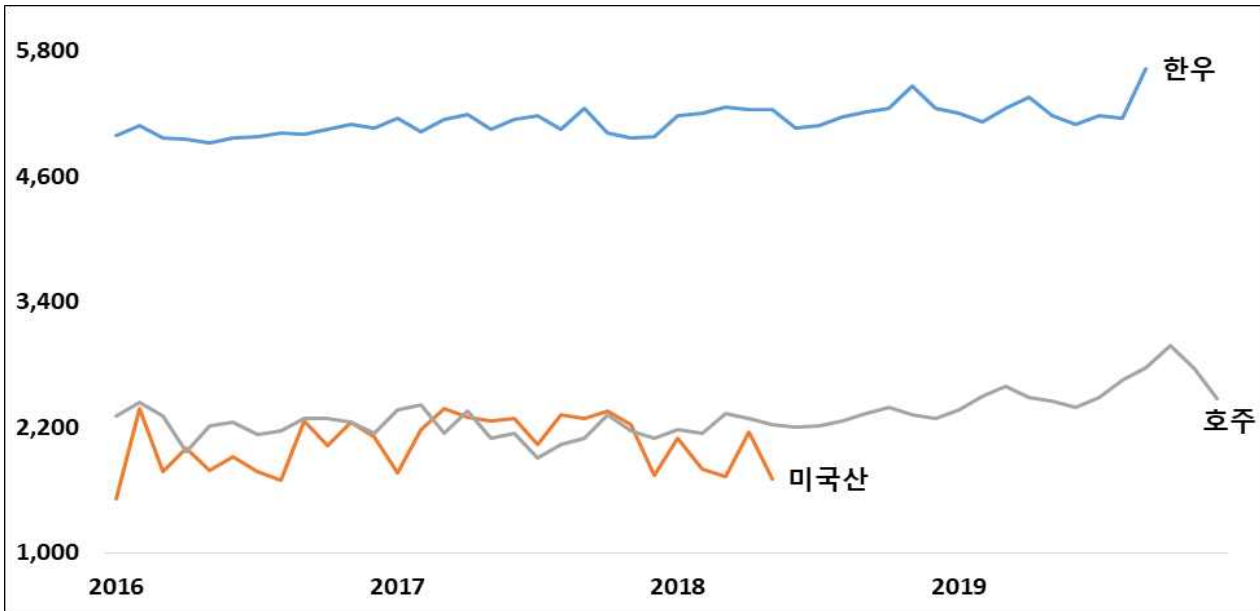


그림 8. 연도별 국가별 갈비 소매가격 비교

자료: aT KAMIS 농산물 유통정보(<https://www.kamis.or.kr/customer/main/main.do>)

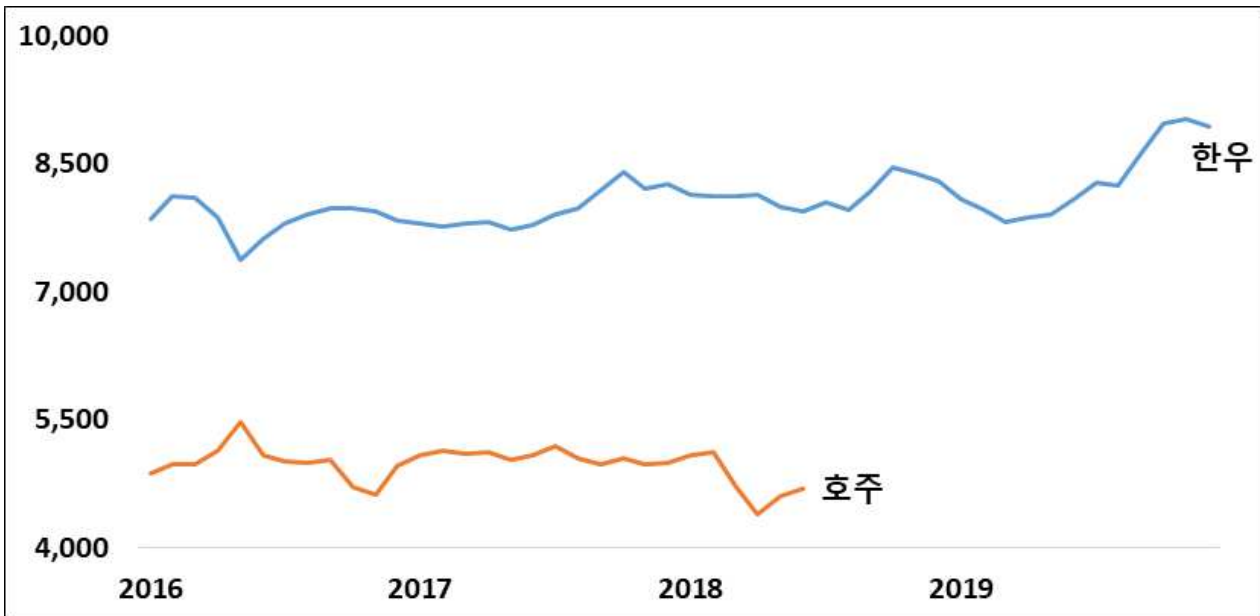


그림 9. 연도별 국가별 등심 소매가격 비교

자료: aT KAMIS 농산물 유통정보(<https://www.kamis.or.kr/customer/main/main.do>)

차. 국가별 경쟁 활동

(1) 미국육류수출입협회(그림 10)

○ 미국육류수출입협회는 미국산 육류의 홍보를 위해 설립된 비영리 기구로 미국농무부를 비롯하여 미국 내 생산자, 비육업자, 곡물 생산자, 정육 가공업자, 수출업자 및 농축산물 관련 업체의 지원으로 운영됨.

○ 미국 축산물 수출 증대를 위해 국내 소비자들을 상대로 다양한 이벤트와 홍보를 실시하고 있음.

- 예를 들어, 그림처럼 축산물의 부위별 커팅순서, 요령, 냉장육의 효과적인 관리법, 레시피 등 다양한 홍보전략을 수행하고 있음.



그림 10. 미국육류수출입협회의 홍보 포스터

자료: 미국육류수출입협회(<http://www.usmef.co.kr/working.page>)

(2) 호주축산공사(그림 11)

○ 호주축산공사(Meat & Livestock Australia, MLA)는 호주의 소, 양, 염소 생산업자들에게 마케팅과 연구개발 서비스를 제공함. 호주정부와 육류 업계와 협력하며 생산업자의 수익성, 지속성, 세계 경쟁력 향상에 이바지하는 활동에 투자를 통해 회원들에게 가치를 제공하고 있음. 생산업자들이 가축 판매 시 내는 거래 수수료에 의해 운영되고 있음. 개별 가공업자, 도매업자, 식품 서비스업자, 소매업자들은 MLA에 협조금을 제공하고, 가공업자들과 가축 수출업자들 또한 MLA와의 계약에 따라 수수료를 지불하고 있음.

○ MLA의 주요 전략적 과업은 4가지임.

- 시장 접근성의 유지와 개선
- 수요 확장
- 유통망 일체에서 생산성 증가
- 업계 전체의 신뢰성 및 지속가능성을 지원

○ 다양항 홍보 및 이벤트 수행

- 호주산 소고기를 이용한 레시피 홍보
- 부위별 특징 및 활용 요리법 추천
- 호주청정우 그랜드 세미나 개최



레시피 홍보



세미나 개최

그림 11. 호주 축산공사의 홍보

자료: 호주축산공사(<https://www.trueaussiebeef.co.kr/>)

(3) 한우자조금관리위원회(그림 11~13, 표 55)

- 한우자조금관리위원회는 한우의 소비 활성화를 통하여 한우 산업의 안정적 발전과 한우농가 및 소비자의 권익을 도모함을 목적으로 함. 한우자조금을 거출하여 소비홍보, 유통개선, 교육 및 정보제공, 조사연구, 수급안정 등의 사업을 수행하고 있음.
- 한우자조금은 자조금을 이용하여 다양한 형태의 마케팅, 홍보, 이벤트 사업을 하고 있음.
- 가장 최근 연도인 2019년 한우 자조금 사업 내역을 살펴보면, 자조금사업비로 소비홍보, 유통구조, 교육 및 정보 제공, 조사연구, 수급안정 등에 사용되었고, 나머지는 운영비와 예비비로 사용되었음. 2019년 자조금 전체 집행금액은 약 265억 원으로 예산액 383억원 대비 69.4%의 집행률을 달성함(표 55).
- 2019년 자조금 사업비(집행금액 기준) 중 소비홍보사업(광고홍보, 홍보행사)에 78억 7천만원, 교육 및 정보제공 사업(생산자 정보제공, 소비자 정보제공, 시장정보제공, 거출홍보활동)에 49억 9천만원, 수급안정 사업에 79억 4천만원, 유통구조 사업에 26억 2천만원이 사용되었음.
- 비목별로 집행률을 살펴보면, 소비홍보사업은 97.7%, 교육 및 정보제공 사업은 79.4%, 수급안정 사업은 82.4%, 유통구조 사업은 83.8%로 나타남.



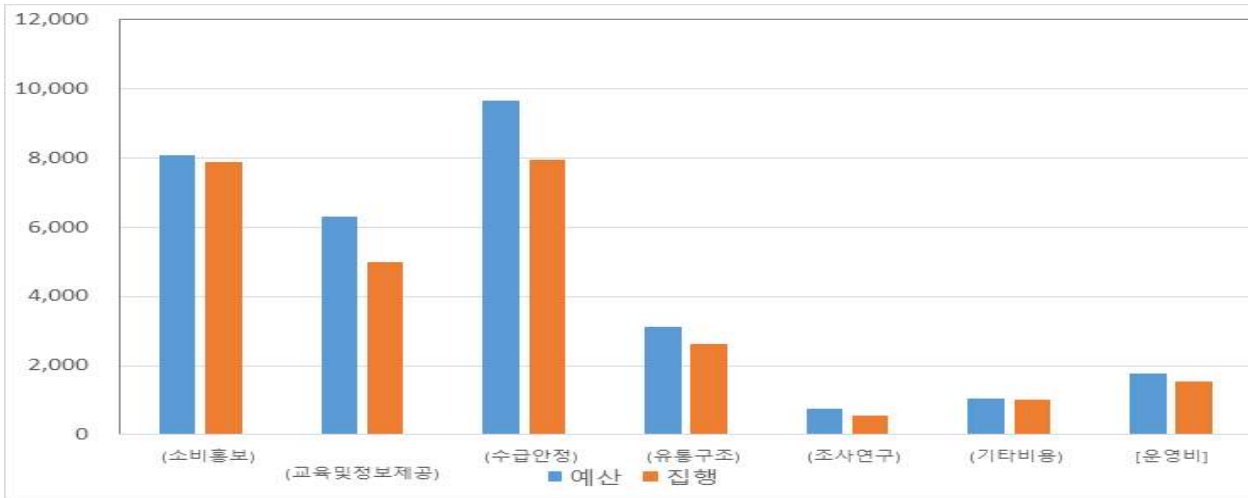


그림 12. 한우자조금관리위원회 활동

자료: 한우자조금관리위원회(<http://www.hanwooboard.or.kr/>)

그림 13. 2019년 한우 자조금 집행금액 내역

단위 : 백만 원



자료: 한우자조금관리위원회, 각 연도

표 55. 2019년 한우 자조금 집행금액 내역

단위 : 백만 원, %

구분	사업내역	예산금액 (A)	집행금액 (B)	집행잔액 (A-B)	달성률 (%) (B/A)	
자조금사업비	계	8,057	7,868	188	97.7	
	소비홍보	광고홍보	2,704	2,635	69	97.5
		광고홍보 (보조금제외)	2,348	2,339	9	99.6
		홍보행사추진	677	612	66	90.3
		기타소비홍보	2,328	2,283	45	98.1
		계	6,294	4,995	1,299	79.4
	교육및정보제공	생산자정보제공	5,282	4,063	1,219	76.9
		소비자정보제공	943	867	76	92.0
		시장정보제공	29	25	4	87.2
		거출홍보활동	40	40	-	100.0
계		6,294	4,995	1,299	79.4	

수급안정	계	9,636	7,937	1,699	82.4
	소비촉진	6,091	5,046	1,045	82.9
	기타수급안정	3,545	2,891	654	81.6
유통구조	계	3,125	2,619	506	83.8
	유통투명화	615	549	66	89.2
	유통개선	2,510	2,070	440	82.5
조사연구	758	569	188	75.2	
기타비용	1,055	1,028	27	97.4	
운영비	1,783	1,530	253	85.8	
예비비	1,068	-	1,068	-	
합계	38,276	26,548	11,728	69.4	

자료: 한우자조금관리위원회, 각 연도

카. EU 산 쇠고기의 국내 수입 가능성 검토

(1) EU(유럽연합)의 문제제기

- EU(European Union, 유럽연합)에서 발생한 광우병(BSE)과 관련하여 우리나라는 EU산 쇠고기 에 대해 수입을 금지하였음. EU측은 2006년부터 수입 재개를 요청하였음.
- 쇠고기의 경우, 미국, 호주, 캐나다, 뉴질랜드 등 과거 수입실적이 있으나, EU산 쇠고기의 수입실적¹⁾이 없기 때문에 EU산 쇠고기의 SPS(Sanitary and Phytosanitary, 동식물 위생 검역) 조치 해제에 따른 국내로의 수입 가능성을 검토해보고자 함.
- 본 연구에서는 EU산 쇠고기의 SPS 조치 해제에 따른 수입 영향평가를 위해 프랑스와 아일랜드를 중심으로 소산업, 수급현황, 수출현황, 가격 경쟁력 등을 검토하고 이를 토대로 수입 가능성을 분석하고자 함.

(2) EU산 쇠고기 수입요청 현황

<국내 지정검역물의 수입금지지역 해제 절차>

- 우리나라는 동물 및 축산물에 대해 「가축전염병예방법」에 따라 지정검역물의 수입금지지역이 「농림축산식품부령」으로 고시되어 있음. 쇠고기는 미국, 호주, 뉴질랜드, 캐나다, 멕시코, 칠레, 우루과이, 네덜란드, 덴마크를 제외하면 수입이 허용된 국가가 없음.
- 동·축산물의 경우, 지정검역물의 수입금지지역을 해제하기 위해서는 가축전염병예방법 제32조제5항에 따라 동물전염병 유입 가능성에 대한 수입위험분석(IRA, Import Risk Analysis)을 실시하여야 함.
 - 수입위험분석이란 지정검역물을 통해 동물전염병이 국내로 유입·전파될 경우 예상되는 생물학적, 경제적 피해를 사전에 평가하고, 도출된 위험을 감소시킬 수 있는 적절한 위험관리방안을 마련하는 일련의 과정을 말함.
 - 수입위험분석은 위해요소 확인(Hazard identification), 위험평가(Risk Assessment), 위험관리

1) EU산 쇠고기의 경우, 1996~2006년까지 일정기간동안 열처리된 가공용 쇠고기 수입실적이 존재한다.

(Risk Management), 위험정보교환(Risk Communication)으로 구성되며, 상대국이 수입금지 실행 중인 동·축산물을 우리나라에 수출하기 위해서는 총 8단계의 수입위험분석(IRA)²⁾을 통과해야 함.

(3) EU산 쇠고기의 IRA 요청 현황(표 56)

- EU산 쇠고기의 경우, 우리나라는 2016년까지 13개국으로부터 IRA를 요청받았으며, 현재 EU의 1그룹 중 프랑스와 아일랜드의 수입위험분석 절차 진행은 5단계이며, 기타국가들은 2~4단계 수준임.
- EU는 WTO/SPS 회의(연 3회)와 한-EU FTA/SPS 회의 및 한-EU 무역위원회 등을 활용하여 우리나라에게 쇠고기·돼지고기 등 검역현안을 지속적으로 문제 제기하고 있으며, 최근 쇠고기 수입과 돼지고기 지역화 문제에 대한 발언 강도도 심화되고 있음.
- 현재 11개 EU회원국과 스위스에서 자국산 쇠고기 수입허용을 요청중임.

표 56. EU산 쇠고기 수입허용 요청 현황

그룹	EU 국가
1그룹	아일랜드(06), 네덜란드(07), 프랑스(08), 덴마크(11)
2그룹	오스트리아(12), 이탈리아(13), 스페인(13)
3그룹	독일(14.11월), 헝가리(15.1월), 벨기에(15.2월), 스웨덴(15.3월), 영국('17), 폴란드('17) * 스위스('16.12월)

자료: 농림축산식품부.

타. EU/프랑스/아일랜드의 한국으로의 쇠고기 수출 가능성 검토

(1) EU 쇠고기 수급 현황(표 57)

- EU의 쇠고기 생산량은 2016년 기준 약 780만톤 수준이며 수입량은 36만9천톤이고 수출량은 34만 5천톤임. EU는 순수입량이 2만 4천톤으로 쇠고기 순수입국임. 다만, 최근 들어 수입과 수출의 격차가 좁혀지고 있어 수출 가능성이 과거보다는 커지고 있으나 수출 확대 물량이 소량에 그칠 것으로 판단됨.
- EU는 쇠고기 순수입국가이므로 역외로의 수출량 증가는 역내 시장 물량 감소에 따른 가격 상승 요인이 있어 역외로의 수출물량을 크게 늘리기는 쉽지 않을 것으로 전망됨. 또한, 기존의 유통선을 변경하지 않고서는 한국처럼 새로운 시장에 물량을 늘리기는 쉽지 않을 것으로 판단됨.
- 프랑스 쇠고기 수급현황을 보면, 2016년 기준 쇠고기 생산량은 145만 8천톤으로 EU 생산의 19%를 차지하고, 쇠고기 수출량은 역내교역량 20만톤과 역외 수출량 7천톤으로 약 20만 7천톤에 이룸. 역외 수출량이 크지 않아 역외로의 수출량을 늘리기는 쉽지 않을 것으로 전망됨.
- 아일랜드 쇠고기 수급현황을 보면, 2016년 기준 쇠고기 생산량은 645만톤으로 EU 생산의 8%를 차지하고, 쇠고기 수출량은 56만 5천톤으로 생산량의 대부분을 수출하고 있음. 2018년 기준 전체 쇠고기 수출량 53만 6천톤 중 EU 역외로의 수출량은 13%인 7만1천톤에 불과함.

표 57. EU산 쇠고기 생산, 수입, 수출 비교

단위 : 천 두, 천 톤, kg, %

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 (전망)
생산	8,090	7,900	8,022	8,030	7,711	7,384	7,443	7,684	7,830	7,875

2) 동·축산물의 수입위험분석은 요청하는 국가에서 위험분석자료를 첨부하여 국가간 공식채널로 신청하는 1단계(수입허용 가능성 검토)에서부터 2단계(수출국 정부에 가축위생설문서 송부), 3단계(가축위생설문서에 대한 답변서 검토), 4단계(가축위생실태 현지조사 / 수입위험평가 실시), 5단계(수입허용 여부 결정), 6단계(수출국과 수입위생조건(안) 협의), 7단계(수입위생조건 제정 및 고시), 8단계(수출작업장 승인 및 검역증명서 서식 협의)를 거쳐 수입허용이 이루어짐.

수입	467	495	436	366	347	376	372	363	369	375
수출	205	150	338	448	296	244	300	303	345	355

주: EU산 쇠고기 수급표는 EU-28기준이며, 수출입량은 제3국으로의 수출입 실적임.

자료: USDA/FAS

(2) 쇠고기 수출 가능국들의 수출 가격 비교(표 58~59, 그림 14~15)

○ 가격측면에서 EU의 수출경쟁력을 살펴보면, 2012년 이전에는 EU산 쇠고기 수출단가가 높게 형성되어 미국과 호주산에 비해 상대적으로 가격경쟁력에서 불리한 입장이었음. 그러나, 2014년 이후 달러화 강세로 유로화 가치가 평가 절하되고 생산량이 늘면서 EU의 평균 수출단가가 미국산, 호주산보다 하락하면서 쇠고기 수출시장에서의 가격 경쟁력이 확보된 것으로 판단됨.

○ EU 국가들 중 IRA(수입위험분석) 요청한 1그룹 국가들(프랑스, 아일랜드, 네덜란드, 덴마크)과 한국에 대한 쇠고기 주요 수출국 미국, 호주, 기타국가와 비교한 결과, (2016년 기준) 미국의 수출단가(cif 가격)는 약 7달러, 호주는 약 6달러, 아일랜드는 미국산과 호주산 사이, 프랑스는 호주산보다 가격이 약간 낮은 5달러 수준으로 가격측면에서는 가장 가격경쟁력이 있음(품질 격차를 정확히 고려하지 않았을 경우임).

표 58. 수출국별 수출단가 비교

단위 : 달러/kg

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
EU 평균	5.45	6.35	6.41	6.62	6.35	5.44	5.04
EU 최저가	5.44	4.11	4.06	3.84	3.41	2.93	2.78
미국	4.66	5.19	4.96	5.74	6.94	7.19	7.06
호주	4.12	5.04	4.90	5.15	5.56	5.83	5.73
기타	3.01	3.87	3.59	3.85	4.69	4.37	4.34

주: 수출국별 가격은 우리나라에 수입되는 CIF기준이며, EU의 CIF는 쇠고기 수입요청국 11개국의 FOB가격에 국제운송비 및 보험 등 제비용 4.5%를 더한 수치임.

자료: UN COMTRADE

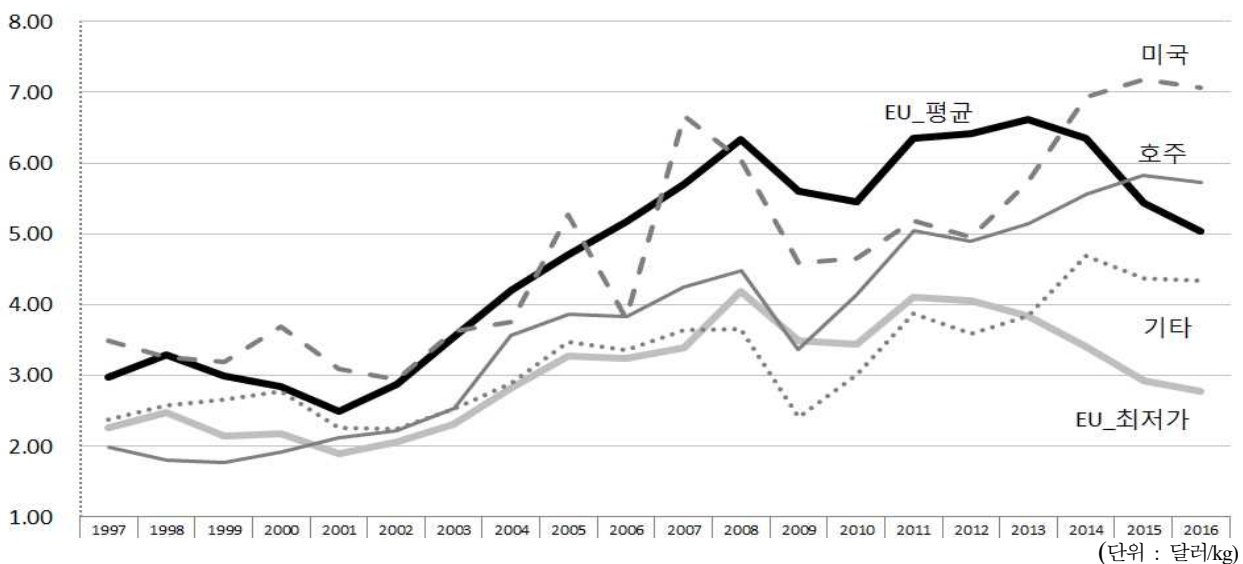


그림 14. 수출국별 가격 경쟁력 비교

주: 수출국별 가격은 우리나라에 수입되는 CIF기준이며, EU의 CIF는 쇠고기 수입요청국 11개국의 FOB가격에 국제운송비 및 보험 등 제비용 4.5%를 더한 수치임.

자료: UN COMTRADE

표 59. 1 그룹 국가들과 국내로의 주요 쇠고기 수출국 단가 비교

단위: 달러/kg

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	평균
프랑스	5.33	5.83	5.96	6.24	6.11	5.18	5.06	5.33		5.63

아일랜드	5.67	6.51	7.04	7.20	6.92	6.36	5.88	6.17	6.55	6.48
네델란드	6.51	7.67	7.27	7.63	7.50	6.26		6.52		7.05
덴마크	5.43	5.96	5.91	5.74	5.30	4.67	4.49	5.57	5.05	5.35
미국	4.66	5.19	4.96	5.74	6.94	7.19	7.06			5.96
호주	4.12	5.04	4.90	5.15	5.56	5.83	5.73			5.19
기타	3.01	3.87	3.59	3.85	4.69	4.37	4.34			3.96

주: 수출국별 가격은 우리나라에 수입되는 CIF기준이며, EU의 CIF는 최고기 수입요청국 11개국의 FOB가격에 국제운송비 및 보험 등 제비용 4.5%를 더한 수치임.
COMTRADE 자료: UN

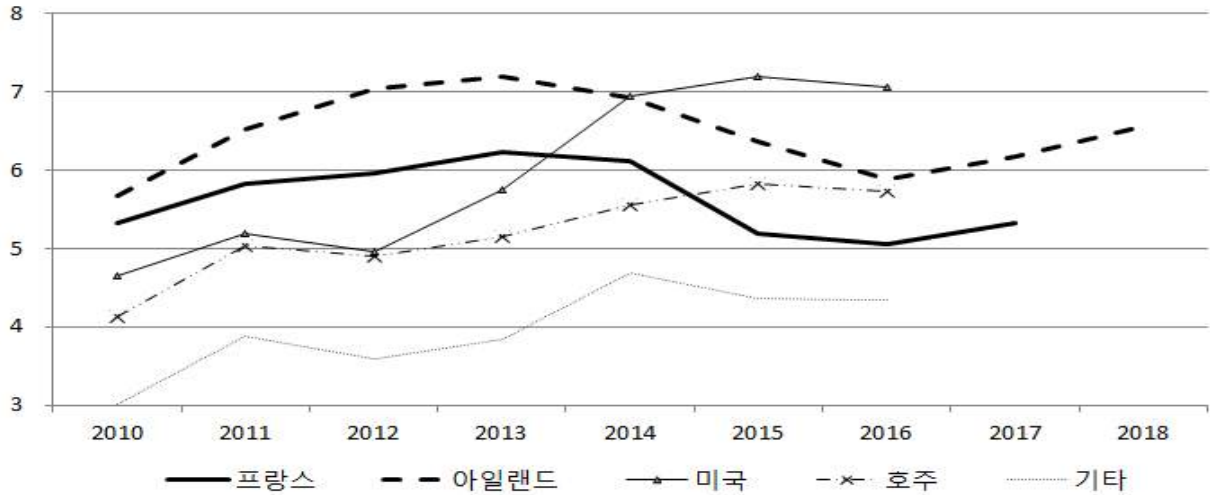


그림 15. 프랑스, 아일랜드, 주요 쇠고기 수출국 단가 비교

(3) 품질격차를 고려한(냉장/냉동) 수출 가격 비교(표 60)

- IRA를 요청한 1그룹 국가들 중 주요 분석 대상국인 프랑스와 아일랜드의 수출 가능성을 좀 더 면밀하게 검토하기 위해 냉장육과 냉동육의 가격 수준을 검토함.
- 2018년 기준, 프랑스 전체 쇠고기 수출량 22만톤 중 냉장육이 20만톤이고 냉동육이 2만톤 가량됨. 수출량의 대부분은 EU 역내로 수출되는 것이라서 냉장육이 대부분을 차지하고 있는 것으로 추정됨. 수출 단가는 2018년 기준 냉장육이 4.45유로로 냉동육의 2.95유로에 비해 높음.
- 2018년 기준, 아일랜드 전체 쇠고기 수출량은 53만 6천톤이며, 이 중 87%인 46만 5천톤은 EU 역내로 수출되고 나머지 13%인 7만 1천톤은 EU 역외로 수출됨. 수출물량을 냉장육과 냉동육으로 나누어 보면, 신선냉장육은 34만 5천톤(65%)이고 냉동육은 12만 9천톤(24%) 정도임. 신선냉장육은 kg당 5.4유로이고 냉동육은 2.8유로임. 냉장육은 프랑스산(4.45유로)에 비해 약간 높은 반면, 냉동육은 프랑스산(2.95유로)에 비해 약간 낮음.

표 60. 프랑스 냉장육과 냉동육의 수출단가

단위: 유로/cwe kg

연도	프랑스			아일랜드		
	전체 단가	냉장육 단가	냉동육 단가	전체 단가	냉장육 단가	냉동육 단가
2012	4.14	4.34	2.92			
2013	4.21	4.39	3.14			
2014	4.07	4.36	2.60			

2015	4.10	4.38	2.75			
2016	4.01	4.30	2.55			
2017	4.14	4.44	2.59			
2018	4.20	4.45	2.95	4.6	5.4	2.8

자료: Central Statistics Office, Ireland (CSO)

(4) 일본의 EU 산 쇠고기 수입 검토(표 61~62)

<일본 내 수입 쇠고기 시장 국가별 비중 비교>

○ 현재 프랑스산과 아일랜드산 쇠고기를 포함한 EU산 쇠고기는 한국에 수입되지 않고 있음. 한국과 유사한 상황에 있는 일본의 사례를 토대로 이들 국가들에 대한 수입제한조치 해제 효과 검토함.

○ 일본의 경우 2013년 위생조건 제정일 기준 이전에는 EU산 쇠고기는 아일랜드산만 수입되고 있었음. 위생조건 제정 이후 2013년 4개국(프랑스, 헝가리, 아일랜드)의 쇠고기가 수입되었으며, 2014년 1개국(폴란드), 2016년 3개국(덴마크, 스웨덴, 이탈리아), 2017년 1개국(리투아니아)로 확대되었음.

○ 일본의 EU산 쇠고기 수입량은 2013년 120톤에서 2016년 890톤으로 증가하였으며, 금액기준으로는 2,180천 달러에서 6,680천 달러로 증가하였음.

○ 일본의 주요 쇠고기 수입국은 미국과 호주로 전체 수입량의 대략 90%를 차지함. 호주산 수입량이 가장 많고 그 뒤로 미국산이 많으며, 뉴질랜드산은 소량에 그치고 있음.

○ 위생조건 제정 이후 약 5년 정도가 지났지만 EU산 쇠고기의 일본 시장 내 점유율은 0.2%에 그치고 있음. 즉, EU산 쇠고기가 일본으로 수출이 가능해졌지만 기존의 일본 쇠고기 시장을 점유하고 있는 호주산과 미국산 쇠고기의 유통망을 좀처럼 뚫지 못하고 있는 것으로 보임. 특히, EU가 쇠고기 순수입국임을 감안하면 일본으로의 EU산 쇠고기 수출량이 빠르게 증가하기는 어려울 것으로 보임.

<일본 내 EU산 쇠고기 수입 현황>

○ 일본의 경우 EU산 쇠고기 수입을 냉장과 냉동으로 나누어 보면, 2016년 기준으로 냉장물량은 121톤이고 냉동물량은 769톤으로 모두 890톤이 수입되어 냉동물량이 주류를 이루고 있는 것으로 나타남.

○ 2018년 기준, 프랑스산 쇠고기는 냉장이 37톤 냉동이 9톤으로 모두 46톤이 수입되어 프랑스산 쇠고기는 대부분 고급 냉장육이 소량으로 수입되는 것으로 나타남. 아일랜드산 쇠고기는 냉장이 1톤 냉동이 69톤으로 모두 70톤이 수입되어 대부분이 냉동육 형태로 소량 수입된 것으로 나타남.

○ 일본으로 쇠고기를 수출하는 국가들의 수출 단가를 비교하면, 냉장육(HS code 0201)을 비교하면, 미국, 호주, 뉴질랜드산이 대략 5~10불 정도로 비슷한 수준이지만 프랑스산과 아일랜드산은 20불 이상으로 굉장히 비싼 것으로 나타남.

○ 냉동육(HS code 0202)을 비교하면, 미국, 호주, 뉴질랜드산이 대략 3~4불 내외로 아일랜드산은 비슷한 가격대를 보여주고 있지만, 프랑스산은 이보다 훨씬 비싼 것으로 나타남.

○ 가격대만을 비교하면, 아일랜드산 냉동육 쇠고기는 미국, 호주, 뉴질랜드산 등과 경쟁가능할 것으로 보이지만, 프랑스산은 이들보다 상당히 고가로 가격경쟁력은 상당히 떨어질 것으로 보

입.

표 61. 일본의 국가별 쇠고기 수입량과 비중

단위 : 톤

구분	전체		미국		호주		뉴질랜드		EU	
	물량	물량	%	물량	%	물량	%	물량	%	
HS code 0201(냉장육)										
2010년	211,445	44,130	20.9	155,036	73.3	7,316	3.5			
2011년	213,400	61,916	29.0	139,764	65.5	7,531	3.5	26	0.0	
2012년	212,425	71,605	33.7	128,688	60.6	7,975	3.8	2	0.0	
2013년	212,305	86,297	40.6	115,649	54.5	6,610	3.1	84	0.0	
2014년	219,253	83,528	38.1	125,457	57.2	5,541	2.5	86	0.0	
2015년	204,668	67,592	33.0	127,704	62.4	4,870	2.4	94	0.0	
2016년	229,110	101,725	44.4	116,978	51.1	5,441	2.4	121	0.1	
2017년	265,850	137,025	51.5	117,562	44.2	5,576	2.1			
2018년	278,814	136,492	49.0	127,448	45.7	6,403	2.3			
HS code 0202(냉동육)										
2010년	288,086	47,488	16.5	196,082	68.1	24,268	8.4			
2011년	303,831	58,689	19.3	198,979	65.5	22,207	7.3			
2012년	301,761	60,316	20.0	189,712	62.9	23,437	7.8			
2013년	321,949	99,758	31.0	170,273	52.9	22,819	7.1	36	0.0	
2014년	299,456	105,147	35.1	155,385	51.9	18,570	6.2	261	0.1	
2015년	289,317	97,835	33.8	160,876	55.6	11,782	4.1	996	0.3	
2016년	274,116	90,397	33.0	155,845	56.9	10,953	4.0	769	0.3	
2017년	307,090	102,555	33.4	169,950	55.3	10,173	3.3			
2018년	328,644	110,936	33.8	184,234	56.1	7,545	2.3			
HS code 0201+0202(냉장육+냉동육)										
2010년	499,531	91,618	18.3	351,118	70.3	31,584	6.3			
2011년	517,231	120,605	23.3	338,744	65.5	29,739	5.7	26	0.0	
2012년	514,186	131,921	25.7	318,400	61.9	31,412	6.1	2	0.0	
2013년	534,254	186,056	34.8	285,923	53.5	29,429	5.5	120	0.0	
2014년	518,708	188,675	36.4	280,842	54.1	24,112	4.6	347	0.1	
2015년	493,986	165,427	33.5	288,581	58.4	16,652	3.4	1,090	0.2	
2016년	503,226	192,122	38.2	272,824	54.2	16,393	3.3	890	0.2	
2017년	572,940	239,580	41.8	169,950	29.7	15,748	2.7			
2018년	607,458	247,428	40.7	311,682	51.3	13,948	2.3			

자료: UN Comtrade, EU 자료는 Global Trade Atlas.

표 62. 일본의 EU산 쇠고기 수입현황

단위 : 천 달러, 톤

구분	관세코드: 0201(냉장)		관세코드: 0202(냉동)		합계(냉장+냉동)	
	금액	물량	금액	물량	금액	물량
일본의 EU산 쇠고기 수입현황						

2011년	65	26	-	-	65	26
2012년	70	2	-	-	70	2
2013년	1,717	84	464	36	2,181	120
2014년	1,574	86	1,634	261	3,207	347
2015년	1,268	94	3,994	996	5,262	1,090
2016년	2,210	121	4,470	769	6,680	890
일본의 프랑스산 쇠고기 수입현황						
2011년						
2012년						
2013년	1,512	57	233	18	1,745	75
2014년	1,393	51	510	33	1,903	85
2015년	1,075	45	946	154	2,021	199
2016년	1,514	59	542	67	2,056	126
2017년	1,427	55	248	20	1,675	75
2018년	966	37	123	9	1,090	46
일본의 아일랜드산 쇠고기 수입현황						
2011년						
2012년						
2013년						
2014년						
2015년						
2016년						
2017년			730	202	730	202
2018년	37	1	301	69	338	70

자료: EU산 전체는 Global Trade Atlas, 프랑스와 아일랜드 자료는 UN Comtrade.

(5) EU산 쇠고기의 국내로의 수입 가능성 검토

- 일본 사례 검토결과, 쇠고기 수출은 단가에 의해서만 결정되는 것이 아니고 각 국가의 수급 상황과 유통선을 고려해야 함. 따라서, EU가 쇠고기 순수입국인점 그리고 미국산과 호주산이 한국과 일본 등지에서의 시장 점유율이 높은 점을 고려하면 프랑스산과 아일랜드산 쇠고기가 기존의 수출국가들의 유통선을 잠식하기란 쉽지 않아 보임.
- 각 수출 국가들의 수출단가를 비교해 보면, 과거에는 EU산 쇠고기가 상대적으로 비쌌으나 최근 달러의 강세에 힘입어 미국산 쇠고기의 수출단가가 가장 높고 호주산과 프랑스산, 아일랜드산 등이 대략 5불 정도 수준(쇠고기 전체 평균 단가 비교)에서 경합을 벌이고 있는 것으로 나타났음. 향후 달러의 강세가 지속된다면 상대적으로 EU산 쇠고기의 수출경쟁력이 강화되어 수출가능성이 커질 것으로 예상할 수 있음.
- 그러나, 쇠고기를 냉장과 냉동으로 나누어서 보면, 프랑스산과 아일랜드산 냉장육 가격은 20불 이상으로 미국, 호주, 뉴질랜드산의 5~10불과 비교해 굉장히 비싼 것으로 나타났음. 냉동육을 비교하면, 미국, 호주, 뉴질랜드산이 대략 3~4불 내외로 아일랜드산은 비슷한 가격대를 형성하여 가격경쟁이 가능하지만 프랑스산은 이보다 훨씬 비싸 가격경쟁력이 없을 것으로 예상됨.
- 이러한 상황을 고려해 볼 때, EU산 쇠고기의 수입재개가 이루어지면 프랑스산 쇠고기는 일부 고가의 냉장육이 소량 수입될 것으로 전망됨. 아일랜드산 쇠고기는 냉동육 중심으로 가격경쟁력이 있으나 미국산과 호주산이 차지하고 있는 국내 시장을 잠식하기는 쉽지 않아 냉동육이 일부 소량 들어오는 데 그칠 것으로 예상됨.

파. 국내 시장 한우 고기 대응 전략

○ 3장에서 국내 소비자들을 상대로 한우와 기타 대체가능쇠고기(호주산 쇠고기, 미국산 쇠고기, 국내 육우 등)와의 선호도를 분석한 결과를 토대로 국내 시장에서의 한우 고기 대응 전략을 다음과 같이 수립함.

(1) 한우에 대한 인식과 선호도 강화(그림 16~17)

○ 쇠고기의 선호도를 살펴본 결과, 한우 84.1%, 호주산 12.0%, 미국산 2.5%, 국내산 육우 1.4%로 나타났다. 한우에 대한 선호도가 압도적으로 높게 나타남. 한우와 호주산 쇠고기가 전체의 96.1%를 차지함.

○ 최근 1년 내 쇠고기의 구매원산지를 살펴본 결과, 한우 85.1%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며 호주산 75.4%, 미국산 52.9%, 국내산 육우 22.7%, 기타 0.6%로 나타남.

○ 한우는 높은 선호도에 따라 구매경험이 비슷하게 높게 나타남. 나머지 호주산과 미국산은 선호도는 높지 않지만, 소비자들의 예산제약으로 인해 한우에 비해 상대적으로 가격이 저렴한 호주산과 미국산의 구매 경험이 높게 나타남. 호주산이 미국산에 비해서는 구입경험이 다소 높게 나타났고, 수입쇠고기(호주산, 미국산)가 국내산 육우 보다 구매 경험이 높게 나타남.

○ 이러한 선호도의 차이로 인해 비슷한 등급, 부위, 중량이라 하더라도 한우가 수입육에 비해 가격 프리미엄이 더 높게 형성되고 있음.

○ 한우 고기에 대한 선호도와 호감도를 계속 유지시키기 위한 한우 이미지 개선을 위한 노력을 계속 기울여야 함.

- 유통단계에 종사하는 주체들은(중도매인, 식육포장처리업, 식육판매업, 일반음식점 등) 가격 할인, 가격안정화, 한우 우수성 홍보 등에 많은 노력이 필요하다고 응답함.

- 반면, 소비자들(가정소비와 외식)은 등급제에 대한 정확한 정보전달, 성분이나 영양 등에 대한 우수성, 한우판매점 등과 같은 정보에 관한 전달이 한우 인식개선에 큰 도움이 된다고 응답함.

- 따라서, 국내 소비자들의 한우에 대한 인식과 선호도를 개선 또는 유지시키기 위해서는 소비자들이 원하는 한우에 대한 정확한 정보전달을 우선으로, 한우 가격 안정화와 기타 한우에 대한 다양한 홍보 전략을 개발해야 할 것으로 판단됨.

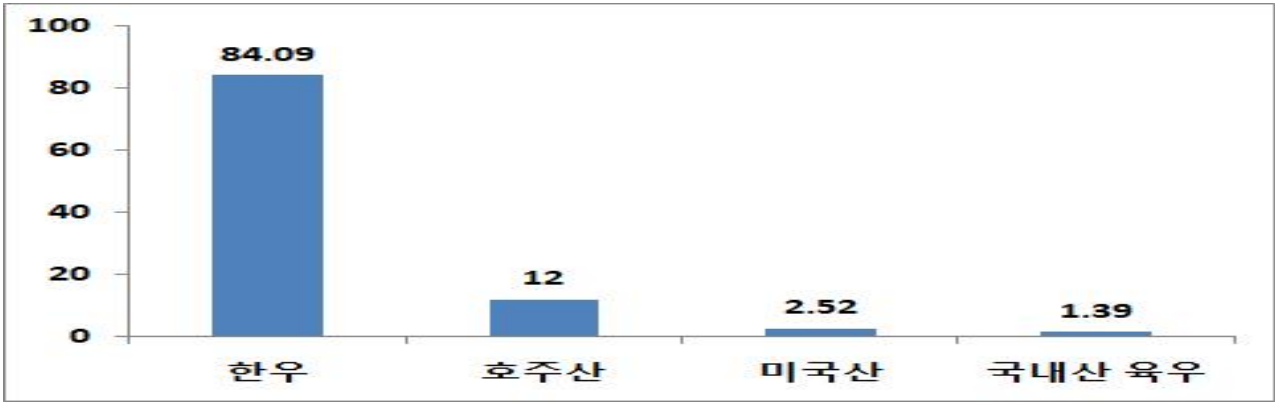
○ 한우자조금관리위원회(2019)의 “2018년 자조금 성과분석 연구”에 따르면,

- 소비자들의 인식을 보면, 2018 TV년 한우 소비홍보사업 중 광고 제외 모든 소비홍보사업의 접촉률 및 호감도 상승한 것으로 나타남. TV 광고는 예산하락으로 노출량이 적어져 접촉률이 감소하였고 광고의 재미와 기억도에 대한 평가도 소폭 하락함. 한우는 소비자들이 쉽게 접하기에는 가격대가 높아 일상 친근함과 연결시키기보다 ‘가격 대비 값어치’를 중점으로 홍보하는 것이 바람직하며 한우와 어울리는 신뢰가 가는 건강한 모델 섭외가 필요한 것으로 나타남.

- 소비자들은 ‘한우 먹는 날’ 및 ‘설/추석 한우 직거래 장터’를 대표적인 한우 행사로 인식하고 있으며, TV(PPL), 광고나 방송협찬프로그램 홍보기사 등의 광고에 시각적으로 노출되는 것보다 직접 행사에 참여하여 한우에 대한 정보를 적극적으로 획득할 수 있는 ‘공익/이벤트 체험사업’이 소비자 인식 변화에 가장 긍정적인 영향을 끼치는 것으로 분석되었음.

○ 소비자 니즈에 기반하여, 소비자가 원하는 정보에 대한 정확한 전달과 더불어 소비자 체험형 홍보 및 광고 전략을 보다 강화해야 할 것으로 판단됨.

<선호도>



<구매원산지>

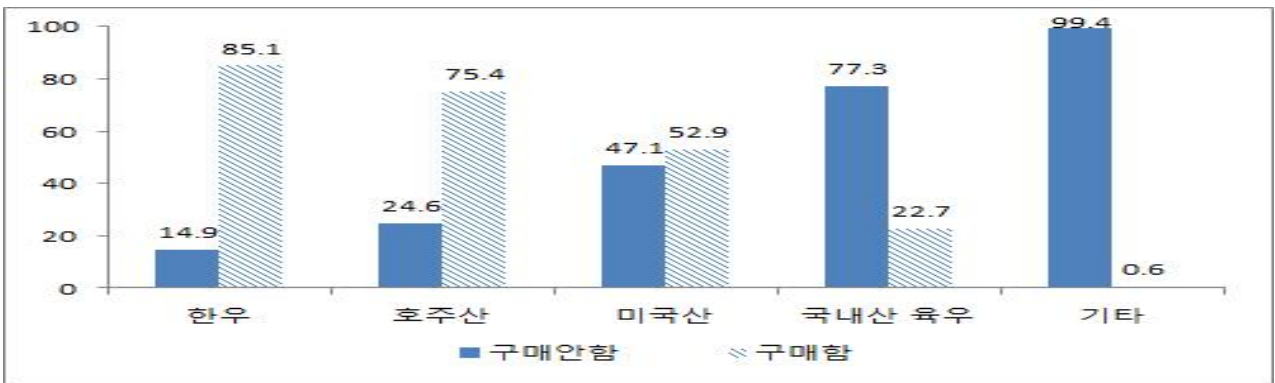
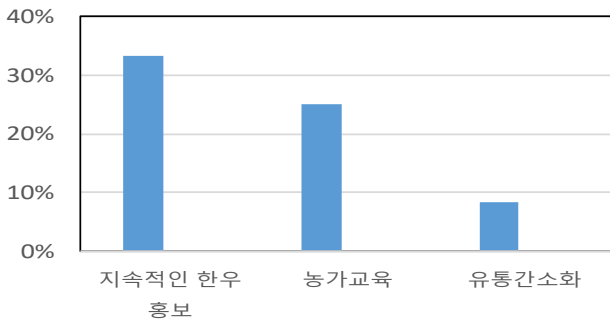


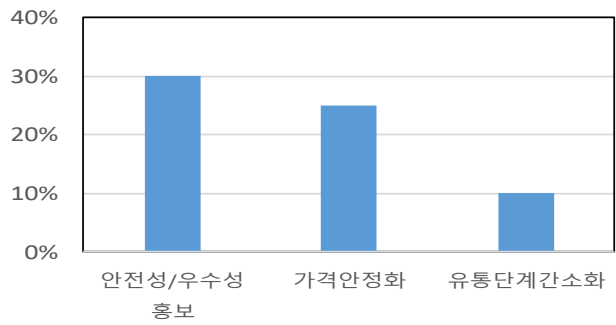
그림 16. 쇠고기에 대한 선호도와 원산지별 구매 경험

자료: 2019년 8월 5일-8월 14일(9일간), 전국 만 19세 이상 성인남녀 1,150명 온라인 조사

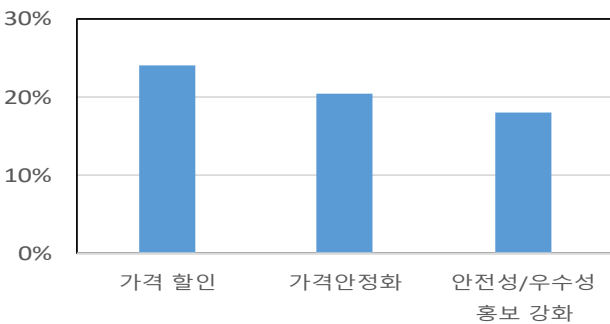
중도매인



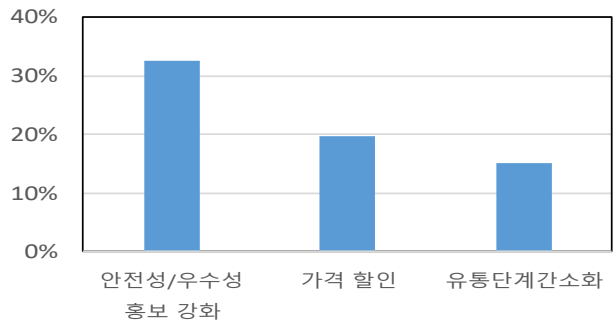
식육포장처리업



식육판매업



일반음식점



가구

외식

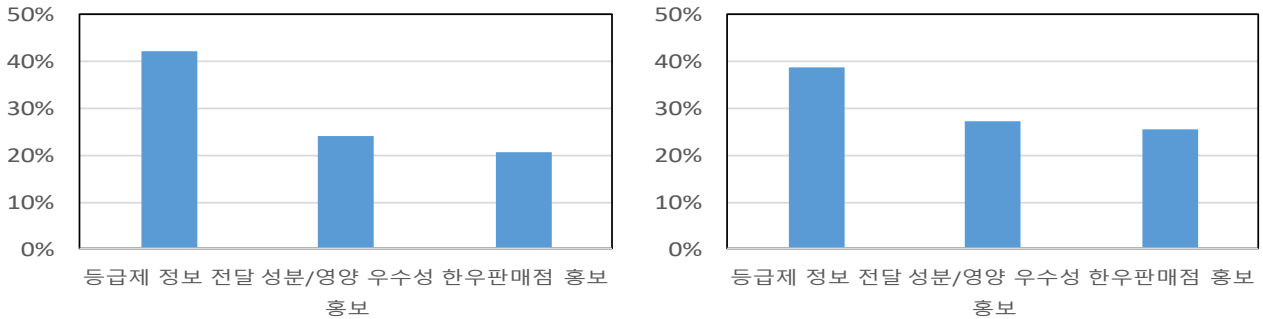


그림 17. 경제주체별 한우인식 개선 필요 항목 조사

자료: 한우자조금관리위원회(2019), “2018년 한우고기 소비유통 모니터링”

(2) 수입육 대비 한우 고기의 포지셔닝 전략 수립(그림 18~21)

○ 수입육과 경쟁가능성을 분석하기 위해 먼저 수입육과 한우의 시장에서의 포지셔닝 위치를 비교할 필요가 있음.

○ 한우고기는 아래 그림에서처럼 고급육과 중저가 한우 시장을 중심으로 국내 소비층을 확보하고 있음. 중저가 시장은 호주산과 그리고 그 이하는 미국산 쇠고기가 시장을 점유하는 형태임. 최근 냉장육의 수입증가로 점차 호주산과 미국산의 포지션이 우측 상향으로 이동하는 추세임.

○ 한우고기와 대체가능한 축산물들간의 대체성을 분석한 결과(가격요인과 가격이외의 요인에 대한 대체가능성 정도를 질문함), 한우고기를 대체하는 순서는 “호주산 쇠고기>국내산 돼지고기>닭고기>오리고기>육우>미국산 쇠고기>수입 돼지고기”의 순서로 나타남. 호주산 쇠고기와의 대체성이 상당히 큰 것으로 나타났고, 상대적으로 미국산과는 작은 것으로 나타남.

○ 쇠고기 구입시 요리의 주요 목적별 경쟁정도를 비교한 결과,

- 한우 구입의 주요 목적은 구이용 57.13%과 국거리용 36.78%, 호주산은 구이용 62.00%과 국거리용 19.83%, 미국산은 구이용 46.17%, 반찬용 16.09%으로 나타남.

- 구이용으로는 한우, 호주산, 미국산이 모두 높게 나왔고, 국거리용으로는 한우(36.78%)가 호주산(19.83%)보다 높게 나왔으며, 미국산은 반찬용에서 상대적으로 높게 나타났음.

○ 쇠고기 구입시 요리의 주요 부위별 경쟁정도를 비교한 결과,

- 한우는 등심 33.13%, 안심 21.48%, 양지 24.35%으로 구이용과 국거리용에서 높은 비율을 나타냈고,

- 호주산은 등심 36.78%, 갈비 18.87%, 안심 18.61%으로 주로 구이용 부위에서 높은 비율을 나타냈고,

- 미국산은 등심 26.87%, 갈비 22.70%, 안심 12.35%으로 갈비에서 높은 비율을 보였음.

○ 우측 상단에 위치한 소비자들은 한우에 대한 충성도가 높은 그룹이기 때문에 이들은 품질 고급화와 관련된 그 동안의 전략을 이어가면 될 것으로 판단됨. 단, 중간에 위치한 소비층들은 수입개방과 맞물려 수입쇠고기 소비가 증가할 가능성이 크기 때문에 이에 맞는 전략이 수립되어야 함.

- 요리목적과 부위별로 보면, 한우는 수입쇠고기와의 경쟁에서 구이용에 있어서는 호주산과 미국산과 경쟁을 벌여야 함. 비구이용(국거리용)에 대해서는 상대적으로 구이용에 비해 경쟁이 덜 한 것으로 나타남.

- 중간 소비층을 잡기 위해서는 비교적 가격이 저렴한 한우부위와 적합한 요리를 개발하여

중저가 쇠고기시장의 포지셔닝을 중요한 전략으로 수립해야 함.

- 따라서, 가격인하와 단순 홍보 전략 외에 비선택부위를 이용한 다양한 메뉴개발 등을 통해 비선택부위에 대한 소비도 증가시켜야 함.

○ 상대적으로 소득이 낮고 연령이 젊은 소비자 그룹을 확충해나가기 위해서는 한우 중급육을 사용하는 요리의 개발이 필요하고 이를 젊은이들이 많이 모이는 지역을 중심으로 유통망을 구축하고 홍보를 강화해야 함.

- 이를 위해, 등급이 낮거나 비선택부위여서 가격이 상대적으로 저렴한 부위를 이용하여 새로운 메뉴를 개발하고 새로운 소비처를 확대 발굴 해나가야 함. 예를 들어, 단순 구이 메뉴 외에 덮밥, 죽, 반찬류 등을 새롭게 개발하여 단체 급식이나 1회용 편의 음식 등을 통해 저소득층이나 학생층 등과 같은 신규 수요층을 붙잡아야 함.

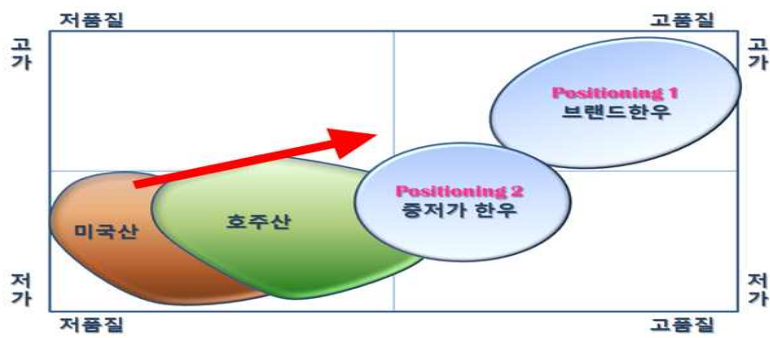
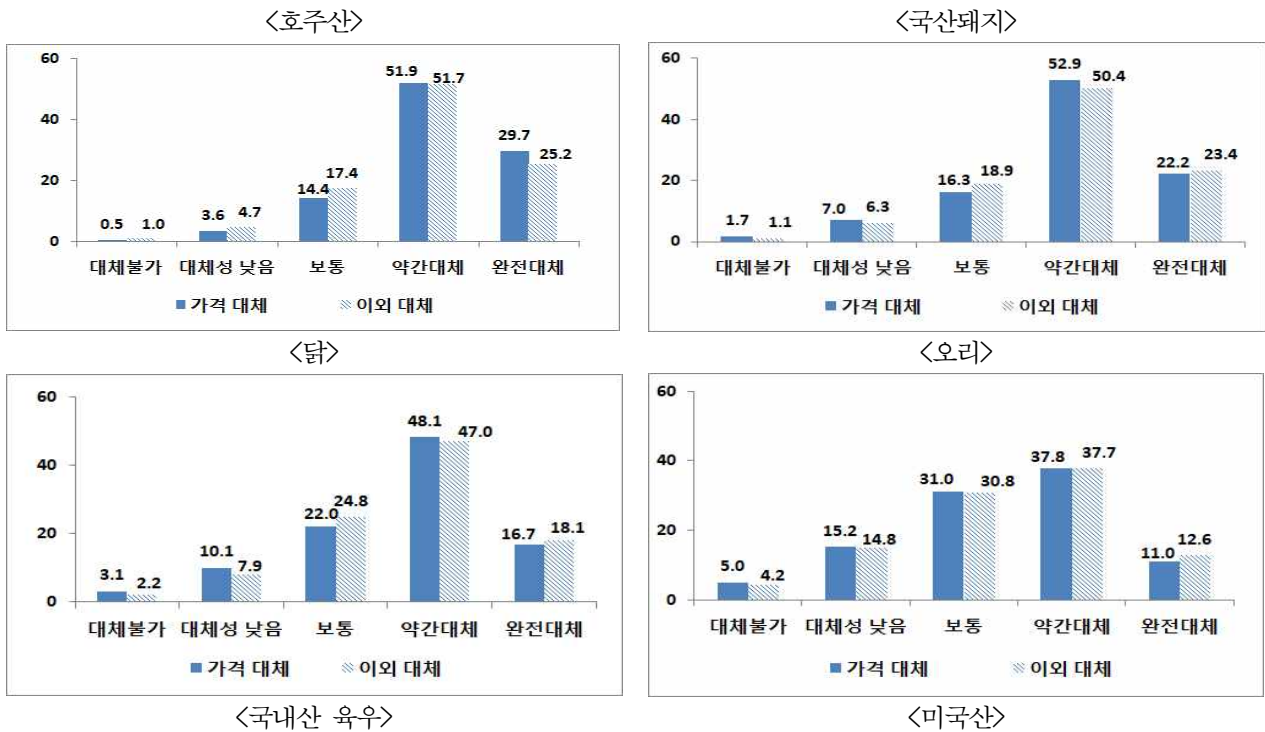
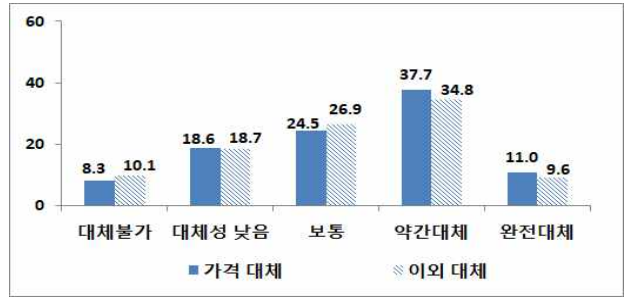
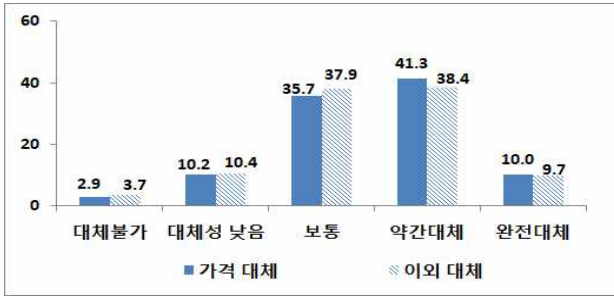


그림 18. 한우시장의 포지셔닝

자료: 정경수 외(2013), “소비자계층별 한우고기 대체성 분석과 목표마케팅 방안 연구”, 한우자조금관리위원회





〈수입돼지〉

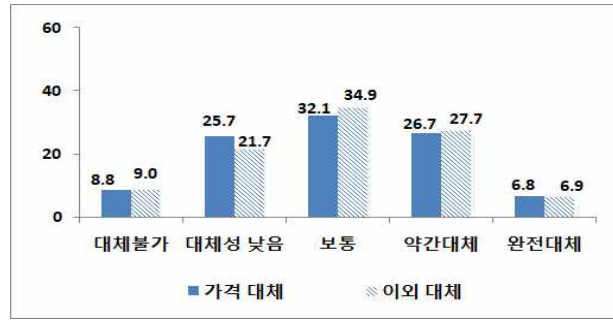
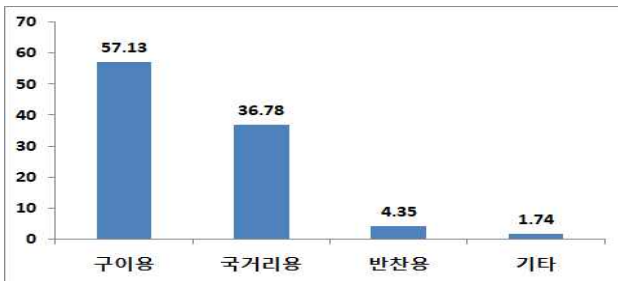


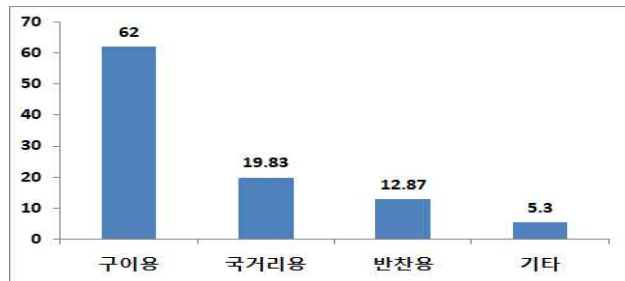
그림 19. 한우와 축산물간의 대체성 정도

자료: 2019년 8월 5일-8월 14일(9일간), 전국 만 19세 이상 성인남녀 1,150명 온라인 조사

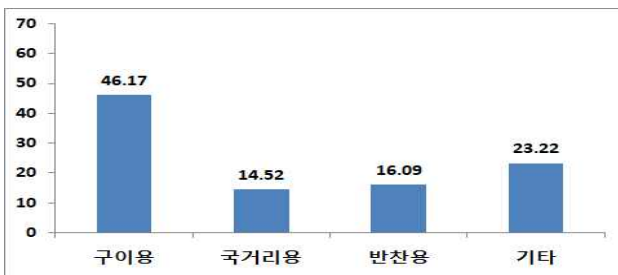
〈한우〉



〈호주산〉



〈미국산〉



〈국내산 육우〉

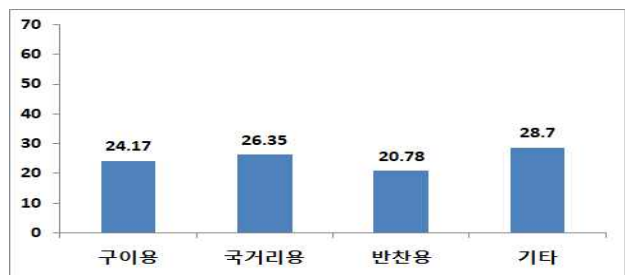


그림 20. 쇠고기 구입시 원산지별 용도

〈한우〉

〈호주산〉

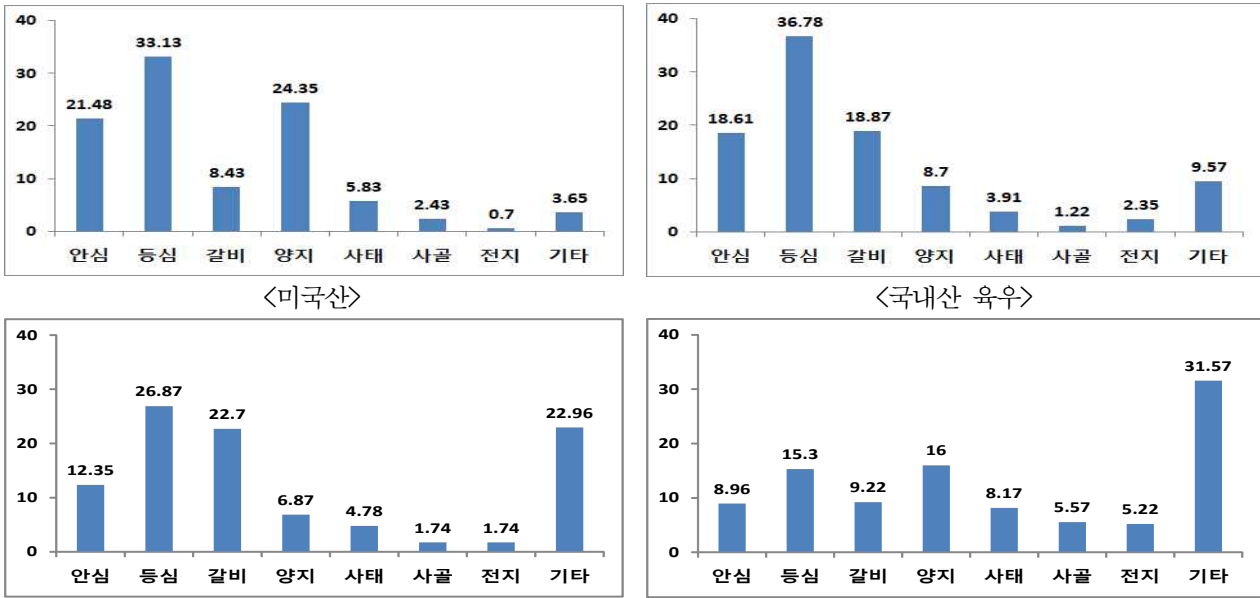


그림 21. 쇠고기 구입시 원산지별 부위

자료: 2019년 8월 5일-8월 14일(9일간), 전국 만 19세 이상 성인남녀 1,150명 온라인 조사

(3) 마블링 위주의 품질 고급화에서 탈피(그림 22, 표 63~64)

- 쇠고기 구입시 항목별 중요도 조사에서, 쇠고기 구입에 있어 가격 이외에도 맛, 품질, 안전성, 유통기한, 건강측면 등 쇠고기 구입의 선호 요인이 매우 복합적인 것을 알 수 있음.
- 한우에 대한 고객의 충성도를 인구통계학적 변수를 이용하여 세분화하면(정경수 외, 2013), 그림 21에서 보는 것처럼 Segment1은 한우고기에 대한 고객충성도가 높은 선호그룹으로 지속적으로 우호적인 고객이 되도록 관리해야 함. Segment II는 한우고기의 소비가 적고 수입쇠고기의 소비를 증대시킬 수 있는 소비자들이므로 이들 잠재고객들을 한우 고기 소비층으로 이끌어 올 수 있는 차별화된 마케팅이 필요한 그룹임.
- 마블링에 대한 소비자 선호 조사 결과(한우자조금관리위원회, 2019)에 따르면,
 - 가구 소비자들은 연령이 많을수록, 전업주부와 사무직에서, 지역별로는 경기, 경상, 전라 지역에서 마블링이 덜한 고기에 대한 선호가 상당히 있는 것으로 조사됨.
 - 외식 소비의 경우 가구 소비자가 갖는 특성이 명확하게 나타나지는 않았음.
- 농림축산식품부는 소비자와 생산자의 요구를 반영한 쇠고기 등급기준 보완(안)을 관계기관 및 전문가의 의견수렴과 현장적용 시험 등을 거쳐 축산법 시행규칙과 “축산물 등급판정 세부 기준”을 개정·공포(2018.12.27.)하였음.
 - 쇠고기 등급판정 보완 기준은 11개월간의 준비기간을 거쳐 2019년 12월 1일부터 시행되었음(표 4-10).
 - 등급제 개편으로 출하월령 단축에 따라 경영비가 일부 절감될 수 있을 것으로 기대됨.
- 따라서, 한우의 차별화 전략에 있어 가격 외에 품질 측면과 관련하여 단편적인 마블링 위주의 품질 차별화 전략보다는 소비자들의 다양한 취향을 존중하고 세부 시장별 소비자들의 맞춤형 마케팅 전략을 수립하여 선택의 다양성을 포용할 수 있는 차별화 방향으로 나아가야 할 것임.



Segment II

그림 22. 인구통계학적 변수를 기준한 한우시장 세분화
 자료: 정경수 외(2013), “소비자계층별 한우고기 대체성 분석과 목표마케팅 방안 연구”, 한우자조금관리위원회

표 63. 쇠고기 육질·육량 등급기준 주요 보완 내용

구분	현행	개선
육질등급	-근내지방도 1++등급(8, 9), 1+등급(6, 7) -근내지방도 예비등급 판정 후 육색·지방색 등을 평가하여 1~3등급 하향조정	-근내지방도 1++등급(7, 8, 9), 1+등급(6) -근내지방도 외 육색·지방색·조직감 각각 개별평가 후 최저등급 적용
육량등급	-성별, 품종에 관계없이 단일 육량 예측산식 적용(1종)	-성별, 품종별로 달리하여 육량산식 적용(6종)

자료: 농림축산식품부 보도자료(2019.1.8.)

표 64. 마블링에 대한 소비자 선호 조사 결과

단위: % 명

구분	가구소비자				계	응답자수	
	마블링이 촉촉한 쇠고기 선호	마블링이 적당한 쇠고기 선호	마블링이 적은 쇠고기 선호	마블링의 유무에 상관없음			
전체	6.6	68.4	22.2	2.8	100.0	1,000	
연령	20대	8.2	78.4	12.4	1.0	100.0	97
	30대	6.1	72.9	18.6	2.4	100.0	247
	40대	8.1	65.2	23.0	3.7	100.0	270
	50대	5.7	68.2	23.3	2.9	100.0	245
	60대	5.0	60.3	31.9	2.8	100.0	141
직업	전업주부	6.5	67.4	22.8	3.3	100.0	478
	사무직	6.6	68.6	23.4	1.4	100.0	363
	생산/서비스/자영업자	6.5	72.6	18.5	2.4	100.0	124
	기타	8.6	65.7	14.3	11.4	100.0	35
지역	서울	6.0	69.7	21.1	3.2	100.0	218
	인천/경기/강원	8.4	64.9	24.5	2.2	100.0	322
	대전/충청	6.0	73.0	19.0	2.0	100.0	100
	대구/경북	4.9	68.6	25.5	1.0	100.0	102
	부산/울산/경남	7.5	69.8	17.0	5.7	100.0	159
광주/전라	3.0	69.7	25.3	2.0	100.0	99	
외식소비자							
전체	7.6	68.8	18.4	5.2	100.0	500	
결혼여부	기혼	6.8	72.9	15.3	5.0	100.0	339
	미혼	9.3	60.2	24.8	5.6	100.0	161
학	고등학교 이하	9.5	66.7	17.9	6.0	100.0	84

력	대졸 이상	7.2	69.2	18.5	5.0	100.0	416
직업	사무직	8.3	69.3	17.2	5.3	100.0	303
	생산/서비스/자영업자	7.2	67.1	20.4	5.4	100.0	167
	기타	3.3	73.3	20.0	3.3	100.0	30
월소득	300만 미만	10.7	64.3	17.9	7.1	100.0	112
	300-499만	5.9	69.0	20.3	4.8	100.0	187
	500-599만	8.5	74.4	14.6	2.4	100.0	82
	600만 이상	6.7	68.9	18.5	5.9	100.0	119

자료: 한우자조금관리위원회(2019), “2018년 한우고기 소비유통 모니터링”

(4) 원산지 표시제 강화를 통한 부정육 판매 방지(그림 23~24, 표 65)

○ 쇠고기를 구입할 때 중요하게 여기는 항목 중 하나가 원산지임(그림 4-18).

○ 원산지의 경우, 가격에 상응할 만큼 중요한 평가요소라고 응답함. 원산지 측면에서 비중을 살펴보면, 약간 중요하다 43.65%, 매우 중요하다 36.61%, 보통이다 17.04%, 중요하지 않다 2.43%, 전혀 중요하지 않다 0.26%로 나타남.

○ 원산지의 경우, 한우 프리미엄에 연결되어 한우에 대한 소비자 인식과 신뢰도 유지에도 매우 중요한 역할을 함. 따라서, 유통단계에서 음식점 원산지 표시제가 제대로 이행될 수 있도록 제도적 틀을 더욱 강화해야 하며, 또한 한우 이력제도 더불어 잘 지켜질 수 있도록 두 제도가 상호 협조, 보완해야 할 것으로 판단됨.

○ 한우자조금관리위원회(2019)의 보고서(2018년 기준)에 따르면, 유통단계 중 중도매인과 식육 포장처리업 종사자들은 원산지표시제가 100% 준수된다고 응답한 반면, 식육판매업은 98%, 일반음식점은 96%가 준수된다고 응답하여 소비자 측면에 가까울수록 원산지 표시제가 일부 준수되지 않는 것으로 조사되었음.

○ 향후, 식육판매업과 일반음식점 등에서 원산지표시제가 철저히 이행될 수 있도록 행정지도와 관리감독을 보다 강화해야 할 것으로 판단됨.

○ 원산지표시제 단속업무를 수행하는 국립농산물품질관리원의 보고에 따르면, 원산지 표시제 이행률은 2018년 기준 95.7%에 이름.

• 표시이행률 : (‘94) 62.2% → (‘96) 83.0% → (‘97) 90.4% → (‘12) 96.1% → (‘13) 96.2% → (‘14) 96.4% → (‘15) 96.6% → (‘16) 96.7% → (‘17) 95.4% → (‘18) 95.7%

○ 국립농산물품질관리원의 보고(2018년 기준)에 따르면, 단속연인원 52,835명에, 280,228개소를 조사하여 위반업소 수가 3,917개가 적발됨. 이 중 거짓표시로 형사입건 2,444건, 고발 9건, 과태료 부과 1,464건의 패널티가 부여됨.

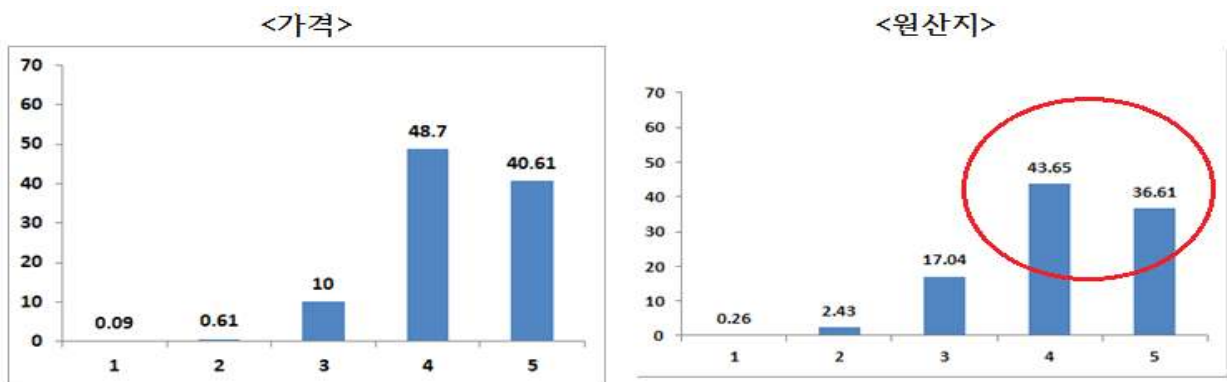


그림 23. 쇠고기 구입시 항목별 중요도 조사

주: 1은 매우 만족하지 않음, 2는 별로 만족하지 않음, 3은 보통, 4는 약간 만족함, 5는 매우 만족함을 의미함.
 자료: 2019년 8월 5일~8월 14일(9일간), 전국 만 19세 이상 성인남녀 1,150명 온라인 조사

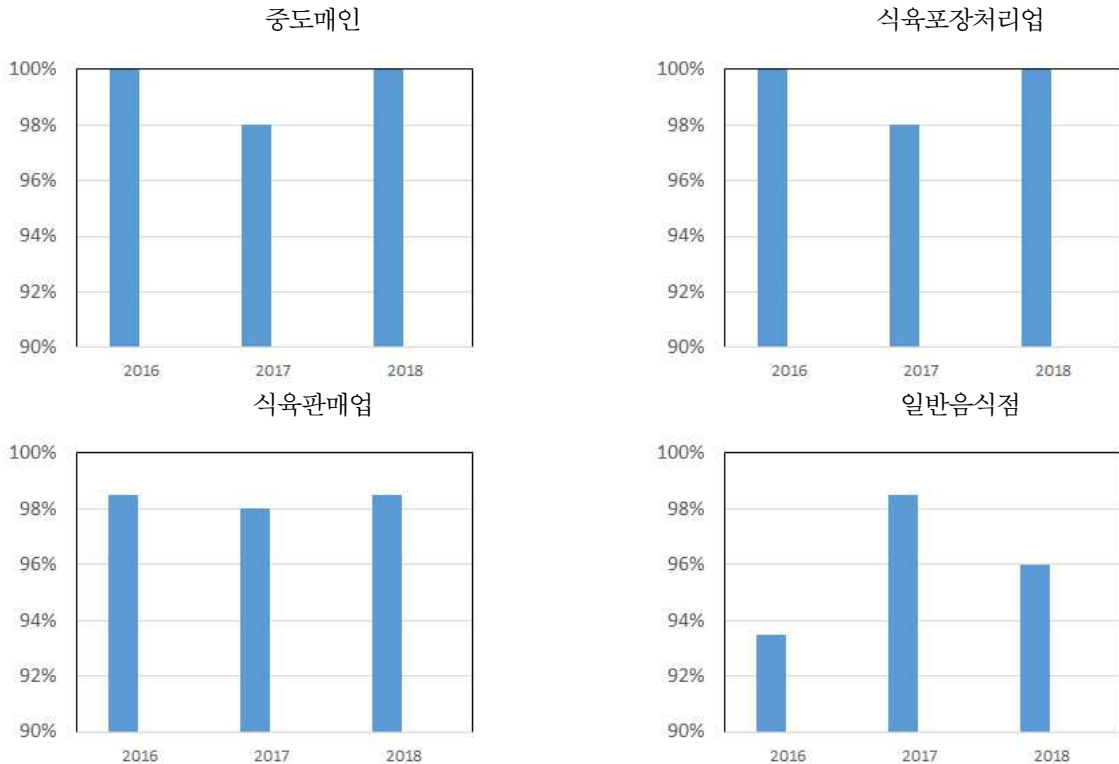


그림 24. 경제주체별 원산지표시제에 대한 준수여부 평가

자료: 한우자조금관리위원회(2019), “2018년 한우고기 소비유통 모니터링”

표 65. 원산지표시제 단속 현황(국립농산물품질관리원, 2018년 기준) 단위: 명, 개소

단속연인원(명)	조사장소(개소)	위반업소(개소)	거짓표시			과태료부과	
			합계	형사입건	고발	개소	금액(천원)
52,835	280,228	3,917	2,453	2,444	9	1,464	380,741

자료: 국립농산물품질관리원

(5) 한우 가격 만족도 향상을 위한 비용 절감(그림 25~26, 표 66)

○ 한우에 대한 항목별 만족도 조사 결과, 가격을 제외한 거의 모든 항목은 만족스러운 비율이 높았지만 가격은 상대적으로 불만족도가 높아 가격 인하를 위한 전략 마련이 필요함.

○ 한국농촌경제연구원의 농업전망 2020 자료에 따르면, 갈비의 경우 미국산(냉장)을 기준으로 호주산(냉장)은 미국산의 1.17배, 한우는 미국산에 비해 2등급은 1.46배, 1등급은 1.68배, 1+등급은 1.97배 높은 것으로 나타남.

○ 그림에도, 불구하고 최근의 이러한 한우 가격 프리미엄은 점차 약화되어 가고 있는 것으로 추정됨. 이러한 추세는 국내 사육두수 증가에 따른 한우고기 공급량 증가와 원산지 차이에서 오는 프리미엄이 점차 조정되어 가는 과정으로 판단됨. 또한, 수입 쇠고기의 경우, 과거에는 냉동 위주였으나 최근에는 냉장육이 점차 증가하면서 소비자들의 선호에도 점차 변화가 생기는 것으로 풀이됨.

• 2019년 기준 쇠고기 수입량(검역기준)은 약 43만톤으로 꾸준히 쇠고기 수입량은 증가하는 추세임.

• 그 중 냉장육의 비율도 2000년에 0이던 것이 2019년에 약 21% 수준까지 증가하여, 냉장육에 대한 수요도 꾸준히 증가하고 있어 수입쇠고기에 대한 소비자의 선호도 점차 변화하고 있

는 것으로 나타남.

○ 특히, 국내 쇠고기 시장에서 수입육이 차지하는 비중이 점차 증가하고, 수입육에 대한 관세 인하와 철폐로 가격경쟁은 더욱 가속화될 것으로 전망됨.

○ 따라서, 가격 경쟁력 확보를 위해서는 생산단계와 유통단계 등에서 비용을 절감해야 함.

- 먼저, 생산단계에서는 정보통신기술(ICT: Information and Communications Technologies)을 통한 생산성 향상, TMR 사료 급여를 통한 사료비 절감, 국제 시장에서 사료곡물의 안정적 확보를 통한 사료비 절감, 양질의 조사료 자급기반 확충을 통한 사료비 절감 등의 노력을 강화해야 함.

- 제도적으로는 한우 수급 안정화를 통한 가격 안정화를 위해 농가 경영안정을 위한 송아지 생산안정제의 강화 및 비육우 경영안정제 도입 등에 관해 제도적 틀을 뒷받침해야 함.

- 마블링에 대한 선호도가 적은 그룹(중저가 시장)을 타깃으로 할 경우, 비육 월령을 2~3개월 정도 단축시켜 생산비 절감을 유도하는 방안도 검토할 필요가 있음.

- 유통단계에서는 유통단계 축소, 계열화, 정보통신기술(ICT: Information and Communications Technologies)을 활용한 유통비용 절감, 유통 정보의 신속하고 투명한 전파를 통한 유통 분야의 효율성 증대 등에 노력을 기울여야 함.

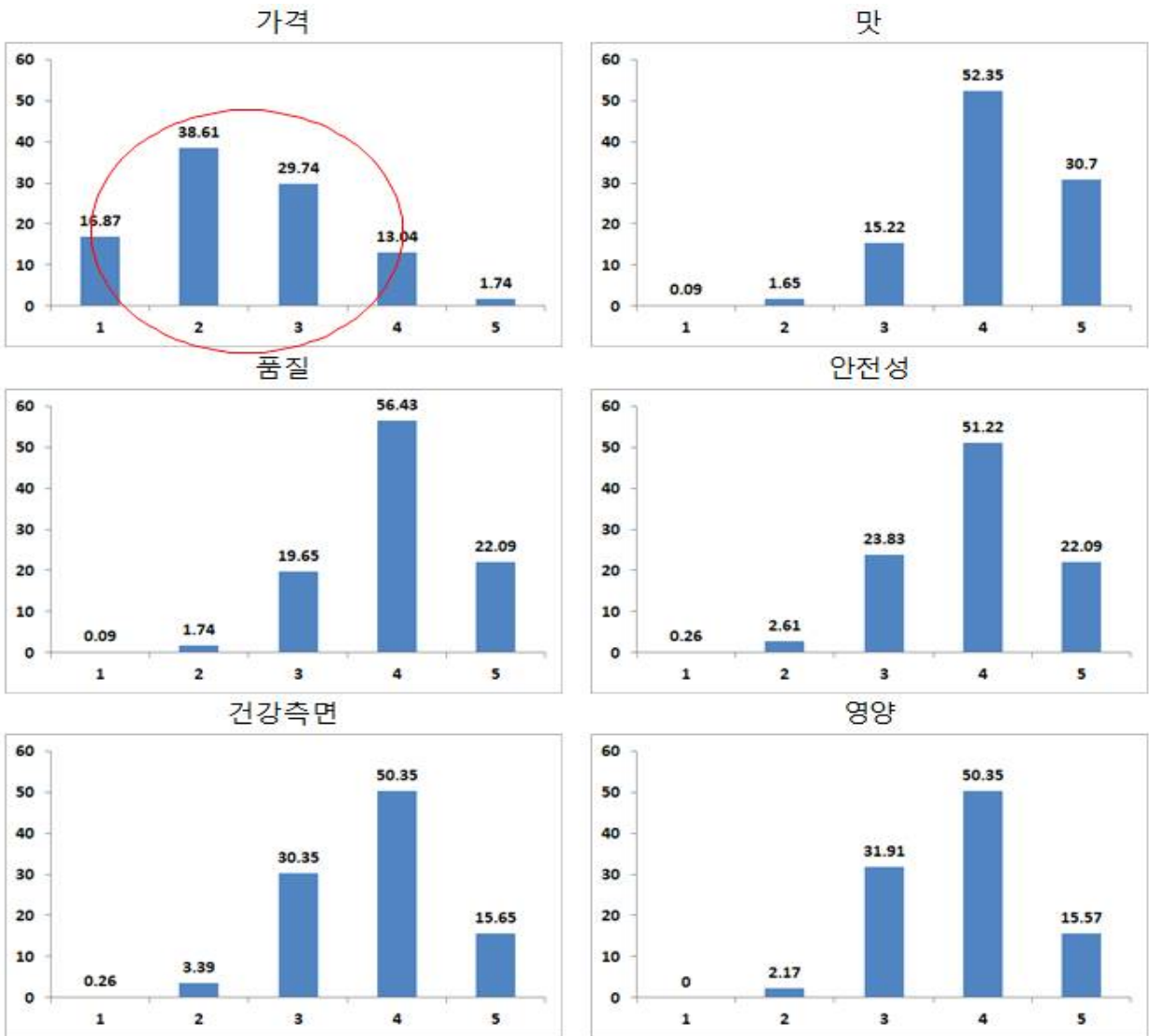


그림 25. 한우에 대한 항목별 만족도 조사

주: 1은 매우 만족하지 않음, 2는 별로 만족하지 않음, 3은 보통, 4는 약간 만족함, 5는 매우 만족함을 의미함.

자료: 2019년 8월 5일-8월 14일(9일간), 전국 만 19세 이상 성인남녀 1,150명 온라인 조사

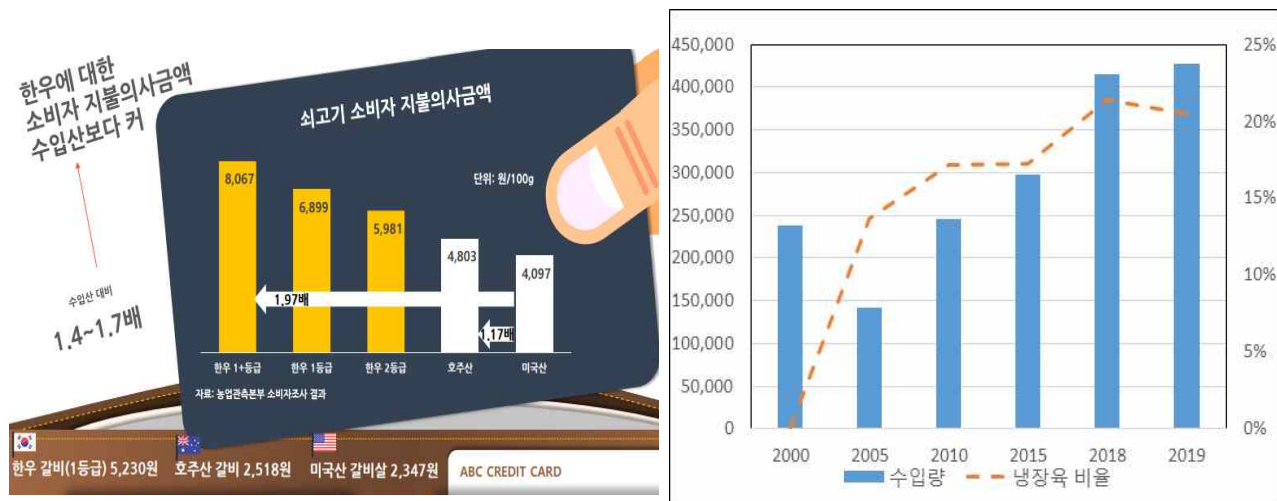


그림 26. 수입육 대비 한우 소비자 지불의사금액과 냉장육 비율

자료: 1. 소비자 지불의사금액: 한국농촌경제연구원, “농업전망 2020” 2. 냉장육 비율: 한국육류유통수출입협회

표 66. FTA에 따른 쇠고기 관세율 변화

상대국	관세율 변화/년도별							
	최초 관세	2015	2016	2017	2018	2019	2020	무관세 (연도)
미국	2012 (40%)	29.3%	26.6%	24.0%	21.3%	18.7%	16.0%	2026
호주	2014 (40%)	34.6%	32.0%	29.3%	26.6%	24.0%	21.3%	2028
EU	2011 (40%)	30.0%	27.5%	25.0%	22.5%	20.0%	17.5%	2026

(6) 한우 안전성 강화(그림 27)

○ 쇠고기 구입시 안전성에 대한 소비자 관심 정도와 한우에 대한 안전성에 대한 만족도를 조사한 결과,

- 쇠고기 구입시 안전성을 중요하게 생각한다(약간 중요+매우 중요)는 비율이 88%로 매우 높게 나타남.

- 실제 구입이후 안전성에 대한 만족도 평가(약간 만족+매우 만족)에서는 한우가 73%로 가장 높게 나타났으며, 호주산이 46%, 육우가 43%, 미국산이 17% 순으로 나타남.

○ 한우에 대한 안전성과 관련하여 생산단계와 유통단계 등에서 안전성 강화를 위해서는 다음의 노력이 뒤따라야 함.

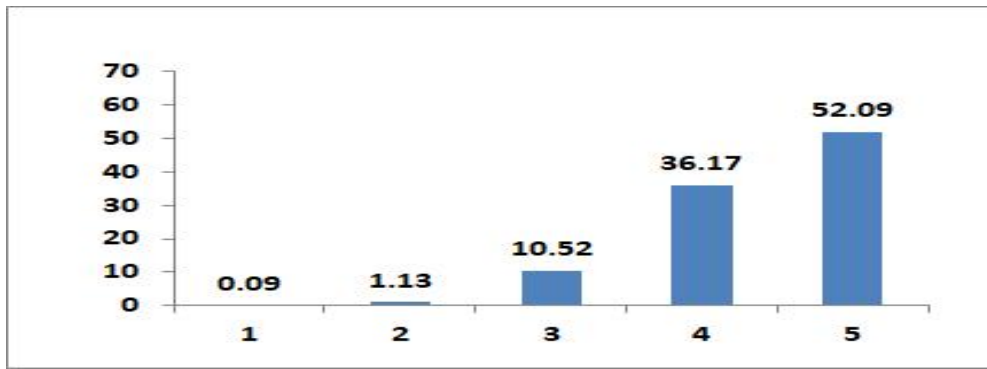
- 위해요소중점관리기준(HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point)의 이행을 통한 안전성 강화

- 식육 항생물질 잔류물질 검사 강화를 통한 안전성 강화

- 동물복지 강화에 따른 축산환경 개선으로 사육 단계 안전성 확보

※ 축산식품 분야의 HACCP의 제도는 가축의 사육·도축·가공·포장·유통·판매 단계의 전 과정에 걸쳐 축산식품의 위생에 해로운 영향을 미칠 수 있는 생물학적·화학적·물리적 위해요소를 방지·제거하기 위한 사전관리 제도이며, 또한 잘못된 점이 발견되면 즉시 교정할 수 있도록 만들어

쇠고기 구입시 중요도(안전성)



원산지별 쇠고기에 대한 만족도 평가

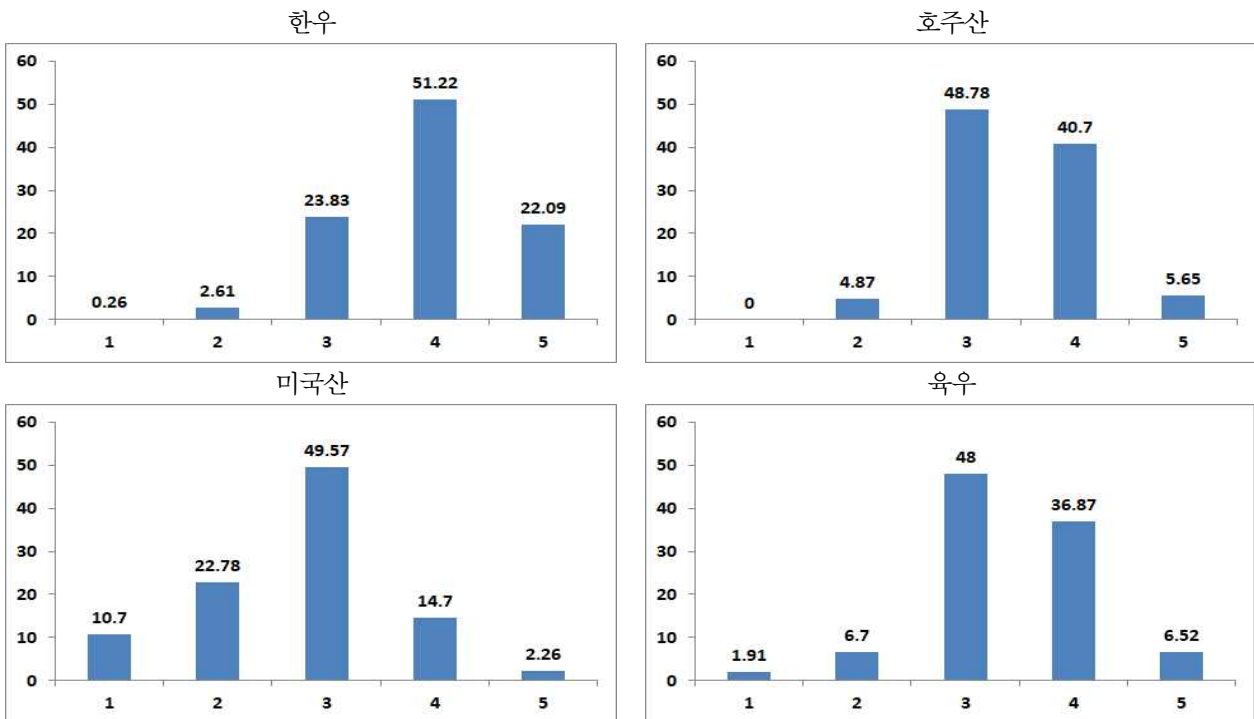


그림 27. 쇠고기 구입시 안전성에 대한 중요도와 원산지별 안전성에 대한 만족도 평가

주: 1은 매우 중요(만족)하지 않음, 2는 별로 중요(만족)하지 않음, 3은 보통, 4는 약간 중요(만족)함, 5는 매우 중요(만족)함을 의미함.

자료: 2019년 8월 5일-8월 14일(9일간), 전국 만 19세 이상 성인남녀 1,150명 온라인 조사

진 과학적인 관리 시스템임.

하. 해외 시장³⁾

(1) 한국의 홍콩으로의 쇠고기 수출

- 전국 한우협회 자료를 인용하여 한우 홍콩시장 수출 현황을 정리하였음(표 67).
- 한우고기 수출은 전국한우협회의 2016~2019년도 수출자료(내부자료)를 인용하였음.
- 한우고기 수출은 모두 냉장으로 2016년에 약 48톤, 2017년에 57톤, 2018년에 65톤까지 증가하였다가 2019년에 52톤으로 다시 감소함.
- 수출금액은 매해 대략 3백만 달러 정도를 수출하고 있음.
- 수출단가는 2016년에 72.6\$/kg이었으나, 이후 점차 하락하여 2019년에 56.4\$/kg으로 하락함.

3) 이 절의 내용은 한국산업개발연구원(2018, 한우자조금관리위원회)의 연구보고서 “홍콩 한우고기 수출 활성화 방안 연구”, 한우수출연구사업단(2019, 농림식품기술기획평가원)의 보고서 “한우수출 시장 및 마케팅 동향보고서” 그리고 유관기관의 자료를 최근 자료로 보완하여 작성하였음.

- 수출 업체간 과당경쟁으로 수출단가가 점차 인하된 것으로 추정됨.

표 67. 한우고기 홍콩 수출물량

연도	냉장육		
	물량(kg)	금액(천\$)	단가(\$/kg)
2016	47,855	3,478.3	72.6
2017	57,061	3,308.9	58.0
2018	65,245	3,325.4	51.0
2019	51,616	2,910.0	56.4
계	170,161	10,112.6	

자료: 전국한우협회 내부자료

(2) 한우고기 홍콩 수출업체

○ 한우고기 홍콩시장 수출업체 수

- 한우고기 수출 실적을 보유한 수출업체는 총 13개인 것으로 나타남
- 초기 대우인터내셔널(현 포스코대우)를 시작으로 2016년에는 7개 업체가 참여했고, 2017년에는 12개 업체, 2018년에는 8개 업체가 한우고기 수출에 참여하고 있는 것으로 나타남
- 2016년 7개 업체 : 씨엘아이, 우전, 축림, 태우그린푸드, 포스코대우, 현대그린푸드, 황성축협
- 2017년 12개 업체 : NH무역, 기본, 서귀포시축협, 씨엘아이, 어메이징파인푸드, 우전, 윈터내셔널, 축림, 케이비피, 포스코대우, 현대그린푸드, 황성축협
- 2018년 8개 업체 : 기본, 서귀포시축협, 씨엘아이, 어메이징파인푸드, 우전, 축림, 현대그린푸드, 황성축협

○ 한우고기 홍콩시장 판매 시스템

- 현재 한우고기의 브랜드 표기는 지역브랜드와 통합브랜드를 병행 표기하고 있으나, 특정 현지 수입업체의 경우 개별포장을 통해 수입업체 브랜드를 표기하고 있음.
- 프리미엄 슈퍼마켓에서 한우고기의 가격대는 일본 화우와 비슷하거나 약간 낮은 가격대를 형성하고 있고, 호주 와규나 미국 프라임 등급의 쇠고기에 비해 높은 가격대를 형성하고 있음. 하지만, 패키징 수준이나 상태는 일본 화우에 못 미치는 중급육 수준을 보이고 있음.
- 쇠고기이력제, HACCP제도는 홍콩 현지에서는 제도화 되어 있지 않아 다수의 포장지에서 누락되어 있음.
- 한우 자조금은 홍콩의 소비자와 바이어, 홍콩 유명 셰프들을 대상으로 한우 관련 프로모션을 지속적으로 수행하고 있음.

(3) 한우고기 수출 관련 행사⁴⁾(그림 28~32)

○ 홍콩 맥심(Maxims)그룹 방한 행사 참여>

- 일시 : '19. 1. 10(목) 14:00 ~ 20:00
 - 장소 : 청담 청미심
 - 내용
- 홍콩 최고의 식품 기업인 Maxims 그룹을 초청하여 한우의 우수성을 소개하고 한우 코스 요리를 제공하여 추후 한우 수출 확대 도모

4) 이 내용은 전국한우협회의 협조를 받아 자료를 작성하였음.



그림 28. 한우고기 수출 행사 사진

○ 홍콩 홍보대행사(DNA社) 업무협약

- 일시 : '19. 2. 22(금)
- 내용
- 국내 한우산업 현황 및 한우자조금관리위원회 역할 설명
- 홍콩 내 한우고기 수출 활성화 방안 모색을 위한 의견 교환

○ 홍콩 수출 관계강화를 위한 출장>

- 일시 : '19. 4. 14(일) ~ 18(목)
- 내용
- 한국총영사관, 한국문화원 등 기관과 한우 수출활성화를 도모하기 위한 공동 사업추진에 대한 아이디어 공유 및 협조 요청
- 엘리트, 쿨쿨, 오레올, 어메이징 등 수입업체와 홍콩 현지 유통현황 정보 공유 및 수입 활성화를 위한 지원 방안 논의
- 유통매장 시장조사를 통해 한우고기 유통 현황 및 시장동향 파악



그림 29. 홍콩 내 유통매장 조사 사진

○ '홍콩 Restaurant & Bar 2019' 참가>

- 일시 : '19. 9. 2(월) ~ 5(목)
- 장소 : 홍콩컨벤션센터(HKCEC)
- 참석 : 홍콩 식품 관련 업체 500여개, 수입 및 유통바이어 약 5만명
- 내용
- 전시장 내 별도 프로모션 무대 활용한 한우 요리 시연 및 한우 우수성 설명, 시연 후 현장 참석자 대상, 한우 요리 시식회 진행
- 홍보 부스 내 한우 홍보존 운영 및 수입업체 바이어 상담기회 제공 등



그림 30. 홍콩내 홍보부스 운영 사진

○ 홍콩 '한국 문화의 달' 국경의 밤 행사 참가>

- 일시 : '19. 10. 16(수) ~ 17(목)
- 장소 : 콘래드호텔 그랜드볼룸
- 내용
 - 홍콩 법무장관을 비롯한 홍콩 정·재계 인사 및 주홍콩 한국총영사관 및 한인회, 경제 인사 등이 참석한 자리에서 한우 홍보 추진
 - 한우고기 지원을 통한 한우 우수성 및 맛 체험 기회 제공 등

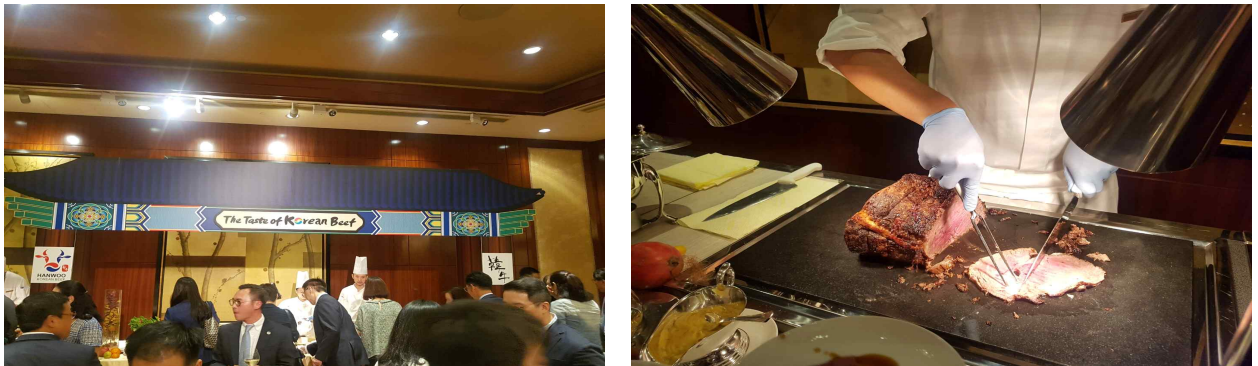


그림 31. 홍콩 수출 지원 홍보물 제작 사진



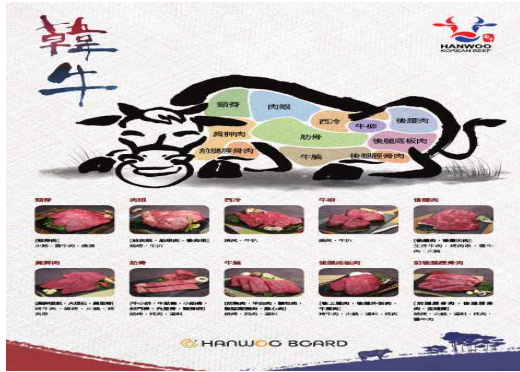
수출용 스티커



한우 판매인증 조형물



전동와인오프너



포스터

그림 32. 홍콩 홍보 행사 참가 사진

거. 홍콩 내 쇠고기 주요 수출국 경쟁 현황

(1) 일본(표 68~69)

○ 일본의 대홍콩 쇠고기 수출 구조

- 일본의 대홍콩 쇠고기 수출은 주문에서 수출까지 1개월 가량 소요되며 항공 운송 체계 및 쿨드체인이 잘 갖추어져 신선한 쇠고기를 적기에 유통하고 있음.
- 식육가공업체의 생산계획 수립 및 일본산지 비육우 경매에 소요되는 기간이 3주, 일본 쇠고기 생산(도축장)에서 홍콩 수입업체 지정창고 도달에 소요되는 기간이 1주로 총 4주가 걸림.

○ 홍콩 내 일본산 쇠고기 유통량

- 일본의 대홍콩 쇠고기 수출은 냉장육 중심으로 이뤄지며 완만한 증가추세에 있음.
- 2019년 기준, 전체 쇠고기 수출량은 1,078톤이며 이 중 냉장육이 515톤을 차지함. 2017년 이후 냉장육은 약 500여톤 정도가 꾸준히 수출되고 있으며, 냉동육도 양이 많지는 않지만 꾸준히 증가하는 추세임.
- 일본 화우 수출은 냉장육으로만 이뤄지며 냉동 수출은 미국 등 타 국가산 쇠고기의 재수출 등으로 추정됨.

○ 일본 소고기 가격전략

- 자국 내 고급육 시장 선점 후, 프리미엄 가격 전략을 유지하여 수입산 쇠고기와 3배 이상의 가격 차이가 발생함.
- 홍콩 시장에서 일본 쇠고기는 고급화 전략을 취하고 있어, 타 수입 쇠고기에 비해 월등히 높은 가격을 형성하고 있음.
- 홍콩에서 고급육 시장을 형성하고 있는 호주 와규와 비교 시에도 약 1.5배에서 2.0배까지의 가격차이가 나타남.
- 프리미엄 매장 위주로 판매되는 일본 쇠고기는 그 중에서도 가장 좋은 위치에 진열되어 있음.

○ 일본산 쇠고기 홍보 및 마케팅

- 일본 농림수산성은 산하에 있는 ‘농림수산물 수출 촉진협의회’를 쇠고기 수출 컨트롤타워로 활용하여, 2020년 농림수산물 1조 엔 수출을 목표로 농림수산물 및 식품의 수출을 촉진하고자 2014년 6월 수출전략실행위원회를 설치함.
- 수출전략실행위원회는 올재팬(ALL Japan) 수출 촉진 전략의 사령탑 역할을 하며, 농림수산업, 식품업, 외식업, 지자체, 정부기관 등이 회원으로 참여함.

- 수출전략실행위원회 중 축산물관련 수출은 일본 중앙축산회 산하의 ‘일본 축산물 수출 촉진 협의회’가 담당함.
- 협의회는 주요 역할은 수출 촉진사업 추진, 수출관련 정보 수집 및 분석, 수출관련 애로사항 해소, 관련기관 간 연락 및 조정 등임.
- 조직 구성은 쇠고기, 우유, 돼지고기, 계란, 닭고기 분과회 등으로 이루어져 있으며, 이중 44개 회원으로 이루어진 쇠고기 분과회 규모가 가장 큼.
- 일본 축산물 촉진협의회는 발족 후 EU 및 북미 지역을 대상으로 쇠고기 수출 프로모션을 진행하였으며, 향후 국내외 가축전염병 발생에 따른 수출금지조치 예방 시스템 구축, 대응 절차 매뉴얼 개발, 지속적인 해외 프로모션, 도축·가공시설 정비 등을 추진할 계획임.

표 68. 일본의 품목별 대홍콩 쇠고기 수출현황

품목	2017			2018			2019			한화 (원/kg)
	금액 (천HKD)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/kg)	금액 (천HKD)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/kg)	금액 (천HKD)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/kg)	
뼈를 포함한 쇠고기 (신선·냉장)	-	N.A.	-	-	N.A.	-	952	5	211.6	31,473. 1
뼈없는 쇠고기 (신선·냉장)	211,301	553	382.1	183,328	433	423.7	212,983	515	413.8	61,561. 1
뼈를 포함한 쇠고기 (냉동)	191	4	50.3	3,083	56	55.0	9,140	176	52.1	7,747.9
뼈없는 쇠고기 (냉동)	115,274	257.6	447.5	87,387	270	323.4	99,233	258	384.6	57,220. 5
식용설육 (신선·냉장)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
식용설육 (냉동)	2,101	40	52.8	3,162	55	57.5	1,278	20	62.6	9,320.0
쇠고기 (염장·염수장 ·건조·훈제)	-	N.A.	-	110	0.4	275.0	393	4	98.3	14,616. 7
저장처리한 쇠고기 및 설육	4,623	57	81.4	4,429	56	79.1	8,589	101	84.8	12,613. 9
계	333,490	911	366.1	281,499	870	323.4	331,616	1,078	307.5	45,747. 9

주. 1. 자료분류기준은 SITC Revision 4 상품분류에 의한 자료임. 뼈를 포함한 쇠고기(신선·냉장) 01111, 뼈없는 쇠고기(신선·냉장) 01112, 뼈를 포함한 쇠고기(냉동) 01121, 뼈없는 쇠고기(냉동) 01122, 식용설육(신선·냉장) 01251, 식용설육(냉동) 01252, 쇠고기(염장·염수장·건조·훈제) 01681, 저장처리한 쇠고기 및 설육 01760 2. 2019년 환산은 하나은행 2019년 홍콩달러 평균 매매기준율을 적용함(148.77원/HKD).
자료 : 홍콩통계청(2018), Hong Kong Merchandise Trade Statistics-Imports

표 69. 일본산 쇠고기 부위별 소매가격 비교

구분	저가	중가	고가
등심(Sirloin)	22,925.8	33,373.0	42,804.5
목심(Chunk Roll)	22,925.8	-	-
채끝살(Striploin)	28,294.5	-	33,373.0
안심(Tenderloin)	-	-	37,000.5

주. 2017년도 홍콩달러 기준환율을 적용하여 산출함(145.1원/HKD).

자료 : 한국산업개발연구원(2018), 홍콩 쇠고기 시장 현지조사

(2) 호주(표 70~71)

○ 호주 쇠고기 산업

• 호주는 청정 이미지를 기반으로 청정우를 생산하고 있으며 생산량의 70% 이상을 수출하는 쇠고기 수출 강국임.

• 일본 화우 품종을 바탕으로 생산하는 최고급 호주산 와규와 기존 품종들을 활용한 중저가 쇠고기까지 폭넓은 품질의 쇠고기를 생산하고 전 세계로 수출하고 있음.

○ 홍콩 내 호주산 쇠고기 유통량

• 호주의 대홍콩 쇠고기 수출은 냉동육 중심으로 이뤄지며 완만한 증가추세에 있음. 2017년 이후 홍콩으로의 쇠고기 수출량은 약 3만 톤을 상회하고 있으며, 이 중 냉장육은 약 4,000톤임.

• 냉장 수출량은 호주산 와규 위주의 물량으로 판단되며, 냉동 수출량은 와규 외 중저가 쇠고기의 물량인 것으로 판단됨.

○ 호주산 쇠고기 가격전략

• 홍콩 시장에서 호주 쇠고기는 고급육 시장과 중급육 시장으로 구분하여 시장에 따른 가격 차별화 전략을 취하고 있음.

• 프리미엄 매장에서 판매되는 호주 쇠고기는 고급육인 와규 위주로 일본산 화우와 함께 좋은 위치에 진열되어 있음.

• 등심과 채끝살은 고급육의 경우 100g당 150HKD 이상의 가격을 형성하고 있고 저급육은 50HKD 이하로 호주산 와규와 일반육의 가격 차이가 크게 나타남.

○ 호주산 쇠고기 홍보 및 마케팅

• 호주산 육류 및 축산물의 일차적인 해외마케팅은 호주축산공사(MLA)가 담당함.

• MLA는 비영리 산업기관으로 호주산 육류 및 축산물의 대내외적 마케팅과 판매활동을 촉진하기 위해 설립됨.

• MLA 조직 내 해외시장에 대한 지원활동을 하는 별도의 부서가 있으며 중국, 싱가포르, 일본 등 해외 각지에서 현지법인을 운영 중임.

○ 호주산 쇠고기 해외마케팅 전략

• 과거의 호주 쇠고기는 브랜드별로 해외 시장에 진출하였으나, 안전하고 청결한 식품에 대한 아시아 고객들의 수요가 증가함에 따라 MLA의 주관 하에 국가 브랜드(True Aussie)를 출범함.

• MLA는 수출국의 유통 및 외식업체 등과의 네트워크 구축을 통해 차별화된 마케팅을 추진함.

표 70. 호주의 품목별 대홍콩 쇠고기 수출현황

품목	2017			2018			2019			한화 (원/kg)
	금액 (천HKD)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/kg)	금액 (천HKD)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/kg)	금액 (천HKD)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/kg)	
뼈를 포함한 쇠고기 (신선·냉장)	14,244	88	161.2	14,100	103	136.6	40,327	404	99.9	14,860
뼈없는 쇠고기 (신선·냉장)	437,591	3,725	117.5	460,052	3,984	115.5	421,124	3,454	121.9	18,140
뼈를 포함한 쇠고기 (냉동)	21,610	428	50.4	13,685	291	47.0	14,239	277	51.4	7,646
뼈없는	113,798	3,362	33.8	138,478	3,546	39.1	94,244	2,357	40.0	5,949

쇠고기 (냉동)										
식용설육 (신선·냉장)	3,443	21	163.8	2,921	18	163.7	2,999	23	132.6	19,729
식용설육 (냉동)	583,380	24,445	23.9	634,622	25,768	24.6	543,603	22,452	24.2	3,602
쇠고기 (염장·염수장 ·건조·훈제)	207	1	174.2	250	1.4	174.3	200	1	162.6	24,190
저장처리한 쇠고기 및 설육	15,155	554	27.4	21,475	673	31.9	32,073	1,224	26.2	3,898
계	1,189,428	32,625	752.2	1,285,583	34,385	732.6	1,148,809	30,191	658.8	98,014

주. 1. 자료분류기준은 SITC Revision 4 상품분류에 의한 자료임. 뼈를 포함한 쇠고기(신선·냉장) 01111, 뼈없는 쇠고기(신선·냉장) 01112, 뼈를 포함한 쇠고기(냉동) 01121, 뼈없는 쇠고기(냉동) 01122, 식용설육(신선·냉장) 01251, 식용설육(냉동) 01252, 쇠고기(염장·염수장·건조·훈제) 01681, 저장처리한 쇠고기 및 설육 01760 2. 2019년 환산은 하나은행 2019년 홍콩달러 평균 매매기준율을 적용함(148.77원/HKD).

자료 : 홍콩통계청(2018), Hong Kong Merchandise Trade Statistics-Imports

표 71. 호주산 쇠고기 부위별 소매가격 비교 단위 : 원/100g

구분	저가	중가	고가
갈비(Short Rib)	-	-	12,913.9
등심(Sirloin)	5,122.0	10,447.2	28,294.5
안심(Tender Loin)	5,760.5	9,649.2	12,333.5
채끝살(Striploin)	7,690.3	14,219.8	24,376.8

주. 2017년도 홍콩달러 기준환율을 적용하여 산출함(145.1원/HKD).

자료 : 한국산업개발연구원(2018), 홍콩 쇠고기 시장 현지조사

(3) 미국(표 72~73)

○ 미국 쇠고기 산업

- 미국의 프라임 등 최고급 쇠고기부터 스탠다드, 커머셜 쇠고기까지 폭넓은 품질의 쇠고기를 생산하고 수출하고 있음.
- 미국의 쇠고기는 자급률 100% 전후를 유지하고 있고 현재 생산 및 소비 모두 지속적으로 증가하는 추세임.
- 2014년에는 BSE(Bovine Spongiform Encephalopathy, 소해면상뇌증)로 인한 인간 사망자가 발생하여 생산과 소비 모두 급감하였으나 그 후 지속적으로 상승하여 감소 전 규모를 넘어섰음.
- 자급률은 100% 전후이지만 수입량 및 수출량 모두 방대한 규모를 형성하여 주요 쇠고기 수출국 및 수입국 물량의 상위권을 차지함.

○ 미국 쇠고기 유통체계

- 미국 쇠고기는 패커의 현지법이 또는 현지 수입업체를 통해 수출되고 있으나, 대부분이 첫 번째 방식으로 이루어지고 있으므로, 수출물량 및 가격에 대한 결정권은 패커에 있음.
- 대표적인 패커로는 타이슨푸드, JBS USA, 카길, 내셔널비프 등이 있음.
- 2017년 기준 대표 4개사의 시장 점유율은 84.8%에 달함.

○ 홍콩 내 미국산 쇠고기 유통량

- 미국의 대홍콩 쇠고기 수출은 냉동육 중심으로 이뤄지며 BSE의 위협이 있던 2014년 이후 감소했다가 다시 증가 추세에 있음. 2017년 이후 홍콩으로의 전체 쇠고기 수출량은 약 13만 톤 수준임. 이 중 냉장육은 약 연간 약 3천 톤 정도임.
- 중저가 쇠고기를 중심으로 하는 냉동육 수출과 프라임이나 초이스 등급 등 고급 쇠고기를 중심으로 하는 냉장육 수출은 모두 증가 추세에 있는 것으로 나타남.

○ 미국 쇠고기 가격전략

- 홍콩 시장에서 미국 쇠고기는 중·저가 가격대를 형성하고 있음.
- 채끝부위의 경우 증가그룹의 가격대를 형성하고 있어, 저가그룹(뉴질랜드, 호주(와규 제외), 캐나다)에 비해 높은 가격을 보였고, 고가그룹(일본, 호주(와규))의 가격에 비해서는 낮은 가격에 판매되는 것으로 나타남.

○ 미국 쇠고기 홍보 및 마케팅

- USMEF(미국육류수출입협회)는 미국 쇠고기의 홍보 및 해외수요 파악을 담당함.
- USMEF는 해외시장에서 미국산 육류에 대한 수요 증대 및 홍보 등을 목적으로 설립된 비영리 무역기구로서, 한국, 일본, 중국 등 세계 11개 지역에 해외지사가 있으며, 각국의 무역업자, 구매자, 유통업체 및 가공업체 등과 긴밀한 업무관계를 구축하는 역할을 담당함.

○ 미국 쇠고기 해외마케팅 전략

- USMEF는 해외 시장에서 쇠고기 산업 종사자 및 소비자를 대상으로 차별화된 마케팅을 진행함.
- 일본의 경우, 시장진출(1977~1985년) 단계에는 미국 쇠고기에 대한 일본 소비자들의 인지도를 높이기 위한 활동에 주력하였으며, 1986년 이후부터는 맛과 품질을 강조하는 마케팅 방식을 추진함.
- 광우병이 발생한 2000년대에는 ‘안심 캠페인’, ‘Desire Beef’ 캠페인, ‘We care’ 캠페인 등을 통해 미국 쇠고기의 안전성을 강조하는 방식으로 대처함.

표 72. 미국의 품목별 대홍콩 쇠고기 수출현황

품목	2017			2018			2019			
	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	한화 (원/kg)
뼈를 포함한 쇠고기 (신선·냉장)	27,189	190	143.1	23,168	155	149.3	27,376	175	156.5	23,284.7
뼈없는 쇠고기 (신선·냉장)	293,205	2,024	144.9	421,919	2,818	149.7	416,747	2,630	158.4	23,570.6
뼈를 포함한 쇠고기 (냉동)	1,250,275	22,336	56.0	1,261,419	18,037	69.9	674,368	8,937	75.5	11,225.8
뼈없는 쇠고기 (냉동)	3,805,596	71,935	52.9	4,774,052	74,107	64.4	4,143,929	64,722	64.0	9,525.3
식용설육 (신선·냉장)	1,531	10	147.3	1,264	7	187.0	1,684	14	122.2	18,183.2
식용설육 (냉동)	1,124,504	32,846	34.2	1,347,403	37,526	35.9	1,127,867	26,444	42.7	6,345.3
쇠고기 (염장·염수장·건조·훈제)	15,963	490	32.6	52,128	1,547	33.7	9,840	201	49.0	7,293.6
저장처리한 쇠고기 및 설육	29,289	1,671	17.5	22,529	1,186	19.0	17,473	680	25.7	3,824.5
계	6,547,552	131,502	628.5	7,903,882	135,382	709.0	6,419,284	103,802	694.0	103,253.0

주: 1. 자료분류기준은 SITC Revision 4 상품분류에 의한 자료임. 뼈를 포함한 쇠고기(신선·냉장) 01111, 뼈없는 쇠고기(신선·냉장) 01112, 뼈를 포함한 쇠고기(냉동) 01121, 뼈없는 쇠고기(냉동) 01122, 식용설육(신선·냉장) 01251, 식용설육(냉동) 01252, 쇠고기(염장·염수장·건조·훈제)

01681, 저장처리한 쇠고기 및 설육 01760. 2. 2019년 환산은 하나은행 2019년 홍콩달러 평균 매매기준율을 적용함(148.77원/HKD).
 자료 : 홍콩통계청(2018), Hong Kong Merchandise Trade Statistics-Imports

표 73. 미국산 쇠고기 부위별 소매가격 비교 단위 : 원/100g

구분	저가	중가	고가
갈비(Short Rib)	3,148.7	5,281.6	7,980.5
목심(Sirloin)	2,844.0	7,980.5	14,655.1
채끝살(Striploin)	2,524.7	-	14,945.3

주. 2017년도 홍콩달러 기준환율을 적용하여 산출함(145.1원/HKD) 자료 : 한국산업개발연구원(2018), 홍콩 쇠고기 시장 현지조사

(4) 뉴질랜드 (표 74)

○ 뉴질랜드 쇠고기 산업

• 뉴질랜드는 청정국 이미지를 보유하고 있는 청정우 생산국으로 적은 인구수에 비해 소 사육두수가 많아 쇠고기 자급률이 높음. 다만 생산 규모가 작아 호주 등 주요 쇠고기 수출국에 비해 영향력이 크지는 않음.

○ 홍콩 내 뉴질랜드산 쇠고기 유통량

• 뉴질랜드의 대홍콩 쇠고기 수출은 냉동육 중심으로 이뤄지며 지속적인 증가 추세에 있음. 2017년 이후 홍콩으로의 쇠고기 수출량은 약 7천 톤 정도이며, 이 중 냉장육은 약 300톤 정도임.

표 74. 뉴질랜드의 품목별 대홍콩 쇠고기 수출현황

품목	2017			2018			2019			한화 (원/kg)
	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	
뼈를 포함한 쇠고기 (신선·냉장)	1,507	13	117.2	473	3.3	144.6	393	2.5	159.7	23,757. 3
뼈없는 쇠고기 (신선·냉장)	38,835	363	107.1	49,034	441	111.2	45,447	437	104.1	15,489. 1
뼈를 포함한 쇠고기 (냉동)	3,413	136	25.1	1,483	44	34.1	800	9	86.4	12,855. 5
뼈없는 쇠고기 (냉동)	154,755	2,711	57.1	118,856	2,023	58.7	104,712	1,749	59.9	8,908.4
식용설육 (신선·냉장)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
식용설육 (냉동)	99,616	4,185	23.8	127,519	4,878	26.1	79,132	3,260	24.3	3,610.7
쇠고기 (염장·염수장 ·건조·훈제)	-	N.A.	-	-	N.A.	-	263	1.0	274.0	40,756. 8
저장처리한 쇠고기 및 설육	6,093	111	54.8	6,137	95	64.3	6,605	100	65.9	9,810.4
계	304,219	7,518	385.2	303,502	7,484	439.1	237,352	5,558	774.3	115,188. 1

주. 1. 자료분류기준은 SITC Revision 4 상품분류에 의한 자료임. 뼈를 포함한 쇠고기(신선·냉장) 01111, 뼈없는 쇠고기(신선·냉장) 01112, 뼈를 포함한 쇠고기(냉동) 01121, 뼈없는 쇠고기(냉동) 01122, 식용설육(신선·냉장) 01251, 식용설육(냉동) 01252, 쇠고기(염장·염수장·건조·훈제) 01681, 저장처리한 쇠고기 및 설육 01760. 2. 2019년 환산은 하나은행 2019년 홍콩달러 평균 매매기준율을 적용함(148.77원/HKD).

(5) 영국(표 75)

○ 홍콩 내 영국산 쇠고기 유통량

• 영국의 대홍콩 쇠고기 수출은 냉동육 중심으로 이뤄지며 지속적인 증가추세에 있음. 전체 쇠고기 수출량은 약 1만7천 톤 정도이고, 이 중 냉장육은 약 100톤임. 영국의 냉장육의 수출 단가는 냉동육에 비해 3배 이상 높은 수준으로 고급육 위주인 것으로 판단됨.

표 75. 영국의 품목별 대홍콩 쇠고기 수출현황

품목	2017			2018			2019			한화 (원/kg)
	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	금액 (천HKD K)	물량 (톤)	수출 단가 (HKD/k g)	
뼈를 포함한 쇠고기 (신선·냉장)	1,916	32	60.5	321	1.5	208.4	1,673	10	167.2	24881.8
뼈없는 쇠고기 (신선·냉장)	7,883	56	142.0	7,458	68	110.4	8,581	84	101.7	15130.0
뼈를 포함한 쇠고기 (냉동)	218,376	5,054	43.2	298,509	6,715	44.5	281,669	6,861	41.1	6108.0
뼈없는 쇠고기 (냉동)	119,123	3,660	32.5	108,329	3,163	34.3	100,784	3,511	28.7	4270.1
식용설육 (신선·냉장)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
식용설육 (냉동)	124,814	6,481	19.3	124,773	6,139	20.3	103,771	5,037	20.6	3065.1
쇠고기 (염장·염수장 ·건조·훈제)	91	0.4	232.1	64	0.1	876.7	148	0.6	253.0	37637.5
저장처리한 쇠고기 및 설육	32,674	1,803	18.1	30,949	1,211	25.6	10,412	309	33.7	5017.4
계	504,877	17,085	547.8	570,403	17,296	1320.1	507,038	15,812	646.0	96109.7

주: 1. 자료분류기준은 SITC Revision 4 상품분류에 의한 자료임. 뼈를 포함한 쇠고기(신선·냉장) 01111, 뼈없는 쇠고기(신선·냉장) 01112, 뼈를 포함한 쇠고기(냉동) 01121, 뼈없는 쇠고기(냉동) 01122, 식용설육(신선·냉장) 01251, 식용설육(냉동) 01252, 쇠고기(염장·염수장·건조·훈제) 01681, 저장처리한 쇠고기 및 설육 01760. 2. 2019년 환산은 하나은행 2019년 홍콩달러 평균 매매기준율을 적용함(148.77원/HKD).

너. 해외 시장 한우 고기 수출 증대 대응 전략

(1) 한우고기 홍콩시장 수출 현황 및 애로사항

○ 홍콩 쇠고기 시장 현황

- 홍콩은 관세율 0%의 자유무역도시 정책에 힘입어 ① 유럽-아시아를 잇는 식품산업 테스트 마케터이자, ② 사실상 중국으로의 물류유통 허브 역할을 수행하는 시장임.
- 홍콩의 쇠고기 수입은 2009년부터 2017년도까지 국제 쇠고기 값 상승으로 인한 단기적 하락을 제외하면 수입량과 수입금액 모두 지속적인 상승 추세에 있음.
- 최대 쇠고기 생산국 중 하나인 미국의 BSE 발생 영향으로 2015년 홍콩시장의 쇠고기 수출 및 소비가 급락했으나, 이후 미국으로부터의 쇠고기 수입과 국내 소비는 서서히 회복하고 있음.

- 이러한 영향으로 한국의 한우고기가 2015년을 전후로 홍콩시장에 소량이 수출되기 시작함.
- 홍콩시장으로의 한우 수출 애로사항>
 - 2015년 12월 한국·홍콩 정부 간 검역위생조건이 체결되어 한우가 홍콩으로 수출되기 시작했음.
 - 2016년부터 수출물량은 연간 50톤 수준으로 수출물량에 큰 변화가 없으며, 연간 수출물량은 연간 생산량의 0.02% 수준임.
 - 한우고기 수출단가는 2016년 82.7 USD/kg, 2017년 59.5 USD/kg, 2018년 57.4 USD/kg로 연평균 -16.7%로 크게 하락하고 있음. 홍콩시장 한우수출 3년 만에 홍콩시장에서 국내 업체 간 과당경쟁으로 수출단가가 하락하였음.
 - 홍콩시장에 수출되는 한우고기는 냉장육인 것으로 분석되었지만 현지 유통과정에서 급랭시켜 냉동육 판매가 이뤄지고 있음. 일부 식당에서는 냉장육을 우선적으로 판매하지만 남은 물량의 재판매를 위해 냉동하는 사례가 빈번히 발생하고 있음. 냉장유통시스템이 갖춰지지 않아 유통 과정상 냉장 한우고기가 냉동육으로 판매되는 등 품질관리가 제대로 이루어지지 못하는 실정임.
 - 한우는 지방 함량이 높고 마블링이 화려하지만 건강을 중시하는 홍콩 소비자들의 트렌드와는 맞지 않는 부분이 있음.
 - 신시장에 대한 준비부족과 전략 부족, 기술력 약화, 업체간 과당 경쟁, 생산·공급 단계와 현지유통 단계 모두에서 컨트롤 타워의 부재 등 어려움을 겪고 있음.
 - 결론적으로, 홍콩시장의 소비자들은 신선·냉장식품에 대한 이해도가 높아 소비자 니즈에 대응하기 위해 위생·안전 만족도에 대한 소비자 욕구의 충족이 필요하였으나, 장기 전략 및 긴급상황에 대한 대응전략을 수립하는 기구의 부재로 한우 수출이 고전을 면치 못하고 있음.

(2) 홍콩 내 한우고기 경쟁력 진단

○ 강점(Strength)

- 한우의 높은 품질경쟁력
- 고급육 사육기반 안정화
- 고급육 확보 기술 및 연구개발 능력 우수
- 한국 농·식품 우수성 검증
- 한우 수출에 대한 정부의 높은 관심
- 홍콩과의 정치적 관계 양호
- 수출제품에 대한 한류열풍 유지
- 한우 수출 본격화

○ 약점(Weakness)

- 한우수출 컨트롤 타워 부재
- 수출 모니터링 체계 부재
- 수출상품 이력 정보 제공, 유통과정 온도 센싱 등 유통관련 기술 부족
- 농민의 수출 및 시장 이해도 부족
- 농민과 수출업체 간 정보 비대칭 발생
- 한우고기 수출 공급자 간 커뮤니케이션 부족
- 수출건전성 확보 노력 부족
- 국제위생 및 검역체계 대응에 대한 경험 부족

- 수출시장 상황에 맞는 마블링 규격화 경험 및 체계 부족

○ 기회(Opportunities)

- 고급육 틈새시장 존재(일본화우와 호주 와규 사이 틈새시장 존재)
- 한국 신선 농산물 홍콩진출 성공사례 보유
- 무관세 제도에 기초한 자유무역체제
- 한국산 식품에 대한 높은 관심
- 구제역 발생국가의 낮은 진입장벽(발생지역에 한정된 수입금지 조치 등)
- 지리적 접근성 양호

○ 위기(Threats)

- 한우에 대한 비교적 낮은 인지도
- 세계 쇠고기 생산 주요국과의 경쟁
- 국제 시장 및 고가 브랜드 가치에 대한 이해 부족
- 일본 쇠고기의 높은 브랜드 가치
- 수입업체 선정에 좌우되는 유통구조
- 높은 수입업체, 도·소매업체 마진율
- 국내 쇠고기 관련 수출업체의 내부 분쟁 및 과당 경쟁 발생
- 국내 소비를 중심으로 이루어진 생산 및 유통경험
- 시장 선점을 위한 전략 부족

(3) 한우 수출 증대 대응 전략

○ 장기 대책 수립

○

• 한우 수출이 큰 성공을 거두지 못한 것은 시장 진출을 위한 사전 준비와 유통망 개척, 그리고 소비지 시장 분석 등에 준비가 성급히 되었다는 점을 지적할 수 있음. 따라서, 한우 수출 증대를 위해서는 단계별로 장기적인 대책을 수립하여 앞서 지적되었던 애로사항들을 해결할 수 있는 중장기 로드맵을 잘 수립해야 할 것임.

• 먼저, 1단계는 홍콩 시장을 중심으로 쇠고기 시장에 대한 소비지 시장 분석을 철저히 할 필요가 있고, 여기에서 한우의 포지셔닝을 어떻게 할 것인지에 대한 구체적 타깃을 명확히 해야 함.

• 2단계는, 이 과정에서 필요한 여러가지 기술 및 제도의 뒷받침이 이루어져야 함. 한우 수출 컨트롤 타워 설립, 한우 수출 전문단지 조성, 수출을 위한 주요 기술개발(유통 저장 기능 향상을 위한 필름개발, ICT 정보수집장치, 비선호부위 가공품 개발, 플랫폼 계획 수립 등), 홍콩 시장 진입 전략 개발 등에 목표를 설정함.

• 3단계는, 확장된 시장을 기반으로 기존의 수출물량을 증대시키며 기술신속화, 기술사업화 사후관리, 플랫폼 지원기관 설립 등에 목표를 설정함.

(2) 유통단계별/시장주체별 맞춤형 처방

○ 앞서 언급된 유통단계별/시장주체별 한우 고기 수출상의 애로사항을 해결할 수 있도록 각 부문별로 맞춤형 처방전을 준비해야 함.

○ 협회 및 기관

장기적 수출 전략 수립

- 수출 종합 의견 조정기구 구축

- 한우수출 단일화 창구 확보
- 지속적 수급 방안 마련
- 물량 및 가격 경쟁력 확보 전략
- 홍보 및 마케팅 지원(한류를 이용한 미디어 효과 극대화)
- 플랫폼 구축을 통한 정보공유
- 수출농가 대상 교육 강화(생산교육, 시장교육, 현지시찰 등)
- 프로모션 예산 확보
- 채널별 프로모션 지원사업 확대 및 프로모션 다양화
- 시장정보 상시 모니터링 체계 구축(마케팅 조사, 시장분석 등)
- 고급육 유통채널 개발 및 구축(고급 슈퍼마켓, 백화점, 호텔 레스토랑, 고급 한식당 등)
- 직거래 수출 채널 개발

○ 한우생산자

- 한우수출용 사육단지 조성 및 계획수립
- 광역권별 사육단지 조성
- 수출특화 한우고기 등급제 마련
- 수출상품 특화 생산이력체계 구축 및 위험요소 제거
- 고급 패키징 디자인 기술개발

○ 수출기업체

- 농협 및 축협과 한우 수급 연계 방안 (플랫폼 구축)
- 수입 필름포장재 대체 기술개발
- 선박 수송에 따른 수출 비용 절감 기술
- 현지 직거래 유통망 구축

○ 수입바이어

- 진공수축필름의 기술적 해결방안 제시
- 품질 및 선도유지 추적기술 개발
- 최고급 프리미엄 신규 브랜드 및 스토리 마케팅 개발(미경산한우, 제주흑우 등)

(4) 소비처별 수요자 니즈 파악

○ 홍콩 시장에서의 쇠고기 시장 분석을 통해 홍콩 소비자들의 소비자 니즈를 분석하고 이를 토대로 한우 포지셔닝 계획을 수립함.

○ 현재 한우는 홍콩 시장을 주력으로 수출을 활발히 진행하고 있으며, 뛰어난 품질과 맛으로 해외 시장에서의 반응은 좋은 편임.

○ 하지만 일부 후발 업체들의 수출 실적 높이기로 인한 과당 경쟁으로 한우의 가격을 떨어뜨려 덤핑판매를 하거나 냉동육을 냉장육으로 속여 판매하는 등 한우의 고급 이미지에 좋지 않은 영향을 끼치는 사례가 발생하고 있음.

○ 홍콩에 쇠고기를 성공적으로 수출하고 있는 국가는 일본, 호주, 미국이 대표적임.

• 각 국가들은 홍콩 쇠고기 시장에서 국별 수출물량에 대한 소비자들의 요구사항대로 포지셔닝을 잘하여 판매하고 있음.

• 일본의 화우(일부 호주의 와규)는 고급육 시장을, 미국은 중가 시장을, 호주는 중저가 시장을 공략하고 있음.

• 한우의 경쟁품목인 일본의 화우 또한 초기에는 한국과 같은 어려움을 겪었으나 체계적인

시스템을 구축한 후 현재는 안정적인 공급과 품질 유지를 하고 있으며 고정적인 홍콩 소비자를 가지고 있는 상황임.

○ 한우는 지방 함량이 높고 마블링이 화려하지만 건강을 중시하는 홍콩 소비자들의 트렌드와는 맞지 않는 부분이 있어, 이러한 단점을 극복할 수 있는 체계적인 마케팅 전략도 수립되어야 함.

- 한우 고급 냉장육의 주요 경쟁상대는 일본의 화우, 호주의 와규, 기타 서구 고급 냉장육임.
- 따라서, 홍콩 시민들의 기호를 잘 분석하여, 다른 수출국들과 경쟁가능하면서 틈새시장을 공략할 수 있는 전략을 마련해야 함.

(5) 수출전용 도축장 지정 및 수출물류체계 재정비 및 효율화

○ 홍콩시장을 포함한 아시아 시장에서 수출시장의 성공적인 안착을 위해서는 할랄을 적용한 수출전용 도축장의 지정도 필요할 것이라 판단되며, 구제역 등의 이슈 발생으로 인한 피해를 최소화하기 위해 광역별 1~2개의 지정이 필요할 것으로 사료됨.

○ 또한, 수출전용 도축장 및 가공처리시설을 통해 가공·포장된 한우고기가 공항 또는 항구로 신속하고 효율적인 운송이 가능하도록 유통체계를 구축할 필요가 있음.

- 수출단계부터 현지 소비시장까지의 운송과정에서 발생하는 비효율적인 물류비를 절감하기 위해 국내외 물류업체와의 전략적 제휴, 해외공동물류센터 활용, 공동물류사업 추진 등 정책적인 지원이 필요함.

「제4세부 : 한우육의 근내지방 함량과 지방산 조성 간의 상관관계 구명 (경상대 주선태)」

가. 한우육의 등급별 등심근의 영양성분 특성 구명

(1) 연구수행방법

한우육 등심근을 등급별로 채취하여 일반성분, 지방산 조성 및 아미노산 조성을 측정하여 상호간의 비교 및 상관관계를 조사함

(2) 연구내용

- 공시재료: 한우육 등급별(1++, 1+, 1, 2등급) 등심근 각 5개를 상업적 도축장에서 채취
- 시료처리: 공시된 도체는 사후 24시간에 발골 해체하여 등심근을 채취
- 일반성분 중 조수분, 조단백 및 조회분은 AOAC 방법으로 측정
- 조지방은 Folch법으로 측정한 후, 추출된 지방은 GC를 이용하여 지방산조성을 조사
- 아미노산 조성은 전처리 후 아미노산 분석기로 분석
- 조사된 자료는 SAS를 이용하여 통계분석함

(3) 연구결과

○ 수분함량은 등급이 낮아질수록 많아진 반면 지방함량은 등급이 높아질수록 많아졌음. 또한 조단백질은 등급이 높아질수록 작아졌고 조회분은 등급에 따른 유의적인 차이가 없었음.○ 등급이 높아질수록 올레인산 비율이 증가한 반면 스테아린산 비율은 낮아졌음. MUFA/SFA는 등급이 높아질수록 증가함. 아미노산 조성은 등급에 관계없이 리신이 가장 많았으며, 전반적으로 등급 간의 유의적인 차이가 없었음.

표 1. 한우육 등급별(1++, 1+, 1, 2등급) 등심근의 지방산 조성 특성

지방산	1++등급	1+등급	1등급	2등급
-----	-------	------	-----	-----

C14:0	3.11±0.41	3.86±0.41	3.86±0.64	2.81±0.23
C16:0	26.4±1.48	29.73±1.51	28.35±2.79	25.45±1.19
C16:1	3.92±0.30	0.19±0.02	4.93±0.57	3.87±0.12
C18:0	10.2±0.96	11.44±1.20	12.82±1.12	12.46±0.21
C18:1	50.39±2.13	48.56±2.50	45.78±3.31	43.44±1.44
C18:2	2.10±0.21	2.25±0.42	2.32±0.27	2.05±0.28
C18:3	0.13±0.02	0.07±0.02	0.09±0.08	0.11±0.02
C20:1	0.26±0.15	0.30±0.07	0.18±0.12	0.26±0.10
C20:2	0.05±0.02	0.06±0.02	0.05±0.02	0.05±0.02
C20:3	0.11±0.03	0.15±0.06	0.15±0.03	0.10±0.04
SFA	43.6±2.08	46.36±2.65	44.79±3.11	42.43±1.59
MUFA	56.3±2.08	53.63±2.66	50.21±3.11	47.57±1.59
PUFA	53.7±2.10	50.93±2.74	52.41±3.05	55.10±1.44
MUFA/SFA	2.85±0.32	2.70±0.55	2.55±0.32	2.48±0.43
PUFA/SFA	1.24±0.11	0.62±0.57	1.18±0.15	1.30±0.08

표 2. 한우육 등급별(1⁺⁺, 1⁺, 1, 2등급) 등심근의 아미노산 조성 특성

아미노산	1 ⁺⁺ 등급	1 ⁺ 등급	1등급	2등급
Asp	4.66±2.58	9.69±0.37	8.89±1.64	9.55±0.37
Thr	3.83±1.28	5.44±0.39	5.36±0.51	5.07±0.37
Ser	2.16±1.26	4.29±0.37	3.98±0.56	4.23±0.35
Glu	14.51±5.33	14.95±0.53	12.91±4.37	15.70±0.71
Pro	3.13±1.92	4.38±0.41	5.05±0.76	4.92±0.40
Gly	4.40±0.50	4.91±0.41	5.28±0.68	4.97±0.48
Ala	9.33±2.27	6.19±0.37	6.94±1.32	6.17±0.35
Cys	3.31±2.52	1.42±0.37	1.54±0.94	1.27±0.36
Val	6.71±0.97	5.58±0.38	6.46±1.17	5.57±0.36
Met	3.23±0.44	2.57±0.66	3.19±0.68	2.85±0.58
Iso	5.52±0.61	5.26±0.4	5.68±0.78	5.23±0.37
Leu	9.54±0.82	9.02±0.36	9.30±0.87	8.83±0.35
Tyr	4.29±0.46	3.89±0.44	4.18±0.57	3.73±0.43
Phe	5.28±0.51	4.96±0.38	5.11±0.63	4.60±0.36
His	4.03±1.31	4.67±0.39	4.42±0.42	4.53±0.55
Lys	11.81±1.56	10.04±0.38	10.54±1.12	9.62±0.36
Arg	8.65±1.79	6.72±0.4	7.43±0.88	2.17±0.41

나. 한우육의 대분할 부위별 영양성분 및 육질특성 구명

(1) 연구수행방법

한우육의 반도체를 구입하여 대분할육으로 발골해체 한 후, 각 대분할육의 영양성분과 육질 측정항목을 측정한 다음, 각 부위별 측정항목의 비교를 통해 특성을 규정함

(2) 연구내용

- 공시재료: 한우 반도체 또는 등급별 대분할육을 상업적 도축장 및 가공장에서 구입
- 구입한 지육은 실험실로 옮겨 각 대분할육의 소분할육으로 분할

- 각 소부할육을 대상으로 일반성분(조수분, 조단백질, 조지방 및 조회분), 지방산 조성, 아미노산 조성 및 육질을 측정
- 육질은 육색(CIE L*a*b*, Myoglobin 함량), 보수력(Drip loss와 Cooking loss), 연도(WBSF) 및 콜라겐 함량 등을 측정함.
- 조사된 자료는 SAS로 통계분석하여 각 대분할육의 영양학적 특성과 육질 특성을 규정함

(3) 연구결과

- 조지방 함량은 갈비와 등심이 가장 많은 반면 사태와 우둔이 가장 적었고, 단백질 함량은 사태와 우둔이 가장 많은 반면 갈비와 등심이 가장 적었음. 조수분은 우둔, 안심, 앞다리가 많았고 등심과 갈비는 적었음.
- 안심, 우둔, 앞다리, 사태 등 지방함량이 상대적으로 적은 부위들이 올레인산 함량이 낮은 반면 등심, 갈비, 목심 등은 높은 올레인산 비율을 보였음. 등심은 리신의 함량이 가장 높았고 사태는 글루타민의 함량이 가장 높았음.

표 3. 한우육 10개 대분할육의 일반성분 특성

대분할육	조수분	조단백질	조지방	조회분
안심	69.52±2.36	20.28±2.54	6.26±1.58	0.86±0.15
등심	58.45±2.56	16.84±2.48	20.56±2.63	0.89±0.45
채끝	61.34±0.72	17.68±1.23	14.56±1.25	0.79±0.09
목심	64.46±2.48	18.62±1.42	15.24±1.16	0.74±0.19
갈비	55.65±1.88	15.64±1.69	21.56±3.66	0.84±0.18
우둔	70.56±0.29	20.74±1.30	5.38±0.98	0.87±0.14
설도	66.62±2.30	19.63±2.85	9.66±2.29	0.95±0.06
양지	64.65±2.72	19.62±0.92	13.77±1.20	0.65±0.05
앞다리	69.84±1.39	18.48±1.24	6.79±1.37	0.76±0.09
사태	67.86±1.57	20.26±1.14	5.25±0.98	0.78±1.24

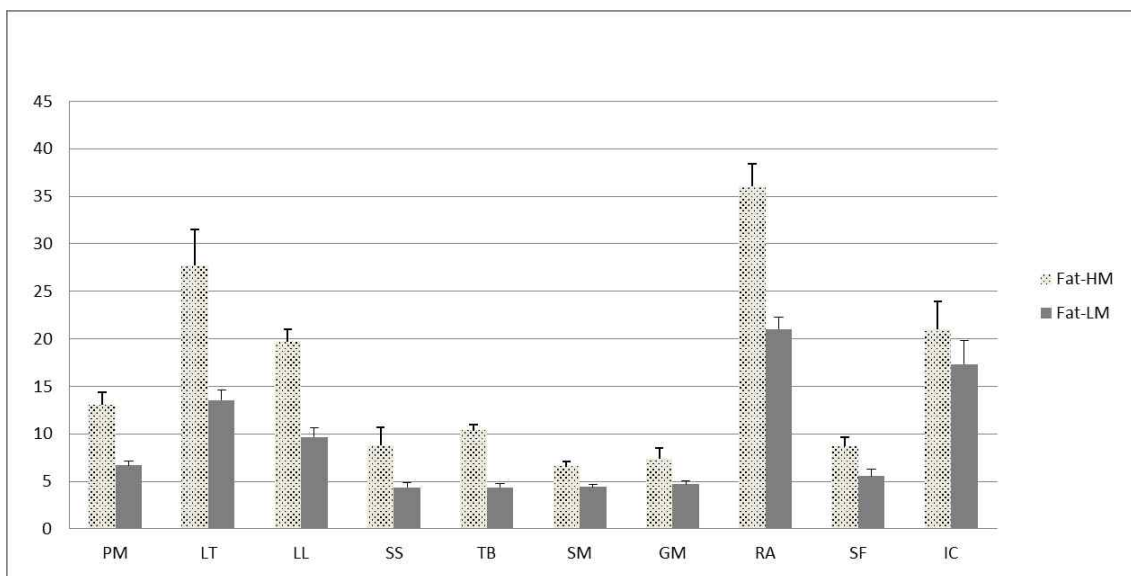


그림 1. Differences in intramuscular fat contents between high-marbled (HM) and low-marbled (LM) muscles from 10 Hanwoo muscles.

다. 한우육 소분할육 부위별 영양성분 및 육질 특성 구명

표 4. 한우고기 대분할육별 지방산 조성

지방산	안심	등심	채끝	목심	갈비	우둔	설도	양지	앞다리	사태
C14:0	3.43 ±0.05	3.11 ±0.41	3.30 ±0.33	2.54 ±0.28	2.90 ±0.45	2.82 ±0.32	2.77 ±0.33	3.19 ±0.43	2.70 ±0.42	2.39 ±0.27
C16:0	28.0 ±1.12	26.4 ±1.48	26.9 ±1.21	24.9 ±0.99	24.3 ±1.39	26.7 ±1.20	25.3 ±1.28	25.0 ±2.18	24.5 ±1.27	23.4 ±1.85
C16:1	3.23 ±0.05	3.92 ±0.30	4.57 ±0.27	3.99 ±0.31	3.95 ±1.14	5.05 ±0.36	4.83 ±1.05	5.27 ±0.90	4.71 ±1.18	4.87 ±0.58
C18:0	14.6 ±0.58	12.2 ±0.96	10.3 ±1.39	11.7 ±0.76	13.6 ±3.55	9.30 ±0.56	10.0 ±1.32	9.91 ±1.74	10.1 ±1.41	8.90 ±1.02
C18:1	43.8 ±0.64	47.9 ±2.13	48.3 ±0.79	49.5 ±0.91	48.3 ±2.96	45.9 ±1.76	49.7 ±1.60	49.6 ±2.55	43.2 ±1.52	42.8 ±2.25
C18:2	2.55 ±0.15	2.10 ±0.21	1.95 ±0.06	2.78 ±0.36	2.39 ±0.39	2.54 ±0.11	2.70 ±0.44	2.05 ±0.19	2.79 ±0.35	2.71 ±0.46
C18:3	0.14 ±0.01	0.13 ±0.02	0.12 ±0.01	0.14 ±0.01	0.13 ±0.04	0.13 ±0.01	0.14 ±0.02	0.11 ±0.02	0.15 ±0.02	0.14 ±0.02
C20:1	0.20 ±0.06	0.26 ±0.15	0.20 ±0.08	0.23 ±0.16	0.47 ±0.08	0.11 ±0.00	0.15 ±0.08	0.34 ±0.16	0.37 ±0.16	0.41 ±0.20
C20:2	0.05 ±0.01	0.05 ±0.02	0.04 ±0.01	0.06 ±0.01	0.04 ±0.01	0.04 ±0.02	0.05 ±0.02	0.04 ±0.01	0.06 ±0.01	0.05 ±0.02
C20:3	0.16 ±0.01	0.11 ±0.03	0.10 ±0.01	0.23 ±0.03	0.11 ±0.02	0.19 ±0.03	0.19 ±0.05	0.12 ±0.02	0.20 ±0.06	0.22 ±0.07
SFA	48.1 ±0.74	43.6 ±2.08	42.4 ±0.32	40.9 ±1.08	42.6 ±3.60	40.6 ±1.70	39.9 ±2.34	39.9 ±3.20	39.1 ±1.86	36.4 ±2.58
MFA	51.8 ±0.74	56.3 ±2.08	57.5 ±0.32	59.0 ±1.08	57.3 ±3.60	59.3 ±1.70	60.0 ±2.34	60.0 ±3.20	60.8 ±1.86	63.5 ±2.58
PFA	48.6 ±0.63	53.7 ±2.10	55.1 ±0.34	54.4 ±3.90	54.4 ±3.90	56.0 ±1.77	56.5 ±2.66	57.4 ±3.24	57.1 ±1.95	59.9 ±2.59
MFA /SFA	3.24 ±0.16	2.55 ±0.32	2.38 ±0.04	2.88 ±0.50	2.88 ±0.50	3.33 ±0.21	3.52 ±0.68	2.51 ±0.20	3.63 ±0.56	3.65 ±0.71
PFA /SFA	1.01 ±0.03	1.24 ±0.11	1.30 ±0.02	1.29 ±0.20	1.29 ±0.20	1.38 ±0.10	1.42 ±0.16	1.45 ±0.21	1.46 ±0.12	1.66 ±0.20

(1) 연구수행방법

한우 거세 1등급 반도체를 구입하여 대분할육 및 각 소분할육으로 발골해체 한 후, 39 개 소분할육의 영양성분과 육질 측정항목을 측정한 다음, 각 부위별 측정항목의 비교를 통해 특성을 규정함

(2) 연구내용

- 공시재료: 한우 거세우 1등급 반도체 또는 1 등급 대분할육을 상업적 도축장 및 육가공장에서 구입하여 공시함
- 공시된 지육 시료는 실험실로 옮겨 각 소분할육을 대표하는 근육을 시료로 채취함
- 각 소분할육 근육을 대상으로 일반성분(조수분, 조단백질, 조지방 및 조회분), 지방산 조성, 아미노산 조성 및 육질을 측정
- 육질은 육색(CIE L*a*b*, Myoglobin 함량), 보수력(Drip loss와 Cooking loss), 전단가(WBSF) 및 콜라겐 함량 등을 측정함.
- 조사된 자료는 SAS로 통계분석하여 각 소분할육의 영양학적 특성과 육질 특성을 규정함

(3) 연구결과

○ 조지방 함량은 본갈비, 살치살, 업진살이 가장 많은 반면 우둔살, 흥두깨살, 멍치사태, 상박살 가장 적었고, 단백질 함량은 사태와 우둔 부위 소분할육이 가장 많은 반면 갈비와 등심 부위 소분할육들이 가장 적었음. 조수분은 우둔, 안심, 앞다리 소분할육이 많았고 등심과 갈비 소분할육들은 적었음.

○ 대분할육 안심, 우둔, 앞다리, 사태 부위의 소분할육들이 상대적으로 다른 부위들보다 올레인산 함량이 낮은 반면 등심, 갈비, 목심 등은 높은 올레인산 비율을 보였음. 등심 부위 소분할육들은 리신의 함량이 가장 높았고 사태의 소분할육들은 글루타민의 함량이 가장 높았음.

표 5. 한우고기 소분할육 지방산 조성의 특성

	PM	LT	LL	SS	TB	SM	GM	RA	SF	IC	RME ¹	
C12:0	0.13 ^a	0.14 ^a	0.08 ^b	0.08 ^b	0.09 ^b	0.07 ^b	0.07 ^b	0.08 ^b	0.08 ^b	0.08 ^b	0.038	**
C14:0	3.60 ^a	3.37 ^a	3.32 ^a	2.79 ^b	2.53 ^b	2.64 ^b	2.56 ^b	3.39 ^a	2.74 ^b	3.28 ^a	0.444	***
C14:1	0.62 ^e	0.86 ^{cd}	1.20 ^b	0.81 ^{cde}	0.84 ^{cd}	0.99 ^c	0.67 ^{de}	1.43 ^a	0.81 ^{cde}	1.36 ^{ab}	0.205	***
C16:0	28.13 ^a	27.79 ^a	26.93 ^b	24.40 ^c	24.28 ^c	25.91 ^c	25.38 ^{cd}	24.29 ^c	25.48 ^{cd}	24.82 ^{de}	0.973	***
C16:1	3.29 ^f	3.78 ^{ef}	5.00 ^{bc}	4.66 ^{bc}	4.54 ^{cd}	4.86 ^{bc}	4.11 ^{de}	5.98 ^a	5.04 ^{bc}	5.15 ^b	0.579	***
C18:0	15.69 ^a	13.73 ^{ab}	10.49 ^{cd}	10.63 ^{cd}	11.25 ^{cd}	11.13 ^{cd}	12.27 ^{bc}	9.65 ^d	10.35 ^{cd}	11.35 ^{cd}	2.351	***
C18:1n-9	41.89 ^c	44.55 ^{bc}	46.46 ^{ab}	48.08 ^a	48.29 ^a	46.69 ^{ab}	46.96 ^{ab}	48.15 ^a	48.28 ^a	48.38 ^a	3.006	***
C18:2n-6	2.74 ^{bcd}	2.38 ^{de}	2.49 ^{cde}	3.44 ^a	3.37 ^a	3.17 ^{ab}	3.34 ^a	2.29 ^{de}	2.98 ^{abc}	2.19 ^e	0.537	***
C18:3n-6	0.18 ^{ab}	0.14 ^{abc}	0.14 ^{bc}	0.17 ^{ab}	0.19 ^a	0.16 ^{abc}	0.17 ^{ab}	0.12 ^c	0.17 ^{ab}	0.15 ^{abc}	0.045	*
C18:3n-3	0.12 ^{ab}	0.12 ^a	0.10 ^d	0.12 ^{ab}	0.10 ^d	0.10 ^{bcd}	0.11 ^{acd}	0.11 ^{acd}	0.10 ^{cd}	0.10 ^{acd}	0.018	*
C20:0	0.15 ^a	0.12 ^b	0.10 ^{bc}	0.10 ^{bc}	0.11 ^{bc}	0.09 ^{bc}	0.11 ^{bc}	0.10 ^{bc}	0.09 ^c	0.12 ^b	0.025	***
C20:1n-9	0.15 ^c	0.16 ^c	0.19 ^{bc}	0.23 ^{abc}	0.29 ^{ab}	0.16 ^c	0.16 ^c	0.25 ^{abc}	0.21 ^{abc}	0.31 ^a	0.116	*
C20:2n-6	0.06 ^{abc}	0.06 ^{abc}	0.06 ^{bc}	0.07 ^{ab}	0.07 ^{ab}	0.07 ^{ab}	0.07 ^{abc}	0.06 ^{bc}	0.08 ^a	0.05 ^c	0.020	*
C20:3n-6	0.15 ^b	0.14 ^b	0.14 ^b	0.32 ^a	0.27 ^a	0.33 ^a	0.27 ^a	0.13 ^b	0.18 ^b	0.12 ^b	0.094	***
C20:4n-6	0.33 ^b	0.25 ^b	0.32 ^b	0.78 ^a	0.70 ^a	0.87 ^a	0.68 ^a	0.16 ^b	0.34 ^b	0.15 ^b	0.314	***
C20:5n-3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	ns
C21:0	0.38 ^d	0.44 ^{cd}	0.53 ^{ab}	0.41 ^d	0.48 ^{bc}	0.40 ^d	0.41 ^d	0.59 ^a	0.40 ^d	0.58 ^a	0.064	***
C22:0	0.05 ^{bc}	0.04 ^{cd}	0.04 ^{cd}	0.07 ^b	0.05 ^{bc}	0.09 ^a	0.06 ^{bc}	0.02 ^e	0.05 ^{bc}	0.03 ^{de}	0.021	***
C22:6n-3	0.06 ^e	0.07 ^{de}	0.07 ^{cd}	0.08 ^{abc}	0.09 ^a	0.08 ^{bcd}	0.08 ^{bcd}	0.08 ^{bc}	0.09 ^{ab}	0.07 ^{cde}	0.010	***
SFA ²	48.13 ^a	45.63 ^b	41.47 ^c	38.47 ^d	38.78 ^{cd}	40.33 ^{cd}	40.86 ^{cd}	38.12 ^d	39.18 ^{cd}	40.24 ^{cd}	2.716	***
MUFA ³	45.95 ^c	49.35 ^c	52.84 ^{ab}	53.77 ^{ab}	53.97 ^{ab}	52.70 ^{ab}	51.89 ^{bc}	55.81 ^a	54.34 ^{ab}	55.21 ^{ab}	3.288	***
PUFA ⁴	3.65 ^{cd}	3.16 ^{cd}	3.33 ^{cd}	4.99 ^a	4.79 ^{ab}	4.77 ^{ab}	4.71 ^{ab}	2.96 ^d	3.94 ^{bc}	2.83 ^d	0.889	***
MUF/SFA	0.96 ^c	1.09 ^c	1.28 ^b	1.40 ^{ab}	1.41 ^{ab}	1.31 ^{ab}	1.28 ^b	1.47 ^a	1.39 ^{ab}	1.40 ^{ab}	0.165	***
PUF/SFA	0.07 ^d	0.07 ^d	0.08 ^{cd}	0.13 ^a	0.13 ^a	0.12 ^{ab}	0.12 ^{ab}	0.08 ^{cd}	0.10 ^{bc}	0.07 ^d	0.005	***
n-6/n-3	18.32 ^{cd}	15.45 ^{cd}	17.78 ^{cd}	23.96 ^{ab}	23.73 ^{ab}	24.64 ^a	23.94 ^{ab}	15.22 ^{cd}	19.81 ^{bc}	14.67 ^d	4.816	***

^{abcde} Mean values in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

¹RMSE: Root mean square error, ²SFA:Saturatedfattyacids, ³MUFA:Monounsaturatedfattyacids,

⁴PUFA:Polyunsaturatedfattyacids.

라. 한우육의 근내지방 함량과 지방산 조성 간의 상관관계 구명

(1) 연구수행방법

한우육 등심 부위 및 10개 대분할육 을 등급별로 채취하여 근내지방 및 지방산 조성을 측정하고 관능검사 결과를 기반으로 상호간의 상관관계를 조사함

(2) 연구내용

○ 공시재료: 한우육 등급별(1++, 1+, 1, 2등급) 등심 부위 포함 10개 대분할육을 상업적 도축가공장에서 채취

○ 시료처리: 공시된 도체는 사후 24시간에 발골 해체하여 10개 대분할육을 분할하고 주요 근육을 시료로 채취

○ 일반성분 중 조수분, 조단백 및 조회분은 AOAC 방법으로 측정

○ 조지방은 Folch 법으로 측정한 후, 추출된 지방은 GC를 이용하여 지방산 조성을 조사함

○ 관능검사는 훈련된 관능요원으로 9점 척도법으로 실시

○ 조사된 자료는 SAS를 이용하여 Duncan의 다중회귀법으로 유의성을 검증함

(3) 연구결과

○ 갈비, 등심, 양지, 채끝 같은 고지방 부위는 앞다리, 목심, 우둔, 설도 같은 저지방 부위보다 올레인산 함량이 유의적으로 높은 것에 기인하여 MUFA 비율도 유의적으로 높았음. 안심은

SFA가 다른 부위에 비해 유의적으로 높은 반면, MUFA의 비율은 유의적으로 낮아 저지방 부위들과 큰 차이가 없었음.

○ SFA는 적색도와 정의 상관관계를 나타낸 반면 육즙감량과는 부의 상관관계를 보였음. 연도는 SFA와 강한 정의 상관관계를 나타낸 반면, MUFA와는 강한 부의 상관관계를 보였음. 또한 올레인산이나 MUFA는 관능검사 측정치와 유의적인 상관관계를 보이지 않았음.

표 6. Correlation coefficients between fatty acids and meat quality traits.

	CIE a*	Drip loss	Cooking loss	Sarcomere length	Shear force
C12:0	0.170	-0.224*	-0.071	-0.002	0.069
C14:0	0.083	-0.277**	-0.062	0.002	0.035
C16:0	0.356***	-0.158	0.058	0.032	0.014
C18:1 <i>n</i> -9	-0.209*	0.225*	0.099	0.109	-0.152
C18:2 <i>n</i> -6	-0.255*	0.190	-0.247*	-0.171	0.074
C20:2 <i>n</i> -6	-0.131	-0.023	-0.218*	-0.220*	0.146
C20:3 <i>n</i> -6	-0.127	0.134	-0.232*	-0.161	0.088
C21:0	-0.228	-0.150	-0.073	-0.171	0.045
C22:0	0.032	0.039	-0.144	-0.125	0.234*
C22:6 <i>n</i> -3	-0.214*	0.074	-0.059	-0.009	-0.058
SFA ¹	0.281**	-0.233*	-0.057	0.029	0.051
MUFA	-0.237*	0.164	0.108	0.052	-0.099
PUFA	-0.200*	0.169	-0.245*	-0.167	0.087
MUFA/SFA	-0.260**	0.193	0.078	0.022	-0.088
PUFA/SFA	-0.274**	0.242*	-0.209*	-0.162	0.041
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	-0.241*	0.195	-0.209*	-0.194	0.077

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

표 7. Correlation coefficients between fatty acids and sensory traits.

	Tenderness	Juiciness	Flavor	Overall palatability
C12:0	0.142	0.119	0.079	0.102
C14:0	0.384***	0.335***	0.314**	0.373***
C14:1	0.214*	0.361***	0.239*	0.337***
C16:0	0.473***	0.126	0.283**	0.343***
C16:1	-0.226*	0.042	-0.111	-0.072
C18:0	0.198*	0.053	0.099	0.090
C18:1 <i>n</i> -9	-0.141	0.011	0.001	-0.048
C18:2 <i>n</i> -6	-0.575***	-0.508***	-0.528***	-0.557***
C18:3 <i>n</i> -6	-0.181	-0.160	-0.289**	-0.223*
C18:3 <i>n</i> -3	0.117	0.143	0.168	0.069
C20:0	0.228*	0.203*	0.178	0.143
C20:1 <i>n</i> -9	-0.009	0.127	0.069	0.066
C20:2 <i>n</i> -6	-0.512***	-0.439***	-0.503***	-0.464***
C20:3 <i>n</i> -6	-0.518***	-0.493***	-0.528***	-0.509***
C20:4 <i>n</i> -6	-0.476***	-0.460***	-0.481***	-0.488***
C21:0	0.189	0.447***	0.258**	0.305**
C22:0	-0.459***	-0.533***	-0.474***	-0.523***
C22:6 <i>n</i> -3	-0.508***	-0.255*	-0.342***	-0.441***
SFA ¹	0.389***	0.149	0.234*	0.262**
MUFA	-0.149	0.050	-0.003	-0.028
PUFA	-0.572***	-0.521***	-0.549***	-0.567***
MUFA/SFA	-0.250*	-0.028	-0.094	-0.120
PUFA/SFA	-0.629***	-0.517***	-0.565***	-0.585***
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	-0.506***	-0.511***	-0.519***	-0.487***

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

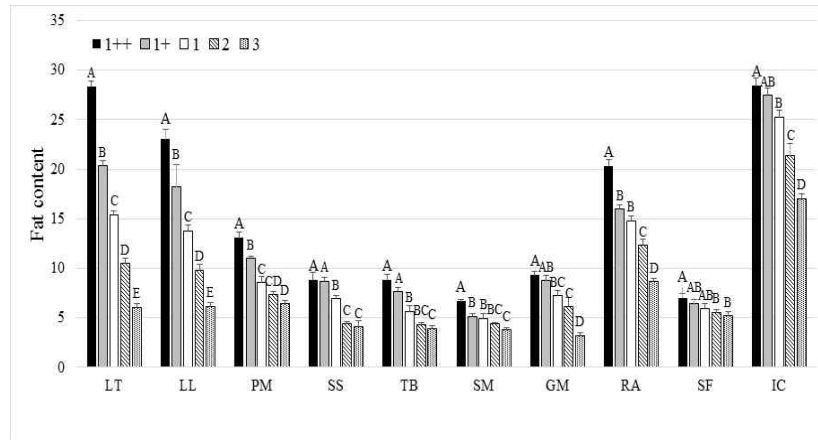


그림 2. Fat content (%) of ten major muscles from Hanwoo steers as influenced by quality grade of carcass.

(LT: *Longissimus thoracis*, LL: *Longissimus lumborum*, PM: *Psoas major*, SS: *Semisponals*, TB: *Triceps brachii*, SM: *Semimembranosus*, GM: *Gluteus medius*, RA: *Rectus Abdominis*, SF: *Superficialis flexor*, IC: *Internal and external intercostal*).

표 8. Correlation coefficients between fatty acids and meat quality traits or sensory panel scores

	Fat content	Collagen content	Drip loss	Shear Force	Flavor	Juiciness	Tenderness	Overall palatability
C12:0	-0.52*	0.45*	0.37	0.27	-0.10	-0.75***	-0.71***	-0.65**
C14:0	-0.69***	0.50*	0.59**	0.72***	-0.50*	-0.67**	-0.64**	-0.72***
C16:0	-0.84***	0.77***	0.83***	0.74***	0.77***	-0.51*	-0.91***	-0.90***
C18:0	-0.87***	0.75***	0.83***	0.69***	-0.83***	-0.71***	-0.73***	-0.83***
C21:0	0.90***	-0.62***	-0.75***	-0.71***	0.63**	0.81***	0.74***	0.83***
C18:1 (n-9)	0.91***	-0.79***	-0.88***	-0.78***	0.76***	0.82***	0.84***	0.92***
C18:2 (n-6)	0.72***	-0.63**	-0.58**	-0.73***	0.54*	0.81***	0.81***	0.84***
C18:3 (n-3)	-0.89***	0.62**	0.73***	0.75***	-0.40	-0.96***	-0.91***	-0.92***
C20:3 (n-6)	-0.68**	0.55*	0.57**	0.54*	-0.17	-0.87***	-0.83***	-0.78***
C22:6 (n-3)	-0.76***	0.66**	0.67**	0.59**	-0.39	-0.88***	-0.84***	-0.84***
SFA ¹	-0.90***	0.80***	0.87***	0.76***	-0.73***	-0.84***	-0.86***	-0.93***
MUFA	0.92***	-0.80***	-0.88***	-0.77***	0.73***	0.86***	0.87***	0.94***
PUFA	-0.53*	0.33	0.42	0.53*	-0.13	-0.56*	-0.53*	-0.49*
Σn-3	-0.86***	0.60**	0.69**	0.70***	-0.35	-0.96***	-0.91***	-0.91***
Σn-6	0.65**	-0.49*	-0.52*	-0.44	0.34	0.75***	0.71***	0.75***

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

¹ SFA: Saturated fatty acids, MUFA: Monounsaturated fatty acids, PUFA: Polyunsaturated fatty acids.

마. 한우육의 출하월령에 따른 근내지방 함량 및 맛 특성 구명

(1) 연구수행방법

출하월령별(21, 24, 27, 30개월) 거세우 등심근의 조지방함량 및 지방산조성을 조사하고, 육질(육색, 보수력, 연도 등)과 맛특성(핵산관련물질, 맛기계 측정치, 관능검사)을 조사하여 비교함.

(2) 연구내용

○ 공시재료: 한우 거세우 출하일령별(21, 24, 27, 30개월령) 5두의 등심근(*Longissimus lumborum*)

○ 근내지방 함량과 지방산 조성은 조지방을 Folch 법으로 측정한 후, 추출된 지방을 GC를 이용하여 지방산 조성을 조사함

○ 육질은 pH, 육색(CIE L*a*b*), 보수력(Drip loss와 Cooking loss), 근절길이 및 전단가(WBSF) 등을 측정함.

- 핵산관련물질은 ATP, ADP, AMP, Inosine 및 Hypoxanthine 함량을 HPLC를 이용하여 측정함
- 객관적인 맛측정은 맛기계(electronic tongue)을 이용하여 신맛, 짠맛, 쓴맛, 떫은맛, 감칠맛, 뒷맛, 맛의 풍부성 등을 측정함.
- 관능검사는 훈련된 관능요원으로 9점 척도법으로 실시
- 조사된 자료는 SAS를 이용하여 Duncan의 다중회귀법으로 유의성을 검증함

(3) 연구결과

- 근내지방 함량은 출하월령이 증가할수록 유의적으로 증가하였음. 출하월령이 증가할수록 SFA는 감소한 반면, MUFA는 유의적으로 증가하였고, PUFA는 큰 변화가 없었음. 출하월령별 MUFA의 증가는 올레산(C18:1 n-9)의 증가에 기인하였음.
- 출하월령이 증가하면서 명도와 적색도 등 육색측정치가 증가하였음. 반면, 육즙감량과 조리 감량은 감소하였고, 전단가도 감소하였음. 핵산관련물질 중 AMP 함량이 증가하였고, 신맛은 감소한 반면 감칠맛은 월등히 증가하였음. 뒷맛과 맛의 풍부함도 30개월령까지 증가하였음.

표 9. Changes in meat color of *M. longissimus lumborum* during increase in age of Hanwoo steers.

Age (months)	L*	a*	b*	Chroma	hue
20	33.66±2.28 ^B	19.44±2.07 ^B	6.87±1.18 ^B	20.44±2.22 ^B	18.75±1.68 ^B
24	34.40±2.35 ^B	19.31±1.97 ^B	7.40±1.12 ^{AB}	20.81±2.31 ^B	20.9±1.67 ^{AB}
27	39.79±3.98 ^A	22.08±2.66 ^A	8.13±1.7 ^A	23.59±2.84 ^A	20.27±3.58 ^A
30	38.69±2.82 ^A	22.26±2.94 ^A	7.52±1.58 ^{AB}	23.52±2.92 ^A	19.32±3.78 ^{AB}

^{ab} Mean values in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

표 10. Changes in pH, drip loss, cooking loss, sarcomere length and shear force of *M. longissimus lumborum* during increase in age of Hanwoo steers.

Age (months)	pH	Drip loss %	Cooking loss %	Sarcomere length	Shear force
20	5.68±0.21	0.93±0.14 ^{AB}	35.60±4.02 ^A	1.77±0.33	3.87±0.74 ^A
24	5.62±0.20	0.96±0.44 ^A	32.7±2.92 ^{AB}	1.87±0.27	3.78±0.86 ^{AB}
27	5.56±0.13	0.84±0.29 ^{AB}	33.99±4.79 ^{AB}	1.84±0.31	2.65±0.94 ^B
30	5.67±0.30	0.79±0.20 ^B	30.84±5.18 ^B	1.68±0.34	3.11±0.88 ^{AB}

^{ab} Mean values in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

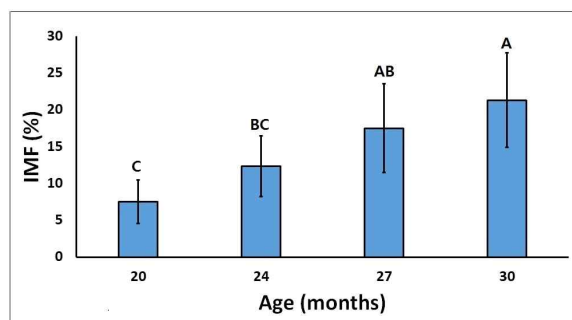


그림 3. Changes in intramuscular fat (IMF) content during increase in age of Hanwoo steers (n=5).

표 11. Changes in fatty acid composition of *M. longissimus lumborum* during increase in age of Hanwoo steers.

Fatty acids	Age (months)			
	20	24	27	30

C12:0	0.12±0.02	0.11±0.01	0.11±0.02	0.09±0.01
C14:0	3.17±0.32 ^a	3.05±0.18 ^{ab}	2.96±0.23 ^{ab}	2.89±0.12 ^b
C14:1	0.65±0.12	0.62±0.04	0.56±0.08	0.52±0.16
C16:0	26.91±1.19 ^a	26.34±0.82 ^{ab}	25.86±1.12 ^{ab}	25.14±0.73 ^b
C16:1	4.22±0.25	4.13±0.32	4.12±0.29	4.08±0.36
C18:0	13.56±1.52 ^a	13.15±1.18 ^{ab}	12.56±1.21 ^{ab}	12.34±0.98 ^b
C18:1 <i>n</i> -9	45.31±1.04 ^c	46.84±2.06 ^{bc}	48.36±2.18 ^{ab}	49.50±2.44 ^a
C18:2 <i>n</i> -6	3.73±0.54	3.55±0.49	3.42±0.76	3.34±0.51
C18:3 <i>n</i> -6	0.16±0.06	0.18±0.08	0.14±0.06	0.13±0.07
C18:3 <i>n</i> -3	0.12±0.02	0.11±0.02	0.09±0.01	0.09±0.02
C20:0	0.13±0.02	0.12±0.03	0.11±0.04	0.11±0.03
C20:1 <i>n</i> -9	0.14±0.08	0.13±0.08	0.11±0.08	0.12±0.08
C20:2 <i>n</i> -6	0.12±0.01	0.09±0.02	0.12±0.03	0.11±0.03
C20:3 <i>n</i> -6	0.14±0.04	0.13±0.02	0.12±0.04	0.15±0.05
C20:4 <i>n</i> -6	0.34±0.07 ^c	0.44±0.04 ^b	0.42±0.08 ^b	0.53±0.05 ^a
C20:5 <i>n</i> -3	0.09±0.01	0.08±0.02	0.07±0.01	0.05±0.01
C21:0	0.65±0.08 ^a	0.54±0.05 ^{ab}	0.52±0.07 ^{ab}	0.48±0.09 ^c
C22:0	0.32±0.03 ^a	0.28±0.05 ^{ab}	0.26±0.06 ^b	0.25±0.08 ^b
C22:6 <i>n</i> -3	0.12±0.02	0.11±0.02	0.09±0.03	0.08±0.03
SFA ¹	44.86±1.47 ^a	43.59±1.23 ^{ab}	42.38±1.65 ^{ab}	41.30±1.24 ^b
MUFA ²	50.32±2.32 ^b	51.72±1.89 ^{ab}	53.15±2.42 ^a	54.22±2.03 ^a
PUFA ³	4.82±0.68	4.69±0.54	4.47±0.62	4.48±0.51
MUFA/SFA	1.12±0.07 ^b	1.19±0.06 ^b	1.25±0.08 ^{ab}	1.31±0.12 ^a
PUFA/SFA	0.11±0.02	0.11±0.01	0.11±0.02	0.11±0.01
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	13.61±1.89 ^c	14.63±1.48 ^c	16.88±1.64 ^b	19.36±1.23 ^a

^{abc} Mean values in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).
¹SFA:Saturatedfattyacids,²MUFA:Monounsaturatedfattyacids,³PUFA:Polyunsaturatedfattyacids.

㉔ 12. Changes in nucleotide compounds concentration of *M. longissimus lumborum* during increase in age of Hanwoo steers.

Age (months)	ATP	ADP	AMP	Inosine	Hypoxanthine
20	22.21±1.88	37.53±4.59	206.52±24.32 ^B	58.86±12.58	3.24±0.41
24	24.38±2.52	40.26±3.85	236.31±35.57 ^{AB}	57.52±15.42	2.53±0.39
27	27.92±6.21	39.54±4.57	253.49±22.63 ^{AB}	59.23±13.68	4.28±0.52
30	25.44±5.66	43.44±3.84	272.30±36.83 ^A	68.85±16.59	2.57±0.24

^{ab} Mean values in the same row with different superscripts differ significantly (P<0.05).

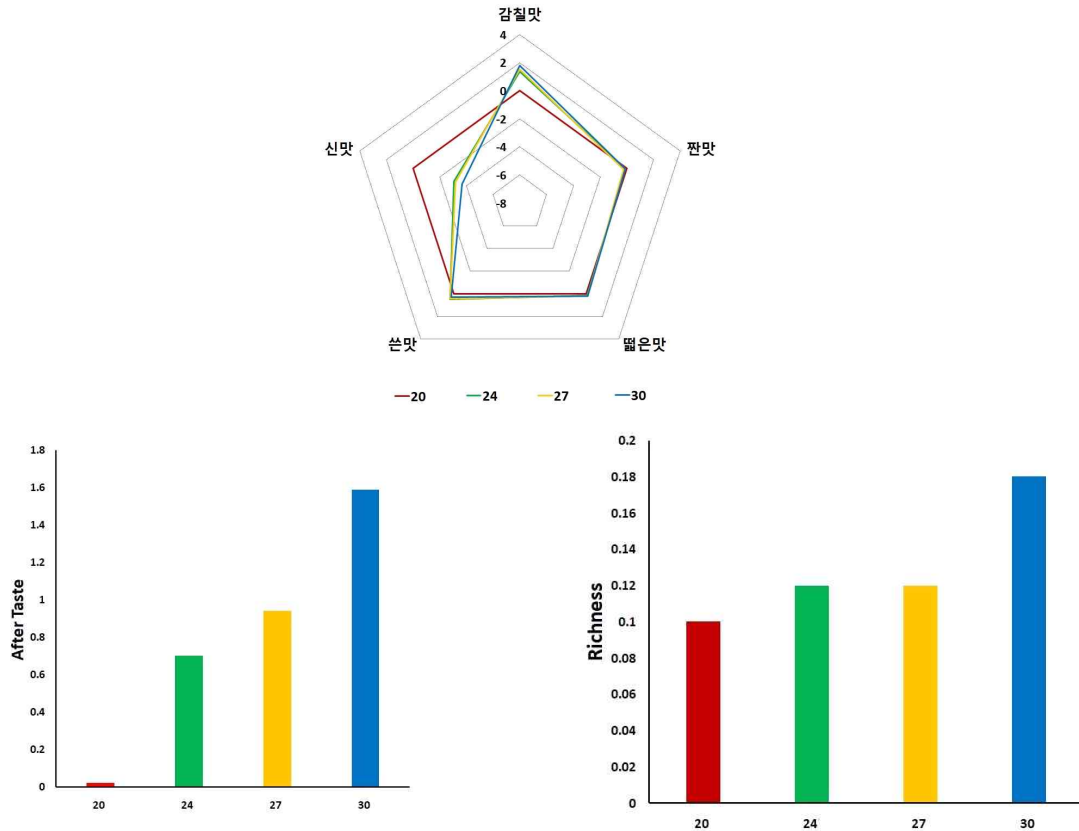


그림 4. Changes in electronic tongue measurements during increase in age of Hanwoo steers (n=5).

바. 한우육의 근내지방 조기 축적(출하기간 단축) 기술 개발

(1) 연구수행방법

한우 거세우 3등급과 1++등급 등심근을 도축후 24시간에 구입하여 근내지방 함량에 관여하는 유전자G0S2와 CGI-58의 발현정도를 측정하여 비교하고, 20개월령과 27개월령 한우 등심근에서 근육위성세포를 추출하여 그 숫자를 조사하고 배양하면서 증식률을 비교함.

(2) 연구내용

- 공시재료: 한우 거세우 3등급 및 1++등급의 등심근 및 20개월령 및 27개월령 거세우 5두의 등심근을 도축후 24시간에 상업적 도축가공장에서 구입하여 공시함.
- 공시된 지육 시료는 실험실로 옮겨 유전자 분석 및 근육위성세포 추출용 시료를 채취함
- 각 소분할육 근육을 대상으로 일반성분(조수분, 조단백질, 조지방 및 조회분), 지방산 조성, 아미노산 조성 및 육질을 측정
- 근육 시료에서 RNA를 추출하여 cDNA를 합성하고 Clustal X를 이용하여 G0S2와 CGI-58의 염기서열을 확인함.
- Real-time PCR로 mRNA 발현량을 확인하고, FABP4와 β -actin 유전자를 이용하여 G0S2와 CGI-58 유전자의 발현량을 조사함.
- 근육 시료 5g을 protease 용액에서 배양하면서 근육위성세포를 분리하고 6 well-plate에서 24시간 배양 후 세포수를 확인함.
- 근육위성세포 분화능(증식률)은 Non-Radioactive Cell Proliferation Assay Kit를 이용하여 4일 동안 24시간 간격으로 확인함.

(3) 연구결과

○ G0S2 및 CGI-58 유전자의 염기서열을 확인하였고, mRNA 발현량을 FABP4/ β -actin 유전자를 이용하여 확인함. 한우 3등급 등심근보다 한우 1++ 등심근의 FABP4, G0S2 및 CGI-58 유전자의 발현이 유의적으로 높게 나타났음.

○ 20개월령보다 27개월령 한우 거세우 등심근에서 채취된 근육위성세포 숫자가 유의적으로 많았음. 반면, 근육위성세포의 분화능은 20개월령이 27개월령보다 빨랐음. 근육위성세포 증식율은 배양 72시간부터 20개월령이 유의적으로 높았음.

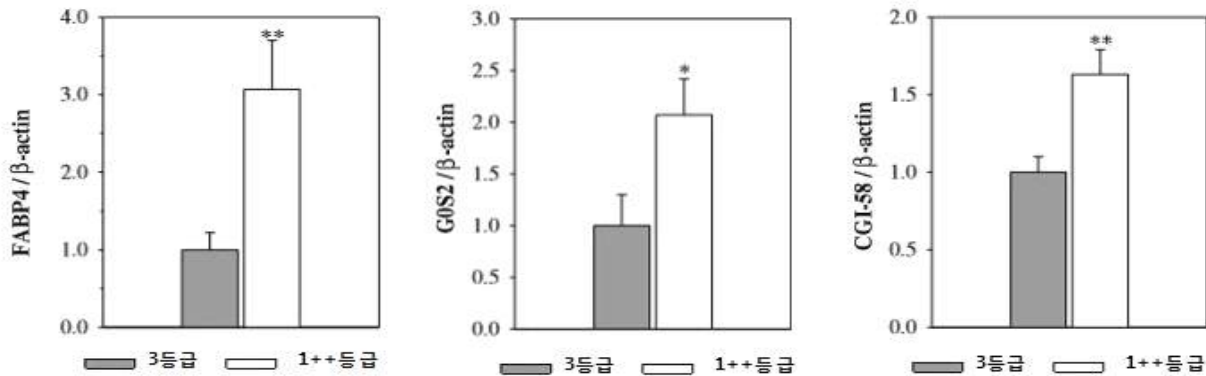


그림 5. The mRNA expression of FABP4, G0S2 and CGI-58 in the Quality Grade 3 and 1++ of Hanwoo cattle.

사. 한우 근섬유의 근내지방 축적 관련 유전자 탐색

(1) 연구수행방법

한우 거세우 등심근을 등급별(1++, 1+, 1, 2, 3등급)로 사후 1시간 이내에 채취하여 근내지방 함량에 관여하는 유전자 G0S2, CGI-58, DLK1, CEBPB의 발현정도를 측정하여 비교함

(2) 연구내용

○ 공시재료: 한우 거세우 등심근 10g을 등급별(1++, 1+, 1, 2, 3등급)로 사후 1시간 이내에 채취함.

○ 상업적 도축장에서 도축한 한우 거세우의 등심근을 무작위로 사후 1시간 이내에 10g 채취하여 액체질소에 보관하고, 사후 24시간에 도체등급 결과를 확인하고 근육 1kg을 구입함.

○ 채취된 10g 등심근 시료는 분말로 만들어 RNA를 추출하여 cDNA를 합성하고 Clustal X를 이용하여 G0S2와 CGI-58의 염기서열을 확인함.

○ Real-time PCR로 mRNA 발현량을 확인하고, β -actin 유전자를 이용하여 G0S2, CGI-58, DLK1 및 CEBPB 유전자의 발현량을 조사함.

○ 공시된 등심근의 근내지방 함량 및 육질 항목 측정하고 각 유전자 발현량과의 상관관계를 구명

(3) 연구결과

○ 한우 거세우 등심근의 G0S2 및 CGI-58 유전자 발현량과 근내지방 함량과 상관관계가 있음을 확인하였고, 등급이 높아질수록 G0S2 유전자 발현은 증가한 반면 CGI-58 유전자 발현이 감소함. 한우 거세우 등심근의 DLK1 유전자 발현은 CEBPB 유전자보다 수배 높게 나타났으며, 근내지방 축적과의 부의 상관관계가 확인되었고, 등급이 증가할수록 유의적으로 감소하였음.

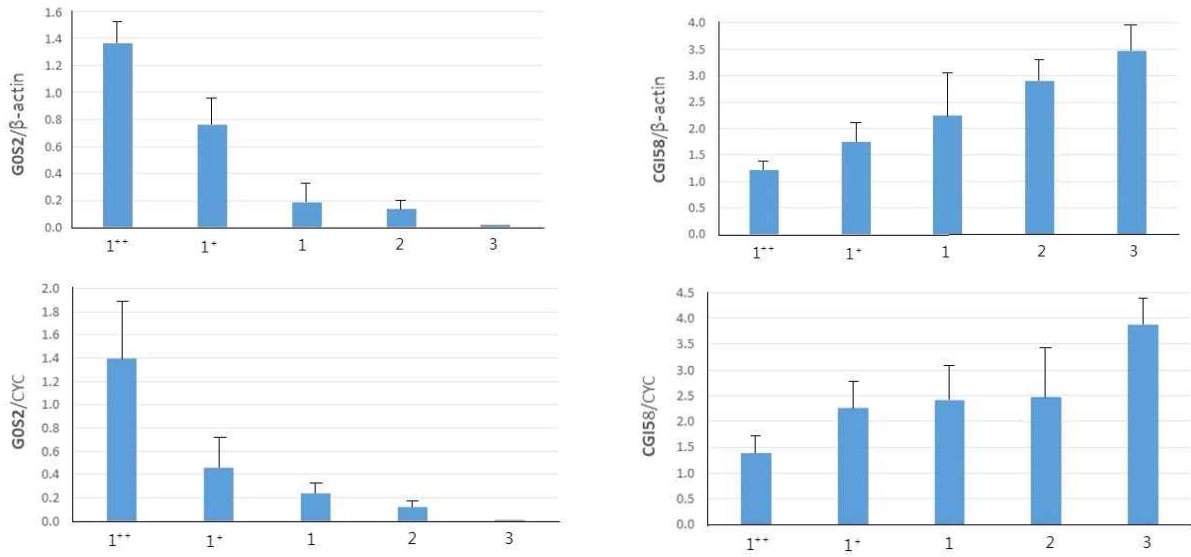


그림 6. The mRNA expression of G0S2 and CGI-58 in *longissimus dorsi* muscles from 5 quality grades (1⁺⁺, 1⁺, 1, 2 and 3) Hanwoo steers.

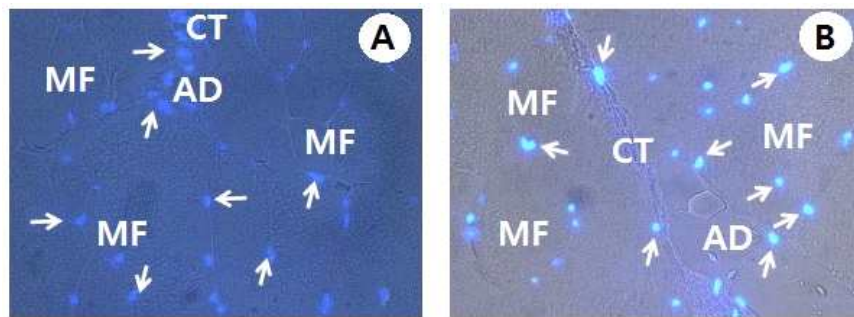


그림 7. Fluorescence images of *longissimus dorsi* muscle cross sections immunostained for DLK1(A) and CEBPB(B) from a Hanwoo steers at 30 months of age (MF: muscle fiber, CT: connective tissue, AD: adipocyte).

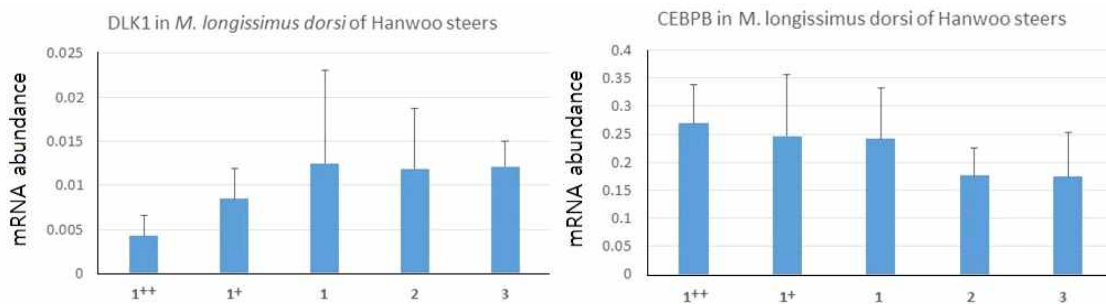


그림 8. Relative mRNA abundance of DLK1 and CEBPB in *M. longissimus dorsi* of 5 quality grades (1⁺⁺, 1⁺, 1, 2 and 3) Hanwoo steers.

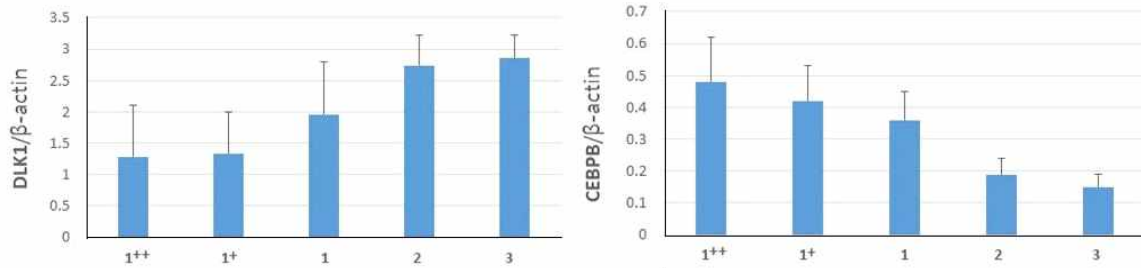


그림 9. The mRNA expression of DLK1 and CEBPB in *M. longissimus dorsi* from 5 quality grades (1++, 1+, 1, 2 and 3) Hanwoo steers.

아. 한우 근섬유 위성세포의 지방분화 유도 기술 개발

(1) 연구수행방법

한우 거세우 등심근을 등급별(1++, 1+, 1, 2, 3등급)로 사후 1시간 이내에 채취하여 근육위성세포를 추출한 후, 24시간 배양하여 그 숫자를 조사하고, 4일간 배양하면서 증식률을 비교함.

(2) 연구내용

- 공시재료: 한우 거세우 등심근 10g을 등급별(1++, 1+, 1, 2, 3등급)로 사후 1시간 이내에 채취함.
- 상업적 도축장에서 도축한 한우 거세우의 등심근을 무작위로 사후 1시간 이내에 10g 채취하여 액체질소에 보관하고, 사후 24시간에 도체등급 결과를 확인하고 등심근육 구입함.
- 등심근 시료 10g을 protease 용액에서 배양하면서 근육위성세포를 분리하고 6 well-plate에서 24시간 배양 후 세포수를 확인함.
- 근육위성세포 분화능(증식률)은 Non-Radioactive Cell Proliferation Assay Kit를 이용하여 4일 동안 24시간 간격으로 확인함.

(3) 연구결과

○ 한우 거세우 27, 29 및 31개월령 등심근의 SCs 수준은 유의적인 차이가 없었고, 월령이 낮을수록 SCs가 빨리 증식하였음. SCs 증식률은 세포배양 시작 후 24h부터 27개월령 SCs의 분화능이 높게 나타났으며, 96h에는 월령이 증가할수록 낮은 분화능을 보였음. 성장월령별 등심근의 SCs 수준은 21개월령까지는 증가하다가 27개월령에서 감소하였음. 21개월령의 SCs가 다른 월령에 비해 유의적으로 높은 증식률을 나타냈으며, 21개월까지는 월령이 증가할수록 SCs 증식률이 증가하였음.

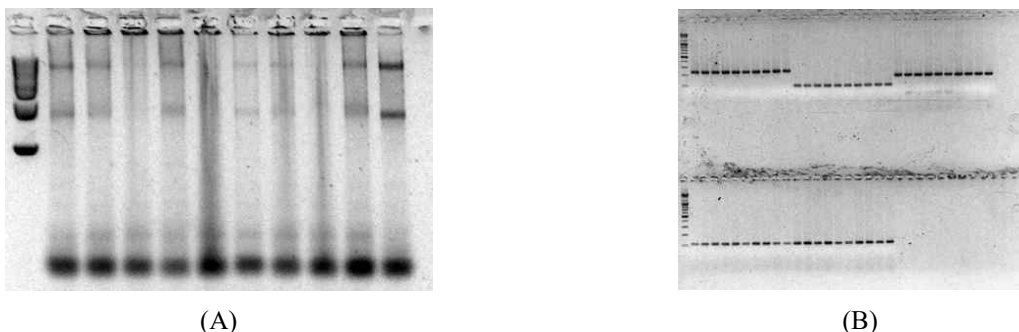


그림 10. RNA extraction and cDNA synthesis from bovine *longissimus dorsi* muscles of 5 quality grades (1++, 1+, 1, 2 and 3) Hanwoo steers.

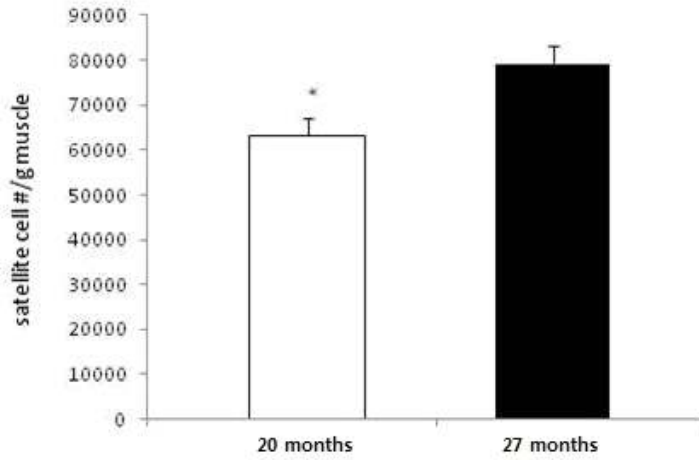


그림 11. Satellite cell number per gram muscle isolated from longissimus lumborum of 20 and 27 months Hanwoo steers.

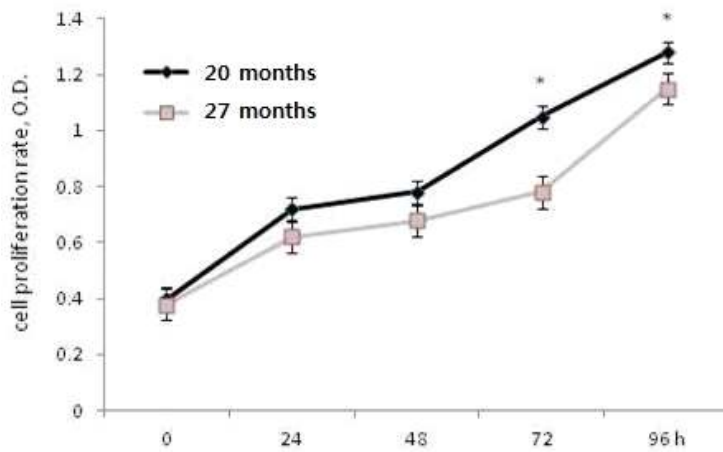


그림 12. Proliferation rates of satellite cells from longissimus lumborum of 20 and 27 months Hanwoo steers.

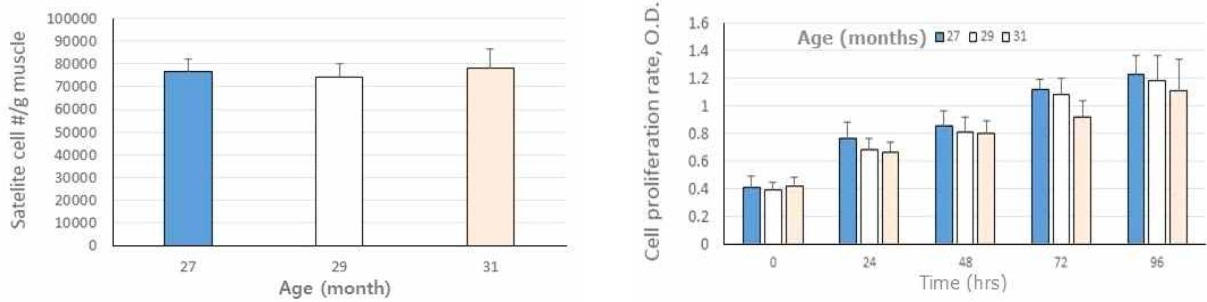


그림 13. Cell number and proliferation rates of satellite cell isolated from *M. longissimus dorsi* of 27, 29 and 31 months Hanwoo steers.

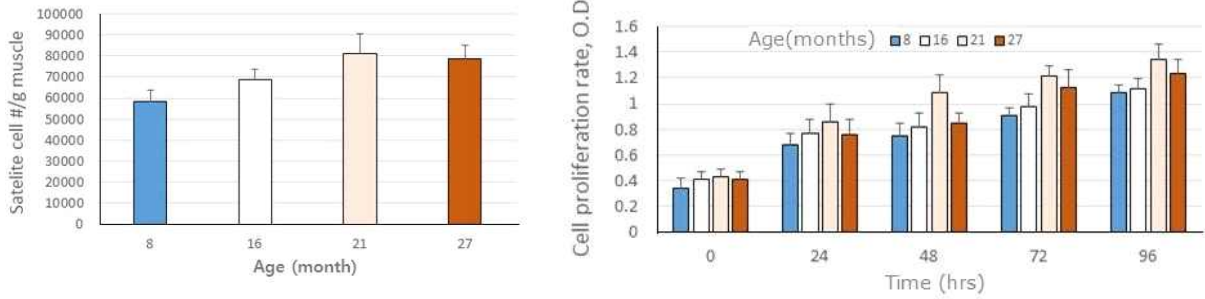


그림 14. Cell number and proliferation rates of satellite cell isolated from *M. longissimus dorsi* of 8, 16, 21 and 27 months Hanwoo steers.

자. 한우 부위별 육질 특성을 이용한 세계화 요리 레시피 개발

(1) 연구수행방법

한우 거세우 1등급 반도체를 사후 24시간에 발골, 분할, 정형하여 39개 소분할육으로 나누고, 각 소분할육의 지방함량, 전단가, 조리감량을 측정 한 후, 한국 전통 소고기 요리별 조리조건에 적합한 소분할육을 설정함.

(2) 연구내용

- 공시재료: 상업적 도축장에서 도축된 한우 거세우 1등급 좌도체를 구입하여 공시재료로 사용함.
- 구입한 도체는 실험실로 옮겨 발골, 분할, 정형하여 39개 소분할육으로 나눔.
- 39개 소분할육의 일반성분, 육색, 전단가(연도), 조리감량(보수력), 근섬유 특성 등 측정
- 한국 전통 소고기 요리별 조리특성 및 조건 조사 정리
- 39개 소분할육의 육질 특성에 적합한 소고기 요리 설정 및 정리

(3) 연구결과

- 한우 10개 대분할육과 39개 소분할육의 조리와 요리의 품질에 영향을 미치는 지방함량, 전단가, 조리감량을 조사하여 상대적으로 비교 정리하였음. 이를 토대로 한국 소고기 요리 종류별 조리법에 적합한 39개 소분할육을 설정하여 정리하였음.

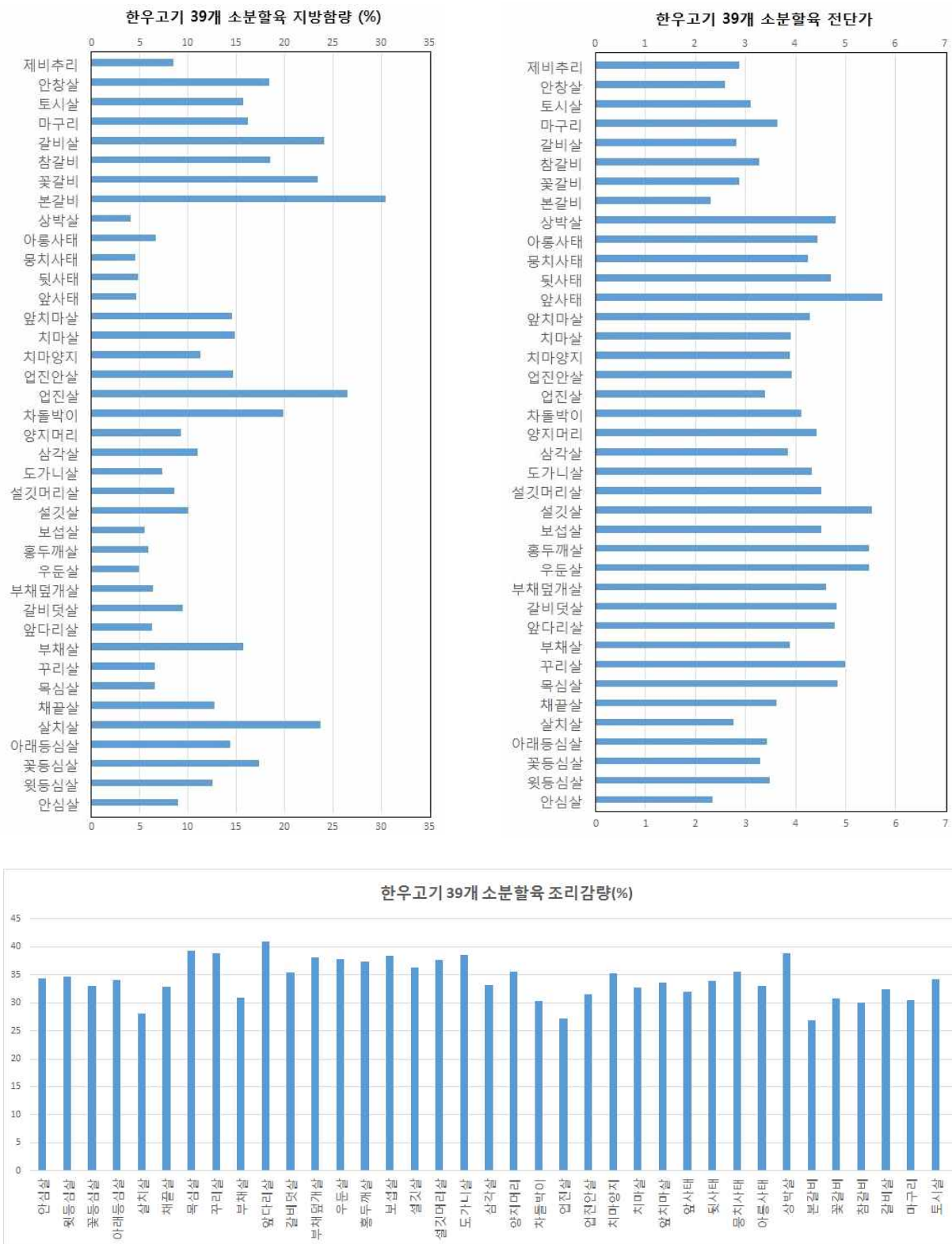


그림 15. 한우고기 39개 소분할육의 지방함량, 전단가 및 조리감량률의 비교.

○ 소고기를 이용한 한국요리의 종류를 조리법과 함께 정리한 후, 각 소분할 부위별로 최적 추천 요리를 정리한 결과는 다음과 같다.

- 구이

가장 흔한 소고기 조리 및 요리로, 지방이 많은 부위를 먼저 센불로 걸을 익힌 다음, 속을 익혀서 육즙의 손실을 최소로 하는 것이 중요하며, 육질에 따라 불판, 고기의 두께, 굽는 시간 등이 달라져야 함

* 안심살, 윗등심살, 꽃등심살, 아래등심살, 살치살, 채끝살, 부채살, 갈비덧살, 보섭살, 차돌박이, 업진안살, 본갈비, 꽃갈비, 갈비살, 토시살, 안창살, 제비추리

• 불고기

불고기는 우리나라를 대표하는 소고기 요리로, 고기를 얇게 저며 간장, 설탕, 배즙 등으로 만든 양념에 재워 구워 먹는 것이 일반적이지만 소고기 본연의 맛을 살리기 위해 소금 간 정도만 하여 구워 먹는 경우도 있음

* 윗등심살, 목심살, 앞다리살, 갈비덧살, 부채덧개살, 우둔살, 홍두깨살, 보섭살, 설깃살, 도가니살

• 샤브샤브

뜨거운 육수에 고기와 야채, 해산물 등 갖가지 재료를 익혀 건져 먹는 요리로 고기의 육질에 따라 냉장과 냉동처리 및 고기의 두께가 다르게 하여 조리

* 윗등심살, 아래등심살, 채끝살, 갈비덧살, 차돌박이,

• 국, 탕, 전골,

국, 탕, 전골은 밥이 주식인 우리나라 식단의 필수적인 요리로 고기를 각종 부재료와 함께 적당한 물에 넣고 끓임

* 목심살, 꾸리살, 앞다리살, 갈비덧살, 부채덧개살, 설깃살, 설깃머리살, 도가니살, 양지머리, 업진살, 업진안살, 치마양지, 앞치마살, 앞사태, 뒷사태, 상박살, 본갈비, 참갈비, 갈비살, 마구리,

• 찜, 수육

찜은 고기에 갖은 양념을 하여 물을 약간 넣고 푹 익히는 요리로, 소고기의 맛이 충분히 우리나라도 충분히 삶고 채소·버섯·달걀 등을 부재료로 사용함. 수육은 물에 넣고 삶음

* 설깃살, 업진살, 치마양지, 앞사태, 뒷사태, 멍치사태, 상박살, 본갈비,

• 장조림

주로 고기의 결이 일정한 저지방부위를 큰 덩어리로 잘라 조리하고, 육피에 물을 붓고 끓여서 젓가락이 들어갈 정도로 무르면 생강이나 마늘을 썰어 넣고 간장을 붓고 다시 끓여서 고기가 겨우 잠길 만큼의 간장만 남도록 조림

* 우둔살, 설깃머리살, 양지머리, 치마양지, 앞치마살, 뒷사태, 멍치사태,

• 산적

고기를 꼬챙이에 꿰어 구운 요리로 재료를 5-6cm의 길이로 자른 모양이 산가지와 같음

* 윗등심살, 채끝살, 앞다리살, 우둔살, 홍두깨살,

• 떡갈비

갈비살을 곱게 다져서 양념하여 치댄 후 갈비뼈에 도톰하게 붙여 양념장을 발라가며 구워 먹는 구이요리로 소고기를 곱게 다져서 만들기 때문에 연하고 부드러운 것이 특징

* 아래등심살, 채끝살, 설깃머리살, 삼각살,

• 육회

저지방 고단백 부위의 살코기만 이용하여 얇게 저며 양념에 날로 무친 요리

* 꾸리살, 우둔살, 홍두깨살, 보섭살, 도가니살, 삼각살, 치마살, 뒷사태, 아롱사태,

• 육포

저지방 소고기 살코기를 양념하여 말린 가공제품으로 진장을 치고 주물러 말린 장포와 다진 고기를

양념하여 말린 편포가 있으며, 작게 빻는 대추포나 칠보편포도 있음

* 우둔살, 홍두깨살,

○ 한우고기의 대분할 및 소분할육의 육질과 맛 특성을 이용하여 개발한 세계화 요리는 다음과 같음.

<p>1. 뉴짜이구 (중국)</p>  <p>이용 부위: 한우 갈비</p>	<p>2. 홍소우육면 (중국)</p>  <p>이용 부위: 한우 아롱사태</p>	<p>3. 간차우뉴허 (중국)</p>  <p>이용 부위: 한우 앞사태</p>
<p>4. 홍샤오뉴웨이 (중국)</p>  <p>이용 부위: 한우 꼬리</p>	<p>5. 규돈 (일본)</p>  <p>이용 부위: 한우 차돌박이 (양지)</p>	<p>6. 니쿠자가 (일본)</p>  <p>이용 부위: 한우 앞다리</p>
<p>7. 스키야키 (일본)</p>  <p>이용 부위: 한우 등심, 우둔</p>	<p>8. 규카쓰 (일본)</p>  <p>이용 부위: 한우 안심, 보섭살</p>	<p>9. 른당(렌당) (인도네시아)</p>  <p>이용 부위: 한우 설도</p>
<p>10. 세뮤르 (인도네시아)</p>  <p>이용 부위: 한우 사태</p>	<p>11. 박소 (인도네시아)</p>  <p>이용 부위: 한우 삼박살</p>	<p>12. 포보 (베트남)</p>  <p>이용 부위: 한우 우둔살</p>

<p>13. 룝락 (캄보디아)</p>  <p>이용 부위: 한우 삼각살</p>	<p>14. 시스케밥 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 앞다리</p>	<p>15. 루비에 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 채끝</p>
<p>16. 코프타 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 설도</p>	<p>17. 키비나이 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 사태</p>	<p>18. 킵마 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 앞다리</p>
<p>19. 돌마 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 목심</p>	<p>20. 만트 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 앞다리</p>	<p>21. 마끌루바 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 등심</p>
<p>22. 무탑바끄 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 목심</p>	<p>23. 샤와르마 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 채끝</p>	<p>24. 살타 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 앞다리</p>
<p>25. 쿠비데 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 설도</p>	<p>26. 압구시트 (중동)</p>  <p>이용 부위: 한우 양지</p>	<p>27. 찹스테이크 (미국)</p>  <p>이용 부위: 한우 설도</p>

28. 프리미엄 스테이크 (미국)  이용 부위: 한우 살치살	29. 자우어브라텐 (독일)  이용 부위: 한우 채끝	30. 마울타웬 (독일)  이용 부위: 한우 목심, 사태
31. 랍스카우스 (독일)  이용 부위: 한우 양지	32. 뷔프 부르기뇽 (프랑스)  이용 부위: 한우 양지	33. 포토피 (프랑스)  이용 부위: 한우 설도
34. 아란치니 (이탈리아)  이용 부위: 한우 앞다리	35. 라자냐 (이탈리아)  이용 부위: 한우 양지	36. 빠에야 (스페인)  이용 부위: 한우 설도
37. 라보 데 토로 (스페인)  이용 부위: 한우 갈비, 꼬리	38. 로파 비에하 (스페인)  이용 부위: 한우 양지	39. 스트로가노프 (스페인)  이용 부위: 한우 설도

「제4협동 : 맛 관련 소도체 품질평가 항목 발굴 및 등급판정 적용 조건 설정 연구 (축산물품질평가원 김관태)」

가. 한우 근내지방도 이미지 분석(1차년도)

(1) 재료 및 방법

○ 근내지방도 촬영은 Kuchida 교수가 개발한 Mirror형 이미지 촬영기(HK-333, Hayasaka Rikoh. Co., Ltd, Sapporo Hokkaido, Japan)을 이용하여 흉추13번 위치의 배최장근 단면(등급판정 부위)을

촬영한 후 이미지 분석 소프트웨어(Beef analyzer II, Hayasaka Rikoh. Co., Ltd, Sapporo Hokkaido, Japan)로 근내지방 입자개수, 등심단면적 내에 지방면적 비율, 근내지방 섬세지수, 근내지방 뭉침지수를 산출하였다.

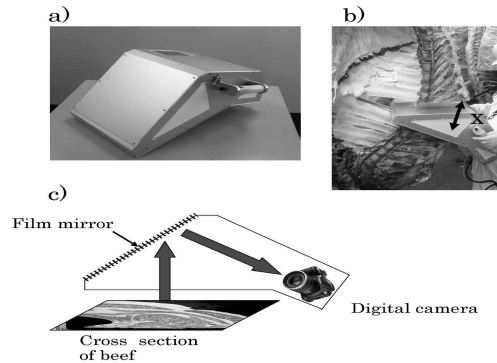


그림 1. 등심단면적 이미지 촬영 원리

○ 근내지방 섬세지수는 등심단면적의 근내지방 입자의 세밀함 정도를 나타낸 지표로 근내지방의 형태는 섬세한 근내지방과 뭉친 근내지방으로 구분되며 구분 기준은 입자크기가 0.5cm^2 미만은 섬세한 근내지방으로 분류되며, 0.5cm^2 이상은 뭉친근내지방으로 분류된다. 섬세지수의 정의는 1cm^2 섬세한 근내지방 입자개수이고, 뭉침지수는 전체 지방면적비에서 뭉친 근내지방의 면적비를 나타낸 것이다.

$$\text{섬세도 지수}(\text{Count}/\text{cm}^2) = \frac{0.5\text{cm}^2 \text{ 미만의 크기를 가진 지방 입자의 개수}}{\text{배최장근단면적}(\text{cm}^2)}$$

$$\text{뭉침도 지수}(\%) = \frac{0.5\text{cm}^2 \text{ 이상의 크기를 가진 지방 입자의 총면적}(\text{cm}^2)}{\text{전체 근내지방 입자의 총면적}(\text{cm}^2)} \times 100$$

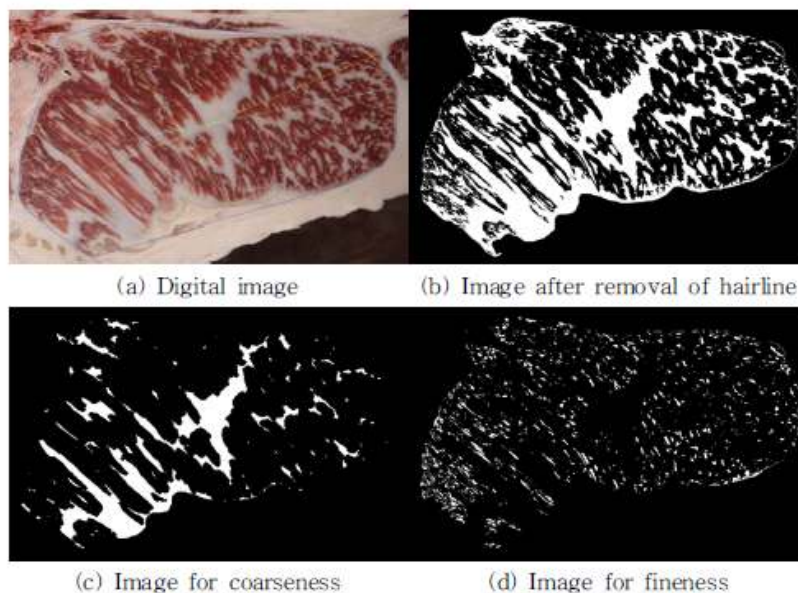


그림 2. 등심단면적 근내지방도 이미지 분석과정

(2) 한우 근내지방도기준(BMS.NO)에 따른 이미지 분석값 비교

○ 한우도체 7,334두 도체특성은 표1과 같으며 등지방 도체중, 등심단면적 육량지수, 근내지방도 평균값은 각각 14.09mm, 418.61kg, 92.68cm², 61.25 5.46을 나타낸다. 이미지 값은 지방면적비율, 섬세지수, 뭉침지수, 지방입자 개수의 평균값은 각각 23.21%, 2.27, 12.04%, 2575.55개로 나타난다.

표 1. 한우도체 특성 및 이미지 특성 (7,334두)

구분	평균	표준편차	최소값	최대값
등지방(mm)	14.09	4.55	2.00	43.00
도체중(kg)	418.61	61.80	251.00	665.00
등심단면적(cm ²)	92.68	11.75	61.00	148.00
육량지수	61.25	1.58	53.29	69.74
근내지방도(BMS)	5.46	1.91	1.0	9.0
지방면적비율(%)	23.21	7.13	6.06	54.44
섬세지수	2.27	0.52	0.75	4.78
뭉침지수(%)	12.04	5.67	0.23	39.46
지방 입자개수	2575.55	1152.75	154.00	16188.00

○ 한우도체 근내지방도 기준별 도체특성은 표2과 같으며 등지방 도체중, 등심단면적 모두 BMS.NO가 증가함에 따라 함께 증가하는 경향을 나타냈다. 육량지수는 BMS.NO에 상승 하락에 따른 큰 변화는 없었다.

표 2. 한우 근내지방도 기준에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
1	65	351.89±58.81 ^G	9.73±5.7 ^D	82.83±11.32 ^H	62.79±2.7 ^A
2	477	381.99±58.05 ^F	13.15±4.59 ^C	85.89±10.26 ^G	61.25±1.68 ^{ED}
3	659	392.42±59.71 ^E	13.23±4.45 ^C	87.57±10.41 ^F	61.26±1.58 ^{ED}
4	1,299	407.64±61.4 ^D	13.99±4.45 ^B	89.63±9.99 ^E	61.08±1.5 ^E
5	790	405.75±58.76 ^D	14.25±4.42 ^{AB}	89.43±10.48 ^E	61.01±1.54 ^E
6	2,088	426.89±57.64 ^C	14.5±4.61 ^{AB}	92.64±10.4 ^D	61.14±1.58 ^{DE}
7	787	436.18±57.95 ^B	14.2±4.42 ^{AB}	96.66±10.95 ^C	61.4±1.44 ^{BC}
8	687	445.25±55.83 ^A	14.14±4.2 ^{AB}	99.67±11.19 ^B	61.56±1.45 ^{BC}
9	482	449.64±55.68 ^A	14.85±4.73 ^A	105.59±12.16 ^A	61.72±1.63 ^B

^{A-F}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

○ 한우 근내지방도 이미지 특성은 BMS. NO가 증가함에 따라 지방면적비율, 섬세지수, 뭉침지수도 모두 증가하였고 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈다. 반면 지방입자 개수는 BMS.NO가 낮을수록 입자개수가 많아지는 특성을 나타냈다.

표 3. 한우 근내지방도 기준에 따른 이미지 특성 비교

BMS	n	지방면적비율	섬세지수	뭉침지수	지방입자개수
1	65	11.44±3.85 ^I	1.39±0.4 ^I	5.97±5.13 ^F	3655.32±2766.09 ^A
2	477	13.24±2.5 ^H	1.56±0.28 ^H	7.88±4.85 ^E	2956.54±1485.64 ^B
3	659	15.88±3.03 ^G	1.84±0.34 ^G	8.59±4.82 ^E	2856.92±1379.71 ^{BC}

4	1,299	18.13±2.85 ^F	1.99±0.32 ^F	10±4.93 ^D	2761.7±1228.07 ^C
5	790	20.37±2.91 ^E	2.19±0.35 ^E	10.63±4.66 ^D	2590.15±1070.21 ^D
6	2088	24.83±3.34 ^D	2.4±0.4 ^D	13.12±5.13 ^C	2474.62±1034.05 ^{DE}
7	787	27.78±3.54 ^C	2.58±0.4 ^C	13.73±5.1 ^C	2389.36±910.62 ^{EF}
8	687	31.37±3.98 ^B	2.69±0.43 ^B	15.45±5.2 ^B	2319.19±866.95 ^{EF}
9	482	36.92±4.88 ^A	2.86±0.46 ^A	17.21±5.33 ^A	2249.2±794.88 ^F

^{A-F}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

○ 한우 근내지방도 이미지 특성은 BMS, NO가 증가함에 따라 지방면적비율, 섬세, 뭉침지수도 모두 양의 상관관계를 나타내며, BMS NO 증가에 섬세지수, 뭉침지수가 근내지방에 좋은 영향을 준다고 설명할 수 있다. 특이사항은 섬세지수, 뭉침지수가 육량에도 영향을 미치며 섬세지수는 도체중, 등지방에 음의 상관관계를 보이고 뭉침지수는 양의 상관관계를 나타냈다. 이는 이미지 값과 육량관련 값 간의 유의적인 영향을 주는 값으로 해석되며 섬세지수가 높을수록 수율을 나타내는 육량지수값이 높고 뭉침지수가 높을수록 육량지수가 낮아지는 특성을 보였다.

표 4. 한우 도체특성, 이미특성 값간의 상관관계 비교

구분	지방면적비율	섬세합지수	뭉침지수	지방 입자개수
BMS	0.74 ***	0.44 ***	0.21 ***	-0.13 ***
도체중(kg)	0.19 ***	-0.15 ***	0.32 ***	0.12 ***
등지방(mm)	0.04 *	-0.15 ***	0.19 ***	-0.06 ***
등심단면적(cm ²)	0.34 ***	-0.1 ***	0.31 ***	0.20 ***
육량지수	0.11 ***	0.15 ***	-0.07 ***	0.11 ***
지방면적비율(%)	1	0.37 ***	0.49 ***	-0.09 ***
섬세지수	0.37 ***	1	-0.49 ***	0.29 ***
뭉침지수(%)	0.49 ***	-0.49 ***	1	-0.32 ***
지방 입자개수	-0.09 ***	0.29 ***	-0.32 ***	1

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.0001

(3) 한우 등심단면적 내에 지방면적 비율에 따른 이미지 분석값 비교

○ 표 5에서 표 18까지는 동일한 지방면적비에서 BMS.NO에 따른 이미지 값을 비교한 표이다. 이를 통하여 동일한 면적에서는 섬세, 뭉침, 지방입자개수 값이 어떻게 작용하는지 알 수 있다.
○ 20~23%면적비에서는 BMS NO.4~8까지 분포하며 BMS NO.6번 비율이 가장 높다 BMS NO.가 증가함에 따라 섬세지수도 같이 증가하였고 뭉침지수 값은 작아진다. 그룹별 유의적인 차이를 나타냈다. 도체특성은 BMS.NO가 높아지며 도체중, 등심단면적, 육량지수 모두 증가하는 경향을 나타내고 등지방은 BMS.NO가 높아지며 얇아지는 경향을 나타냈다. 표1-2의 경우 BMS가 높아지면 등지방 값이 증가하였던 것과는 반대현상이 나타나며 지방면적이 동일한 상태에서

근내지방도가 섬세할수록 BMS는 높고, 등지방은 얇아지고, 등심단면적이 커져 수율도 좋은 특성을 나타내었다.

○ 지방면적비가 30%이상이 되는 그룹에서도 섬세지수가 높고 뭉침지수 낮을수록 BMS.NO 가 높게 나타났으며 도체특성 또한 섬세지수가 높을수록 수율이 좋은 특성을 나타냈다.

○ 표 15 와 같이 지방면적이 매우 높은 구간에서 BMS NO에 따라 섬세지수, 뭉침지수 값이 유의적인 차이가 나타나지 않는 경우가 발생하는데 이는 BMS.NO를 결정하는데 가장 중요하게 작용하는 지방면적비의 값이다. 지방면적비율이 30%, 35% 이상에서는 섬세함 정도가 무시될 정도로 지방면적비 값이 높아서 유의적인 차이가 나타나지 않는 경우가 발생한 것으로 사료된다.

○ 지방면적비에 따른 이미지 값을 분석한 결과 섬세지수와 뭉침지수는 지방면적비와 함께 BMS.NO 결정에 유의적인 역할을하며 동일한 면적에서 섬세한 근내지방이 많을수록 BMS. NO 가 상승하였고, 뭉친 근내지방이 많을수록 BMS. NO가 하락하는 특성을 나타내었다.

표 5. 한우 동일 지방면적비(20~23%) 에서 BMS.NO에 따른 이미지 값 비교

BMS	n	섬세도 지수	뭉침지수	지방 입자개수
4	221	2.05±0.36 ^C	13.38±5.1 ^A	2811.7±1553.6 ^A
5	259	2.23±0.35 ^B	11.4±4.12 ^{AB}	2623.5±1136.8 ^A
6	721	2.34±0.35 ^B	10.43±3.83 ^{BC}	2405.3±852.4 ^A
7	53	2.55±0.35 ^A	8.81±3.16 ^C	2305.6±570.1 ^A
8	8	2.19±0.56 ^{BC}	12.68±4 ^A	1747.1±624.6 ^B

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 6. 한우 동일 지방면적비(20~23%) 에서 BMS.NO에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
4	221	415.2±58.3	14.6±4.8	89±10.0	60.8±1.6
5	259	403.2±56.0	14.2±4.1	88.8±10.7	61.0±1.5
6	721	420.4±56.6	13.9±4.1	92.2±10.5	61.2±1.4
7	53	423.4±56.5	13.2±3.8	94.1±10.4	61.4±1.3
8	8	427.8±65.8	13±3.39	92.2±6.76	61.4±1.0

^{A-F}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표7 한우 동일 지방면적비(23~26%) 에서 BMS.NO에 따른 이미지 값 비교

BMS	n	섬세도 지수	뭉침지수	지방 입자개수
4	56	2.12±0.46 ^D	16.22±6.44 ^A	2833.0±1506.8
5	109	2.29±0.38 ^{CD}	14.03±4.87 ^{AB}	2796.2±1342.1
6	695	2.39±0.37 ^{BC}	12.68±4.28 ^{BC}	2465.0±1010.1
7	198	2.61±0.36 ^{AB}	10.83±3.51 ^{CD}	2424.1±742.2
8	43	2.6±0.35 ^{AB}	11.25±3.25 ^{BCD}	2312.7±582.1
9	4	2.79±0.63 ^A	9.67±4.82 ^D	2905.2±903.9

^{A-D}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 8. 한우 동일 지방면적비(23~26%) 에서 BMS.NO에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
4	56	416.7±55.3	14.9±5.1	89.0±10.1 ^B	60.9±1.7
5	109	413.4±62.1	14.6±4.6	89.2±11.0 ^B	60.8±1.5

6	695	426.5±59.2	14.7±4.6	92.6±10.3 ^B	61.1±1.6
7	198	428.7±59.6	14.0±4.4	95.0±10.1 ^B	61.3±1.4
8	43	447.1±54.8	13.69±3.33	101.±10.6 ^A	61.7±1.0
9	4	452.0±58.1	13.25±1.5	103.±9.57 ^A	61.8±0.5

^{A-B}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 9. 한우 동일 지방면적비(26~29%) 에서 BMS.NO에 따른 이미지 값 비교

BMS	n	섬세도 지수	몽침지수	지방 입자개수
4	14	2.19±0.58 ^D	17.35±7.47 ^A	2892.5±2254.2
5	26	2.39±0.47 ^{CD}	14.9±4.87 ^{AB}	2623.1±1354.5
6	429	2.41±0.43 ^{CD}	15.85±5.08 ^{AB}	2577.0±1227.8
7	265	2.56±0.42 ^{BC}	13.75±4.32 ^{BC}	2291.4±902.4
8	155	2.74±0.43 ^{AB}	12.29±4.53 ^C	2376.7±797.9
9	13	2.89±0.49 ^A	11.76±4.33 ^C	2356.0±639.6

^{A-D}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 10. 한우 동일 지방면적비(26~29%) 에서 BMS.NO에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
4	14	418.5±37.39 ^{AB}	14.6±5.3	84.0±10.5 ^D	60.7±1.5 ^{AB}
5	26	407.5±64.3 ^B	15.4±5.6	87.4±13.7 ^{CD}	60.4±1.82 ^B
6	429	436.1±56.7 ^{AB}	14.8±4.9	93.2±10.2 ^{BC}	61.0±1.6 ^{AB}
7	265	435.6±62.5 ^{AB}	14.2±4.3	97.1±11.4 ^B	61.4±1.4 ^A
8	155	437.4±61.2 ^{AB}	14.19±4.2	98.0±11.0 ^{AB}	61.4±1.3 ^A
9	13	445.3±77.4 ^A	15.7±5.21	103.±14.2 ^A	61.1±1.6 ^{AB}

^{A-D}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 11. 한우 동일 지방면적비(29~32%) 에서 BMS.NO에 따른 이미지 값 비교

BMS	n	섬세도 지수	몽침지수	지방 입자개수
4	3	2.60±0.85	15.85±10.97	3101.3±1405.9
5	8	2.58±0.34	16.75±5.20	3026±1133.3
6	169	2.55±0.46	16.93±4.99	2523.5±1165.4
7	176	2.54±0.40	16.25±4.74	2484.4±1042.
8	179	2.67±0.41	15.04±4.22	2332.7±859.5
9	59	2.87±0.41	13.47±4.07	2346.5±662.9

^{A-B}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 12. 한우 동일 지방면적비(29~32%) 에서 BMS.NO에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
4	3	451.6±40.5	15.6±3.7	95.3±9.81 ^{AB}	60.5±0.7
5	8	411.00±41.5	15.1±2.8	90.8±8.98 ^B	61.0±1.14
6	169	435.9±55.7	14.8±4.5	93.1±10.6 ^B	61.0±1.5
7	176	448.7±49.1	14.6±4.5	98.2±10.3 ^{AB}	61.3±1.3
8	179	446.77±54.6	14.19±4.2	99.3±10.7 ^{AB}	61.5±1.4
9	59	440.93±56.1	14.09±4.5	103.±10.2 ^A	61.8±1.5

^{A-B}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 13. 한우 동일 지방면적비(32~35%) 에서 BMS.NO에 따른 이미지 값 비교

BMS	n	섬세도 지수	몽침지수	지방 입자개수
6	61	2.57±0.52 ^C	18.81±6.11 ^A	2518.5±1054.0
7	70	2.64±0.51 ^{BC}	17.59±5.39 ^{AB}	2461.1±1209.1
8	187	2.72±0.45 ^{AB}	16.69±4.5 ^{BC}	2368.9±962.92
9	104	2.82±0.44 ^A	15.60±3.93 ^C	2428.4±1006.0

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 14. 한우 동일 지방면적비(32~35%) 에서 BMS.NO에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
6	61	418.3±54.44 ^B	15.0±5.5	92.2±10.4 ^C	61.1±1.8 ^B
7	70	437.9±52.1 ^A	14.0±4.7	97.3±11.7 ^B	61.4±1.61 ^{AB}
8	187	446.0±57.1 ^A	13.8±4.3	100.±12.1 ^B	61.7±1.5 ^A
9	104	450.8±53.8 ^A	15.0±5.0	104.±11.9 ^A	61.5±1.7 ^{AB}

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 15. 한우 동일 지방면적비(35~38%) 에서 BMS.NO에 따른 이미지 값 비교

BMS	n	섬세도 지수	몽침지수	지방 입자개수
6	13	2.74±0.76	19.23±7.33	2605.9±2069.5
7	14	2.86±0.39	17.82±5.1	2698.1±843.74
8	75	2.67±0.43	19.18±4.28	2304.8±902.79

9 115 2.86±0.40 17.25±4.39 2319.5±797.0

^{A-B}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 16. 한우 동일 지방면적비(35~38%) 에서 BMS.NO에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
6	13	429±51.36	17±6.5 ^A	86.9±9.51 ^C	60.0±2.2 ^B
7	14	429.2±63.3	13.3±5.1 ^B	95.1±14.9 ^B	61.6±1.77 ^A
8	75	452.6±49.2	15.0±4.7 ^{AB}	99.5±10.7 ^{AB}	61.3±1.6 ^A
9	115	446.1±63.0 ^A	15.2±4.5 ^{AB}	104.±12.5 ^A	61.5±1.6 ^A

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 17. 한우 동일 지방면적비(38% 이상) 에서 BMS.NO에 따른 이미지 값 비교

BMS	n	섬세도 지수	몽침지수	지방 입자개수
7	8	2.28±0.29 ^B	23.26±4.63	2027.1±577.49
8	40	2.63±0.5 ^A	21.81±5.5	1951.3±835.64
9	187	2.88±0.52 ^A	19.79±5.52	2054.0±659.56

^{A-B}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

표 18. 한우 동일 지방면적비(38% 이상) 에서 BMS.NO에 따른 도체특성 비교

BMS	n	도체중(kg)	등지방(mm)	등심단면적(cm ²)	육량지수
7	8	429.2±52.74	13.7±3.1	98.5±7.78 ^B	61.9±1.0
8	40	451.1±43.2	13.8±3.0	101.±9.88 ^{BA}	61.8±1.26
9	187	454.0±50.6	14.7±4.7	107.±12.4 ^A	61.8±1.6

^{A-B}means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

(4) 품질평가사 선호도조사 결과에 따른 이미지 분석값 비교

- 표 19는 지방면적이 동일하지만 근내지방태가 다른 10개 사진을 1개 그룹으로 구성하여 지방면적 비율에 따라 총 14개를 그룹을 만들었고 각 그룹별 전문패널의 시각적 관능평가를 통해 기호도 순위 1~10위별 10개 그룹을 만들의 이미지 특성을 분석한 표이다.
- 지방면적비율은 10개 관능평가 순위에 따라 구성된 그룹이 모두 동일하여 유의적인 차이는 없으며, 지방입자 개수는 시각적 관능평가 순위가 높을수록 입자수가 많아지는 경향은 있지만 기호도 순위에 따라 큰 차이 없다.
- 몽침지수는 순위가 높을수록 지수가 낮아지며 유의적인 차이를 보임 이는 지방면적이 같은 경우 몽침지수는 시각적 관능평가에 부정적인 요인으로 작용 섬세함지수는 기호도 순위가 높을수록 지수가 높아지며 유의적인 차이를 보였으며, 이는 섬세함지수는 시각적 관능평가 순위에 긍정적인 요인으로 작용하는 것으로 보인다.

표 19. 전문패널 순위에 따른 근내지방도 이미지 특성 비교(140)

순위	n	지방면적비율	입자개수	몽침지수	섬세화지수
1	15	32.05±7.50	2,938.93±617.39 ^A	0.12±0.05 ^F	3.08±0.39 ^A
2	14	31.58±6.91	3,039.00±1195.11 ^A	0.12±0.05 ^{EF}	2.91±0.34 ^{AB}
3	14	32.75±6.53	2,556.86±1061.84 ^{AB}	0.15±0.03 ^{DE}	2.67±0.40 ^{BC}
4	15	31.79±7.75	2,460.00±581.9 ^{AB}	0.18±0.04 ^{CD}	2.55±0.59 ^{CD}
5	15	32.38±5.27	2,327.53±758.72 ^{AB}	0.20±0.03 ^{ABC}	2.41±0.32 ^{CD}

6	12	31.12±8.11	2,621.42±708.09 ^{AB}	0.21±0.06 ^{ABC}	2..38±0.62 ^{CD}
7	14	32.97±7.06	2,442.71±1059.59 ^{AB}	0.19±0.03 ^{BC}	2..52±0.63 ^{CD}
8	14	31.41±6.82	1,972.00±921.25 ^B	0.23±0.04 ^{AB}	2..04±0.36 ^E
9	13	32.34±6.91	2,587.31±1252.48 ^{AB}	0.22±0.03 ^{AB}	2..24±0.30 ^{CD}
10	14	31.65±6.34	2,289.93±974.21 ^{AB}	0.23±0.04 ^A	2..01±0.25 ^E

^{A-F} means with the same letter are not significantly different in same line(p<0.05)

○ 표 20은 전문패널 선호도 그룹에서 이미지값과 도체특성에 따른 상관관계를 나타낸 표이다. 전문패널이 사진을 보고 평가한 근내지방도(시각)와 상관관계가 가장 높은 항목은 지방면적비율(0.88)이고 그 다음으로 섬세도 지수(0.70)로 나타났다. 지방입자개수는 상관관계를 나타내지 않으며 종전 연구결과와 같이 지방입자개수는 근내지방도에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 조사되었다.

○ 뭉침지수는 기호도 순위와 가장 높은 정의 상관관계를 나타내며 뭉침지수가 높을수록 기호도 순위는 하락하였고 섬세화지수(-0.58), 입자개수(-0.22)는 기호도 순위와 부의 상관관계를 나타내며 섬세지수와 입자개수가 많을수록 기호도 순위가 상승하였다.

표 20. 전문패널 선호도 그룹에서의 이미지값과 도체특성에 따른 상관관계 비교(140)

구분	지방면적비율	지방입자개수	섬세도 지수	뭉침지수	기호도순위
도체중(kg)	0.04	0.12	-0.15	0.16 _*	-0.05
등지방(mm)	0.01	-0.02	-0.17	0.19 _*	-0.07
등심단면적(cm ²)	0.54	0.21 _*	0.33 _{***}	0.09	-0.21
지방면적비율(%)	1	-0.20 _*	0.50 _{***}	0.25 _{**}	-0.01
지방입자개수	-0.20 _*	1	0.23 _{**}	-0.38 _{***}	-0.22 _{**}
섬세지수	0.50 _{***}	0.23 _{**}	1	-0.58 _{***}	-0.58 _{***}
뭉침지수(%)	0.25 _{**}	-0.38 _{***}	-0.58 _{***}	1	0.66 _{***}
근내지방도(시각)	0.88 _{***}	-0.11	0.70 _{***}	-0.06	-0.36 _{***}

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.0001

○ BMS를 종속변수로 하여 근내지방도 이미지 값을 이용한 회귀방정식을 표1-21과 같이 도출하였다. 이 모델의 설명력(R²)은 86.58%이며 지방면적비율, 섬세함지수, 뭉침지수가 유의한 변수로 작용하였다.

표 21. 이미지특성이 근내지방도(BMS)에 미치는 상관모형(140두)

구분	Intercept	이미지특성 가중치			R ²
		지방면적비율	섬세함지수	뭉침지수	
BMS(시각)	1.24	15.25	0.55	-3.05	0.8658
p-value	**	***	**	*	***

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.0001

(4) 고찰

○ 한우 근내지방도는 소고기의 품질에서 가장 중요한 요인으로 작용한다. 한우고기는 수입쇠고기 대비 높은 근내지방도로 유통시장에서 품질 차별성을 나타내며 국내 점유율을 유지하며 꾸준한 소비층을 유지하고 있다. 소도체 등급판정기준의 근내지방도는 지방함량의 많고 적음

도 중요한 요인으로 작용하지만 본 연구를 통해 섬세도, 뭉침정도가 현재 등급판정 시 품질요인으로 적용되는 것을 규명하였다.

○ 추가적으로 아래의 그림3은 근내지방도와 지방면적비는 동일한 등심단면적 사진이다. 전문가 패널이 선호도 1등으로 평가한 사진을 보면 섬세지수가 가장 높은 개체보다는 근내지방의 분포가 균일하고, 입자모양이 둥근 근내지방 형태가 전문가 패널의 1순위로 뽑혔다. 이는 근내지방도의 품질요인에 섬세도, 뭉침도 이외에 추가적인 품질요인이 작용하는 것으로 사료된다. 이러한 후보요인으로는 근내지방 분포의 균일도, 근내지방의 알갱이 모양 등이 있을 것으로 사료되며 향후 근내지방도 품질요인 추가적으로 발굴하기 위한 연구가 필요하다.




		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ BMS : 9 ▪ 섬세지수 : 3.03(10등) ▪ 뭉침지수 : 27.59 ▪ 전문가패널순위 : 10위 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BMS : 9 ▪ 섬세지수 : 4.14(1등) ▪ 뭉침지수 : 12.65 ▪ 전문가패널순위 : 3위 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BMS : 9 ▪ 섬세지수 : 3.74 (3등) ▪ 뭉침지수 : 19.12 ▪ 전문가패널순위 : 1위

그림3. 전문가 패널순위 결과와 이미지 값비교

나. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 이화학 특성 비교(2차년도)

(1) 재료 및 방법

○ 흉추13번 위치의 배최장근 단면(등급판정 부위)을 촬영한 후 이미지 분석 소프트웨어(Beef analyzer II, Hayasaka Rikoh. Co., Ltd, Sapporo Hokkaido, Japan)로 근내지방 이미지 촬영한 후 전문가 패널을 시각평가 기준으로 근내지방 섬세, 보통, 뭉침 3개 그룹으로 구분하였다. 해당 그룹별 일반성분, 지방산분석을 통해 이화학 특성 비교하였다.

○ 일반성분 분석은 이미지 완료된 등심근 부위를 200g 씩 동일하게 채취하여 일반성분분석기(FoodScan, Foos)를 이용하여 수분, 단백질, 지방, 콜라겐, 회분, 염도 값을 측정하였다.

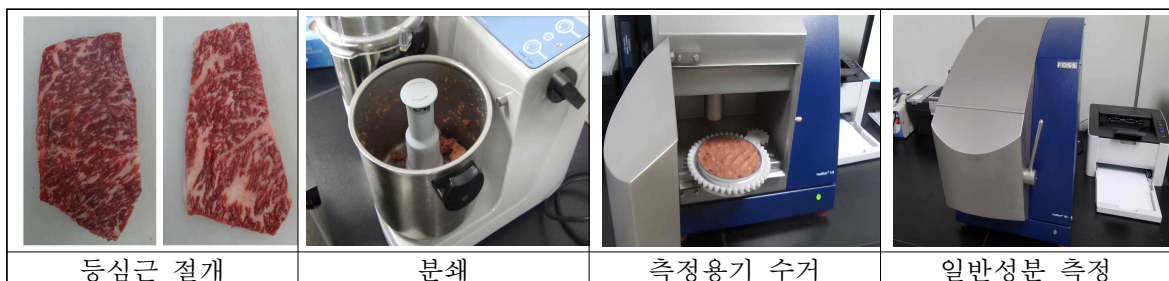


그림 3. 일반성분 분석

Items	Operation condition
Instrument	Agilent Technologies 7890B
Column	HP-88 capillary column(100m×0.25mm×0.2μm)
Injection temp.	250°C
Detection temp.	250°C
Oven temp.	Initial temp. 140°C(hold for 5min) Increase rate 4°C/min Final temp. 250°C(hold for 15min)
Carrier gas	N ₂
Detector	Flame ionization detector(FID)

- 지방산분석은 일반성분 분쇄기를 이용하여 잘 혼합된 시료를 채취하여 Folch 법으로 지방을 추출하였으며 지방산 분석시(GC System, Agilent 7890B)로 지방산 종류별 함량을 분석하였다.
- 등급판정 부위(흉추13번 절단면)의 등지방, 근간지방, 근간에 연결된 근내지방, 뭉친 근내지방, 섬세 근내지방, 복부쪽 근간 연결지방 등 지방을 채취하여 지방산 조성을 분석하였다.

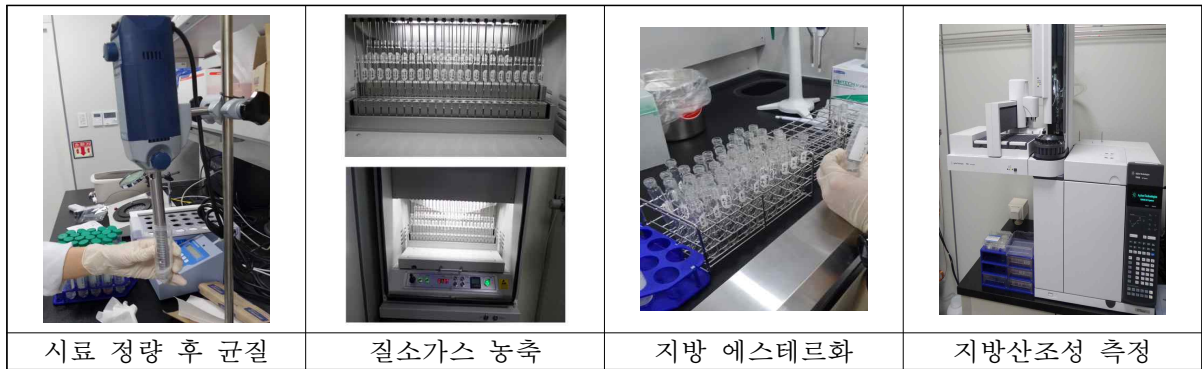


그림 4. 지방산 조성 분석

(2) 근내지방도 섬세, 뭉침에 따른 일반성분 비교

- 표 23은 근내지방도 섬세한 정도에 따른 그룹 간에 일반성분 조성을 비교한 것으로 육질등급을 구분하지 않은 전체 그룹에서는 섬세정도에 따른 일반성분 조성의 유의적 차이는 없었다.
- 1++등급에서는 섬세정도에 따른 3개 그룹 간에 유의적인 차이를 보였으며 동일 등급 내에서는 지방면적 비율이 비슷한 개체 간의 비교에서 뭉친지방그룹의 조지방 함량은 유의적으로 높게 나타났다.

표 23. 근내지방도 섬세한 정도에 따른 그룹의 일반성분 조성 차이 비교

등급	구분	n	수분	단백질	지방	콜라겐	회분	염분
전체	섬세그룹(A)	16	57.76±2.23	17.79±0.88	22.59±3.00	3.08±0.21	3.21±0.66	1.72±0.26
	보통그룹(B)	16	57.61±2.77	17.64±0.74	22.80±3.58	3.10±0.26	3.08±0.63	1.63±0.30
	뭉침그룹(C)	16	55.74±3.69	17.17±1.37	25.27±5.11	3.13±0.37	2.83±0.72	1.69±0.33
1+	섬세그룹(A)	7	59.13±1.07	18.37±0.49	20.68±1.47	3.00±0.13	3.17±0.70	1.74±0.23
	보통그룹(B)	7	59.72±2.47	18.22±0.58	20.05±3.16	2.93±0.19	2.87±0.61	1.64±0.22
	뭉침그룹(C)	7	58.53±2.94	18.34±0.98	21.33±3.82	3.05±0.31	3.39±0.33	1.56±0.29
1++	섬세그룹(A)	9	56.69±2.31 ^A	17.34±0.86 ^A	24.07±3.05 ^B	3.15±0.24	3.25±0.62 ^A	1.70±0.27
	보통그룹(B)	9	55.97±1.67 ^A	17.18±0.48 ^A	24.93±2.15 ^B	3.24±0.22	3.24±0.59 ^A	1.62±0.35
	뭉침그룹(C)	9	53.56±2.59 ^B	16.25±0.84 ^B	28.33±3.69 ^A	3.19±0.40	2.40±0.63 ^B	1.80±0.32

(3) 근내지방도 섬세, 뭉침에 따른 지방산 조성 비교

- 지방산 분석에 이용된 한우 등심 시료는 근접 지역내에서 위탁사육농장을 통해 올인올아웃 방식으로 유사한 사육개월령에 출하된 소들로 근내지방 형태 이외의 지방산 조성 차이에 영향을 미치는 요인을 최소화하여 선정하였다.
- 표 24는 섬세한 정도에 따른 그룹 간 지방산 조성 차이를 나타내며 엘라이딘산(Elaidic acid, C18:1n9t)를 제외하고는 유의적인 차이를 보이지 않았다.
- 타 요인을 배제하고 지방형태(섬세, 뭉침정도)에 따른 근내지방의 지방산 조성의 차이는 나타나지 않았다.

표 24 그룹 전체에서 근내지방도 섬세한 정도에 따른 그룹의 지방산 조성 차이 비교(단위 : %)

지방산	섬세그룹(A)	보통그룹(B)	뭉침그룹(C)
미리스틴산 (Myristic acid, C14:0)	4.1±0.8	3.84±0.57	4.22±0.59
미리스톨레인산 (Myristoleic acid, C14:1)	1.46±0.57	1.33±0.39	1.48±0.4
팔미틴산 (Palmitic acid, C16:0)	29.25±1.81	28.82±1.23	29±1.56
팔미톨레인산 (Palmitoleic acid, C16:1)	4.86±1.04	4.68±0.97	5.19±1.04
스테아린산 (Stearic acid, C18:0)	10.38±1.54	10.09±1.57	9.44±1.32
엘라이딘산 (Elaidic acid, C18:1n9t)	1.32±0.66 ^B	1.42±0.65 ^{AB}	1.78±0.45a ^A
올레인산 (Oleic acid, C18:1n9c)	45.64±2.54	46.97±2.41	46.09±1.91
리놀레산 (Linoleic acid, C18:2n6c)	2.91±0.61	2.77±0.92	2.79±0.71
리놀렌산 (Linolenic acid, C18:3n3)	0.07±0.2	0.08±0.22	-
총포화지방산(SFA)1)	43.73±2.51	42.75±2.43	42.66±2.15
총불포화지방산(UFA)2)	56.27±2.51	57.25±2.43	57.34±2.15
총단가불포화지방산(MUFA)3)	53.28±2.72	54.4±2.61	54.54±2.43
총다가불포화지방산(PUFA)4)	2.99±0.62	2.85±0.87	2.79±0.71
불포화/포화(U/S)5)	1.29±0.13	1.35±0.13	1.35±0.12
단가불포화/포화(M/S)6)	1.23±0.13	1.28±0.13	1.28±0.12

^{A-C} means with the same letter are not significantly different in same row(p<0.05)

¹⁾Saturated fatty acid, ²⁾Unsaturated fatty acid, ³⁾Monounsaturated fatty acid, ⁴⁾Polyunsaturated fatty acid, ⁵⁾Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, ⁶⁾Monounsaturated fatty acid/Saturated fatty acid

표 25. 1⁺ 등급에서 근내지방도 섬세한 정도에 따른 그룹의 지방산 조성 차이 비교(단위 : %)

지방산	섬세그룹(A)	보통그룹(B)	뭉침그룹(C)
미리스틴산 (Myristic acid, C14:0)	4.04±0.83	3.76±0.52	3.96±0.35
미리스톨레인산 (Myristoleic acid, C14:1)	1.33±0.27	1.39±0.46	1.51±0.56
팔미틴산 (Palmitic acid, C16:0)	29.15±2.46	28.48±1.42	28.16±1.26
팔미톨레인산 (Palmitoleic acid, C16:1)	4.61±0.54	4.61±1.19	5.65±1.11
스테아린산 (Stearic acid, C18:0)	10.51±1.1	10.13±1.82	8.97±1.49
엘라이딘산 (Elaidic acid, C18:1n9t)	1.32±0.72b	1.59±0.38ab	2.06±0.44a

올레인산 (Oleic acid, C18:1n9c)	46.16±3.16	47.01±2.51	47.13±1.3
리놀레산 (Linoleic acid, C18:2n6c)	2.87±0.64	3.05±0.99	2.55±0.56
리놀렌산 (Linolenic acid, C18:3n3)	-	-	-
총포화지방산(SFA)1)	43.7±3.58	42.36±2.65	41.1±1.51
총불포화지방산(UFA)2)	56.3±3.58	57.64±2.65	58.9±1.51
총단가불포화지방산(MUFA)3)	53.43±3.72	54.59±2.65	56.35±1.69
총다가불포화지방산(PUFA)4)	2.87±0.64	3.05±0.99	2.55±0.56
불포화/포화(U/S)5)	1.3±0.19	1.37±0.15	1.44±0.09
단가불포화/포화(M/S)6)	1.24±0.19	1.3±0.15	1.37±0.09

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same row(p<0.05)

¹⁾Saturated fatty acid, ²⁾Unsaturated fatty acid, ³⁾Monounsaturated fatty acid, ⁴⁾Polyunsaturated fatty acid, ⁵⁾Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, ⁶⁾Monounsaturated fatty acid/Saturated fatty acid

표 26. 1⁺⁺ 등급에서 근내지방도 섬세한 정도에 따른 그룹의 지방산 조성 차이 비교 (단위 : %)

지방산	섬세그룹(A)	보통그룹(B)	뭉침그룹(C)
미리스틴산 (Myristic acid, C14:0)	4.15±0.83	3.91±0.63	4.42±0.67
미리스톨레인산 (Myristoleic acid, C14:1)	1.55±0.72	1.3±0.34	1.45±0.25
팔미틴산 (Palmitic acid, C16:0)	29.33±1.27	29.08±1.07	29.65±1.51
팔미톨레인산 (Palmitoleic acid, C16:1)	5.06±1.31	4.73±0.85	4.83±0.89
스테아린산 (Stearic acid, C18:0)	10.27±1.88	10.07±1.45	9.8±1.11
엘라이딘산 (Elaidic acid, C18:1n9t)	1.32±0.65	1.29±0.79	1.56±0.34
올레인산 (Oleic acid, C18:1n9c)	45.24±2.03	46.94±2.48	45.29±1.97
리놀레산 (Linoleic acid, C18:2n6c)	2.94±0.62	2.55±0.86	2.99±0.78
리놀렌산 (Linolenic acid, C18:3n3)	0.13±0.26	0.14±0.28	-
총포화지방산(SFA)1)	43.76±1.5	43.06±2.36	43.88±1.78
총불포화지방산(UFA)2)	56.24±1.5	56.94±2.36	56.12±1.78
총단가불포화지방산(MUFA)3)	53.17±1.88	54.25±2.73	53.14±1.95
총다가불포화지방산(PUFA)4)	3.07±0.62	2.69±0.78	2.99±0.78
불포화/포화(U/S)5)	1.29±0.08	1.33±0.12	1.28±0.09
단가불포화/포화(M/S)6)	1.22±0.08	1.27±0.12	1.21±0.09

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same row(p<0.05)

¹⁾Saturated fatty acid, ²⁾Unsaturated fatty acid, ³⁾Monounsaturated fatty acid, ⁴⁾Polyunsaturated fatty acid, ⁵⁾Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, ⁶⁾Monounsaturated fatty acid/Saturated fatty acid

(4) 등심근 지방유형별 지방산 조성차이 비교

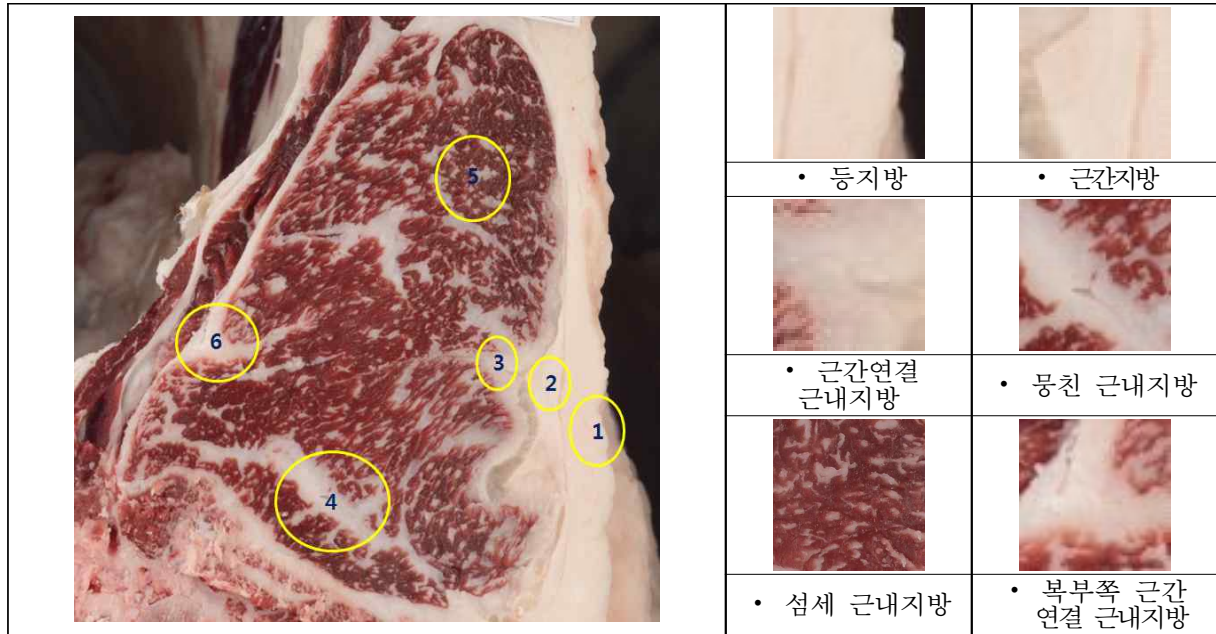


그림 5. 등심근 지방 위치별 품질특성 비교

- 표 27은 등심근 지방을 • 등지방, • 근간지방, • 근간연결 근내지방, • 뭉친 근내지방, • 섬세 근내지방, • 복부 쪽 근간연결 근내지방으로 구분하여 지방산 조성 차이를 분석하였다.
- 지방산 조성 중 총포화지방산(Saturated fatty acid)은 뭉친 근내지방, 섬세 근내지방, 복부쪽 근간연결 근내지방은 42% 수준으로 유사하게 나타났으며 등지방, 근간지방, 근간연결 근내지방은 34~36% 수준으로 나타나며 1~3과 4~6번 지방 위치에 따라 유의적 차이(p<0.05)를 나타냈다. (•=•••<•••••)
- 미리스틴산(C14:0)은 3.35~3.95% 수준으로 등지방이 가장 높고 섬세한 근내지방, 뭉친 근내지방, 근간연결 근내지방, 근간지방, 복부쪽 근간연결지방 순으로 나타났으며 팔미틴산(C16:0)은 23.54~27.91% 수준으로 섬세, 뭉친 지방이 가장 높고 등지방, 복부쪽 근간연결 근내지방, 근간연결 근내지방, 근간지방 순이며, 스테아린산(C18:0)은 6.72 ~ 12.92% 수준으로 복부쪽 근간연결 근내지방, 뭉친 근내지방, 섬세 근내지방, 근간연결 근내지방, 근간지방, 등지방 순으로 나타났다.
- 불포화지방산(Unsaturated fatty acid)은 근간지방이 가장 높고, 근간연결 근내지방, 등지방은 63.17~65.24% 수준으로 나타났으며, 뭉친 근내지방, 섬세 근내지방, 복부쪽 근간연결 근내지방은 57% 수준으로 나타나며 1~3과 4~6번 지방위치에 따라 유의적인 차이(p<0.05)를 나타냈다. (•=•••>•••••)
- 올레인산(C18:1n9c)은 근간연결 근내지방이 51.13%로 가장 높고 근간지방은 50.97%로 유사하게 나타났으며, 등지방, 뭉친 근내지방, 복부쪽 근간연결 근내지방, 섬세 근내지방순 으로 나타났다.

표 27. 등심근 지방 유형별 지방산 조성 차이 비교(n=91)

지방산	(단위 : %)					
	• 등지방 n=12	• 근간지방 n=16	• 근간연결 근내지방 n=16	• 뭉친 근내지방 n=16	• 섬세 근내지방 n=16	• 복부쪽 근간연결 근내지방 n=15
미리스틴산 (Myristic acid, C14:0)	3.95±0.52 ^a	3.56±0.63 ^{ab}	3.59±0.57 ^{ab}	3.69±0.82 ^{ab}	3.82±0.78 ^{ab}	3.35±0.5 ^b
미리스톨레인산	2.68±0.84 ^a	2.36±0.94 ^{ab}	1.99±0.67 ^b	1.22±0.46 ^c	1.42±0.55 ^c	1.01±0.46 ^c

(Myristoleic acid, C14:1)						
팔미틴산 (Palmitic acid, C16:0)	26.16±2.45 ^{bc}	23.54±2.4 ^d	24.69±1.68 ^{cd}	27.4±2.24 ^{ab}	27.91±2.57 ^a	26.05±1.57 ^{bc}
팔미톨레인산 (Palmitoleic acid, C16:1)	8.03±1.01 ^a	7.8±2.01 ^a	6.79±1.17 ^b	4.55±1.12 ^{cd}	5.14±1.32 ^c	4.11±0.97 ^d
스테아린산 (Stearic acid, C18:0)	6.72±1.24 ^c	7.66±2.44 ^c	8.05±1.36 ^c	11.38±1.84 ^b	10.38±1.83 ^b	12.92±2.59 ^a
엘라이딘산 (Elaidic acid, C18:1n9t)	1.38±0.91 ^{ab}	1.18±0.98 ^{ab}	0.89±0.82 ^b	1.27±0.94 ^{ab}	1.04±0.95 ^b	1.84±1 ^a
올레인산 (Oleic acid, C18:1n9c)	48.07±3.94 ^b	50.97±3.68 ^a	51.13±2.24 ^a	48.02±2.54 ^b	47.78±3.16 ^b	47.98±2.99 ^b
리놀레산 (Linoleic acid, C18:2n6c)	2.24±0.4	2.13±0.52	1.99±0.57	2.05±0.59	2.11±0.61	2.14±0.65
리놀렌산 (Linolenic acid, C18:3n3)	0.77±0.55 ^{ab}	0.8±0.61 ^a	0.87±0.37 ^a	0.42±0.41 ^{bc}	0.4±0.45 ^c	0.6±0.42 ^{abc}
총포화지방산(SFA)1)	36.83±3.15 ^b	34.76±4.06 ^b	36.34±2.57 ^b	42.47±3.14 ^a	42.11±3.4 ^a	42.32±3.4 ^a
총불포화지방산(UFA)2)	63.17±3.15 ^a	65.24±4.06 ^a	63.66±2.57 ^a	57.53±3.14 ^b	57.89±3.4 ^b	57.68±3.4 ^b
총단기불포화지방산(MUFA)3)	60.15±3.38 ^a	62.31±3.81 ^a	60.81±2.27 ^a	55.06±3.02 ^b	55.39±3.4 ^b	54.94±3.38 ^b
총다기불포화지방산(PUFA)4)	3.01±0.62	2.93±0.7	2.86±0.71	2.47±0.68	2.5±0.76	2.74±0.65
불포화/포화(U/S)5)	1.73±0.26 ^a	1.92±0.39 ^a	1.76±0.19 ^a	1.37±0.17 ^b	1.39±0.21 ^b	1.38±0.18 ^b
단기불포화/포화(M/S)6)	1.65±0.26 ^b	1.83±0.37 ^a	1.69±0.18 ^{ab}	1.31±0.16 ^c	1.33±0.2 ^c	1.31±0.17 ^c

^{a-d} means with the same letter are not significantly different in same row(p<0.05)

¹⁾Saturated fatty acid, ²⁾Unsaturated fatty acid, ³⁾Monounsaturated fatty acid, ⁴⁾Polyunsaturated fatty acid, ⁵⁾Unsaturated fatty acid/Saturated fatty acid, ⁶⁾Monounsaturated fatty acid/Saturated fatty acid

다. 한우 신품질평가 항목 규격화 및 등급적용 가능성 연구(3차년도)

(1) 재료 및 방법

○ 농협음성, 부천 축산물 공판장 중매인 20명을 대상으로 등급판정 항목, 근내지방 섬세도에 따른 모의경매를 실시함, 육질항목인 육색, 지방색, 조직감, 성숙도와 육량항목인 등지방, 등심 단면적, 도체중에 대한 선호도조사하였고 이들 항목과 근내지방도 섬세도, 균일도(신규항목)에 대한 모의경매를 통하여 新품질요인에 대한 적용 가능성을 검토하였다.

※ 영상 이미지 활용 평가항목(BMS, 지방형태, 육색, 지방색 등) 모의경매

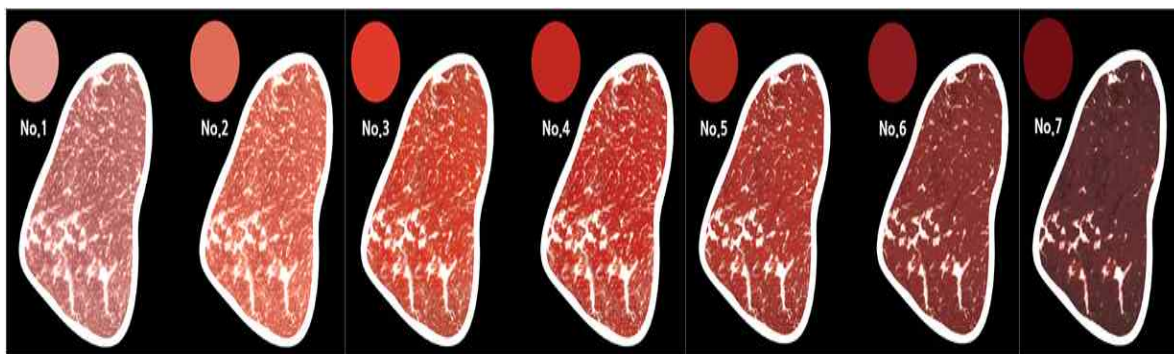


그림 6. 육색 차이에 따른 시각평가 및 모의경매

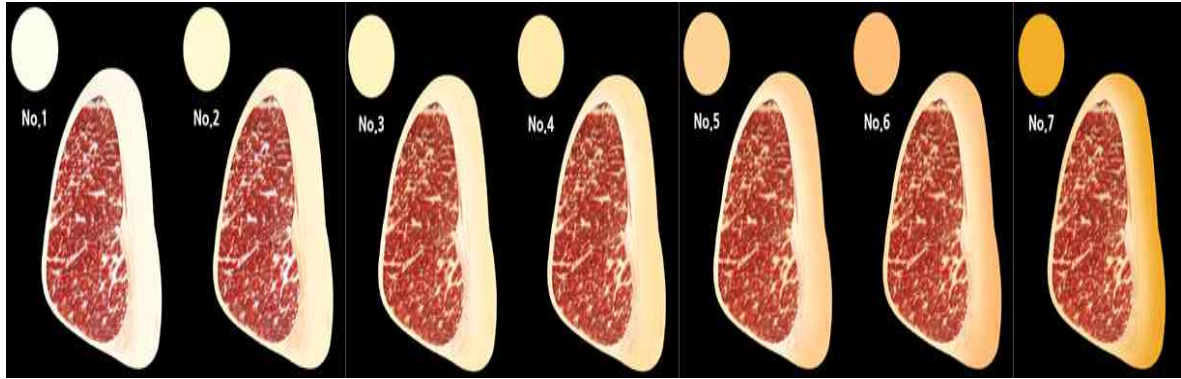


그림 7. 지방색 차이에 따른 시각평가 및 모의경매

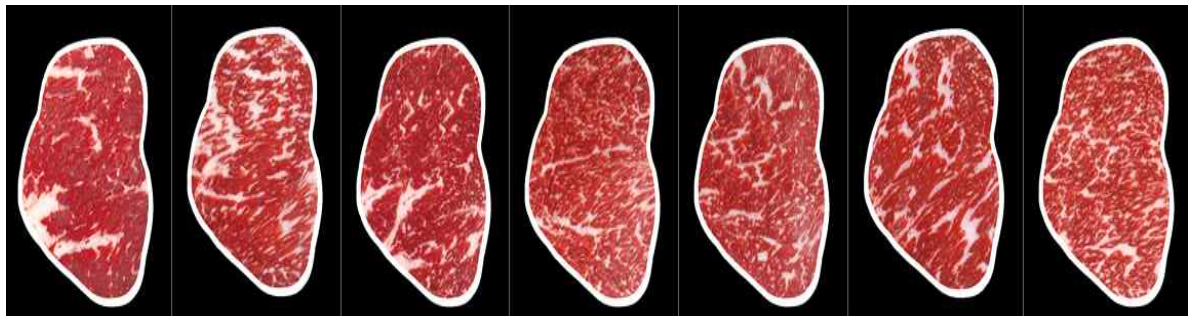


그림 8. 근내지방 섬세도, 균일도에 대한 시각평가 및 모의경매

(2) 한우 등급판정항목 기준별 모의경매 결과 비교

- 표 28은 육색 항목에 대한 모의경매 결과로 육색 1, 2번의 평균 입찰가격이 가장 높게 나타났으며 육색이 어두워질수록 가격이 낮아지는 경향을 나타냈다. 특히 육색 5번에서 7번으로 어두워질수록 유의적으로 큰 가격 차이를 나타냈다.
- 기본 가격으로 설정한 육색 4번(18,000원/kg) 대비 1번(790원), 2번(905), 3번(360), 5번(-1,049), 6번(-2,716), 7번(-4,436) 차이를 보임 육색 5번 이후 가격 편차가 크게 발생하며 육색4번까지 유통업자들이 선호하는 육색이며 색이 밝은 것은 한우 상품성에 큰영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.
- 육색 1번 ~ 4번 기준 구간 간에는 유의적인 가격 차이가 발생하지 않았으며 육색 5번 이후로 육색이 진해짐에 따라 경락가격은 유의적인 차이를 나타냈다.
- 육색기준별 경락가격순위는 No.2 > No.1 > No.3 > No.4 > No.5 > No.6 > No.7과 같다.

표 28. 한우 육질등급판정 항목별 모의경매 결과 분석(육색) (단위 : 원/kg)

육 색	관측값 수 (n)	평균	표준편차	최소값	최대값
No. 1	18	18,790 ^A	1,445	17,000	22,000
No. 2	19	18,905 ^A	1,015	17,000	21,000
No. 3	20	18,360 ^A	520	17,500	20,000
No. 4	20	18,000 ^A	-	18,000	18,000
No. 5	20	16,951 ^B	789	15,000	18,000
No. 6	19	15,284 ^C	1,983	10,000	17,500
No. 7	18	13,564 ^D	2,470	9,000	17,000

관측값 수가 20미만인 경우는 중도매인 모의경매 시, 입찰 거부(구입의사 없음)를 의미
^{A-D}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05)

- 표 29는 지방색 항목에 대한 모의경매 결과로 지방색 1번의 평균 경매가격이 가장 높게 나

타났으며 지방색이 어두워질수록 가격이 낮아지는 경향이 나타났다. 지방색의 경우색 3번에서 7번으로 어두워질수록 유의적으로 차이를 보이며 가격이 떨어졌다.

○ 기본 가격으로 설정한 지방색 4번(18,000원/kg) 대비 1번(878원), 2번(684), 3번(340), 5번(-895), 6번(-1,700), 7번(-2,982) 차이를 보였다.

○ 지방색 1번 ~ 3번 기준 구간 간에는 유의적인 가격 차이가 발생하지 않았으며 지방색에 따른 가격 순위는 지방색 No.1 > No.2 > No.3 > No.4 > No.5 > No.6 > No.7과 같이 나타났다.

표 29. 한우 육질등급판정 항목별 모의경매 결과 분석(지방색) (단위 : 원/kg)

지방색	관측값 수 (n)	평균	표준편차	최소값	최대값
No. 1	19	18,878 ^A	1,030	17,200	21,000
No. 2	19	18,684 ^A	672	18,000	20,500
No. 3	20	18,340 ^{AB}	341	18,000	19,000
No. 4	20	18,000 ^B	-	18,000	18,000
No. 5	19	17,105 ^C	674	16,000	18,000
No. 6	18	16,300 ^D	1,119	14,300	17,500
No. 7	18	15,018 ^E	1,954	10,000	17,300

※ 관측값 수가 20미만인 경우는 중도매인 모의경매 시, 입찰 거부(구입의사 없음)를 의미
^{A-E}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05)

○ 표 30은 조직감 항목에 대한 모의경매 결과로 조직감 1번의 평균 경매가격이 가장 높았으며 조직감 기준이 높아질수록 가격이 낮아지는 특성을 나타났다.

○ 조직감 3번에서 5번으로 갈수록 유의적으로 큰 가격 차이를 보임 기본 가격으로 설정한 조직감 3번(18,000원/kg) 대비 5번(-1,539원), 4번(-690), 2번(211), 1번(1,556)차이를 보였다.

○ 조직감 3번 이상 기준부터 가격 편차가 크게 발생하였으며 이 결과는 조직감 관련 선호도 결과와도 일치하였다.

○ 조직감 1번 ~ 3번 기준 구간 간에는 유의적인 가격 차이가 발생하지 않았으며 순위는 조직감 No.1 > No.2 > No.3 > No.4 > No.5 순으로 나타났다.

표 30. 한우 육질등급판정 항목별 모의경매 결과 분석(조직감) (단위 : 원/kg)

조직감	관측값 수 (n)	평균	표준편차	최소값	최대값
No. 1	20	19,556 ^A	1,079	18,000	22,000
No. 2	20	18,211 ^B	884	17,000	20,500
No. 3	20	18,000 ^B	-	18,000	18,000
No. 4	19	17,310 ^C	814	15,000	19,300
No. 5	19	16,461 ^D	1,576	12,000	19,700

※ 관측값 수가 20미만인 경우는 중도매인 모의경매 시, 입찰 거부(구입의사 없음)를 의미

※ 조직감 1~5번 구간은 현재 측정원 소도체 등급기준 보완(안) 기준 적용
^{A-D}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05).

○ 표 31은 섬세함정도 항목에 대한 모의경매 결과로 섬세함정도 7번의 평균 경매가격이 가장 높게 나타났으며 섬세 정도가 낮을수록 가격이 낮아짐

○ 섬세함정도 3번~5번 구간 간에는 가격의 유의적인 차이가 발생하지 않았으나 타 구간은 유의적인 차이를 보임

- 기본 가격으로 설정한 섬세함정도 4번(18,000원/kg) 대비 1번(-2,602원), 2번(-815), 3번(-140), 5번(65), 6번(1,199), 7번(1,770) 차이를 보임
- 섬세함정도가 높아질수록 입찰가격을 높게 설정하는 결과를 보였으며 이 결과는 섬세한 근내지방을 선호하는 선호도 조사 결과와 일치함
- (순위) 섬세함정도 No.7 > No.6 > No.5 > No.4 > No.3 > No.2 > No.1

표 31. 한우 육질등급판정 항목별 모의경매 결과 분석(섬세함정도) (단위 : 원/kg)

섬세함정도	관측값 수 (n)	평균	표준편차	최소값	최대값
No. 1	19	15,398E	1,495	12,000	17,000
No. 2	20	17,185D	883	16,000	19,500
No. 3	20	17,860C	536	17,000	19,000
No. 4	20	18,000C	-	18,000	18,000
No. 5	20	18,065C	851	15,000	19,000
No. 6	20	19,199B	643	18,200	20,500
No. 7	20	19,770A	926	18,300	21,000

※ 관측값 수가 20미만인 경우는 중도매인 모의경매 시, 입찰 거부(구입의사 없음)를 의미
^{A-E}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05).

- 표 32는 근내지방의 균일하게 분포된 정도(균일도) 항목에 대한 모의경매 결과로 균일도 6번의 평균 경매가격이 가장 높게 나타났으며 균일도가 떨어질수록 가격이 낮아짐
- 균일도 7번의 선호도가 5, 6번 보다 낮은 것은 굵은 마블링과 섬세한 마블링의 조화 보다는 섬세하지만 미세한 마블링의 비율이 높아지는 경우 균일도에 대한 선호도가 떨어진 것으로 보임
- 균일도 3, 5, 6, 7번 구간 간에는 가격의 유의적인 차이가 발생하지 않았으나 타 구간은 유의적인 차이를 보임
- 기본 가격으로 설정한 균일도 4번(18,000원/kg) 대비 1번(-3,032원), 2번(-1,705), 3번(130), 5번(715), 6번(860), 7번(561) 차이를 보임
- (순위) 균일도 No.6 > No.5 > No.7 > No.3 > No.4 > No.2 > No.1

표 32. 한우 육질등급판정 항목별 모의경매 결과 분석(지방 분포정도-균일도) (단위 : 원/kg)

균일도	관측값 수 (n)	평균	표준편차	최소값	최대값
No. 1	19	14,968 ^D	2,044	10,000	17,400
No. 2	20	16,295 ^C	1,547	12,000	17,800
No. 3	20	18,130 ^{AB}	889	16,901	21,000
No. 4	20	18,000 ^B	-	18,000	18,000
No. 5	20	18,715 ^A	438	18,000	20,000
No. 6	20	18,860 ^A	520	18,000	20,000
No. 7	20	18,561 ^{AB}	1,318	14,000	20,000

※ 관측값 수가 20미만인 경우는 중도매인 모의경매 시, 입찰 거부(구입의사 없음)를 의미
^{A-D}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05).

- 표 33은 경락가격과 모의경매를 통한 육질등급 항목과의 상관관계를 분석한 것으로 육색 -0.436, 지방색 -0.314, 조직감 -0.220, 섬세함정도 0.320, 균일도 0.303의 상관관계를 나타냈다.
- 경락가격에 연관성이 높은 항목은 육색, 섬세함정도, 지방색, 균일도, 조직감 순으로 나타났다

다.

- 육색, 지방색의 상관도가 높게 나타난 것은 극단 구간(No. 6, 7)의 가격 차이 등이 크게 발생한 것에 영향이 있는 것으로 보였다.
- 상대적으로 조직감 항목은 기준 구간 간에 가격 차이가 가장 적게 나타나 경락가격과의 상관관계 또한 타 항목 보다 낮게 나타났다.

표 33. 모의경매에 따른 경락가격과 육질등급판정 항목간의 상관관계

구 분	경락가격	육색	지방색	조직감	섬세함정도	균일도
경락가격	1	-0.436 (<0.0001)	-0.314 (<0.0001)	-0.220 (<0.0001)	0.320 (<0.0001)	0.303 (<0.0001)

(3) 고찰

- 육색, 지방색은 밝을수록 가격을 높게 평가, 타 항목 또한 기준 구간의 차이에 따라 가격 차이가 발생하여 가격을 결정하는 육질항목 기준으로 사용하는 데 적합한 것으로 나타났다
- 특히, 섬세함정도 및 지방분포 정도(균일도)는 기존 등급항목에 포함되어 있지 않으나 가격 차이 및 품질을 구분하는 요인으로 충분히 고려할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

라. 한우 근내지방도 新품질평가 항목 현장적용 방안 연구도(4차년도)

(1) 재료 및 방법

- 섬세함, 지방분포정도에 의해 등급 상·하향 조건 필요성에 대해 축산물품질평가원의 전문강사 및 직무교육 센터장 등 11명을 대상으로 의견을 수렴하였을 때 1등급이하에서는 섬세, 멍침 정도와 상관없이 지방함량이 많을수록 품질이 우수한 것으로 평가되며 근내지방도의 섬세, 지방분포정도에 따른 품질이 나뉘지는 구간은 최소 1+등급이상에서 적용 가능한 것으로 결정하였다.
- 新품질평가 항목 기준마련을 위해 시각평가를 위해 1,045점 사진 중 대표사진을 선정하여 전문가 시각평가를 통해 균일도 정도를 상, 중, 하로 구분하였다. 상중하 구분 기준은 근내지방 균일도 평가에서 5점척도 기준으로 A그룹은 4점이상, B그룹은 3~4점 C그룹은 3점 미만으로 구분하여 그룹을 설정하였고 BMS별 대표사진의 예시는 아래와 같다.



균일도 A그룹(균일함)

균일도 B그룹(보통)

균일도 C그룹(균일하지 못함)

그림 9. 근내지방도(BMS No. 6)



그림 10. 근내지방도(BMS No. 7)

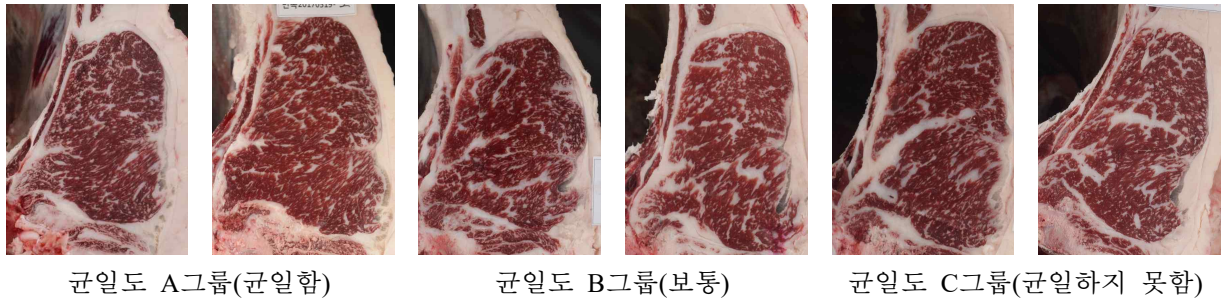


그림 11. 근내지방도(BMS No. 8)

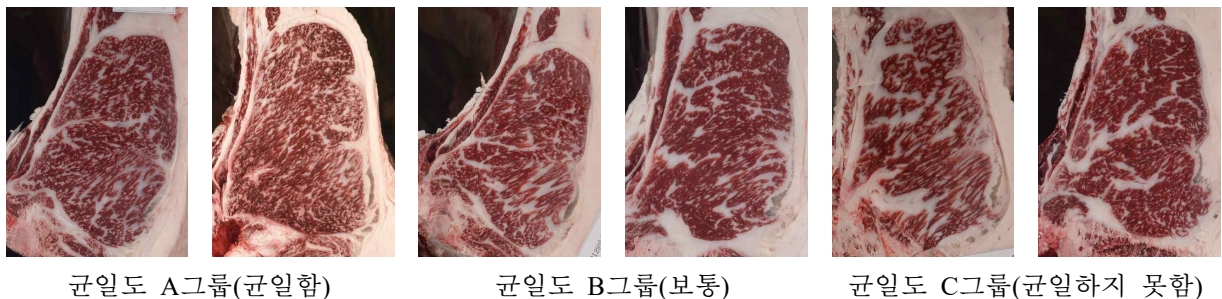


그림 12. 근내지방도(BMS No. 9)

(2) 지방분포도(균일도)그룹 구분에 따른 품질특성 비교

- 표 34는 전문가 그룹이 근내지방의 분포정도(균일도) 결과를 이용하여 A(균일), B(보통), C(균일하지 못함) 그룹 간에 차이를 확인
- 도체중을 제외한 모든 항목이 그룹 간 유의적인 차이를 나타냈으며 섬세함 정도, 멍침 정도에 따라 섬세평가 점수, 균일평가 점수 및 최종 평가점수 또한 그룹 간에 유의적 차이를 보임
- 근내지방의 분포정도에 따라 그룹을 나눌 시, 그룹 간에 근내지방 형태(섬세, 멍침, 지방면적비 등) 적인 부분의 차이가 분명하게 발생함을 확인할 수 있다.

표 34. 시각평가를 통한 그룹 구분에 따른 특성 비교(n=149)

구분	등지방 (mm)	단면적 (cm ²)	도체중 (kg)	지방면적비	섬세함 정도	멍침 정도	평가 점수	섬세 점수	균일 점수
A (n=65)	14.45±5.45 ^B	104.43±15.51 ^A	453.6±62.52	0.3525±0.07 ^A	3.24±0.64 ^A	0.16±0.09 ^C	3.7±0.81 ^A	3.69±0.96 ^A	4.51±0.31 ^A
B (n=65)	15.55±5.3 ^{AB}	96.63±10.96 ^B	450.83±43.2	0.2979±0.04 ^B	2.56±0.52 ^B	0.21±0.07 ^B	2.58±0.67 ^B	2.56±0.73 ^B	3.48±0.27 ^B
C (n=19)	17.79±5.75 ^A	93.21±11.01 ^B	456.53±46.1	0.2802±0.03 ^B	2.03±0.38 ^C	0.25±0.04 ^A	1.82±0.5 ^C	1.84±0.47 ^C	2.69±0.19 ^C

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05)

○ 전문가 그룹을 대상으로 한, 시각평가를 통한 구분을 통해 균일한 분포도를 보이는 그룹(A)이 타 그룹 보다 섬세함정도, 뭉침정도 항목인 기계적 측정값에 따른 분석결과가 유의적인 차이를 나타냈다.

○ 표 35와 표 36을 통해, 품질평가 항목 섬세함과 근내지방의 균일한 분포 정도를 함께 활용하는 것이 근내지방의 특성을 보다 명확하게 구분 가능할 것으로 사료된다.

표 35. 지방분포 정도(균일도)에 따른 그룹 구분에 따른 특성 비교(BMS No.별)

BMS No. 6	등급 판정			기계적 분석		시각 평가		
	등지방 (mm)	단면적 (cm ²)	도체중 (kg)	섬세함 정도	뭉침 정도	평가 점수	섬세 점수	균일 점수
A (n=8)	15 ±2.88AB	95.38 ±11.29	447.63 ±62.9	3.13 ±0.41 ^A	0.09 ±0.05 ^B	4.05 ±0.39 ^A	4.2 ±0.34 ^A	4.24 ±0.29 ^A
B (n=15)	13.93 ±4.03B	95 ±9.65	472 ±35.96	2.41 ±0.49 ^B	0.2 ±0.07 ^A	2.93 ±0.52 ^B	2.85 ±0.68 ^B	3.48 ±0.29 ^B
C (n=7)	19.57 ±7.57A	89 ±14	462.86 ±52.4	2.11 ±0.37 ^B	0.25 ±0.05 ^A	2.25 ±0.05 ^C	2.14 ±0.62 ^C	2.73 ±0.19 ^C

BMS No. 7	등급 판정			기계적 분석		시각 평가		
	등지방 (mm)	단면적 (cm ²)	도체중 (kg)	섬세함 정도	뭉침 정도	평가 점수	섬세 평가	균일 평가
A (n=6)	13.33 ±2.16	99.83 ±6.68	467.67 ±43.6	3.3 ±0.39A	0.1 ±0.03C	3.89 ±0.13A	4.17 ±0.15A	4.35 ±0.11A
B (n=17)	16.24 ±4.91	94.18 ±11.34	441.76 ±44.2	2.75 ±0.6B	0.18 ±0.07B	2.79 ±0.63B	2.75 ±0.81B	3.43 ±0.27B
C (n=7)	16.71 ±5.62	93.71 ±9.07	451.29 ±55	1.86 ±0.37B	0.25 ±0.04A	1.58 ±0.21C	1.66 ±0.29C	2.61 ±0.21C

BMS No. 8	등급 판정			기계적 분석		시각 평가		
	등지방 (mm)	단면적 (cm ²)	도체중 (kg)	섬세함 정도	뭉침 정도	평가 점수	섬세 평가	균일 평가
A (n=7)	11.57 ±3.64	100.43 ±9.47	419 ±49.46	3.3 ±0.43A	0.11 ±0.05B	3.68 ±0.35A	4.01 ±0.44A	4.34 ±0.19A
B (n=19)	17.79 ±6.6	94.89 ±11	443.74 ±46.4	2.63 ±0.45B	0.19 ±0.06A	2.54 ±0.64B	2.52 ±0.62B	3.56 ±0.23B
C (n=3)	17.67 ±2.08	99.33 ±7.64	470.67 ±19.8	2.14 ±0.47B	0.25 ±0.03A	1.61 ±0.21C	1.76 ±0.19C	2.64 ±0.09C

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05)

표 36. 지방분포 정도(균일도)에 따른 그룹 구분에 따른 특성 비교(BMS No.별)

BMS No. 9	등급 판정			기계적 분석		시각 평가		
	등지방 (mm)	단면적 (cm ²)	도체중 (kg)	섬세함 정도	뭉침 정도	평가 점수	섬세 평가	균일 평가
A (n=44)	14.95 ±6.22	107.34 ±17.03	458.27 ±66.02	3.24 ±0.73A	0.18 ±0.09	3.62 ±0.95A	3.49 ±1.08A	4.61 ±0.3A
B (n=14)	13.43 ±3.9	103.71 ±9.8	448.79 ±41.2	2.41 ±0.48AB	0.26 ±0.07	2.02 ±0.55B	2.06 ±0.59B	3.44 ±0.29B
C (n=2)	15.5 ±3.54	97 ±11.31	431.5 ±21.92	2.16 ±0.47B	0.29 ±0.01	1.5 ±0.19B	1.55 ±0.13B	2.91 ±0.0C

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05)

○ 기계적 분석값과 시각평가 결과는 매우 높은 상관관계를 보여 모든 항목이 품질 평가에 주

요한 항목으로 여겨진다.

표 37. 시각평가 및 기계적 분석값의 상관도 분석

구분	섬세함 정도	뭉침정도	종합평가	섬세함 평가	균일도 평가
섬세함 정도	1	-0.79 ***	0.78 ***	0.83 ***	0.64 ***
뭉침정도		1	-0.75 ***	-0.85 ***	-0.38 ***
종합평가			1	0.95 ***	0.77 ***
섬세함평가				1	0.68 ***
균일도평가					1

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$.

(3) 지방분포도(균일도)의 기계적 분석방법

○ 근내지방도 분포정도(균일도)를 품질평가 항목으로 적용하기 위해 Image-pro 분석프로그램을 이용하여 영상촬영 이미지 분석하였으며 그림격자 크기에 따라 지방분포정도 분석에 대한 정확성 차이를 보기 위해 격자크기를 4개로 구분하여 분석하였다.

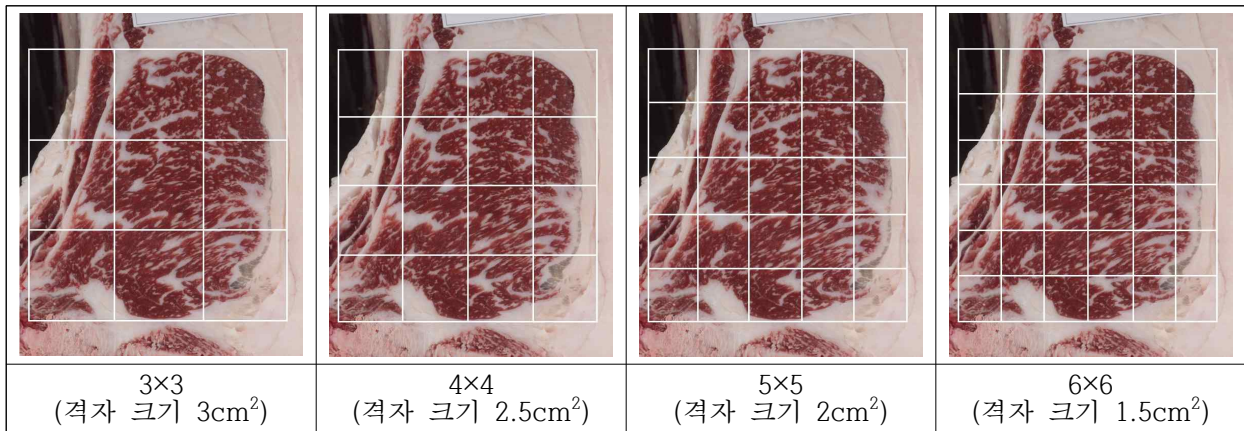


그림 13. 근내지방도 분포

- 표 38은 149두의에 대한 격자 크기별(3×3, 4×4, 5×5, 6×6) 지방면적 비율, 지방면적 비율의 편차 값을 활용하여 통계적 차이를 확인한 표이다
- 다만, 지방면적 비율의 편차는 격자 크기가 줄어들수록(6×6의 격자 크기가 가장 작음) 점차 증가하였으며 지방분포 정도(균일도)의 차이에 따라서도 유의적인 차이를 나타냈다.

표 38. 그룹별 분포정도 설정에 따른 특성 비교(n=149)

구분	격자 크기별 평균 지방면적 비율(%)				격자 크기별 평균 지방면적 비율 편차(%)			
	3×3	4×4	5×5	6×6	3×3	4×4	5×5	6×6
A (n=65)	36.56 ±10.22 ^A	38.08 ±11.34 ^A	38.25 ±11.61 ^A	39.07 ±13.77	6.58 ±3.43 ^C	7.38 ±4.47 ^C	8.18 ±4.73 ^C	10.68 ±8.36 ^C
B (n=65)	31.33 ±7.47 ^B	32.94 ±8.07 ^B	33.17 ±8.27 ^B	35.39 ±10.08	10.45 ±4.53 ^B	11.79 ±5.24 ^B	13.1 ±5.24 ^B	17.39 ±8.85 ^B
C (n=19)	29.85 ±5.93 ^B	31.67 ±6.84 ^B	31.29 ±6.33 ^B	34.37 ±7.26	12.8 ±4.15 ^A	14.59 ±5.19 ^A	16.34 ±5.48 ^A	21.96 ±8.05 ^A

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same column($p < 0.05$)

- 표 39와 40을 통해 격자 크기별(3×3, 4×4, 5×5, 6×6) 지방면적 비율 및 비율의 표준편차를 확인한 결과, 격자 크기를 달리하여도 평균적인 지방면적 비율에는 크게 차이가 발생하지 않았다.

- 다만, 지방면적 비율의 편차는 격자 크기가 줄어들수록(6×6의 격자 크기가 가장 작음) 점차 증가하였으며 지방분포 정도(균일도)의 차이에 따라서도 유의적인 차이를 보였다.
- 격자 크기별 지방면적 비율로는 지방분포 정도를 구분하는 지표로 활용이 불가능한 것으로 보이며, 편차를 통한 지방분포 정도 구분은 가능한 것으로 확인된다. 격자 크기별 시각평가 결과와의 상관분석을 통해 가장 효과적인 구분 지표 설정이 필요하다.

표 39. 그룹별 분포정도 설정에 따른 BMS No.별 특성 비교

BMS No. 6	격자 크기별 평균 지방면적 비율(%)				격자 크기별 평균 지방면적 비율 편차(%)			
	3×3	4×4	5×5	6×6	3×3	4×4	5×5	6×6
A (n=8)	22.4 ±2.64 ^B	23.31 ±2.08 ^B	22.04 ±2.62 ^B	21.9 ±1.91 ^B	3.26 ±0.96 ^C	3.03 ±1.08 ^C	4.48 ±1.49 ^C	3.45 ±1.26 ^C
B (n=15)	24.89 ±4.68 ^{AB}	25.61 ±4.42 ^{AB}	25.7 ±3.87 ^{AB}	24.68 ±5.35 ^B	7.31 ±3.13 ^B	7.89 ±3.19 ^B	9.57 ±3.97 ^B	10.76 ±5.08 ^B
C (n=7)	29.48 ±7.4 ^A	29.53 ±7.85 ^A	29.69 ±8.76 ^A	31.83 ±9.51 ^A	10.86 ±3.85 ^A	12.9 ±3.8 ^A	13.8 ±5.24 ^A	17.78 ±8.58 ^A

BMS No. 7	격자 크기별 평균 지방면적 비율(%)				격자 크기별 평균 지방면적 비율 편차(%)			
	3×3	4×4	5×5	6×6	3×3	4×4	5×5	6×6
A (n=6)	23.86 ±4.54	23.94 ±4.79 ^B	23.89 ±5.28 ^B	23.41 ±6.52 ^B	4.21 ±2.18 ^B	4.99 ±1.98 ^B	5.06 ±2.24 ^B	4.17 ±2.18 ^B
B (n=17)	25.66 ±3.67	27.54 ±4.14 ^{AB}	28.4 ±5.01 ^{AB}	30.86 ±4.04 ^A	9.87 ±3.75 ^A	10.79 ±4.27 ^A	11.95 ±4.83 ^A	15.8 ±8.22 ^A
C (n=7)	27.83 ±4.36	30.2 ±4.4 ^A	29.93 ±4.42 ^A	32.01 ±2.0 ^A	13.13 ±4.18 ^A	13.76 ±3.76 ^A	16.07 ±4.85 ^A	20.73 ±5.92 ^A

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05)

표 40. 그룹별 분포정도 설정에 따른 BMS No.별 특성 비교

BMS No. 8	격자 크기별 평균 지방면적 비율(%)				격자 크기별 평균 지방면적 비율 편차(%)			
	3×3	4×4	5×5	6×6	3×3	4×4	5×5	6×6
A (n=7)	32.65 ±1.95	32.59 ±3.54	33.45 ±5.12	29.74 ±4.01 ^B	3.51 ±1.6 ^B	3.55 ±1.17 ^C	3.58 ±1.13 ^C	3.48 ±1.19 ^C
B (n=19)	37.07 ±4.68	38.66 ±6.03	36.77 ±4.77	39.33 ±5.06 ^A	11.17 ±4.37 ^A	12.87 ±5.58 ^B	13.63 ±5.73 ^B	18.26 ±8.63 ^B
C (n=3)	33.51 ±7.04	35.19 ±8.8	35.42 ±3.13	40.39 ±5.45 ^A	15.23 ±4.96 ^A	20.95 ±7.14 ^A	21.51 ±6.91 ^A	30.49 ±6.71 ^A

BMS No. 9	격자 크기별 평균 지방면적 비율(%)				격자 크기별 평균 지방면적 비율 편차(%)			
	3×3	4×4	5×5	6×6	3×3	4×4	5×5	6×6
A (n=44)	41.48 ±8.02	43.56 ±9.05	43.91 ±8.86	45.81 ±11.16	7.99 ±3.17 ^B	9.11 ±4.37 ^B	10.02 ±4.62 ^B	14.03 ±8.21 ^B
B (n=14)	37.31 ±5.23	39.58 ±5.68	42.06 ±7.75	47.02 ±9.3	13.55 ±4.65 ^A	15.7 ±4.65 ^{AB}	17.58 ±4.48 ^A	25.23 ±7.1 ^A
C (n=2)	32.71 ±2.12	39.01 ±3.06	35.46 ±2.58	42.45 ±0.23	14.75 ±3.82 ^A	13.87 ±7.94 ^A	18.39 ±2.27 ^A	28.07 ±0.38 ^A

^{A-C}means with the same letter are not significantly different in same column(p<0.05)

- 기계적 분석값 및 시각평가 결과와 지방분포 정도에 따른 격자 크기별 표준편차와의 관계는 매우 높은 상관관계를 나타냈다. 격자 크기별 표준편차값과 타 항목과의 상관관계는 격자크기

가 작아질수록(3×3 → 6×6) 높게 나타나 격자크기가 작을수록 지방분포정도 차이를 정확하게 구분되는 것으로 나타났다.

표 41. 시각평가 및 격자 크기 차이에 따른 표준편차와의 상관도 분석(n=149)

구 분	섬세함 정도	뭉침 정도	섬세함 평가	균일도 평가	종합 평가	3×3 편차	4×4 편차	5×5 편차	6×6 편차
섬세함 정도	1	-0.79 (<0.0001)	0.78 (<0.0001)	0.83 (<0.0001)	0.64 (<0.0001)	-0.61 (<0.0001)	-0.60 (<0.0001)	-0.64 (<0.0001)	-0.63 (<0.0001)
뭉침 정도		1	-0.75 (<0.0001)	-0.85 (<0.0001)	-0.38 (<0.0001)	0.71 (<0.0001)	0.69 (<0.0001)	0.73 (<0.0001)	0.76 (<0.0001)
섬세함 평가			1	0.95 (<0.0001)	0.77 (<0.0001)	-0.75 (<0.0001)	-0.75 (<0.0001)	-0.78 (<0.0001)	-0.82 (<0.0001)
균일도 평가				1	0.68 (<0.0001)	-0.48 (<0.0001)	-0.47 (<0.0001)	-0.48 (<0.0001)	-0.44 (<0.0001)
종합 평가					1	-0.73 (<0.0001)	-0.74 (<0.0001)	-0.74 (<0.0001)	-0.78 (<0.0001)
3×3 편차						1	0.90 (<0.0001)	0.84 (<0.0001)	0.84 (<0.0001)
4×4 편차							1	0.88 (<0.0001)	0.87 (<0.0001)
5×5 편차								1	0.91 (<0.0001)
6×6 편차									1

○ 표 41과 42를 통해 격자 크기별(3×3, 4×4, 5×5, 6×6) 표준편차값을 섬세함평가, 균일도 평가, 종합평가 결과와의 상관관계 분석 결과, 격자 크기가 작은 경우(6×6, 1.5cm²)가 평가결과와 가장 높은 부의 상관관계를 나타냈다.

○ 크기가 작은 격자를 이용하여 기계적인 평가를 통해 지방분포 정도를 평가할 수 있을 것으로 보이며 균일도 항목에 대해 기계적인 방법으로 평가가 가능함을 확인하였다.

표 42. 시각평가 및 격자 크기 차이에 따른 표준편차와의 상관도 분석(BMS No.별)

BMS No. 6 (n=30)	섬세함 평가	균일도 평가	종합 평가	3×3 편차	4×4 편차	5×5 편차	6×6 편차
섬세함 평가	1	0.849 (<0.0001)	0.954 (<0.0001)	-0.857 (<0.0001)	-0.803 (<0.0001)	-0.781 (<0.0001)	-0.812 (<0.0001)
균일도 평가		1	0.892 (<0.0001)	-0.688 (<0.0001)	-0.739 (<0.0001)	-0.663 (<0.0001)	-0.701 (<0.0001)
종합 평가			1	-0.837 (<0.0001)	-0.819 (<0.0001)	-0.733 (<0.0001)	-0.812 (<0.0001)
BMS No.7 (n=30)	섬세함 평가	균일도 평가	종합 평가	3×3 편차	4×4 편차	5×5 편차	6×6 편차
섬세함 평가	1	0.843 (<0.0001)	0.943 (<0.0001)	-0.745 (<0.0001)	-0.761 (<0.0001)	-0.762 (<0.0001)	-0.799 (<0.0001)
균일도 평가		1	0.914 (<0.0001)	-0.532 (<0.0001)	-0.580 (<0.0001)	-0.606 (<0.0001)	-0.584 (<0.0001)
종합 평가			1	-0.628 (<0.0001)	-0.626 (<0.0001)	-0.668 (<0.0001)	-0.699 (<0.0001)

BMS No. 8 (n=29)	섬세함 평가	균일도 평가	종합 평가	3×3 편차	4×4 편차	5×5 편차	6×6 편차
섬세함 평가	1	0.814 (<0.0001)	0.953 (<0.0001)	-0.791 (<0.0001)	-0.778 (<0.0001)	-0.856 (<0.0001)	-0.910 (<0.0001)
균일도 평가		1	0.839 (<0.0001)	-0.714 (<0.0001)	-0.784 (<0.0001)	-0.759 (<0.0001)	-0.770 (<0.0001)
종합 평가			1	-0.833 (<0.0001)	-0.854 (<0.0001)	-0.903 (<0.0001)	-0.946 (<0.0001)

BMS No. 9 (n=60)	섬세함 평가	균일도 평가	종합 평가	3×3 편차	4×4 편차	5×5 편차	6×6 편차
섬세함 평가	1	0.663 (<0.0001)	0.964 (<0.0001)	-0.757 (<0.0001)	-0.810 (<0.0001)	-0.826 (<0.0001)	-0.899 (<0.0001)
균일도 평가		1	0.769 (<0.0001)	-0.642 (<0.0001)	-0.585 (<0.0001)	-0.631 (<0.0001)	-0.648 (<0.0001)
종합 평가			1	-0.763 (<0.0001)	-0.798 (<0.0001)	-0.795 (<0.0001)	-0.883 (<0.0001)

○ 그림14를 통해 격자 크기가 커질수록 표준편차 분포를 통한 균일도 그룹 차이를 명확하게 확인할 수 있으나, 근내지방도별 동일 값을 적용하여 구간을 설정하는 것은 어려우며 또한, 기계적인 분석이 아닌 시각적인 평가를 위해서는 6×6 격자(1.5cm²) 보다 작은 격자 크기로는 평가자가 구분을 정확하게 할 수 있는 수준이라 볼 수 없다. 또한 현장 실증 적용 시험 시, 1.5cm² 크기의 면적자를 활용하여 격자 내 지방면적비율이 크게 차이나는 격자 개수를 확인하는 방식으로 평가가 가능할 것으로 나타난다.

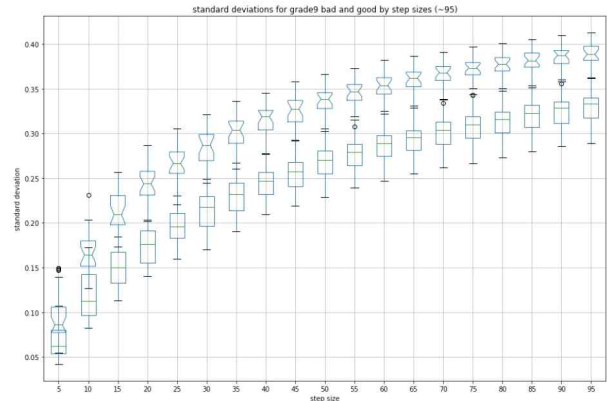
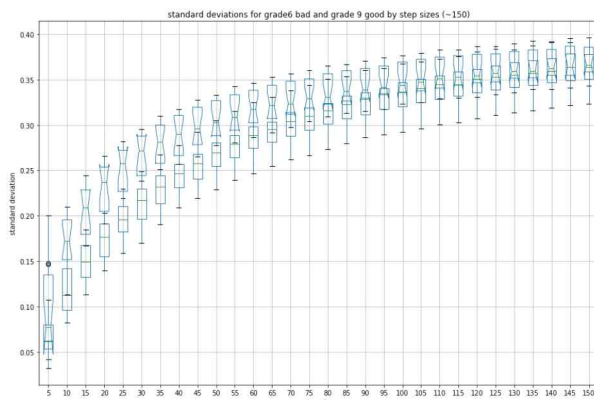


그림14. 격자 크기(5~95)에 따른 균일도 상, 하 그룹간의 표준편차 분포 정도 확인

(4) 지방분포도(균일도)의 현장 시험적용 결과

○ 현장에서 균일도 측정 면적자(1.5cm²)를 활용하여 뭉침면적 개수를 측정하였다. 균일도 측정 면적자(1.5cm²) 활용한 결과 BMS가 상승함에 따라 뭉침면적 개수가 증가함에 따라 뭉침면적 비율이 상승하였고 균일도 측정자를 활용하여 뭉침정도를 평가 시 BMS별 다른 기준으로 적용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

표 43. 근내지방도 기준별 균일도 면적자(1.5cm²) 측정값 비교 (단위 : 개수, %)

BMS	전체면적(1.5cm ²)	뭉침면적(1.5cm ²)	뭉침면적 비율(%)
7 (n=20)	47.1±8.1	7.7±2.3	16.6±5.1

8 (n=19)	50.8±9.3	10.3±2.4	20.1±2.9
9 (n=35)	48.1±6.7	11.1±3.4	23.3±7.8
합계 (n=74)	48.5±7.8	9.9±3.2	20.7±6.7

○ BMS. NO에 따라 근내지방도가 뭉쳐있는 그룹은 뭉침 면적비율이 20.2%, 21.2%, 26.7% 로 조사 되었다. 향후 소도체 영상측정 기술이 현장에 적용되기 전에 간이 방식으로 뭉침면적자를 활용하여 균일한 정도에 대한 정보를 제공할 수있을 것으로 사료된다.

표 44. 근내지방도 섬세화 정도에 따른 균일도 면적자(1.5cm²) 측정값 비교 (단위 : 개수, %)

BMS		전체면적(1.5cm ²)	뭉침면적(1.5cm ²)	뭉침면적 비율(%)
7	보통	48.2±8.5	6.2±1.7	13.0±3.4
	뭉침	46.0±7.8	9.2±1.9	20.2±3.8
8	보통	47.6±12.0	9.0±2.6	18.9±3.1
	뭉침	53.8±5.2	11.4±1.5	21.2±2.3
9	보통	50.0±8.0	9.2±3.3	18.3±5.6
	뭉침	46.8±5.4	12.3±2.9	26.7±7.4

(5) 고찰

- 지방분포 정도(균일도) 항목이 섬세함 정도, 뭉침 정도 및 시각평가 결과와 유의적인 차이가 있음이 확인되어 품질평가 신규 항목으로서의 가능성을 확인하였다.
- 지방분포 정도(균일도)를 확인하기 위한 방법은 격자 크기별 지방면적 비율의 표준편차 값을 이용하면 균일도를 평가가 가능하며 근내지방도가 증가할수록 지방면적 비율 및 지방면적 비율의 편차 또한 증가하여 근내지방도별 편차값을 달리 적용해야 한다.
- 격자를 이용한 지방면적 비율의 편차를 통한 지방형태 차이 구분이 가능하며 이를 품질평가 항목으로 활용 가능 균일도 측정 면적자를 활용하여 근내지방 분포의 균일함 정도를 수치적으로 구분은 가능하지만 뭉침 비율이 높은 근내지방의 등급하향 여부에 대해서는 관능평가 등 추가 실험이 필요

마. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 조직학적 특성 비교(5차년도)

(1) 재료 및 방법

- 한우거세우 1~1⁺⁺등급 70두의 채끝을 채취하였고 등급별 채취 샘플은 표 45와 같으며 분석항목은 일반성분, 물리적특성(pH, 보수력, 연도, 육색), 관능평가(7점척도), 근섬유조성에 대한 분석을 실시하였다.

표 45. 근내지방도 섬세화 정도에 따른 균일도 면적자(1.5cm²) 측정값 비교

육질등급	근내지방 분포 형태		합계
	뭉침그룹 (Coarse type)	섬세그룹 (Fine type)	
1	8	8	16
1 ⁺	14	9	23
1 ⁺⁺	16	15	31
합계	38	32	70

○ 한우 근내지방도 섬세도에 따른 등심 전 부위 조직학 특성연구를 위해 섬세 개체 1두와 멩침개체 1두를 채취하여 흉추별 이미지 분석, pH, 보수력, 연도, 육색 분석 Myosin 아형(1, 2, 7) 분포에 따른 근섬유 타입 분류, 각 근섬유 타입별 크기, 조성, 밀도 등 분석 근속 특성 (근속 크기, 근속 내 근섬유 수 및 크기) 분석하였다.

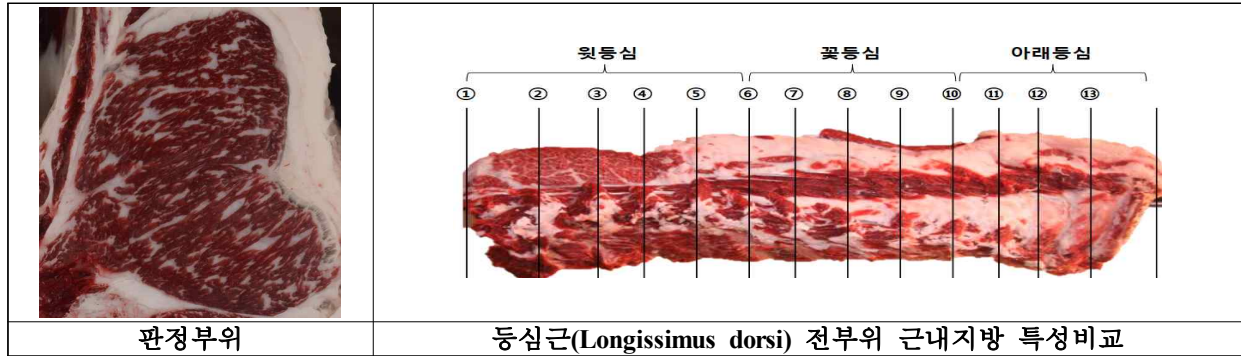


그림 15. 등심근

○ 근섬유 타입은 특이적 항체를 이용한 근섬유 타입 구분은 표 46과 같다.

표 46. 근섬유 타입 구분

항체명	반응성 (myosin 아형)	근섬유 타입별 반응성				
		I	I/IIA	IIA	IIA/IIIX	IIIX
BA-F8	slow	O	O			
SC-71	2a, 2x		O	O	O	O
BF-35	slow, 2a	O	O	O	O	
6H1	slow, 2x	O	O		O	O

(2) 한우 근내지방 섬세도에 따른 조직학 특성 비교

○ 근내지방도 이미지 분석, 일반성분, pH, 육색, 보수력 및 연도, 관능평가, 근섬유 특성 및 근다발 특성에 대해 근내지방 섬세화 정도에 따른 비교를 실시하였다. 근내지방도 등급 구분 없이 전체 분석 결과를 비교하여 표 47~50까지 나타내었다.

○ 이미지 분석값 중 지방면적비, 멩침지수 값은 멩침개체가 높은 값을 나타냈으며 유의적인 차이를 나타냈다. 일반성분은 멩침그룹의 조지방, 함량이 높고 섬세그룹은 조수분, 조단백의 비율이 유의적으로 높은 값을 나타냈다. 육질 특성 항목 중 육색을 제외한 pH, 보수력(육즙 감량 및 가열감량)과 연도(전단가)에서는 근내지방 분포 형태(멩침 및 섬세)에 따른 차이가 없었음($p > 0.05$). 그러나 육색 항목 중 적색도(CIE a^*)는 두 그룹 간 유의성($p < 0.05$)을 나타내었고, 섬세 그룹이 높은 값을 나타내었다.

○ 관능평가 결과는 섬세그룹이 기름진정도, 다즙성, 연도, 풍미 등 모든 항목에서 점수가 유의성($p < 0.05$)을 나타냈고 멩침이 섬세보다 관능적인 특성에 선호도가 높았다.

○ 근섬유 특성 및 근다발 특성에서는 대부분의 항목에서 두 그룹 간 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 근섬유 타입 IIA의 면적 조성(relative area)과 근다발 내 근섬유 수에서 섬세 그룹이 유의적으로 더 높은 값을 보여주었다.($p < 0.05$)

표 47. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 이미지 및 일반성분 비교(전체)

구분	섬세그룹(n=32)	몽침그룹(n=38)	p-value
이미지특성	지방면적비율(%)	23.90±4.99	26.41±5.03 *
	섬세지수	2.60±0.49	2.45±0.36 N
	몽침지수	10.98±5.25	15.72±4.57 ***
	지방입자개수	1466.88±332.44	1262.53±321.28 *
일반성분	조지방(%)	19.56±4.09	22.74±5.02 **
	조단백(%)	18.23±1.17	17.22±1.27 **
	조수분(%)	59.97±3.15	57.62±3.79 **

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

표 48. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 물리적특성 비교(전체)

구분	섬세그룹(n=32)	몽침그룹(n=38)	p-value
물리적특성	pH	5.5±0.1	5.5±0.1 N
	drip loss(%)	0.9±0.5	1.1±0.7 N
	가열감량(%)	27.5±2.4	27.7±3 N
	전단력(N/cm ²)	30.8±7.6	29.2±6.6 N
육색	L*	35±2.3	35±2.2 N
	a*	18.1±1	17.7±0.9 *
	b*	8.5±0.8	8.2±0.5 N

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

표 49. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 관능평가 결과비교(전체)

구분	섬세그룹(n=32)	몽침그룹(n=38)	p-value
기름진정도	4.27±0.82	4.74±0.67 *	
다즙성	4.29±0.86	4.79±0.68 *	
연도	4.12±0.96	4.64±0.84 *	
풍미	4.15±0.68	4.50±0.67 *	
종합기호도	4.25±0.75	4.71±0.71 *	

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

표 50. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 근섬유 특성 비교(전체)

구분	섬세그룹(n=32)	몽침그룹(n=38)	p-value
Relative number (%)	I	33.2±8	35.4±8 N
	I/IIA	0.6±0.9	0.6±1.1 N
	IIA	29.7±7.6	27.6±6.9 N
	IIA/IIIX	7.2±4.7	6±2.7 N
	IIIX	29.4±8.6	30.4±7.6 N
Relative area (%)	I	23.8±6.9	26.1±6.3 N
	I/IIA	0.5±0.8	0.6±1.2 N
	IIA	30.4±6.6	27.1±6.6 *
	IIA/IIIX	8.8±6.1	7.6±3.7 N

	IIX	36.5±10.6	38.5±9.2	N
Cross-sectional area (μm^2)	I	2254.1±521.7	2432.5±629.7	N
	I/IIA	3297.4±1133.7	3023.6±1115.3	N
	IIA	3320.4±860.3	3234.4±727.9	N
	IIA/IIX	3887.7±1298.4	4110.7±1043.9	N
	IIX	4050.9±1287.9	4196.6±1050.4	N
	Muscle bundle size (μm^2)		3476490.2±759726.9	3258338.3±707462.2
Fiber number/muscle bundle	I	371.9±123.6	366.5±133.7	N
	I/IIA	11±7.5	18.8±11.7	N
	IIA	330.6±111.9	280.6±96.7	*
	IIA/IIX	80.3±53.2	61.5±31.8	N
	IIX	342.2±153.6	315.9±120.1	N
	total	1130.1±309.5	1030.9±278.8	N

* $p < 0.05$

- 근내지방도 1등급 개체(15두)를 근내지방 분포 형태별(몽침 : 8두, 섬세 : 7두)로 구분하여 육질 특성, 근섬유 특성 및 근다발 특성을 비교하였고, 그 결과를 표 51~54에 나타내었음.
- 1등급에서 이미지 분석값은 섬세, 몽침그룹간의 유의적인 차이가 없었으며, 오히려 몽침그룹의 섬세지수 값이 높은 경향을 나타냈다. 일반성분 값 역시 유의적인 차이는 없지만 섬세그룹의 조지방함량이 낮은 경향을 나타냈다.
- 관능평가 결과에서 섬세, 몽침그룹간의 유의적인 차이는 없지만 전체 평가한 결과와 마찬가지로 몽침그룹의 기호성이 높은 것으로 나타났다.
- 근섬유 특성에서는 타입 IIA의 수적 조성(relative number) 및 타입 I 및 IIA/IIX의 크기(cross-sectional area; CSA)에서 몽침 그룹이 섬세 그룹보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 그러나 근다발 크기 및 근다발 내 근섬유 수는 근내지방 분포 형태에 따른 차이를 나타내지 않았음($p > 0.05$).

표 51. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 이미지 및 일반성분 비교(1등급)

구분	섬세그룹(n=7)	몽침그룹(n=8)	p-value	
이미지특성	지방면적비율(%)	18.41±3.46	21.59±2.41	N
	섬세지수	1.99±0.35	2.16±0.38	N
	몽침지수	12.26±5.62	14.28±3.34	N
	지방입자개수	1145.14±194.16	1230.75±333.29	N
일반성분	조지방(%)	15.93±2.91	17.87±4.19	N
	조단백(%)	19.22±0.73	18.40±1.13	N
	조수분(%)	62.92±2.29	61.50±3.42	N

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

표 52. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 물리적특성 비교(1등급)

구분	섬세그룹(n=7)	몽침그룹(n=8)	p-value
----	-----------	-----------	---------

물리적특성	pH	5.5±0.1	5.5±0.1	N
	drip loss(%)	1.0±0.2	0.8±0.2	N
	가열감량(%)	28.3±2.7	30.5±1.8	N
	전단력(N/cm ²)	32.1±9.3	36.1±5.9	N
육색	L*	34±2.8	33.8±1.2	N
	a*	18±1.4	17.7±1.1	N
	b*	8.4±0.8	8.1±0.6	N

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

표 53. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 관능평가 결과비교 (1등급)

구분	섬세그룹(n=7)	몽침그룹(n=8)	p-value
기름진정도	3.58±0.90	4.23±0.77	N
다즙성	3.52±0.72	4.16±0.81	N
연도	3.26±1.02	3.85±1.01	N
풍미	3.52±0.62	4.1±0.80	N
종합.기호도	3.53±0.71	4.17±0.87	N

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

표 54. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 근섬유 특성 비교(1등급)

구분	섬세그룹(n=7)	몽침그룹(n=8)	p-value	
Relative number (%)	I	37.1±9.2	33±11	N
	I/IIA	0.5±0.6	0.8±0.9	N
	IIA	24.9±4.9	32.8±6.8	*
	IIA/IIIX	8±3.9	5.9±3	N
	IIIX	29.5±8.2	27.5±11.4	N
Relative area (%)	I	26.3±6.4	24.4±7.3	N
	I/IIA	0.6±0.7	0.8±0.8	N
	IIA	27.7±6.3	32.1±7.1	N
	IIA/IIIX	9.5±5.1	7.8±4.1	N
	IIIX	35.9±9.2	34.9±12.8	N
Cross-sectional area (μm ²)	I	2128.4±379.4	2712.3±481.3	*
	I/IIA	4063.4±1041.7	4033.4±1389.7	N
	IIA	3364.8±934.1	3561.6±717.1	N
	IIA/IIIX	3578.1±966.8	4660.7±956	*
	IIIX	3704.7±983.6	4683.7±930.5	N
Muscle bundle size (μm ²)	3104167.1±622137.4	3180111.2±797300.8	N	
Fiber number/muscle bundle	I	384.2±106.1	295.5±128.1	N
	I/IIA	10.8±5.4	13±5.2	N
	IIA	266.2±93.7	289.4±86.5	N
	IIA/IIIX	81.4±35.3	57.9±42.6	N
	IIIX	322.3±139.6	237.6±99.3	N
	total	1059.5±276.9	886.8±217	N

* p < 0.05

○ 근내지방도 1+등급 개체(24두)를 근내지방 분포 형태별(몽침 : 14두, 섬세 : 10두)로 구분

하여 육질 특성, 근섬유 특성 및 근다발 특성을 비교하였고, 그 결과를 표 55~58에 나타내었다.

○ 1+등급에서 이미지 분석값은 섬세그룹이 섬세지수가 높고 뭉침그룹은 지방면적비, 뭉침지수가 높으므로 그룹간의 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타냈다. 일반성분 값에서도 모두 유의적인 차이($p < 0.05$)를 나타냈으며 섬세그룹의 조지방함량이 높고 단백질, 수분함량은 높게 나타났다.

○ 관능평가 결과에서 섬세, 뭉침그룹간의 유의적인 차이는 없지만 전체 평가한 결과와 마찬가지로 뭉침그룹의 기호성이 높은 것으로 나타났다.

○ 근섬유 특성의 경우, 타입 I과 IIA에서 두 그룹 간 유의적 차이를 보였는데, 타입 I은 수적 조성에서 뭉침 그룹이 섬세 그룹보다 더 높은 값을 나타내었음($p < 0.05$). 면적 조성에서는 유의성을 나타내지 않았지만($p = 0.0503$), 수적 조성 결과와 같이 뭉침 그룹이 더 높은 경향을 나타내었다.

○ 한편, 타입 IIA는 수적 조성과 면적 조성 모두 섬세 그룹이 유의적으로 더 높은 값을 나타내었고($p < 0.05$). 근다발 내 근섬유 수의 경우, 타입 IIA가 섬세 그룹에서 더 높은 값을 보였다. ($p < 0.05$).

표 55. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 이미지 및 일반성분 비교(1+등급)

구분	섬세그룹(n=10)	뭉침그룹(n=14)	p-value	
이미지특성	지방면적비율(%)	21.53±2.00	24.16±2.97	*
	섬세지수	2.74±0.44	2.31±0.32	*
	뭉침지수	9.075±6.48	16.06±4.93	**
일반성분	지방입자개수	1551.6±361.56	1259.43±343.22	N
	조지방(%)	17.92±3.04	22.12±3.27	**
	조단백(%)	18.76±0.92	17.46±0.78	**
	조수분(%)	61.01±2.47	57.95±2.64	**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

표 56. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 물리적특성 비교(1+등급)

구분	섬세그룹(n=9)	뭉침그룹(n=14)	p-value	
물리적특성	pH	5.5±0.1	5.5±0.1	N
	drip loss(%)	1.1±0.9	1.2±0.9	N
	가열감량(%)	27.4±3.4	27.0±2.7	N
	전단력(N/cm ²)	30.7±7.3	29.3±5	N
육색	L*	35±1.2	34.4±1.6	N
	a*	18±1	17.6±0.7	N
	b*	8.4±0.7	8.2±0.3	N

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

표 57. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 관능평가 결과비교 (1+등급)

구분	섬세그룹(n=10)	뭉침그룹(n=14)	p-value
기름진정도	4.13±0.70	4.59±0.51	N
다즙성	4.24±0.85	4.8±0.46	N
연도	4.27±1.00	4.74±0.51	N

풍미	4.14±0.61	4.52±0.46	N
종합기호도	4.26±0.77	4.65±0.36	N

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

표 58. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 근섬유 특성 비교(1+등급)

구분	섬세그룹(n=32)	몽침그룹(n=38)	p-value
Relative number (%)	I	28.5±8	*
	I/IIA	0.7±1.3	N
	IIA	34.1±6.6	**
	IIA/IIIX	5.2±2.8	N
	IIIX	31.6±6.8	N
Relative area (%)	I	19.7±7.8	N
	I/IIA	0.5±1	N
	IIA	33.1±5.1	**
	IIA/IIIX	6.1±3.7	N
	IIIX	40.5±9.9	N
Cross-sectional area (μm ²)	I	2210.5±465.1	N
	I/IIA	3353.5±304.4	N
	IIA	3260.8±696.6	N
	IIA/IIIX	4008.5±1433.8	N
	IIIX	4339.6±1256.2	N
Muscle bundle size (μm ²)	3598689.2±897491.2	3086415.9±578559.5	N
Fiber number/muscle bundle	I	325.1±160.5	N
	I/IIA	11.6±11.6	N
	IIA	373.8±115.5	*
	IIA/IIIX	64.8±48.5	N
	IIIX	358.4±152.7	N
	total	1127.2±396.9	975.3±251.7

○ 근내지방도 1++등급 개체(31두)를 근내지방 분포 형태별(몽침 : 16두, 섬세 : 15두)로 구분하여 육질 특성, 근섬유 특성 및 근다발 특성을 비교하였고, 그 결과를 표 59~62에 나타내었음.

○ 1++등급에서 이미지 분석값은 몽침그룹이 섬세그룹 대비 지방면적비, 몽침지수 값이 높으며 그룹간의 유의적인 차이(p < 0.05)를 나타냈다. 일반성분 값에서도 모두 유의적인 차이(p < 0.05)를 나타냈으며 섬세그룹의 조지방함량이 높고 단백질, 수분함량은 높게 나타났다.

○ 육질 특성 항목 중 적색도(CIE a*)만 두 그룹 간 유의적 차이(p < 0.05)를 나타내었고, 섬

세 그룹이 더 높은 적색도를 보여 주었다.

○ 관능평가 결과에서 섬세, 뭉침그룹간의 유의적인 차이는 없지만 전체 평가한 결과와 마찬가지로 뭉침그룹의 기호성이 높은 것으로 나타났다.

○ 근섬유 특성에서는 어떤 항목도 두 그룹 간 유의적 차이를 나타내지 않았으나($p > 0.05$), 근다발 내 근섬유 수에서는 타입 I/II가 뭉침 그룹에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다.($p < 0.05$).

표 59. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 이미지 및 일반성분 비교(1⁺⁺등급)

구분	섬세그룹(n=15)	뭉침그룹(n=16)	p-value	
이미지특성	지방면적비율(%)	28.05±3.15	30.78±3.81	*
	섬세지수	2.80±0.36	2.72±0.17	N
	뭉침지수	11.65±4.07	16.14±4.89	**
일반성분	지방입자개수	1560.53±279.71	1281.13±315.87	*
	조지방(%)	22.34±3.27	25.71±4.73	*
	조단백(%)	17.42±0.92	16.42±1.17	*
	조수분(%)	57.90±2.47	55.40±3.25	*

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

표 60. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 물리적특성 비교(1⁺⁺등급)

구분	섬세그룹(n=32)	뭉침그룹(n=38)	p-value	
물리적특성	pH	5.5±0.1	5.5±0.1	N
	drip loss(%)	0.8±0.2	1.1±0.6	N
	가열감량(%)	27.1±1.5	27±2.9	N
	전단력(N/cm ²)	30.1±7.3	25.6±5.3	N
육색	L*	35.4±2.4	36.1±2.5	N
	a*	18.3±0.8	17.7±0.9	*
	b*	8.7±0.8	8.3±0.5	N

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

표 61. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 관능평가 결과비교 (1⁺⁺등급)

구분	섬세그룹(n=15)	뭉침그룹(n=16)	p-value
기름진정도	4.71±0.62	5.15±0.52	N
다즙성	4.72±0.68	5.09±0.61	N
연도	4.45±0.66	4.93±0.81	N
풍미	4.47±0.57	4.69±0.72	N
종합기호도	4.60±0.49	5.04±0.75	N

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

바. 한우 근내지방도 섬세도에 경제성 분석(5차년도)

(1) 재료 및 방법

- 조사설계
- 소비자 조사내용

구분	소비자	도매업
조사 대상	일반 국민	쇠고기 도매업 종사자
조사 방법	온라인 패널 조사	방문 면접 조사
유효 표본	300 표본	100 표본

표 62. 한우 근내지방도 섬세도에 따른 근섬유 특성 비교(1++등급)

구분	섬세그룹(n=32)	몽침그룹(n=38)	p-value	
Relative number (%)	I	34±6.2	37.5±7.7	N
	I/IIA	0.5±0.8	0.5±0.9	N
	IIA	29.5±8.1	26.1±6.4	N
	IIA/IIIX	8±5.7	6.6±3.2	N
	IIIX	28±9.9	29.2±7.1	N
Relative area (%)	I	25±5.8	27.9±6.5	N
	I/IIA	0.4±0.6	0.4±0.7	N
	IIA	30.2±7.3	26.2±5.6	N
	IIA/IIIX	10±7.5	8.4±4.4	N
	IIIX	34.3±11.5	37.1±9.2	N
Cross-sectional area (μm^2)	I	2347.4±622.5	2297.9±548.6	N
	I/IIA	2827.6±1326.4	2179.8±352.1	N
	IIA	3332.6±960.1	3132.9±720.4	N
	IIA/IIIX	3980.4±1420.4	3820.8±944.7	N
	IIIX	4062.2±1471.5	3960.3±1059.3	N
Muscle bundle size (μm^2)	3601743.1±720154.3	3447884±760687.3	N	
Fiber number/muscle bundle	I	393.5±107	431.1±145.2	N
	I/IIA	10.7±6.9	21.1±6	*
	IIA	339.1±109.8	297.2±104.3	N
	IIA/IIIX	88.9±63.8	72.6±33.6	N
	IIIX	343.1±169.6	344±130.1	N
	total	1169.6±281.5	1151.6±292.2	N

구분	세부 내용
소비자	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 쇠고기 섭취 횟수, 장소 및 선호하는 쇠고기 원산지 ▪ 쇠고기 구매 시 고려 기준 및 우선 확인 정보 ▪ 자주 구입하는 쇠고기 부위 및 주 구입 용도 ▪ 쇠고기 구매 시 고려하는 품질 요인 ▪ 쇠고기 구매 시 선호하는 품질 등급 및 선호 이유 ▪ 한우와 수입육 중 품질에 대한 의견 ▪ 한우가 갖고 있는 수입육과의 차별화 품질요소 ▪ 선호하는 쇠고기 근내지방 비율 및 선호 이유 ▪ 근내지방 뭉침정도가 한우고기 구입 시 미치는 영향 유무 ▪ 선호하는 근내지방 형태 및 모양 ▪ 마블링의 섬세한 정도가 높을수록 발생하는 가격 편차 ▪ 마블링의 뭉침정도가 심해질수록 발생하는 가격 편차

○ 유통업자 조사내용

구분	세부 내용
소비자	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고객이 한우 구매 시 고려하는 기준 ▪ 소 도체 또는 부분육을 매입하실 때 고려하시는 품질요인 ▪ 쇠고기 매입 시 선호하는 품질 등급 및 선호 이유 ▪ 한우와 수입육 중 품질에 대한 의견 ▪ 한우가 갖고 있는 수입육과의 차별화 품질요소 ▪ 한우 도매거래 단계의 품질 판단에 근내지방의 섬세함 정도가 작용하는 정도 ▪ 선호하는 근내지방 모양 ▪ 근내지방의 섬세함 정도가 중요해지는 BMS(소고기 등급 판정 기준) 등급 ▪ 근내지방 뭉침에 따른 판매 어려움 정도 및 이유 ▪ 도체 발골 작업 여부 및 근내지방도 섬세함/뭉침정도의 정육률 영향 정도 ▪ 근내지방도 뭉침정도에 따른 정육률 ▪ 동일한 BMS 등급에서 근내지방도 섬세함/뭉침정도가 고기의 맛에 주는 영향 정도 ▪ 동일한 BMS 등급에서 근내지방의 섬세함에 따른 고기의 상품가치 차이 ▪ 마블링의 섬세한 정도가 높을수록 발생하는 가격 편차 ▪ 마블링의 뭉침정도가 심해질수록 발생하는 가격 편차

(2) 한우 근내지방 섬세도에 따른 경제성 비교(소비자)

○ (최근 6개월 이내 쇠고기구매 횟수) ‘5회 초과’(39.7%), ‘1~2회’(36.0%), ‘3~5회’(24.3%) 순으로 나타났으며, 연령이 높을수록 ‘5회 초과’ 응답이 높고 50대는 절반 이상인 53.2%로 조사되었다. 월 평균 소득이 300만원 미만인 응답자의 경우 ‘1~2회’(55.6%)가 높게 나타난 반면, 소득 700만원 이상인 응답자의 경우 ‘5회 초과’(64.5%)가 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 16. 최근 6개월 이내 쇠고기 구매 횟수

○ (쇠고기 섭취 빈도) ‘2주 1회’(34.3%) 섭취한다는 응답이 가장 많았으며, 이어서 ‘1개월 1회’(24.7%), ‘주1회 이상’(22.3%) 순으로 조사되었다. 연령별로 보았을 때 20대는 ‘주1회 이상’, ‘2주 1회’ 비율이 30~50대 대비 낮아 쇠고기 섭취 빈도가 다소 낮은 것으로 나타났으며 월 평균 소득은 700만원 이상인 응답자는 ‘주1회 이상’, ‘2주 1회’ 섭취가 상대적으로 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 17. 쇠고기 섭취 빈도

○ (쇠고기 식사 장소) 쇠고기는 주로 ‘집’(64.0%)에서 먹으며, 이어서 ‘쇠고기 전문점’(20.7%), ‘일반 고깃집’(8.7%) 순으로 나타났고, 쇠고기 섭취 횟수에 따라 ‘주1회 이상’, ‘2주 1회’인 응답자의 경우 70% 이상이 집에서 쇠고기를 먹는 것으로 조사되었다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 18. 쇠고기 식사 장소

○ (선호하는 쇠고기 원산지) 가장 선호하는 쇠고기 원산지는 ‘국내산’(73.3%)이 가장 높고 지역별로 비수도권은 수도권 대비 ‘국내산’(80.6%) 선호도가 높았으며, 수도권은 비수도권 대비 ‘호주산’(24.6%) 선호도가 상대적으로 높게 나타났다. 연령대로 보았을 때 20대의 경우 ‘국내

산’(59.6%) 선호도가 타 연령 대비 상대적으로 낮은 반면, ‘호주산’(25.5%) 선호도가 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 19. 선호하는 쇠고기 원산지

○ (쇠고기 구매 시 고려기준) 쇠고기 구매 시 가장 중요하게 고려하는 기준은 ‘맛’(44.3%)이며, 다음은 ‘가격’(25.7%), ‘품질’(19.3%), ‘위생·안전성’(9.3%) 순이었으며, 성별로 보면 남녀 모두 ‘맛’을 가장 중요하게 고려하는 가운데, ‘품질’ 고려는 여성(22.7%)이 남성(16.0%) 대비 높았다. 쇠고기 섭취 횟수로 비교하였을 때 ‘1개월 1회 이하’ 응답자의 경우 ‘가격’(36.2%)을 고려한다는 의견이 상대적으로 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 20. 쇠고기 구매 시 고려기준

○ (쇠고기 구매 시 우선 확인 정보) 1순위 정보는 ‘원산지’(35.0%)이며, 다음은 ‘가격’(27.7%), ‘신선도’(15.3%), ‘생산지명’(12.0%)로 조사 되었으며 응답자 특성별 비교 하였을 때 대부분 ‘원산지’를 우선 확인하는 가운데, 성별 남성, 연령 20대, 월 평균소득 300만원 미만, 쇠고기 섭취 횟수 1개월 1회 이하 응답자의 경우 ‘가격’을 우선 확인하는 것으로 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 21. 쇠고기 구매 시 우선 확인 정보

○ (자주 구입하는 쇠고기 부위) ‘등심’(26.7%), ‘안심’(25.0%)이 자주 구입되는 것으로 나타났으며, 이어서 ‘갈비’(20.0%), ‘채끝’(14.7%) 순으로 나타났다. 연령별로 보았을 때 대부분 ‘등심’을 자주 구입하는 반면, 30대는 ‘안심’(35.0%)을 가장 자주 구입하는 것으로 조사되었다.

○ (쇠고기 섭취 횟수) ‘1개월 1회 이하’인 경우, 상대적으로 ‘갈비’(24.6%) 구매가 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 22. 자주 구입하는 쇠고기 부위

○ (쇠고기 주 구입용도) ‘구이용’(70.3%)이 가장 많았으며, ‘불고기’(15.0%), ‘국거리(탕)’(10.7%) 순으로 조사되었다. 연령별로 보았을 때 40~50대는 ‘불고기’용 쇠고기를 구입한다는 응답이 20% 이상으로 20~30대와 차이를 보였다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 23. 쇠고기 주 구입 용도

○ (쇠고기 구매 시 고려하는 품질요인) ‘육색’(58.7%)이며, 다음은 ‘근내지방도’(24.3%), ‘지방색’(10.7%), ‘조직감’(6.3%) 순으로 나타남 (1순위 기준) 월 평균소득으로 구분하였을 때 소득이 높을수록, 쇠고기 섭취 횟수가 많을수록 쇠고기 구매 시 ‘근내지방도’를 고려한다는 응답이 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 24. 쇠고기 구매 시 고려하는 품질요인

○ (쇠고기 구매 시 선호하는 품질 등급) 쇠고기 구매 시 가장 선호하는 품질 등급은 ‘1+등급’(47.0%)이었으며, 응답자 특성별로 월 평균 소득이 ‘300만원 미만’, 쇠고기 섭취 횟수 ‘1개월 1회 이하’인 경우 1등급을 선호한다는 응답이 30% 이상으로 상대적으로 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)

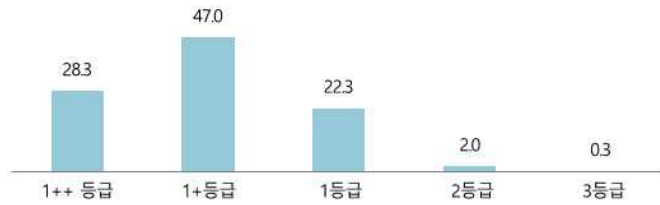


그림 25. 쇠고기 구매 시 선호하는 품질 등급

- (품질 등급별 선호하는 이유) 위에서 선택한 등급을 선호하는 이유를 살펴보면, 전반적으로 ‘가격이 적당해서’(37.7%)가 가장 높게 나타났으며, 다음은 ‘맛이 좋아서’(36.0%)로 나타났다.
- (선호하는 품질등급) ‘1++등급’의 가장 큰 선호 이유는 ‘맛이 좋아서’(69.4%)였으며, ‘1+등급’, ‘1등급’, ‘2등급’, ‘3등급’ 선호 이유는 ‘가격이 적당해서’를 가장 큰 이유로 들었다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 26. 품질 등급별 선호하는 이유

- (한우와 수입육 품질차이) 한우와 수입육의 품질차이를 조사한 결과, ‘한우 품질이 좋다’는 의견이 73.0%이고, 성별로 여성(80.7%)이 남성(65.3%) 대비 15.0% 이상 ‘한우 품질이 좋다’고 응답했다. 또한, 30~50대의 경우 ‘한우 품질이 좋다’ 응답이 70% 이상인 반면, 20대는 48.9%로 상대적으로 낮게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

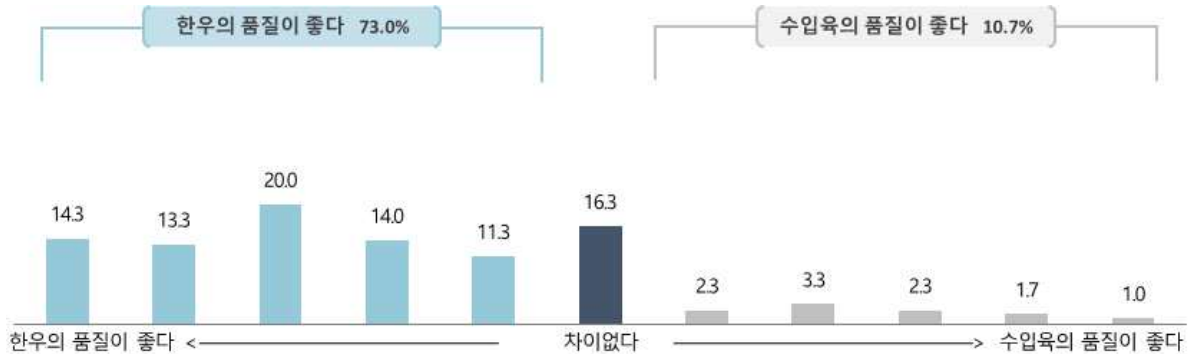


그림 27. 한우와 수입육 품질차이

- (한우 차별화 품질요소) 한우가 갖고 있는 수입육과의 차별화 품질요소로 ‘육색’(29.0%)가 가장 많이 응답되었으며, 다음은 ‘신선도’(29.0%), ‘근내지방도’(18.3%), ‘지방색’(11.7%) 순으로 나타났다. 20~30대는 ‘육색’을 가장 차별화된 품질요소로 응답한 반면, 40~50대는 ‘신선도’로

응답하여 연령별 차이를 나타냈다. 쇠고기 섭취 횟수는 주 1회 이상 섭취하는 응답자의 경우 ‘신선도’(35.8%)를 가장 차별화된 품질요소로 보며, ‘근내지방도’(25.4%)는 ‘2주 1회’, ‘1개월 1회 이하’ 섭취하는 응답자 대비 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 28. 한우 차별화 품질요소

○ (선호하는 근내지방 비율) 가장 선호하는 쇠고기(등심)의 근내지방 비율은 ‘15~17%’(21.3%). 다음은 ‘9~11%’(15.7%), ‘7~9%’(14.0%) 순이었으며, 성별로는 남성이 ‘21% 이상’(18.7%)을 가장 선호하는 반면, 여성은 ‘15~17%’(24.7%)를 가장 선호했다. 연령별로 20~40대는 ‘15~17%’를, 50대는 ‘13~15%’를 가장 선호하는 것으로 조사되었다.

(Base : n=300, 단위 : %)

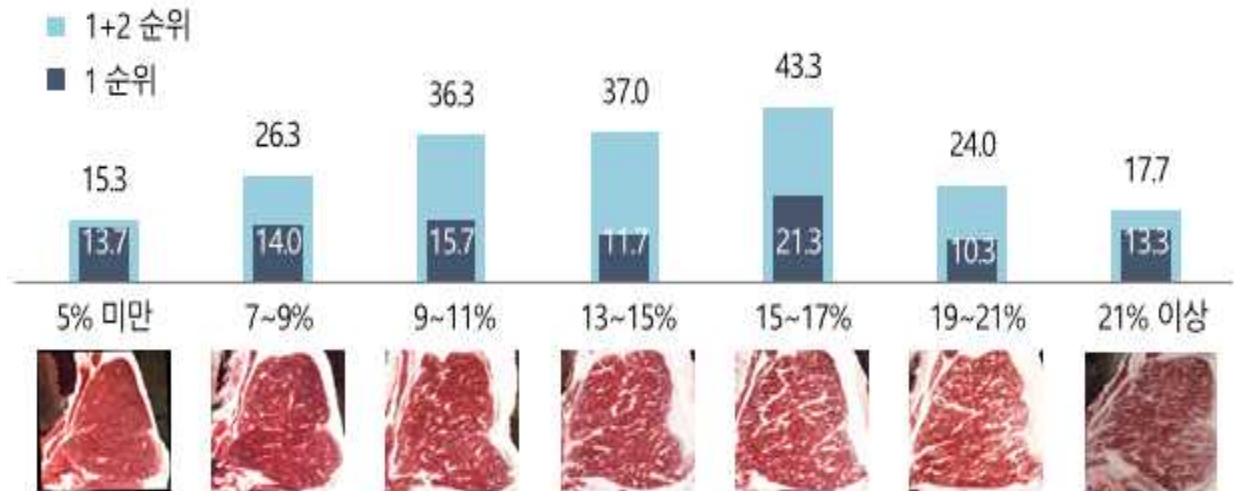


그림 29. 선호하는 근내지방 비율

○ (선택한 근내지방 비율 선호 이유) 위에서 선택한 근내지방 비율을 선호하는 이유로 ‘맛이 좋아서’(47.7%)가 전반적으로 높게 나타났으며, 이어서 ‘근내지방이 많아서’(17.7%), ‘마블링이 적어서’(16.7%) 순으로 나타났다. 선호하는 근내지방 비율은 ‘5% 미만’, ‘7~9%’ 비율을 선호하는 응답자의 경우 ‘마블링이 적어서’라는 의견이 26% 이상으로 높았으며, ‘15% 이상’ 비율을 선호하는 응답자의 경우 ‘맛이 좋아서’라는 의견이 53% 이상으로 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

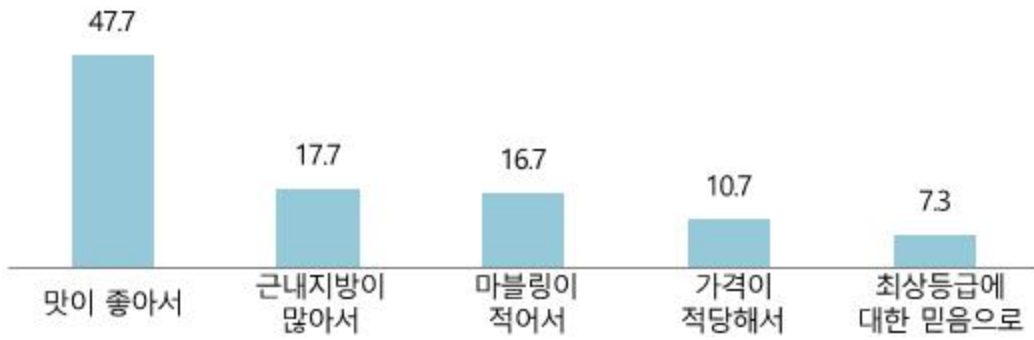


그림 30. 선택한 근내지방 비율 선호 이유

○ (근내지방이 한우 구입 시 미치는 영향 여부) 근내지방의 모양이 뭉쳐있거나 섬세함 정도가 한우고기 구입에 영향을 미친다는 의견이 70.0%, 영향이 없다는 의견이 30.0%이었다. 응답자 특성별로 월 평균 소득이 높고 쇠고기 섭취 횟수가 많을수록 근내지방이 한우고기 구입에 영향을 미친다는 의견이 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 31. 근내지방이 한우 구입 시 미치는 영향 여부

○ (선호하는 근내지방도 형태) 응답자의 70.0%가 ‘섬세’한 근내지방도 형태를 선호하였다. 응답자 특성별로 월 평균 소득이 높고 쇠고기 섭취 횟수가 많을수록 ‘섬세’한 근내지방도 형태 선호도가 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)

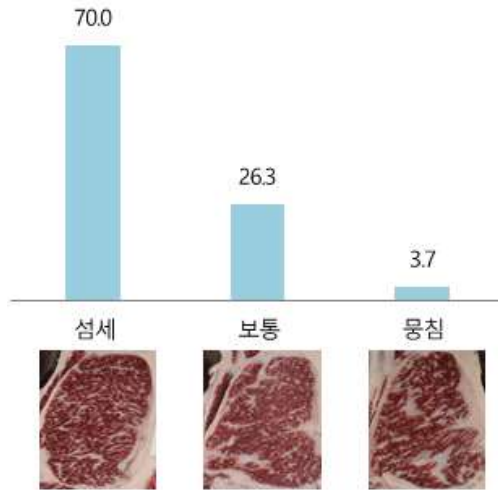


그림 32. 선호하는 근내지방도 형태

○ (선호하는 근내지방도 모양) 가장 선호하는 근내지방도 모양은 ‘섬세’(36.3%)한 모양이며, 이어서 ‘매우 섬세’(28.0%), ‘보통’(21.0%) 순으로 선호하였다. 응답자 특성별로 50대 이상, 월 평균 소득 700만원 이상, 쇠고기 섭취 횟수가 주 1회 이상인 경우 ‘섬세’ + ‘매우 섬세’ 선호 비율이 70% 이상이었다.

(Base : n=300, 단위 : %)

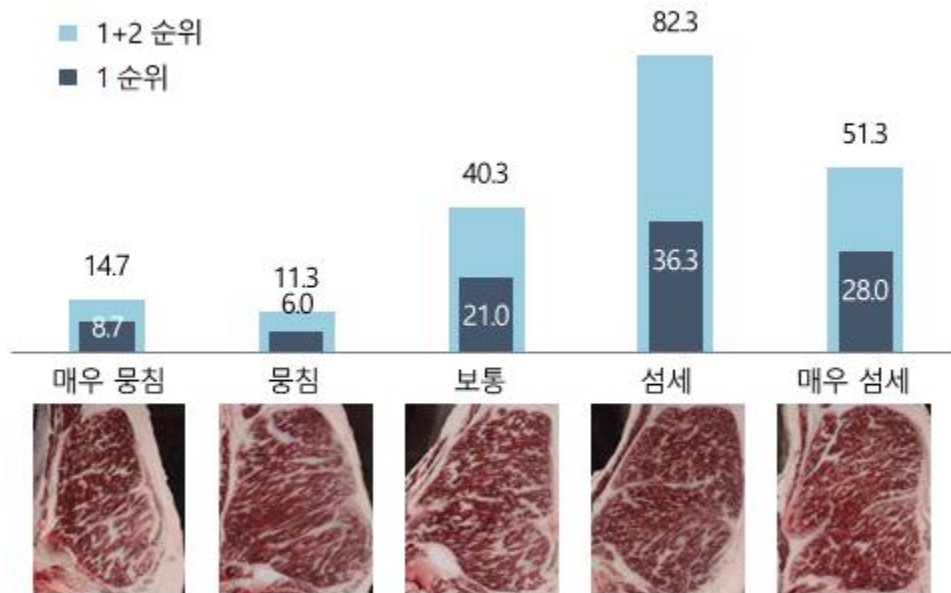


그림 33. 선호하는 근내지방도 모양

○ (선호도가 높은 근내지방도 입자모양) 가장 선호도가 높은 근내지방도 입자모양은 ‘그림2’(57.7%)으로 나타났으며, 20대는 ‘그림3’ 선호도가 40.4%로 상대적으로 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

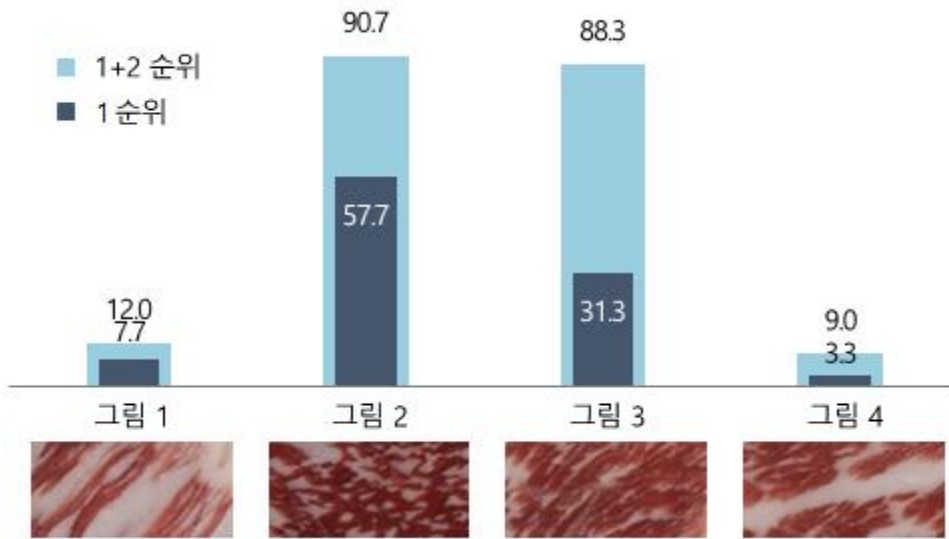


그림 34. 선호하는 근내지방 모양

(Base : n=300, 단위 : %)

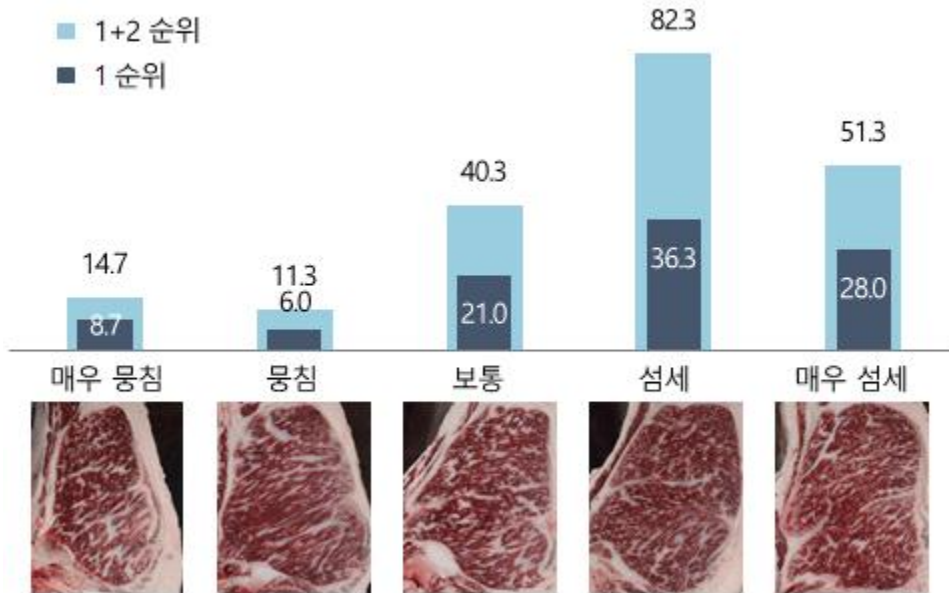


그림 35. 선호도가 높은 근내지방 입자모양

○ (마블링의 섬세함 정도에 따른 가격 편차) 같은 등급에서 한우 고기 마블링의 섬세한 정도가 높아질수록 ‘가격이 추가’되어야 한다는 의견이 43.3%(5% 추가 30.3% + 10% 추가 13.0%)이며, 특히 ‘5% 추가’(30.3%)가 높게 나타났다. 응답자 특성별로 월 평균 소득 700만원 이상, 쇠고기 섭취 횟수 주 1회 이상인 경우 가격을 ‘추가’(5% 추가 + 10% 추가)해야 한다는 의견이 50% 이상으로 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)

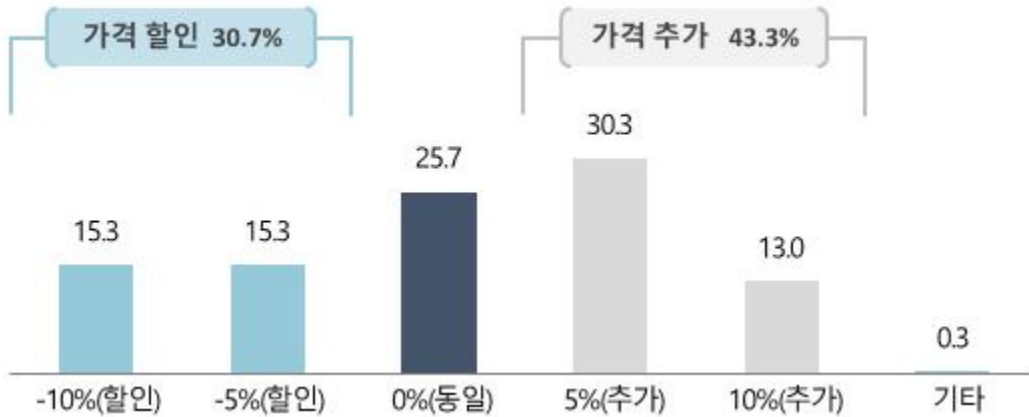


그림 36. 마블링의 섬세함 정도에 따른 가격 편차

○ (마블링의 뭉침정도에 따른 가격 편차) 같은 등급에서 한우 고기를 구입할 시 마블링 뭉침 정도가 심해질수록 ‘가격을 할인’해야 한다는 의견이 59.7%(-10% 할인 28.0% + -5% 할인 31.7%)이며, 특히 ‘-5% 할인’(31.7%)이 높게 나타났다. 성별별로 여성은 가격을 ‘할인’(-10% 할인 + -5% 할인)해야 한다는 의견이 68.7%로 남성(50.7%) 대비 15% 이상 높았다. 월 평균 소득 별로 월 소득이 700만원 이상인 경우 ‘할인’(-10% 할인 + -5% 할인)해야 한다는 의견이 67.7% 월 소득 700만원 미만 응답자 대비 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

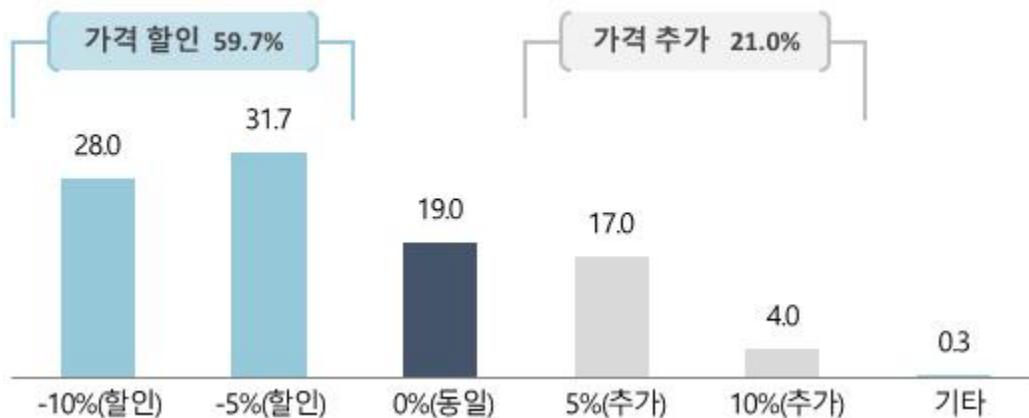


그림 37. 마블링의 뭉침정도에 따른 가격 편차

(3) 한우 근내지방 섬세도에 따른 경제성 비교(도매업자)

○ (취급하는 품목) 사업장에서 ‘국내산 한우’는 100.0% 취급하고 있으며, ‘돼지고기’(68.0%), ‘수입산 쇠고기’(33.0%), 부산물, 오리고기 등이 부수적으로 취급되고 있다. 모든 품목에서 비수도권이 수도권 대비 취급 비율이 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)

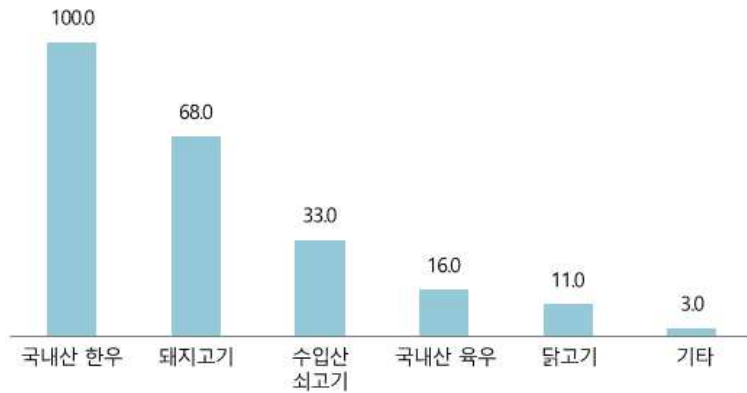


그림 38. 취급하는 품목

○ (취급 육종별 매출 비중) 취급하는 육종별 매출 비중을 살펴보면, ‘국내산 한우’(63.0%) 매출 비중이 가장 높았으며, 이어서 ‘돼지고기’(24.1%), ‘수입산 쇠고기’(7.8%) 순으로 나타났고, 직원 수 기준으로 5명 이상 사업장이 직원 수 5명 미만 사업장에 비해 ‘국내산 한우’ 매출 비중이 높은 반면, 돼지고기, 수입산 쇠고기, 국내산 육우 매출 비중은 다소 낮았다. 매출액을 기준으로 50억 이상 사업장이 매출액 50억 미만 사업장 대비 ‘국내산 한우’ 매출 비중이 높은 반면, 돼지고기, 수입산 쇠고기 매출 비중은 낮은 경향을 보였다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 39. 취급 육종별 매출 비중

○ (고객이 한우 구매 시 고려하는 기준) 사업장에서 한우를 구입하는 고객들은 ‘품질’(46.0%)을 가장 중요하게 고려하며, 지역별로 수도권은 품질 > 맛 > 가격 > 위생·안전성 순으로 고려하는 반면, 비수도권은 품질 > 맛 > 위생·안전성 > 가격 순으로 고려하였다.

(Base : n=300, 단위 : %)

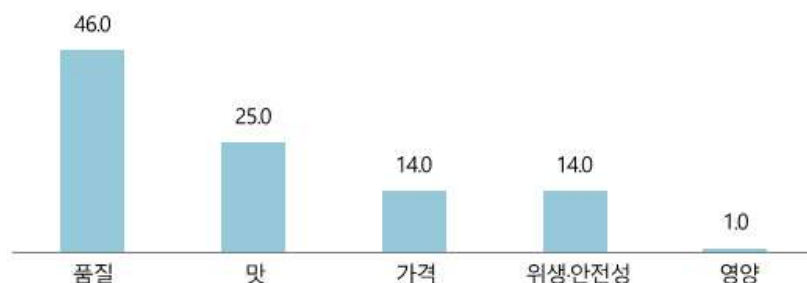


그림 40. 고객이 한우 구매 시 고려하는 기준

○ (소 도체 또는 부분육 매입 시 고려하는 품질요인) 소 도체 또는 부분육을 매입할 때 가장 고려하는 품질요인은 ‘근내지방도’ (54.0%)이며, 이어서 ‘육색’(34.0%), ‘조직감’(10.0%) 순으로 고려되었다. 응답자 특성별로 고려하는 품질요인 중 ‘조직감’의 경우, 직원 수에 따라 매출액 비율에 큰 차이를 보였다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 41. 소 도체 또는 부분육 매입 시 고려하는 품질요인

○ (쇠고기 매입 시 선호하는 품질등급) 쇠고기를 매입할 때 가장 선호하는 품질 등급은 ‘1+등급’(45.0%)이며, 지역기준으로 수도권은 ‘1++등급’(51.7%)을 가장 선호하는 반면, 비수도권은 ‘1+등급’(65.0%)을 가장 선호하였다. 사업장 규모에 따라서는 5명 미만, 매출액 50억 미만 사업장의 경우 ‘1++등급’을 가장 선호하고, 직원 수 5명 이상, 매출액 50억 이상 사업장은 ‘1+등급’을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 42. 쇠고기 매입 시 선호하는 품질등급

○ (품질 등급별 선호하는 이유) 위에서 선택한 등급을 선호하는 이유는 ‘맛이 좋아서’(51.0%)가 가장 높았으며, 다음은 ‘등급에 대한 믿음으로’(29.0%), ‘가격이 적당해서’(25.0%) 순으로 나타났다. ‘1++등급’ 선호 이유로는 ‘근내지방이 많아서’(24.3%), ‘1+등급’ 선호 이유로는 ‘등급에 대한 믿음으로’(42.2%), ‘1등급’ 선호 이유로는 ‘가격이 적당해서’(50.0%)가 상대적으로 높게 조사되었다.

(Base : n=300, 단위 : %)

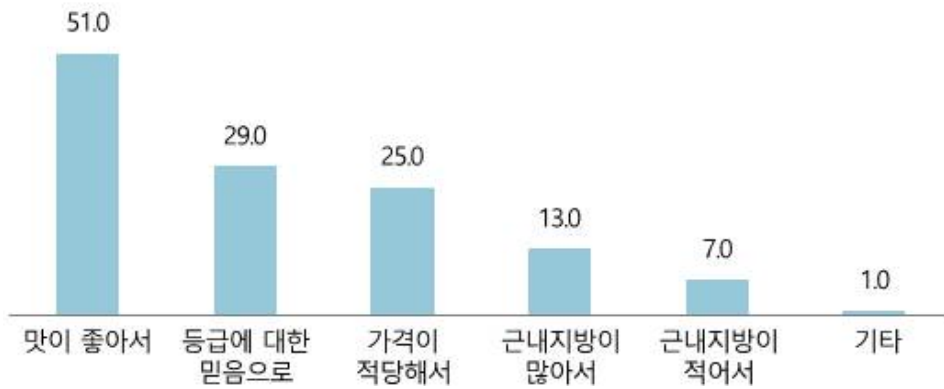


그림 43. 품질 등급별 선호하는 이유

○ (한우와 수입육 품질차이) 한우와 수입육 중 ‘한우의 품질이 좋다’(98.0%) 의견이 대부분이었고, 비수도권, 직원 수 5명 미만 사업장에서 ‘한우의 품질이 좋다’ 의견이 100.0%로 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

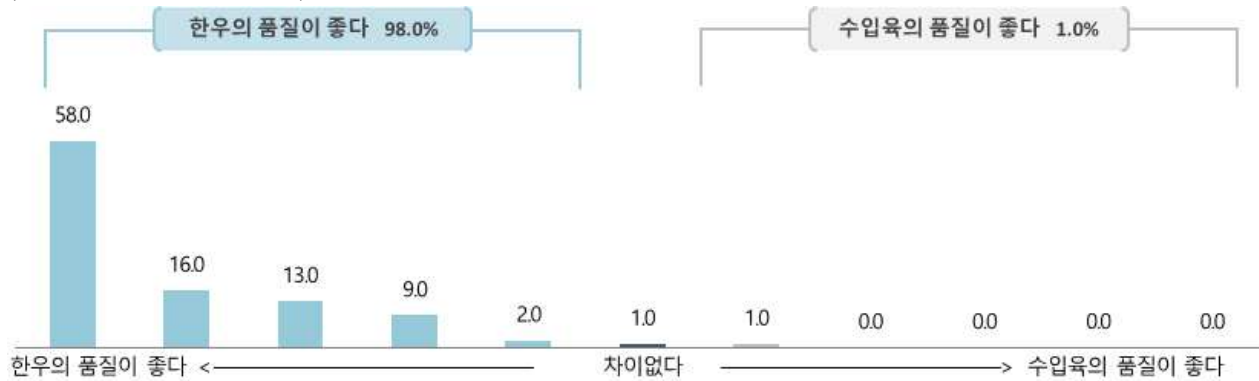


그림 44. 한우와 수입육 품질차이

○ (한우와 수입육의 차별화 품질요소) 한우가 가지고 있는 수입육과의 차별화 품질요소로는 ‘신선도’(34.0%)가 가장 높게 나타났으며, 다음은 ‘육색’(23.0%), ‘근내지방도’(21.0%), ‘위생, 안전성’(13.0%) 순으로 조사되었다. 직원 수를 기준으로 5명 미만의 경우, 신선도 > 육색 > 근내지방도 순으로 차별화 품질요소를 응답하였으나, 5명 이상은 신선도 > 근내지방도 > 육색 순으로 응답하였다. 매출액을 기준으로 50억 미만 사업장의 경우, 신선도 > 육색 > 근내지방도 순으로 차별화 품질요소를 응답하였으나, 50억 이상 사업장은 신선도 > 근내지방도 > 육색 순으로 응답하였다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 45. 한우와 수입육의 차별화 품질요소

○ (근내지방 함세함 정도에 따른 품질 판단 작용) 동일한 등급의 등심내 근내지방의 함세함 정도는 한우 도매거래 단계의 품질을 판단할 때 큰 요소로 ‘작용함’(89.0%; 작용하는 편이다 76.0% + 매우 크게 작용한다 13.0%)으로 조사되었다. 응답자 특성별로 비수도권, 직원 수 5명 이상, 매출액 50억 이상 사업장의 경우 90% 이상이 큰 요소로 작용한다고 응답하였다.

(Base : n=300, 단위 : %)

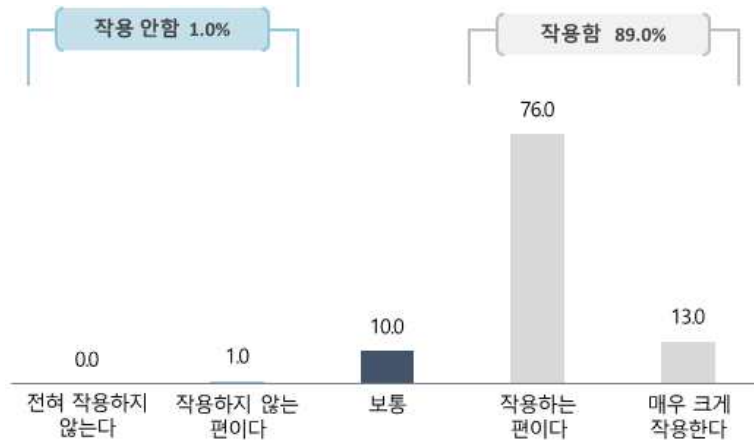


그림 46. 근내지방도 함세함 정도에 따른 품질 판단 작용

○ (선호하는 근내지방 모양) 사업장에서 가장 선호하는 근내지방 모양은 ‘매우 섬세’(40.0%)한 모양이었고, 비수도권은 85.0%(매우 섬세 65.0% + 섬세 20.0%)가 섬세한 모양을 선호하였다.

(Base : n=300, 단위 : %)

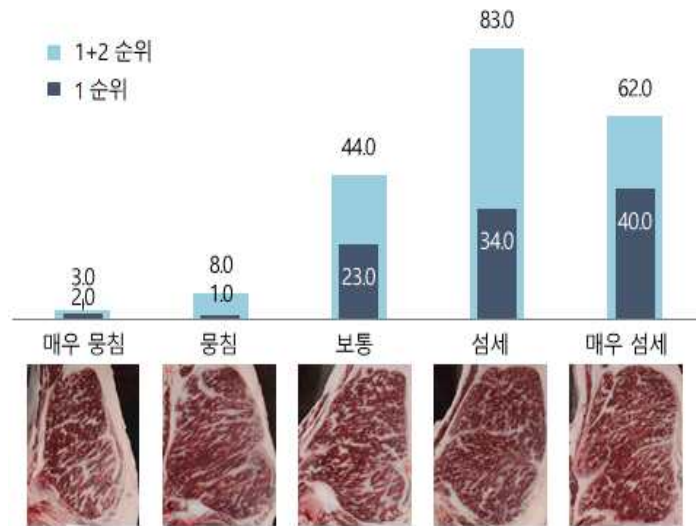


그림 47. 선호하는 근내지방 모양

○ (근내지방의 섬세함 정도가 중요해지는 BMS 등급 기준) 근내지방의 섬세함 정도가 중요해지는 BMS(소고기 등급 판정 기준)는 ‘1++등급’(34.0%)부터라는 응답이 가장 높았으며, 이어서 ‘1+등급’(33.0%), ‘1등급’(31.0%) 순으로 나타났다. 지역기준으로 비수도권에서는 ‘1+등급’(42.5%)부터 중요해진다는 응답이 높았고, 직원 수를 기준으로 5명 이상의 경우, ‘1등급’부터 중요해진다는 응답이 높았다. 매출액을 기준으로 50억 이상 사업장의 경우, ‘1등급’부터 중요해진다는 응답이 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)

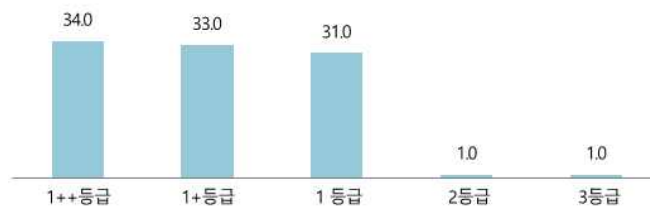


그림 48. 근내지방의 섬세함 정도가 중요해지는 BMS 등급 기준

○ (선호도가 높은 근내지방 입자모양) 선호하는 근내지방 입자모양은 ‘그림2’(66.0%)이며, 다음은 ‘그림3’(24.0%), ‘그림4’(7.0%), ‘그림1’(3.0%) 순으로 조사되었다.

(Base : n=300, 단위 : %)

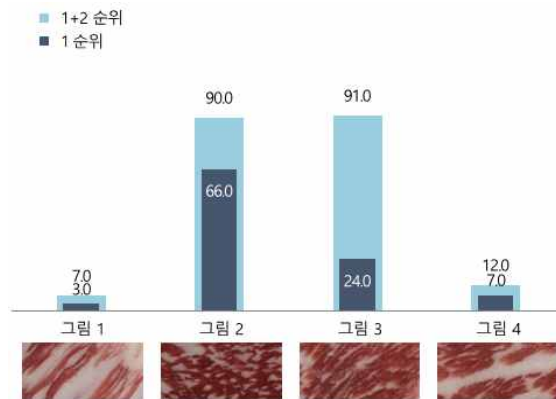


그림 49. 선호도가 높은 근내지방 입자모양

○ (근내지방이 뭉쳐있을 때, 제품 판매의 어려움) 등심내 근내지방이 뭉쳐있을 때, 제품을 고객에게 판매하기 ‘어렵다’는 응답이 61.0%(판매가 어려운 편이다 48.0% + 판매가 매우 어렵다 13.0%)로 조사되었다. 응답자 특성별로 비수도권이 수도권 대비, 직원 수 5명 미만이 5명 이상 대비, 매출액 50억 이상이 50억 미만 대비 판매가 ‘어렵다’는(판매가 어려운 편이다 + 판매가 매우 어렵다) 의견이 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)

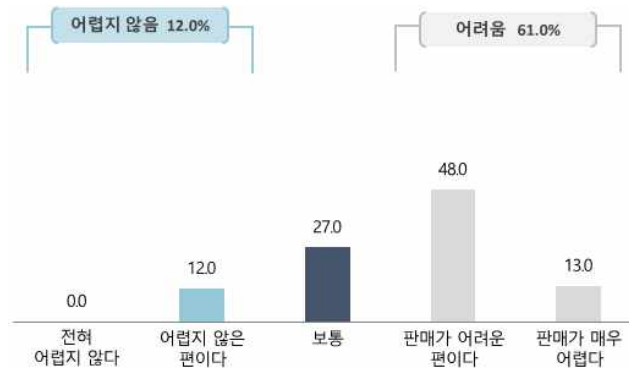


그림 50. 근내지방이 뭉쳐있을 때, 제품 판매 어려움

○ (근내지방이 뭉쳐있을 때, 판매가 어려운 이유) 등심내 근내지방이 뭉쳐있을 때, ‘판매가 어려운 편이다’, ‘판매가 매우 어렵다’에 응답한 사업장을 대상으로 판매가 어려운 이유를 조사한 결과, ‘고객의 비선호’(65.6%)가 가장 높게 조사되었다. 이어서 ‘맛 차이가 난다’(9.8%)와 ‘고객이 건강에 좋지 않다고 생각한다’(9.8%), ‘근내 지방이 많다’(9.8%)가 동물로 조사되었다. 비수도권의 경우 ‘고객의 비선호’가 92.3%로 매우 높게 나타났다

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 51. 근내지방이 뭉쳐있을 때, 판매가 어려운 이유

○ (도체 발골 작업 여부) 사업장에서 직접 도체 발골 작업을 ‘한다’ 60.0%, ‘하지 않는다’ 34.0%로 나타났고, 비수도권이 수도권 대비 도체 발골 작업을 하는 사업장이 많았다. 매출액 기준으로 50억 이상인 사업장은 77.8%가 도체 발골 작업을 하는 반면, 50억 미만 사업장은 59.4%가 작업하여 차이를 보였다.

(Base : n=300, 단위 : %)



그림 52. 도체 발골 작업 여부

○ (근내지방도가 정육률에 미치는 영향) 직접 도체 발골 작업을 하는 사업장을 대상으로 도체 발골 시 근내지방도의 섬세함과 뭉침정도가 정육률에 미치는 영향을 조사한 결과, 65.2%(영향을 주는 편이다 57.6% + 매우 큰 영향을 준다 7.6%)가 근내지방도의 섬세함과 뭉침 정도가 정육률에 영향을 준다고 응답했다. ‘영향을 주는 편이다’ + ‘매우 큰 영향을 준다’ 응답이 수도권 47.2%, 비수도권 86.7%로 비수도권에서 근내지방도가 정육률에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

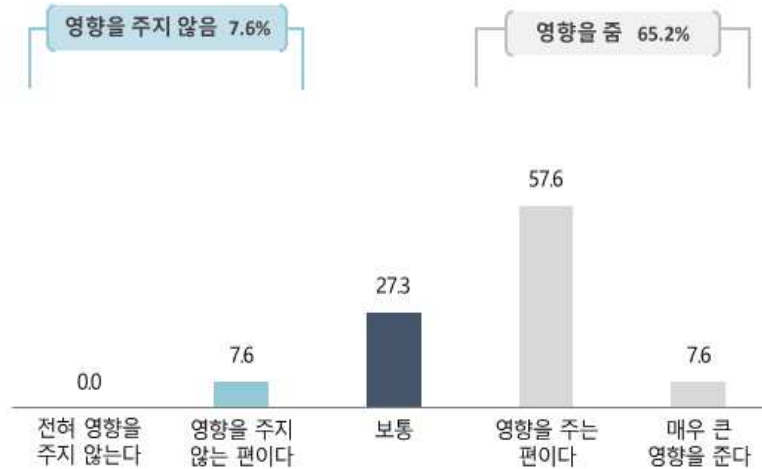


그림 53. 근내지방도가 정육률에 미치는 영향

○ (경우별 평균 정육률) 도체 발골 시 근내지방도의 섬세함과 뭉침 정도가 정육률에 ‘영향을 준다’고 응답한 사업장을 대상으로 평균 정육률을 조사한 결과, 근내지방도가 뭉친 경우 평균 정육률 58.5%, 근내지방도가 보통인 경우 평균 정육률 62.6%, 근내지방도가 섬세한 경우 평균 정육률 69.3%로 근내지방도가 섬세할수록 정육률이 높았다.

(Base : n=300, 단위 : %)

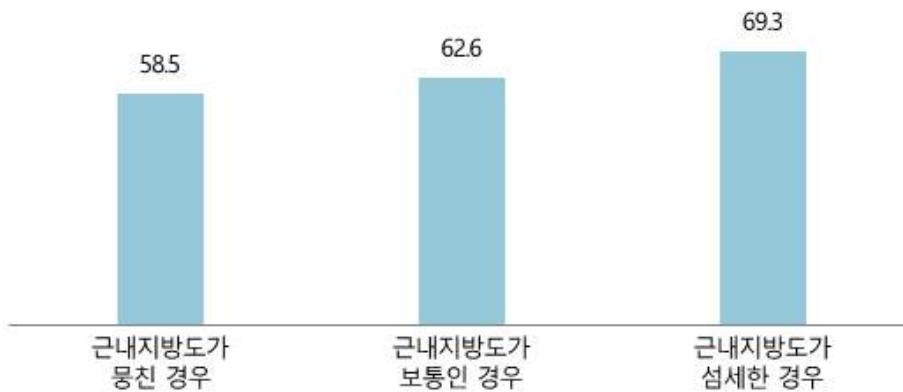


그림 54. 경우별 평균 정육률

○ (동일한 BMS에서 근내지방이 고기 맛에 미치는 영향) 동일한 BMS 등급에서 근내지방의 섬세함과 뭉침 정도가 고기에 영향을 준다는 의견은 85.0%(영향을 주는 편이다 78.0% + 매우 큰 영향을 준다 7.0%)였다. 매출액을 기준으로 50억 미만 사업장의 경우, ‘영향을 주는 편이다’ + ‘매우 큰 영향을 준다’ 응답이 92.2%로 50억 이상 사업장(72.2%) 대비 20% 가량 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

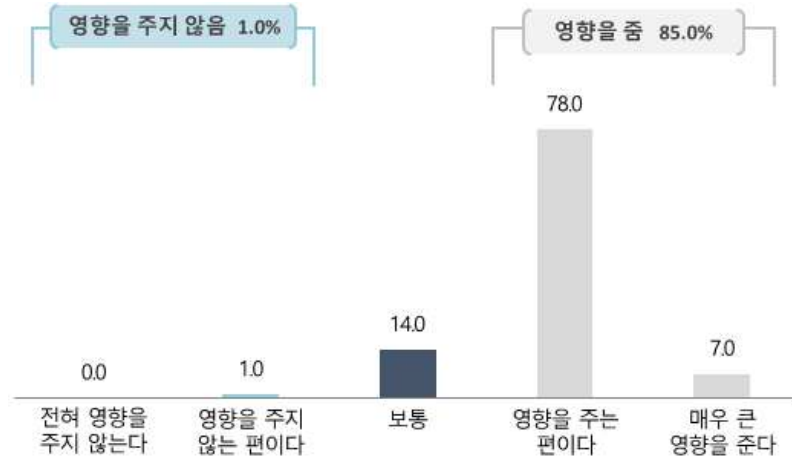


그림 55. 동일한 BMS에서 근내지방이 고기 맛에 미치는 영향

○ (근내지방에 따른 고기의 상품가치 차이) 동일한 BMS 등급에서 근내지방의 섬세함에 따라 고기의 상품가치를 살펴본 결과, ‘근내지방이 섬세할수록 상품가치가 상승’한다는 의견이 90.0%로 대부분이었다. 비수도권의 경우 97.5%가 ‘근내지방이 섬세할수록 상품가치가 상승’한다고 응답하여 높게 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

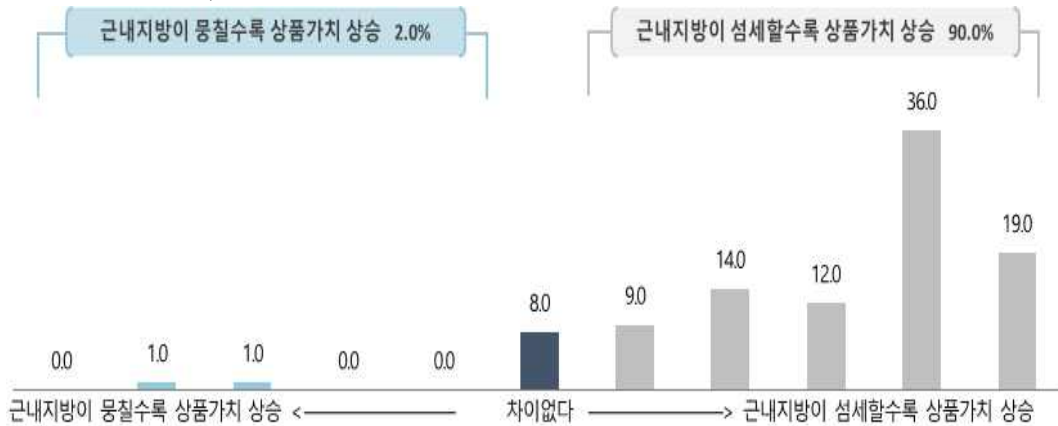


그림 56. 근내지방에 따른 고기의 상품가치 차이

○ (마블링의 섬세도에 따른 가격 편차) 같은 등급에서 한우 고기 마블링의 섬세도에 따라 ‘가격을 추가’해야 한다는 의견이 72.0%(5% 추가 47.0% + 10% 추가 25.0%)였고, 지역을 기준으로 비수도권 사업장의 경우, 95.0%가 ‘가격을 추가’해야 한다고 응답했으며, 그 중 ‘5% 추가’ 65.0%, ‘10% 추가’ 30.0%로 조사되었다.

(Base : n=300, 단위 : %)

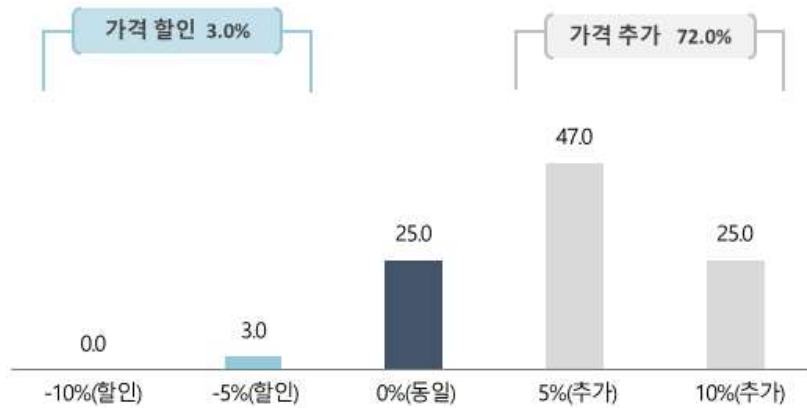


그림 57. 마블링의 섬세도에 따른 가격 편차

○ (마블링의 뭉침정도에 따른 가격 편차) 같은 등급에서 한우 고기를 구입 시 마블링 뭉침정도에 따라 ‘가격을 할인’해야 한다는 의견이 35.0%(-10% 할인 7.0% + -5% 할인 28.0%) 매출액 기준으로 50억 이상 사업장의 경우, 50.0%가 ‘가격을 할인’해야 한다고 응답했으며, 그 중 ‘-10% 할인’ 5.6%, ‘-5% 할인’ 44.4%로 나타났다.

(Base : n=300, 단위 : %)

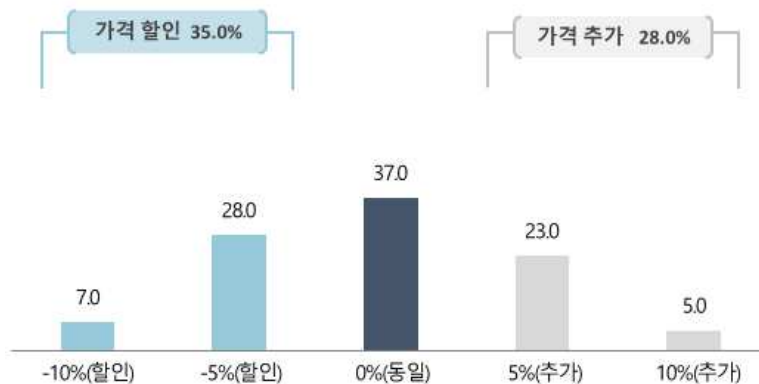


그림 58. 마블링의 뭉침정도에 따른 가격 편차

(4) 고찰

○ (소비자·) 쇠고기 구입 시 가장 중요한 고려사항은 ‘맛’이며 1+등급을 가장 선호한다고 하였지만 근내지방 함량정도에 대한 이미지 조사결과는 BMS NO.7(1++등급)을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

○ (소비자·) 너무 섬세한(실모양) 근내지방 보다는 입자가 둥글고 섬세한 것을 가장 선호하며, 동일 등급에서 섬세한 쇠고기에 5% 추가 지불이 가능하다는 답변이 가장 높았고, 이는 ‘현재 시장에서 근내지방 섬세도가 품질요인’으로 작용하는 것으로 사료되었다.

○ (유통업자·) 쇠고기의 가장 중요한 품질요인은 ‘근내지방도’이며 1+등급을 가장 선호하는 것으로 나타났다.

○ (유통업자·) ‘매우 섬세한’ 근내지방 모양의 선호도가 가장 높게 조사되었으며 이는 섬세한 도체 정육율이 높아 이윤측면에서 ‘매우 섬세한 도체’의 선호도가 높을 것으로 추정된다.

○ (유통업자·) 1++등급 이상에서 섬세도가 중요하다는 응답 비율이 가장 높았으며 이는 BMS

NO.7 이상일 때 섬세도가 품질요인으로 작용하는 것으로 추정되나, BMS 별 추가 조사가 필요할 것으로 사료되었다.

「제5협동 : 한우육의 맛과 향기성분 특성 발굴 (강원대 이성기)」

서론

분자요리학에서 맛과 향기는 식사를 준비할 때 반드시 고려되는 중요한 특성이다. 준비단계는 보통 재료와 요리방법의 선택으로 시작한다. 소고기는 일반적으로 열을 사용하여 조리하며, 이것은 고기를 부드럽게 하고 맛과 향기를 향상시킨다. 사후강직 대안법과 조리법들이 특정 소고기부위의 맛을 향상시킨다고 주장해왔다(Jeremiah et al. 2003). Blackmon et al. (2015)은 양지머리(안쪽 가슴살)로 만든 조리된 분쇄 소고기 패티가 더 좋은 휘발성 향기를 낸다는 것을 보여주었다. 한국에서 대부분의 양지머리는 부드럽게 만들고 저장하기 위해 일반적으로 간장이 함유된 육수에서 천천히 삶아진다. 서양국가에서 소고기 양지머리는 때때로 풍미를 증진시키기 위해 braising(찜) 후에 구워진다.

식품에서 분자수준의 수분과, 지방, 단백질, 비타민, 미네랄, 환원당과 다른 미량 화합물들은 섭취할 때의 만족감을 좌우한다. 이러한 화합물들 중 일부는 조리 시 안정하지만, 다른 화합물들은 조리된 음식의 관능적 기호도에 영향을 미칠 수 있는 기타 화합물들로 분해될 수 있다(Barham et al. 2010). 소고기의 경우 지방함량은 맛의 선호도와 명확하게 관련되어 있다(Frank et al. 2016). 5가지 기본적인 맛 중에서, 우마미 맛은 고기와 육제품들을 먹는 만족감과 관련되어 있다(Shahidi 1994). 뉴클레오티드와 펩타이드와 같은 수용성 화합물들은 우마미 맛과 관계되어있다(Dashdorj et al. 2015). 이노신산 또는 IMP(Inosine 5' monophosphate)는 글루탐산의 우마미 맛 강도를 증가시켜주는 뉴클레오티드이다(Zhang et al. 2008). 축종과 사양 그리고 식이는 고기의 근내지방의 양과 수용성의 맛 전구체에 영향을 미친다. 게다가 숙성과 가공과 같은 사후강직 기술은 우마미 맛과 관계된 맛 전구체를 증가시키거나, 감소시키거나 또는 전환시키는 역할을 한다(Frank et al. 2016; Lim et al. 2014; Ichimura et al. 2016).

곡물 급여 한우는 한국 소비자들에게 가장 많이 알려져 있다. 한우와 관련된 자료에 따르면 부위별 지방함량에 따라 다른 소비경향을 띤다고 한다(Jung et al. 2016). 마트에서 한우 채끝살은 주로 고농도 산소 MAP 포장 되어있으며 이는 많은 소비자들의 관심을 끌고있다. 같은 등급의 거세 한우 채끝살은 같은 등급의 암소와 비교하였을 때 가격면에서 차이가 나지 않는다. 더욱이 거세우 배최장근에 있어 최종 조리온도 차이는 관능적평가에 영향을 미친다고 보고되었다(Yang et al. 2016). 실험 1은 성별과 포장방법, 그리고 저장 기간에 따른 휘발성 향기성분과 ATP가 분해되며 생기는 미각 관련 성분에 대한 연구자료이다. 그리고 실험 2는 한우 양지머리에서 굵고, 삶는 등의 다른 조리 방법을 사용하였을 때의 결과이며 조리방법과 최종 심부 온도(70°C와 77°C)가 휘발성 향기성분과 inosinic acid 함량에 어떤 영향을 주었는지를 나타낸다. 이 실험은 조리방법과 온도별 양지머리고기의 분자적 수준에서 맛과 향미성분에 어떤 영향을 끼치는지 이해하기 위해 실시되었다.

가. 한우 채끝살에 있어 성별과 포장방법이 휘발성 향기성분과 nucleotide양에 미치는 영향 탐구

(1) 재료 및 방법

○표본과 조리

한우 채끝살(1등급) 샘플은 한우 거세우(30개월령, n=6) 과 암소(38개월령, n=6)의 고기를 도축 후 3일된 샘플을 사용하였다.

도축 후 3일된 거세 한우(30개월령, n=6)와 한우 암소(38개월령, n=6)를 실험 샘플로 사용하였다. 실험 샘플의 부위로는 채끝살을 사용하였다. 각각의 개체로부터 얻어진 채끝살을 10개(2cm 두께)로 분할하였고, 분할된 샘플들은 각각의 처리방식에 따라 6일동안 $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 에서 진공포장과 고농도 산소 기체 조성 포장법(80:20 O_2/CO_2 , MAP)을 이용하여 포장하였다(그림1). 각각의 분할된 샘플들은 관능평가(5 조각)와 조직감 측정(2조각: 0일, 6일), 육색, 지방산화, nucleotides, 향미 조성(3조각: 0일, 3일, 6일) 실험들에 사용되었다.

화학적 분석을 위해 각각의 샘플은 식품세절기(Hanil Electronics Co., Ltd, Seongnam, Korea)를 이용하여 분쇄되었고, 분쇄된 시료는 즉시 pH, 지방산화 분석, 향미 분석에 이용되었다. 수분함량과 조지방 함량은 0일차 샘플을 이용하여 측정되었다. 0일차를 제외한 나머지 샘플의 경우 inosinic acid, inosine 와 hypoxanthine 함량 검사를 위해 -24°C 에서 1차 동결 후 -71°C 에서 저장하였다. Nucleotides analysis는 냉동 후 2주 이내에 실시되었고, 측정 전에 $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 동안 해동하였다.



그림 1. Hanwoo striploin packed under vacuum (left) and high oxygen modified atmosphere packaging (right).

(2) 결과 및 고찰

○ 물리적 특성

성별, 포장 방법 그리고 저장 기간에 따른 pH와 육표면 색깔은 표 1을 통해 확인 할 수 있다. 포장방법에 따른 그룹 간 pH 차이는 관찰되지 않았다. 성별과 저장 기간은 고기의 pH에 있어 유의적인 차이를 보였다. 암소에 있어서 pH가 거세우보다 높게 관찰됨을 확인할 수 있었다(약 0.1 units). 저장기간 pH감소는 암소와 거세 두 처리구 간에서 모두 발견되었다. 포장 방법과 저장 기간은 육표면색의 명도(CIE L* value)와 적색도(CIE a* value)에 영향을 미쳤고, 황색도(CIE b*)는 성별에 영향을 받았다. MAP 포장법은 명도(CIE L*)와 적색도(CIE a*)를 유지시켰지만, 반면 진공포장 샘플에서는 명도(CIE L*)와 적색도(CIE a*)가 감소하는 것이 발견되었다. 황색도(CIE b*)는 거세우보다 암소에서 더 높게 나타났다. 고농도의 O_2 MAP은 적색육 표면에 충분한 산소를 공급해줌으로 oxymyoglobin을 안정화 시켜 고기의 붉은색을 유지시켜준다

(Vitale et al.2014).

표 1. Changes in meat pH and surface color of the striploin from Hanwoo steer and cow subjected to vacuum or modified atmosphere packaging during refrigerated storage

Attributes	Storage time (day)	Steer		Cow		SEM	P value		
		VAC	MAP	VAC	MAP		Sex	Packaging	Storage
pH	0	5.43 ^a	5.43 ^a	5.54 ^a	5.54 ^a	0.02	<0.01	0.312	<0.001
	3	5.40 ^a	5.40 ^a	5.57 ^a	5.57 ^a				
	6	5.32 ^b	5.31 ^b	5.45 ^b	5.48 ^b				
CIE L*	0	39.7 ^a	39.7	39.3 ^a	39.3	0.32	0.497	<0.001	<0.001
	3	36.8 ^{ab}	39.7	37.4 ^{ab}	39.0				
	6	33.8 ^b	38.1	34.9 ^b	37.4				
CIE a*	0	20.7 ^a	20.7 ^a	20.9 ^a	20.9 ^a	0.32	0.288	<0.001	<0.001
	3	16.8 ^b	20.8 ^a	17.4 ^b	20.3 ^a				
	6	14.4 ^c	19.1 ^b	15.5 ^c	19.0 ^b				
CIE b*	0	7.97	7.97	9.70	9.70	0.17	<0.001	0.558	0.501
	3	7.80	7.14	8.78	8.83				
	6	7.46	7.24	9.41	9.61				

VAC, vacuum packing; MAP, modified atmosphere packaging (80:20 O₂/CO₂,MAP);SEM,standarderrorofthemean.

^{a-c} Means within same column are significantly different (P < 0.05).

연도는 사후 강직 후 단백질 변화에 의한 결과이다. 근육의 주요 단백질(Myofibrillar protein)의 변성측정은 MFI(Myofibrillar fragment Index)를 이용하였다(Rajagopal and Oommen, 2014). 포장방법에 따른 처리구간 Myofibrillar fragment Index의 차이는 보이지 않았다(그림2). 또한 암소보다 거세우에서 MFI지수가 높음을 확인할 수 있었다. 또한 암소와 거세우 모두 저장기간이 늘어날수록 MFI가 높아지는 것을 볼 수 있었다. 저장 전과 후를 비교하였을 때 MFI 지수가 높을수록 연도는 증가되고 Shear force는 낮아짐을 알 수 있었다. 비록 Huff와 Parrish(1993)는 쇠고기에 있어 성별은 연도에 영향을 끼치지 않는다고 발표하였지만 Tatum et al.(2007)에 따르면 단백질 가수분해 저해인자인 Calpastatin이 사후 암소에서 거세우보다 효소활성도가 더욱 강하다고 하였다. 본 연구에서 도살연령은 거세우보다 8개월을 더 사육한 암소를 사용하였다.

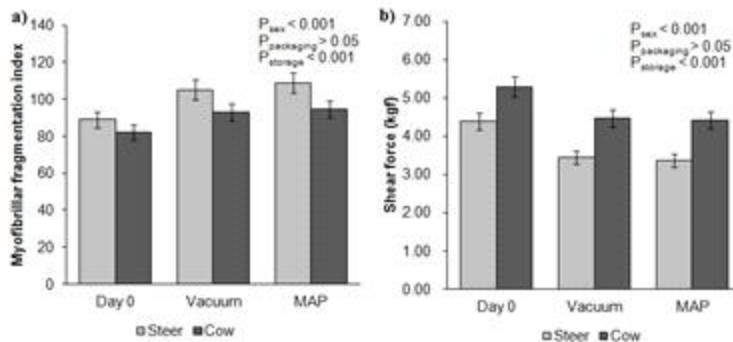


그림 2. Myofibrillar fragmentation index(a) of raw striploin from Hanwoo steers and cows before and after stored under different packaging and the shear force value (b) of cooked samples.

○ 지방 산화

저장 기간 중 TBARS 값의 변화는 그림3와 같다. 성별 간 malondialdehyde 양의 유의적인 차이는 발견되지 않았다. TBARS 값은 두개의 포장방법 모두에서 증가하는 모습을 보였다. 고농도 O₂ MAP포장에서 진공포장보다 높은 TBARS값을 나타냈다. 이는 소, 돼지, 닭을 이용한 이전 자료에서도 비슷한 결과를 나타냈다(Bao et al. 2016; Spanos et al. 2016; Jongberg et al. 2014).

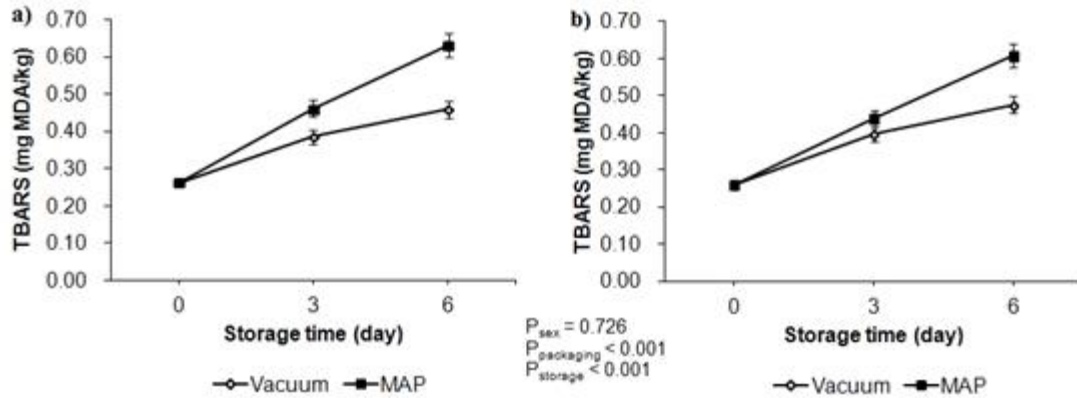


그림 3. TBARS value(mg malondialdehyde/kg) of striploin from Hanwoo steers(a) and cows(b) before and after stored under different packaging.

○ Nucleotides

한우에 있어 성별, 저장방법 및 저장기간에 따른 ATP분해산물의 양은 표 2에서 확인할 수 있다. 성별과 저장기간은 inosinic acid, inosine 그리고 hypoxanthine양에 유의적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 저장방법에 있어 Hypoxanthine의 양은 영향을 미치지 않았다. 거세우에 있어 inosinic acid, inosine 그리고 hypoxanthine의 양은 암소보다 높게 측정되었다. 예 측한바와 같이 저장기간의 경과에 inosinic acid의 양을 감소시켰다. 따라서 inosinic acid는 감소하고 그에 반해 inosine과 hypoxanthine은 증가함을 보였다. 도축 이후 근육 내에서 glycogen과 ATP의 양은 급속히 감소하기 시작한다. ATPase는 ATP를 가수분해시켜 adenosine diphosphate(ADP)로 분해되고 이후 ADP는 adenylate kinase와 반응하여 adenosine monophosphate(AMP)로 분해된다. 또한 inosine 5'-monophosphate(IMP)나 inosinic acid는 AMP가 AMP deaminase에 의해 탈아미노화 되어 서서히 증가하게 된다. Inosinic acid는 nucleoside와 hydrolase의 활성화 작용에 의해 천천히 inosine과 hypoxanthine phosphatase로 분해된다(Massa et al. 2005). 글리코겐의 함량이 많을 수록 ATP분해 효소의 활성이 높아지게 되는데 이는 ATP의 감소와 연관된다. 이러한 ATP 감소는 암소보다 거세우가 더 높는데 이는 암소가 거세우보다 estrogen 함량이 더 높아 도살 전 스트레스에 대해 더 민감하기 때문이라고 보고되었다. 이러한 이유때문에 암소는 초기 글리코겐 고갈현상을 보였다(Jeffery et al.1997). MAP 포장과 진공포장 방법을 비교했을 때 Inosinic acid의 감소와 inosine 관련 물질들의 증가가 MA 포장방법에서 더욱 활발함을 알 수 있었다. 따라서 일반적으로 진공포장이 이러한 inosinic acid 감소를 지연시키는 효과가 있다는 것을 알 수 있다.

표 2. Changes in taste-related nucleotides in the striploin from Hanwoo steer and cow subjected to vacuum or modified atmosphere packaging during refrigerated storage

Attributes	Storage time (day)	Steer		Cow		SEM	P value		
		VAC	MAP	VAC	MAP		Sex	Packaging	Storage

Inosinic acid	0	105.64 ^a	105.64 ^a	75.65 ^a	75.65 ^a	2.69	<0.001	0.042	<0.001
	3	96.56 ^b	88.72 ^b	62.54 ^b	59.03 ^b				
	6	68.80 ^c	66.21 ^c	44.90 ^c	37.49 ^c				
Inosine	0	8.68 ^b	8.68 ^b	6.16 ^b	6.16 ^b	0.22	<0.001	0.033	<0.001
	3	8.99 ^a	10.26 ^a	8.37 ^a	8.46 ^a				
	6	9.12 ^a	12.57 ^a	8.33 ^a	9.51 ^a				
Hypoxanthine	0	18.94 ^c	18.94 ^c	14.96 ^c	14.96 ^c	0.99	<0.001	0.117	<0.001
	3	29.67 ^b	24.53 ^b	22.59 ^b	21.62 ^b				
	6	38.17 ^a	34.94 ^a	31.81 ^a	33.28 ^a				

VAC, vacuum packing; MAP, modified atmosphere packaging (80:20 O₂/CO₂,MAP);SEM,standarderrorofthemean.

^{a-c} Means within same column are significantly different (P < 0.05).

○ Aroma volatiles

휘발성 향기 성분은 조리 후에 생성되는데, 표 3은 다른 저장방법을 통해 저장 전과 후의 향미 성분을 나타낸 표이다. 총 16가지의 휘발성 물질들이 확인되었다. Total peak area에 따르면 포장방법과 저장기간은 총 휘발성 향미물질 유의적인 차이를 보였다. 반면 성별에 따른 차이는 발견되지 않았다. 지방산화와 inosinic acid 감소, 그리고 저장기간 중 단백질 분해로 n-aldehydes, Strecker aldehydes, pyrazines 등이 생성됨을 확인 할 수 있었다. Inosinic acid와 단백질 분해는 free ribose와 아미노산을 만들어 Maillard 반응을 일으켜 Strecker aldehyde, pyrazines 등을 생산하였다. 또한 지방산화와 연관하여 n-aldehydes를 생산하였다(Back 2007). Watanabe et al.(2015)는 저장기간이 길어질수록 roast, nutty aroma와 관련된 pyrazines이 증가한다고 보고하였다. 휘발성 물질들 중에서 hexanal과 2-methylfuran이 다른 물질에 비해 함량이 많음을 확인할 수 있었다.

표 3. Aroma volatiles of roasted striploin from Hanwoo steer and cow subjected to vacuum or modified atmosphere packaging before and after storage

Volatile compounds Area unit (x10 ⁶)	Steer			Cow			SE M	P value		
	CON	VAC	MAP	CON	VAC	MAP		Sex	Packaging	Storage
Propanal	0.67 ^b	0.66 ^b	1.16 ^a	0.84 ^b	0.89 ^b	1.37 ^a	0.14	0.379	0.264	0.032
2-Methylfuran	1.33 ^c	2.60 ^b	6.04 ^a	1.23 ^c	2.84 ^b	6.09 ^a	0.69	0.982	0.008	0.002
Butanal, 3-methyl-	0.34 ^b	1.16 ^{ab}	1.49 ^{ab}	0.27 ^b	1.39 ^{ab}	2.45 ^a	0.22	0.372	0.528	<0.001
Butanal, 2-methyl-	0.67 ^c	1.95 ^{bc}	5.55 ^a	0.51 ^c	1.98 ^{bc}	3.30 ^b	0.40	0.158	0.008	0.008
Pentanal	0.97 ^b	1.59 ^{ab}	2.12 ^a	1.00 ^b	1.58 ^{ab}	1.84 ^a	0.10	0.660	0.155	<0.001
Toluene	1.22 ^b	2.33 ^a	2.65 ^a	1.34 ^b	2.35 ^a	2.46 ^a	0.11	0.877	0.435	<0.001
Hexanal	4.15 ^c	6.34 ^b	8.50 ^a	4.39 ^c	6.28 ^b	7.52 ^{ab}	0.32	0.653	0.009	<0.001
Pyrazine, 2-methyl-	0.19 ^c	0.76 ^{ab}	0.87 ^a	0.26 ^c	0.63 ^b	0.93 ^a	0.06	0.732	0.023	<0.001
Heptanal	0.21 ^c	1.21 ^b	1.91 ^a	0.28 ^c	1.19 ^b	1.85 ^a	0.12	0.811	<0.001	<0.001
2(5H)-Furanone	0.64 ^c	1.33 ^{ab}	1.47 ^a	0.65 ^c	1.26 ^b	1.33 ^{ab}	0.06	0.195	0.627	<0.001
Pyrazine, 2,5-dimethyl-	1.08 ^b	1.09 ^b	1.63 ^a	1.04 ^b	1.14 ^b	1.38 ^{ab}	0.06	0.390	0.022	0.004
2(3H)-Furanone, dihydro-5-methyl-	0.30 ^d	0.51 ^c	0.99 ^a	0.31 ^d	0.67 ^{bc}	1.02 ^a	0.05	0.190	<0.001	<0.001
Benzaldehyde	0.67 ^d	1.14 ^c	2.62 ^a	0.58 ^d	1.13 ^c	1.76 ^b	0.12	<0.00	<0.001	<0.001

	1									
Octanal	0.51 ^c	0.81 ^b	1.86 ^a	0.50 ^c	0.86 ^b	1.75 ^a	0.09	0.457	<0.001	<0.001
Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	0.18 ^c	0.29 ^b	1.09 ^a	0.17 ^c	0.31 ^b	1.01 ^a	0.06	0.487	<0.001	<0.001
Nonanal	0.22 ^c	0.33 ^b	0.54 ^a	0.26 ^b	0.31 ^{bc}	0.55 ^a	0.02	0.376	<0.001	<0.001
Total	13.36 ^c	24.12 ^b	40.41 ^a	13.62 ^c	24.12 ^b	36.56 ^a	1.99	0.683	<0.001	<0.001

CON, day 0 samples; VAC, vacuum packing; MAP, modified atmosphere packaging (80:20 O₂/CO₂,MAP);SEM,standarderrorofthemean.
^{a-c} Means within same row are significantly different (P < 0.05).

예상되었듯이, hexanal의 생성은 포장방법과 저장기간에 영향을 받았다. 고농도의 산소조건에서 저장된 샘플들은 진공포장된 샘플에서 보다 많은 hexanal이 발견되었다. 이러한 경향은 산소 노출 및 저장과 관련하여 본 연구에서 발견된 대부분의 휘발성 물질에서도 관찰되었다. 성별에 따른 효과도 확인되었는데, Strecker aldehydes의 종류인 benzaldehyde가 Maillard 반응에 의해서 생성되는 것을 볼 수 있었다. 또한 이는 암소보다 거세우에서 더 많이 발견됨을 알 수 있었다.

이러한 결과는 암소보다 거세우에서 높게 나타났다. 저장기간의 경과 및 조리 시 inosinic acid 감소는 Maillard 반응에 쓰이는 free ribose를 제공한다. Furanones(lactones)에 속하는 2(5H)furanone(γ -crotonolactone)과 dihydro-5-methyl-2(3H)-furanone(γ -pentalactone)이 본 연구에서 확인되었다. 이러한 화합물들은 진공포장보다 MA 포장방법에서 더 많이 발견되었다. 이러한 결과는 등심의 저장기간 중 높은 산화율에 의해 γ -lactones(furanones)이 생산되었다는 선행 실험결과와 일치한다(Watanabe et al. 2012).

○ 관능특성

성별과 포장방법, 포장기간에 따른 구운 채끝살에 대한 관능평가 자료는 표 4와 같다. 패널들의 점수에 따르면 향기와 맛에 있어 저장기간이 증가함에 따라 점수가 증가하는 경향은 확인할 수 있었지만, 처리구별 유의적인 차이는 확인할 수 없었다. 성별과 저장기간은 연도, 다즙성, 종합 기호도에서 영향을 미쳤지만 포장방법의 경우 차이를 볼 수 없었다. 표 5는 구운 거세한 한우 채끝살이 관능평가에서 더 높은 선호도를 보였다는 것을 보여주는데, 이러한 이유는 연도와 다즙성이 암소에 비해 높았기 때문이라 판단되었다. 이러한 결과는 Shear force 결과와 일치하는데, 한우 거세우의 경우 Shear force의 값이 암소보다 낮게 측정됨을 알 수 있었다.

표 4. Hedonic score for roasted striploin from Hanwoo steer and cow subjected to vacuum or modified atmosphere packaging before and after storage

Attributes	Steer			Cow			SEM	P value		
	CON	VAC	MAP	CON	VAC	MAP		Sex	Packaging	Storage
Tenderness	5.95 ^b	6.96 ^a	7.17 ^a	4.54 ^c	5.98 ^b	6.46 ^{ab}	0.30	<0.001	0.431	<0.001
Juiciness	4.92 ^b	5.88 ^a	6.21 ^a	4.71 ^b	5.70 ^a	5.75 ^a	0.30	0.009	0.708	0.007
Aroma	5.49	5.79	6.17	5.42	6.08	6.00	0.27	0.229	0.754	0.088
Taste	5.51	5.54	5.96	5.51	6.17	6.00	0.28	0.603	0.795	0.073
Overall	5.08 ^b	5.99 ^a	6.54 ^a	5.12 ^b	6.12 ^a	6.16 ^a	0.24	0.006	0.538	0.002

CON, day 0 samples; VAC, vacuum packing; MAP, modified atmosphere packaging (80:20 O₂/CO₂,MAP);SEM,standarderrorofthemean.
^{a-c} Means within same column are significantly different (P < 0.05).

향미관련 관능평가에서는 기준이 되는 샘플들을 준비한 뒤 패널들이 roasted sample에 대한 향

기강도를 결정하게 하였다. Control에 비해 MA 포장, 진공포장 처리구에서 roasted aroma가 유의적으로 높은 것을 확인할 수 있었다(표 5). 저장에 따른 산패취 증가 경향이 보였지만 유의적 차이는 없었다. 또한 beefy, buttery aroma에서는 유의적인 차이가 발견되지 않았다.

표 5. Descriptive score for the aroma of roasted striploin from Hanwoo steer and cow subjected to vacuum or modified atmosphere packaging before and after storage

Attributes	Steer			Cow			SEM	P value		
	CON	VAC	MAP	CON	VAC	MAP		Sex	Packaging	Storage
Beefy	5.01	5.83	5.42	5.01	5.21	5.54	0.30	0.349	0.938	0.275
Roasted	4.79 ^b	6.46 ^a	6.04 ^a	5.37 ^{ab}	5.91 ^a	5.83 ^a	0.29	0.863	0.931	<0.001
Rancid	2.43	3.08	3.54	2.43	2.42	2.88	0.28	0.162	0.335	0.055
Buttery	3.65	3.17	3.96	3.65	4.00	3.71	0.30	0.936	0.629	0.296

CON, day 0 samples; VAC, vacuum packing; MAP, modified atmosphere packaging (80:20 O₂/CO₂,MAP);SEM,standarderrorofthemean.

^{a-c} Means within same column are significantly different (P < 0.05).

(3) 결론

성별, 포장 그리고 저장은 한우 채끝의 몇 가지 품질특성에 영향을 미쳤다. 암소 고기는 거세우보다 덜 부드럽다고 사료되었다. 게다가 우마미 맛 증진과 관련된 이노신산의 농도는 암소 고기보다 거세우에서 더 높았다. MAP는 소고기의 표면 적색을 유지시켰고, 지방산화를 유발하였다. 따라서 성별에 관계없이 진공포장한것 보다 MAP가 더 강한 구운향기를 발생시켰다. MAP가 향기를 강화시킴에도 불구하고, 이노신산의 분해는 진공포장으로 저장된 소고기보다 산소 존재 하에 저장된 소고기에서 더 빨라진다는 것이 관찰되었다.

나. 한우 양지 머리에 있어 조리방법에 따른 휘발성 향미 및 미각 관련 nucleotide 함량 조성

(1) 재료 및 방법

○ 표본과 조리

진공포장된 양지머리는 지역 마트(춘천, 한국)에서 구입되었다. 양지머리 샘플들은 곡물기반의 식이로 사육되어 같은 날 도살된 1⁺등급의 3마리의 한우거세우 도체로부터 얻어졌다. 1마리의 도체는 3조각(총 24조각)으로 성형(6 x 6 x 2.5cm)되었으며, 피하지방을 제거하였다. 샘플은 무게를 기록하였으며 그 이후 전기오븐(Hauzen, Samsung Electronics Co., Ltd., Korea)을 이용하여 180°C에서 oven-roasting(건열) 또는 끓는물(습열)로 조리하여 최종 심부온도 70°C (medium)또는 77°C (well-done)로 조리하였다. 조리 전, 오븐은 180°C에서 15분간 예열하였고 끓는 물을 준비하였다.

4개의 조리 처리구는 다음과 같다: oven-roasted medium, oven-roasted well-done, boiled medium 그리고 boiled well-done이다. 최종 심부온도는 digital stainless cooking thermometer(HCP2, Habor Precise Industries Co., Ltd., China)를 이용하여 측정하였다. 목표된 중심온도에 도달 후, 샘플들을 꺼내어 조리시간을 기록하였다. 그리고 샘플들을 알루미늄 접시위에서 15분간 식혀주었다. 조리된 샘플 겉면에 남아있는 수분을 제거하는데 종이타월을 사용한 다음 최종무게를 기록하였다. Cooking loss는 조리중의 무게손실을 %로 나타냈다. 다른 분석을 위해, 샘플을 food blender(Hanil Electronics Co., Ltd., Korea)를 이용하여 분쇄하였고 바로 pH, lipid oxidation, aroma volatiles, moisture 그리고 crude fat content를 측정하였다. 남은 샘플들은 -24°C에서 냉동 후 fatty acid composition, free iron, inosinic acid and hypoxanthine content를 분석하기 위해 다음날 -71°C

에서 보관하였다.

○ 분석방법

• 물리적 특성과 일반조성

육의 표면색은 명도(CIE L*), 적색도(CIE a*), 황색도(CIE b*) 를 측정하였으며 색차계 (CR-400, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 색차계의 8mm직경 illuminant C(2°observer)를 사용하였다. Calibrate plate는 Y=93.6, X=0.3134, y=0.3194에서 실시하였다. 이후 포장이 제거된 각각의 샘플들의 5개의 부위를 측정하였다.

샘플의 pH는 5g의 샘플과 45ml의 증류수를 균질기(PH91, SMT Co., Ltd., Japan)로 10,000rpm에서 1분간 균질하여 측정하였다. 균질된 샘플의 pH값은 22°C에서 매뉴얼과 자동온도보정 프로그램을 이용하여 이에 따라 산(pH 4.01)과 중성(pH 7.00)의 완충용액으로 보정된 pH측정기 (Seven Easy pH, Mettler-Toledo GmbH, Switzerland)를 이용하여 기록하였다. 수분과 조지방함량은 AOAC 법에 따라 측정하였다 (2002).

Myofibrillar fragmentation index (MFI)는 Olson et al.(1976)에 의해 실시되었으며 buffer로는 20mM K₂HPO₄/KH₂PO₄, pH 7.0, 100mM KCl, 1mM EDTA, 1mM NaN₃가 사용되었다. Myofibril은 MFI buffer에 현탁액으로 존재한다. 샘플의 단백질 농도는 소혈청알부민을 이용하여 540nm 파장의 표준곡선을 그린 뒤, 각 샘플별 단백질 농도가 0.5mg/mL가 되도록 MFI buffer를 이용하여 조정하였다. 그 뒤 측정된 0.5mg/mL 흡광도 값에 200을 곱하여 MFI 값을 계산하였다.

샘플은 폴리에틸렌 지퍼백에 담겨 물에 가라앉힌 후 80°C에서 45분간 가열하였다. 이후 가열된 샘플은 샘플 당 8개의 조각(1.5×1×1cm)으로 잘라져 전단력실험(shear force)에 이용되었다. 이때 실험 기구로는 TA-XT2i 조직감 측정기가 이용되었으며, V날(S표 Micro System Ltd.,UK)가 사용되었다. 실험조건: pre-test speed: 2.0 mm/s; test speed: 2.0 mm/s; post-test speed: 5.0 mm/s에서 측정하였으며 피크포인트는 Shear force value로 계산되었다.

• 지방 산화

지방산화는 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)을 사용한 방법(Sinnhuber & Yu 1977)을 수정하여 측정하였다. 3반복의 샘플(0.5g)을 25mL test tube에 취하여 0.1g의 항산화제 (54% propylene glycol, 40% Tween 20, 3% butylated hydroxytoluene, and 3% butylated hydroxyanisole)와 TBA solution(1% TBA, 0.3% NaOH) 3mL를 연속적으로 넣고 vortex-mixer로 섞어주었다. TCA solution(2.5% trichloroacetic acid, 36 mM HCl) 17mL를 넣고 tube의 cap을 닫았다. 샘플은 100°C로 예열된 water bath(BW-20G, Biotechnical Services, Inc., USA)에서 30분간 증탕 후 빙수에서 15분간 침수냉각 하였다. 5mL의 상등액과 3mL의 chloroform을 섞은 뒤 혼탁을 제거하기 위해 4°C의 원심분리기(1248R, Labogene, Denmark)로 2,400×g에서 30분간 원심분리하였다. 흡광도는 상등액을 532nm(UV Mini 1240 PC, Shimadzu Corp., Japan)에서 측정하였다. blank는 증류수를 사용하였다. Data는 건물 kg당 malondialdehyde의 mg으로 나타냈다.

• Free iron content

Free iron 함량은 ferrozine방법에 의해 측정되었다(Carter 1971). 샘플(5g)은 15mL의 citrate phosphate buffer(pH 5.5)와 함께 13,500rpm에서 15초간 균질기(Ultra-Turrax T25 basic, Ika Werke GmbH and Co., Germany)를 이용하여 균질하였다. 균질액은 4°C의 원심분리기(1248R, Labogene, Denmark)로 3,200×g에서 30분간 원심분리되었다. 연속적으로 1mL의 상등액을 0.5mL의 신선하게 준비된 2% ascorbic acid(0.2N HCl와 혼합된)를 섞어주었고 실온에서 5분 동안 방치하였다. 혼합물은 완전하게 1.5mL의 11.3% trichloroacetic acid와 섞어주었고 Eppendorf Micro 17R+

centrifuge(Hanil Science Industrial, Korea)를 이용하여 10,000×g에서 10분간 원심분리하였다. 1mL의 상층액을 0.4mL의 10% ammonium acetate와 실온에서 5분간 방치한 0.1mL의 ferroin indicator를 섞어주었다. 흡광도는 blank에 대하여 562nm에서 측정하였다. Free iron값은 건물의 µg/g로 나타냈다.

- Nucleotides

High-performance liquid chromatography(HPLC)을 사용한 Jayasena 등에 알려진 방법(2013)을 수정하여 사용하였다. 3반복의 샘플(5g)을 준비하여 25mL의 0.7M perchloric acid와 함께 균질기(UltraTurrax T25 basic, IkaWerke GmbH and Co., Germany)로 13,000rpm에서 15초동안 균질한다. 샘플들은 원심분리기(1248R, Labogene, Denmark)를 이용하여 2°C에서 2,090×g으로 15분간 원심분리되었다. 상층액은 #4 filter paper(Whatman plc, UK)로 여과하였고 5N KOH를 이용해 pH 7.0로 조정하였다. pH가 조절된 상층액을 volumetric flask에 취하고 HPLC-grade distilled water로 100ml 부피를 채운다. 약 25mL의 상층액을 0°C의 원심분리기(1248R, Labogene, Denmark)를 이용하여 1,130×g에서 15분간 원심분리 후 0.45-µm polyvinylidene fluoride (PVDF) syringe filter (Hyundai Micro Co., Ltd., Korea)로 여과하였다. 여과물은 Agilent C18 column (4.6 x 250 mm, 5 µm particle size, Agilent Technologies, USA)이 장착된 Agilent 1260 Infinity HPLC system으로 분석되었다. 이동상 A는 phosphate buffer(58.72 mM Na₂HPO₄, 40mMKH₂PO₄, pH7.02 at 22°C)속 0.04% (v/v) triethylamine이며, 이동상 B는 HPLC-grade distilled water와 acetonitrile (40:60 v/v)의 혼합물이었다.

Flow rate은 1.0mL/min, injection volume은 10 µL이다. 이동상 B는 17분 동안 0-15%까지 일직선상으로 증가한 뒤 3분동안 15-100%까지 증가하였다. 이후 5분동안 유지된 후 Injection 전에 10분 동안 100%의 이동상 A로 교체되었다. Column temperature는 35°C를 유지했고 260nm과 장에서 diode array detectors를 사용하여 측정하였다. Peak는 알려진 inosine-5'-monophosphate(IMP 또는 inosinic acid), inosine 과 hypoxanthine (Sigma-Aldrich Corp., LLC., USA) standards의 retention time을 사용하여 식별하였고, 농도는 standard curve에 따라 정량되었다. Data는 건물의 mg/100g로 나타냈다.

- 지방산 조성

지방산 조성은 Agilent gas chromatography system(6890N, Agilent Technologies, USA)와 auto sampler (7683, Agilent Technologies, USA)를 사용하여 측정하였다. 고기의 지방은 Folch 등 (1957)의 방법에 따라 chloroform-methanol(2:1 v/v) solution으로 추출하였고 2반복하였다. 지방산은 AOAC방법(1995)으로 methyl esters로 전환하였다. 그 후 지방산 methyl esters를 1.5mL의 hexane에 녹였다. 샘플 1 µL를 auto sampler를 이용해 GC port에 주입하였다. Injector temperature는 250°C로 100:1의 split ratio로 설정하였다. Fatty acid methyl esters는 WCOT-fused silica capillary column(100m × 0.25mm i.d., 0.20 µm film thickness; Varian Inc., Palo Alto, CA, USA)을 사용하여 1.0mL/min helium flow으로 분리하였다. 오븐은 150°C(1min), 200°C(7°C/min, holding time 5min) 그리고 250°C(5°C/min, holding time 10min)로 설정하였다. detector의 온도는 275°C였다. 지방산 peaks는 지방산 standards(47015-U, Supelco, Sigma-Aldrich Corp., LLC., USA)의 retention time과 비교분석하였다. 각각의 분석된 지방산의 peak area는 분석된 총 peak area에 대해 proportion(%)로 계산되었다.

- 향기 분석

3반복의 샘플 1g을 10mL headspace vial에 넣고 PTFE/rubber septa와 aluminium cap으로 밀봉

하였다. Autosampler(HS100, Alpha MOS, France)에 의해 60°C에서 500rpm으로 교반하면서 5분 동안 향기성분을 추출하였다. Headspace 가스를 autosampler의 syringe로 2.5mL씩 뽑은 후 12개의 metal oxide 센서가 내장된 전자코(FOX3000, Alpha MOS, France)의 injector에 주입하였다. Raw samples를 위해 incubation과 syringe 온도는 30°C와 35°C로 설정하였다. Synthetic air(purity 99.9%)를 carrier gas로써 사용하였고, 이 때 acquisition time은 150초이며 flow rate는 150mL/min이었다. 휘발성분들은 6개의 sensors(T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/2, PA2)로 구성된 metal oxide sensor(MOS) array system(Alpha MOS, FOX 3000, France)를 이용하여 측정하였다. Sensor resistance ratio는 다음과 같은 공식으로 자동으로 계산되었다: $(R-R_0)/R_0$, R은 real-time resistance이며 R_0 은 sensor의 resistance baseline이다. Acquisition후 baseline으로 돌아가는 시간은 18분이었다. 분석된 결과는 principal component analysis(PCA, Alpha soft version 8.01 software, Alpha MOS, France)에 의해 처리되었다.

조리된 샘플들의 향기 휘발성분들은 Ba 등의 방법(Ba et al. 2010)을 수정하여 gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)를 이용하여 분리, 동정하였다. 2반복의 샘플 3g을 50mL headspace vial에 취했다. Vials들을 60°C의 건조오븐에서 10분간 가열했고 75 μ m의 지름의 carboxen®/polydimethylsiloxane fiber(Supelco, Sigma-Aldrich Corp., LLC., St. Louis, MO, USA)가 vial에 주입되었다. 조정 후 30분간 추출이 진행되었다. 추출과정 후, fiber이 250°C의 GC port에 주입되었으며, 휘발성분들은 5분동안 1:5 split ratio로 흡수되었다. 분리는 DB5 fused silica column (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 μ m film thickness, J&W Scientific, Folcom, CA, USA)을 이용하여 gas chromatograph(7890A Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)에서 진행됐다. GC 오븐은 40°C(2min as initial temperature), 160°C(5°C/min), 180°C(6°C/min, holding time 5 min) 그리고 200°C(10°C/min, holding time 5min)으로 작동하도록 프로그램되었다. Interface와 quadruple 온도는 각각, 280°C와 150°C였다. Carrier gas로써 사용된 Helium flow은 1 mL/min였다. 휘발성분들은 mass spectrometer(5975C, Agilent Technologies, USA)를 이용하여 검출하였다. MS의 ion source 온도는 70 eV의 electron impact인 280°C였다. Scanning mass은 50부터 450 m/z까지 사용되었고 scan rate은 1 scan/s였다. 잠정적인 동정이 Standards and Technology(NIST) Mass Spectral Library의 National Institute와 메스 스펙트럼을 비교함으로써 수행되었다. Alkane류(C_8 - C_{20})가 동정된 휘발성분들에 대한 retention indices(RIs)를 얻기 위해 같은 조건하에서 분석되었다. RIs는 <http://www.flavornet.org/>에서 볼 수 있는 기존의 database와 비교하였다. Data는 건물의 area unit (AU) $\times 10^6$ g으로 나타냈다.

• 관능특성

관능평가는 총 12명의 대학생들로 구성된 패널들을 대상으로 실시되었으며, 실험 1에 샘플들을 구운 후 AMSA guidelines (2015)을 따라 실시 되었다. 패널들에게는 관능평가 중 이전시료의 향을 제거할 수 있도록 물이 제공되었다. 각각에 샘플에는 무작위로 3자리 숫자를 부여하였다. 샘플을 굽기 전 진공포장 시료 0일차와 6일차를 24시간 동안 2 \pm 2°C에서 해동하였다. 샘플은 180°C의 프라이팬에서 4분 동안 구워졌고, 1분마다 한번씩 뒤집어주었다. 구워진 각각의 샘플은 2 \times 2 cm(length x width)의 크기로 잘라졌고 알루미늄 접시(1인당 2조각)에 담아 패널들에게 전달되었다. 기호도 검사는 연도, 다즙성, 향미, 맛 그리고 종합적 기호도 평가로 진행되었다. 각각의 항목에 대해 9-point scale측정 방법이 사용되었다. 가장 높은 점수를 9(극도로 좋음)점으로 가장 낮은 점수를 1(극도로 싫음)점으로 설정하였다. 향미분석의 항목은 쇠고기 냄새(beefy), 버터향(buttery), 산패취(rancid), 구운 냄새(roasted)로 평가 되었으며 각각의 항목에 대해

9-point scale 측정방법으로 평가되었다. 가장 높은 점수는 9점(냄새가 극도로 강함)으로 평가 되었으며 가장 낮은 점수는 1점(냄새가 나지 않음)으로 평가 되었다. 향미 묘사어(표 6)는 참고문헌을 수정하여 사용하였다 (Adhikari et al. 2011).

표 6. Aroma attributes definitions and references used for describing the identity of roasted striploin from Hanwoo steers and cows stored under vacuum or modified atmosphere packaging

Attribute	Definition	References (score)
Beefy	Amount of beef flavor identity in the sample	Boiled grass-fed beef (9) Beef broth (4)
Buttery	Sweet, dairy-like aromatic associated with natural butter	Unsalted butter (9) Butter crackers (4)
Rancid	Aromatics commonly associated with oxidized fat and oils	Microwaved (5 min) canola oil (9) Microwaved (1 min) canola oil (4)
Roasted	Round, full aromatic generally associated with beef suet that has been broiled	Grass-fed beef suet (9) Suet diluted (1:2 ratio) with distilled water (4)

○ 통계 분석

실험 1에서는 성별과 포장방식, 저장기간에 대한 유의적 차이를 알아보기 위해 삼원산 분산 분석(three-way analysis of variance)이 사용되었다. 그러나 모든 변수에서 연관효과는 볼 수 없었다. 실험 2에는 유의성 차이를 보기위해 처리구 그룹(Cooking method와 중심온도)간 유의성 차이를 보기 위해 이원산분석이 사용되었다. 통계를 위해 R version 3.3.2가 사용되었고 library로는 “Agricolae”가 사용되었다(The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

(2) 결과 및 고찰

○ Cooking times and losses

조리시간과 가열감량에서 조리방법과 최종 심부온도의 효과는 표 7과 같다. 최종 심부온도와 관계없이 180°C에서 oven-roasted로 처리된 샘플들은 삶는 것보다 더 오랜 시간 조리하는 것이 요구되었다. 두가지의 최종 심부온도는 비슷한 조리시간을 갖는 경향을 보였다. 최종 심부온도가 더 높을수록, 더 오랜 시간 가열하는 것이 요구되었다. 두가지 조리방법에서 최종 조리온도가 더 높을수록 더 큰 가열감량을 초래했다. 샘플들은 물에서 삶는 것 보다 oven-roasting 처리에 의해 더 많은 수분이 손실되었는데 후자가 열에 노출되는 기간이 더 길기 때문이었다. 삶는 것은 물을 열전달의 매개체로 사용하기 때문에 수분손실이 천천히 진행된다. 건열에 의해 야기되는 수분손실은 조리된 소고기 샘플에서의 지방 비중을 증가시켰다. 삶은 소고기는 물속으로 지방손실이 일어났기 때문에 지방함량이 더 낮았다. 조리연구는 다른 종류고기에 대해 보고했다(Goñi et al. 2010; Domínguez et al. 2014).

표 7. Cooking time, cooking loss, changes in chemical compounds of Hanwoo *deep pectoralis* cooked to different final core temperatures by different methods

Variables	Raw	CM		FT		SEM	P value		
		Boiled	Oven-roasted	70°C	77°C		CM	FT	CM x FT
Cooking time(min)	-	19.7	44.8	27.7	36.6	1.16	<0.001	0.02	0.47
Cooking loss(%)	-	33.4	35.9	32.6	36.7	4.78	0.11	0.01	0.72
Moisture(%)	71.5	56.7	51.4	56.7	51.4	1.88	<0.001	<0.001	0.78
Crude Fat(%)	8.65	12.7	17.7	14.6	15.8	0.87	<0.001	0.40	0.95
pH	5.37	5.50	5.66	5.60	5.56	0.03	<0.001	<0.01	0.11
TBARS value(mg MDA/kg DM)	0.24	1.35	1.46	1.30	1.51	0.09	0.09	<0.01	<0.001
Free iron(mg/100g DM)	0.38	1.49	2.41	1.14	2.81	0.17	0.02	<0.001	0.04
Inosinic acid(mg/100g DM)	499	282	328	362	249	14.30	<0.001	<0.001	<0.001

Inosine(mg/100g DM)	115	46	58	57	47	4.00	<0.001	<0.001	<0.001
Hypoxanthine(mg/100g DM)	202	63	78	68	73	8.10	<0.001	<0.001	<0.001

CM, cooking method; FT, final core temperature; CM x FT, interaction between cooking method and final core temperature; SEM, standard error of the mean; TBARS, 2-thiobarbituric acid reactive substances; DM, dry matter; MDA, malondialdehyde.

○ Changes in pH and lipid oxidation

표 7은 고기 pH, TBARS 값과 free iron 농도에 대한 조리방법과 최종 심부온도의 효과를 보여 준다. 예상되었듯이, 조리는 고기의 pH를 0.1-0.3까지 증가시켰다. 온도에 의한 근육 단백질의 변성과 응집 그리고 지방산화는 pH 값을 증가시키는 것으로 추정된다. 최종 심부온도에 상관 없이, oven roasting으로 조리된 샘플들은 물에서 삶은 샘플들보다 더 높은 pH를 갖었다. 왜냐하면 oven roasting이 70°C와 77°C에 도달하는데 더 긴 조리시간이 요구되었다. 지방산화는 삶은 것 보다 oven roasting에서 더 많이 발생하였다. 같은 조리방법을 사용했음에도 불구하고 최종 심부온도는 TBARS 값에 영향을 주었다. 77°C로 조리된 샘플들은 70°C로 조리된 샘플보다 더 높은 TBARS 값을 가졌다. 고기 속 free iron 농도는 TBARS 값과 양의 상관관계에 놓여있다 (Utama et al. 2016). 이번 연구에서, oven roasting 처리구들의 free iron 농도는 삶은 처리구보다 높았다. 게다가 두가지 조리방법에서, 더 높은 최종 중심온도는 더 높은 free iron 함량을 가졌다. 이는 열에 더 오랜시간 노출될수록 그리고 최종 심부온도가 더 높을수록 지방산화를 촉진시키는 free iron의 방출을 증가시킨다는 것을 암시한다.

○ Changes in nucleotides content

다음과 같은 수용성의 맛 전구체들이 이번 연구에서 분석되었다: 이노신산, 이노신 그리고 하이포잔틴. 선행연구들은 이노신산과 그것의 분해산물(이노신과 하이포잔틴)의 함량을 나타냈고, 그것은 닭 넓적다리육 보다 닭 가슴육에서 더 많았다(Jayasena et al. 2013; Vani et al. 2006). 이번 연구에서, 이노신산의 농도는 한우 거세우의 안쪽 가슴육에서 상대적으로 높았다는 것이 발견되었다. 이것이 왜 양지머리를 물속에서 조리하도록 권장하는 이유이다. 이노신산은 우마미 맛과 관련되어있고, 반면에 하이포잔틴은 염지된 고기의 맛과 관련되어 있다(Nishimura et al. 2016; Ichimura et al. 2016). Free ribose(환원당)과 인산염은 잔존 이노신산이 퓨린 염기 하이포잔틴으로 분해로 방출된다. 오랜 숙성과 pH의 증가는 이노신산의 함량을 줄이지만 하이포잔틴의 함량은 증가시킨다[25]. 이번 연구에서, 조리는 소고기 내 이러한 수용성의 풍미 전구체들의 농도를 감소시켰다(표 7). 이것은 Vani (2006)등의 선행보고서와 일치한다. 수용성의 풍미 전구체들의 농도는 삶은 샘플보다 oven roasting 샘플에서 더 높았다. Oven roasting 처리구에서, 하이포잔틴 함량은 medium으로 조리된 샘플보다 well-done으로 조리된 샘플에서 더 높았다. 이 결과는 물로 삶는 것과 같은 습열조리법으로 양지머리를 조리하는 것이 수용성의 풍미 전구체를 추출시킨다는 것을 암시하였으며, 이는 소고기 육수제조에 장점으로 작용한다. Oven roasting 처리된 소고기에 있어, 더 높은 하이포잔틴 함량은 쓴맛에 기여하는 것으로 사료됐다.

표 8. Changes in fatty acid composition (% of total identified fatty acids) of Hanwoo *deep pectoralis* cooked to different final core temperatures by different methods

Items	Raw	CM		FT		SEM	P value		
		Boiled	Oven-roasted	70°C	77°C		CM	FT	CM x FT
C14:0	2.39	2.79	2.69	2.83	2.65	0.04	0.07	<0.01	0.64
C16:0	25.8	25.8	25.5	25.5	25.7	0.09	0.19	0.41	0.12
C16:1n7	5.50	7.05	7.06	7.03	7.08	0.18	0.95	0.80	0.90
C18:0	8.88	7.91	8.27	7.68	8.50	0.17	0.22	0.01	0.47

C18:1n9	54.4	53.5	53.6	54.0	53.2	0.12	0.72	<0.01	0.07
C18:2n6	2.51	2.22	2.11	2.21	2.13	0.05	0.10	0.24	0.82
C18:3n6	0.06	0.07	0.07	0.06	0.08	0.004	0.64	0.13	0.08
C18:3n3	0.55	0.55	0.54	0.55	0.55	0.01	0.72	0.98	0.49
C20:4n6	0.13	0.08	0.09	0.08	0.09	0.01	0.79	0.84	0.60
C20:5n3	0.06	0.03	0.03	0.03	0.03	0.003	0.62	0.63	0.52
SFA	37.0	36.5	36.5	36.1	36.9	0.19	0.98	0.02	0.10
MUFA	59.6	60.6	60.6	61.0	60.3	0.21	0.73	0.03	0.12
PUFA	3.30	2.95	2.84	2.93	2.87	0.05	0.17	0.44	0.49
PUFA/SFA	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.001	0.23	0.18	0.29
n6	2.69	2.37	2.27	2.35	2.29	0.05	0.16	0.39	0.58
n3	0.61	0.58	0.57	0.57	0.57	0.01	0.70	0.96	0.48
n6/n3	4.42	4.12	4.02	4.10	4.03	0.08	0.72	0.98	0.49

CM, cooking method; FT, final core temperature; CM x FT, interaction between cooking method and final core temperature; SEM, standard error of the mean; SFA, saturated fatty acid; MUFA, monounsaturated fatty acid; PUFA, polyunsaturated fatty acid.

○ Changes in fatty acid composition

소고기 양지머리의 지방산 조성은 조리방법과 최종 심부온도에 의해 영향을 받았다(표 8). 본 연구의 총 포화지방산(SFA)의 비중은 유의적인 변화를 나타내지 않았다. 그러나, C14:0(myristic acid)의 비중은 삶아서 70°C로 조리된 샘플에서 유의적으로 증가하였다. 단일불포화지방산(MUFA)의 비중은 샘플이 조리됨으로써 증가하였고, 70°C로 oven roasting 처리는 다른 조리방법보다 더 높은 MUFA의 비중을 초래하였다. MUFA 간에 C16:1n7 (palmitoleic acid)의 비중은 조리방법과 최종 심부온도와 상관없이 조리 후 증가하였고, 반면에 지방산조성에서 C18:1n9(oleic acid)의 비중은 유의적인 변화는 관찰되지 않았다. 조리는 최종 심부온도와 조리방법에 상관없이 유의적으로 총 다가불포화지방산(PUFA) 비중을 줄였다. n-6 지방산의 총 함량은 감소된 C18:2n6(linoleic acid) 함량의 결과로써 조리 후에 감소하였다. C18:3n6(gamma linolenic acid, GLA)와 C20:4n6(arachidonic acid)의 비중은 유의적인 변화가 없었다. n-3지방산의 총 비중은 조리에 의해 영향을 받지 않았음에도 불구하고, C20:5n3(eicosapentaenoic acid, EPA)는 유의적으로 감소하였다. C18:3n3(alpha linolenic acid, ALA)와 총 n-6 지방산 함량의 높은 비중은 EPA의 감소에 기인한다. n-3지방산 함량에 대한 n-6지방산 비율은 변화가 없었다. SFA를 제외한, 본 연구의 결과는 선행 연구결과와 일치한다(Alfaia et al. 2010). PUFA의 높은 산화성 특성은 그것의 감소된 비중과 관계되어있다. 조리 후 장기간 저장하는 것이 지방산화와 지방산 조성에 영향을 미치는지 아닌지 결정하는 것은 추가적인 연구가 필요하다.

○ Aroma volatiles

전자 코가 처리구들과 대조구(raw)사이의 향기패턴 분석을 위해 사용되었다. 센서의 최대저항률과 주요한 구성성분의 분석은 각각 표 9와 그림4으로 나타내었다. 센서반응이 향기의 강도측정을 위해 사용되었고 PA2센서에서 가장 높은 반응을 보였다. 가장 강한 향기는 77°C oven-roasting 처리한 샘플이었고, 반면에 oven-roasting으로 medium처리한 샘플과 삶기로 well-done처리한 샘플 사이에 유의적인 차이는 발견되지 않았다. 처리구들 사이에서, 삶아서 medium처리한 샘플이 가장 낮은 향기강도를 보였다. PCA는 분별지수 86으로 성공적으로 각각의 처리구를 구별하였고, 총 기여율은 85%(C1, 98.19% and C2, 0.99%)보다 높았고, 이는 선행 연구의 결과와 일치한다(Zhu et al. 2004). 향기가 강할수록 오른쪽으로 분별되었다.

표 9. The maximum resistance ratio of six metal oxide sensors (MOS) of electronic nose

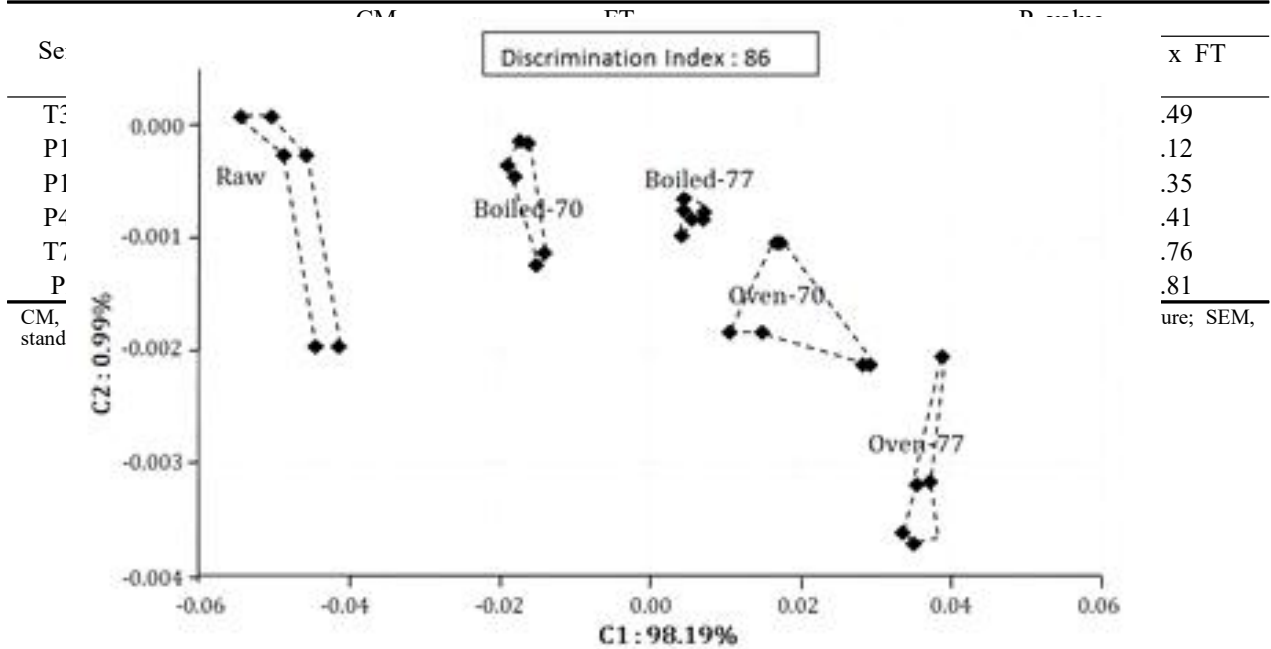


그림 4. Aroma discrimination as revealed by electronic nose using principal component analysis (PCA) of the maximum resistance ratio of six metal oxide sensors (MOS).

전자코 결과는 GC-MS를 사용하여 분석한 동정된 휘발성 화합물들의 총 peak area와 일치하였다. 조리방법과 최종 심부온도의 휘발성 향기에 대한 효과와 향기와 관련된 기술은 그림 4에 나타내었다. 총 peak area에 따르면, 77°C로 oven-roasting 처리된 샘플들이 가장 강한 휘발성 향기를 냈다. 지방산화로부터 유래된 aldehydes(propanal, butanal, pentanal, hexanal, heptanal, octanal and nonanal)와 pyrazine(2-methyl and 2,5-dimethylpyrazine)가 이번 연구에서 두드러지게 발견되었다. Aldehyde 사이에서, hexanal이 다른 화합물보다 많았다. Undecanone, methylfuranthiol, 3-methylbutanal, 1-octen-3-ol, octanal and nonanal은 77°C로 삶아진 샘플에서 많은 양이 검출되었다. 70°C로 oven roasting 처리는 2-methylbutanal과 2-methylpyrazine의 높은 peak area를 나타냈다. 반면에 77°C로 oven roasting 처리는 더 많은 pentanal, nonanoic acid ester, 1-pentanol, hexanal, heptanal, 2(5H)-furanone, 2,5-dimethylpyrazine 그리고 benzaldehyde를 나타냈다. 높은 2-methyl-2-(methyldithio)-propanal 함량이 조리방법과 상관없이 well-done 샘플들에서 발견되었다. 반면, well-done으로 조리된 샘플들과 oven roasting으로 medium 처리한 샘플들에서 높은 toluene 함량이 측정되었다. 향기에 관한 기존 문헌들에 따르면, oven roasting으로 조리한 소고기 양지머리는 많은 지방산화와 관련된 휘발성분들과 pyrazine들을 방출했으며, 이는 마이야르 반응(Maillard reaction)에 기인한다 (Back 2007). oven roasting 처리된 샘플들에서, 높은 TBARS 값과 이노신산 손실은 지방과 Strecker aldehydes(benzaldehyde) 그리고 pyrazines으로부터 파생된 aldehydes의 발생에 기인한다. 온도에 의한 이노신산과 단백질의 분해는 benzaldehyde와 pyrazines과 같은 마이야르 반응물을 발생시키는 free ribose와 아미노산을 제공한다. 이번 연구에서 동정된 휘발성분들은 근육의 다른 종류를 사용한 선행연구와 유사하다(Legako et al. 2015).

표 10. Volatile compounds (area unit $\times 10^6$ /g dry matter) of *Hanwoodeep pectoralis* cooked to different final

core temperatures by different methods

Compound	CM		FT		SEM	Aroma descriptor	P value		
	Boiled	Oven-roasted	70°C	77°C			CM	FT	CM x FT
Undecanone	3.54	3.63	2.93	4.23	0.41	Green, fresh	0.79	<0.01	0.03
Propanal, 2-methyl-2-(methylthio)	1.26	1.38	1.06	1.59	0.16	Smoke, fat	0.51	<0.01	0.26
Methylfuranthiol	5.82	4.60	4.67	5.76	0.58	Meat	0.02	0.04	0.02
Butanal, 3-methyl	1.36	0.64	0.75	0.63	0.16	Cocoa, almond	<0.001	<0.001	<0.001
Butanal, 2-methyl	0.50	0.87	0.75	0.63	0.11	Malt	<0.01	0.24	<0.01
Pentanal	14.3	21.7	16.8	19.1	1.90	Almond, pungent	<0.001	<0.01	0.78
Nonanoic acid ester	2.06	3.70	1.98	3.77	0.74	Green, fat	0.16	0.13	0.12
Toluene	0.67	0.77	0.65	0.79	0.07	Paint	0.06	0.01	<0.01
1-Pentanol	10.1	16.4	10.3	16.2	1.86	Balsamic	<0.001	<0.001	<0.001
Hexanal	33.4	38.2	28.1	43.6	3.88	Tallow, fat	<0.01	<0.001	0.40
Pyrazine, 2-methyl	1.46	1.63	1.86	1.23	0.22	Nut, cocoa, meat	0.01	<0.001	<0.001
Heptanal	5.53	10.6	5.60	10.5	1.38	Fat, rancid	<0.001	<0.001	0.02
2(5H)-Furanone	0.87	1.89	1.11	1.65	0.21	Buttery	<0.001	<0.001	<0.001
Pyrazine, 2,5-dimethyl	0.85	1.51	0.96	1.40	0.15	Roast beef	<0.001	<0.001	<0.001
Benzaldehyde	0.91	1.53	0.78	1.67	0.20	Almond, burnt sugar	<0.001	<0.001	<0.001
1-octen-3-ol	2.89	1.93	1.90	2.92	0.30	Mushroom	<0.001	<0.001	0.33
Octanal	4.20	4.62	2.57	6.24	0.69	Fat	0.07	<0.001	<0.001
Nonanal	1.90	2.14	1.14	2.91	0.36	Fat	0.33	<0.001	<0.01
Total volatiles	91.6	117.7	83.9	124.8	5.41	-	<0.001	<0.001	0.06

CM, cooking method; FT, final core temperature; CM x FT, interaction between cooking method and final core temperature; SEM, standard error of the mean.

¹ Published aroma descriptor was adapted from <http://www.flavornet.org/>

(3) 결론

장시간 열에 노출되는 것(well-done으로 oven roasting처리)은 지방산화(pentanal, hexanal, heptanal, octanal, nonanal), Stecker aldehyde (benzaldehyde) 와 pyrazines (2-methylpyrazine and 2,5-dimethylpyrazine)로부터 기인하는 지방산화, free iron 함량, aldehydes를 증가시키지만 소고기 내 hypoxanthine은 medium으로 조리하는 것 또는 물로 삶아 조리하는 것보다 더 많이 남아있다. 더 높은 최종 심부온도로 조리하는 것은 사용한 조리방법에 상관없이 이노신산의 농도를 줄였다. 그러나 삶는 것은 소고기 육수와 같은 활용을 위한 더 많은 이노신산이 물에 의해 추출되어지도록 했다. 이러한 근거들은 소고기 양지머리를 지방과 수용성의 맛 전구체 그리고 향기를 향상시키기 위해 roasting함으로써 유발되어지는 것들을 추출하기 위해 천천히 물에서 삶는 것이 권장되어지도록 한다.

「제6협동 : 한우육 및 뼈의 기능성 물질 추출연구 및 추출잔여물을 활용한 가공제품 개발 (충북대 최양일)」

가. 한우사골 추출물의 최적추출법 구명

(1) 실험재료 및 방법

한우사골 및 잡뼈(거세)를 육절기로 절단 후 흐르는 물에서 12시간 담가두어 핏물을 제거하고, 끓는 물에서 30분간 데친 후 불순물(부유지방 등)을 제거하고 세척하여 시료로 사용하였다.

추출기에 사골 2kg, 잡뼈 2kg과 생수 8L를 부어 처리구별 조건에 따라 추출하였고, 추출 종료 후 냉장고에서 냉각하여 응고된 지방은 제거한 후 시료로 사용하였음.

(2) 실험설계

T1 : 무압력 가열식+24시간+100°C T2 : 무압력 가열식+48시간+100°C
T3 : 압력 가열식+24시간+125°C T4 : 압력 가열식+48시간+125°C

(3) 실험결과

○ 가열방식, 시간 및 온도에 따른 한우사골 추출액의 영양성분 중 수분은 T1 처리구가 96.58%로 유의적으로 높은 수준을 보였고, 단백질은 T3 처리구가 6.71%로 유의적으로 높은 수준을 보였다. 지방은 T4 처리구가 0.59%로 유의적으로 높은 수준을 보였고, 회분은 압력 가열식에서 장시간 고온 추출하였을 때 높은 수준을 보였다. 칼로리는 T3 처리구가 412.40cal/g으로 가장 높은 수치를 보임.

○ 당도와 염도는 압력 가열식에서 장시간 고온 추출하였을 때 유의적으로 높은 수준을 보였고, 탁도는 T2 처리구가 2.89%로 유의적으로 높은 수준을 보였다. 육색에서 명도를 나타내는 L값은 T2 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였으며, 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 T3 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보임.

○ 관능은 압력 가열식에서 장시간 고온 추출하였을 때 낮아지는 경향을 보였으며, 무압 가열식에서 48시간 100°C로 추출한 T2 처리구가 다른 처리구들에 비해 높은 수준을 보임.

○ 저장특성 중 pH는 저장기간 동안 T2 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였고, 총미생물수의 저장 7일 최종 TMC는 T2 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였다. 휘발성염기태질소는 저장 0, 4, 7일 모든 기간에서 압력 가열식으로 장시간 고온 추출하였을 때 유의적으로 높은 수준을 보였고, 지방산패도는 저장 0, 4, 7일 모든 기간에서 T1 처리구 유의적으로 높은 수준을 보임.

○ 무기질 함량에서 칼슘과 인은 T2, T3와 T4 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았고, 나트륨은 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보임.

○ 지방산 조성에서 Oleic acid(C18:1n9)가 50.22~51.75%로 가장 높은 비율을 보임.

○ 불포화 지방산의 함량이 56.53~57.49%로 포화 지방산 함량 42.50~43.46% 보다 높은 비율을 보여주었고, 단가 지방산이 53.69~55.36%로 다가 지방산 2.00~2.86% 보다 높은 비율을 보여주었다. 또한 n3 지방산은 0.04~0.09%로 미량 함유되었고, n6 지방산은 1.95~2.76%의 비율을 보임.

나. 한우사골 추출물 첨가에 따른 돈육 혼합물 모델 시스템

(1) 실험재료 및 방법

돼지의 등심 부위를 만육기를 이용하여 4.5~8.0mm의 크기로 세절한 후 분쇄한 원료육에 소금을 첨가하여 혼합한 후 기타 구성성분(한우사골 추출물, 얼음(증류수), 소금, STPP)을 추가로 첨가하여 혼합하였다. 이후, 돈육 혼합물은 진공포장하여 4°C 온도조건에서 저장하면서 시료로 사용하였음. (한우사골 추출물은 압력 가열식+24시간+125°C에서 추출한 추출물을 사용)

(2) 실험설계

T1 : 한우사골 추출물 0%+증류수 15% T2 : 한우사골 추출물 5%+증류수 10%
T3 : 한우사골 추출물 10%+증류수 5% T4 : 한우사골 추출물 15%+증류수 0%

(3) 실험결과

- 한우사골 추출물+얼음(증류수) 첨가 수준에 따른 돈육 혼합물의 일반성분 중 수분은 T1과 T2 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였고, 회분은 T1 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였다. 보수력은 처리구 간 유의적인 차이를 보이지 않음.
- 가열감량은 한우사골 추출물 첨가 수준이 높아질수록 유의적으로 낮아지는 경향을 보였고, 유화안정성 중 지방분리, 수분분리 그리고 총 분리는 처리구 간 유의적인 차이를 보이지 않음.
- 조직특성 중 탄력성, 응집성, 씹힘성과 깨짐성은 처리구 간 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 탄력성, 응집성과 깨짐성은 T2 처리구가 높은 수준을 보였고, 씹힘성은 T3 처리구가 높은 수준을 보임.
- 육색 중 가열 전 L과 b값은 T2와 T3 처리구가 높은 수준을 보였고, 가열 후 a값은 T2와 T3 처리구가 낮은 수준을 보였다. 가열 후 b값은 T1과 T2 처리구가 유의적으로 낮은 수준을 보였고, T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보임.
- 저장특성 중 pH의 저장 21일 최종 pH는 T1 처리구가 유의적으로 낮은 수준을 보였으며, 총 미생물수는 저장 14일에서 T1 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였고, 저장 21일의 최종 TMC는 T3 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였다. 휘발성염기태질소는 저장기간 동안 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보였으며, 한우사골 추출물 첨가 수준이 높아질수록 VBN이 높아지는 경향을 보였고, 지방산패도는 저장기간 동안 T3와 T4 처리구가 높은 수준을 보였다.
- 관능은 색깔, 쓴맛, 풍미, 조직감, 다즙성과 종합기호도에서 처리구 간 유의적인 차이를 보이지 않았고, 한우사골 추출물 첨가 수준이 높아질수록 색깔과 조직감은 낮아지는 경향을 보였다.

다. 한우사골 농축물 첨가에 따른 돈육 혼합물 모델 시스템 I

(1) 실험재료 및 방법

돼지의 등심 부위를 만육기를 이용하여 4.5~8.0mm의 크기로 세절한 후 분쇄한 원료육에 소금을 첨가하여 혼합한 후 기타 구성성분(한우사골 농축물, 얼음(증류수), 소금, STPP)을 추가로 첨가하여 혼합하였다. 이후, 돈육 혼합물은 진공포장하여 4°C 온도조건에서 저장하면서 시료로 사용함. (모델 시스템 I의 한우사골 농축물은 압력 가열식+24시간+125°C에서 추출한 추출물을 감압농축(1L를 100ml로 농축)하여 사용)

(2) 실험설계

CON : 한우사골 농축물 0% T1 : 한우사골 농축물 5% T2 : 한우사골 농축물 10%
 T3 : 한우사골 농축물 15% T4 : 한우사골 농축물 20% T5 : 한우사골 농축물 25%

(3) 실험결과

- 한우사골 농축물 첨가 수준에 따른 돈육 혼합물의 일반성분 중 수분은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 유의적으로 감소하였고, 반대로 단백질은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 증가하였다. 보수력은 T1, T2 처리구가 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았고, T3, T4, T5 처리구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보임.
- 가열감량은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 대조구에 비해 유의적으로 증가하였고, T1 처리구는 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 유화안정성 중 지방분리는 T5 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보여주었다. 수분분리는 T1 처리구가 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았고, T2, T3, T4, T5 처리구는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보여주었다. 총 분리는 T3, T4 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보임.

- 조직특성 중 탄력성은 T1 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었고, 응집성은 T4 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보여주었다. 씹힘성은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 처리구들이 대조구에 비해 감소하는 수준을 보여주었고, 깨짐성은 T1 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보임.
- 육색 중 가열 전후 L값은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보여주었으며, 가열 전후 a값은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보여주었다. 가열 전후 b값은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보임.
- 저장특성 중 pH는 저장 0, 5일 모든 기간에서 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 대조구에 비해 유의적으로 증가하였으나, T5 처리구가 T4 처리구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보여주었다. 총미생물수, 휘발성염기태질소와 지방산패도는 저장 0, 5일 모든 기간에서 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 처리구들이 대조구에 비해 유의적으로 높은 수준을 보임.
- 관능 중 색깔은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높아질수록 유의적으로 낮은 수준을 보여주었고, 쓴맛, 풍미 또한 유의적으로 낮은 수준을 보여주었고, 다즙성은 T1, T2, T3, T4 처리구가 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았다. 종합기호도는 T1, T2 처리구가 대조구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며, T3, T4, T5 처리구는 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보임.

라. 한우사골 농축물 첨가에 따른 돈육 혼합물 모델 시스템 II

(1) 실험재료 및 방법

돼지의 등심 부위를 만육기를 이용하여 4.5~8.0mm의 크기로 세절한 후 분쇄한 원료육에 소금을 첨가하여 혼합한 후 기타 구성성분(한우사골 농축물, 얼음(증류수), 소금, STPP)을 추가로 첨가하여 혼합하였다. 이후, 돈육 혼합물은 진공포장하여 4°C 온도조건에서 저장하면서 시료로 사용하였다. (모델 시스템 II의 한우사골 농축물은 무압력 가열식+24시간+100°C에서 추출한 추출물을 감압농축(1L를 100mL로 농축)하여 사용).

(2) 실험설계

T1 : 한우사골 농축물 0g+인산염 2.5g T2 : 한우사골 농축물 25g+인산염 1.5g
 T3 : 한우사골 농축물 50g+인산염 0.5g T4 : 한우사골 농축물 75g+인산염 0g

(3) 실험결과

- 한우사골 농축물+인산염 첨가 수준에 따른 돈육 혼합물의 일반성분 중 수분은 T1, T2와 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었고, 단백질은 T3와 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었다. 반면에 지방, 회분과 보수력은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질수록 낮은 함량을 보여주었다.
- 가열감량은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질수록 유의적으로 높은 가열감량 값을 보여주었다. 유화안정성 중 지방분리, 수분분리 그리고 총 분리는 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질수록 유의적으로 높은 수준을 보여주었다.
- 조직특성 중 탄력성, 씹힘성과 깨짐성은 T1과 T2 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었고, T3와 T4 처리구가 유의적으로 낮은 수준을 보여주었다. 응집성은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질수록 유의적으로 낮은 수준을 보여주었다.
- 육색 중 가열 전 L과 b값은 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질

수록 유의적으로 높은 수준을 보여주었고, 가열 전 a값은 반대로 유의적으로 낮은 수준을 보여주었다. 가열 후 a값은 한우사골 농축물이 첨가된 T2, T3와 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었고, 한우사골 농축물이 첨가된 T3와 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었다.

○ 저장특성 중 pH는 저장 0, 5일 모든 기간에서 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질수록 pH값이 유의적으로 감소하였으며, 저장 0day보다 저장 5day에서 높은 pH값을 보여주었다. 총미생물수는 저장 5일에 T2와 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었고, T1과 T3 처리구가 유의적으로 낮은 수준을 보여주었다. 휘발성염기태질소는 저장 0일에 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질수록 높아지는 경향을 보였으며, 저장 5일에는 T3와 T4 처리구가 유의적으로 높은 수준을 보여주었다. 지방산패도는 저장 0일에 한우사골 농축물이 첨가된 T2, T3와 T4 처리구가 T1 처리구에 비해 유의적으로 낮은 수준을 보여주었고, 저장 5일에는 유의적인 차이를 보이지 않았다.

○ 관능 중 색깔과 다즙성은 유의적인 차이를 보이지 않았고, 쓴맛, 풍미, 조직감과 종합기호도는 한우사골 농축물 첨가 수준이 높고, 인산염 첨가 수준이 낮아질수록 낮아지는 경향을 보여주었다.

「제5세부 : 한우 부산물 및 유용물질 활용 육가공제품 첨가제 대체 기술 확립 (경상대 양한술)」

가. 한우 부산물 종류별 품질특성 및 가공적성 구명

(1) 한우 부산물 종류별 영양성분 조사

○한우 부산물의 일반성분

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 일반성분 분석 결과(표 1), 수분함량은 두 성별을 통틀어 양에서 가장 높게 나타났고 대창에서 가장 낮게 나타났었다. 조지방의 경우 소창 및 대창에서 가장 높게 나타났으며 다른 부산물들은 유의적 차이가 없었다. 또한, 조단백질의 경우 간에서 가장 높게 나타났으며 제1위(양)에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 조회분은 간과 지라에서 가장 높게 나타났으며 소창 및 대창에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 성별에 따른 일반성분은 큰 차이가 없었다.

표 1. Proximate composition (%) of Hanwoo by-products

Sex	Parts	Moisture	Fat	Protein	Ash	Calorie (kcal/100g)
Female	Heart	75.67±1.47 ^{BC}	5.13±0.75 ^C	18.42±0.68 ^{Aa}	1.11±0.05 ^B	142.90±13.48 ^{Ba}
	Liver	71.29±0.36 ^C	3.17±0.25 ^C	19.51±0.50 ^A	1.47±0.05 ^A	106.75±7.91 ^{BC}
	Rumen	88.20±0.52 ^A	2.78±1.17 ^C	8.75±0.55 ^B	0.17±0.02 ^D	51.86±1.34 ^{Db}
	Spleen	78.54±0.57 ^B	2.18±0.49 ^C	17.86±0.28 ^A	1.41±0.08 ^{Aa}	88.07±8.07 ^{CD}
	Lung	78.38±0.22 ^B	1.98±0.14 ^C	17.71±0.63 ^A	0.98±0.02 ^B	90.50±5.98 ^{CD}
	Large intestine	49.83±3.28 ^{Ea}	40.79±6.56 ^A	11.56±1.77 ^B	0.61±0.11 ^{Ca}	259.45±8.61 ^{Ab}
Male	Small intestine	62.26±3.58 ^D	18.35±2.46 ^{Bb}	8.90±1.20 ^B	0.31±0.03 ^D	130.35±59.40 ^{BC}
	Heart	74.98±0.83 ^{BC}	4.06±0.54 ^C	15.85±0.06 ^{ABb}	1.06±0.06 ^B	105.49±17.69 ^{Cb}

Liver	71.77±0.43 ^C	3.90±0.45 ^C	17.89±0.97 ^A	1.39±0.10 ^A	92.53±13.61 ^C
Rumen	86.15±0.82 ^A	3.85±0.87 ^C	10.78±0.69 ^C	0.19±0.08 ^C	70.97±6.09 ^{Ca}
Spleen	79.07±0.12 ^B	1.75±0.08 ^C	17.05±0.11 ^{AB}	1.10±0.03 ^{Bb}	83.38±1.42 ^C
Lung	78.25±0.80 ^B	3.08±0.61 ^C	16.01±0.99 ^{AB}	0.97±0.03 ^B	81.48±7.52 ^C
Large intestine	39.50±3.26 ^{Eb}	51.35±4.35 ^A	14.85±1.09 ^B	0.26±0.05 ^{Cb}	410.93±32.00 ^{Aa}
Small intestine	63.91±1.75 ^D	25.58±1.91 ^{Ba}	10.73±0.04 ^C	0.31±0.04 ^C	243.42±72.47 ^B

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

○. 한우 부산물의 지방산 조성

7가지 한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 지방산 조성 분석결과(표 2), 모든 부산물에서 C16 지방산과 C18 지방산이 많은 함량을 차지하고 있어 다른 동물성 근육 식품과 유사한 결과를 나타내었다. 또한, 포화지방산과 불포화지방산의 비율(포화/불포화)은 지라와 허파에서 다른 부산물보다 유의적으로 높게 나타났다. 또한, C20:0는 심장, 허파 및 대창에서만 발견되었으나 함량이 낮은 미량으로 나타났다. 따라서 전체적으로 골격근과 유사한 지방산 조성을 보이며, 성별 간에 차이는 나타나지 않았다.

표 2. Fatty acid composition (%) of Hanwoo by-products

Sex	Parts	C14:0	C15:0	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	C18:2
Female	Heart	2.06±0.31 ^C	0.31±0.05 ^{BC}	20.85±1.36 ^C	1.64±0.97 ^{Cb}	0.94±0.10 ^A	0.43±0.05 ^{CD}	22.05±0.97 ^C	32.54±3.51 ^B	12.61±0.01 ^B
	Liver	0.78±0.08 ^{Db}	0.14±0.01 ^{Cb}	17.35±0.30 ^{Db}	1.65±0.26 ^C	0.64±0.04 ^{Ba}	0.43±0.02 ^{Db}	29.75±0.26 ^{Aa}	22.15±0.34 ^{Cb}	16.14±0.35 ^{Aa}
	Rumen	2.97±0.30 ^B	0.29±0.08 ^{BC}	23.05±1.07 ^{BC}	3.51±0.29 ^A	0.82±0.11 ^A	0.65±0.06 ^A	17.03±1.29 ^E	47.24±2.47 ^A	2.75±0.44 ^E
	Spleen	0.89±0.14 ^D	0.35±0.01 ^{AB}	24.60±0.37 ^B	1.87±0.48 ^{BC}	0.54±0.16 ^B	-	26.300	23.53±1.02 ^C	8.65±0.43 ^C
	Lung	2.01±0.11 ^C	0.58±0.09 ^A	21.78±1.16 ^A	2.57±0.71 ^B	0.73±0.04 ^A	0.21±0.03 ^{Ba}	17.75±0.71 ^{DE}	32.73±2.75 ^B	5.38±0.60 ^D
	Large intestine	3.35±0.22 ^{AB}	0.35±0.04 ^{BC}	23.96±1.08 ^B	2.67±0.23 ^B	0.89±0.05 ^{AB}	0.54±0.04 ^{BCb}	20.51±1.23 ^{CD}	45.21±2.17 ^A	1.95±0.34 ^E
	Small intestine	3.75±0.22 ^{Aa}	0.32±0.03 ^{BC}	25.64±0.91 ^B	2.13±0.85 ^{BC}	0.86±0.04 ^{AB}	0.40±0.03 ^{CDb}	22.95±1.85 ^{Ca}	40.92±2.89 ^A	2.34±0.18 ^E
Male	Heart	1.87±0.26 ^B	0.25±0.02 ^A	19.64±1.45 ^D	2.01±0.94 ^{ABa}	0.78±0.08 ^A	0.45±0.02 ^D	21.32±0.94 ^{AB}	32.78±1.57 ^{CD}	12.81±0.57 ^A
	Liver	1.76±0.26 ^{Ba}	0.33±0.02 ^{Aa}	23.67±1.16 ^{BCa}	2.34±0.04 ^{AB}	0.38±0.11 ^{Bb}	0.59±0.01 ^{Ca}	23.78±1.04 ^{Ab}	27.65±0.32 ^{DEa}	11.33±0.91 ^{ABb}
	Rumen	2.98±0.25 ^A	0.34±0.02 ^A	26.34±1.04 ^B	2.24±0.52 ^{AB}	0.99±0.05 ^A	0.64±0.04 ^{BC}	18.04±1.52 ^{BC}	44.52±2.26 ^B	2.41±0.19 ^C
	Spleen	0.83±0.10 ^C	0.31±0.04 ^A	25.19±0.54 ^{BC}	1.91±0.81 ^B	0.74±0.03 ^A	-	24.71±0.81 ^A	24.75±2.50 ^E	8.83±0.49 ^B
	Lung	2.23±0.05 ^B	0.41±0.10 ^A	29.84±1.39 ^A	2.65±0.23 ^{AB}	0.72±0.05 ^A	0.27 ^{Db}	17.50±0.23 ^C	36.03±2.64 ^C	4.51±0.72 ^C
	Large intestine	2.94±0.10 ^{Aa}	0.33±0.06 ^A	21.69±1.07 ^{CD}	3.01±0.49 ^A	1.04±0.15 ^A	0.82±0.01 ^{Aa}	16.21±1.49 ^C	51.15±2.58 ^A	2.30±0.18 ^C

Small intestine 3.03±0.21^A 0.29±0.06^A 22.43±1.31^{CD} 2.42±1.04^{AB} 1.06±0.17^A 0.69±0.02^{Ba} 18.12±1.04^{CBb} 49.20±2.67^{AB} 2.12±0.10^C

Sex	Parte	C20:0	C20:1	C20:4	SFA	MUFA	PUFA	MUFA/SFA	PUFA/SFA
Female	Heart	0.08±0.02 ^B	0.23±0.13 ^{AB}	6.28±1.58 ^B	46.29±2.51 ^{BC}	34.82±3.70 ^B	18.89±3.50 ^B	0.77±0.10 ^{BC}	0.42±0.09 ^B
	Liver	-	-	11.01±0.43 ^{Aa}	48.66±0.36 ^{ABCb}	24.19±0.38 ^{Cb}	27.15±0.66 ^{Aa}	0.50±0.01 ^{Db}	0.56±0.02 ^{Aa}
	Rumen	-	0.17±0.05 ^{AB}	1.52±0.40 ^C	44.16±2.24 ^C	51.57±2.83 ^A	4.26±0.74 ^D	1.20±0.12 ^A	0.10±0.01 ^D
	Spleen	-	-	13.28±1.55 ^A	52.68±0.74 ^{AB}	25.40±0.94 ^C	21.92±1.52 ^B	0.48±0.02 ^D	0.42±0.03 ^B
	Lung	0.30±0.03 ^{Aa}	0.23±0.03 ^A	5.75±0.97 ^B	53.16±1.46 ^A	35.72±2.87 ^B	11.12±1.56 ^C	0.68±0.07 ^{CD}	0.21±0.02 ^C
	Large intestine	0.19±0.02 ^{Ba}	0.27±0.08 ^B	0.13±0.02 ^{Ca}	49.24±2.52 ^{ABC}	48.68±2.51 ^A	2.08±0.33 ^D	1.02±0.11 ^{AB}	0.04±0.01 ^D
	Small intestine	-	0.36±0.06 ^{AB}	0.33±0.16 ^C	53.52±3.04 ^A	43.82±3.23 ^A	2.67±0.33 ^D	0.85±0.11 ^{BC}	0.05±0.01 ^D
	Male	Heart	0.19 ^B	0.08	7.93±1.77 ^B	43.86±2.66 ^{CD}	35.24±1.50 ^{CD}	20.74±4.23 ^A	0.81±0.02 ^{CD}
Liver		-	-	8.53±0.39 ^{Bb}	49.75±0.24 ^{ABCa}	30.39±0.78 ^{DEa}	19.86±0.90 ^{Ab}	0.61±0.01 ^{Da}	0.40±0.02 ^{Ab}
Rumen		-	0.38±0.18	1.13±0.21 ^D	48.68±2.83 ^{ABCD}	47.78±2.44 ^B	3.54±0.40 ^C	1.01±0.11 ^{BC}	0.08±0.01 ^C
Spleen		-	-	12.72±1.12 ^A	51.78±1.27 ^A	26.67±2.52 ^E	21.56±1.53 ^A	0.52±0.07 ^D	0.42±0.03 ^A
Lung		0.19±0.02 ^{Ab}	0.26±0.04	5.39±0.75 ^C	50.88±1.49 ^{AB}	39.21±2.81 ^C	9.91±1.44 ^B	0.78±0.08 ^{CD}	0.19±0.02 ^B
Large intestine		0.11±0.01 ^{Cb}	0.34±0.09	0.08 ^{Db}	42.32±2.85 ^D	55.31±3.02 ^A	2.38±0.17 ^C	1.36±0.16 ^A	0.06 ^C
Small intestine		-	0.50±0.06	0.18±0.02 ^D	44.90±2.78 ^{BCD}	52.81±2.89 ^{AB}	2.29±0.11 ^C	1.22±0.14 ^{AB}	0.05 ^C

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).
^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

○. 한우 부산물의 아미노산 조성

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 아미노산 조성 분석결과를 표 3에서 나타내었다. 부산물에는 aspartic acid 및 glutamic acid가 높게 나타났다. 이는 당, 지방대사 활성화와 관련 있는 아미노산이다. 또한 심장이나 간에 비해 양에서 glycine 함량이 높으며, 심장, 간 및 지라에서 높은 leucine 함량을 나타내었으나 전반적으로 부산물 간에 아미노산 조성은 비슷한 양상을 보였으나 성별 간에 차이는 나타나지 않았다.

표 3. Amino acid composition (%) of Hanwoo by-products

Sex	Parts	Asp	Thr	Ser	Glu	Pro	Gly	Ala	Cys	Val
Female	Heart	9.72±0.02 ^{Aa}	4.86±0.11 ^A	4.39±0.08	12.00±0.21	5.37±0.37 ^C	5.83±0.88 ^C	6.26±0.21 ^B	1.33±0.08 ^{ABC}	5.16±0.01 ^{Bb}
	Liver	9.50±0.07 ^{AB}	4.65±0.01 ^A	4.49±0.11	12.58±0.02	5.36±0.11 ^C	6.74±0.23 ^C	5.85±0.02 ^B	1.23±0.18 ^{ABC}	5.95±0.08 ^A
	Rumen	8.28±0.06 ^D	3.40±0.04 ^{Bb}	4.04±0.15	13.36±0.23	8.43±0.09 ^A	16.71±0.52 ^A	7.61±0.23 ^A	1.13±0.10 ^{BC}	3.93±0.12 ^C

	Spleen	9.07± .15 ^{BCa}	4.42± .15 ^A	4.37± .23 ^A	13.14± 0.32	5.38± .03 ^{Ca}	7.26± .82 ^C	6.77± .37 ^{AB}	1.56 ^A	5.93± .17 ^A
	Lung	8.54± .37 ^{CD}	4.22± .39 ^A	4.49± .28	12.52± 0.74	7.25± .76 ^B	11.92± 1.91 ^B	7.00± .74 ^{AB}	1.00± .06 ^C	5.17± .49 ^B
	Large intestine	8.97± .16 ^{BC}	4.53± .10 ^A	4.52± .02	13.68± 0.28	6.22± .24 ^{BC}	10.89± 0.21 ^B	6.67± .28 ^{AB}	1.51± .18 ^{AB}	4.71± .16 ^B
	Small intestine	8.92± .06 ^{BC}	4.42± .28 ^A	4.61± .15	13.77± 0.37 ^a	6.64± .23 ^B	11.51± 1.51 ^B	6.99± .37 ^{AB}	0.99± .03 ^C	4.63± .11 ^{BC}
	Heart	8.78± .12 ^{BCb}	4.63 ^{AB}	4.55± .38	13.82± 0.29	6.51± .25 ^{AB}	6.51± .05 ^D	5.93± .29 ^{CD}	1.00± .06 ^A	5.57± .07 ^{Aa}
	Liver	9.68± .07 ^A	4.90± .16 ^A	4.66± .14	12.32± 0.02	4.92± .04 ^B	5.89± .23 ^D	5.72± .02 ^D	0.97± .04 ^A	5.57± .27 ^A
	Rumen	8.36± .23 ^C	4.09± .08 ^{ABa}	4.31± .17	12.72± 0.15	7.75± .39 ^A	15.96± 0.12 ^A	7.67± .15 ^A	1.18± .23 ^A	4.34± .08 ^B
Male	Spleen	9.28± .19 ^{AB}	4.48± .36 ^{AB}	4.56± .30	13.07± 0.22	4.71± .08 ^{Bb}	6.74± .26 ^D	6.71± .22 ^{BC}	1.18± .23 ^A	5.54± .06 ^A
	Lung	9.08± .34 ^{ABC}	4.39± .19 ^{AB}	4.85± .18	12.83± 0.26	5.90± .45 ^{AB}	10.84± 0.86 ^C	7.36± .26 ^{AB}	1.27± .21 ^A	5.69± .17 ^A
	Large intestine	8.54± .32 ^{BC}	3.75± .39 ^B	4.18± .28	13.27± 0.24	7.47± .06 ^A	15.12± 2.10 ^{AB}	7.60± .24 ^A	1.10± .14 ^A	4.29± .23 ^B
	Small intestine	8.81± .13 ^{BC}	4.33± .34 ^{AB}	4.58± .18	13.20± 0.35 ^b	6.86± .62 ^A	11.45± 1.81 ^{BC}	6.72± .35 ^{BC}	1.48± .25 ^A	4.49± .14 ^B

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

3-1. Amino acid composition (%) of Hanwoo by-products

Sex	Parts	Met	Iso	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Amm	Arg
	Heart	2.65± .09 ^A	4.57± .14 ^A	9.14± .20 ^A	3.69± .13 ^A	4.91± .04 ^{BC}	2.84± .04 ^A	8.85± .21 ^A	1.55± .03 ^A	6.93 ^{CD}
	Liver	2.10± .01 ^B	4.54± .04 ^A	9.34± .08 ^A	3.19± .14 ^{ABC}	5.60± .05 ^{Ab}	2.83± .05 ^A	8.16± .17 ^{AB}	1.57± .03 ^A	6.38 ^{Da}
	Rumen	1.76± .01 ^C	3.19± .03 ^C	5.96± .03 ^{Cb}	2.51± .06 ^D	3.45± .12 ^E	1.65± .04 ^C	5.71± .11 ^D	1.07± .03 ^B	7.88± .06 ^A
Female	Spleen	2.18± .04 ^B	3.74± .09 ^B	9.06± .02 ^{Ab}	3.43± .07 ^{AB}	5.04± .02 ^B	2.92 ^A	7.87± .23 ^{ABC}	1.43± .06 ^A	6.48± .11 ^D
	Lung	1.14± .11 ^D	3.65± .19 ^B	7.59 ^{Bb}	2.76± .35 ^{CD}	4.62± .15 ^C	2.25± .07 ^B	7.19± .58 ^{BC}	1.49± .11 ^A	7.21± .07 ^D
	Large intestine	1.96 ^{BC}	3.82± .19 ^B	7.34± .13 ^B	3.27± .12 ^{ABCa}	4.16± .14 ^D	2.22± .08 ^B	6.97 ^C	1.37± .04 ^A	7.27± .02 ^{BC}

	Small intestine	1.32±0.19 ^D	3.73±0.14 ^B	7.31±0.31 ^B	2.84±0.17 ^{BCD}	4.23±0.11 ^D	2.08±0.01 ^B	7.05±0.42 ^C	1.45±0.11 ^A	7.55±0.1 ^{AB}
	Heart	2.43±0.12 ^{AB}	4.23±0.01 ^{AB}	8.70±0.59 ^A	3.79±0.29 ^{AB}	4.22±0.19 ^{BC}	2.89±0.26 ^{AB}	8.63±0.39 ^A	1.34±0.13	6.53±0.32 ^B
	Liver	1.71±0.18 ^{AB}	5.13±0.61 ^A	9.53±0.09 ^A	4.11±0.70 ^A	6.00±0.05 ^{Aa}	2.94±0.18 ^A	8.31±0.17 ^{AB}	1.55±0.05	6.16±0.05 ^{Bb}
	Rumen	1.35±0.50 ^B	3.50±0.19 ^B	6.45±0.02 ^{Ba}	2.71 ^{BC}	3.56±0.03 ^C	1.53±0.21 ^D	5.91±0.21 ^C	1.10±0.11	7.56±0.11 ^A
Male	Spleen	2.86±0.66 ^A	3.99±0.44 ^B	9.69±0.09 ^{Aa}	3.85±0.25 ^{AB}	5.85±0.39 ^A	3.12±0.22 ^A	6.64±0.50 ^C	1.51±0.28	6.27±0.09 ^B
	Lung	1.63±0.25 ^{AB}	3.34±0.02 ^B	8.60±0.18 ^{Aa}	3.00±0.22 ^{ABC}	4.80±0.19 ^B	2.39±0.30 ^{ABC}	6.52±0.30 ^C	1.20±0.06	6.35±0.09 ^B
	Large intestine	1.64±0.13 ^{AB}	3.41±0.18 ^B	6.47±0.54 ^B	2.56±0.11 ^{Cb}	3.72±0.38 ^C	1.84±0.24 ^{CD}	6.12±0.52 ^C	1.19±0.16	7.78±0.06 ^A
	Small intestine	1.84±0.10 ^{AB}	3.52±0.07 ^B	7.12±0.43 ^B	3.18±0.18 ^{ABC}	4.20±0.39 ^{BC}	2.10±0.22 ^{BCD}	7.16±0.45 ^{BC}	1.42±0.03	7.57±0.06 ^A

^{A-B} Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).

^{a-b} Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

(2) 한우 부산물 종류별 유용성분 조사

○ 한우 부산물의 무기물 조성

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 무기물 분석결과 아래에 나타내었다(표 4). 전체적으로 부산물에는 칼륨, 나트륨 및 인의 함량이 대부분을 차지하고 있었다. 철의 경우 간에서 가장 높은 값을 나타내었으며 지라에서도 많은 양이 함유되어 있다. 또한 칼슘은 양에서 가장 높은 값을 나타내었다. 구리, 마그네슘, 아연, 황 및 망간은 부산물 간에 큰 차이는 없었다.

표 4. Mineral content (%) of Hanwoo by-products

Sex	Parts	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	P	S
	Heart	49.99±0.39 ^A	1.14±0.08 ^B	3.85±0.08 ^{Aa}	14.26±0.14 ^{AB}	0.90±0.07 ^D	0.04 ^{Ba}	0.28±0.01 ^{Ba}	0.01 ^B	29.29±0.47 ^{CDE}	0.24±0.09 ^{BC}
	Liver	49.80±1.05 ^A	1.10±0.06 ^B	2.78±0.03 ^A	11.08±0.93 ^B	8.54±0.07 ^A	0.55 ^{Aa}	0.52±0.01 ^A	0.04±0.01 ^A	33.48±0.31 ^{Ba}	0.11±0.01 ^{Cb}
	Rumen	33.13±4.73 ^C	7.56±3.59 ^A	3.78±1.06 ^A	20.92±1.85 ^A	1.91±0.54 ^C	0.03±0.01 ^B	0.62±0.22 ^A	0.15±0.09 ^A	31.53±1.67 ^{BCD}	0.37±0.04 ^{Bc}
Female	Spleen	39.58±5.70 ^{ABC}	3.73±1.61 ^A	2.92±0.43 ^A	19.35±3.99 ^A	5.01±1.95 ^B	0.03±0.01 ^B	0.42±0.09 ^A	0.10±0.05 ^A	27.69±1.26 ^{DE}	1.18±0.61 ^A
	Lung	44.65±3.87 ^{AB}	1.45±0.23 ^B	2.07±0.06 ^B	20.56±4.61 ^A	3.93±1.39 ^B	0.02 ^{Cb}	0.28±0.03 ^B	0.01 ^B	26.58±0.62 ^{Eb}	0.46±0.11 ^{Bc}
	Large intestine	34.38±2.45 ^{BC}	4.99±1.01 ^A	3.47±0.41 ^A	21.54±1.56 ^A	1.21±0.60 ^C	0.03±0.01 ^B	0.46±0.05 ^A	0.03 ^A	32.05±2.48 ^{BC}	1.84±0.52 ^A
	Small intestine	34.48±2.88 ^{BC}	5.65±1.33 ^A	3.96±0.34 ^A	15.73±0.60 ^{AB}	0.93±0.19 ^D	0.04±0.01 ^B	0.45±0.08 ^A	0.03±0.01 ^A	38.49±0.58 ^A	0.24±0.06 ^{BC}

Male	Heart	44.73 ±3.65 _{AB}	1.72± 0.52 ^C	2.62± 0.44 ^B _{Cb}	21.40 ±4.22 _A	1.09± 0.13 ^B	0.03 ^{Ab}	0.23± 0.01 ^{Cb}	0.01 ^D	27.81 ±0.72 _D	0.37± 0.11 ^C
	Liver	45.78 ±3.18 _{AB}	1.25± 0.22 ^C	2.41± 0.19 ^C	11.46 ±0.70 _C	9.73± 4.27 ^A	0.90± 0.04 ^{Ab}	0.67± 0.23 ^B	0.02 ^C _{Db}	28.37 ±1.20 _{Db}	0.23± 0.03 ^{Ca}
	Rumen	31.1± 0.60 ^C	10.05 ±1.45 _A	5.98± 0.62 ^A	15.93 ±2.37 _{ABC}	1.25± 0.48 ^B	0.06± 0.01 ^{Aa}	1.16± 0.17 ^A	0.07± 0.01 ^A	32.67 ±0.73 _{BC}	1.73± 0.42 ^{Aa}
	Spleen	46.84 ±2.08 _A	1.48± 0.26 ^C	2.38± 0.09 ^C	12.22 ±1.00 _C	5.08± 2.65 ^A _B	0.10± 0.05 ^A	0.44± 0.03 ^B _C	0.03 ^B _C	30.65 ±2.17 _{CD}	0.79± 0.43 ^{BC}
	Lung	46.27 ±2.03 _A	1.46± 0.33 ^C	2.80± 0.37 ^B _C	19.09 ±1.50 _{AB}	1.15± 0.17 ^B	0.03 ^{Aa}	0.26± 0.01 ^C	0.01 ^D	28.77 ±0.37 _{CDa}	0.16± 0.04 ^{Cb}
	Large intestine	31.76 ±2.03 _C	5.23± 0.51 ^B	3.78± 0.48 ^B	21.43 ±0.96 _A	1.28± 0.46 ^B	0.05± 0.01 ^A	0.46± 0.05 ^B _C	0.02± 0.01 ^B _{CD}	34.62 ±1.19 _{AB}	1.36± 0.45 ^A _B
	Small intestine	38.71 ±1.47 _B	4.27± 0.18 ^B	3.52± 0.16 ^B _C	14.88 ±0.40 _{BC}	1.06± 0.03 ^B	0.08± 0.02 ^A	0.43± 0.03 ^B _C	0.03 ^{Ba}	36.73 ±1.65 _A	0.29± 0.04 ^C

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

(3) 한우 부산물의 종류별 가공적성 구명

○ 한우 부산물의 pH, 가열감량, 수율

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 pH, 가열감량, 수율은 표 5에 나타내었다. pH는 샘플에 함유되어있는 수소이온농도를 나타내며 가공특성에 중요한 영향을 미친다. 양에서 가장 높은 값을 나타낸 반면에 심장에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 가열감량은 가열 시 손실되는 수분 등을 나타내며 가열 제품의 생산수율에 영향을 미친다. 양 및 소창에서 가장 높은 값을 나타내었으며 허파에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 수율은 한 마리에서 생산되는 부산물 종류별 무게를 나타내었다. 소창이 가장 많이 생산되며 지라가 가장 적게 생산이 되었다.

표 5. pH, cooking loss and weight of Hanwoo by-products

Sex	Parts	pH	Cooking loss (%)	Yield (g/cattle)
Female	Heart	6.13±0.08 ^E	17.56±2.08 ^{Ba}	2264.95±230.75 ^C
	Liver	6.36±0.03 ^D	11.29±1.63 ^{BC}	5477.09±383.79 ^B
	Rumen	7.43±0.03 ^A	47.84±1.85 ^A	6288.13±415.30 ^{Ba}
	Spleen	6.54±0.01 ^C	9.99±1.36 ^C	1061.77±3.37 ^D
	Lung	6.64±0.02 ^C	3.11±0.19 ^D	2674.54±125.96 ^C
	Large intestine	6.86±0.01 ^{Bb}	15.91±2.22 ^{BC}	2402.88±79.09 ^C
	Small intestine	6.91±0.02 ^B	48.32±4.09 ^A	7715.63±562.39 ^A
Male	Heart	6.23±0.12 ^E	8.48±3.23 ^{Cb}	2415.74±90.04 ^C
	Liver	6.48±0.09 ^{DE}	9.63±2.44 ^C	5026.63±361.25 ^B
	Rumen	7.10±0.19 ^A	53.18±1.96 ^A	4555.41±263.35 ^{Bb}
	Spleen	6.60±0.05 ^{CD}	8.48±2.88 ^C	1033.28±116.95 ^D
	Lung	6.78±0.08 ^{BCD}	3.42±0.82 ^C	2470.84±176.13 ^C
	Large intestine	7.04±0.05 ^{ABa}	22.00±3.58 ^B	2922.02±275.28 ^C
Small intestine	6.89±0.05 ^{ABC}	50.98±2.03 ^A	8874.10±618.37 ^A	

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).
^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

○ 한우 부산물의 단백질용해성 및 마이오글로빈함량

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 단백질용해성 및 마이오글로빈함량을 표 6에서 나타내었다. 단백질용해성은 가공 시 결합력 및 유화력에 많은 영향을 미치는 요인으로서 단백질용해성이 높을수록 단백질 추출성이 높아지므로 결합력 및 유화력이 좋아진다. 근장단백질의 용해성은 지라 및 간에서 가장 높았으며 양에서는 가장 낮게 나타났다. 반면에 근원섬유단백질의 용해성은 심장에서 가장 높았고 다른 부산물들은 비슷한 수준이었다. 마이오글로빈은 육색소를 뜻하는데 높을수록 붉은색을 띤다. 적내장류(심장, 간, 지라 및 허파)에서 높게 나타났으며 백내장류(양, 대창 및 소창)에서는 낮게 나타났다.

표 6. Protein solubility and total myoglobin (mg/g) of Hanwoo by-products

Sex	Parts	Sarcoplasmic (mg/g)	Myofibrillar (mg/g)	Total (mg/g)	Myoglobin content (mg/g)
Female	Heart	50.75±4.03 ^C	94.15±4.58 ^A	144.90±4.76 ^{AB}	231.37±22.97 ^A
	Liver	110.10±6.65 ^A	56.43±9.53 ^B	166.53±5.23 ^A	167.11±85.48 ^{AB}
	Rumen	14.85±4.49 ^D	79.55±34.19 ^{AB}	94.40±34.13 ^C	23.12±0.96 ^C
	Spleen	113.65±5.42 ^A	56.05±9.40 ^B	169.70±6.17 ^A	159.29±41.55 ^{ABa}
	Lung	81.35±1.57 ^{Bb}	61.81±9.00 ^B	143.16±9.54 ^{AB}	104.72±5.95 ^{BC}
	Large intestine	60.85±14.82 ^C	71.75±20.04 ^{AB}	132.60±27.11 ^B	23.12±2.89 ^C
	Small intestine	51.95±14.74 ^C	70.15±11.92 ^{AB}	122.10±8.56 ^B	27.54±0.48 ^C
Male	Heart	51.20±3.26 ^D	82.10±11.52 ^A	133.30±12.33 ^B	209.10±32.01 ^A
	Liver	108.05±21.60 ^A	47.83±12.70 ^B	155.88±28.27 ^{AB}	198.78±49.30 ^A
	Rumen	12.00±4.35 ^E	59.40±11.82 ^{AB}	71.40±16.05 ^C	20.11±0.83 ^C
	Spleen	119.85±5.18 ^A	61.65±26.56 ^{AB}	181.50±27.69 ^A	92.71±19.23 ^{Bb}
	Lung	89.25±3.99 ^{Ba}	59.88±10.96 ^{AB}	149.13±11.80 ^B	85.11±19.80 ^B
	Large intestine	62.75±7.16 ^{CD}	66.85±3.15 ^{AB}	129.60±7.21 ^B	30.26±4.33 ^C
	Small intestine	68.85±12.87 ^C	63.85±15.32 ^{AB}	132.70±27.43 ^B	30.09±12.73 ^C

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).
^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

○ 한우 부산물의 색

색은 가공 시 제품의 색을 결정하는데 매우 큰 영향을 미친다. 한우 부산물의 색 측정 결과 (표 7), 적내장류(심장, 간, 지라 및 허파)는 명도는 낮게 나타나지만 적색도는 높게 나타났다. 반면에 백내장류(양, 소창 및 대창)는 명도는 높게 나타나지만 적색도는 낮게 나타났다. 이러한 결과는 앞에서 설명한 부산물 별 마이오글로빈 함량 차이에 기인한 것으로 판단되며, 이러한 마이오글로빈 차이는 가공적성 차이로 이어질 것으로 판단된다.

표 7. Surface color of Hanwoo by-products

Sex	Parts	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
Female	Heart	33.60±0.92 ^{Db}	20.32±0.53 ^B	7.97±0.30 ^B	21.84±0.56 ^B	21.36±0.69 ^D
	Liver	31.13±0.25 ^{Db}	14.48±0.34 ^{Cb}	7.10±0.28 ^{Bb}	16.13±0.41 ^{Cb}	25.98±0.59 ^{Db}
	Rumen	79.30±0.91 ^{Ab}	1.74±0.41 ^E	7.39±0.86 ^B	7.66±0.89 ^E	77.98±2.84 ^A

	Spleen	32.96±1.99 ^D	16.29±1.33 ^C	7.07±0.67 ^B	17.77±1.46 ^{BC}	23.33±1.02 ^D
	Lung	41.51±1.39 ^C	33.19±2.81 ^A	13.59±2.19 ^A	36.00±3.40 ^A	20.85±1.82 ^D
	Large intestine	65.57±1.89 ^{Bb}	7.18±0.58 ^{Db}	13.28±0.49 ^A	15.17±0.54 ^{CDb}	61.83±1.99 ^{Ba}
	Small intestine	65.41±1.14 ^B	8.82±0.77 ^{Db}	7.26±0.66 ^B	11.58±0.78 ^{DEb}	39.91±3.31 ^{Ca}
	Heart	37.50±1.48 ^{Da}	19.41±0.72 ^{BC}	7.25±0.57 ^B	20.77±0.51 ^C	20.60±2.11 ^{DE}
	Liver	38.44±0.92 ^{Da}	22.09±0.26 ^{Ba}	12.74±0.41 ^{Aa}	25.51±0.32 ^{Ba}	29.90±0.84 ^{Ca}
	Rumen	85.09±1.88 ^{Aa}	2.78±0.53 ^E	7.49±0.79 ^B	8.12±0.61 ^D	68.70±5.35 ^A
Male	Spleen	37.37±4.78 ^D	18.78±1.67 ^{BC}	8.33±0.96 ^B	20.37±1.84 ^C	23.82±1.20 ^{CD}
	Lung	40.85±1.09 ^D	28.74±2.10 ^A	8.30±2.17 ^B	30.09±2.55 ^A	14.94±3.30 ^E
	Large intestine	77.10±2.16 ^{Ba}	11.12±0.89 ^{Da}	14.66±1.41 ^A	18.40±1.65 ^{Ca}	52.72±0.58 ^{Bb}
	Small intestine	65.17±0.95 ^C	17.96±1.14 ^{Ca}	8.22±0.78 ^B	19.75±1.34 ^{Ca}	24.34±0.93 ^{CDb}

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

(4) 한우 부산물의 저장 중 품질변화

○ 한우 부산물의 저장 중 색 변화

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 저장기간에 따른 색 변화는 아래에 나타내었다(표 8). 명도는 시간이 경과함에 따라 적내장류(심장, 간, 지라 및 허파)에서는 큰 차이가 없었지만 백내장류(양, 대창 및 소창)에서는 유의적으로 낮은 값이 나타났다. 반면에 적색도는 적내장류(심장, 간, 지라 및 허파)에서는 시간이 경과함에 따라 유의적으로 낮은 값이 나타났지만 백내장류(양, 대창 및 소창)는 반대의 결과가 나타났다. 황색도는 부산물 중 시간이 경과함에 따라 유의적 차이가 없었다.

표 8. Color of Hanwoo by-products during storage at 4°C

	Parts	Storage day		
		1	8	15
L*	Heart	29.43±1.24 ^{CDc}	31.18±0.54 ^{Db}	32.75±0.53 ^{Ea}
	Liver	34.12±2.96 ^{Cb}	35.70±2.61 ^{Dab}	37.67±0.90 ^{Da}
	Rumen	72.74±2.39 ^{Aa}	53.89±1.02 ^{Cc}	67.48±5.55 ^{Ab}
	Spleen	22.67±0.74 ^{Db}	31.93±0.97 ^{Da}	31.61±1.03 ^{Ea}
	Lung	48.98±2.92 ^{Bb}	68.29±4.64 ^{ABa}	33.87±1.10 ^{Ec}
	Large intestine	68.51±1.90 ^{Aa}	64.37±1.74 ^{Bb}	63.70±0.71 ^{Bb}
	Small intestine	69.44±13.67 ^A	70.78±8.02 ^A	58.01±2.81 ^C
	a*	Heart	17.77±1.15 ^{Ba}	9.84±0.40 ^{Bb}
Liver		16.55±0.94 ^{Ba}	15.08±0.45 ^{Ab}	13.06±0.45 ^{Bc}
Rumen		1.34±0.62 ^F	0.94±0.85 ^D	1.59±0.85 ^E
Spleen		12.821.19 ^{Cb}	10.21±0.65 ^{Bc}	14.98±0.65 ^{Ba}
Lung		20.14±3.60 ^{Aa}	1.06±3.11 ^{Db}	18.13±3.11 ^{Aa}

	Large intestine	8.13±1.27 ^{Db}	6.47±1.36 ^{Cb}	10.00±1.36 ^{Ca}
	Small intestine	4.20±1.22 ^{Eb}	5.83±3.27 ^{Cb}	9.54±3.27 ^{CEa}
b*	Heart	8.12±0.66 ^{CD}	8.85±0.16 ^C	8.87±0.16 ^C
	Liver	11.28±0.98 ^B	11.84±0.46 ^B	11.16±0.46 ^B
	Rumen	6.39±1.85 ^{DE}	9.17±2.54 ^C	8.07±2.54 ^{CD}
	Spleen	5.32±0.60 ^{EF}	4.99±0.86 ^D	6.28±0.86 ^D
	Lung	3.38±2.49 ^{Fb}	5.23±1.23 ^{Dab}	7.31±1.23 ^{CDa}
	Large intestine	15.30±1.45 ^{Ab}	19.20±0.86 ^{Aa}	20.24±0.86 ^{Aa}
	Small intestine	8.61±1.58 ^C	9.13±0.35 ^C	7.87±0.35 ^{CD}

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the same sex of column are significantly different (p<0.05).

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the same organ of column are significantly different (p<0.05).

○ 한우 부산물의 저장 중 pH 및 휘발성염기태질소 변화

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 저장기간에 따른 pH 및 휘발성염기태질소의 변화를 아래에 나타내었다(표 9). 부산물 중 간, 양, 허파 및 소창은 시간이 경과함에 따라 pH 값이 유의적으로 낮은 값을 나타냈다. 반면에 대창 및 지라는 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 심장은 pH 값에 유의적인 차이가 없었다. 휘발성염기태질소는 단백질의 산화정도를 나타낸다. 모든 부산물에서 시간에 경과함에 따라 휘발성염기태질소는 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 골격근과 비교 시 더 빠른 단백질 산화가 진행되는 것을 알 수 있다.

표 9. pH, volatile basic nitrogen (VBN) and 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) of Hanwoo by-products during storage at 4°C

	Parts	Storage day		
		1	8	15
pH	Heart	6.50±0.01 ^{Fa}	6.50 ^{Ea}	6.50±0.01 ^{Fa}
	Liver	6.63±0.02 ^{Ea}	6.52±0.02 ^{Eb}	6.32±0.01 ^{Gc}
	Rumen	7.23±0.04 ^{Ab}	7.36±0.01 ^{Aa}	7.07±0.06 ^{Bc}
	Spleen	6.69±0.01 ^{Db}	6.95±0.02 ^{Da}	6.99±0.07 ^{Ca}
	Lung	7.13±0.01 ^{Ba}	7.04±0.01 ^{Cb}	6.89±0.01 ^{Dc}
	Large intestine	7.13±0.02 ^{Bc}	7.18±0.02 ^{Bb}	7.26±0.03 ^{Aa}
	Small intestine	7.02±0.03 ^{Ca}	6.96±0.01 ^{Db}	6.67±0.02 ^{Ec}
VBN (mg%)	Heart	18.30±4.60 ^{Ac}	34.47±1.43 ^{Cb}	69.50±4.86 ^{Ba}
	Liver	20.13±2.44 ^{Ac}	46.33±2.31 ^{Bb}	67.07±5.31 ^{BCa}
	Rumen	5.80±1.87 ^{Cc}	19.50±2.60 ^{Db}	59.47±4.55 ^{Ca}
	Spleen	22.23±2.95 ^{Ac}	52.17±3.30 ^{Ab}	85.37±5.31 ^{Aa}
	Lung	5.50±1.56 ^{Cc}	38.43±4.82 ^{Cb}	79.27±5.25 ^{Aa}
	Large intestine	4.90±0.52 ^{Cc}	13.43±2.66 ^{Eb}	59.47±4.55 ^{Ca}
	Small intestine	12.5±1.37 ^{Bc}	24.07±2.66 ^{Db}	84.47±6.11 ^{Aa}
TBARS (mg MDA/kg sample)	Heart	0.15±0.00 ^{Ac}	0.20±0.01 ^{Ab}	0.28±0.01 ^{Aa}
	Liver	0.05±0.02 ^{Bb}	0.07±0.02 ^{Cab}	0.09±0.03 ^{BCa}

Rumen	0.01±0.01 ^C	0.03±0.01 ^D	0.02±0.01 ^C
Spleen	0.13±0.00 ^{Ac}	0.17±0.01 ^{ABb}	0.24±0.01 ^{Aa}
Lung	0.14±0.05 ^A	0.19±0.06 ^{AB}	0.26±0.08 ^A
Large intestine	0.03±0.01 ^{BCb}	0.06±0.02 ^{Cb}	0.12±0.04 ^{Ba}
Small intestine	0.06±0.02 ^{Bb}	0.13±0.04 ^{Bb}	0.26±0.08 ^{Aa}

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the column are significantly different (p<0.05).

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the row are significantly different (p<0.05).

○ 한우 부산물의 저장 중 관능평가 변화

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 저장기간에 따른 관능평가의 변화를 아래에 나타내었다(표 10). 육색은 적내장류(심장, 간, 지라 및 허파)에서 높은 값이 나타났으며 반면에 백내장류(양, 대창 및 소창)에서는 낮은 값이 나타났다. 저장기간에 따른 유의적인 차이가 없었다. 향은 종류별 유의적 차이는 없었으나 저장기간이 늘어남에 따라 값이 감소하였다. 불쾌취는 저장 초반에는 적내장류(심장, 간, 지라 및 허파)가 백내장류(양, 대창 및 소창)보다 다소 낮은 값을 보였지만 저장기간이 늘어남에 따라 심장을 제외한 적내장류 및 양이 대창 및 소창보다 높은 값을 나타내었다. 종합적인 기호도는 모든 한우 부산물에서 유사한 결과를 획득하였으며 저장기간이 늘어남에 따라 종합적인 기호도는 낮게 나타났다. 이는 향 및 불쾌취는 저장기간과 밀접한 관계를 가지며, 특히 높은 불쾌취는 기호도를 떨어뜨리는 것으로 판단된다.

표 10. Sensory properties of Hanwoo by-products during storage at 4°C

	Parts	Storage day		
		1	8	15
Color	Heart	7.00±1.41 ^A	6.67±0.58 ^A	7.00±1.41 ^A
	Liver	7.00 ^A	6.67±0.58 ^A	6.00 ^A
	Rumen	2.00 ^B	1.67±0.58 ^C	2.33±0.58 ^B
	Spleen	8.50±0.71 ^A	8.00 ^A	7.67±1.15 ^A
	Lung	6.50±0.71 ^A	7.33±1.53 ^A	7.00±1.41 ^A
	Large intestine	3.00 ^B	3.33±0.58 ^B	3.00 ^B
	Small intestine	2.50±0.71 ^B	2.33±0.58 ^{BC}	2.25±0.35 ^B
	Flavor	Heart	4.33±0.58 ^{Bb}	6.33±0.58 ^{ABa}
Liver		6.00 ^{Aa}	7.00±1.00 ^{Aa}	2.00±1.41 ^b
Rumen		6.00 ^{Aa}	6.00 ^{ABCa}	1.60±1.41 ^b
Spleen		5.33±0.58 ^{ABb}	7.67±0.58 ^{Aa}	2.25 ^b
Lung		4.50±0.71 ^{ABb}	6.33±1.15 ^{ABab}	1.50±0.71 ^b
Large intestine		5.00 ^{ABa}	4.75±0.96 ^{BCa}	2.50±0.71 ^b
Small intestine		5.50±0.71 ^{ABa}	4.50±1.29 ^{Ca}	2.00 ^b
Odor		Heart	2.67±0.58 ^{Bb}	5.50±1.29 ^a
	Liver	3.33±1.53 ^{Bb}	6.50±1.00 ^a	7.00±1.41 ^a

	Rumen	4.50±0.71 ^{ABb}	6.75±0.96 ^a	7.00 ^a
	Spleen	5.00±1.00 ^{AB}	7.00±1.41	7.50±0.71
	Lung	4.00 ^{Bb}	6.25±0.96 ^a	7.50±0.71 ^a
	Large intestine	6.50±2.12 ^A	6.33±0.58	6.50±0.71
	Small intestine	5.00 ^{AB}	6.33±0.58	7.00±1.41
Overall palatability	Heart	4.67±0.58 ^a	3.50±1.29 ^a	1.00 ^b
	Liver	4.67±0.58 ^a	2.75±1.50 ^b	1.00 ^b
	Rumen	3.67±2.08 ^a	2.25±1.26 ^{ab}	1.00 ^b
	Spleen	3.67±0.58 ^a	2.50±1.91 ^{ab}	1.00 ^b
	Lung	4.33±0.58 ^a	2.75±2.36 ^{ab}	1.00 ^b
	Large intestine	3.67±1.53 ^a	3.75±0.96 ^a	1.00 ^b
	Small intestine	4.00±1.00 ^a	3.50±0.58 ^a	1.00 ^b

^{A-B}Means±SE with different superscripts in the column are significantly different (p<0.05).

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the row are significantly different (p<0.05).

* Color: a high score is a dark.; Flavor: a high score is a strong; Odor: a high score is a strong; Overall palatability: the better the preference in higher the score.

○ 한우 부산물의 저장 중 미생물 변화

한우 부산물(심장, 간, 양, 지라, 허파, 대창 및 소창)의 저장기간에 따른 총균 과 대장균군의 변화를 아래에 나타내었다(표 11). 총균의 초기 미생물수(10^4 수준)는 전체적으로 비슷했으며 저장기간이 늘어남에 따라 거의 비슷한 미생물수(10^7 수준)를 보였다. 일반적으로 식품에서 총균은 초기에는 $10^3\sim 10^4$ 의 수준을 보이며 $10^7\sim 10^8$ 의 수준을 보이면 부패했다고 판단한다. 대장균군은 초기에는 거의 나타나지 않았다. 그러나 저장기간이 증가함에 따라 10^3 수준까지 증가 하였다.

표 11. Microbial (\log_{10} CFU/g) of Hanwoo by-products during storage at 4°C

	Parts	Storage day		
		1	8	15
Aerobic bacteria	Heart	4.30±0.12 ^c	5.70±0.22 ^b	7.08±0.26 ^a
	Liver	4.70±0.13 ^c	5.85±0.21 ^b	7.11±0.28 ^a
	Rumen	4.30±0.21 ^c	6.00±0.11 ^b	7.08±0.34 ^a
	Spleen	4.48±0.15 ^c	5.90±0.31 ^b	7.18±0.22 ^a
	Lung	4.48±0.24 ^c	5.95±0.13 ^b	7.15±0.18 ^a
	Large intestine	4.70±0.12 ^c	6.00±0.24 ^b	7.11±0.23 ^a
	Small intestine	4.60±0.11 ^c	6.08±0.12 ^b	7.04±0.17 ^a
Coliform	Heart	0.30±0.13 ^c	2.78±0.15 ^b	3.70±0.30 ^a
	Liver	-	2.95±0.31 ^b	3.78±0.21 ^a
	Rumen	0.30±0.22 ^c	2.78±0.28 ^b	3.85±0.15 ^a
	Spleen	-	3.00±0.19 ^b	3.90±0.13 ^a
	Lung	-	2.95±0.18 ^b	3.95±0.12 ^a
	Large intestine	-	3.08±0.27 ^b	3.90±0.03 ^a
	Small intestine	-	3.00±0.24 ^b	3.78±0.01 ^a

^{a-b}Means±SE with different superscripts in the row are significantly different (p<0.05).

(5) 결론

- 한우부산물은 암수간의 이화학적 차이는 없었음
- 식육과 유사하게 C16과 C18 지방산의 비율이 높았으며 아미노산은 aspartic acid와 glutamic acid가 높았음. 또한, 부위 간에 차이는 다소 존재하나 패턴은 유사함
- 무기물은 칼륨, 나트륨 및 인의 함량이 가장 높았으며 가열감량은 양과 소장에가 가장 높았음
- 저장 중에 휘발성염기태질소는 초기에 비해 저장 종료 시에 매우 높은 수치를 보였고 그 이외에는 주목할만한 차이는 없었음
- 적내장류가 낮은 가열감량과 높은 단백질 용해성을 보임. 또한 마이오글로빈 함량도 높음 그러므로 백내장에 비해 가공적성이 우수하다 판단됨
- 대체로 낮은 관능적 특성을 보임

나. 한우 부산물의 자원화를 위한 처리기술

1차년도에 연구했던 결과들을 토대로 초임계유체처리를 통해 7가지 한우부산물 부위를 이용하여 분석을 실시하였다. 한우 부산물 부위 중 백내장(소창,대창,양 등)에 속하는 부위들은 초임계유체(SC-CO₂) 처리를 통한 특성 및 수율 등 결과들을 보았을 때, 가공적성 및 기술 활용에 적합하지 못하였고 적내장(심장,허파,간 등) 부위들에서 초임계유체(SC-CO₂) 처리를 통한 결과들을 검토한 후 최종적으로 가공적성과 기능성부분에서 가장 효과적이고 적합한 모델인 부분을 확인하였다. 한우부산물의 ‘간’에서 다른 부위들보다 더욱더 우수한 식품재료 및 소재로써 지방 산화 및 지방추출수율 등을 보여 가장 최적의 조건을 만족하는 것을 확인하였고 ‘간’부위를 통하여 다음과 같은 결과들을 얻을 수 있었다.

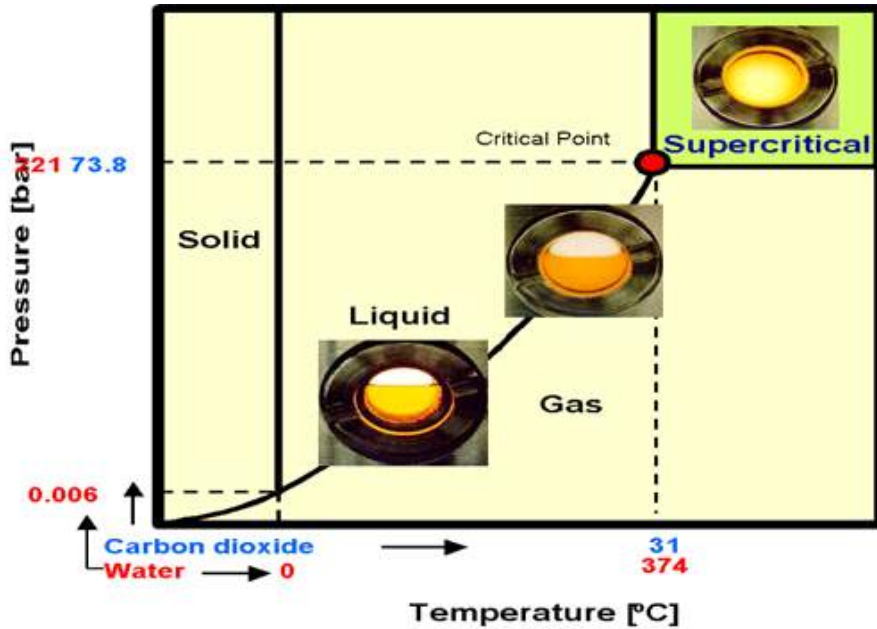
(1) 초임계유체(SC-CO₂) 처리 기술

초임계 CO₂를 이용하는 가공기술은 인체에 무해하고 친환경적이며, 온도와 압력조절만으로 생물소재에서 목적성분의 선택적 추출이 가능하고, 저온 추출이 가능하여 영양소나 기능성 물질의 주된 성분에 손상을 주지 않고 고순도의 물질을 얻을 수 있어 건강식품, 의약품, 화장품, 천연생물소재 생산 등 관련 산업에 그 응용성이 매우 높음

(2) 한우 부산물의 종류별 초임계유체(SC-CO₂) 처리조건 및 최적운영조건

동결 건조된 소간을 균질하여 10 mesh 크기의 체망에 여과하여 실험에 1L의 내부 용적을 갖는 초임계 이산화탄소 추출 장치 vessel에 동결 건조한 소간 시료 일정량을 넣은 후 밀폐하여 CO₂ 탱크에 연결된 이산화탄소는 냉각기를 통해 액화 작업을 한다. 추출되는 장치 온도가 지정 온도(45°C)에 도달 시에, 냉각된 CO₂ 탱크의 밸브를 연 다음 V-1, V-2를 열고 감압 밸브(V-3)는 잠가서, 이어 지정된 압력까지 가압하여 일정하게 압력을 조절하였으며 추출기에 일정한 유량으로 이산화탄소를 유입하였다. 추출 압력은 지속해서 관찰하고 추출 용기에 연결된 Back Pressure Regulator(BPR)를 통해 제어했다. 일정 시간 동안 추출 후 추출이 끝나면 추출 용기의 감압 밸브(V-3)를 열어 장치 내 남아있는 이산화탄소를 완전히 제거한 다음 시료를 꺼냈고, 동결 건조된 소간에서 SC-CO₂ 처리에 의한 이화학적 특성 변화를 확인하고자 45°C의 일정한 온도 조건에서 200, 300 및 450bar에서 3시간 동안 SC-CO₂를 처리하였고, 미생물 저감화 효과를 확인하기 위해 45°C에서 2시간 동안 다양한 압력(50, 100 및 400bar) 조건에서 처리하여 실험에 사용함

- 압력200~450 bar 및 온도 35~60°C 및 시간 1~5 설정



상전이도에서의 초임계 유체

동결 건조된 소간을 이용하여 초임계유체(SC-CO₂)처리를 통해 일반성분을 분석한 결과는 표 11과 같다. 대조군의 일반성분 분석결과, 단백질 49.26%, 지방 32.09%, 회분 11.61%, 수분은 4.78% 순으로 함량이 높게 나타났다. 본 실험에서는 동결 건조한 시료를 사용하였기 때문에 수분함량이 감소하면서 회분, 단백질 그리고 지방의 함량이 상대적으로 높게 나타난 것으로 생각된다. SC-CO₂장치는 비극성 물질의 추출에 용이하기 때문에 처리 온도와 압력이 증가할수록 지방의 추출 수율이 높아져 시료의 지방 함량이 적게 나타났으며 지방의 함량이 적어짐에 따라 상대적으로 단백질의 함량이 높게 나타났다.

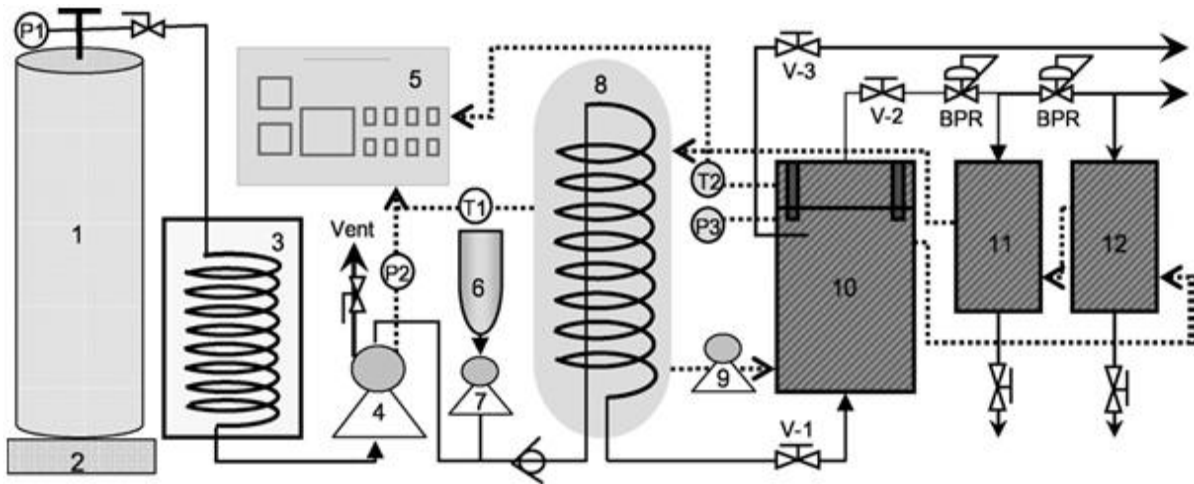


그림 1. Schematic diagram of supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) system

: 1, CO₂ cylinder; 2, electronic balance; 3, chiller; 4, CO₂ pump; 5, controller; 6, cosolvent reservoir; 7, cosolvent pump; 8, heating bath; 9, circulation pump; 10, extractor; 11, separator 1; 12, separator 2; V-1, valve 1; V-2, valve 2; V-3, valve 3; BPR, back pressure regulator; dotted lines, water line; solid lines, CO₂ line.

표 12. Proximate composition (%) of freeze-dried bovine liver treated by SC-CO₂ or organic solvents

Control	SC-CO ₂ treatments	Organic solvents ¹⁾
	45°C	60°C

		200bar	300bar	450bar	200bar	300bar	450bar
Moisture	4.78±0.1 ₄ ^b	5.96±1.23 ^a	6.78±1.46 ^a	6.49±0.96 ^a	3.96±0.17 ^b	6.80±1.02 ^a	6.89±1.26 ^a
Ash	11.61±0.64 ^a	10.38±2.87 ^a	11.01±0.34 ^a	11.57±2.25 ^a	11.63±1.26 ^a	12.01±1.30 ^a	12.65±2.32 ^a
Protein	49.26±1.93 ^c	59.99±1.38 ^b	60.04±3.56 ^b	60.99±2.40 ^b	59.04±0.79 ^b	60.99±2.43 ^b	67.03±0.87 ^a
Fat	32.09±0.60 ^a	5.04±1.38 ^b	4.49±0.38 ^{bc}	3.08±0.36 ^{cd}	4.78±0.38 ^b	3.21±1.42 ^{cd}	2.30±1.01 ^d

All measurements were performed in triplicate.

^{a-c}Means in a row by different superscript were different significantly at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

¹⁾Chloroform:methanol (2:1, v/v)

(3) 초임계유체(SC-CO₂) 최적처리 및 운영조건에 따른 부산물의 이취 및 비린맛 저감화 확인

○ 지방산패도(TBARS), 휘발성염기태질소(VBN)

휘발성염기태질소는 단백질의 산화정도를 나타낸다. 휘발성염기태질소 측정 결과 대조구에서는 저장기간에 따라 크게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 모든 처리구에서 시간에 경과함에 따라 휘발성염기태질소는 유의적으로 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 그에 반면 처리구들(200, 300, 450bar)에서는 대조구에 비해서 단백질 산화가 적게 일어나는 것을 확인하였으며 대조구에 비해 단백질산화에 효과가 있는 것으로 판단된다. 지방산패도는 지방의 산화정도를 나타내며, 결과적으로 대조구에서는 지방산화가 크게 일어난 것을 확인할 수 있다. 그에 반면 처리구들(200, 300, 450bar)에서는 대조구에 비해서 지방산화가 적게 일어났을 뿐만 아니라 1일차~14일차동안의 크게 차이가 없었다. 또한 압력이 높아질수록 산화방지 효과가 더욱더 있는 것으로 확인되었다.

표 13. TBARS and VBN freeze-dried bovine liver treated by SC-CO₂ during storage at 4°C

	Storage day	Control	200bar	300bar	450bar
VBN (mg%)	1	17.5±0.53 ^{cw}	15.1±1.06 ^{cx}	14.7±0.96 ^{cx}	12.3±1.24 ^{cy}
	7	45.6±1.36 ^{bw}	21.8±1.00 ^{bx}	23.0±1.60 ^{bx}	19.4±0.74 ^{by}
	14	72.7±1.57 ^{aw}	40.7±1.40 ^{ax}	43.6±1.37 ^{ay}	40.9±1.52 ^{ay}
TBARS (mg MDA/kg sample)	1	0.12±0.02 ^{bw}	0.07±0.01 ^{bx}	0.03±0.01 ^{by}	0.01±0.00 ^z
	7	0.18±0.01 ^{bw}	0.09±0.01 ^{abx}	0.04±0.01 ^{by}	0.02±0.01 ^z
	14	0.44±0.11 ^{aw}	0.11±0.04 ^{ax}	0.07±0.02 ^{axy}	0.02±0.01 ^z

^{a-c}Means with different superscript in the same column significantly differ at p<0.05.

^{w-z}Means with different superscript in the same row significantly differ at p<0.05.

○ 관능평가

관능평가의 결과로는 육색은 값이 SC-CO₂ 처리구들에 비해서 대조구에서 육색이 감소하는 현상을 볼 수 있다. 처리구들에서는 육색의 명도와 색도 차이는 크게 없었으나, 대조구에서는 저장 기간에 따라서 색이 급격히 낮아지는 경향을 볼 수 있었다. 또한 불쾌취의 결과에서는 SC-CO₂ 처리구에 비하여 대조구에서 이취 및 불쾌취 수치가 시간이 지날수록 증가하는 경향을 보였으며 처리구들에 비해 대조구에서 빨리 산화가 일어나 부패 및 이취 발생 정도가 심해지는 것을 확인할 수 있었다. 초임계유체처리를 한 처리구들에서는 색, 불쾌취 부분이 대조구에 비해서 불쾌취 및 이취 저감 효과가 물질의 산화력도 적은 것을 확인할 수 있었다. 향에서는 압력이 높아질수록 향이 감소하는 경향을 나타냈고, 이는 압력을 증가시켰을 때, 물질에서 나는 향을 저감시킬 수 있는 것으로 판단된다. 종합적인 기호도도 역시 대조구에 비해서 SC-CO₂

처리구에서 높은 기호성의 결과를 볼 수 있었고 압력이 증가할수록 역시 종합적 기호도가 증가하였다. 이러한 결과들을 토대로 SC-CO₂를 통해 압력이 증가할 때마다 이취 및 불쾌취, 육색 등에서 효과가 있는 것으로 사료된다.

표 14. Sensory of freeze-dried bovine liver treated by SC-CO₂ during storage at 4°C

	Storage day	Cotrol	200bar	300bar	450bar
Color	1	4.20±0.45 ^{ax}	5.20±0.45 ^w	4.80±0.45 ^{wx}	5.00±0.71 ^w
	7	2.60±0.55 ^{bx}	5.20±0.45 ^w	5.00±0.00 ^w	5.20±0.84 ^w
	14	2.00±1.00 ^{bx}	5.20±0.45 ^w	4.80±0.45 ^w	5.20±0.84 ^w
Odor	1	4.20±0.84 ^{bw}	2.80±0.45 ^x	2.80±0.45 ^x	2.00±0.00 ^y
	7	5.00±0.71 ^{bw}	3.20±0.45 ^x	2.80±0.45 ^{xy}	2.20±0.45 ^y
	14	6.40±0.89 ^{aw}	3.20±0.45 ^x	2.80±0.45 ^{xy}	2.20±0.45 ^y
Flavor	1	2.00±0.71 ^{wx}	2.40±0.55 ^w	1.40±0.55 ^{xy}	1.00±0.00 ^y
	7	2.80±1.10 ^w	3.00±0.71 ^w	2.00±0.71 ^{wx}	1.40±0.55 ^x
	14	2.80±1.10 ^w	3.00±0.71 ^w	2.00±0.71 ^{wx}	1.40±0.55 ^x
Overall palatability	1	2.60±0.89 ^{ax}	4.80±0.45 ^w	4.60±0.55 ^w	5.40±0.55 ^{bw}
	7	2.20±0.45 ^{aby}	4.80±0.45 ^x	5.00±0.71 ^x	5.80±0.45 ^{abw}
	14	1.60±0.55 ^{by}	4.60±0.55 ^x	5.00±0.71 ^x	6.20±0.45 ^{aw}

^{a-c}Means with different superscript in the same column significantly differ at p<0.05.

^{w-z}Means with different superscript in the same row significantly differ at p<0.05.

* Color: a high score is a dark.; Flavor: a high score is a strong; Odor: a high score is a strong; Overall palatability: the better the preference in higher the score.

(4) 초임계유체 최적처리 및 운영조건에 따른 부산물의 미생물 안전성 확보

○ 총세균 및 대장균군 조사

총세균(그림 2A)과 대장균군(그림 2B)의 미생물 저감화 효과를 SC-CO₂ 장치를 이용하여 처리 시간 (0.5~3시간)에 따라 45°C와 100bar의 일정한 온도 및 압력 조건에서 처리한 결과는 그림 2과 같다. 저장 전 시료의 총 세균수의 경우 대조구에서는 약 4.8log CFU/g으로 나타났고, 초임계 이산화탄소 처리구들에서 30분 처리구들에서는 대조구와 차이가 거의 없었지만 1시간 이후는 3시간까지는 각각 약 4.25, 4.1, 3.8log CFU/g으로 감소하는 경향을 보였다. 이후 저장에 따라 전체적으로 총세균수가 증가하는 경향을 보였다. 저장 1일차에서는 대조군과 처리구들의 차이가 크게 나타나지 않았고 3일째에는 대조구의 경우 6log CFU /g 이상으로 증가하였으며, 30분 처리구에서는 대조군과 거의 차이가 없었지만 1시간 처리구에서는 다소 감소하였고, 2~3시간 처리구에서는 각각 약 4.5, 4.2log CFU/g으로 크게 감소하였다. 저장 5일째 시료에서도 3일째와 유사한 경향을 보였다. 저장 7일째에는 대조군의 경우 8log CFU/g 이상으로 총 세균수가 크게 증가하였고, 초임계 이산화탄소 처리구의 경우에도 대체로 6log CFU/g 이상으로 높은 결과를 보였다. 결과적으로 초임계 이산화탄소 처리 때문에 소간의 총 세균수를 저감화시킬 수 있었다. 대장균군의 경우 저장 전 시료에서 대조군은 약 2.5log CFU/g으로 나타났고, 초임계 이산화탄소 처리에 의해 30분 처리구에서는 약 1.7log CFU/g으로 감소하였으며, 특히 1, 2, 3시간 처리구에서는 모두 전혀 검출되지 않았다. 이후 저장에 따라 대조군의 경우 저장 1일차에서 7일차까지 각각 3.3, 3.8, 4.2, 4.4log CFU/g으로 증가하였고, 저장 1일차에서 처리구의 경우 30분~2시간 처리한 경우 각각 2.1, 1.5, 1.3log CFU/g으로 크게 감소하였으며, 특히 3시간 처리구에서는 전혀 검출되지 않았다. 총 세균에서는 최대 22.33%, 대장균군에서는 100% 사멸할 수

있었다.

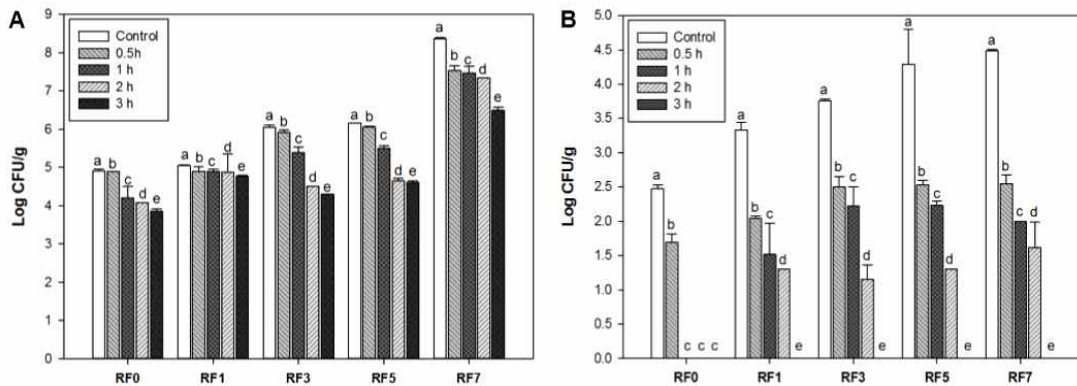


그림 2. Effects of different treatment times on aerobic bacteria (A) and coliform group (B) by supercritical carbon dioxide (SC- CO₂) treatment at 100bar and 45°C.

Different letters (a-e) on the bars indicate significant differences among groups at p<0.05. RF0, RF1, RF3, RF5 and RF7 indicate that samples were refrigerated for 0, 1, 3, 5 and 7 days at 4°C, respectively and then were freeze-dried.

(5) 초임계유체 최적처리 및 운영조건에 따른 한우 부산물 유용성분조사

○ SDS-PAGE

유기용매와 초임계 이산화탄소 처리한 소간의 SDS-PAGE 결과(그림 3)로는, 20에서 250KDa 사이의 단백질 밴드가 나타났고, 먼저 유기용매 처리한 소간의 단백질 패턴의 경우 control과 비교하였을 때 75~50Kda 사이 분자량의 단백질에서 분해가 일어난 반면에, 초임계 이산화탄소 처리한 단백질 SDS-PAGE의 경우 control과 똑같은 밴드를 나타냈다. 이 결과를 통해, 유기용매를 처리한 소간의 단백질의 경우 변성이 일어난 반면에 초임계 이산화탄소 처리시에는 단백질의 변성이 일어나지 않음을 확인할 수 있었다.

○ 지방추출수율

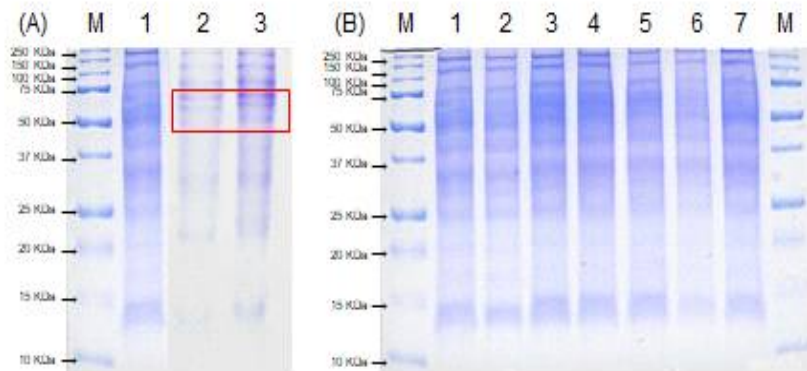


그림 3. Result of SDS-PAGE. Solvent-treatment (A, 6 ig protein sample) and supercritical carbon dioxide SC-CO₂-treatment (B, 6 ig protein sample). M, protein size maker (Bio rad, #161-0373)

(A) 1, control; 2, treated by ether; 3, treated by mixtures; (B) 1, control; 2, SC-CO₂ treatment at 60°C and 200bar; 3, SC-CO₂ treatment at 60°C and 300bar; 4, SC-CO₂ treatment at 60°C and 450bar; 5, SC-CO₂ treatment at 45°C and 200bar; 6, SC-CO₂ treatment at 45°C and 300bar; 7, SC-CO₂ treatment at 45°C and 450bar.

다양한 온도와 압력 조건으로 SC-CO₂를 이용하여 추출한 지방의 추출 수율을 계산한 결과는 그림 4와 같다. SC-CO₂ 장치의 추출 온도를 일정하게 하였을 때는 추출 압력이 높아질수록 동결 건조된 소간에서 지방의 추출 수율이 증가하였으나(p<0.05), 일정한 압력에서 추출 온도를 달리하였을 때는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 이를 통해 소간의 지방 추출에서는 온도보다는 압력이 더 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

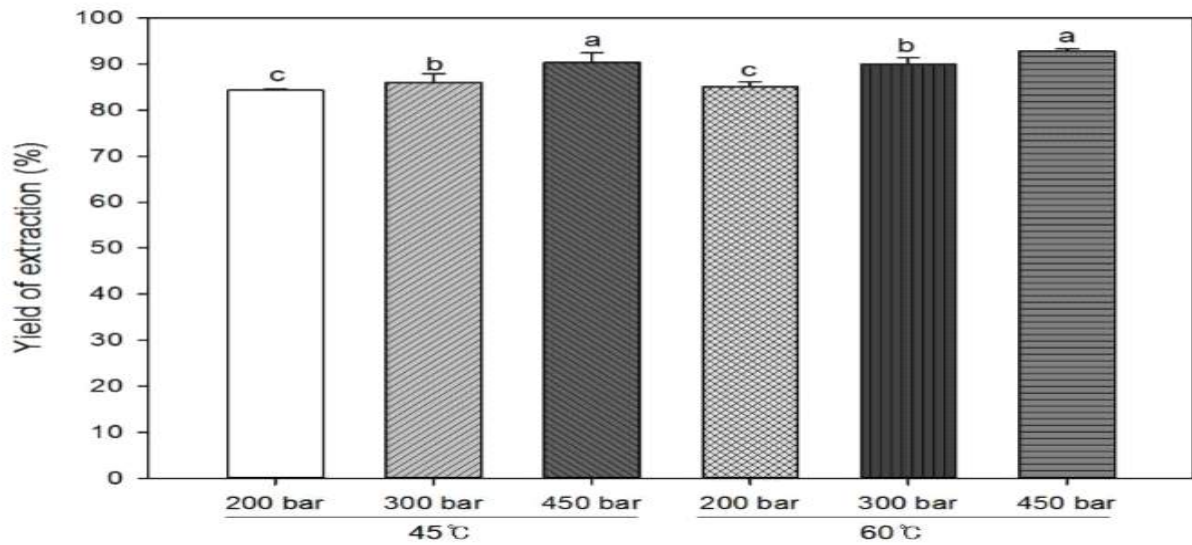


그림 4. The amount of lipid extracted from freeze-dried bovine liver by SC-CO₂ under different temperatures and pressures and organic solvents.

Yield of extraction was calculated as follows: % yield=(fat contents of freeze-dried bovine liver - extracted fat contents of freeze-dried bovine liver)/fat contents of freeze-dried bovine liver. Different letters indicate significant differences between the groups at p<0.05.

○ 무기물

무기물분석 결과는 SC-CO₂를 처리하였을 때 Cu를 제외한 대부분의 미네랄은 대조군보다 함량이 증가하였고, Cu는 감소하였다. K, Ca, Na, Zn, Fe 그리고 P의 함량은 SC-CO₂ 처리 압력이 증가함에 따라 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 SC-CO₂ 장치는 Cu와 같은 중금속 함량을 줄이는 데 도움이 될 뿐만 아니라, 체내에 도움이 되는 다른 미네랄의 손실에는 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

표 15. Mineral contents (mg/100g) of freeze-dried bovine liver treated by SC-CO₂ or organic solvents

Mineral	Control	SC-CO ₂ treatments			Organic solvents		
		40°C			60°C		
		200 bar	300 bar	450 bar	200 bar	300 bar	450 bar
K	168.05±0.51 ^f	295.54±1.07 ^a	289.42±1.36 ^b	210.08±0.34 ^c	244.08±0.51 ^c	238.90±0.19 ^d	156.20±0.20 ^g
Ca	8.35±0.04 ^c	12.30±0.03 ^a	9.76±0.03 ^b	9.77±0.12 ^b	12.28±0.11 ^a	9.65±0.10 ^c	9.27±0.13 ^d
Mg	68.84±0.20 ^g	73.56±0.14 ^c	73.05±0.09 ^f	74.83±0.17 ^d	80.01±0.08 ^c	83.71±0.28 ^b	85.72±0.22 ^a
Na	252.32±0.59 ^g	360.87±0.63 ^a	332.54±0.18 ^c	319.61±0.25 ^d	346.83±0.83 ^b	307.83±0.53 ^c	300.68±0.34 ^f
Cu	25.64±0.07 ^a	14.82±0.03 ^c	23.16±0.05 ^c	9.24±0.01 ^g	22.32±0.06 ^d	12.75±0.05 ^f	23.68±0.06 ^b
Mn	0.68±0.00 ^d	0.92±0.00 ^a	0.93±0.00 ^a	0.66±0.00 ^c	0.79±0.01 ^b	0.65±0.01 ^c	0.76±0.01 ^c
Zn	6.20±0.05 ^f	13.79±0.05 ^a	13.29±0.05 ^b	7.46±0.07 ^d	7.62±0.10 ^c	6.86±0.09 ^c	6.84±0.10 ^c

Fe	32.36±0.2 _{4^c}	38.10±0.11 ^c	38.05±0.12 ^c	28.58±0.27 ^f	39.41±0.28 ^a	38.69±0.31 ^b	36.12±0.34 ^d
P	1,077.39±2.32 ^g	1,349.98±2.15 ^a	1,306.17±3.06 ^b	1,247.01±7.90 ^c	1289.48±6.39 ^c	1254.53±6.92 ^d	1190.46±1.11 ^f

^{a-f}Means in a row by different superscript were different significantly at p<0.05.

○ 아미노산

아미노산의 분석은 9종의 필수 아미노산(Threonine, Valine, Methionine, Isoleucine, Leucine, Phenylalanine, Histidine, Lysine, Arginine)과 8종의 비필수 아미노산 (Aspartic acid, Serine, Glutamic acid, Proline, Glycine, Alanine, Cysteine, Tyrosine)을 포함한 총 17종의 아미노산을 분석하였다. 필수 아미노산 중 Valine, Leucine, Phenylalanine, Lysine, Arginine 그리고 비필수 아미노산 중 Proline, Alanine의 함량이 높게 나타났고 동물에 다량 함유된 필수 아미노산의 함량도 높게 나타났다. SC-CO₂ 장치의 처리 온도가 높을수록 동결 건조된 소간으로부터 남아있는 필수 및 비필수 아미노산의 함량이 적은 것으로 보아, 60°C에서 처리하였을 때 아미노산의 추출이 용이한 것으로 생각되며 대부분 아미노산은 처리 압력이 증가할수록 추출되어 남아있는 아미노산의 함량이 적게 나타났다. 또한, SC-CO₂는 극성물질인 아미노산 추출이 가능할 뿐만 아니라 처리 온도가 높을수록 아미노산의 추출에 더욱더 유용한 방법이라 판단된다.

표 16. Amino acids content (mg/100g) of freeze-dried bovine liver treated by SC-CO₂ or organic solvents

Amino acids	Control	SC-CO ₂ treatments					
		45°C			60°C		
		200	300	450	200	300	450
Total essential amino acids	9718.68	8033.95	8132.15	7959.40	7097.13	7123.36	7191.07
Thr	507.03±2.63 ^a	367.78±0.21 ^b	349.34±0.62 ^c	330.42±2.27 ^d	282.86±2.56 ^c	269.05±1.82 ^f	268.60±1.99 ^f
Val	1199.25±3.16 ^a	910.80±2.84 ^d	941.63±3.16 ^c	993.85±0.21 ^b	826.61±1.92 ^g	833.80±2.54 ^f	871.46±1.61 ^e
Met	491.64±1.00 ^a	448.43±2.94 ^b	435.29±3.26 ^c	399.58±0.02 ^d	386.26±2.38 ^c	377.40±1.26 ^f	372.79±3.14 ^g
Iso	742.43±0.36 ^a	562.88±0.39 ^d	585.93±1.95 ^c	625.82±1.49 ^b	505.26±2.84 ^g	523.97±0.31 ^f	549.08±0.22 ^e
Leu	2059.96±2.51 ^a	1571.41±0.28 ^d	1675.56±0.39 ^c	1729.67±0.19 ^b	1411.65±2.98 ^g	1465.14±1.31 ^f	1473.21±0.22 ^e
Phe	1165.55±3.37 ^a	912.10±2.04 ^d	984.65±2.10 ^c	1001.13±4.00 ^b	813.99±4.29 ^g	846.77±0.42 ^f	865.82±2.06 ^e
His	495.06±2.62 ^a	432.45±0.05 ^b	412.63±1.39 ^c	375.38±2.81 ^d	353.94±0.29 ^c	344.80±0.28 ^f	336.56±0.20 ^g
Lys	1649.63±2.15 ^a	1505.79±1.69 ^b	1443.20±0.33 ^c	1360.90±3.20 ^d	1339.96±2.99 ^c	1309.85±0.32 ^f	1291.65±0.79 ^g
Arg	1408.13±3.16 ^a	1322.31±3.30 ^b	1303.92±0.32 ^c	1142.65±2.45 ^g	1176.60±4.10 ^d	1152.58±3.12 ^f	1161.90±0.62 ^e
Total non essential amino acids	6,263.24	5269.69	5192.50	5,073.43	4629.42	4606.69	4545.03
Asp	132.24±2.61 ^a	63.79±0.11 ^b	62.38±0.46 ^b	52.76±1.32 ^c	46.88±5.10 ^d	40.38±2.21 ^e	40.72±0.39 ^e

Ser	71.66±1.3 _{7^a}	40.15±3.10 _b	33.40±2.63 _b	29.18±1.44 _c	28.35±2.85 _d	23.78 ^c ±3.6 ₅	22.18±0.54 ^c
Glu	13.73±2.1 _{2^a}	8.55±1.09 ^b	7.69±2.10 ^b	6.93±2.87 ^b	7.58±1.48 ^b	7.17 ^b ±2.68	6.80±1.98 ^b
Pro	1371.24±1.11 ^a	1136.67±1.00 ^c	1138.77±4.10 ^c	1210.28±2.92 ^b	1022.77±1.92 ^f	1052.93 ^c ±2.43	1061.20±0.92 ^d
Gly	833.94±2.01 ^a	675.61±2.21 ^b	620.10±2.08 ^c	605.42±1.05 ^d	571.63±3.20 ^e	544.10 ^f ±1.04	508.12±1.77 ^g
Ala	2707.15±2.17 ^a	2335.73±2.01 ^b	2328.59±4.12 ^c	2225.55±2.74 ^d	2062.02±1.20 ^e	2058.58 ^f ±4.17	2028.81±2.76 ^g
Cys	299.02±2.96 ^a	276.97±2.06 ^c	278.58±0.49 ^c	291.87±1.93 ^b	254.08±2.49 ^f	260.36 ^c ±3.29	271.60±2.95 ^d
Tyr	834.26±1.41 ^a	732.22±3.83 ^b	722.99±2.01 ^c	651.44±3.26 ^d	636.11±2.10 ^e	619.39 ^f ±0.22	605.60±0.01 ^g
Total amino acids	15981.92	13303.64	13324.65	13032.83	11726.55	11730.05	11736.10

^{a-f}Means in a row by different superscript were different significantly at p<0.05.

○ 지방산

지방산분석 결과로는 소간에 가장 많은 포화지방산은 Palmitic acid(43.20~55.82%), Myristic acid(5.16~10.54%) 그리고 다가불포화지방산에는 Linoleic acid(9.25~16.80%)로 포화지방산은 SC-CO₂ 장치의 높은 온도(60℃)에서 많이 추출되었고 불포화지방산은 낮은 온도(45℃)에서 많이 추출되었다. 일정한 온도 조건에서 포화지방산의 경우 낮은 압력에서 추출이 활발히 일어났으며 불포화지방산은 높은 압력에서 추출하였을 때 함량이 높게 나타나는 경향을 보였다. 그리고 혈액순환을 촉진하고 신체의 기능성 세포를 활성화시키는데 효과적인 Gadoleic acid는 45℃, 450bar에서 선택적으로 추출되었고, 콜레스테롤 감소 효과가 크고 혈전 생성을 억제해 심장병과 뇌졸중을 예방하는 데 효과가 뛰어난 EPA는 45℃, 300bar에서 선택적으로 많이 추출되었다. 위의 결과를 종합하여 보면, SC-CO₂ 장치를 낮은 온도와 높은 압력조건에서 처리하면 세포의 건강을 유지해주고 대사과정을 원활하게 도와주는 불포화지방산의 추출에 유용할 뿐만 아니라 소간에 있는 Gadoleic acid와 EPA와 같은 불포화지방산을 낮은 온도에서 선택적으로 추출하는데 좋은 방법이라고 생각된다.

표 17. Fatty acid composition (%) from freeze-dried bovine liver by SC-CO₂ or organic solvents

Fatty acids	Conventional method ⁷⁾	Conditions SC-CO ₂ treatments					
		45℃			60℃		
		200 bar	300 bar	450 bar	200 bar	300 bar	450 bar
SFA ¹⁾	55.80	64.52	54.37	50.61	65.33	66.30	58.67
Caprylic acid	0.00±0.00 _b	0.12±0.11 ^b	0.00±0.00 ^b	1.01±0.20 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.17±0.01 ^b
Lauric acid	0.35±0.01 _b	0.73±0.02 ^a	0.66±0.23 ^{ab}	0.22±0.12 ^c	0.65±0.06 ^{ab}	0.65±0.06 ^{ab}	0.51±0.00 ^b
Myristic acid	9.33±0.04 _{ab}	10.54±0.04 ^a	10.51±0.07 ^a	5.16±2.53 ^b	10.02±0.92 ^a	10.02±0.92 ^a	9.53±0.02 ^a
Palmitic acid	46.12±0.08 ^b	53.13±0.39 ^a	43.20±1.19 ^a	44.22±3.05 ^c	54.66±4.78 ^a	54.66±4.78 ^a	48.76±1.55 ^b
MUFA ²⁾	11.94	16.19	14.11	18.49	15.15	14.86	12.15
Myristolei	1.24±0.02	2.44±0.01 ^b	3.04±0.62 ^a	0.88±0.46 ^d	2.06±0.18 ^{bc}	2.21±0.07 ^{bc}	1.75±0.01 ^c

c acid	c						
Palmitoleic acid	6.32±0.04 _b	10.33±0.06 ^a	7.27±2.78 ^{bc}	6.04±3.36 ^c	9.51±0.08 ^{ab}	9.31±0.14 ^{ab}	6.16±0.55 ^c
Oleic acid	4.38±0.08 _{ab}	3.42±0.14 ^{bc}	2.70±1.09 ^c	5.35±1.40 ^a	3.58±0.34 ^{bc}	3.34±0.37 ^{bc}	4.24±1.00 ^b
Gadoleic acid	0.00±0.00 _b	0.00±0.00 ^b	1.10±0.13 ^b	6.22±8.79 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b
PUFA ³⁾	22.26	18.91	30.89	31.92	22.21	19.54	25.47
Linoleic acid	12.13±0.5 _{6^{ab}}	12.07±0.22 ^b	9.25±4.05 ^c	12.08±0.86 ^b	16.80±0.30 ^a	14.05±0.02 ^a	15.79±0.73 ^a
GLA ⁴⁾	0.00±0.00 _b	0.95±0.40 ^b	0.81±0.03 ^b	3.30±1.90 ^a	0.80±0.08 ^b	0.69±0.02 ^b	1.57±1.14 ^b
ALA ⁵⁾	1.37±0.31 _b	2.02±0.04 ^b	0.50±0.08 ^b	6.47±0.65 ^a	0.63±0.07 ^b	0.52±0.00 ^b	0.75±0.21 ^{ab}
Arachidonic acid	8.76±0.90 _a	3.61±1.45 ^c	5.64±0.15 ^{bc}	10.07±3.64 ^a	3.98±0.32 ^b	4.28±0.10 ^c	7.01±0.03 ^b
EPA ⁶⁾	0.00±0.00 _b	0.26±0.02 ^b	4.69±0.77 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.35±0.03 ^b

^{a-d}Means in a row by different superscript were different significantly at p<0.05.

1)SFA: Sum of saturated fatty acid. 2)MUFA: Sum of monounsaturated fatty acid. 3)PUFA: Sum of polyunsaturated fatty acid. 4)GLA: γ-linolenic acid. 5)ALA: α-linolenic acid. 6)EPA: Eicosapentaenoic acid. 7)Conventional method: extracted by ether.

○ 비타민

다음은 비타민분석결과이다. 각 샘플을 SC-CO₂와 유기용매로 처리 후 HPLC를 이용하여 분석한 결과는 표 18에 나타내었다. 비타민 A의 경우 SC-CO₂ 장치의 처리 온도와 압력이 높아질수록 동결 건조된 소간에 남아있는 비타민 A의 함량이 적었는데 이는 SC-CO₂ 처리 시, 온도가 일정할 때는 높은 밀도에 의해 CO₂의 용해력이 증가하고 일정한 밀도 내에서는 온도가 높을수록 용해성이 증가하여 CO₂ 용매의 용해력이 증가했기 때문으로 판단된다(Johannsen & Brunner, 1997). CoQ10의 경우 완전한 추출이 가능하였고 비타민 B군(B1, B2, B3)에서 비타민 B3만 검출되었으며 비타민 B₃는 SC-CO₂ 처리에 의해 추출되지 않았다. 이를 통해 SC -CO₂ 장치는 지용성 물질의 추출에 유용한 방법이라고 생각된다.

표 18. The values of vitamin A and CoQ (mg/100 g) in freeze-dried bovine liver treated by SC-CO₂ or organic solvents

Vitamins	Control	SC-CO ₂ treatments			Organic solvents		
		45 °C 200bar	300bar	450bar	60 °C 200bar	300bar	450bar
Vitamin A	75.48±0.4 _{3^a}	14.28±1.27 ^b	5.28±2.00 ^d	2.60±0.21 ^c	7.19±1.20 ^c	3.75±0.73 ^d	0.21±0.05 ^f
Vitamin B ₃	7.16±0.41 _d	11.21±0.51 ^{bc}	12.57±0.28 ^a	13.20±0.76 ^a	10.83±0.21 ^c	11.57±0.2 _{7^b}	12.86±0.17 ^a
CoQ	5.74±0.1 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b

^{a-c}Means in a row by different superscript were different significantly at p<0.05.

(6) 결론

- 초임계유체처리 시 압력이 높아질수록 지방함량이 낮아지고 반면에 단백질 함량을 증가함
- 지방산패도와 휘발성염기태질소는 감소하고 기호성은 높아짐
- 초임계유체처리 시 시간이 길어질수록 초기 총균과 대장균군의 군락 감소와 더불어 저장 중

생장이 억제됨

- 지방추출력은 온도보다는 압력에 영향을 받음
- 무기물 중 구리는 감소하였으나 인체 유용 미네랄인 포타슘, 칼슘, 소듐, 아연, 철 그리고 인의 함량은 증가함
- 아미노산은 처리 온도가 높을수록 잔존량이 적어짐
- 지방산은 처리조건(온도 및 압력)에 따라 선택적(불포화/포화지방산)으로 추출할 수 있음
- 초임계유체처리는 지용성 비타민 추출에 효과적임

다. 한우 부산물 및 유용물질 활용 육가공제품 첨가제 대체 기술 확립

(1) 육단백질(meat protein)의 한우 부산물 유용단백질 소재 대체 가능성 및 품질특성 구명

- 육단백질 대체 한우 부산물 유래 단백질 소재 첨가 소시지 제조 배합비

한우 부산물(심장)을 활용하여 육단백질 대체 가능성을 구명하기 위해 표 19과 같은 실험설계로 분석을 실시하였다. 이때 원료육과 지방은 돈육과 돈지를 사용하였으며 소금, 설탕, 인산염, 아질산염 및 마늘 분말은 식품첨가물 등급을 사용하였다. 한우 부산물 중 하나인 심장은 도축 후 1일이 경과된 것을 사용하였으며 분말화 작업을 위해 가시지방, 결체조직 및 혈액을 제거하고 흐르는 물에 3회 세척하였다. 그리고 5mm 플레이트를 사용하여 분쇄를 하고 중량 대비 5배의 증류수를 첨가하여 믹서기를 사용하여 7000rpm에서 3분간 균질액을 만들었다. 그리고 균질액은 100mesh 거름망을 사용하여 입자가 큰 조직을 거른 후 걸러진 액을 2000g에서 10분간 원심분리를 하였다. 원심분리 후 상등액은 제거하고 펠렛에 다시 중량 대비 5배의 증류수를 첨가하여 균질액을 만들어 원심분리를 하였다. 원심분리 작업은 총 3회를 실시하였으며 최종적으로 만들어진 수리미 유사물을 실험재료로 사용하였다. 이때 수리미 유사물의 수분은 원료육과 동일한 70%로 보정한 후 사용하였다.

표 19. Formula of sausage

Ingredients (g)	Treatments ¹⁾			
	C	T1	T2	T3
Lean meat	1000	700	900	800
Fat	-	300	-	-
Iced water	100	100	100	100
BHS ²⁾	-	-	100	200
Salt	12	12	12	12
Phosphate	3	3	3	3
Regal brine mix	20	20	20	20
Sugar	7	7	7	7

¹⁾C: without fat and surimi, T1: sausage batter added with fat at 30% level, T2: sausage batter added with bovine heart surimi at 10% level, and T3: sausage batter added with bovine heart surimi at 20% level.

²⁾BHSM: Bovine Heart Surimi-like material

- 일반성분

심장 수리미 유사물을 활용한 소시지의 일반성분 분석 결과를 표 20에 나타내었다. 수분과 조단백질은 T1이 유의적으로 가장 낮았으며($p < 0.05$) 다른 시험구간에 차이는 없었다($p > 0.05$). 반면에 조지방은 T1이 유의적으로 가장 높았으며 T3가 가장 낮았다($p < 0.05$). 또한 육단백질 대체 수준이 높아질수록 조지방은 낮아졌다. 회분은 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 종합적으로 심장 수리미 유사물을 활용하여 육단백질 대체 시 수분과 조단백질 및 조회분에는 별다른 영향을 미치지 않았으나 조지방은 소폭 감소하는 경향이였다. 그러므로 심장 수리미를

활용하여 육단백질을 일부 대체하여도 큰 차이는 없을 것으로 판단된다.

표 20. Proximate composition (%) of sausage using bovine heart surimi-like material

Treatments ¹⁾	Moisture	Fat	Protein	Ash
Control	68.69 ^a	5.80 ^b	23.71 ^a	1.81
T1	54.36 ^b	27.81 ^a	16.18 ^b	1.65
T2	71.07 ^a	5.03 ^{bc}	22.58 ^a	1.83
T3	69.51 ^a	4.17 ^c	24.58 ^a	1.75
SEM	1.78	0.43	1.71	0.09
<i>p</i> value	<0.001	<0.001	0.042	0.653

¹⁾Control: no addition of BHSM and backfat; T1: 30% backfat; T2: 10% BHSM; T3: 20% BHSM.

^{a-c}Means in a column by different superscript were different significantly at *p*<0.05.

○ pH, 유화안정성, 가열수율

심장 수리미 유사물을 활용한 소시지의 pH, 유화안정성 및 가열 수율 측정 결과를 표 21에 나타내었다. 모든 항목에서 시험구간에 유의적인 차이는 없었다(*p*>0.05). pH는 시험구간에 거의 동일한 결과였다. 유화안정성은 T1이 가장 낮았고 T3가 가장 높았다. 또한 원료육 대체 수준이 높아질수록 유화안정성은 높았다. 가열 수율은 T1 가장 높았고 T3가 가장 낮았다. 결과적으로 심장 수리미 유사물은 pH, 유화안정성 및 가열 수율에 유의적인 영향은 없었지만 원료육 대체 수준이 20% 이상일 때부터는 유화안정성과 가열 수율에 부정적인 영향을 주었으므로 10% 대체가 적절할 것으로 판단된다.

표 21. pH, emulsion stability and cooking yield of sausage using bovine heart surimi-like material

Treatments ¹⁾	pH	Emulsion stability (%)	Cooking yield (%)
Control	6.55	3.82	96.33
T1	6.58	1.35	97.84
T2	6.54	3.09	97.10
T3	6.57	5.41	95.54
SEM	0.01	0.90	0.48
<i>p</i> value	0.190	0.082	0.083

¹⁾Control: no addition of BHSM and backfat; T1: 30% backfat; T2: 10% BHSM; T3: 20% BHSM.

○ 색

심장 수리미 유사물을 활용한 소시지의 육색 측정 결과를 표 22에 나타내었다. 명도는 T1이 유의적으로 가장 높았으며 심장 수리미 유사물 첨가구(T2, T3)가 유의적으로 가장 낮았다 (*p*<0.05). 원료육 대체 수준에 따른 명도의 차이는 없었다(*p*>0.05). 반면에 적색도는 T1이 유의적으로 가장 낮았고 다른 시험구간에는 유의적인 차이는 없었다(*p*>0.05). 황색도는 대조구가 유의적으로 가장 낮았고 T1, T2 및 T3는 동일한 수준 이었다(*p*<0.05). 채도는 시험구간에 유의적인 차이는 없었다(*p*>0.05). 색상 각은 T1이 유의적으로 가장 높았으며(*p*<0.05) 다른 시험구간에 차이는 없었다(*p*>0.05). 종합적으로 살펴보면, 심장 수리미 유사물은 유화형 소시지의 적색도 향상에는 긍정적이거나 명도와 색상 각의 감소로 인해 탁도가 소폭 증가할 것으로 판단된다.

표 22. Instrumental color measurement of sausage using bovine heart surimi-like material

Treatments ¹⁾	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
Control	70.60 ^b	6.15 ^a	10.46 ^b	12.14	59.71 ^b
T1	75.66 ^a	4.11 ^b	11.28 ^a	12.01	70.08 ^a
T2	68.20 ^c	5.83 ^a	11.01 ^a	12.46	62.14 ^b
T3	66.92 ^c	5.73 ^a	11.34 ^a	12.74	63.09 ^b
SEM	1.04	0.29	0.17	0.21	1.26
<i>p</i> value	0.002	0.005	0.043	0.149	0.003

¹⁾Control: no addition of BHSM and backfat; T1: 30% backfat; T2: 10% BHSM; T3: 20% BHSM.

^{a-c}Means in a column by different superscript were different significantly at $p < 0.05$.

○ 조직감

심장 수리미 유사물을 활용한 소시지의 조직감 분석 결과를 표 23에 나타내었다. 경도는 대조구 및 T2가 유의적으로 가장 높았고 T1 및 T3가 가장 낮았다($p < 0.05$). 응집성 및 탄력성은 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 겹섬 및 씹힘성은 대조구가 유의적으로 가장 높았고 T1 및 T3가 가장 낮았다($p < 0.05$). 종합적으로 T2는 대조구와 유사한 조직적 특성을 보였고 T3는 T2와 유사한 조직적 특성을 보였다. 그러므로 심장 수리미 유사물을 활용하여 소시지 제조 시 원료육을 일부 대체하여 사용한다면 조직적인 측면에 매우 긍정적인 효과가 있을 것으로 판단된다.

표 23. Texture profile analysis of sausage using bovine heart surimi-like material

Treatments ¹⁾	Hardness (N)	Cohesiveness	Springiness (ratio)	Gumminess (N)	Chewiness (N*mm)
Control	6.69 ^a	0.37	0.85	2.48 ^a	2.11 ^a
T1	3.09 ^b	0.31	0.99	0.96 ^c	0.95 ^c
T2	5.13 ^a	0.33	0.89	1.69 ^b	1.50 ^b
T3	2.82 ^b	0.33	0.89	0.93 ^c	0.83 ^c
SEM	0.51	0.07	0.04	0.77	0.60
<i>p</i> value	0.010	0.274	0.163	0.009	0.024

¹⁾Control: no addition of BHSM and backfat; T1: 30% backfat; T2: 10% BHSM; T3: 20% BHSM.

^{a-c}Means in a column by different superscript were different significantly at $p < 0.05$.

○ 관능평가

심장 수리미 유사물을 활용한 소시지의 관능검사 결과를 표 24에 나타내었다. 색은 심장 수리미 유사물 첨가구(T2 및 T3)가 유의적으로 가장 높았으며 T1이 가장 낮았다($p < 0.05$). 풍미는 T1 및 T3가 유의적으로 가장 높았으며 대조구 및 T2가 가장 낮았다($p < 0.05$). 또한 원료육 대체 수준이 증가할수록 풍미도 증가했다. 경도는 심장 수리미 유사물 첨가구(T2 및 T3)가 유의적으로 가장 높았다($p < 0.05$). 씹힘성은 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 종합적기호도는 대조구가 유의적으로 가장 낮았으며($p < 0.05$) 다른 시험구간에 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$). 그러나 T2가 수치적으로 T1 및 T3에 비해 높았다. 그러므로 수리미 유사물의 첨가는 관능적 특성에 매우 긍정적인 영향을 주었으며 특히 종합적기호도 측면에서 우수한 결과를 보였으므로 심장 수리미 유사물을 활용하여 원료육을 일부 대체하여 소시지를 제조한다면 소비자의 만족도가 높은 제품을 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

표 24. Sensory of sausage using bovine heart surimi-like material

Treatments ¹⁾	Color	Flavor	Hardness	Chewiness	Overall acceptability
Control	4.36 ^c	5.66 ^b	4.55 ^b	4.89	5.11 ^b
T1	3.51 ^d	6.59 ^a	4.01 ^b	5.03	6.10 ^a
T2	5.26 ^a	5.77 ^b	5.13 ^a	4.69	6.21 ^a
T3	5.89 ^a	6.21 ^a	5.74 ^a	4.89	6.03 ^a
SEM	0.23	0.86	0.52	0.93	0.75
<i>p</i> value	<0.001	0.008	0.003	0.250	0.011

¹⁾Control: no addition of BHSM and backfat; T1: 30% backfat; T2: 10% BHSM; T3: 20% BHSM.

^{a-d}Means in a column by different superscript were different significantly at $p < 0.05$.

(2) 동물성 지방 및 비육단백질(non-meat protein)의 한우 부산물 유용단백질 소재 대체 가능성 및 품질특성 구명

한우 부산물 중 하나인 심장은 단백질의 함량이 높은 장점이 있으나 특유의 냄새로 인해 관

능성이 떨어지는 단점이 있다. 그래서 본 연구진은 식품에서의 냄새 원인물질인 지방을 제거하는 기술인 초임계유체 처리기술의 적용가능성을 2차년도에서 확인하였고 이를 바탕으로 3차년도 목표 중 하나인 동물성 지방 대체 연구에 접목하여 실시하였다.

○ 동물성 지방 및 비육단백질(non-meat protein)의 한우 부산물 유용단백질 소재 대체 소시지 제조 배합비

한우 부산물(심장)을 활용하여 동물성 지방 대체 가능성을 구명하기 위해 표 25과 같은 제조 배합비를 바탕으로 실험을 하였다. 이때 원료육과 지방은 우육과 우지를 사용하였으며 소금, 설탕, 인산염, 아질산염 및 마늘 분말은 식품첨가물등급을 사용하였다. 한우 부산물 중 하나인 심장은 도축 후 1일이 경과된 것을 사용하였으며 분말화 작업을 위해 가시지방, 결체조직 및 혈액을 제거하고 흐르는 물에 3회 세척 하였다. 그리고 5mm 플레이트를 사용하여 분쇄하고 곧바로 -80℃ 초저온 냉동고에 24시간을 방치시켰다. 24시간이 지난 후 동결건조를 하여 초고속 분쇄기를 사용하여 분말화를 실시하였다(NDBH). 그리고 분말화된 심장 일부를 초임계유체 처리 또는 유기용매 처리를 하여 분말 내에 함유되어있는 지방을 완전히 제거하였다. 그 후 100mesh 거름망을 사용하여 입자가 큰 분말을 제거한 후 최종적으로 실험첨가물(DBH)로 사용하였다. 또한 배합에 사용된 빙수의 양은 원료육, 동물성 지방, NDBH 및 DBH의 수분함량을 보정하여 사용되었다.

표 25. Formula of Sausage

Ingredients (%)	Treatments ¹⁾					
	Control	T1	T2	T3	T4	T5
Lean meat beef	57.5	54.5	56	54.5	56	54.5
Backfat	20	14	17	14	17	14
NDBH ²⁾	-	6	-	-	-	-
DBH ³⁾	-	-	3	6	3	6
Iced water	20	23	21.5	23	21.5	23
NaCl	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sugar	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Phosphate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Garlic	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Total	100	100	100	100	100	100

¹⁾Control: 20% backfat; T1: 30% replacement of backfat with NDBH; T2 or T3: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by SC-CO₂; T4 or T5: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by organic solvent.

²⁾NDBH: Non-deffated bovine heart.

³⁾DBH: Deffacted bovine heart.

○ 이화학적 특성

심장을 활용한 동물성 지방 대체 소시지의 이화학적 특성 결과를 표 26에 나타내었다. 수분은 대조구, T1, T2 및 T3가 가장 높았다($p < 0.05$). 조단백질은 T3가 유의적으로 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다($p < 0.05$). 반면에 조지방은 대조구가 유의적으로 가장 높았고 T3가 가장 낮았다($p < 0.05$). 회분은 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 유화안정성은 수분삼출과 지방삼출로 나누어 실험을 하였다. 수분 삼출은 대조구, T1 및 T2는 유의적인 차이가 없었으나($p > 0.05$) T3는 가장 낮았다($p < 0.05$). 지방 삼출은 대조구가 유의적으로 가장 높았고 T3가 가장 낮았다($p < 0.05$). 가열 수율은 대조구가 유의적으로 가장 낮았고 T3가 가장 높았다($p < 0.05$). pH는 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 종합적으로 볼 때 수분과 회분에는 별다른 영향은 없었지만 조단백질은 NDBH 또는 DBH 첨가구가 대조구에 비해 높았으며 지방은 대조구에 비

해 NDBH 또는 DBH 첨가구가 더 낮은 함량을 보였다. 그리고 유화안정성 및 가열 수율은 대조구에 비해 NDBH 또는 DBH 첨가구가 더 안정적이었다. 특히 가열 수율은 NDBH보다 DBH가 더 높았다. 그러므로 NDBH 또는 DBH를 활용하여 동물성 지방을 대체 할 시 더 좋은 품질 특성을 보일 것으로 판단되며 특히 NDBH보다 DBH가 더욱 높은 품질특성을 보일 것으로 사료된다.

표 26. Physicochemical properties of sausage fat replaced by bovine heart

Treatments ¹⁾	Proximate composition (%)				Emulsion stability (%)		Cooking yield (%)	pH
	Moisture	Protein	Fat	Ash	Water exudation	Fat exudation		
Control	62.95 ^a	11.29 ^d	22.48 ^a	2.12	20.77 ^{ab}	3.09 ^a	86.57 ^d	6.14
T1	63.00 ^a	15.43 ^b	18.19 ^{bc}	2.17	19.20 ^{ab}	2.56 ^b	93.64 ^{bc}	6.37
T2	62.74 ^a	16.53 ^b	17.75 ^{bc}	2.16	20.17 ^{ab}	2.62 ^b	94.82 ^{ab}	6.15
T3	63.13 ^a	18.50 ^a	15.66 ^d	2.19	18.86 ^b	2.21 ^c	96.63 ^a	6.15
T4	61.95 ^b	14.55 ^c	19.09 ^b	2.21	23.01 ^a	3.14 ^a	91.72 ^c	6.16
T5	62.55 ^{ab}	15.94 ^b	17.00 ^{cd}	2.21	20.95 ^{ab}	3.45 ^a	92.57 ^{bc}	6.17
SEM	0.04	0.28	0.22	0.05	0.38	0.24	0.13	0.03

¹⁾Control: 20% backfat; T1: 30% replacement of backfat with NDBH; T2 or T3: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by SC-CO₂; T4 or T5: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by organic solvent.

^{a-d}Different letters in a column indicate significant difference ($p < 0.05$).

○ 조직감

심장을 활용한 동물성 지방 대체 소시지의 조직감 분석 결과를 표 27에 나타내었다. 경도는 유의적으로 T3가 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다($p < 0.05$). 또한 T3는 지방 대체 수준이 같은 T1보다도 높았다($p < 0.05$). 응집성은 T2 및 T3가 유의적으로 다른 시험구에 비해 높았다($p < 0.05$). 겹섬 및 씹힘성은 T3가 유의적으로 가장 높았고 대조구가 가장 낮았다($p < 0.05$). 추가적으로 T3는 지방 대체 수준이 같은 T1보다도 겹섬 및 씹힘성이 높았다. 그러므로 조직적 특성은 전체적으로 대조구에서 비해 NDBH 또는 DBH로 지방의 일부를 대체 할 시 더 높은 조직적 특성을 보였고 특히 같은 대체 수준이라면 NDBH보다 DBH가 더 우수한 조직적 특성을 보였다. 그러므로 심장을 활용하여 지방의 일정 부분을 대체한다면 좋은 품질의 소시지를 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

표 27. Texture profile analysis of sausage fat replaced by bovine heart.

Treatments ¹⁾	Hardness (N)	Cohesiveness	Gumminess (N)	Chewiness (N)
Control	26.45 ^c	0.81 ^b	21.81 ^c	20.74 ^c
T1	40.08 ^b	0.82 ^b	32.99 ^b	31.37 ^b
T2	34.67 ^c	0.86 ^a	29.74 ^c	28.56 ^b
T3	43.76 ^a	0.88 ^a	37.70 ^a	36.86 ^a
T4	30.46 ^d	0.82 ^b	25.50 ^d	27.94 ^b
T5	40.68 ^b	0.83 ^b	33.91 ^b	32.92 ^{ab}
SEM	0.17	0.02	0.25	0.37

¹⁾Control: 20% backfat; T1: 30% replacement of backfat with NDBH; T2 or T3: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by SC-CO₂; T4 or T5: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by organic solvent.

^{a-d}Different letters in a column indicate significant difference ($p < 0.05$).

○ 색

심장을 활용한 동물성 지방 대체 소시지의 육색 측정 결과를 표 28에 나타내었다. 명도는 T1이 유의적으로 가장 낮았으며 대조구가 가장 높았다($p < 0.05$). 또한 NDBH 또는 DBH의 차이보다는 지방 대체 수준에 따른 차이가 더욱 명확했다. 적색도는 대조구가 유의적으로 가장 낮았

고 T3이 가장 높았다($p < 0.05$). 황색도는 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p < 0.05$). 채도는 T3가 유의적으로 가장 높았고($p < 0.05$) NDBH 또는 DBH의 차이 또는 지방 대체 수준에 따른 차이는 없었다($p > 0.05$). 색조 각은 대조구가 유의적으로 가장 높았으며 T1이 가장 낮았다($p < 0.05$). 또한 지방 대체 수준이 높아질수록 색조 각은 낮아졌으며 NDBH 첨가구 보다는 DBH 첨가구가 더 높은 경향을 나타냈다. 종합적으로 NDBH 또는 DBH는 적색도 상승이라는 긍정적인 효과가 있었고 명도, 채도 및 색조 각에서는 NDBH 보다는 DBH가 부정적인 영향이 적으므로 제품 제조 시 DBH를 활용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

표 28. Instrumental color measurement of sausage fat replaced by bovine heart

Treatments ¹⁾	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
Control	58.24 ^a	7.08 ^c	13.34	15.12 ^b	62.07 ^a
T1	51.74 ^c	9.80 ^{ab}	12.38	15.79 ^b	51.69 ^c
T2	55.18 ^b	9.23 ^b	13.36	16.25 ^b	55.39 ^{bc}
T3	52.52 ^c	10.51 ^a	13.43	17.07 ^a	52.07 ^c
T4	55.03 ^b	8.71 ^b	13.49	16.07 ^b	57.23 ^b
T5	51.71 ^c	8.85 ^b	13.77	16.37 ^b	57.29 ^b
SEM	0.13	0.19	0.11	0.08	0.30

¹⁾Control: 20% backfat; T1: 30% replacement of backfat with NDBH; T2 or T3: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by SC-CO₂; T4 or T5: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by organic solvent.

^{a-d}Different letters in a column indicate significant difference ($p < 0.05$).

○ 총균

심장을 활용한 동물성 지방 대체 소시지의 저장 중 총균 측정 결과를 표 29에 나타내었다. 모든 시험구에서 저장 중 총균수는 유의적으로 증가했다($p < 0.05$). 또한 저장 중 총균의 증가 폭은 T3가 가장 낮았다. 결과적으로 총균 성장 억제력은 동일한 지방 대체 수준에서는 NDBH보다는 DBH가 더 우수했으며 또한 DBH로 대체 시 첨가 수준이 높아질수록 총균 생장은 억제되었다.

표 29. Total aerobic bacteria of sausage fat replaced by bovine heart

Storage period (week)	Treatment	Aerobic bacteria (\log_{10} cfu/g)
1	Control	2.82±0.01 ^{cd}
	T1	3.13±0.02 ^{ad}
	T2	2.93±0.02 ^{bd}
	T3	2.55±0.04 ^{cd}
	T4	3.06±0.01 ^{ad}
	T5	2.64±0.04 ^{bd}
2	Control	4.31±0.01 ^{cc}
	T1	4.35±0.02 ^{bc}
	T2	4.32±0.01 ^{cc}
	T3	3.92±0.04 ^{dc}
	T4	4.47±0.01 ^{ac}
	T5	4.41±0.04 ^{abc}
3	Control	5.20±0.01 ^{cb}
	T1	5.21±0.02 ^{cb}
	T2	5.03±0.01 ^{db}
	T3	4.77±0.01 ^{eb}
	T4	5.33±0.01 ^{ab}
	T5	5.27±0.02 ^{bb}
4	Control	6.36±0.01 ^{ba}
	T1	6.47±0.00 ^{aa}
	T2	6.24±0.02 ^{ca}
	T3	5.70±0.03 ^{da}
	T4	6.45±0.01 ^{aa}

¹⁾Control: 20% backfat; T1: 30% replacement of backfat with NDBH; T2 or T3: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by SC-CO₂; T4 or T5: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by organic solvent. Different letters (a-f for different samples in the same week, A-D for same sample in different weeks) in a column indicate significant difference (p<0.05).

○ 단백질 산화

심장을 활용한 동물성 지방 대체 소시지의 저장 중 단백질 산화 측정 결과를 그림5에 나타내었다. 저장 중 대조구가 유의적으로 가장 낮은 산화를 보였다. 추가적으로 DBH를 활용하여 지방 대체 수준이 높아질수록 산화도 함께 증가했다. 결과적으로 NDBH 또는 DBH의 첨가는 단백질산화에 부정적인 영향을 미치므로 단백질산화를 억제할 수 있는 추가적인 방법의 모색이 필요할 것으로 판단된다.

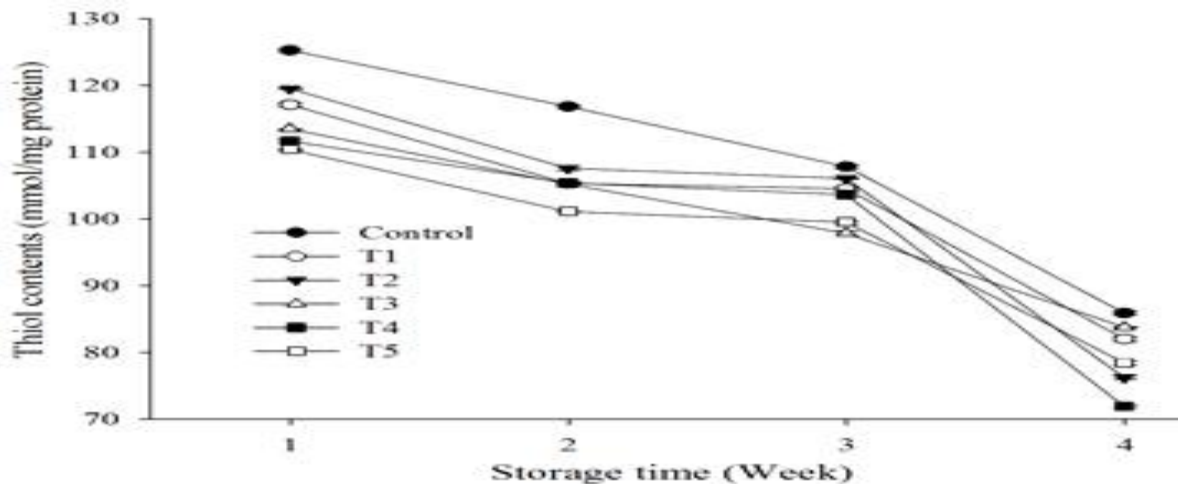


그림 5. Protein oxidation of sausage fat replaced by bovine heart. Control

20% backfat; T1: 30% replacement of backfat with NDBH; T2 or T3: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by SC-CO₂; T4 or T5: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by organic solvent.

○ 점도

심장을 활용한 동물성 지방 대체 소시지의 점도 측정 결과를 그림6에 나타내었다. 대조구는 다른 시험구에 비해 점도가 가장 낮았다. 그리고 NDBH 첨가구는 2번째로 낮은 점도를 보였다. 또한 지방 대체 수준이 높아질수록 점도는 높아졌다. 종합적으로 지방 대체를 위해 단백질 함량을 높임으로 인해 점도가 상승하였고 이는 유화안정성 및 가열 수율에 긍정적으로 작용했을 것으로 판단된다. 또한 DBH 첨가구가 NDBH 첨가구 보다 점도가 더 높았으므로 최종 제품에의 적용은 DBH 첨가가 더 바람직할 것으로 사료된다.

(3) 합성첨가제(아질산/질산염) 및 합성조미료 대체 한우 부산물 유용물질 활용 가능성 구명

○ 합성첨가제(아질산/질산염) 및 합성조미료 대체 한우 부산물 유용물질 활용 소시지 제조 배합비

한우 부산물(심장 및 간)을 활용하여 합성첨가제 또는 합성조미료 대체 가능성을 구명하기 위해 표 30과 같은 실험설계를 바탕으로 실험을 하였다. 이때 원료육과 지방은 국내 육가공제품에 가장 많이 사용되는 돈육과 돈지를 사용하였으며 NaCl, 설탕, 인산염, 아질산염 및 MSG는 식품첨가물등급을 사용하였다. 한우 부산물 중 하나인 심장과 간은 도축 후 1일이 경과된 것을

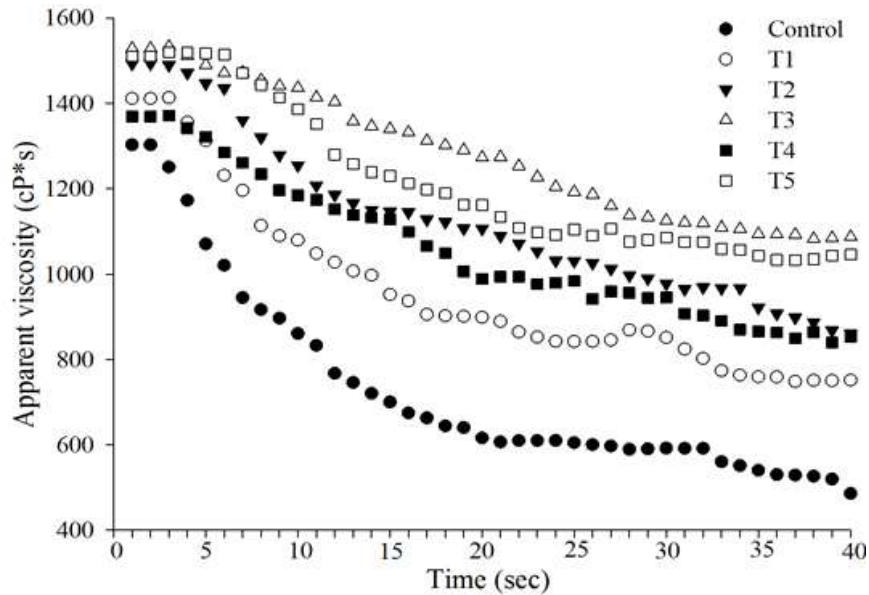


그림 6. Apparent viscosity of sausage fat replaced by bovine heart. Control: 20% backfat; T1: 30% replacement of backfat with NDBH

T2 or T3: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by SC-CO₂; T4 or T5: 15% or 30% replacement of backfat with DBH treated by organic solvent.

사용하였으며 분말화 작업을 위해 가시지방, 결체조직 및 혈액을 제거하고 흐르는 물에 3회 세척하였다. 그리고 5mm 플레이트를 사용하여 분쇄하고 곧바로 -80℃ 초저온 냉동고에 24시간을 방치시켰다. 24시간이 지난 후 동결건조를 하여 초고속 분쇄기를 사용하여 분말화를 실시하였다. 그 후 100mesh 거름망을 사용하여 입자가 큰 분말을 제거한 후 향미 증진을 위해 200℃에서 5분간 로스팅 단계를 실시하여 최종적으로 실험첨가물로 사용하였다.

표 30. Formula of sausage

Ingredients (%)	Treatments ¹⁾						
	Control	Nitrite	MSG	LBHP	HBHP	LBLP	HBLP
Raw meat	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
Back fat	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Iced water	20	20	20	20	20	20	20
NaCl	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sugar	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Phosphate	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Nitrite	-	0.007	-	-	-	-	-
MSG	-	-	0.2	-	-	-	-
BHP ²⁾	-	-	-	0.2	0.4	-	-
BLP ³⁾	-	-	-	-	-	0.2	0.4

¹⁾Control: no added any seasoning and nitrite/nirate; Nitrite: 0.007% nitrite; MSG: 0.2% monosodium L-glutamate; LBHP: 0.2% BHP; HBHP: 0.4% BHP; LBLP: 0.2% BLP; HBLP: 0.4% BLP.

²⁾BHP: Bovine Heart Powder.

³⁾BLP: Bovine Liver Powder.

○ 일반성분

가열 돈육소시지 제조 시 심장 및 간 분말 첨가에 따른 일반성분 결과를 표 31에 나타내었다. 전체적으로 일반성분은 첨가 간에 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 조단백질 함량은 0.4% 심장 또는 간 분말 첨가구가 다른 첨가에 비해 높았다. 수분은 무첨가구가 가장 높았으며 0.4% 심장 또는 간 분말 첨가구는 0.2% 심장 또는 간 분말 첨가구에 비해 높았다. 조지방은 아질산 나트륨 첨가구가 가장 높았으며 0.4% 심장 분말 첨가구가 가장 낮았다. 회분은 첨가 간에 비슷한 함량이었다. 종합적으로 볼 때 심장 또는 간 분말을 첨가제 수준에서 사용 시 일반성분에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

표 31. Proximate composition (%) of cooked pork sausage with bovine heart and liver powder added

Treatments ¹⁾	Moisture	Fat	Protein	Ash
Control	61.02	21.82	15.17	2.15
Nitrite	57.06	25.16	15.90	2.20
MSG	60.09	21.28	15.94	2.33
LBHP	58.93	23.23	15.24	2.30
HBHP	60.84	20.81	16.90	2.27
LBLP	57.93	23.10	15.63	2.24
HBLP	58.63	23.42	16.31	2.18
SEM	1.71	1.98	0.64	0.10
<i>p</i> -value	0.62	0.74	0.54	0.66

¹⁾Control: no added any seasoning and nitrite/nirate; Nitrite: 0.007% nitrite; MSG: 0.2% monosodium L-glutamate; LBHP: 0.2% BHP; HBHP: 0.4% BHP; LBLP: 0.2% BLP; HBLP: 0.4% BLP.

○ 색

가열 돈육소시지 제조 시 심장 및 간 분말 첨가에 따른 육색 측정 결과를 표 32에 나타내었다. 모든 육색 측정 항목들은 첨가 간에 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 명도는 심장 또는 간 분말 첨가 시 무첨가구와 아질산나트륨 첨가구에 비해 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 또한 간 분말 첨가구는 심장 분말 첨가구에 비해 명도가 낮았다($p < 0.05$). 적색도는 아질산나트륨 첨가구가 가장 높았으며 무첨가구가 가장 낮았다($p < 0.05$). 그러나 심장 또는 간 분말 첨가구는 무첨가구보다 유의적으로 높았으며($p < 0.05$) 특히 심장 분말 첨가구는 간 분말 첨가구보다 높았으며 아질산나트륨 다음으로 적색도가 높았다($p < 0.05$). 황색도 및 채도는 시험구간에 유의적인 차이는 없었으나($p > 0.05$) 수치적으로 심장 분말 첨가구가 대체로 높은 경향이였다. 색조 각은 아질산나트륨 첨가구가 가장 낮았으며 무처리구가 가장 높았다($p < 0.05$). 심장과 간 분말 및 MSG 첨가구는 유사한 결과였으나 특히 0.2% 심장 분말 첨가구가 가장 낮았다. 종합적으로 심장 또는 간 분말 첨가 시 주목할 만한 육색의 변화는 없었으나 적색도를 상승시킨다는 점에서 증진제로서의 사용 가능성을 확인하였다.

표 32. Instrumental color measurement of cooked pork sausage with bovine heart and liver powder added

Treatments ¹⁾	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
Control	72.88 ^a	4.23 ^d	10.46	11.29	68.05 ^a
Nitrite	72.12 ^a	6.33 ^a	10.28	12.08	58.47 ^c
MSG	69.79 ^b	5.04 ^c	10.43	11.59	64.28 ^b
LBHP	69.86 ^b	5.87 ^b	11.90	12.39	62.95 ^b
HBHP	70.59 ^b	5.93 ^b	11.41	12.52	65.83 ^{ab}
LBLP	67.43 ^c	5.01 ^c	10.86	11.96	65.40 ^{ab}
HBLP	66.38 ^c	5.16 ^c	10.49	11.47	66.42 ^{ab}
SEM	0.52	0.30	0.25	0.32	1.03
<i>p</i> -value	<0.001	<0.001	0.784	0.321	<0.001

¹⁾Control: no added any seasoning and nitrite/nirate; Nitrite: 0.007% nitrite; MSG: 0.2% monosodium L-glutamate; LBHP: 0.2% BHP; HBHP: 0.4% BHP; LBLP: 0.2% BLP; HBLP: 0.4% BLP.

○ 이화학적 특성

가열 돈육소시지 제조 시 심장 및 간 분말 첨가에 따른 이화학적 특성 결과를 표 33에 나타내었다. pH는 시험구간에 유의적인 차이가 없었으며($p > 0.05$) 모든 시험구에서 유사한 결과였다. 가열 수열은 시험구간에 유의적인 차이가 없었으나($p > 0.05$) 심장 분말 첨가구가 다른 첨가구에 비해 낮은 결과였다. 유화안정성은 시험구간에 유의적인 차이는 없었으나($p > 0.05$). 하지만 MSG 첨가구가 가장 높았으며 심장 또는 간 분말 첨가구는 대체적으로 낮은 경향이였다. 또한 심장

또는 간 분말의 첨가량이 높아질수록 유화안정성도 높아지는 경향이였다. TBARS는 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 그러나 수치적으로 아질산나트륨 첨가구가 가장 낮았고 MSG 첨가구가 가장 높았다. 또한 심장 분말 첨가구는 간 분말 첨가구보다 높은 경향이였다. 종합적으로 심장 또는 간 분말은 이화학적 특성에 큰 영향은 미치지 않았으며 높은 가열 수율과 유화안정성으로 인해 소시지 생산 시 원료 투입량 대비 손실이 낮을 것으로 판단된다.

표 33. Physicochemical properties of cooked pork sausage with bovine heart and liver powder added

Treatments ¹⁾	pH	Cooking yield (%)	Emulsion stability (%)	TBARS (mg MDA/kg sample)
Control	6.67	2.26	95.54	2.28
Nitrite	6.61	2.28	96.84	1.10
MSG	6.52	2.44	94.84	2.89
LBHP	6.43	1.60	97.60	2.20
HBHP	6.43	1.91	96.59	2.57
LBLP	6.48	2.30	97.40	1.67
HBLP	6.45	2.21	96.68	2.07
SEM	0.13	0.29	1.05	0.49
<i>p</i> -value	0.156	0.517	0.184	0.32

¹⁾Control: no added any seasoning and nitrite/nirate; Nitrite: 0.007% nitrite; MSG: 0.2% monosodium L-glutamate; LBHP: 0.2% BHP; HBHP: 0.4% BHP; LBLP: 0.2% BLP; HBLP: 0.4% BLP.

○ 관능평가

가열 돈육소시지 제조 시 심장 분말 및 간 분말 첨가에 따른 관능검사 결과를 표 34에 나타내었다. 색과 풍미는 시험구간에 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$). 경도는 0.2% 심장 또는 간 분말 첨가구가 유의적으로 가장 낮았으나 반면에 0.4% 첨가구는 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). 씹힘성은 무첨가구와 아질산나트륨 첨가구가 가장 높았으며 0.2% 심장 분말 첨가구가 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). 또한 분말의 첨가량이 높아질수록 씹힘성도 증가하였다. 종합적기호도는 심장 분말 첨가구가 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). 반면에 간 분말 첨가구는 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). 종합적으로 간 분말보다는 심장 분말이 더 긍정적인 관능검사 결과를 보였고 MSG보다 오히려 높은 종합적기호도를 보였으므로 제조 시 첨가한다면 소비자의 만족도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

표 34. Sensory of cooked pork sausage with bovine heart and liver powder added

Treatments ¹⁾	Color	Flavor	Hardness	Chewiness	Overall acceptability
Control	3.00	4.43	4.14 ^{ab}	4.57 ^a	5.00 ^a
Nitrite	4.86	5.14	4.57 ^a	4.57 ^a	5.29 ^a
MSG	4.86	4.43	4.00 ^{ab}	3.71 ^{bc}	4.43 ^b
LBHP	4.43	3.43	3.14 ^b	2.86 ^c	5.29 ^a
HBHP	4.24	4.00	4.64 ^a	3.84 ^{bc}	5.50 ^a
LBLP	4.86	4.14	3.29 ^b	3.29 ^{bc}	4.43 ^b
HBLP	4.57	4.29	4.43 ^a	4.29 ^b	4.14 ^b
SEM	0.52	0.47	0.39	0.38	0.43
<i>p</i> value	0.14	0.31	0.01	0.02	0.01

¹⁾Control: no added any seasoning and nitrite/nirate; Nitrite: 0.007% nitrite; MSG: 0.2% monosodium L-glutamate; LBHP: 0.2% BHP; HBHP: 0.4% BHP; LBLP: 0.2% BLP; HBLP: 0.4% BLP.

(5) 결론

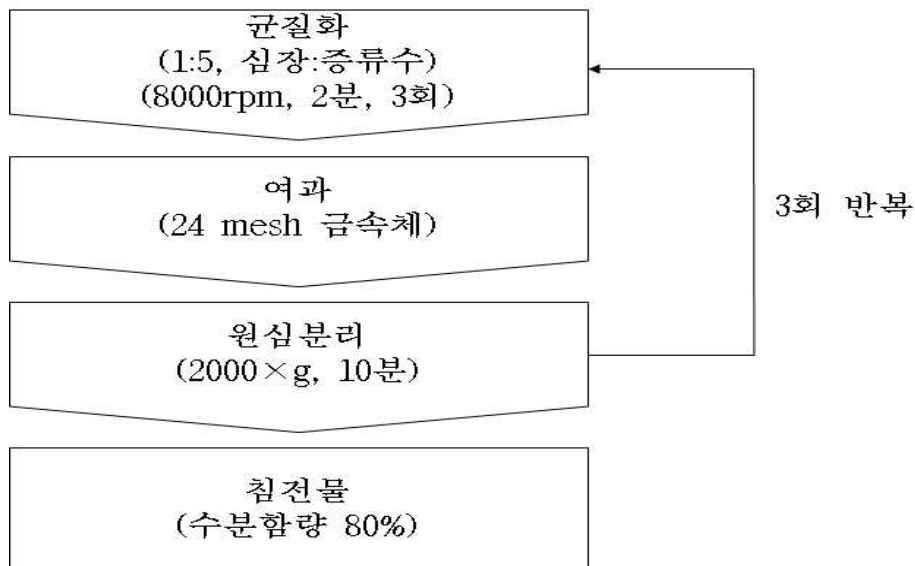
- 소심장 수리미 유사물을 활용하여 육단백질을 일부 대체하여도 일반성분의 큰 차이는 없음
- 대체 비율이 높아질수록 유화안정성이 낮아지고 가열감량이 높아짐

- 소심장 수리미 유사물의 대체는 적색도와 조직감 향상 그리고 관능적 특성에 긍정적임
- 초임계유체처리로 탈지소심장이 비탈지소심장에 비해 이화학적 특성에서 뛰어난
- 또한, 조직감과 색에서도 바람직한 영향을 주고 총균의 생장 억제를 통해 저장성에도 좋은 효과를 보임
- 소심장을 분말화하여 사용한다면 적정량 첨가 시 MSG보가 오히려 높은 관능적 특성을 보일 수 있음

라. 한우 부산물의 이용 가공제품 개발

(1) 한우 부산물 종류별 수리미 유사물(surimi-like materials) 제조를 위한 처리조건 설정

문헌 조사와 식품에 적용 가능성 그리고 제조의 용이성을 고려하여 조건을 설정하였다. 수리미 유사물은 증류수를 활용한 수세법으로 획득하였다. 그 이유는 증류수만을 사용하여 획득한 경우 수리미 유사물에서 무맛 무취에 가까운 상태로 획득할 수 있다. 이 경우 식품 원료로 활용하기에 매우 적합한 상태이다. 한우 부산물은 적내장(지라, 허파, 간, 심장)과 백내장(소장, 대장, 위, 십이지장, 직장) 중 심장을 사용하였다. 심장을 제외한 나머지 부위는 수세법의 적용이 불가능하였다. 그러므로 수리미 유사물 처리조건은 아래에 도식화하였다. 수세법으로 획득한 최종 침전물을 염화나트륨, 인산염 및 솔비톨과 혼합하여 한우 심장 수리미 유사물을 제조하였다.



(2) 수리미 유사물의 품질특성 및 겔 특성 구명

○ 일반성분

표 35은 인산염의 첨가가 한우 심장 수리미 유사물의 일반성분 결과를 나타내었다. 수분함량 측정 결과, 대조구에 비해 소금과 인산염을 첨가한 처리구에서 유의적으로 낮게 나타났으며 2% 소금만을 첨가한 T1에서 가장 낮은 수분함량 값을 나타내었다(p<0.05). 조단백질 함량은 T3 처리구가 가장 높게 나타났으며 T1 처리구가 가장 낮게 나타났다(p<0.05). 조지방 함량은 모든 처리구들간에 유의적인 차이가 없었으며(p>0.05) 1% 이하의 값을 나타내었다. 단백질 함량은 일반적으로 제조되는 수리미의 겔 특성에 가장 큰 영향을 미치며, 단백질 함량이 높고 수분 및 조지방 함량이 낮은 것이 수리미의 품질이 우수한 것으로 판단된다. 또한 일반적으로 수리미

제조를 위해 수세하였을 경우, 원재료의 지방함량을 감소시킨다. 따라서 소금만을 첨가한 T1에서 낮은 수분함량을 보이나, 인산염 첨가한 T3에서 높은 단백질 함량을 보여 인산염 첨가가 우육 심장 수리미 유사물의 단백질 함량을 높일 것으로 판단된다.

표 35. Proximate composition of Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	Moisture (%)	Protein(%)	Fat (%)
C	81.15 ^a	17.49 ^{bc}	0.78
T1	78.44 ^c	17.46 ^c	0.92
T2	78.81 ^b	18.32 ^{ab}	0.83
T3	78.63 ^b	18.66 ^a	0.75
SEM ²	0.09	0.12	0.10
p-value ³	0.02	0.01	NS

¹Control: without sodium chloride and polyphosphate, T1: surimi-like materials added with sodium chloride at 2% level, T2: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.95% and polyphosphate at 0.05% level, T3: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.90% and polyphosphate at 0.10% level.

²Standard error of the means.

³*: <0.05; **: <0.01; ***: <0.001

○ pH, 가열감량, 보수력

표 36는 인산염의 첨가가 한우 심장 수리미 유사물의 pH, 가열감량 및 보수력 결과를 나타내었다. pH는 대조구에 비해 소금 첨가구인 T1에서 가장 낮게 나타났으며, 인산염 첨가수준에 따라 증가하였다(p<0.05). 본 연구에서 pH의 수준은 6.11~6.68 수준을 나타내었는데 본 연구에서의 우육 심장 자체의 낮은 pH(6.20~6.23, data no shown)를 보이나 수세를 통해 6.68로 pH가 증가된다. 또한 대조구에 비해 처리구에서 낮은 pH를 보인 것은 첨가된 소금 자체의 pH가 낮기 때문이라 판단되며, 인산염의 첨가를 통한 pH가 상승한 것이라 판단된다. 따라서 인산염의 높은 pH는 단백질 용해성뿐만 아니라 보수력을 개선시킬 것으로 판단된다. 가열감량 결과, 대조구에서 가장 높게 나타났으며, 소금 1.95%와 인산염 0.05% 첨가구인 T2에서 가장 낮은 값을 나타내었다(p<0.05). 보수력 또한 대조구에서 가장 낮게 나타났으며, T2 처리구에서 가장 높게 나타났었다(p<0.05). 수리미 겔에서의 보수력은 단백질-수분 상호결합에 의존하며 수분과의 결합력은 단백질 유화물과 관련되어 있다. 또한 식육을 포함한 단백질 구조의 변화를 통해 수분을 더 많이 결합할 수 있는 것과 같다. 그러므로 인산염의 음이온에 의해 이온강도가 증가되어 단백질과의 결합력을 높여 보수력이 높게 나타난 것으로 판단된다.

표 36. pH, cooking loss and water-holding capacity of Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	pH	Cooking loss (%)	Water-holding capacity (%)
C	6.68 ^a	27.23 ^a	64.73 ^b
T1	6.11 ^d	26.38 ^{ab}	65.09 ^{ab}
T2	6.30 ^c	25.20 ^b	66.10 ^a
T3	6.50 ^b	25.96 ^{ab}	65.98 ^{ab}
SEM ²	0.03	0.56	0.22
p-value ³	**	**	**

¹Control: without sodium chloride and polyphosphate, T1: surimi-like materials added with sodium chloride at 2% level, T2: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.95% and polyphosphate at 0.05% level, T3: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.90% and polyphosphate at 0.10% level.

²Standard error of the means.

³*: <0.05; **: <0.01; ***: <0.001

○ 색

표 37은 인산염의 첨가가 한우 심장 수리미 유사물의 색 결과를 나타내었다. 명도의 경우 대

조구에서 높게 나타나며 소금 및 인산염 첨가시 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 적색도는 대조구에 비해 처리구에서 높게 나타났으며 T3 구에서 가장 높은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 황색도는 T1과 T2 처리구에서 낮게 나타났다($p < 0.05$). 또한 백색도는 대조구에서 높게 나타났으며 소금 및 인산염 첨가시 낮게 나타났다($p < 0.05$). 특히 소금만을 첨가한 T1에 비해 인산염 첨가구인 T2와 T3 처리구에서 낮은 백색도 값을 나타내었다. 일반적으로 수리미는 중간식품소재로 이용되기에 색이 밝고 백색에 가까울수록 품질이 좋은 것으로 판단된다. 이는 원료로 사용되는 근육단백질의 특징에 따라 다른데, 적색육 어류보다 백색육 어류를 활용한 수리미가 백색도가 높다. 그러나 본 연구에서는 소금 및 인산염 처리구에서 명도가 감소되고 적색도가 증가하였다. 따라서 이러한 결과는 인산염은 단백질용해물의 확산을 통하여 백색도 억제된 것으로 판단된다.

표 37. Instrumental color measurement of Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	L*	a*	b*	W
C	55.72 ^a	6.98 ^c	13.98 ^{ab}	13.78 ^a
T1	51.71 ^b	7.09 ^{bc}	13.62 ^c	10.84 ^b
T2	49.59 ^c	7.22 ^b	13.84 ^b	8.08 ^d
T3	51.79 ^b	7.74 ^a	14.09 ^a	9.52 ^c
SEM ²	0.27	0.10	0.09	0.06
p value ³	***	**	*	***

¹Control: without sodium chloride and polyphosphate, T1: surimi-like materials added with sodium chloride at 2% level, T2: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.95% and polyphosphate at 0.05% level, T3: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.90% and polyphosphate at 0.10% level.

²Standard error of the means.

³*: <0.05; **: <0.01; ***: <0.001

○ 조직감

표 38는 인산염의 첨가가 한우 심장 수리미 유사물의 조직감 결과를 나타내었다. 탄력성(springiness)은 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)은 소금만을 첨가한 T1 처리구에서 낮게 나타났으며 소금과 인산염 0.1% 첨가구인 T3에서 높게 나타났다($p < 0.05$). 일반적으로 어육, 닭가슴살 및 돼지 뒷다리육을 이용하여 수리미 유사물질의 단백질 겔 특성과 최적화에서 원료육에 따른 겔 특성의 차이를 보인다. 이는 품종과 근섬유 형태 및 근원섬유단백질의 함량 등에 따라 단백질 기능성이 다르게 나타난다. 또한 단백질 함량 즉 염용성단백질 함량이 높을수록 단백질 겔의 강도가 높아진다. 추가적으로 인산염의 첨가는 수리미 겔 형성에 영향을 주어 조직을 단단하게 만든다. 따라서 본 연구에서 처리구 T4가 단백질 함량이 높게 나타나 물성이 더 우수한 것으로 판단된다.

표 38. Texture profile analysis of Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
C	0.07 ^{ab}	0.03 ^{ab}	1.06	0.03 ^b	0.03 ^{ab}
T1	0.07 ^b	0.03 ^b	1.06	0.03 ^b	0.03 ^b
T2	0.08 ^{ab}	0.04 ^{ab}	1.03	0.03 ^{ab}	0.04 ^{ab}
T3	0.08 ^a	0.04 ^a	1.03	0.04 ^a	0.04 ^a
SEM ²	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01

p value³

*

*

NS

*

*

¹Control: without sodium chloride and polyphosphate, T1: surimi-like materials added with sodium chloride at 2% level, T2: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.95% and polyphosphate at 0.05% level, T3: surimi-like materials added with sodium chloride at 1.90% and polyphosphate at 0.10% level.

²Standard error of the means.

³*: <0.05; **: <0.01; ***: <0.001

(3) 한우 부산물 유래 단백질을 이용한 고기두부 및 고기국수 가공공정 확립

○ 일반성분

표 39은 고기 두부 제조 시 응고제와 한우 심장 수리미 유사물 첨가량에 따른 일반성분, pH 및 수율 결과를 나타내었다. 수분, 단백질, 지방 및 수율은 배합에 따라 유의적인 차이가 있었으나($p < 0.05$) 회분과 pH는 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 수분은 응고제의 함량이 높을수록 증가하였으며 수리미 첨가량이 증가할수록 감소하였다. 반대로 단백질은 응고제의 함량이 증가할수록 감소하였으며 수리미 첨가량이 증가할수록 증가하였다. 지방은 10% 응고제 첨가가 20% 응고제 첨가에 비해 낮은 경향을 보였으며 수리미 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향이 있었다. 수율은 응고제 첨가보다는 수리미 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향이 있었다. 일반적인 두부 제조공정은 불용성 물질(콩비지)이 제거된 콩물을 가열하면서 응고제를 첨가하여 응고시킨 후 두부 틀에 넣어 압력을 가해 탈수를 시켜 완성된다. 이때 응고제의 농도가 높을수록 단백질 간에 결합이 미세하고 빠르게 일어나면서 더 많은 수분을 함유하게 된다. 또한 수리미는 콩물 대비 높은 단백질 함량을 보유하고 있다. 그러므로 응고제와 수리미의 첨가량이 높아질수록 본 연구결과와 같은 일반성분을 보인 것으로 판단된다.

표 39. Proximate composition, pH and yield of meat tofu with different ratio of coagulant and Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)	pH	Yield (%)
10/0	74.42 ^c	17.35 ^b	7.23 ^c	1.00	6.53	10.56 ^d
10/15	74.27 ^c	17.01 ^b	7.66 ^c	1.06	6.51	11.03 ^c
10/30	73.81 ^c	18.45 ^a	6.71 ^d	1.03	6.55	11.48 ^c
10/45	72.00 ^d	19.83 ^a	7.11 ^d	1.06	6.55	11.60 ^c
20/0	80.15 ^a	10.59 ^d	8.20 ^b	1.06	6.39	14.87 ^b
20/15	78.00 ^b	11.46 ^d	9.43 ^a	1.11	6.40	14.99 ^b
20/30	78.60 ^b	13.24 ^c	7.10 ^d	1.06	6.43	15.34 ^a
20/45	78.33 ^b	13.29 ^c	7.42 ^c	0.97	6.42	15.52 ^a
SEM ²	0.06	0.06	0.11	0.04	0.01	0.06
p value ³	***	***	***	NS	NS	***

¹Addition percentage of coagulant/replacement percentage of bovine heart surimi-like materials against soy bean milk.

²Standard error of the means.

³*: <0.05; **: <0.01; ***: <0.001

○ 조직감

표 40는 고기 두부 제조 시 응고제와 한우 심장 수리미 유사물 첨가량에 따른 물성 결과를 나타내었다. 경도(hardness), 검성(Gumminess) 및 씹힘성(Chewiness)는 배합에 따라 유의적인 차이가 있었으나($p < 0.05$) 응집성(Cohesiveness)과 탄력성(Springiness)은 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 경도, 검성 및 씹힘성은 응고제와 수리미의 함량이 증가할수록 증가하였다. 또한 10% 응고제 첨가가 20% 응고제 첨가 대비 높은 물성 수치를 보였다. 결과를 비추어볼 때 두부에서 가장 높은 비율을 차지하는 성분은 수분과 단백질이다. 그에 따라 높은 응고제와 수리미 함량은 높은 수분과 단백질 함량을 동반하고 수분이 증가하면 물성 수치는 상대적으로 감소하고 단백질이 증가하면 수분과는 반대로 물성 수치는 증가한다. 그러므로 응고제와 수리미 함량을 적절히 조절한다면 상호보완적인 기능을 할 것으로 판단된다.

표 40. Texture profile analysis of meat tofu with different ratio of coagulant and Hanwoo heart

Treatments ¹	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
10/0	2.94 ^{cd}	0.52	0.99	1.54 ^c	1.52 ^{cd}
10/15	3.53 ^c	0.50	1.02	1.76 ^c	1.80 ^c
10/30	4.81 ^b	0.50	1.01	2.38 ^b	2.40 ^b
10/45	6.10 ^a	0.50	1.04	3.07 ^a	3.20 ^a
20/0	1.50 ^d	0.47	1.02	0.70 ^d	0.71 ^d
20/15	2.14 ^d	0.48	1.01	1.04 ^d	1.06 ^d
20/30	2.15 ^d	0.46	0.99	0.99 ^d	1.30 ^{cd}
20/45	3.49 ^c	0.46	1.02	1.62 ^c	1.82 ^c
SEM ²	0.29	0.02	0.02	0.15	0.19
p value ³	**	NS	NS	**	**

surimi-like material

¹Addition percentage of coagulant/replacement percentage of bovine heart surimi-like materials against soy bean milk.

²Standard error of the means.

³*, <0.05; **, <0.01; ***, <0.001

○ 색

표 41는 고기 두부 제조 시 응고제와 한우 심장 수리미 유사물 첨가량에 따른 색 결과를 나타내었다. 응고제는 두부의 색 결과에 영향을 미치지 않았으나 수리미는 영향을 미쳤다 ($p < 0.05$) (테이터 미표시). 밝기(L^* , lightness), 적색도(a^* , redness) 및 색상 각(Hue angle)은 배합에 따라 유의적인 차이가 있었으나($p < 0.05$) 황색도(b^* , yellowness)와 채도(Chroma)는 유의적인 차이가 없었다($p > 0.05$). 밝기, 적색도 및 색상 각은 수리미 함량이 증가할수록 감소하였다. 적색도 값은 최대 ± 100 의 수치로 표현이 된다. 이때 값이 -로 증가하면 초록색이 높아지고 반대로 +로 증가하면 적색이 높아진다. 또한 +와 -의 중간에 위치하면 회색이 높아진다. 그러므로 한우 심장에서부터 획득한 수리미는 적갈색이며 수리미 함량이 증가할수록 적색도 값이 -에서 +로 증가를 하며 밝기는 수리미 본래의 색으로 인해 낮아졌다. 색상 각 또한 적색도에 영향을 받아 낮아진 것으로 판단된다.

표 41. Instrumental color measurement of meat tofu with different ratio of coagulant and Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	L^*	a^*	b^*	Chroma	Hue angle
10/0	90.10 ^a	-5.13 ^{ab}	17.94	18.65	106.20 ^{ab}
10/15	88.92 ^{ab}	-5.12 ^{ab}	17.55	18.28	105.90 ^b
10/30	86.86 ^c	-4.93 ^b	17.74	18.41	105.43 ^b
10/45	85.21 ^d	-4.86 ^b	17.76	18.40	105.23 ^b
20/0	88.33 ^b	-5.34 ^a	18.03	18.65	107.20 ^a
20/15	88.18 ^b	-4.98 ^b	17.53	18.22	105.80 ^b
20/30	88.30 ^b	-4.77 ^b	17.23	18.03	104.73 ^c
20/45	84.70 ^d	-4.43 ^c	17.34	17.89	104.20 ^c
SEM ²	0.42	0.09	0.30	0.29	0.13
p value ³	**	***	NS	NS	**

¹Addition percentage of coagulant/replacement percentage of bovine heart surimi-like materials against soy bean milk.

²Standard error of the means.

³*, <0.05; **, <0.01; ***, <0.001

○ 관능평가

그림 7은 고기 두부 제조 시 응고제와 한우 심장 수리미 유사물 첨가량에 따른 관능평가 결과를 나타내었다. 또한 관능평가 결과는 모두 점수로 나타내었다. 색은 수리미 첨가량이 증가할수록 낮아졌다. 풍미와 이취는 유사한 경향을 보였으며 10% 응고제 첨가가 20% 응고제 첨가보다 전반적으로 낮았다. 쓴맛은 응고제 첨가가 증가할수록 높아졌다. 저작감은 응고제 첨가가

낮을수록 수리미 첨가가 높을수록 높아졌다. 응고제가 높아지면 수분 함량이 높아지고 수리미 함량이 높아지면 단백질 함량이 높아진다. 이에 따라 저작감 및 선호도에 영향을 미쳤고 수리미 첨가량은 특유의 색으로 인해 색에 영향을 미쳤다. 또한 응고제 특유의 쓴맛으로 인해 풍미와 이취에 영향을 주었다. 종합적으로 판단해보면 응고제는 10%가 적정하며 수리미는 45% 첨가가 최적의 배합비로 판단된다.

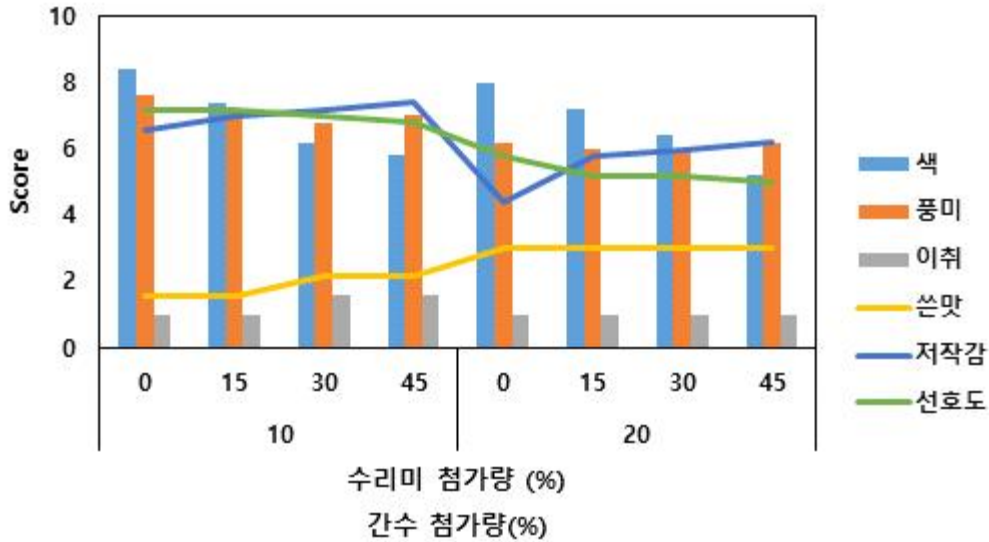


그림 7. Sensory evaluation of meat Tofu with different ratio of coagulant and Hanwoo heart surimi-like material. Addition percentage of coagulant/replacement percentage of bovine heart surimi-like materials against soy bean milk.

○ 색

표 41은 고기 국수 제조 시 한우 심장 수리미 유사물 첨가에 따른 색 결과를 나타내었다. 밝기(L*)와 적색도(a*) 및 색상 각(Hue angle)은 수리미 유사물 첨가량에 따라 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 반면에 황색도(b*)와 채도(Chroma)는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 밝기와 적색도 및 색상 각(Hue angle)은 수리미 유사물의 첨가량이 증가할수록 감소했다. 색 결과는 고기 두부와 동일한 경향을 나타내었으며 이것은 수리미 유사물 본연의 색인 적갈색에서 비롯된 것으로 판단된다.

표 41. Instrumental color measurement of meat noodle with different addition of Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	L*	a*	b*	Chroma	Hue angle
100/0	82.89a	-1.78a	18.71	18.79	95.50a
85/15	82.58b	-0.48b	17.98	17.99	91.54b
70/30	81.45c	0.37c	18.12	18.13	88.92c
SEM ²	0.26	0.18	0.46	0.46	0.58
p-value ³	**	***	NS	NS	***

¹Addition percentage of wheat flour/addition percentage of bovine heart surimi-like materials.

²Standard error of the means.

³*. <0.05; **, <0.01; ***, <0.001

○ 조직감

표 42은 고기 국수 제조 시 한우 심장 수리미 유사물 첨가량에 따른 물성 결과를 나타내었다. 경도, 응집성, 탄력성, 겹성 및 씹힘성은 수리미 유사물 첨가량에 따라 유의적인 차이가 있었다(p<0.05). 경도, 응집성 및 탄력성은 첨가량이 증가할수록 높아졌지만 겹성과 씹힘성은 반대의 경향을 보였다. 면을 만들 때 사용되는 밀가루는 글루텐이 10~13% 정도 함유되어있다. 이것은

반죽의 쫄깃한 식감을 유도하는 결정적인 물질이다. 그러나 수리미 유사물로 밀가루를 일부 대체함으로써 글루텐 함량이 줄어들고 동시에 수리미 유사물이 함유한 수분으로 인해 반죽이 더 부드러워진 것으로 판단된다.

표 42. Texture profile analysis of meat noodle with different addition of Hanwoo heart surimi-like material

Treatments ¹	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
100/0	7.21a	0.36b	0.81c	2.58a	2.09a
85/15	3.24b	0.54a	0.86b	1.75b	1.64b
70/30	1.74c	0.58a	0.93a	1.00c	0.86c
SEM ²	0.21	0.01	0.02	0.09	0.11
p-value ³	***	***	***	***	***

¹Addition percentage of wheat flour/addition percentage of bovine heart surimi-like materials.

²Standard error of the means.

³*: <0.05; **: <0.01; ***: <0.001

(4) 천연색소, 천연향신료를 이용한 한우 부산물 유래 가공제품 기호성 향상 기술

○ 조직감

표 43는 고기두부 제조 시 천연색소 및 향신료 첨가량에 따른 물성 결과를 나타내었다. 물성의 모든 항목에서 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 천연색소 또는 향신료는 물성의 변화보다는 관능적 특성에 많은 영향을 미친다. 그러므로 천연색소 또는 향신료의 사용으로 인한 물성의 저해는 적을 것으로 판단된다.

표 43. Texture profile analysis of meat tofu with different addition of natural color agent and spice

Treatments ¹	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
Soy bean	3.52	0.49	0.99	1.73	1.73
Surimi	4.08	0.47	1.00	2.24	2.24
Yellow	4.70	0.47	1.05	2.19	2.31
Black	4.47	0.48	1.24	2.13	2.72
Pepper	4.82	0.50	1.04	2.39	2.48
Garlic	3.70	0.49	1.04	1.81	1.89
SEM ²	0.36	0.01	0.10	0.09	0.31
p-value ³	NS	NS	NS	NS	NS

¹Soy bean: without surimi and natural pigment or spice; Surimi: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials; Yellow: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 치자황색소; Black: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 오징어 먹물; Pepper: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% white pepper; Garlic: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% Garlic powder.

²Standard error of the means.

³*: <0.05; **: <0.01; ***: <0.001

○ 관능평가

그림8은 고기 두부 제조 시 천연색소 및 향신료 첨가에 따른 관능평가 결과를 나타내었다. 천연색소 및 향신료의 첨가에 따른 풍미 또는 이취의 유의적인 차이는 없었다($p>0.05$). 오징어 먹물, 마늘가루 및 흰후추 첨가는 색, 풍미 및 선호도에서 다른 처리구에 비해 낮은 점수를 획득했다. 한우 심장 수리미 유사물 또는 천연색소 및 향신료를 첨가하지 않은 Soy bean은 색상에서는 가장 높았으나 풍미와 저작감은 Surimi 및 치자황색소 처리구가 높았다. 또한 Surimi 처리구는 선호도에서 Soy bean과 유사한 점수를 획득했다. 그러므로 한우 심장 수리미 유사물 단독 처리 또는 치자황색소와 혼합 처리 시 관능적 특성에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

○ 조직감

표 44는 고기 국수 제조 시 천연색소 및 향신료 첨가에 따른 물성 결과를 나타내었다. 물성의 모든 항목에서 천연색소 및 향신료 첨가에 따른 유의적인 차이가 있었다($p<0.05$). Normal 처리구는 다른 처리구 대비 경도, 점성 및 씹힘성은 높았으나 응집성과 탄력성은 낮았다. 또한 일

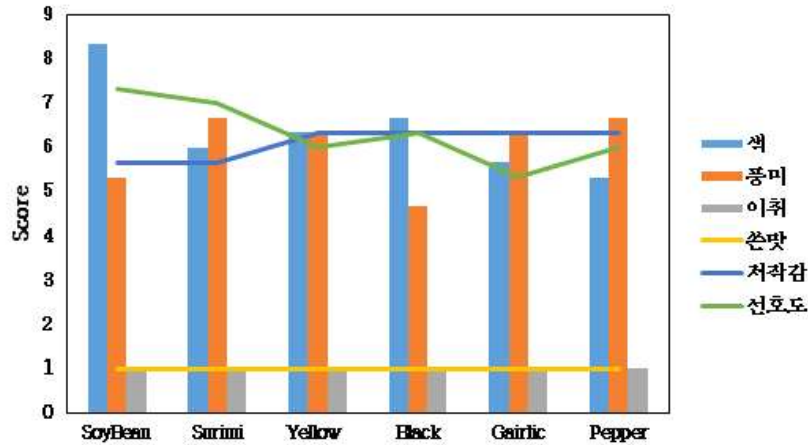


그림 8. Sensory evaluation of meat Tofu with different addition of natural color agent and spice.

Soy bean: without surimi and natural pigment or spice.

Surimi: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials; Yellow: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 치자황색소; Black: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 오징어 먹물; Pepper: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% white pepper; Garlic: replace to soy bean as 45% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% Garlic powder.

반적으로 제조되는 방법으로 만든 Normal 처리구를 제외하고는 모든 처리구간에 차이는 없었다. 본 연구에서 면의 물성에 영향을 미치는 요소는 밀가루, 수분 및 한우 심장 수리미 유사물이며 Normal 처리구를 제외하고는 모든 처리구에서 동일한 함량의 밀가루, 수분 및 한우 심장 수리미 유사물이 함유되어있다. 그러므로 Normal 처리구를 제외한 다른 처리구간에 물성의 차이는 없는 것으로 판단된다.

표 44. Texture profile analysis of meat noodle with different addition of natural color agent and spice

Treatments ¹	Hardness	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness
Normal	7.54 ^a	0.33 ^b	0.78 ^b	2.51 ^a	1.96 ^a
Surimi	2.04 ^b	0.55 ^a	0.91 ^a	1.12 ^b	1.01 ^b
Green	2.41 ^b	0.61 ^a	0.92 ^a	1.06 ^b	1.07 ^b
Black	2.35 ^b	0.57 ^a	0.94 ^a	1.35 ^b	1.11 ^b
Garlic	2.74 ^b	0.59 ^a	0.93 ^a	1.07 ^b	1.01 ^b
Pepper	2.67 ^b	0.55 ^a	0.95 ^a	1.21 ^b	1.15 ^b
SEM ²	0.10	0.02	0.03	0.07	0.08
p-value ³	*	*	*	*	*

¹Normal: without surimi and natural pigment or spice; Surimi: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials; Yellow: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 치자황색소; Black: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 오징어 먹물; Pepper: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% white pepper; Garlic: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% Garlic powder.

²Standard error of the means.

³*, <0.05; **, <0.01; ***, <0.001

○ 관능평가

그림9는 고기 국수 제조 시 천연색소 및 향신료 첨가에 따른 관능평가 결과를 나타내었다. 색 처리구간에 유의적인 차이가 있었으나(p<0.05) 저작감, 이취 및 선호도는 유의적인 차이가 없었다(p>0.05). 색은 Normal, Green 및 Black이 높았고 Surimi, Garlic 및 Pepper가 낮았다. 종합적으로 볼 때, 한우 심장 수리미 유사물 첨가 시 관능적 특성 중 색에 가장 큰 영향을 미치며 이것은 본 연구에 사용된 색소들로 보완이 가능할 것으로 사료된다. 그러므로 15% 한우 수리미 유사물과 천연색소 1%를 활용하여 고기 국수 제조 시 더욱 높은 관능적 특성을 나타낼 것으로 판단된다.

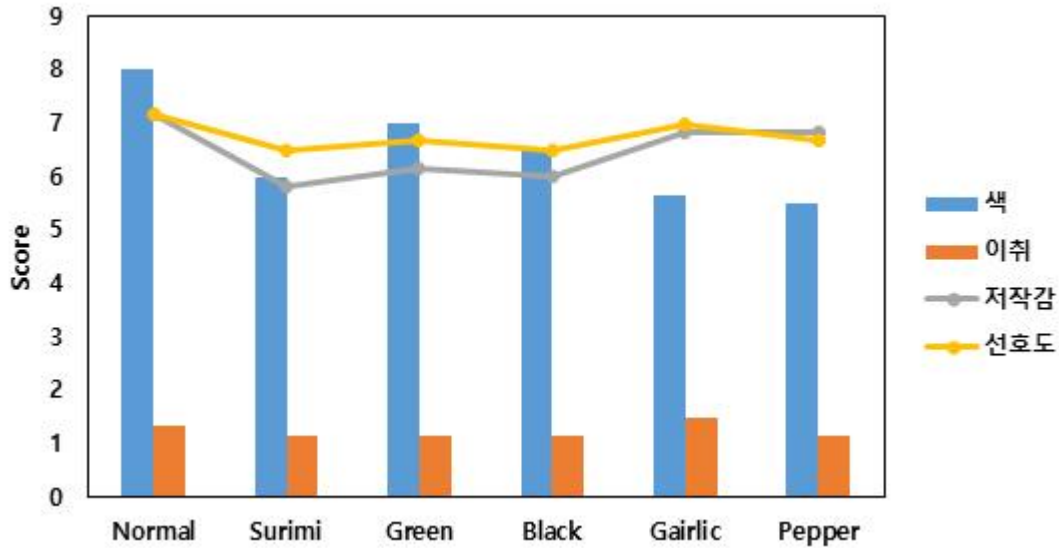


그림 9. Sensory evaluation of meat noodle with different addition of natural color agent and spice. Normal: without surimi and natural pigment or spice; Surimi: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials; Yellow: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 치자황색소; Black: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% 오징어 먹물; Pepper: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% white pepper; Garlic: replace to wheat flour as 15% bovine heart surimi-like materials, and addition of 1% Garlic powder.

(5) 결론

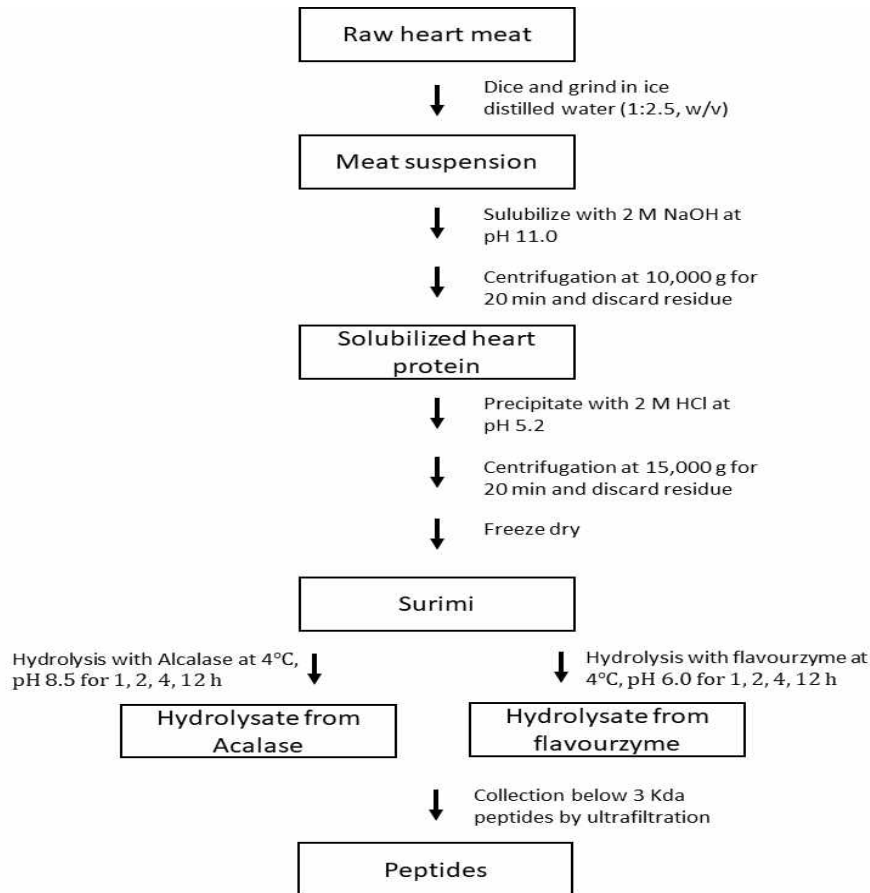
- 심장 수리미 유사물 제조 시 염화나트륨의 단독 사용에 비해 인산염과의 혼합 첨가가 단백질 함량이 높고 가열감량과 보수력에서도 더 뛰어난 효과를 보임
- 고기두부 제조 시, 응고제의 첨가량과 추출된 단백질로 대두단백의 대체량이 많아질수록 수분의 비율이 높아지고 그에 따라 단백질의 비율이 줄어드는 반면 수율은 증가함
- 수분의 비율이 높아짐에 따라 조직감과 명도는 대체로 낮아짐
- 관능평가 결과를 바탕으로 판단해보면 응고제 10%와 45% 대체가 적정할 것으로 생각됨
- 치자황색소를 혼합하여 제조하면 더 높은 관능적 특성을 보임
- 고기국수 제조 시, 15% 수리미 유사물과 천연색소 1%의 혼합이 가장 적정한 제조 배합임

마. 한우 부산물 가공제품의 기능성 향상 기술

(1) 한우 부산물 가공제품에서 추출된 단백질의 가수분해 조건 확립

○ 연육(Surimi) 제조

해당 연차(5차년도)의 목표를 달성하기 위해 4차년도의 결과를 바탕으로 부산물을 활용한 가장 적합한 형태의 가공제품은 연제품의 중간소재인 연육이며 이는 제조 공정상에서 원료가 보유한 단백질만을 추출하기 때문에 부산물 특유의 불쾌취를 제거할 수 있을 뿐만 아니라 가공제품의 원재료로 손쉽게 이용할 수 있다는 장점이 있다. 연육 제조는 다음의 과정에 의해 이루어졌다. 소 심장을 절단하여 가시지방, 혈관 및 혈액 그리고 결제조직을 제거하고 10mm 플레이트가 장착된 그라인더를 사용하여 분쇄하였다. 분쇄된 심장을 중량대비 2.5배의 빙수(물 1:얼음 1)를 믹서기에 넣고 6000rpm으로 3분간 균질화를 실시했다. 균질액에서 단백질만을 추출하기 위해 pH-shift법(Omana 등, 2011)을 적용하였으며 첫 번째 pH 구간은 2M NaOH를 사용하여 pH 11로 조절하였다. 그리고 냉온암소에서 30분간 방치하고 10,000×g로 20분간 원심분리하여 상층액을 취하였다. 수집된 상층액을 두 번째 pH 구간인 pH 5.2로 조절하기 위해 2 M HCl을



소 심장 가수분해 과정

사용하였고 냉온암소에서 30분간 방치한 후 $15,000 \times g$ 로 20분간 원심분리하여 하층액을 수집하였다.

○ 가수분해

한우 부산물 가공제품의 기능성 향상을 위해 가수분해한 후 특이적인 단백질을 탐색하였다. 가수분해를 위해 사용된 효소는 alcalase(P4860, Protease from *Bacillus licheniformis*, Sigma Aldrich)와 Flavourzyme(P6110, Protease from *Aspergillus oryzae*, Sigma Aldrich)가 사용되었다. 각각의 효소는 기질(5% solution condition)과 1:100(w/w)으로 반응시켰으며 반응을 위해 연육을 pH 8.5(Alcalase) 및 pH 6.0(Flavourzyme)으로 조절하였다. 반응시간은 1, 2, 4 및 12시간 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후, Whatman No. 1으로 필터링하고 여과액을 12 ml 취하여 기능성 또는 특이적인 특징을 가진다고 알려진 저분자 화합물(Low molecular weight compound)만을 추출하기 위해 Centrifugal filtration(Amicon Ultra 15 3K, Merck millipore)을 실시했다(Pownall 등, 2010; Udenigwe 등, 2012). Centrifugal filtration이 끝난 여과액을 분석 시료로 사용했다.

○ 단백질 함량(온도 조건 설정)

가수분해가 일어나게 되면 단백질의 함량이 더 높아지게 된다. 그러므로 단백질 함량은 가수분해도의 척도 중 하나로 사용된다. alcalase 처리된 소 심장 연육 유래 단백질의 가수분해 후 단백질 함량 결과를 그림10에 나타내었다. 그림10에 따라 온도에 따라 확연한 단백질 함량의 유의적 차이를 보였다($p < 0.05$). 온도와 단백질 함량은 반비례의 경향을 보였으며 4°C가 약 4mg/ml로 가장 높은 함량을 보였다. 이는 온도 상승에 의한 육단백질의 변성과 관계가 있다고 생각되며 육단백질의 변성이 시작되면서 단백질 응집 현상이 일어나게 되고 그에 따라 효소와 반

응해야 할 기질의 작용 부위가 감소 및 파괴되어 가수분해가 원활히 일어나지 않은 것으로 판단된다. 그러므로 가수분해 온도는 4°C가 적절하다고 생각된다.

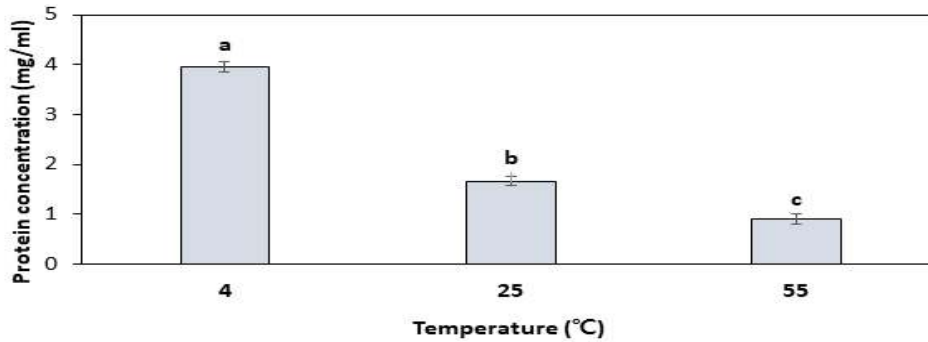


그림 10. Protein concentration results after hydrolysis of alkalase-treated bovine heart surimi-derived protein. ^{a-c}Different small letter indicate significant differences among different temperature ($p < 0.05$).

○ 단백질 함량(효소 및 시간)

효소와 가수분해 시간에 따른 소 심장 연육 유래 단백질의 단백질 함량 결과를 그림11에 나타내었다. 비효소 처리구에 비해 효소 처리 시 높은 단백질 함량을 보였다. 모든 효소 처리구는 시간에 따라 유의적으로 증가했고($p < 0.05$) 모든 가수분해 시간에서 alkalase가 flavourzyme보다 유의적으로 높았으며($p < 0.05$) 약 2배 높은 5~6mg/ml의 함량을 나타냈다. Karamać 등(2016)에 따르면 아마씨(flaxseed) 단백질 추출물을 alkalase와 flavourzyme으로 가수분해하였고 본 연구결과와는 반대로 flavourzyme이 alkalase보다 높은 단백질 함량을 보였다. 이는 효소와 작용하는 기질의 종류가 효소 활성에 영향하는 것으로 판단된다.

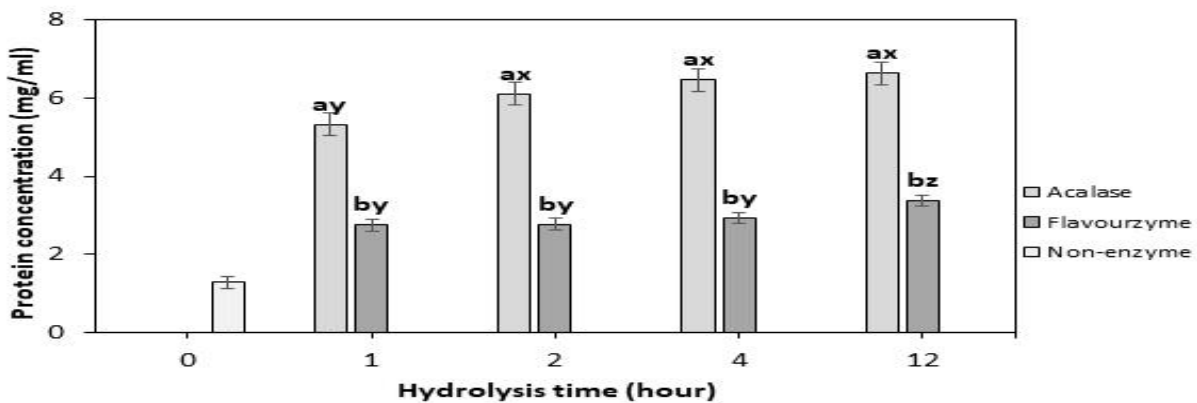


그림 11. Protein concentration results of protein derived from bovine heart surimi according to enzyme and hydrolysis time effects.

^{a-c}Different small letter indicate significant differences among different enzyme ($p < 0.05$). ^{x-z}Different small letter indicate significant differences among different hydrolysis time ($p < 0.05$).

○ 가수분해도(효소 및 시간)

효소와 가수분해 시간에 따른 소 심장 연육 유래 단백질의 가수분해도 결과를 그림12에 나타내었다. TNBSA method는 가수분해도를 측정하는 방법의 하나로 가장 널리 이용되고 있다. 반응 메커니즘은 단백질이 가수분해되면 1차 아민(펩타이드와 아미노산)들이 생성되고 이 아민과 2,4,6-trinitrobenzene sulfonic acid와 반응하여 노란빛을 띠게 되고 이를 345nm에서 측정하게 된다. 비효소 처리구에 비해 효소 처리 시 높은 가수분해도를 보였다. 효소 처리 시 alkalase는 4시간까지는 유의적인 차이가 없었고 flavourzyme은 2시간까지 유의적인 차이는 없었다($p > 0.05$).

모두 12시간째에 유의적으로 가장 높은 가수분해도를 보였다($p < 0.05$). 단백질 함량 결과와 마찬가지로 alcalase 처리가 flavourzyme 처리에 비해 모든 가수분해 시간에서 유의적으로 높은 가수분해도를 보였고($p < 0.05$) 약 2.2 배 정도 높았다. 단백질 함량의 결과와 밀접한 관계가 있으며 단백질 함량이 높아짐에 따라 펩타이드와 아미노산 등이 증가하게 되고 이로 인해 더 많은 1차 아민들이 생성되었을 것이며 따라서 단백질 함량과 동일한 경향을 띠었고 마찬가지로 alcalase가 flavourzyme에 비해 높은 가수분해도를 보였을 것으로 생각된다.

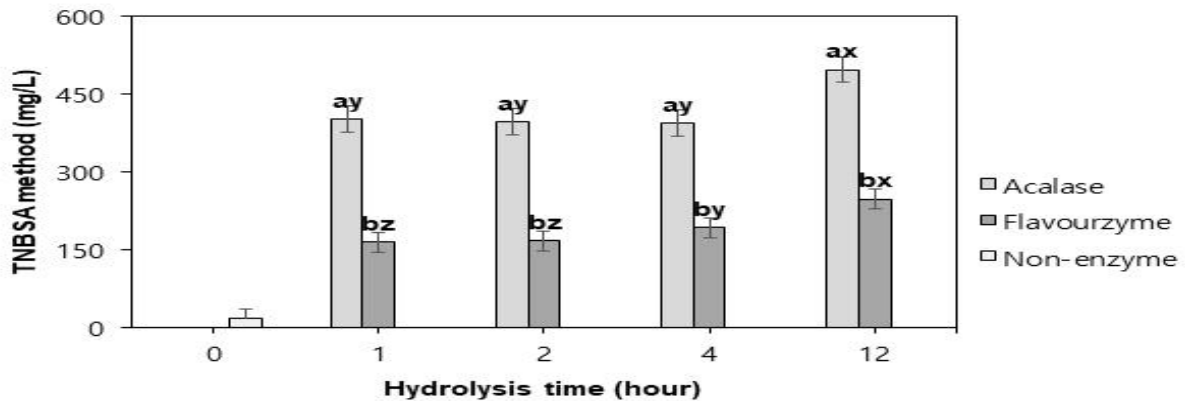


그림 12. TNBSA method results of protein derived from bovine heart surimi according to enzyme and hydrolysis time effects.

^{abc}Different small letter indicate significant differences among different enzyme ($p < 0.05$). ^{xz}Different small letter indicate significant differences among different hydrolysis time ($p < 0.05$).

(2) 한우 부산물 가공제품 유래 기능성 펩타이드 탐색

○ LC ESI ion trap tandem mass spectrophotometry

효소와 가수분해 시간에 따른 소 심장 연육 유래 단백질의 nano LC ESI ion trap tandem MS 결과를 표 1에 나타내었다. 표 1의 동정 결과는 소코어 29 이상의 유의적인 결과를 바탕으로 작성되었다. 비효소 처리 시 chain I, chain A 및 phosphorylase와 같은 구조적 단백질 또는 효소들이 동정되었다. 효소 처리 시 효소에 따라 동정된 단백질들이 확연히 다른 양상을 보였다. Alcalase 처리는 ATP 합성효소 및 인산화효소 등과 같은 에너지 대사 관련 단백질들이 동정되었고 flavourzyme 처리는 keratin, actin 및 plakoglobin과 같은 구조 단백질과 AP 합성효소같은 효소들이 동정되었다. 본 연구결과 중 항산화 결과와의 관계규명을 위해 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

표 45. Results from nano LC ESI ion trap tandem MS of protein derived from bovine heart surimi according to enzyme and hydrolysis time effects

Enzyme	Protein name	Accession No	Theoretical pI/Mw(Da)	Score	Peptides identified	Sequence coverage
Non-enzyme	Chain I, structure of bovine heart cytochrome C oxidase at the fully oxidized state	gi 1942994	10.28/8473	49	1	10
Non-enzyme	Chain A, a novel allosteric mechanism in haemoglobin	gi 576142	8.19/15044	44	1	7
Non-enzyme	Phosphorylase	gi 111307045	6.67/97793	32	1	1
Alcalase_1H	H(+)-transporting ATP synthase	gi 102	9.21/59797	39	1	1
Alcalase_1H	tyrosine-protein kinase receptor TYRO3-like isoform 1	gi 296483280	5.37/97692	31	1	0
Alcalase_2H	H(+)-transporting ATP synthase	gi 102	9.21/59797	49	1	1
Alcalase_2H	leucine rich repeat neuronal 6D, partial	gi 126513269	8.50/15057	31	1	5
Alcalase_4H	H(+)-transporting ATP synthase	gi 102	9.21/59797	89	2	3
Alcalase_4H	leucine rich repeat neuronal 6D, partial	gi 126513269	8.50/15057	30	1	5
Alcalase_4H	antigen identified by monoclonal antibody Ki-67	gi 296472563	9.73/371448	29	2	0
Alcalase_12H	H(+)-transporting ATP synthase	gi 102	9.21/59797	59	1	1
Alcalase_12H	FtsJ homolog 3 (E. coli)	gi 109659216	8.48/95000	31	1	0
Alcalase_12H	glycinamide ribonucleotide formyltransferase, isoform 1	gi 161966460	6.01/109321	30	1	0
Alcalase_12H	tyrosine-protein kinase receptor TYRO3-like isoform 1	gi 296483280	5.37/97692	29	2	0
Flavourzyme_1H	keratin 5	gi 53854288	7.62/63069	269	5	8
Flavourzyme_1H	KRT6A protein	gi 133778363	8.28/61182	196	5	7
Flavourzyme_1H	plakoglobin	gi 20336613	5.75/82510	179	4	6
Flavourzyme_1H	keratin, type I cytoskeletal 14	gi 262118301	5.08/52134	176	3	6
Flavourzyme_1H	keratin 6A-like	gi 296487894	8.16/64911	136	2	3
Flavourzyme_1H	cytokeratin VIIb	gi 479	5.05/54986	130	3	6
Flavourzyme_1H	keratin, type II cytoskeletal 2 epidermal isoform X1	gi 119892108	8.57/64556	124	2	3
Flavourzyme_1H	desmoplakin	gi 296473943	6.47/334572	93	2	0
Flavourzyme_1H	obscurin isoform X30	gi 741931148	5.72/987420	37	2	0
Flavourzyme_1H	Chain E, structure of camp-dependent protein kinase	gi 2098410	8.54/40586	34	1	3
Flavourzyme_1H	alpha skeletal actin precursor	gi 409694	5.31/42451	31	1	3
Flavourzyme_2H	ATP synthase subunit beta	gi 114543	5.15/56249	38	2	1
Flavourzyme_4H	ATP synthase subunit beta	gi 114543	5.15/56249	33	1	1
Flavourzyme_12H	alpha skeletal actin precursor	gi 409694	5.31/42451	83	2	7
Flavourzyme_12H	albumin	gi 162648	5.82/71244	64	1	2
Flavourzyme_12H	ATP synthase subunit beta	gi 114543	5.15/56249	33	1	1

(3) 가수분해 펩타이드의 항산화 효과 구명

○ 지방산패도

효소와 가수분해 시간에 따른 소 심장 연육 유래 단백질의 지방산패도 결과를 그림13에 나타내었다. TBARS method는 지방의 2차 산화 결과물의 함량을 측정하는 방법 중 하나이며 2-thio barbituric acid라는 물질이 2차 산화 결과물과 반응하여 붉은색을 띠며 이를 531nm에서 측정한다. 비효소 처리는 효소 처리 시 가수분해 4시간까지는 유사한 함량을 보였으나 12시간째에는 효소 처리가 더 높은 결과를 보였다. 효소 처리 시 가수분해 시간에 따라 alcalase와 flavourzyme은 같은 경향을 보였고 1~4시간까지는 유의적인 차이가 없었으나(p>0.05) 12시간째에 유의적으로 높아졌다(p<0.05). 또한 모든 가수분해 시간에서 alcalase가 flavourzyme에 비해 유의적으로 낮은 지방산패도를 보였다(p<0.05). Jiang 등(2016)의 보고에 따라 Chinese-dy cured sausage 제조 시 고온과 짧은 건조과정에 의해 TBARS 함량이 증가하면 총 유리아미노산 함량이 낮아지는 결과를 보였고 Harkouss 등(2015)은 TBARS 함량과 proteolysis 정의 상관관계를 보였고 설명력은 92%로 매우 높은 결과를 보고했다. 그러므로 alcalase는 높은 가수분해도를 바탕으로 활발한 proteolysis 작용을 통해 높은 단백질 함량을 보였고 이로 인해 TBARS 함량이 감소했을 것으로 판단된다.

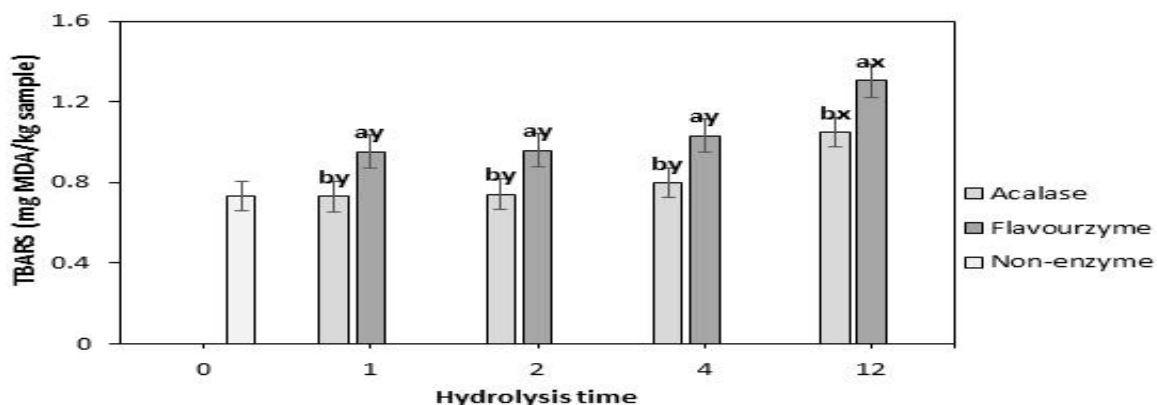


그림13. TBARS (2-thiobarbituric acid reactive substances) results of protein derived from bovine heart

surimi according to enzyme and hydrolysis time effects.

^{a,c}Different small letter indicate significant differences among different enzyme ($p < 0.05$). ^{x,z}Different small letter indicate significant differences among different hydrolysis time ($p < 0.05$).

○ DPPH 라디컬 소거능

효소와 가수분해 시간에 따른 소 심장 연육 유래 단백질의 DPPH 라디컬 소거능 결과를 그림 14에 나타내었다. DPPH는 안정한 자유 라디칼이며 자주색을 띤다. 그러나 DPPH가 수소 공여체와 반응하면 환원된 형태가 생성되고 보라색이 사라지는 원리로 측정한다. 비효소 처리는 효소 처리에 비해 매우 낮은 라디컬 소거능을 보였다. 효소 처리는 alcalase와 flavourzyme 모두 1~4 시간째까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나($p > 0.05$) 12시간째에 유의적으로 높아졌다($p < 0.05$). 또한 모든 가수분해 시간에서 alcalase가 flavourzyme에 보다 유의적으로 높은 라디컬 소거능을 보였으며($p < 0.05$) 약 1.8배 높은 결과를 나타냈다. Broncano 등 (2012)는 저분자 화합물은 다양한 기능을 나타내며 carnosine anserine, creatine, creatine phosphate, peptides 및 free amino acids와 같은 물질들이 있으며 이는 선행 연구를 통해 항산화력을 보인다고 보고했다. 이를 바탕으로 앞의 결과로 미루어 보아 높은 단백질 함량과 가수분해도에 의해 3 Kda 이하의 펩타이드들과 같은 저분자 화합물이 대거 생성되었고 이로 인해 가수분해 시간이 진행됨에 따라 높은 라디컬 소거능을 보였을 것이며 또한 alcalase가 flavourzyme에 비해 많은 저분자 화합물을 생성했을 것으로 생각된다.

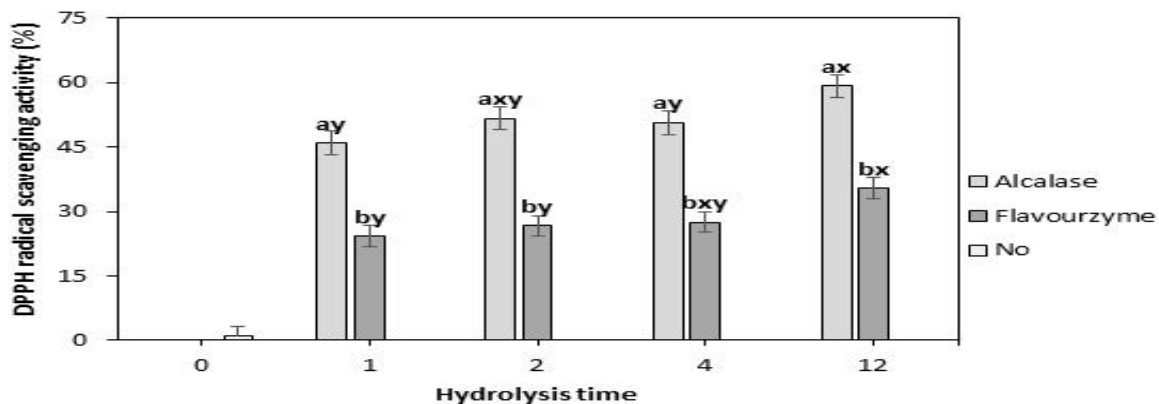


그림14. DPPH radical scavenging activity results of protein derived from bovine heart surimi according to enzyme and hydrolysis time effects.

^{a,c}Different small letter indicate significant differences among different enzyme ($p < 0.05$). ^{x,z}Different small letter indicate significant differences among different hydrolysis time ($p < 0.05$).

○ ABTS 라디컬 소거능

효소와 가수분해 시간에 따른 소 심장 연육 유래 단백질의 ABTS 라디컬 소거능 결과를 그림 15에 나타내었다. ABTS는 양이온 라디칼은 질소 원자에 의한 전자 손실에 의해 청록색을 나타내는 원리로 측정한다. 비효소 처리는 효소 처리에 비해 매우 낮은 라디컬 소거능을 보였다. 효소 처리는 alcalase와 flavourzyme 모두 1~2시간째까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나($p > 0.05$) 4시간째부터 유의적으로 높아졌고($p < 0.05$) 12시간째에 가장 높은 소거능을 보였다. 또한 모든 가수분해 시간에서 alcalase가 flavourzyme에 보다 유의적으로 높은 라디컬 소거능을 보였으며($p < 0.05$) 약 1.3배 높은 결과를 나타냈다. 결과에 대한 원인은 DPPH와 같은 저분자 화합물의 생성량에 의한 것으로 생각된다.

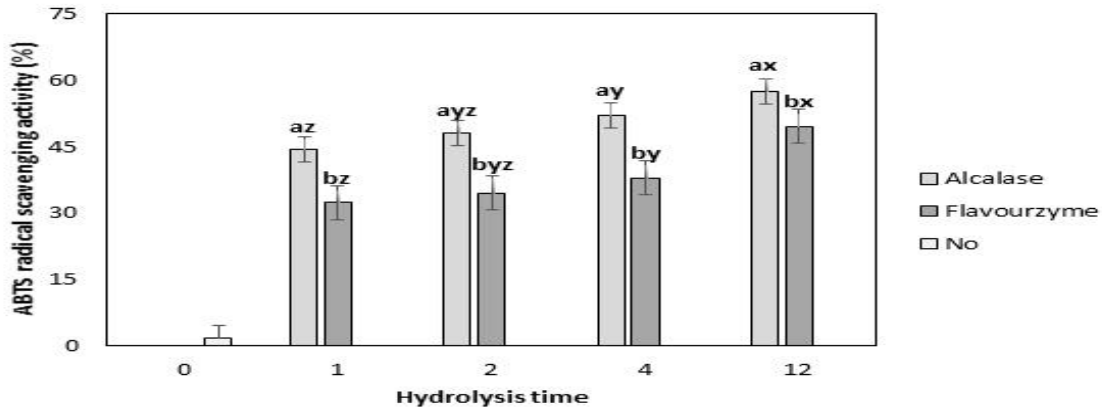


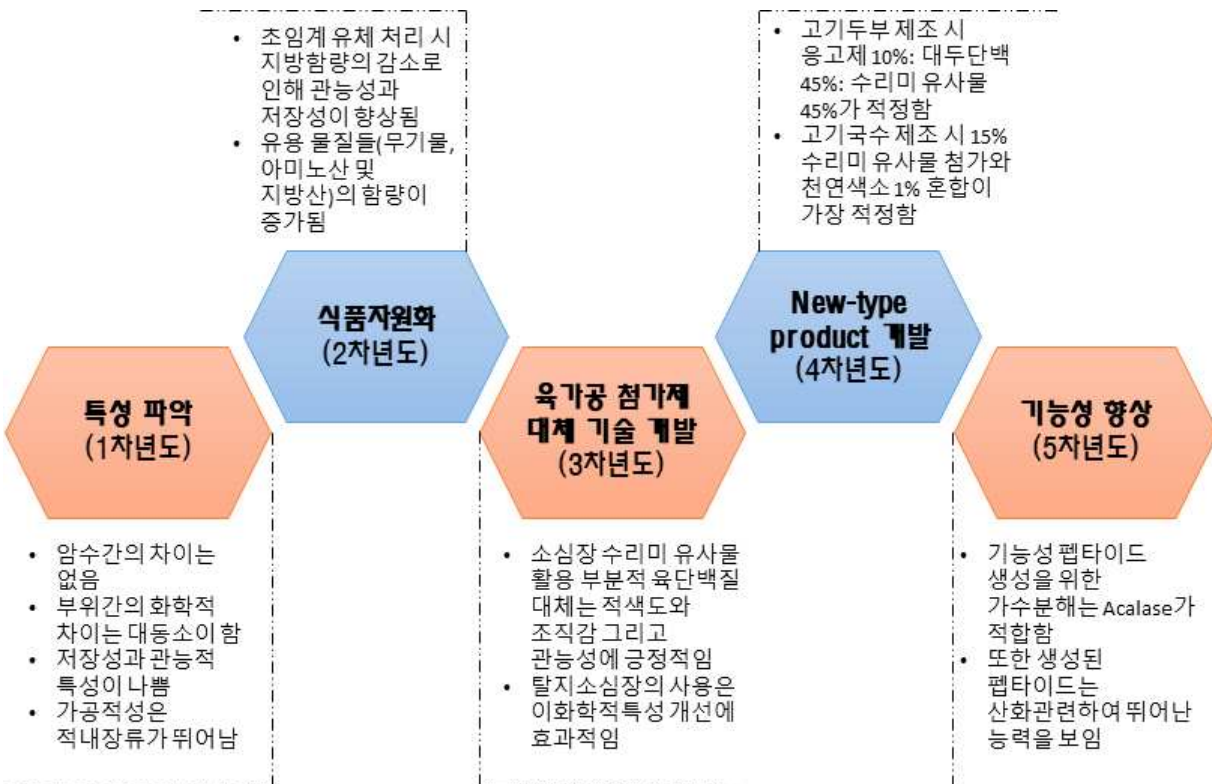
그림15. ABTS radical scavenging activity results of protein derived from bovine heart surimi according to enzyme and hydrolysis time effects.

^{a-c}Different small letter indicate significant differences among different enzyme ($p < 0.05$). ^{x-z}Different small letter indicate significant differences among different hydrolysis time ($p < 0.05$).

(4) 결론

- 소 심장 연육 유래 단백질을 alcalase와 flavourzyme으로 가수분해 시 alcalase가 flavourzyme 대비 높은 단백질 함량과 가수분해도를 보임
- Alcalase 처리는 에너지 대사 관련 단백질들이 동정되었고 flavourzyme 처리는 구조 단백질 관련 단백질들이 동정 됨
- Alcalase는 flavourzyme에 비해 낮은 TBARS 함량 및 높은 DPPH/ABTS 라디칼 소거능을 보임
- 그러므로 alcalase를 활용하여 12시간 동안 가수분해를 실시한다면 한우 부산물 가공제품 유래 단백질의 항산화적 특성에 가장 부합하는 조건으로 판단됨

바. 종합적 결론



「제7협동 : 한우육 유래 기능성 성분 인체 내 영향 및 소재 산업화(중앙대 허선진)」

가. In vivo 조건하에 한우 유래 펩타이드의 항고혈압 활성 검증 및 펩타이드 구조 구명

(1) 한우 유래 펩타이드의 항고혈압 활성 검증을 위한 in vivo 연구 디자인

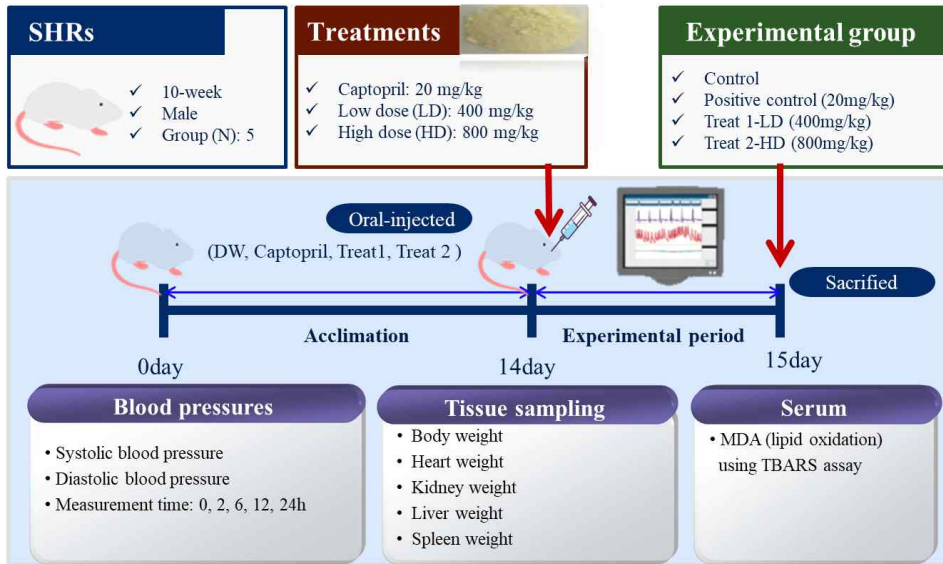


그림 1 . 본태성 고혈압 동물 모델(SHR)을 이용한 펩타이드의 항고혈압 활성 측정 실험 디자인

○ 동물 모델

- Spontaneously hypertensive (SHR/Izm)rat
- Male (10주령)
- Group: 5마리

○ 사료 및 음수

- 실험동물용 고형사료: (TEKLAD CERTIFIED GLOBAL 18% PROTEIN RODENT DIET 2918C)
- 음수: 상수도수를 필터유수살균기로 여과 후 자외선을 조사하고, 폴리카보네이트 재질의 음수 병(250 mL)을 이용하여 자유섭취 시켰다.

○ 시험물질

- Control: DW
- Captopril (Positive control): 20 mg/kg
- AK3K400: 3 kDa peptide using alkaline-AK, 400 mg/kg
- AK3K800: 3 kDa peptide using alkaline-AK, 800 mg/kg

○ 검역 및 순화

- 반입 시 동물의 외관 검사를 실시하고, 전자저울 (FX-2000i, AND, Korea)로 체중을 측정하였다. 약 2주간의 순화기간 중에 매일 1 회 일반증상을 관찰한다. 순화기간 종료일에 체중 측정 및 일반증상 및 체중변화를 확인하고 순화기간 중 혈압을 측정하여 수축기 혈압이 180 mmHg로 상승하면 시험을 수행하였다.

○ 약물 투여

- 약물 투여는 군 분리 후 다음날부터 실시하며 시험물질은 투여 당일에 조제하여 투여하며

투여 시간은 투여 당일 오전 10시부터 투여를 시작하였다.

○ 투여 경로

시험물질 (투여용량)	투여경로	투여액 (mL/kg)	투여횟수
Control	경구투여	10	1회/일
Captopril (20 mg/kg)	경구투여	10	1회/일
AK3K400 (400 mg/kg)	경구투여	10	1회/일
AK3K800 (800 mg/kg)	경구투여	10	1회/일

○ 관찰 및 검사

• 임상증상 관찰

모든 동물에 대하여 1 일 1 회 일반 증상을 관찰하고, 1 일 2 회 빈사 및 사망 동물의 유무를 확인하고 관찰은 투여 1일부터 투여 종료 시까지 실시하였다.

• 체중 측정

시험물질 투여 개시일에 체중을 측정하고 이를 기준으로 시험물질 투여액량을 결정하였다.

• 혈압 측정

시험물질 투여 전, 투여 후 2, 6, 12, 과 24 시간에 혈압을 측정하였다. 혈압 측정 시 수축기 혈압, 이완기 혈압에 대해 개체 당 각 1회 측정 시 마다 3회 반복 측정하여 그 평균값을 구하였다. 측정 방법은 동물을 측정 전에 individual holders에 숙박시킨 후 온열 패드를 이용해 30~33°C로 동물을 15분이상 예열한 후 Blood Pressure Analysis system인 BP-2000 series II (Visitech System, USA)의 tail-cuff를 통해 혈압과 심박수를 측정하였다.

• 부검

시험 종료 후 동물을 isoflurane으로 흡입 마취한 후 복대정맥에서 혈액을 채취하였다. 복대정맥에서 채취한 혈액은 10mL SST tube (Vacutainer, BD, USA) 넣어 혈액을 완전히 굳힌 다음 6,000 rpm 으로 10 분간 원심분리한 후 혈청을 취하여 1.5ml tube에 담아 -70°C 이하의 deep freezer에 보관하였다. 혈액 채취 후 간, 신장, 심장, 비장, 뇌를 적출하여 장기 무게를 측정하고, 뇌조직의 1/2인 우뇌는 10% 중성 포르말린에 고정하고 나머지 1/2인 좌뇌는 5 ml micro-tube에 옮겨 담은 후 액체 질소에 급속 냉동하여 -70°C이하의 deep freezer (Model 706, Thermo Fisher Scientific Inc., USA)에 보관하였다.

• 혈청학적 검사

보관된 혈청을 이용하여 혈청 생화학 분석기 (Accute TBA-40FR, Toshiba Medical System Co., Japan)로 다음 항목들을 측정하고 분석 후 남은 검체(혈청/혈장)는 deep freezer에 보관 후, 의뢰처에 송부하였다.

구별	항목	단위
혈중 지질 profile	총콜레스테롤(total cholesterol, T-Chol)	mg/dL
	트리글리세라이드 (triglycerides, TG)	mg/dL
	HDL-cholesterol (HDL-C)	mg/dL
	LDL-cholesterol (LDL-C)	mg/dL

(2) 한우 유래 펩타이드의 in vivo 조건하에 항고혈압 활성 검증

표 1. 본태성 고혈압 동물모델(SHR)의 체중 측정

Treatment group	Body weight (g)
Control	264.30 ± 10.05

Captopril	260.08 ± 5.23
AK3K400	270.74 ± 5.68
AK3K800	266.11 ± 6.32

Values represent mean ± SD (n=5). The groups are control (distilled water), captopril (20 mg/kg body weight), AK3K400 (400 mg/kg body weight), and AK3K800 (800 mg/kg body weight)

표 2. SHR의 장기 및 조직(간, 심장, 신장, 비장, 뇌) 무게 측정

Treatment group	Weight (g)				
	Liver	Heart	Kidney	Spleen	Brain
Control	10.31 ± 0.94	1.02 ± 0.01	2.00 ± 0.12	0.37 ± 0.05	1.83 ± 0.04
Captopril	9.89 ± 0.54	1.03 ± 0.02	2.02 ± 0.06	0.38 ± 0.01	1.84 ± 0.01
AK3K400	10.12 ± 0.41	1.05 ± 0.01	2.12 ± 0.03	0.38 ± 0.02	1.86 ± 0.05
AK3K800	9.78 ± 0.29	1.08 ± 0.01	2.13 ± 0.13	0.37 ± 0.01	1.86 ± 0.02

Values represent mean ± SD (n=3). The groups are control (distilled water), captopril (20 mg/kg body weight), AK3K400 (400 mg/kg body weight), and AK3K800 (800 mg/kg body weight).

○ 결과

- Alkaline-AK를 이용하여 3 kDa 이하 분자량을 가진 펩타이드의 항고혈압 활성 측정을 위해 본태성 고혈압 동물모델(SHR)에 각 처리군별에 맞게 급여 후 체중, 장기 및 조직의 체중변화를 확인하였다.
- 그 결과, SHR의 체중은 그룹간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.
- 또한, 장기 및 조직(간, 심장, 신장, 비장, 뇌)의 무게 역시 그룹간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.
- 따라서, alkaline-AK를 이용하여 3 kDa 이하 분자량을 가진 펩타이드(AK3K)는 체중 및 장기 에 영향을 미치지 않은 것으로 판단된다.

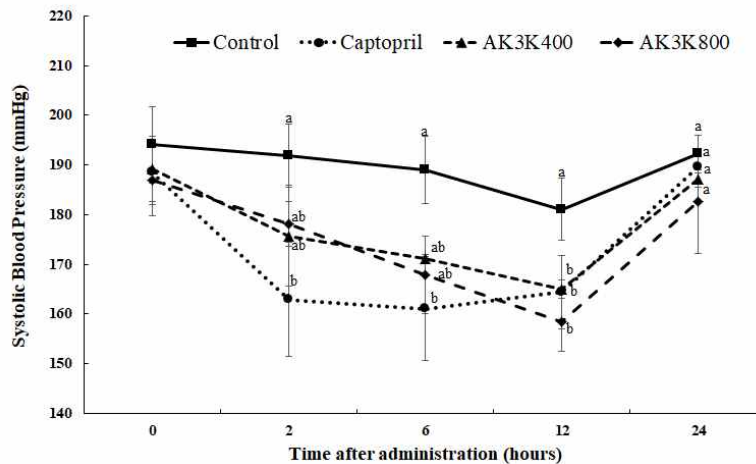


그림 2. SHR 모델에서 AK3K 펩타이드의 항고혈압 활성 검증을 위한 수축기 혈압 측정

Captopril (20 mg/kg body weight) and peptides < 3kDa obtained by alkaline-AK digestion, AK3K400 and AK3K800 mg/kg body weight, respectively on systolic blood pressure in SHR model after 0, 2, 6, 12, and 24 h of a single oral administration. Data are presented as mean ± SD. ^{a-b}Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) in the different groups.

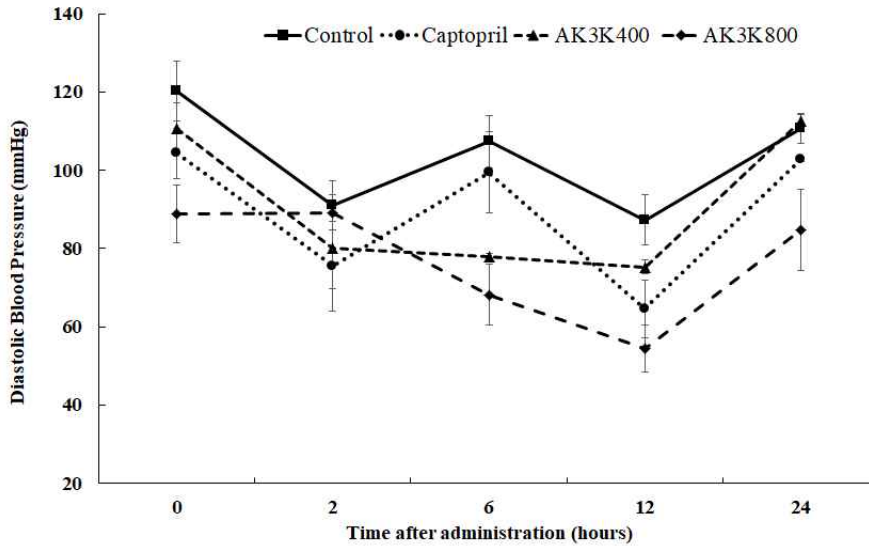


그림 3. SHR 모델에서 AK3K 펩타이드의 항고혈압 활성 검증을 위한 이완기 혈압 측정
Captopril (20 mg/kg body weight) and peptides < 3kDa obtained by alkaline-AK digestion, AK3K400 and AK3K800 mg/kg body weight, respectively on diastolic blood pressure in SHR model after 0, 2, 6, 12, and 24 h of a single oral administration. Data are presented as mean \pm SD. ^{a,b}Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) in the different groups.

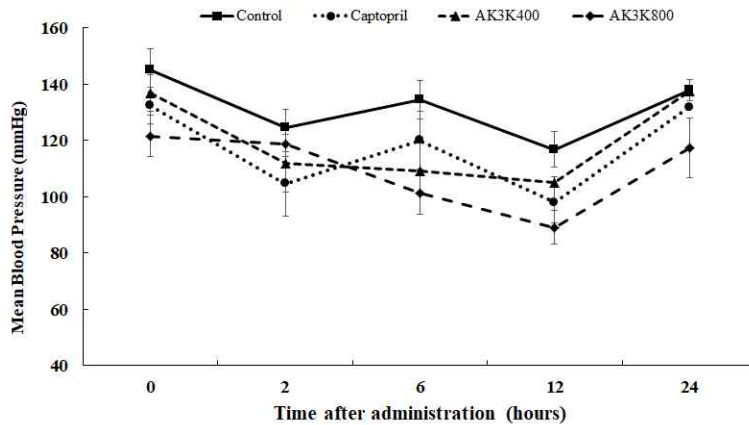


그림 4. SHR 모델에서 AK3K 펩타이드의 항고혈압 활성 검증을 위한 평균동맥 혈압 측정
Captopril (20 mg/kg body weight) and peptides < 3kDa obtained by alkaline-AK digestion, AK3K400 and AK3K800 mg/kg body weight, respectively on mean blood pressure in SHR model after 0, 2, 6, 12, and 24 h of a single oral administration. Data are presented as mean \pm SD. ^{a,b}Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) in the different groups.

○ 결과

- 각 처리군 별 샘플 급여 후, 0, 2, 6, 12, 24 시간 SHR의 수축기, 이완기, 평균 동맥혈압의 변화를 측정하여 AK3K 펩타이드의 항고혈압 활성을 평가하였다. (그림)
- AK3K 급여 2시간 후부터, AK3K400 및 AK3K800 처리군의 수축기혈압은 control에 비해 각각 17 mmHg 및 15 mmHg 감소하는 것으로 나타났다.
- 또한, AK3K400 및 AK3K800 처리군의 수축기 혈압은 급여 12시간 후에 최대 28 mmHg 및 35 mmHg 감소하는 것으로 나타났다.
- SHR에서 AK3K 펩타이드와 항고혈압제인 captopril 처리군 간의 항고혈압 활성은 유의차는 나타나지 않았다.

- 그러나, 초기 투여시간 0시간에 비해 12시간 급여 후, 이완기 혈압 및 동맥 평균 혈압은 35 mmHg 감소했지만, 처리군간 유의차는 나타나지 않았다.
- 그러므로, AK3K 펩타이드는 항고혈압제인 captopril과 비슷한 항고혈압 활성을 갖는 것으로 판단되며, 특히 수축기혈압에서 가장 큰 효과가 나타나는 것으로 확인되었다.

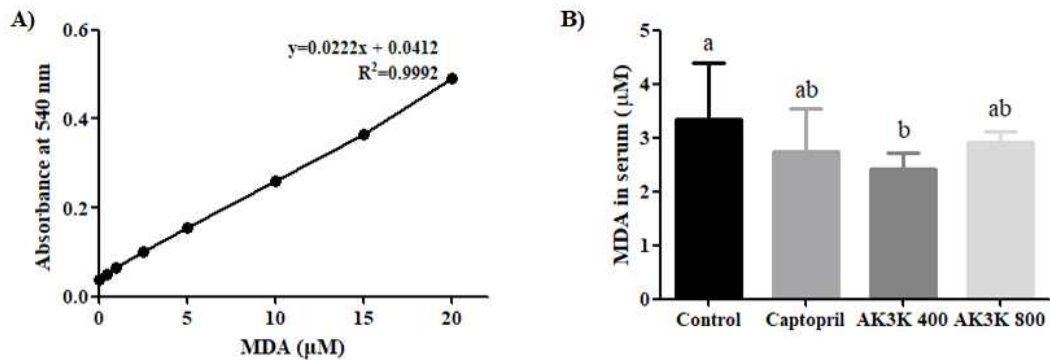


그림 5. TBARS assay를 이용한 SHR의 serum 내 MDA 함량 평가

(A) standard graph for the estimation of lipid peroxidation by malondialdehyde (MDA), and (B) MDA in serum. Values represent mean \pm SD (n=3). Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) in organ weight between different treatment groups.

○ 결과

- 지질 산화도 발생에 따라 고혈압이 증가된다는 보고에 따라 지질산화도 평가를 하고자, TBARS 방법을 이용하여 SHR의 serum 내 MDA 함량을 측정하였다.
- Serum 내 MDA 함량은 control 처리군에 비해 captopril 및 AK3K 펩타이드 처리군에서 모두 유의적으로 낮게 나타났다.
- 특히, AK3K400 처리군에서 유의적으로 가장 낮게 나타났다.

(3) 한우 유래 항고혈압 펩타이드 구조 구명

표 3. 한우 유래 항고혈압 펩타이드 서열

Peptide	Residue number	Mass	m/z
QHLKRMPRVR	10	1319.77	660.89
KTHGRGSP	8	838.44	420.22
LIVGIIRCV	9	984.62	493.31
RPLPVKTS	8	896.54	449.28
KHVHGKLLK	9	1073.68	537.85
SGPRTPDGREILFYKV	16	1833.97	917.99
LYLLLPR	8	999.65	500.84
FLIFLRRF	8	1110.67	556.35
ALPLVNPPL	9	932.57	467.29

MS/MS was performed on a LTQ Orbitrap XL mass spectrometer.

○ 결과

- 가장 항고혈압 활성이 높은 3kDa 분자량을 가진 한우 유래 펩타이드의 구조 구명을 위해, RP-HPLC와 LC-MS/MS를 이용하여 구조 분석을 진행하였다.
- 그 결과, 총 9개의 펩타이드를 확인하였으며, 분자량은 최대 1833.97 Da, 최소 838.44 Da 수

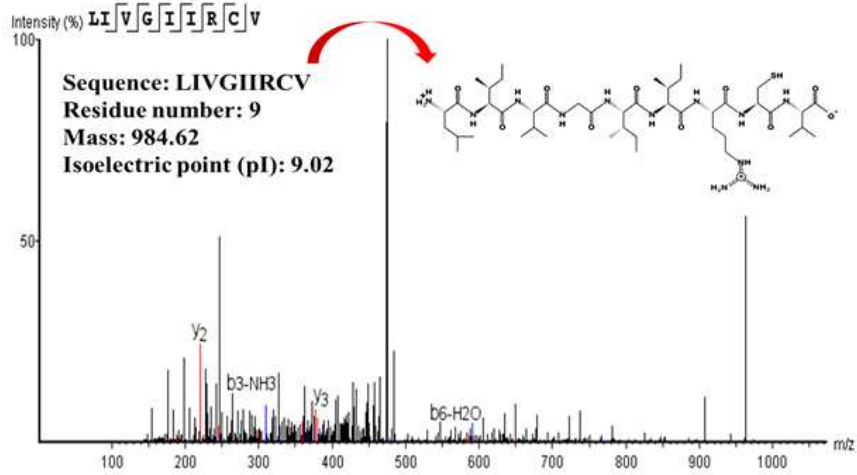


그림 6. 한우 유래 항고혈압 펩타이드 구조

준으로 확인하였다. (표)

- 9개의 펩타이드 중 intensity가 가장 높으며, 한우 단백질에서 유래된 항고혈압 펩타이드를 확인한 결과, LIVGIIRC V (Mw: 984.62)을 갖는 것으로 확인되었다.
- 그러므로, 최적의 한우 유래 항고혈압 펩타이드는 LIVGIIRC V (Mw: 984.62)으로 판단된다.

나. 한우 유래 펩타이드의 신경 보호 활성 검증 및 펩타이드 구조 구명

(1) 한우 유래 근원섬유 단백질에서 획득한 펩타이드의 신경 보호 활성 검증

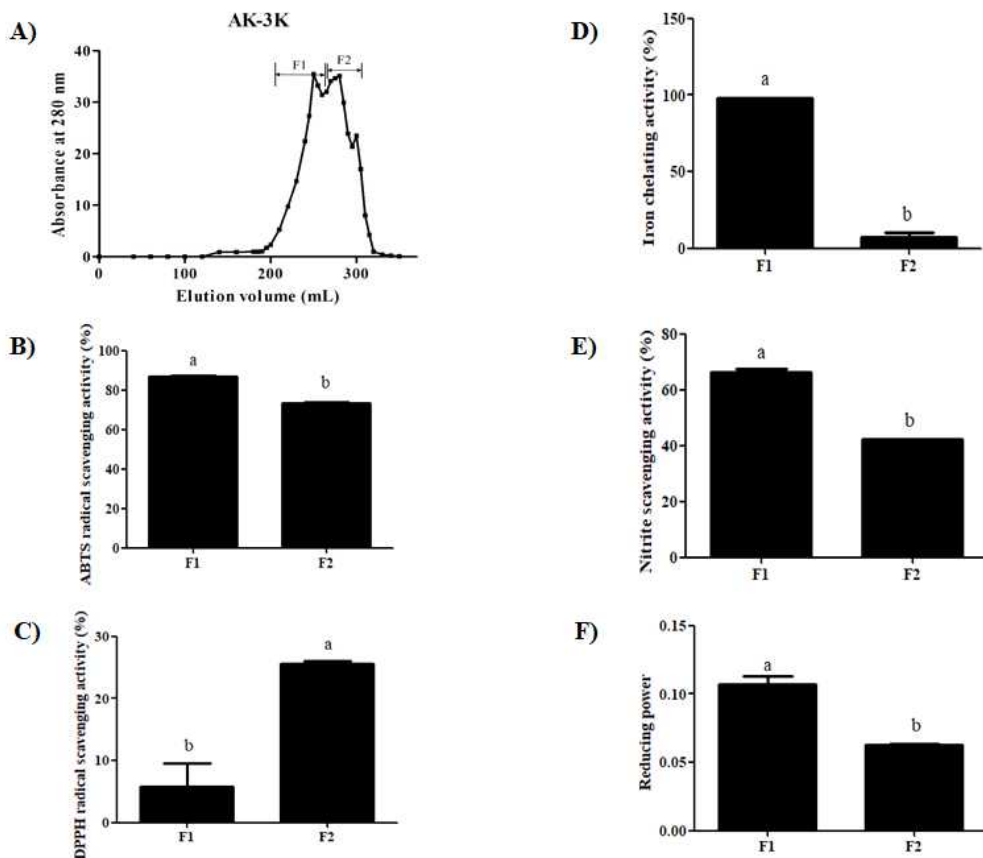


그림 7. (A) GPC 컬럼을 사용하여 FPLC에 의해 alkaline-AK에 의해 획득한 한우 유래 < 3 kDa 분자

량을 가진 펩타이드(F1 and F2)의 결과 (B) ABTS 라디칼 소거능, (C) DPPH 라디칼 소거능, (D) iron chelating 활성, (E) nitrite 소거능, (F) 환원력 평가. ^{a-b} Means with different letters differed significantly according to the fractions

○ 결과

- GPC 컬럼을 사용하여 FPLC에 의해 alkaline-AK에 의해 획득한 한우 유래 < 3 kDa 분자량을 가진 펩타이드는 F1 및 F2로 분획되었다. (그림 7)
- AK3K 펩타이드인 F1 및 F2의 항산화 활성을 평가하고자, ABTS 라디칼 소거능, DPPH 라디칼 소거능, iron chelating 활성, nitrite 소거능 및 환원력을 평가하였다.
- AK3K 펩타이드(F1 및 F2)의 ABTS 라디칼 소거능은 70% 이상으로 나타났으며, 특히 F2에 비해 F1에서 유의적으로 높게 나타났다.
- 또한, AK3KF1 펩타이드는 iron chelating 활성, nitrite 소거능 및 환원력 유의적으로 높게 나타났다.
- 반면에, AK3KF2 펩타이드는 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 높게 나타났다.
- 그러므로, 전반적으로 AK3KF1 펩타이드는 항산화 활성이 더 높은 것으로 판단된다.

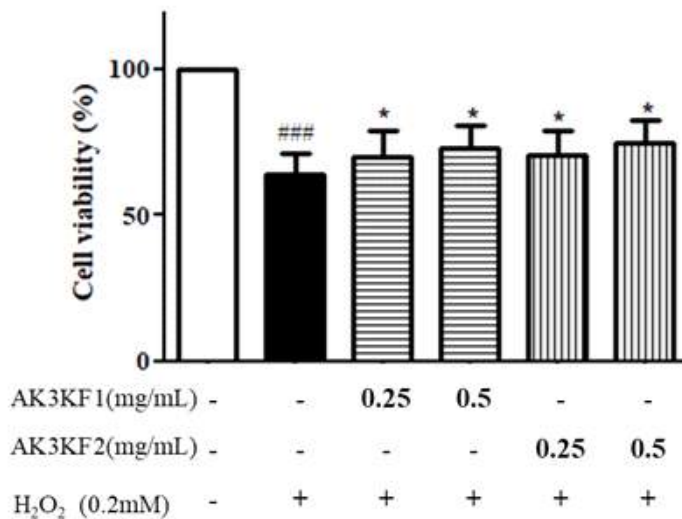


그림 8. 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y 세포에서 alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)의 세포 생존을 효과.

Data are given as mean values ± standard deviation (n = 3). ### p < 0.001 compared to the control cells. * p < 0.05 compared to the H₂O₂ treated cells. Data are given as mean values ± standard deviation (n = 3).

○ 결과

- XTT assay를 이용하여 alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)의 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y 세포활성을 측정하였음. (그림)
- 그 결과, 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)는 신경 산화 손상군에 비해 모두 유의적으로 세포 활성이 증가하였다.
- 또한, Griess reagent를 이용하여 alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드 (0.25-0.5mg/mL)의 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y의 NO 발생 억제를 측정하였음. (그림)
- 그 결과, 신경 산화 손상군은 control군에 비해 NO 발생도가 유의적으로 증가하였다.

• 반면에, 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)는 신경 산화 손상군에 비해 모두 유의적으로 NO 발생을 억제하는 것으로 나타났다. 그러므로, 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)는 신경 보호 활성을 갖는 것으로 판단된다.

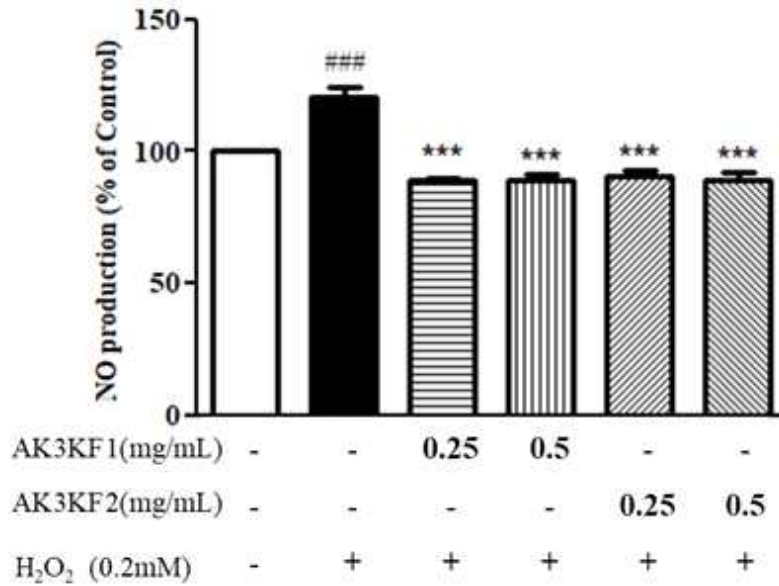


그림 9. 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y 세포에서 alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)의 NO 발생 억제 효과.

Data are given as mean values \pm standard deviation ($n = 3$). ^{###} $p < 0.001$ compared to the control cells. ^{*} $p < 0.05$ compared to the H₂O₂ treated cells.

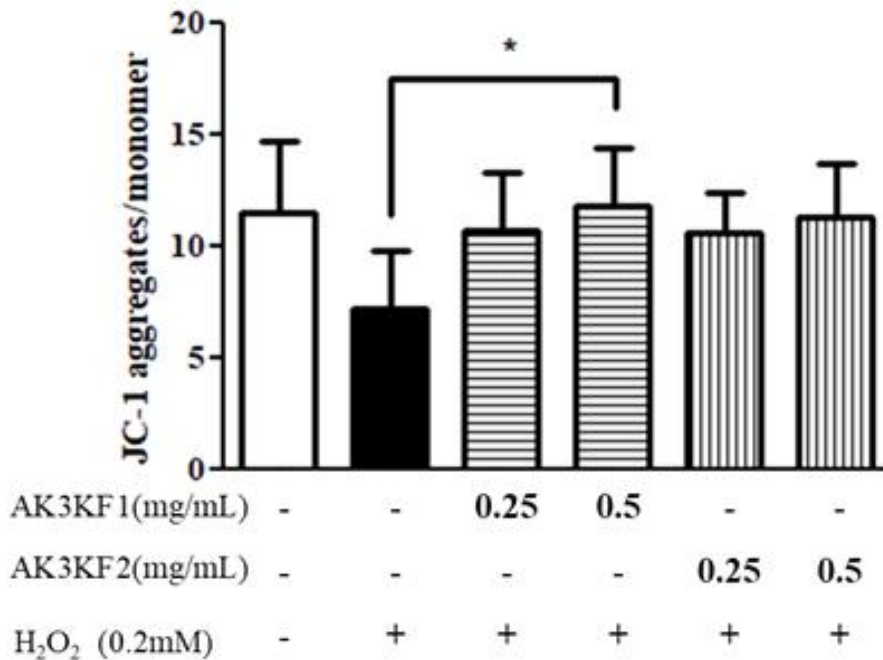


그림 10. 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y 세포에서 alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)의 JC-1 staining을 이용한 미토콘드리아 막 전위차 활성 평가.

Data are given as mean values \pm standard deviation ($n = 3$). ^{*} $p < 0.05$ compared to the H₂O₂ treated cells.

○ 결과

- 미토콘드리아 막 전위차의 감소는 미토콘드리아 기능 퇴화 및 세포 사멸과 관련이 있다는 보고하에 JC-1 staining을 이용하여 미토콘드리아 막 전위 활성을 측정하였다.
- Alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)의 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y 세포의 미토콘드리아 활성을 측정한 결과는 다음과 같다. (그림 11)
- 신경 산화 손상 유도군에 비해 AK3KF1 펩타이드 처리군에서 유의적으로 미토콘드리아 막 전위차가 증가하는 것으로 나타났다.

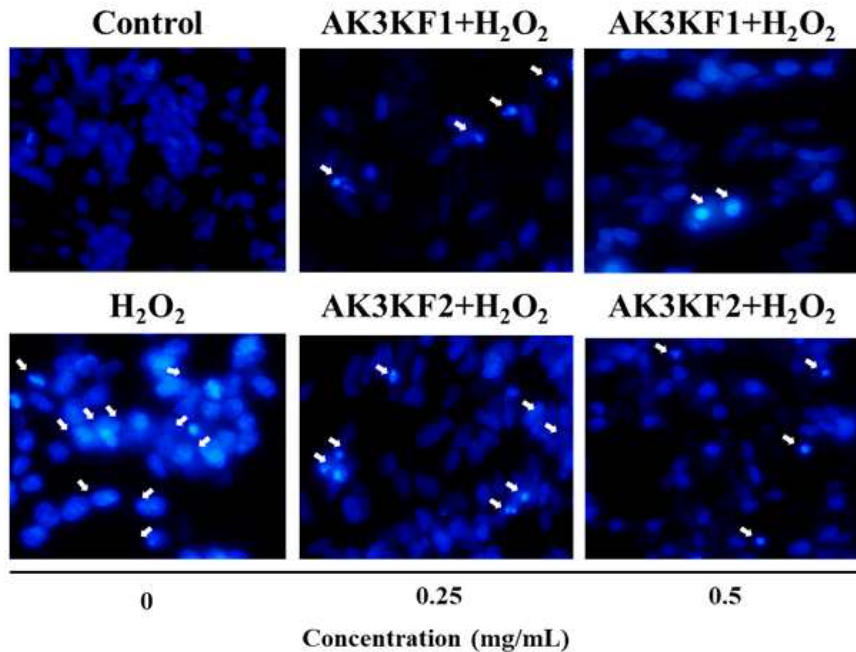


그림 11. 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y 세포에서 alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)의 Hoechst staining 이용한 세포 핵 손상 억제 효과.
Data are given as mean values \pm standard deviation ($n = 3$).

○ 결과

- 위의 결과를 바탕으로, Hoechst staining 이용하여, AK3K 펩타이드의 신경 손상 보호 활성을 측정하였다.
- 그 결과, 신경 손상 처리군은 모두 세포 파괴 및 세포 핵의 응축 현상이 일어난 것으로 보아 세포 손상이 많이 일어난 것으로 나타났다.
- 그에 비해, AK3KF1 및 AK3KF2 펩타이드 처리군에서 위와 같은 세포 사멸이 많이 감소한 것으로 확인되었고, 특히 AK3KF1 펩타이드가 많이 세포 사멸을 억제하는 것으로 나타났다.
- 또한, AK3KF1 및 AK3KF2 펩타이드의 세포사멸 억제 활성을 보고자, flow cytometry를 이용한 Annexin V/PI staining 분석법을 이용하였다.
- AK3KF1 및 AK3KF2 펩타이드 처리군의 세포사멸율은 신경 손상 처리군에 비해 각각 $8.82 \pm 19.77\%$ 및 $43.32 \pm 16.94\%$ 으로 유의적으로 감소하였다.
- 그러므로, AK3KF1 펩타이드가 AK3KF2에 비해 유의적으로 더 높은 신경 보호 활성을 갖는 것으로 판단된다.

(2) 한우 유래 펩타이드의 in vivo 조건하에 신경보호 활성 검증

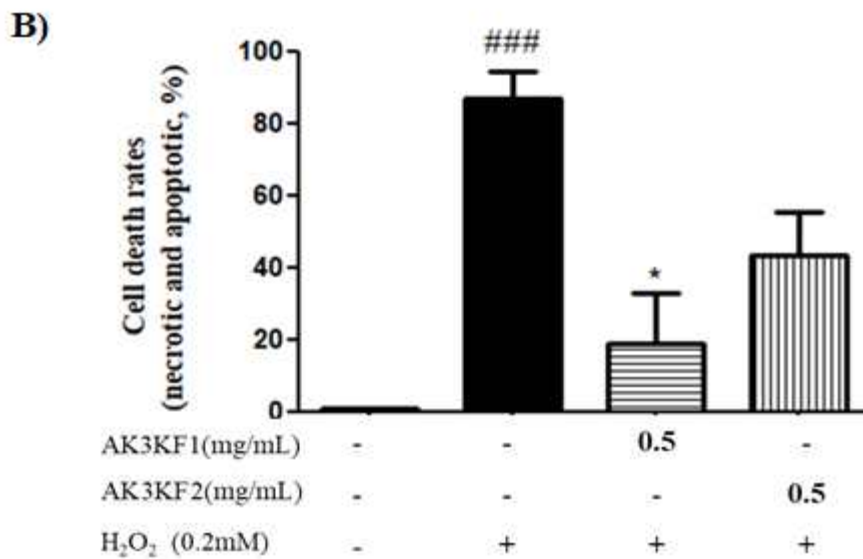
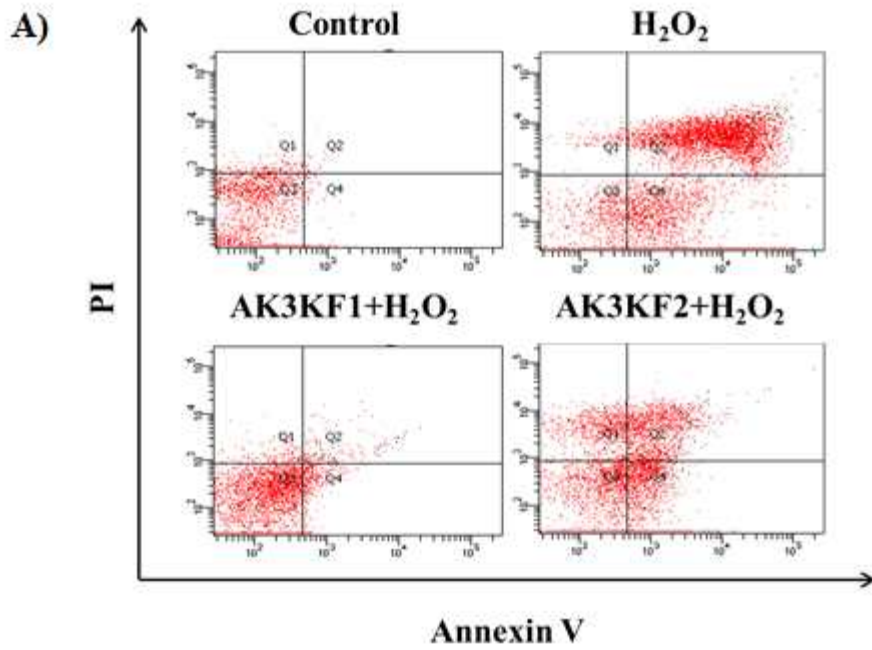


그림 12. 신경 산화 손상을 유발한 SH-SY5Y 세포에서 alkaline-AK 이용하여 한우 유래 < 3 kDa 펩타이드(0.25-0.5mg/mL)의 세포 사멸 억제 효과.

A) Flow cytometry analysis, B) quantitative analysis of the cell death rate to determine the neuroprotective effects of the < 3kDa novel peptides obtained using alkaline-AK. ### $p < 0.001$ compared to the control cells. * $p < 0.05$ compared to the H₂O₂ treated cells.

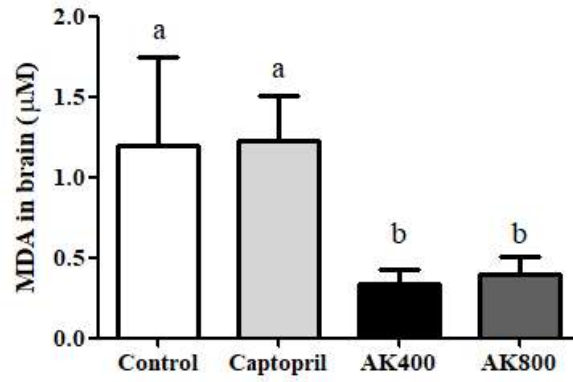


그림 13. TBARS 방법을 이용한 SHR brain 내 지질산화도 측정

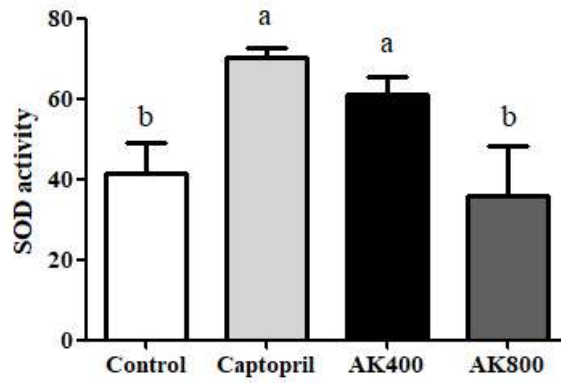


그림 14. SHR brain 내 superoxide dismutase (SOD) 활성 측정

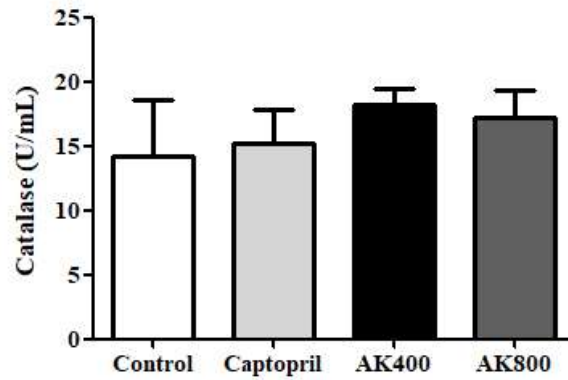


그림 15. SHR brain 내 catalase 측정

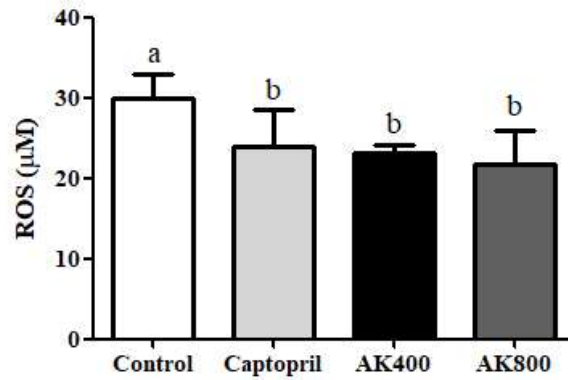


그림 16. SHR brain 내 reactive oxygen species (ROS) 활성 측정

○ 결과

- Alkaline-AK를 이용하여 3 kDa 이하 분자량을 가진 펩타이드의 신경보호 활성 측정을 위해 본태성 고혈압 동물모델(SHR)에 각 처리군별에 맞게 급여 후 산화 스트레스 손상과 관련된 요소를 측정하였다.
- TBARS 방법을 이용하여 지질산화도 측정을 하기 위해, SHR brain 내 MDA 함량을 측정한 결과 AK3K 펩타이드 400 및 800 mg/mL 처리군에서 각각 0.33 ± 0.09 및 $40 \pm 0.10 \mu\text{M}$ 으로 나타났으며, 대조군 및 captopril 처리군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다.
- SHR brain 내 SOD 함량 측정결과, AK3K 펩타이드 400 mg/mL 및 captopril 처리군에서 냉활성이 유의적으로 높게 나타났다.
- 그러나, AK3K 펩타이드 800 mg/mL 처리군의 SOD 활성은 대조군과 유의차가 나타나지 않았다.
- SHR brain 내 catalase 함량 측정결과, 처리군간 유의차는 나타나지 않았다.
- SHR brain 내 ROS 함량 측정결과, captopril, AK3K peptide 펩타이드 400 및 800 mg/mL 처리군에서 각각 23.92 ± 4.56 , 23.12 ± 1.00 및 $21.71 \pm 4.16 \mu\text{M}$ 으로 나타났다. 특히, 대조군에 비해 AK3K 펩타이드 처리군에서 ROS 감소가 유의적으로 높게 나타났다.
- 그러므로, 전반적으로 AK3K 펩타이드는 대조군에 비해, MDA 및 ROS 발생을 유의적으로 감소시켰으며, SOD 활성이 증가하는 것으로 확인되었다.
- 이 결과를 토대로, AK3K 펩타이드의 항산화 스트레스는 신경성 고혈압을 감소할 수 있으며, 신경성 고혈압 치료제로서 사용이 가능할 것으로 판단된다.

(3) 한우 유래 신경보호 활성 펩타이드 서열

Peptide	Residue number	Mass	m/z
FYSILLFD	8	1016.52	509.27
FYSLLLFD	8	116.52	509.27
TQKKVIFC	8	695.54	483.78
LFMEVMLPREELY	13	1684.82	843.42
DGIIAPGYENE	11	1176.53	589.62
MELDDLPELQ	10	1201.55	601.76
NKKPELLDMLLI	12	1425.83	713.92
DVAAGMLIPPT	11	1083.56	542.79
LYFRHLLVNPR	11	1426.82	714.41

ICLALESIISEEEKKS	16	1790.93	896.47
DDLELTLAK	9	116.54	509.27
RAMTEKRIVITE	12	1461.80	731.90
VLVIPEGDARI	11	1180.68	591.35
DNKRNYQHIWLM	12	1616.79	809.41
TKDAGVIAGLNVLRL	14	1425.53	713.92
LATKAIDEYMK	11	1281.66	641.83
VLEEGTIA	8	830.44	416.22

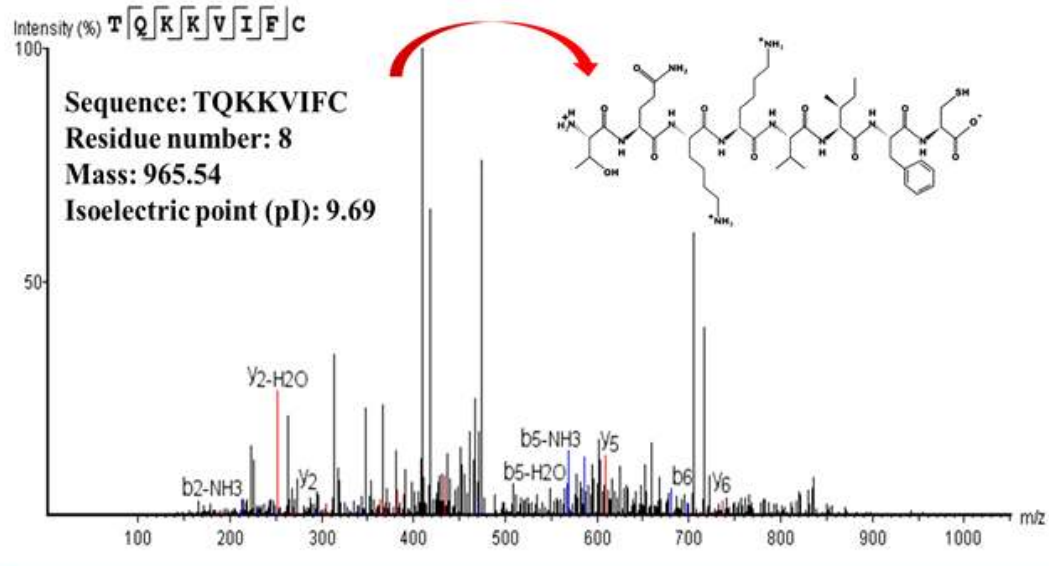


그림 17. 한우 유래 신경보호 펩타이드 구조

MS/MS was performed on a LTQ Orbitrap XL mass spectrometer.

○ 결과

- 가장 항고혈압 활성이 높은 alkaline-AK를 이용하여 획득한 3kDa 분자량을 가진 한우 유래 펩타이드의 구조 구명을 위해, RP-HPLC와 LC-MS/MS를 이용하여 구조 분석을 진행하였다.
- 그 결과, 총 17개의 펩타이드를 확인하였으며, 분자량은 최대 1790.93 Da, 최소 116.52 Da 수준으로 확인하였다. (표)
- 17개의 펩타이드 중 intensity가 가장 높으며, 한우 단백질에서 유래된 항고혈압 펩타이드를 확인한 결과, TQKKVIFC (Mw: 965.54)을 갖는 것으로 확인되었다.
- 그러므로, 최적의 한우 유래 신경보호 펩타이드는 TQKKVIFC (Mw: 965.54)으로 판단된다.

다. 한우 유래 펩타이드의 항균 활성 검증

(1) 실험 조건

- 사용 균주 (10^7 - 10^8 CFU/g)
 - *Pseudomonas aeruginosa*
 - *Listeria monocytogenes*
 - *Staphylococcus aureus*
 - *Escherichia coli*
- 대조군 (항생제)

- Ofloxacin (300 mg/mL)
 - Tetracycline (300 mg/mL)
- (2) 한우 유래 펩타이드의 항균활성

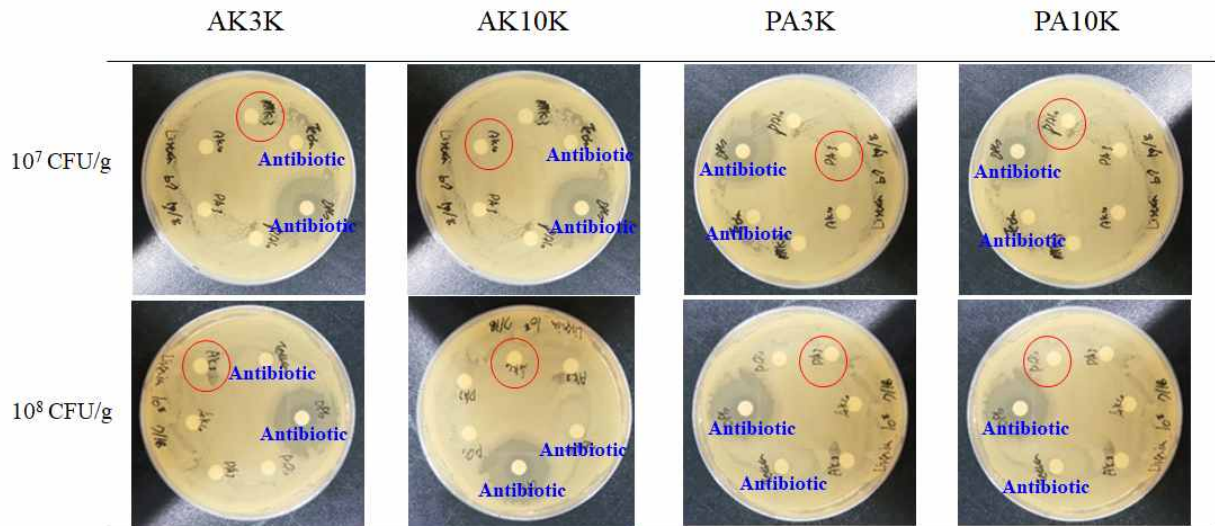


그림 18. *Pseudomonas aeruginosa*를 이용한 한우 유래 펩타이드의 항균 활성 평가
(Antibiotic: ofloxacin (300 mg/mL), tetracycline (300 mg/mL))

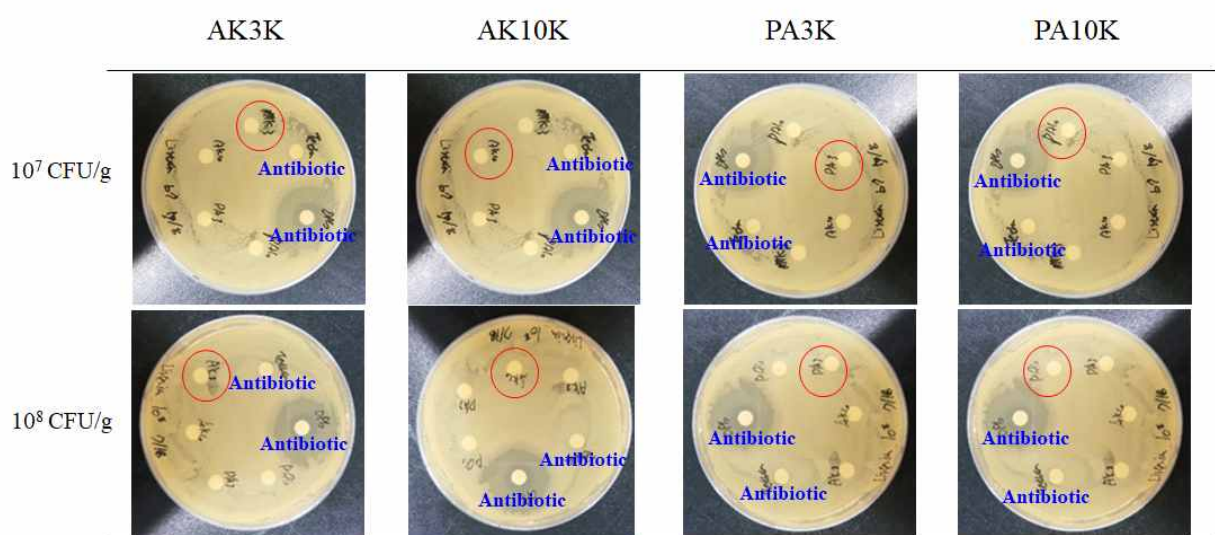


그림 19. *Staphylococcus aureus*를 이용한 한우 유래 펩타이드의 항균 활성 평가
(Antibiotic: ofloxacin (300 mg/mL), tetracycline (300 mg/mL))

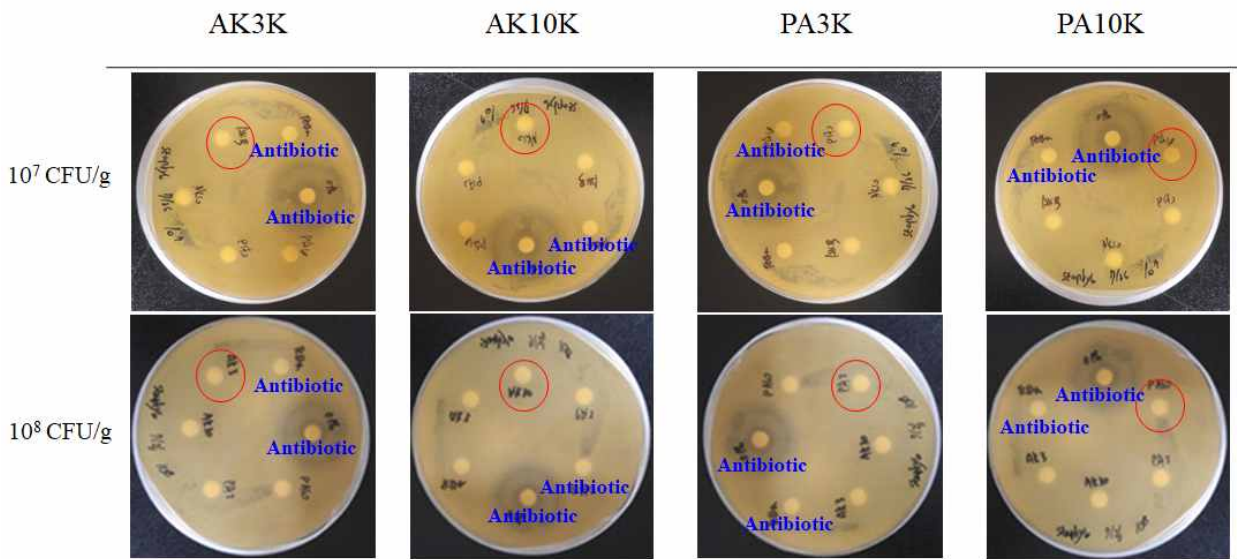


그림 20. *Staphylococcus aureus*를 이용한 한우 유래 펩타이드의 항균 활성 평가
(Antibiotic: ofloxacin (300 mg/mL), tetracycline (300 mg/mL).

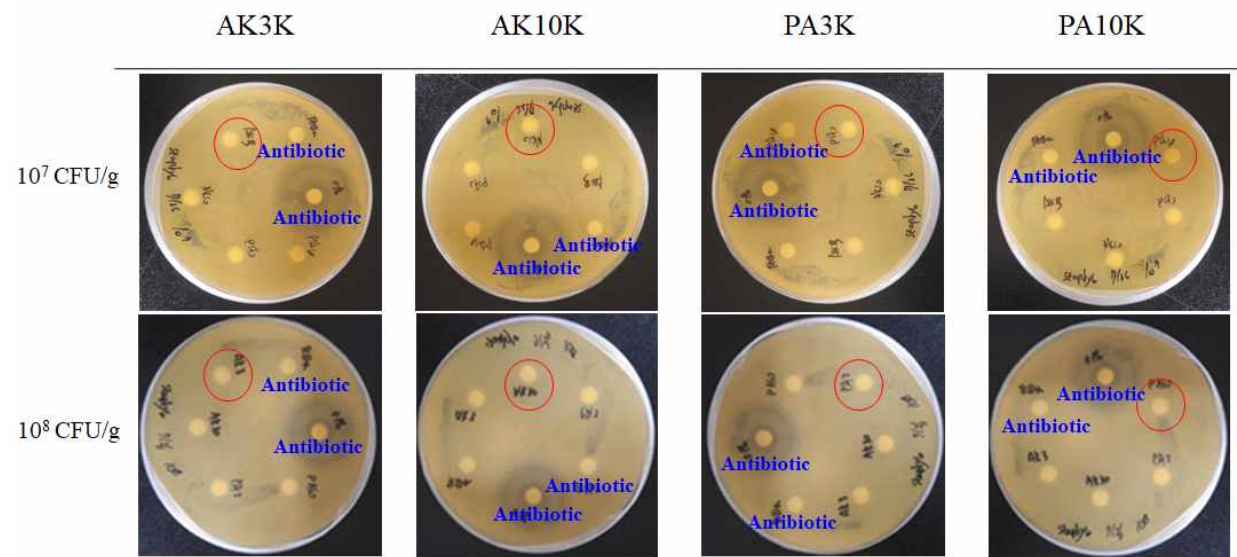


그림 21. *Escherichia coli*를 이용한 한우 유래 펩타이드의 항균 활성 평가
(Antibiotic: ofloxacin (300 mg/mL), tetracycline (300 mg/mL)

○ 결과

- Alkaline-AK 및 papain을 이용하여 획득한 한우유래 펩타이드의 항균 활성을 디스크 확산법을 이용하여 확인하였다.
- 항균활성을 확인하고자, 총 4가지 유해균 (*Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*)을 사용하였다.
- 그 결과, 한우 유래 펩타이드는 총 4가지 유해균에서 모두 항균 활성이 나타나지 않았다.
- 그러므로, 한우 유래 펩타이드는 유해균 억제 활성에 효과가 없는 것으로 판단된다.

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 연차별 연구개발 목표 및 달성도

구분	연도	연구개발의 목표	달성도(%)
1차년도	2015	○ 친형제검정을 위한 검정집단 구축	100
		○ 친형제검정위한 OPU유래 한우생산	100
		○ OPU유래 수정란 생산기술 고도화	100
		○ OPU기법 적용 한우농가 사료 및 사양관리 프로그램 정밀 진단	100
		○ 한우도체의 육질등급에 따른 맛관련 요인의 기초자료 조사	100
		○ 한우와 다른 품종 간의 풍미 비교연구	100
		○ 품질 등급 및 분할육별 영양적 특성 및 품질 특성 구명	100
		○ 한우육으로부터 최적의 펩타이드 추출 및 가수분해 기법 확립	100
		○ 한우 부산물의 종류별 품질특성 및 가공적성 구명	100
		○ 한우육 및 뼈의 기능성 물질 분석 및 최적 추출법 구명	100
2차년도	2016	○ 지방산조성의 씨수소 유전능력 평가	100
		○ 친형제검정을 위한 검정집단 구축	100
		○ OPU유래 수정란생산 기술 고도화	100
		○ 무혈청 배양기술 개발	100
		○ 한우, 수입육, 흑우 및 칩소 식별용 SNP 선발	100
		○ 한우암소를 위한 최적 영양소 공급 수준 결정 및 사료첨가제 탐색	100
		○ 조기비육 및 출하월령 단축을 위한 육성기 사양프로그램 개발	100
		○ 발굴된 차별화 요인들의 품질특성 구명	100
		○ 성별 및 도살연령에 따른 풍미 비교연구	100

구분	연도	연구개발의 목표	달성도(%)
2차년도	2016	○ 한우육 및 뼈의 기능성 물질 추출잔여물의 건강기능성 식품소재로서의 활용성 분석 및 이를 응용한 편의 육제품 개발	100
		○ 한우도체 주요 근육별 근섬유 특성 구명	100
		○ 한우 유래 추출물 및 가수분해물의 대량 생산 조건 확립	100
		○ 한우 부산물의 자원화를 위한 처리기술	100
3차년도	2017	○ 후대검정 형질에 지방산조성 포함을 위한 정책 개발	100
		○ 친형제검정을 위한 당대검정	100
		○ OPU유래 수정란 생산기술 고도화	100
		○ 공란우와 수란우 선발조건 정립	100
		○ 수태율 향상위한 수란우 처리기술 개발	100
		○ 한우 품종의 유전적 다양성을 확보한 SNP 선발을 통한 이력추적용 SNP 선발 및 분석 기법 개발	100
		○ 암소를 위한 최적 영양소 공급 수준 결정 및 사료첨가제 탐색 계속	100
		○ 조기비육 및 출하월령 단축을 위한 비육전기 및 비육중기 사양프로그램 개발	100
		○ 새로운 품질평가 항목의 범주화 및 실증 적용 실험	100
		○ 한우 가공품의 품미특성	100
		○ 한우육의 영양 및 품질적 우수성 검증	100
		○ In vivo 조건하에 한우 유래 펩타이드의 항고혈압, 신경 손상 보호 효능 검정	100
○ 한우 부산물 및 유용물질 활용 육가공제품 첨가제 대체 기술 확립	100		
4차년도	2018	○ 친형제검정의 정확도 평가	100
		○ OPU유래 수정란생산 기술 고도화	100
		○ 저온저장 및 동결수정란 이식기술 개발	100
		○ 현장 검증을 통한 한우 품종 판별 및 이력추적 실용화	100

구분	연도	연구개발의 목표	달성도(%)
4차년도	2018	○ 최적 영양소 공급 수준과 사료첨가제를 이용한 수정란 이식 성공률 개선기술 정립, 현장적용 및 홍보	100
		○ 조기비육 및 출하월령 단축을 위한비육후기 전용 사양 프로그램 개발 및 개발 프로그램의 검정	100
		○ 불포화지방산과 올레인산 강화를 위한 사료 첨가제 탐색 및 in vitro 시험	100
		○ 새로운 품질평가 항목의 품질평가 적용 방안 연구	100
		○ 한우 출하기간에 따른 성장 및 지방 특성 차이 분석	100
		○ 안심, 등심, 꽃등심을 이용한 스테이크와 소스 개발 및 책자 제작	100
		○ 월령 및 성별 영양적 특성 및 품질 특성 구명	100
		○ 한우육 활용 기능성 물질 제조	100
		○ 한우 부산물의 이용 가공제품 개발	100
5차년도	2019	○ 친형제검정 체계 개발	100
		○ OPU유래 수정란생산 기술 고도화	100
		○ 산업화 적용위한 수태율 확보	100
		○ 공란우와 수란우 선발조건 매뉴얼 작성 완성	100
		○ 사료첨가제를 이용한 in situ 및 in vivo 시험을 통한 사양프로그램 개발	100
		○ 세계 주요 소고기 수출 국가 육우 사육현황 및 대응전략 수립	100
		○ 소도체 등급제도 개선방안 마련	100
		○ 세포배양을 이용한 근내지방도 조절 기법 개발	100
		○ 부위별 메뉴와 소스개발 및 책자 제작	100
		○ 한우 소분할육별 최적의 활용법 구명	100
		○ 한우육 유래 기능성 성분 이용 보조식품 개발	100
		○ 한우 부산물 가공제품의 기능성 향상 기술	100

3-2. 목표달성을 위한 연구팀별 주요활동

한우·한우육의 특성 구명, 수출 전략형 한우산업 기반구축

- 한우사육기간 단축(27개월령)
- 한우육의 맛 특성 구명
- 한우육 및 부산물의 영양성분 구명 및 육제품 개발
- 국가별 한우육 수출 활성화 전략 수립
- 맞춤형 한우브랜드 집단의 신속 구축체계 및 기술 확보(수정란이식 60%, 씨수소선발 3년으로 단축)
- 소 품종판별 키트화(SNP chip) 적용
- 주요 국가별 한우육 이용 요리 레시피 제공



연구팀 구성	한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축 (세부 2개 과제, 협동 1개 과제)	한우·한우육의 특성 강화 생산성 개선 부문(세부 2개 과제, 협동 2개 과제)	한우육의 맛 특성 구명 및 활용 부문 (세부 1개 과제, 협동 2개 과제)	한우육의 기능성 구명 및 활용 부문(세부 1개 과제, 협동 2개 과제)
1년차 (2015)	-지방산조성 유전특성구명 -친형제검정용 검정집단 구축 -친형제검정용 수정란이식	-기존 수정란이식농가 사양프로그램 사례조사 -조기비육용 육성기사양 프로그램 개발	-육질등급별 맛 관련요인 기초조사 -품종간 품미 비교	-등급 및 분할육별 영양특성 -한우육 펩타이드 추출기법 -부산물 이취 저감화 -육 및 뼈 기능성 물질 분석
2년차 (2016)	-유전분석, 씨수소 능력추정 -무혈청 난자배양 기술 -품종 식별 SNP선발	-수란우 최적영양소 수준 -조기비육용 비육전기 및 중기 사양프로그램 개발	-발굴된 차별화 요인의 품질특성 -성별,월령별 품미비교	-근육별 근섬유 특성구명 -추출잔여물 식품소재화 -추출물의 대량생산 확립
3년차 (2017)	-친형제검정용 당대검정 -수태율향상 수란우처리 -이력추적용 SNP선발	-수란우 최적영양소 수준 결정 및 사료첨가제 탐색 -조기비육용 비육후기 프로그램 개발 -등지방 조절 첨가제 개발	-맛관련 품질평가항목의 범주화와 실증실험 -한우가공품의 품미특성 구명	-추출잔여물 활용 육제품개발 -영양,품질적 우수성 검증 -펩타이드의 인체건강 효과 -부산물의 영양,안전성 구명
4년차 (2018)	-친형제검정 정확도 평가 -저온저장 동결란 이식 -SNP칩 현장검정 실용화	-수란우용 영양소 수준 및 첨가제활용 프로그램 정립 -조기비육용 및 등지방, 등심증가 프로그램 개발 -불포화지방산 강화 첨가제 탐색	-신규 품질평가 항목의 적용연구 -출하기간별 성장 및 지방특성 차이 분석	-외국용 스테이크 및 소스개발 -월령,성별 영양특성,품질특성 -기능성 펩타이드 제조 -한우 저이용부위 기능성 물질 탐색 -부산물유래 유용물질의 식품소재 활용
5년차 (2019)	-친형제검정 체계 정책건의 -수정란이식 기술고도화 -공란우,수란우 조건 및 처리 매뉴얼 완성	-현장적용 및 기술지도 -포화지방산 강화 사양프로그램 개발 -수출전략 수립, 책자발간	-도체등급제도 개선방안 확정 -근내지방도 조절기법 개발	-외국용 부위별 메뉴, 소스, 책자 발간 -분할육 최적 활용법 구명 -기능성 물질 활용 보조식품 개발 -부산물 기능검증, 가공제품

3-3. 정량적 성과 목표 달성 결과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표7								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과			교 육 지 도	인 력 양 성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I						
단 위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건			
가중치																			
최종목표	10	10		4		2	4				18	19		40	14	14	3	2	2
1차연도																			
1차연도				1	10						6	3		15	9	7			
2차연도	2						1				5	3		8	4	4			
2차연도	2										8	4		13	4	5			
3차연도	2	1		1			1				4	4		6	3	2			
3차연도	1	1					30				6	3		7	5	9		2	
4차연도	5	8		2		2	1				2	4		9	3	2		1	1
4차연도	1						54.77				11	2		10	5	3		2	
5차연도	1	1		1			1				6	4		10	2	3	3	1	1
5차연도		1									9	2		5		4			
소 계	10	10		4		2	4				18	19		40	14	14	3	2	2
소 계	4	2		1	10		84.77				40	14		50	23	28	0	4	0
종료 1차연도																			
종료 2차연도																			
종료 3차연도																			
종료 4차연도																			
종료 5차연도																			
소 계																			
합 계																			

가. 특허성과

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	2-메톡시스티벤드론을 포함하는 배지 조성물 및 이를 이용한 체외수정란의 생산 방법	대한민국	경상대학교 산학협력단	2016.11.30	10-2016-0161480	경상대학교 산학협력단	2018.05.10	10-1858844	100
2	한우사골 추출물을 이용한 인산염 대체제 조성물 및 이를 포함하는 육가공품	대한민국	충북대학교 산학협력단	2017.06.07	10-2017-0070989				100
3	동물성 지방 대체 조성물 및 이를 이용한 저지방 육제품	대한민국	경상대학교 산학협력단	2018.10.25	10-2018-0128158				100
4	한우육 유래 펩타이드의 제조 방법 및 이로부터 제조된 한우육 유래 펩타이드를 유효성분으로 포함하는 고혈압 또는 퇴행성 신경질환의 예방, 치료, 또는 개선용 조성물	대한민국	중앙대학교 산학협력단	2018.08.08	10-2018-00092547	허선진, 이승연	2020.02.20	10-2018-0092547	100

나. 기술거래(이전) 등

No.	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)	누적 징수현황
1	전용실시권	스트로우 내벽에 배아를 부착하는 스트로우 유리화 동결법	경상대학교 산학협력단	2016.06.19	10,000,000	10,000,000

다. 사업화 현황

No	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생년도	기술 수명
							국내	국외		
1	기술활용	기술보유자의 직접사업화-공정개선	경남 산청	DNA정보를 활용한 혈통 및 개체관리를 위한 한우친자	DNA정보를 활용한 친자확인 및 개체관리	경상대학교기업 GAST	30 백만원		2018	향후 5년 이상

				감정사업					
2	기술활용	기술보유자의 직접사업화 기존업체-공 정개선	경남 김해	DNA정보 를 활용한 혈통 및 개체관리 를 위한 한우친자 감정사업	DNA정보를 활용한 친자확인 및 개체관리	경상대 학교기 업 GAST	11.655 백만원	2019	향후 5년 이상
3	기술활용	기술보유자의 직접사업화 기존업체-공 정개선	경남 하동	DNA정보 를 활용한 혈통 및 개체관리 를 위한 한우친자 감정사업	DNA정보를 활용한 친자확인 및 개체관리	경상대 학교기 업 GAST	16.98 백만원	2019	향후 5년 이상
4	기술활용	기술보유자의 직접사업화 기존업체-공 정개선	경남 고성	DNA정보 를 활용한 혈통 및 개체관리 를 위한 한우친자 감정사업	DNA정보를 활용한 친자확인 및 개체관리	경상대 학교기 업 GAST	26.13 백만원	2019	향후 5년 이상

라. 논문게재 성과

No	논문명	학술지명	주저 자명	호	국명	발행 기관	SCI여 부 (SCI/비 SCI)	게재일	등록번호
1	OPU유래 수정란의 대량생산을 위한 고능력 공란우 반복사용 가능성에 관한 연구	한국수정란 이식학회지	진종인	30(3)	대한민국	한국축산 식품학회	비SCI	2015.0 9.23	1225-4991
2	Chemical Components and Meat Quality Tarits Related to Palatability of Ten Primal Cuts from Hanwoo Carcasses	한국축산식 품학회지	정은영	35(6)	대한민국	한국축산 식품학회	SCI	2015.1 2.31	1225-8563
3	The Anti-Müllerian Hormone Profile is Linked with the In Vitro Embryo Production Capacity and Embryo Viability after Transfer but Cannot Predict Pregnancy Outcome	Reproduction in Domestic Animals	나써가남	51(2)	스페인	Reproducti on in Domestic Animals	SCI	2016.0 2.04	0936-6768
4	Supplementation of pork patties with bovine plasma protein hydrolysates augments antioxidant properties and improves quality	KOREAN JOURNAL FOR FOOD SCIENCE OF ANIMAL RESOURCES	서현우	36(2)	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2016.0 2.04	1225-8563
5	Interaction of donor age, parity and repeated recovery of cumulus-oocyte complexes by ovum pick-up on in vitro	Livestock Science	진종인	188(0)	영국	ELSEVIE R SCI LTD	SCI	2016.0 4.05	1871-1413

	embryo production and viability after transfer								
6	The relationship between chemical compositions, meat quality, and palatability of the 10 primal cuts from Hanwoo steer	KOREAN JOURNAL FOR FOOD SCIENCE OF ANIMAL RESOURCES	정은영	36(2)	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2016.04.05	1225-8563
7	한우송아지의 경매가격에 대한 요인별 기여도 분석	농업생명과학연구원	선두원	50(2)	대한민국	경상대학교 농업생명과학연구원	비SCI	2016.04.07	2383-8272
8	Muscle profiling to improve the value of retail meat cuts	MEAT SCIENCE	정은영	120(0)	영국	ELSEVIER	SCI	2016.05.05	1871-1413
9	천연물질을 이용한 반추동물 항생제 대체용 미량광물질 및 천연유화제의 이용	Korea Journal of Organic Agriculture	이수록	24(2)	대한민국	Korea Journal of Organic Agriculture	비SCI	2016.05.18	1229-3571
10	Fatty acid profiles of ten muscles from high and low marbled (quality grade 1++ and 2) Hanwoo steers	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	황영화	36	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2016.10.05	1225-8563
11	Characteristics and health benefit of highly marbled Wagyu and Hanwoo beef	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	주선태	36	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2016.12.05	1225-8563
12	Polydatin improves the developmental competence of bovine embryos in vitro via induction of sirtuin 1 (Sirt1)	REPRODUCTION FERTILITY AND DEVELOPMENT	임란칸	10(1071)	호주	CSIRO PUBLISHING	SCI	2017.02.14	10.1071/RD16302
13	Nutritional Quality and Physicochemical Characteristics of Defatted Bovine Liver Treated by Supercritical Carbon Dioxide and Organic Solvent	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	강성원	37	대한민국	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	SCI	2017.02.28	kosfa.2017.37.1.20
14	Fatty acid profiles, meat quality, and sensory palatability of grain-fed and grass-fed beef from Hanwoo, American, and Australian crossbred cattle	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	황영화	37	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2017.04.05	1225-8563
15	두부비지의 버섯폐배지 대체수준이 발효사료의 영양소 함량, 미생물 성장 및 반추위 내 발효특성에 미치는 영향	한국환경과학회지	주영호	26	대한민국	한국환경과학회	비SCI	2017.04.13	2287-3503
16	Effect of bone boiling duration on bone extract supplement quality for broilers as to growth performance, leg bone length, and blood profile	Korean Journal of Agricultural Science (KJOAS)	이지환	44	대한민국	충남대학교 농업과학기술연구소	비SCI(E)	2017.04.16	2466-2410
17	Effect of calcium	한국	최정석	37	대한민국	한국	SCI(E)	2017.0	1225-8563

	lactate on physico-chemical characteristics of shank bone extract	축산식품학회지				축산식품학회		4.30	
18	환경친화적 섬유질 배합사료의 발효와 반추위 발효특성 변화	한국유기농업학회	류채화	25	대한민국	한국유기농업학회	비SCI	2017.05.31	1229-3571
19	한우 사골, 꼬리, 우족 및 잡뼈 추출물의 이화학적 특성	동물생명과학연구	이진규	9	대한민국	충북대학교 동물생명과학연구소	비SCI(E)	2017.06.01	2005-050x
20	Characteristics of Hanwoo cattle and health implications of consuming highly marbled Hanwoo beef	Meat Science	주선태		영국	ELSEVIER SCI LTD	SCI	2017.06.25	MESC-6971
21	Influence of fermented fish meal supplementation on growth performance, blood metabolites, and fecal microflora of weaning pigs	Revista Brasileira de Zootecnia Brazilian Journal of Animal Science	이혁준	46(5)	브라질	Revista Brasileira de Zootecnia	SCI	2017.07.03	1806-9290
22	Meat tenderness characteristics of ten major muscles from Hanwoo steers according to quality grades of carcasses	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	이규원	37	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2017.08.25.	1225-8563
23	The relationships between muscle fiber characteristics, intramuscular fat content, and fatty acid compositions in M. longissimus lumborum of Hanwoo steers	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	주선태	37(5)	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2017.10.25	1225-8563
24	Histochemical characteristics in relation to meat quality traits of eight major muscles from Hanwoo steers	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	주성현	37	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2017.10.25	1225-8563
25	Supplementation of lycopene in maturation media improves bovine embryo quality in vitro	Theriogenology	초두리	103	미국	ELSEVIER SCIENCE INC	SCI	2017.11.01	0093-691X
26	한우 거세우의 가격에 미치는 도체형질의 기여도 변화추세	농업생명과학연구	김현권	Vol.51 No.6	대한민국	경상대학교 농업생명과학연구원	비SCI	2017.12.01	1598-5504
27	Improved developmental competence in embryos treated with lycopene during in vitro culture system	Molecular Reproduction and Development	초두리	85(1)46-61	미국	WILEY	SCI	2017.12.08	DOI: 10.1002/mrd.22937
28	Angiotensin Converting Enzyme Inhibitory and Antioxidant Activities of Enzymatic Hydrolysates of Korean Native Cattle (Hanwoo) Myofibrillar Protein	Biomed Research International	이승연, 허선진	2017	영국	HINDAWI	SCI	2017.12.17	2314-6133
29	Effects of Hybrid and Inoculant on Rumen Digestibility and	농업생명과학연구	이성신	53(1)	대한민국	경상대학교 농업생명	비SCI	2018.02.28	2383-8272

	Fermentation Indices of Corn Silage					과학연구원			
30	밤 발효사료 제조과정에서 미생물 첨가수준이 영양소 함량과 반추위 내 발효특성에 미치는 영향	한국환경과학회지	김동현	27	대한민국	한국환경과학회	비SCI	2018.03.07	2287-3503
31	Physicochemical characteristics and microbial safety of defatted bovine heart and its lipid extracted with supercritical-CO ₂ and solvent extraction	LWT-Food Science and Technology	M. Shafiur Rahman	97	영국	Academic Press	SCI	2018.07.10	doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.019
32	Thermal and functional characteristics of defatted bovine heart using supercritical CO ₂ and organic solvent	Journal of the Science of Food and Agriculture	M. Shafiur Rahman	99	영국	John Wiley & Sons	SCI	2018.07.12	doi.org/10.1002/jsfa.9250
33	Effect of microbial inoculants on fermentation quality and aerobic stability of sweet potato vine silage	Asian-Australian Journal of Animal Science	주영호	31	대한민국	Asian-Australian Association of Animal Production Societies	SCI	2018.07.26	1976-5517
34	Development of commercially viable method of conjugated linoleic acid synthesis using linoleic acid fraction obtained from pork by-products	Korean Journal for Food Science of Animal Resources	윤성열	38	대한민국	한국축산식품학회지	SCI	2018.08.31	1225-8563
35	The alternative approach of low temperature-long time cooking on bovine semitendibosus meat quality	Asian-Australian Journal of Animal Science	Ishamri Ismail	32	대한민국	Asian-Australian Journal of Animal Science	SCI	2018.09.13	1011-2367
36	Effects of chestnut (<i>Castanea sativa</i>) meal supplementation on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of pigs	Brazilian Journal of Animal Science	주영호	47	브라질	Revista Brasileira de Zootecnia	SCI	2018.11.08	1806-9290
37	Effect of OPU Session Periods on the Efficiency of In Vitro Embryo Production in Elite Korean Native Cow	Journal of Embryo Transfer	최병현	33(4)	대한민국	한국수정란이식학회	비SCI	2018.12.17	2508-755X
38	Structural Changes of Zona Pellucida Surface of Immature, In vivo and In vitro Matured Canine Oocytes Using Scanning Electron Microscopy	Journal of Embryo Transfer	최병현	33(4)	대한민국	한국수정란이식학회	비SCI	2018.12.21	2508-755X
39	Physicochemical properties, sensory traits and storage stability of reduced-fat frankfurters formulated by replacing beef tallow with defatted bovine heart	Meat science	M. Shafiur Rahman	151	영국	ELSEVIER SCI LTD	SCI	2019.01.30	0309-1740
40	Improves the In Vitro	Cellular	Lianguan	21(1)	미국	Mary Ann	SCI	2019.0	2152-4971

	Developmental Competence and Reprogramming Efficiency of Cloned Bovine Embryos by Additional Complimentary Cytoplasm	reprogramming	g Xu				Liebert, Inc.		2.08	
41	Comparison of single and double combination of temperature-time in sous vide treated semitendinosus muscle from cattle and goat	Food Science of Animal Resources	주선태	39	대한민국	Korean Society for Food Science of Animal Resources	SCI	2019.0 2.28		2636-0772
42	Neuroprotective effects of different molecular weight peptide fractions obtained from beef by hydrolysis with commercial enzymes in SH-SY5Y cells	Food research international	이승연	121	미국	ELSEVIER	SCI	2019.0 3.17		0963-9969
43	Mechanisms of Neuroprotective Effects of Peptides Derived from natural materials and Their production and assessment	COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY	이승연	182,019	미국	WILEY	SCI	2019.0 3.18		1541-4337
44	Protective effect of a 3 kDa peptide obtained from beef myofibrillar protein using alkaline-AK on neuronal cells	Neurochemistry international	이승연	129	영국	PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD	SCI	2019.0 5.05		0197-0186
45	Thiol concentration, structural characteristics and gelling properties of bovine heart protein concentrates	LWT- Food science and technology	M. Shafiur Rahman	111	미국	Journal of Molecular Biology	SCI	2019.0 5.07		0023-6438
46	밤의 부위별 발효사료 제조 및 이들의 반추위 내 발효특성에 관한 연구	한국환경과학회지	주영호	28(6)	대한민국	한국환경과학회	비SCI	2019.0 6.03		1225-4517
47	한우 등심의 지방산 유전특성 분석을 위한 유전모수 추정	농업생명과학연구원	김현권	38	대한민국	경상대학교 농업생명과학연구원	비SCI	2019.0 6.11		1598-5504
48	Effect of Treatment with Peptide Extract from Beef Myofibrillar Protein on Oxidative Stress in the Brains of Spontaneously Hypertensive Rats	Foods	이승연	8(10)	스위스	MDPI	SCI	2019.1 0.06		2304-8158
49	PTPN11 (SHP2) Is Indispensable for Growth Factors and Cytokine Signal Transduction During Bovine Oocyte Maturation and Blastocyst Development	Cells	Muhammad Idrees	21(1)	스위스	MDPI	SCI	2019.1 0.30		2073-4409
50	Difference in Developmental Kinetics of Y-Specific Monoclonal Antibody Sorted Male and Female In Vitro	Molecular Sciences	Tabinda Sidrat	20(23)	스위스	MDPI	SCI	2019.1 2.24		1422-0067

	Produced Bovine Embryos								
51	The PPAR δ Agonist GW501516 Improves Lipolytic/Lipogenic Balance through CPT1 and PEPCK during the Development of Pre-Implantation Bovine Embryos	Molecular Sciences	Muhammad Idrees	20(23)	스위스	MDPI	SCI	2019.12.30	1422-0067
52	Interventions of two-stage thermal sous-vide cooking on the toughness of beef semitendinosus	Meat Science	주선태	157	영국	ELSEVIER	SCI	2019.10.	0309-1740
53	Identification of umami taste in sous-vide veef by chemical analysis, equivalent umami concentration, and electronic tongue system	Foods	주선태	9	스웨덴	MDPI	SCI	2020.02.26	2304-8158
54	Low-temperature and long-time heating regimes on non-volatile compound and taste traits of beef assessed by the electronic tongue system	Food Chemistry	주선태	320	영국	Food Chemistry	SCI	2020.03.19	0308-8146

마. 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	동물발생공학국제심포지움	박푸름	2015.10.23	중앙대학교	대한민국
2	동물발생공학국제심포지움	하아나	2015.10.23	중앙대학교	대한민국
3	Beef Cattle Improvement and Industrialization in China	공일근	2015.11.26	중국	중국
4	International Embryo Transfer Society	임란칸	2016.01.25	Kentucky	미국
5	한국축산식품학회	정은영	2016.05.26	국립축산과학원 대강당 및 대회의실	대한민국
6	한국축산식품학회	김동준	2016.05.26	국립축산과학원 대강당 및 대회의실	대한민국
7	한국축산식품학회	이진규	2016.05.26	국립축산과학원 대강당 및 대회의실	대한민국
8	한국축산식품학회	염현웅	2016.05.26	국립축산과학원 대강당 및 대회의실	대한민국
9	한국수정란이식학회	아이만	2016.05.27	단국대학교 (천안)	대한민국
10	한국수정란이식학회	초두리	2016.05.27	단국대학교 (천안)	대한민국
11	한국수정란이식학회	최병현	2016.05.27	단국대학교 (천안)	대한민국

12	한국동물자원과학회	Dicky Tri Utama	2016.06.23	서울대학교	대한민국
13	한국동물자원과학회	박후락	2016.06.23	서울대학교	대한민국
14	한국동물자원과학회	이진규	2016.06.24	서울대학교	대한민국
15	2016 ADSA annual meeting	이성신	2016.07.00	Salt lake city, UTah	미국
16	62nd International Congress of Meat Science and Technology	이진규	2016.08.14	swissotel LE CONCORDE, BANGKOK	태국
17	한국생명과학회	박명선	2016.08.22	경주 더케이호텔	대한민국
18	한국식품영양과학회	샤피어라만	2016.11.02	제주국제컨벤션센터	대한민국
19	한국가금학회	이진규	2016.11.10	경남과학기술대학교 산학협력관	대한민국
20	2016년도 한국가금학회 제33차 정기총회 및 학술발표회	정지택	2016.11.10. ~ 2016.11.11	경남과학기술대학교 산학협력관	대한민국
21	제49차 한국축산식품학회	이규원	2017.05.18	천안상록리조트	한국
22	제49차 한국축산식품학회	주성현	2017.05.18	천안상록리조트	한국
23	2017년도 제49차 한국축산식품학회 국제학술대회	이진규	2017.05.18	천안 상록리조트	대한민국
24	한국수정란이식학회	쉬렌광	2017.05.26	충남대	대한민국
25	한국수정란이식학회	아이만	2017.05.26	충남대	대한민국
26	한국수정란이식학회	주명돈	2017.05.26	충남대	대한민국
27	2017 ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show	주영호	2017.07.11	Baltimore, Maryland	미국
28	Society for the Study of Reproduction	미살람아이만	2017.07.13	워싱턴	미국
29	제64회 세계식육과학기술학회 ICoMST 2017	주성현	2017.08.14	아일랜드 코크	아일랜드
30	2017 제1회 한국동물유전육종학회 국제심포지움 및 학술대회	신은경	2017.09.07	충남대학교 농업생명과학대학 1호관	대한민국
31	2017 제1회 한국동물유전육종학회 국제심포지움 및 학술대회	이동재	2017.09.07	충남대학교 농업생명과학대학 1호관	대한민국
32	2017 제1회 한국동물유전육종학회 국제심포지움 및 학술대회	노승희	2017.09.07	충남대학교 농업생명과학대학 1호관	대한민국
33	International Embryo Technology Society	쉬렌광	2018.01.13	방콕	태국
34	제59회 일본식육연구회 종합발표대회	주선태	2018.03.30	일본 동경대학교	일본
35	50th KoSFA International Symposium and Annual Meeting	Md. Ashrafuzzaman Zahid	2018.05.24	제주대학교	대한민국
36	Proceedings of 2018 annual congress of KSAST	디마스	2018.06.28	중앙대학교 안성캠퍼스 본관	대한민국
37	동물복지와 축산물 생산 및 안전(한국축산학회)	이승연	2018.06.28	중앙대학교 생명공학대학	대한민국
38	동물복지와 축산물 생산 및 안전(한국축산학회)	허선진	2018.06.28	중앙대학교 생명공학대학	대한민국
39	한국유전육종학회	김현권	2018.07.05	대전컨벤션센터	대한민국
40	한국유전육종학회	선두원	2018.07.05	대전컨벤션센터	대한민국
41	2018 ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show	주영호	2018.07.11	Vancouver, Canada	캐나다
42	Asian australasian animal production congress	디마스	2018.08.01	Borneo convention centre kuching	말레이시아

43	한국초지조사료학회	조상범	2018.09.06	제주대학교 (아라컨벤션홀 대회의실)	대한민국
44	2018년도 한국초지조사료학회-한국축 산환경학회 공동심포지엄 및 제55회 학술발표회	디마스	2018.09.07	제주대학교	대한민국
45	한국동물발생공학국제심포 지움	초두리	2018.11.02	서울대학교	대한민국
46	한우의 개량방법에 따른 개량효율에 관한 연구	김현권	2019.06.24	대전컨벤션센터	대한민국
47	Proceedings of 2019 Annual Congress of KSAST	박진현	2019.06.26	경상대학교 GNU컨벤션센 터	대한민국
48	65th International Congress of Meat Science and Technology	이승연	2019.08.05	포츠담, 독일	대한민국
49	65th International Congress of Meat Science and Technology	이승연	2019.08.08	포츠담, 독일	대한민국
50	Proceedings of 2020 Annual Congress of KSAST	김현준	2020.08.27	e-Conference	대한민국

바. 산업기술 인력양성

교육 및 컨설팅명	교육 및 컨설팅 교재명	교육기간	장소	참석대상	총 교육인원
지역현장교육	한우의 대사 생리의 이해와 생균제 활용	2015.09.15 ~ 2015.09.15	사천시농업기술 센터	사천시 한우농가	51
OPU기법을 활용한 한우의 조기증식기술 현황과 문제점	OPU기법을 활용한 한우의 조기증식기술 현황과 문제점	2015.11.04 ~ 2015.11.04	남원시 가축유전자원센 터	가축유전자 원센터연구 원	30
한국가축인공수정사협회 특강	수정란 이식 및 번식장애	2015.11.30 ~ 2015.11.30	한국가축인공수 정사협회 (서울)	인공수정사	30
한우개량어떻게할것인가 (OPU방식에 우량한우집단조기조성계 획)	광역 한우산학연협력단워크숍	2015.12.14 ~ 2015.12.14	NH참여우명품관	관련분야 교수, 농민 및 연구원	50
지역현장교육	FTA대응 사료비절감 한우농가 경쟁력 향상 시범 사업	2016.03.08 ~ 2016.03.08	울산시농업기술 센터	울산시 한우농가	15
지역현장교육	한우의 영양생리 이해	2016.04.01 ~ 2016.04.01	함양군농업기술 센터	함양군 한우농가	20
지역현장교육	한우의 대사생리 이해와 생균제 활용	2016.04.12 ~ 2016.04.12	의령군농업기술 센터	의령군 한우농가	20
지역현장교육	한우의 대사생리 이해	2016.05.13 ~ 2016.05.13	경상대학교	경남 한우농가	15
경남한우의 수정란이식 조기화 방안	한우	2016.06.03 ~ 2016.06.03	경상대학교 농업과학교육원	농업인	30
경제적 한우 고급육 생산을 위한 비육기간 단축 강연	조기비육 전용사료의 필요성 및 효과	2016.10.01 ~ 2016.10.01	전북대학교	한우사육농 가	20
수정란이식사업설명회	수정란이식사업설명	2016.10.20 ~ 2016.10.20	대구축협 동물병원2층 회의실	한우암소사 육조합원	30
OPU유래 수정란이식사업의 효율성 제고	OPU유래 수정란이식사업 관련 심포지움	2017.01.04 ~ 2017.01.04	경상대학교 농업생명과학대	농장주, 수정사, 수의사 등	50

			학 누리홀		
수정란이식 사업교육	수란우 관리요령 및 수태율 향상방안	2017.03.22 ~ 2017.03.22	김해축협 서부지점 대회의실	수정란이식 사업신청 조합원	50
축산관련 종사자 교육	한우암소검정의 이해와 개량방법	2017.10.11 ~ 2017.10.11	김해축협 하나로마트 장유점	한우관련 종사자	70
한우사양관리실무교육	한우사양관리	2017.10.13 ~ 2017.10.13	전국한우협회밀양시지부	밀양한우농가	120
수정란이식교육	우량한우, 어떻게 개량할 것인가?	2017.10.16 ~ 2017.10.16	이천시 농업기술센터	한국가축인공수정사	40
축산관련 종사자 교육	한우개량의 이해와 방법	2018.02.26 ~ 2018.02.26	사천축협 곤양지점	한우관련 종사자	120
경제적 한우 고급육 생산을 위한 비육기간 단축 강연	한우고급육 생산비용 절감을 위한 조기비육 및 출하일령 단축	2018.03.29 ~ 2018.03.29	전북대학교 농업생명과학대학 3호관 406호	전북대학교 재학생	20
축산관련 종사자 교육	한우개량의 이해와 방법	2018.08.03 ~ 2018.08.03	밀양축협	한우관련 종사자	90
축산관련 종사자 교육	가축개량	2018.08.24 ~ 2018.08.24	김해축협	신규농가	110
한국가축인공수정사보수 교육	우량한우, 어떻게 개량할 것인가?	2018.11.21 ~ 2018.11.21	경북 칠곡	수정사	30
성감별수정란이식사업논의 현장컨설팅	현장컨설팅	2018.12.12 ~ 2018.12.12	경주	영농조합인	4
한우고급육 생산비용 절감을 위한 조기 비육 및 출하일령 단축강연	한우 고급육 생산비용 절감을 위한 조기비육 및 출하일령 단축 사양관리 방법	2018.12.18 ~ 2018.12.18	전북대학교	동물자원과 학과 대학생	20

사. 전문 연구 인력 양성

기준 년도	현 황										
	학위별				성별		지역별				
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1차년도	2	4	1		5	2			7		
2차년도	2	3			4	1			4	1	
3차년도	3	3	3		8	1			9		
4차년도		1	2		2	1			2	1	
5차년도	2	2			3	1			4		
합계	9	13	6		22	6			26	2	

아. 홍보 실적

홍보유형	매체명	홍보일	제목
월간잡지	월간축산10월호	2017.10.01	한우개량어떻게할것인가(우량한우개량의 수익성개선 효과)
월간잡지	월간축산11월호	2017.11.01	한우개량어떻게할것인가(한우개량효율성 제고위한 제언)
중앙전문지	축산신문	2018.12.12	우량한우개량 위한 수정란 이식, 친자검정 필요성4
중앙전문지	축산신문	2018.12.14	우량한우개량 위한 수정란 이식, 친자검정 필요성5

4. 연구결과의 활용 계획 등

핵심성과 및 활용방안

- 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축
 - 한우 맛관련 형질의 구체화, 씨수소의 유전능력 등 확보 ⇨ 관련기관 규정개정에 활용
 - 수정란이식 효율의 고도화(수태율 현재 52% → 60%)
⇨ 참여기업(GAST)을 통해 2,500건/년 → 4,000건/년 이상 실시
 - 씨수소 선발에 친형제검정 도입으로 세대 간격의 획기적 단축, 지역별, 브랜드별 씨수소 선발 ⇨ 관련기관 규정개정에 활용
 - 소 품종판별, 이력추적, 친자확인용 SNP 칩 확보 ⇨ 상품화 및 검사규정 개정에 활용

- 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선
 - 한우암소 번식에 최적사양프로그램 확보 ⇨ 상품화, 희망기업 및 농가에 기술보급
 - 조기비육 출하월령 단축을 위한 사양프로그램 확보 ⇨ 희망조직 및 농가 기술지도
 - 육량증가 및 맛관련 형질 강화 사양프로그램 확보 ⇨ 첨가제 제품화, 매뉴얼 제작 배포
 - 한우육 특성정립 및 수출전략 수립 ⇨ 책자발간, 정책건의 및 브랜드 단위에 홍보

- 한우육의 맛 특성 구명 및 활용
 - 한우 등급판정기준에 맛 관련형질의 추가로 한우육 시장의 다변화 유도
⇨ 협동연구기관(축산물품질평가원)의 등급제도 개선에 기초자료 활용 및 제도개선 추진
 - 한우 성별, 도축월령별 맛 특성, 수입육과의 맛 특성 차이 구명으로 새로운 등급판정기준에 대한 브랜드 및 사육농가의 대처방안 확보
⇨ 한우농가 지도기관에 세부자료 제공

- 한우육의 기능성 구명 및 활용
 - 품질등급 및 분할육별 영양적 특성 및 품질특성에 따른 활용방법 구명으로 한우육 소비 촉진
⇨ TV출연 홍보(주선태 교수), SNS 홍보활동에 활용
 - 한우 부산물의 식육소재 활용 및 가공제품 개발로 부가가치 제고
⇨ 참여기업(GAST) 제품화 또는 기술이전 추진
 - 한우육 및 뼈의 기능성 물질 및 잔여물 활용 건강기능성 편의 육제품 개발로 부가가치 제고
 - 한우육 활용 기능성 펩타이드 제조 및 저이용부위 이용 보조식품 개발로 부가가치 제고
⇨ 기술이전 추진

가. 활용방안

- 소비자들을 대상으로 한 한우육 소비 촉진을 위한 교육 및 홍보에 활용함
- 지방산 분석연구에서 도출해낸 결과를 통해 한우육이 인체에 미치는 영향에 대한 연구에 활용
- 영양적 가치가 우수한 부위를 발굴하여 소비자들이 보다 다양하게 한우육을 활용할 수 있도록 함 또한 부위별 품질 차이에 따른 조리법 및 이용법 개발에 활용함
- 새로운 형태의 육제품 제조기술 및 소프트 육제품의 품질 특성에 대한 연구의 결과는 국제/국내 학술대회 및 학회지에 발표 및 투고를 통하여 더욱 깊이 있고 폭 넓은 연구를 유도함
- 육제품 제조 회사 및 관련 업체에 제품 및 기술을 홍보하여 다양한 육가공제품의 제조 및 상품화를 유도하여 저이용 식육의 활용도 및 소비를 확대함
- 축육 부산물의 수요가 감소하여 정체되어 있는 축육 부산물을 활용할 수 있는 가공기술을 개발하여 산업화함으로써 부가가치 창출
- 개발된 한우육 및 뼈의 기능성물질 추출법 및 추출잔여물 재구성육제품 특허 등록
- 한우육 및 뼈의 기능성 추출법 및 추출잔여물 활용한 기능성 편의 육제품의 상용화 및 기술 이전
- 수입육과의 경쟁력 강화를 위한 한우 산업 중장기 전략을 수립하는 데 기초 자료로 활용
- 한우 사육 농가의 소득 보전을 위한 정책 수립에 기초 자료로 활용
- 한우육 소비 촉진 정책 수립에 활용
- 한우특성에 대한 내용을 유튜브를 통한 국내외 더불어 해외에 각 나라의 언어로 번역하여 홍보

나. 기대성과

○ 기술적 측면

- OPU 수정란이식 기술을 활용한 친형제 검정이 세대간격을 단축하고 소요비용 절감의 가능성
- 축육 및 축육 부산물에서 단백질을 회수하여 육제품에 접목시켜 활용도를 높일 것으로 기대함
- 한우육 및 뼈의 기능성 물질 추출방법에 대한 표준화 및 정확성 증가
- 한우육 및 뼈로부터 추출된 기능성 물질에 대한 평가에 객관적 검증프로그램 적용
- 재구성육제품 특성의 분석기법 확립 및 육가공제품 대표 항목 재정립
- 복잡한 육가공제품 특성의 간편한 지수화

○ 경제적, 산업적 측면

- 독점 기술 확보에 의한 육제품 가공산업 경쟁력 제고
- 한우육 및 뼈의 최적 추출법 구명과 잔여추출물을 활용한 기능성 편의 육제품의 개발로 한우사양농가와 육가공산업의 동반성장
- 본 연구에 대한 지식과 경험의 축적으로 학술 경쟁력 제고에 이바지
- 한우업의 수익 증대 및 경쟁력 제고, 그리고 고용의 창출
- 폐기되는 부산물의 경제적 손실을 막고, 활용기술을 확보함으로써 경제·산업적으로 이득이 상당할 것으로 기대됨

- 저이용 부위의 활용도를 높여 소비를 확대하고 부가가치를 창출할 것으로 기대함
- 육가공기술의 발전 및 육제품 종류의 다양화로 육제품 시장 및 관련 업체의 발전이 기대됨
- Elite 개량집단의 조기 구축으로 개량집단의 활용성 배가
- 수정란이식기술의 고도화로 산업화 가능
- 수출전략산업 및 지속 가능한 한우산업으로 육성
- 종모우 선발기술의 새로운 접근방법 활용
- 한우, 흑우, 칠포를 포함한 한우 품종과 수입육에 대한 정확한 경계 구분이 가능
- 한우 둔갑육으로 의심되는 개체는 한우특이 유전자 변이 등을 활용하여 검증할 경우 100%의 정확도와 과학적 근거를 확보할 수 있음
- 한우 품종이 가지고 있는 유전학적 특이성을 규명하여 국제 유전자원 확보 경쟁에서 국내 주요 유전자원으로 독자성 확보 기반 구축
- 한우육의 정확한 감별 및 특성 분석을 통한 한우육 유통의 안전성 확보
- 한우육의 국민적 신뢰성 확보를 통해 한우육 소비를 촉진하고 미래 축산 분야에 대한 발전적 투자를 유도할 뿐만 아니라 고용 창출 및 연구기반을 제공
- 현행 시행되고 있는 축산물 원산지관리제 및 이력관리제의 보다 효율적 추진이 가능하며, 한우 산업 및 전후방 연계산업의 경제적 효과는 1조원 이상으로 추정됨
- 주요 쇠고기 수출국가들의 사육현황과 수출전략들을 검토함으로써 국내 한우 산업의 대응 전략을 마련하여 국내 한우 산업 발전과 한우 사육 농가의 농가소득을 증가시킬 수 있을 것으로 예상됨
- 특히, 수입 쇠고기와의 차별화를 위한 전략을 마련하여 한우육 소비 촉진을 통한 한우 수요 증가로 농가 소득 증대에 기여할 것으로 예상됨

붙임. 참고문헌

1. Adhikari K, Chamber IV E, Miller R, V?zquez-Ara?jo L, Bhumiratna N, Philip C. 2011. Development of a lexicon for beef flavor in intact muscle. *Journal of Sensory Studies* 26:413-420.
2. Alfaia CMM, Alves SP, Lopes AF, et al. 2010. Effect of cooking methods on fatty acids, conjugated isomers of linoleic acid and nutritional quality of beef intramuscular fat. *Meat Science* 84:769-777.
3. AMSA. 2015. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat (2nd ed.). American Meat Science Association (AMSA), IL.
4. AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
5. AOAC. 2002. Official Methods of Analysis. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
6. Ba HV, Oliveros MC, Ryu K, Hwang I. 2010. Development of analysis condition and detection of volatile compounds from cooked Hanwoo beef by SPME-GC/MS analysis. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 30:73-86.
7. Back HH. Process flavors. 2007. In: Nollet LML, editor. *Handbook of meat, poultry, & seafood quality*. Blackwell Publishing, Iowa, pp. 311-326.

8. Bao Y, Puolanne E, Ertjberg P. 2016. Effect of oxygen concentration in modified atmosphere packaging on color and texture of beef patties cooked to different temperatures. *Meat Science* 121:189-195.
9. Barham P, Skibsted LH, Bredie WLP, et al. 2010. Molecular gastronomy: a new emerging scientific discipline. *Chemical Reviews* 110:2313-2365.
10. Blackmon T, Miller RK, Kerth C, Smith SB. 2015. Ground beef patties prepared from brisket, flank and plate have unique fatty acid and sensory characteristics. *Meat Science* 103:46-53.
11. Carter P. 1971. Spectrophotometric determination of serum iron at the submicrogram level with a new reagent (ferrozine). *Analytical Biochemistry* 40:450-458.
12. Chaney, A. L., and Marbach, E. P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical chemistry*, 8(2), 130-132.
13. Cheong, J. K., Oh, Y. T., Choi, H. N., Lee, C. H., Kim, K. H., Kim, K. Y., Choy, Y. H., Kim, H. C. and Hwang, J. M. 2012. Effects of Geographic Locations and Year-Seasons of Birth on Ultrasound Scanned Measures and Carcass Traits of Hanwoo Steers. *J. Anim. Sci & Technol.* 54(4):247-253.
14. Collins, K. (2011). *The State of U.S. Livestock Insurance*. National Crop Insurance Services.
15. Dashdorj D, Amna T, Hwang I. 2015. Influence of specific taste-active components on meat flavor as affected by intrinsic and extrinsic factors: an overview. *European Food Research Technology* 241:157-171.
16. Domínguez R, Gómez M, Fonseca S, Lorenzo JM. 2014. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Science* 97:223-230.
17. Erwin, E. S., Marco, G. J., and Emery, E. M. 1961. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of dairy science*, 44, 1768-1771.
18. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226:497-509.
19. Frank D, Ball A, Hughes J, et al. 2016. Sensory and flavor chemistry characteristics of Australian beef: influence of intramuscular fat, feed, and breed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64:4299-4311.
20. Frank D, Joo S, Warner R. 2016. Consumer acceptability of intramuscular fat. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 36:699-708.
21. Goñi SM, Salvadori VO. 2010. Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. *Journal of Food Engineering* 100:1-11.
22. Huff EJ, Parrish Jr FC. 1993. Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem aging time, animal age and sex. *Journal of Food Science* 58:713-716.
23. Ichimura S, Nakamura Y, Yoshida Y, Hattori A. 2016. Hypoxanthine enhances the cured meat taste. *Anim Science Journal* 88:379-385.
24. Jansen, J., K. Brooks and J. Parsons. (2015). *Livestock Risk Protection insurance for Fed Cattle*. University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources.
25. Jayasena DD, Jung S, Kim HJ, et al. 2013. Comparison of quality traits of meat from Korean native chickens used in two different traditional Korean cuisines. *Asian-Australasian Journal of*

Animal Science 26:1038-1046.

26. Jeffery M, Loxton I, Van der Mark S, Bell K, James T, Shorthose R, D'Occhio M. 1997. Live weight gains and carcass and meat characteristics of entire, surgically spayed or immunologically spayed beef heifers. *Animal Production Science* 37:719-726.
27. Jeremiah LE, Gibson LL, Aalhus JL, Dugan MER. 2003. Assessment of palatability attributes of the major beef muscles. *Meat Science* 65:949-958.
28. Jiang, N., Xu, B., Zhao, L., Huang, M., & Zhou, G. (2016). Effects of high-temperature-short time (HTST) drying process on proteolysis, lipid oxidation and sensory attributes of Chinese dry-cured chicken. *CyTA-Journal of Food*, 14(3), 440-448.
29. Jongberg S, Wen J, Tørngren MA, Lund MN. 2014. Effect of high-oxygen atmosphere packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill storage. *Food Packaging and Shelf Life* 1:38-48.
30. Jung E, Hwang Y, Joo S. 2016. The relationship between chemical compositions, meat quality, and palatability of the 10 primal cuts from Hanwoo steer. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 36:145-151.
31. Karamać, M., Kosińska-Cagnazzo, A., & Kulczyk, A. (2016). Use of different proteases to obtain flaxseed protein hydrolysates with antioxidant activity. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(7), 1027.
32. Lee, C. W., Lee, C. M., Lee, S. J., Song, Y. H., Lee, J. K. and Kim, J. B. 2011. Effects of Raising Farm on Genetic Evaluation for Carcass Traits in Hanwoo Cows. *J. Anim. Sci & Technol.* 53(4):325-332.
33. Lim D, Cha J, Jo C, Lee KH, Kim J, Nam K. 2014. Comparison of physicochemical and functional traits of Hanwoo steer beef by the quality grade. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 34:287-96.
34. Mark, D. R., J. A. Waterbury, and R.M. Small. (2007). *Livestock Gross Margin insurance: a self-study guide*. Nebraska-lincoln: University of Nebraska-lincoln Extension.
35. Massa AE, Palacios DL, Paredi ME, Crupkin M. 2005. Postmortem changes in quality indices of ice-stored flounder (*Paralichthys patagonicus*). *Journal of Food Biochemistry* 29:570-590.
36. McDougall, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. *Biochemical journal*, 43(1), 99-109.
37. Nishimura T, Goto S, Miura K, Takakura Y, Egusa AS, Wakabayashi H. 2016. Umami compounds enhance the intensity of retronasal sensation of aromas from model chicken soups. *Food Chemistry* 196:577-583.
38. Olson DG, Parrish FC, Stromer MH. 1976. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. *Journal of Food Science* 41:1036-1041.
39. Omana, D. A., Xu, Y., Moayedi, V., & Betti, M. (2010). Alkali-aided protein extraction from chicken dark meat: Chemical and functional properties of recovered proteins. *Process Biochemistry*, 45(3), 375-381.
40. Ørskov, E. R., and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of*

Agricultural Science, 92(2), 499-503.

41. Osawa, T., Kuchida, K., Hidaka, S., and Kato, T. (2008) Genetic parameters for image analysis traits on *M. longissimus thoracis* and *M. trapezius* of carcass cross-section in Japanese Black steers. *J. Anim. Sci.*
42. Parsons, J. (2017). Managing Cattle Market Risk with LRP Insurance.
43. Parsons, J., K. (2015). Brooks. LRP Insurance Performance 2005-2014. University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources.
44. Pownall, T. L., Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2010). Amino acid composition and antioxidant properties of pea seed (*Pisum sativum* L.) enzymatic protein hydrolysate fractions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(8), 4712-4718.
45. Rajagopal K, Oommen GT. 2014. Myofibril fragmentation index as an immediate postmortem predictor of buffalo meat tenderness. *Journal of Food Processing and Preservation* 39:1166-1171.
46. Roh, S. H., Kim, C. Y., Won, Y. S., Park, C. J., Lee, S. S. and Lee, J. G. 2010. Studies on genetic parameter estimation and sire selection to ultrasound measurement traits of Hanwoo. *J. Anim. Sci & Technol.* 52(1):1-8.
47. Sedman, J., J. Hewlett and D. Griffith. (2007). Using Agr-Lite Insurance in Livestock Operations. *Barnyards & Backyards*.
48. Shahidi F. 1994. Flavor of meat and meat products. 1st ed. Springer-Science+BusinessMedia, Salisbury, England.
49. Sinnhuber RO, Yu TC. 1977. The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fat and oil. *Journal of Oleo Science* 26:259-267.
50. Spanos D, Tørngren MA, Christensen M, Baron CP. 2016. Effect of oxygen level on the oxidative stability of two different retail pork products stored using modified atmosphere packaging (MAP). *Meat Science* 113:162-169.
51. Tatum JD, Gruber SL, Schneider BA. 2007. Pre-harvest factors affecting beef tenderness in heifers. Executive summary prepared for the National Cattleman's Beef Association. Available from URL: <http://www.beefresearch.org/executivesummaries.aspx>
52. Thompson, B., B. Bennett, and D. Jones. (2008). Livestock Risk Protection. Texas FARMER Collection.
53. Tikk M, Tikk K, Tørngren MA, Meinert L, Aaslyng MD, Karlsson AH, et al. 2006. Development of inosine monophosphate and its degradation products during aging of pork of different qualities in relation to basic taste and retronasal flavor perception of the meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:7769-7777.
54. Tilley, J. M. A., and Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and forage science*, 18(2), 104-111.
55. Udenigwe, C. C., & Aluko, R. E. (2012). Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits. *Journal of food science*, 77(1), R11-R24.
56. USDA RMA. "Summary of Business". <https://prodwebnlb.rma.usda.gov/apps/SummaryofBusiness/>.
57. USDA. (2017). "Grain: World Markets and Trade". "Production, Supply and Distribution Online".

58. Utama DT, Lee SG, Baek KH, et al. 2016. Correlation between antioxidant enzyme activity, free iron content and lipid oxidation in four lines of Korean native chicken meat. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 36:44-50.
59. Vani ND, Modi VK, Kavitha S, Sachindra NM, Mahendrakar NS. 2006. Degradation of inosine-5'-monophosphate in aqueous and in laying chicken muscle fibre system: effect of pH and temperature. *LWT- Food Science and Technology* 39:627-632.
60. Vitale M, Pérez-Juan M, Lloret E, Arnau J, Realini CE. 2014. Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science* 96:270-277.
61. Watanabe A, Imanari M, Yonai M, Shiba N. 2012. Effect of α -tocopherol on lactone formation in marbled beef and changes in lactone volatility during Storage. *Journal of Food Science* 77:627-631.
62. Watanabe A, Kamada G, Imanari M, Shiba N, Yonai M, Muramoto T. 2015. Effect of ageing on volatile compounds in cooked beef. *Meat Science* 107:12-19.
63. Yang J, Jeong D, Na C, Hwang I. 2016. Eating quality traits of Hanwoo longissimus dorsi muscle as a function of end-point cooking temperature. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 36:291-299.
64. Zhang F, Klebansky B, Fine RM, et al. 2008. Molecular mechanism for the umami taste synergism. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 105:20930-20934.
65. Zhu L, Seburg RA, Tsai E, Puech S, Mifsud JC. 2004. Flavor analysis in a pharmaceutical oral solution formulation using an electronic-nose. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 34:453-461.
66. 권오욱 외. 2005. “쇠고기 브랜드육에 대한 소비자반응과 브랜드화 정착방안”. 「농업경영·정책연구」. 32(1). 100-120. 한국농업정책학회. 한국축산경영학회.
67. 김석은 외. 2002. “한우브랜드농가의 경영효율성분석”. 「농업경영·정책연구」. 29(3). 403-416. 한국농식품정책학회.
68. 김윤희 외. 2011. “Fuzzy-DEA모형을 이용한 한우비육농가 경영효율성 분석”. 「농업경영·정책연구」. 38(4). 888-916. 한국농업정책학회. 한국축산경영학회.
69. 김종주 외. 2017. 「경북형 한우 개량정보 종합활용 시스템 구축 연구용역」. 경상북도 축산기술연구소.
70. 김창호 외. 2004. “한우 수소의 기대가설별 가격위험”. 「농업경영·정책연구」. 31(2). 363-376. 한국농업정책학회. 한국축산경영학회.
71. 농촌진흥청. 2018. 육질개선 및 단기비육용 사료 및 이를 이용한 한우의 비육방법. 특허출원 제10-2018-0091249호. 서울: 특허청.
72. 문수희 외. 2013. “투입산출분석을 이용한 구제역의 경제적 파급효과 분석”. 「농업경영·정책연구」. 40(3). 511-531. 한국농업정책학회. 한국축산경영학회.
73. 보험개발원. 2014. 「한우(비육우) 수입보장보험 도입방안 연구」. 농림축산식품부.
74. 보험개발원. 2015. 「한우(번식우) 수입보장보험 도입방안 연구」. 농림축산식품부.
75. 서홍석 외. 2017. 「쇠고기이력제를 활용한 축산관측 고도화 연구」. 한우자조금관리위원회.
76. 손영준. 2001. “수입농축산물의 원산지표시가 소비자의 제품평가에 미치는 영향”. 「경북대

학교

77. 손영호 외. 2016. 「2016년도 한우자조금 성과분석」. (주)나우애펙처.
78. 송양훈 외. 2009. “우리나라 쇠고기 시장의 원산지 단속과 효과에 관한 분석”. 「농업경영·정책연구」. 36(4). 854-870. 한국농업정책학회.한국축산경영학회.
79. 송주호 외. 2007. 「축산농가의 소득 안정 방안」. 한국농촌경제연구원.
80. 양승룡. 2003. “자본제약과 위험프리미엄을 고려한 비모수적 효율성 분석; 한우비육농가 사례분석”. 「농업경제연구」. 44(1). 23-37. 한국농업경제학회.
81. 이계임. 2011. 「농식품 원산지표시의 효과 분석과 활용도 제고 방안」. 한국농촌경제연구원
82. 이득환 외. 2016. 「경기도 한우개량 방향에 관한 연구」. 경기도 축산진흥센터.
83. 이병오 외. 2006. 「한미 협정이 한국 쇠고기산업에 FTA 미치는 파급영향과 대응전략」. 한우자조금관리위원회.
84. 이병오 외. 2014. 「한중 FTA에 따른 한우산업의 피해 및 대책연구」. 한우자조금관리위원회.
85. 이용선 외. 2017. 「청탁금지법 시행에 따른 농식품 분야 영향과 정책 패러다임 전환」. 한국농촌경제연구원.
86. 이정환 외. 2009. 「송아지생산안정제도의 효과와 개선방안에 관한 연구」. GS&J 인스티튜트.
87. 이정환 외. 2015. 「한우 경영의 미래」. GS&J.
88. 이종인 외. 2016. 「한우 6차 산업화 활성화 방안」. 농림축산식품부.
89. 이한태. “한우 수입 보장 보험 도입과 과제 (하) 무엇을 보완해야 하나”. 농수축산신문. 2014. 6. 19. 접속.
90. 일반사단법인 배합사료공급안정기구 홈페이지 <http://mf-kikou.lin.gr.jp/> 2017. 7. 다운로드.
91. 일본 (독)농축산업진흥기구 홈페이지 <http://www.alic.go.jp> 2018. 6. 다운로드.
92. 일본 공익사단법인 군마현 축산협회 홈페이지 <http://www.chikusankyokai.or.jp/> 2018. 6. 다운로드.
93. 일본 내각부 규제개혁회의 제35회 농업위킹그룹 회의자료. 「사료를 둘러싼 정세, 농립수산성」. 2016. 3. 30.
94. 일본 농립수산성 <http://www.maff.go.jp> 2018. 6. 다운로드.
95. 일본 농립수산성 생산국축산부식육계란과. 「육류계란을 둘러싼 정세」.
96. 일본 농립수산성. 「2017년도 사료의 수급계획」.
97. 일본 농립수산성. 「배합 사료 가격 안정 제도의 수입 원료 가격 및 보전금 한도에 대한 정보 제공」.
98. 일본 농립수산성. 「배합사료가격안정제도의 개요」.
99. 일본 농립수산성. 「사료곡물비축대책사업실시요강(2017년 3월 31일 개정)」.
100. 일본 농립수산성. 「사료를 둘러싼 정세 2017년 7월」.
101. 일본 농립수산성. 「사료안전법의 개요」.
102. 일본 농립수산성. 「수입원료가격 추이와 배합사료가격안정제도의 보전현황」.
103. 일본 농립수산성. 「식료·농업·농촌정책심의회 축산부회」.
104. 일본 농립수산성. 「식료·농업·농촌 기본계획(2015년 3월 31일 각의 결정)」.
105. 일본 농립수산성. 「유통사료가겨 등 실태조사 2016년도」.
106. 일본 농립수산성. 「육용송아지 생산자보급금제도의 지정육용송아지 체중규격의 재검토에 대해」.

107. 일본 농림수산성. 「육용송아지의 평균가격에 대해」.
108. 일본 농림수산성. 「축산통계조사」.
109. 일본 농림수산성. 「축산·낙농관계예산의 개요」.
110. 일본 농림수산성. 「해외에서 사용되는 농약에 관한 사료 중의 잔류 기준의 설정 및 개정
에 관한 요청 등에 관한 지침」.
111. 일본 농림수산성. 「사료의 안정 및 품질 확보」.
112. 일본 일반사단법인 전국육용우진흥기금협회 홈페이지 <http://nbafa.or.jp> 2018. 5. 28. 다운로드.
113. 일본 재무부. 「무역통계」.
114. 장경만 외. 2010. 「안정적인 소득확보를 위한 한우번식축산단지 조성방안」. 한우자조금관리위원회.
115. 전상곤 외. 2010. 「쇠고기 음식점 원산지표시제와 이력제가 한우시장에 미치는 영향 분석」. 한국농촌경제연구원
116. 전상곤 외. 2017. 「한우자조금의 경제적 성과분석」. 한우자조금관리위원회.
117. 전상곤. 2012. “싸인 함수를 이용한 한우 사육두수 예측”. 「농업생명과학연구」. 46(6). 197-205. 경상대학교 농업생명과학연구원.
118. 전상곤. 2014. 「송아지생산안정제 영향 분석 및 제도 개선 연구」. 한우자조금관리위원회.
119. 전상곤. 2014. 「폐업지원에 따른 국내한우산업 영향분석 연구」. 한우자조금관리위원회.
120. 정경수 외. 2013. 「소비자계층별 한우고기 대체성 분석과 목표마케팅 방안 연구」. 한우자조금관리위원회.
121. 정경수 외. 2014. 「한우산업 발전대책 추진방안 연구」. 한우자조금관리위원회.
122. 정원호 외. 「2014 농업 수입 보장 보험 운용방안 정책연구」. 한국농촌경제연구원
123. 정찬진 외. 2012. “한우고기 소비활성화를 위한 광고효과분석”. 「농업경영·정책연구」. 39(2). 194-209. 한국농업정책학회.
124. 조석진 외. 2010. 「FTA가 한우산업에 미치는 영향과 대응전략」. 한우자조금관리위원회.
125. 조석진. 2003. “가격변동에 따른 암소의 공급반응구조분석”. 「농업경제연구」. 44(2). 1-13. 한국농업경제학회.
126. 조재환 외. 2012. 「한우농가의 FTA 피해보전 및 폐업지원 개선방안에 관한 연구」. 한우자조금관리위원회.
127. 최영민 등. 2015. 한우 육질, 관능 특성 및 근섬유 특성 분석 보고서. 분석 의뢰 보고서. 축산물품질평가원.
128. 최진용 외. 2015. “기대모형하 한우 번식농가의 의사결정분석”. 「농업생명과학연구」. 49(6). 321-330. 경상대학교 농업생명과학연구원.
129. 축산물등급판정 세부기준(농림축산식품부 고시 제2018-109호)
130. 통계청. 2013. 축산물생산비통계.
131. 한국산업개발연구원. 2018. 「홍콩 한우고기 수출 활성화 방안 연구」. 한우자조금관리위원회.
132. 한국축산경제연구원. 2010. 「웰빙붐에 대한 한우소비 촉진방안」. 한우자조금관리위원회.
133. 한성일 외. 2007. “한우 브랜드 사업의 성장단계별 발전 전략”. 「농업경영·정책연구」. 34(2). 444-455. 한국농업정책학회. 한국축산경영학회.

134. 한우수출연구사업단. 2019. 「한우수출 시장 및 마케팅 동향보고서」. 농림식품기술기획평가원.
135. 한우자조금관리위원회. 2010. 한우 출하월령별 경제성 분석 및 출하월령별 우수농가 사례 조사.
136. 허덕 외. 1999. 「송아지 생산안정기준가격 설정모델 개발」. 한국농촌경제연구원.
137. 허덕 외. 2000. 「쇠고기 수입자유화와 한우산업 발전방안」. 한국농촌경제연구원.
138. 허덕 외. 2001. 「한우 산업의 전망과 정책방향」. 한국농촌경제연구원.
139. 허덕. 2003. “한우개량 정책의 성과 평가와 효과분석”. 「농촌경제」. 26(4). 63-79. 한국농촌경제연구원.

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 한우특성화사업단				
	(영문) Hanwoo Special Business Group				
주관연구기관	경상대학교 산학협력단		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 경상대학교 산학협력단	
참 여 기 업	한우개량사업소 합천축협 경상대 학교기업 GAST			(성명) 이정규	
총연구개발비 (4,000,000천원)	계	4,000,000천원	총 연 구 기 간	201508.14 ~ 2020.08.13(5년)	
	정부출연 연구개발비	3,000,000천원	총 참 여 연 구 원 수	총 인 원	94명
	기업부담금	1,000,000천원		내부인원	58명
	연구기관부담금			외부인원	36명
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 기술개발 - OPU 유래 수정란 생산기술 고도화 - 수태율 향상을 위한 수란우 호르몬 조절기술 개발 - 공란우 및 수란우 선발조건 확립 - 한우, 흑한우, 칠포, 수입소 고기 판별용 SNP 개발 - 한우, 쇠고기 이력추적 및 친자확인용 SNP 개발 ■ 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 수정란 이식을 적용한 한우농가 사료 및 사양관리 프로그램 정밀 진단 - 한우암소를 위한 최적 영양소 공급 수준 결정 및 사료첨가제 탐색 - 최적 영양소 공급 수준과 사료첨가제를 이용한 수정란 이식 성공률 개선기술 정립 - 조기 비육 및 출하일령 단축을 위한 전문 사양프로그램 개발 - 등지방두께 조절 및 등심단면적 증가를 위한 사양프로그램 개발 - 출하시기별 한우육의 영양성분 및 품질 특성 규명 - 불포화지방산과 올레인산 강화를 위한 사료 첨가제 탐색 및 육의 이화학적 특성 규명 - 사료첨가제를 이용한 <i>in vitro</i>, <i>in situ</i> 및 <i>in vivo</i> 시험을 통한 사양프로그램 개발 - 세계주요 소고기 수출국가의 사육 및 수출 현황 조사 및 한우육 특성 정립과 수출 활성화를 위한 대응전략 수립 					

■ 한우육의 맛 특성 구명 및 활용

- 한우육의 영양성분, 근내지방 함량 및 지방산 조성의 특성 구명
- 한우육의 근내지방 조기 축적(출하기간 단축) 기술 개발
- 한우육의 특성에 적합한 세계화 요리 레시피 개발
- 맛과 관련된 소도체 품질평가 항목 발굴 및 등급판정 적용 조건 설정 연구
- 한우 풍미물질 발굴 및 다른 품종 간 비교
- 성별, 도축연령 및 한우 가공품에 따른 풍미 물질 비교 및 발굴

■ 한우육의 기능성 구명 및 활용

- 한우 부산물 자원화를 위한 처리기술 개발
- 한우 부산물 유래 유용물질의 식품소재 활용 및 가공제품 개발
- 한우 부산물 활용 가공제품의 기능성 향상 기술
- 한우육 및 뼈의 기능성 물질 최적의 추출법 연구
- 추출잔여물을 활용한 건강 기능성 편의 육제품 개발
- 한우육 유래 생리활성 펩타이드 획득 및 안전성 검증
- 한우육 유래 생리활성 펩타이드 및 기능성 물질의 분리, 정제, 효능 검증 및 보조식품 개발

○ 연구내용 및 결과

■ 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축

- 한우육의 지방산조성(불포화지방산, 올레인산 등) 및 후대검정형질에 대한 유전력, 유전상관 추정
- 한우 씨수소 선발을 위한 지방산조성 형질의 육종가, EPD 추정, 후대검정
- 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정
- OPU 유래 수정란 생산기술 고도화를 위한 무혈청 배지 및 개체별 분리배양기술 개발
- 수정란 대량생산 및 임신율 향상을 위한 수란우 처리방법, 공란우 및 수란우 선발조건 매뉴얼 개발
- 저온저장 및 동결 수정란이식기술 개발
- 한우와 수입육 판별을 위한 SNP 선발
- 한우, 쇠고기 이력추적 및 친자확인용 SNP 선발

■ 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선

- 대규모 수정란이식 농가(연구팀 기존 이식농가) 사양관리프로그램 개발
- 한우암소 번식에 최적 영양소 수준 결정 및 관련 첨가제 탐색으로 번식우 사양관리프로그램 확립
- 조기비육 출하일령 단축을 위한 육성기, 비육전기, 비육중기, 비육후기 사양프로그램 개발
- 등지방두께 조절용 첨가제 개발 및 등심단면적 증가를 위한 전문 사양프로그램 개발
- 불포화지방산, 올레인산 강화 사료첨가제 개발, 최적사양프로그램 정립
- 소고기 주요 수출국가의 사육현황 및 수출관련 현황분석 및 한우육 특성을 활용한 수출전략 수립

■ 한우육의 맛 특성 구명 및 활용

- 배최장근단면의 근내지방 형태, 등심근 모양 등의 맛 관련 특성 요인 조사
- 맛 관련 요인의 도체 품질평가 항목화를 위한 범주화 및 등급제도 개선방안 연구
- 한우육 및 한우육제품의 풍미성분 및 풍미특성 발굴과 비교
- 한우 성별, 도축일령별 품질, 맛, 지방특성의 연관성 분석
- 세포배양을 이용한 근내지방도 조절기법 개발
- 한우육 안심, 등심, 꽃등심을 이용한 스테이크와 요리 방법 개발

■ 한우육의 기능성 구명 및 활용

- 품질등급 및 분할육별 영양적 특성 및 품질특성 구명
- 한우도체의 주요 근육별 근섬유 특성 구명 및 소분할육별 최적의 활용방법 연구
- 한우 부산물의 이취, 비린맛 저감화 기술 및 부산물 자원화를 위한 성분 강화 처리 기술 개발
- 한우 부산물의 영양성분, 안전성, 기능성 구명 및 유용물질의 가공제품 개발
- 한우육 및 뼈의 기능성 물질 분석 및 최적 추출법 개발 및 잔여물 활용 건강기능성 편의 육제품 개발
- 한우육 유래 최적의 펩타이드 추출 및 가수분해 기법 대량생산 조건 확립을 위한 연구
- 한우육 및 저이용부위를 이용한 기능성 물질 구명 및 이를 이용한 보조식품 개발

○ 연구성과 활용실적 및 계획

■ 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축

- 한우 맛관련 형질의 구체화, 씨수소의 유전능력 등 확보 ⇨ 관련기관 규정개정에 활용
- 수정란이식 효율의 고도화(수태율 현재 52% → 60%)
⇨ 참여기업(GAST)을 통해 2,500건/년 → 4,000건/년 이상 실시
- 씨수소 선발에 친형제검정 도입으로 세대 간격의 획기적 단축, 지역별, 브랜드별 씨수소 선발 ⇨ 관련기관 규정개정에 활용
- 소 품종판별, 이력추적, 친자확인용 SNP 칩 확보 ⇨ 상품화 및 검사규정 개정에 활용

■ 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선

- 한우암소 번식에 최적사양프로그램 확보 ⇨ 상품화, 희망기업 및 농가에 기술보급
- 조기비육 출하월령 단축을 위한 사양프로그램 확보 ⇨ 희망조직 및 농가 기술지도
- 육량증가 및 맛관련 형질 강화 사양프로그램 확보 ⇨ 첨가제 제품화, 매뉴얼 제작 배포
- 한우육 특성정립 및 수출전략 수립 ⇨ 정책건의 및 브랜드 단위에 홍보

■ 한우육의 맛 특성 구명 및 활용

- 한우 등급판정기준에 맛 관련형질의 추가로 한우육 시장의 다변화 유도
⇨ 협동연구기관(축산물품질평가원)의 등급제도 개선에 기초자료 활용 및 제도개선 추진
- 한우육 특성 차이 구명으로 새로운 등급판정기준에 대한 브랜드 및 사육농가의 대처방안 확보
⇨ 한우농가 지도기관에 세부자료 제공

■ 한우육의 기능성 구명 및 활용

- 품질등급 및 분할육별 영양적 특성 및 품질특성에 따른 활용방법 구명으로 한우육 소비촉진
⇨ TV출연 홍보(주선태 교수), SNS 홍보활동에 활용
- 한우 부산물의 식육소재 활용 및 가공제품 개발로 부가가치 제고 ⇨ 제품화 또는 기술이전 추진
- 한우육과 뼈의 기능성 물질 및 잔여물 활용 건강기능성 편의 육제품 개발로 부가가치 제고
⇨ 제품화 또는 기술이전 추진
- 한우육 활용 기능성 펩타이드 제조 및 저이용부위 이용 보조식품 개발로 부가가치 제고
⇨ 기술이전 추진

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		315017-5	
사업구분	농생명산업기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	농생명산업기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	한우특성화사업단			과제유형	응용
연구기관	경상대학교 산학협력단			연구책임자	이정규
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2015.08.14 ~2016.08.13	600,000	200,000	800,000
	2차연도	2016.08.14 ~2017.08.13	600,000	200,000	800,000
	3차연도	2017.08.14 ~2018.06.13	500,000	200,000	700,000
	4차연도	2018.06.14 ~2019.04.13	500,000	200,000	700,000
	5차연도	2019.04.14 ~2020.08.13	800,000	200,000	1,000,000
	계	2015.08.14 ~2020.08.13	3,000,000	1,000,000	4,000,000
참여기업					
상대국	상대국연구기관				

2. 평가일 : 2020. 08. 11

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
경상대학교 산학협력단	교수	이정규

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을
확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

1. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

주요 연구결과로는 효율적인 한우 개량을 목적으로 수정란(OPU 방법) 이식을 통한 송아지 생산 효율성 증대를 위해 수태율 향상 및 수정란 생산 효율성을 높이는 기술이 개발되었고 이를 통해 생산된 개체를 대상으로 유전적 특성 분석을 위한 친형제검정을 실시하여 기존 혈통검정과의 효율성 비교를 실시하였다. 또한 한우 및 한우육 생산비 절감을 위해 조기비육과 출하월령 단축을 위한 사료와 첨가제 및 사양프로그램 개발에 관한 연구 성과를 얻었으며, 한우육의 맛 특성 구명을 위해 풍미를 이용한 분석과 다양한 소비층 확보를 위한 요리방법 개발 등을 실시하였고, 부산물을 이용한 부가가치 창출을 위한 연구를 진행하여 일부 의미 있는 결과를 도출하였다. 이런 연구결과는 한우산업에 긍정적인 영향을 미칠 수 있고 다양한 주제의 연구를 통해 한우산업의 비전을 제시하였다고 판단되어 아주우수한 연구 성과를 도출하였다고 생각합니다.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

한우산업의 지속적이고 안정적인 성장을 위해서는 한우육에 대한 수요 창출이 절실한 상황에서 한우와 한우육만의 차별성과 특징 그리고 생산성 향상 및 다양한 소비층 확보를 위해 한우와 한우육의 차별화에 대한 연구의 필요성이 높아져 이런 문제를 해결하기 위해 본 연구를 수행하였고 그 결과 본 연구에서 도출한 성과들은 육종, 번식, 사양, 가공 등 다양한 한우산업 분야에 긍정적인 파급효과를 가져올 수 있다고 판단됩니다.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구과제를 통해 도출된 성과의 경우 산업현장 활용성이 높은 성과로 효율성이 개선된 수정란 이식 기술, 친형제검정, 조기 출하를 위한 사료 및 첨가제 개발, 한우 맛 특성 분석, 새로운 방식의 한우 요리 방법 개발, 한우 수출 경쟁력 확보를 위한 현황 조사 그리고 부산물을 이용한 부가가치 창출 연구 등 다양한 분야를 대상으로 성과를 얻어 다양한 분야에 활용 가능성이 높다고 판단됩니다.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구팀은 각 분야의 전문가들을 최대한 활용하기 위해 한정된 연구비와 연구기간을 효율적으로 활용하고자 모든 연구팀이 5년동안 지속적인 참여가 아닌 선택과 집중을 위해 연차별 참여 방법으로 연구팀을 구성하여 최초 연구계획서에 제시 및 제안되었던 연구목표를 도출하기 위해 연구계획에 따라 연구를 충실히 수행한 결과 연구목표를 충족할 수 있는 성과 도출 및 기술개발을 하였다고 판단되며, 본 연구팀은 한우산업의 지속적인 발전을 위해 활용도가 높은 육종, 번식, 사양, 부산물 활용 등에 대한 연구를 통해 아주우수한 결과 도출로 성실한 연구가 진행 되었다 판단됩니다.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

본 연구과제에서 계획한 정량적 연구목표에서 연구기반지표에서 대부분 성과를 초과 달성(SCI 논문 222%, 학술발표 125%, 교육지도 165%, 인력양성 200%)하여 한우산업의 지속적 발전을 위한 연구적 근거를 마련하였고 교육지도를 통해 본 연구과제에서 도출된 성과를 산업현장에 설명하고 홍보하는 수단으로 적극 활용하였으며, 인력양성을 통해 성과를 산업현장에 접목시킬 수 있는 인적 네트워크를 형성하여 최초 기획 목표에 맞게 성과를 잘 도출하였다고 생각합니다.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
■ 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 기술개발	5	100	교배조합별로 자료를 확보하여 친형제검정을 실시하였고 검정두수에 따른 정확도 변화확인 및 친형제검정 가능성확인
■ OPU 유래 수정란 생산기술 고도화	5	100	OPU 유래 수정란의 생산효율이 높아져 두당 88.5개의 수정란 생산가능, 무혈청배지 개발 및 개체별 분리배양기술 확립
■ 공란우 및 수란우 선발조건 확립	5	100	공란우와 수란우의 선발 조건 확립으로 선발강도가 높아짐
■ 한우, 흑한우, 쇠소, 수입소 고기 판별과 한우, 쇠고기 이력추적 및 친자 확인용 용 SNP 개발	5	100	한우와 수입육 간의 판별 및 한우 이력추적 및 친자확인용 SNP마커 발굴 및 판별 가능성 확인
■ 수정란 이식을 적용한 한우농가 사료 및 사양관리 프로그램 정밀 진단	5	100	사료첨가제(보호지방산과 비타민 E)급여가 사료섭취량, 소화율, 반추위 내 발효특성 및 송아지 건강과 성장에 미치는 영향 확인
■ 한우암소를 위한 최적 영양소 공급 수준 결정 및 사료첨가제 탐색	5	100	사료첨가제 급여가 한우암소의 임신 초중말기 대사 생리에 미치는 영향 확인
■ 조기 비육 및 출하월령 단축을 위한 전문 사양프로그램 개발	5	100	조기비육 전용사료가 반추위 발효에 부(-)의 영향이 없고, 발효가 잘 이루어지며, 증체량과 사료요구율 개선 효과 확인
■ 등지방두께 조절 및 등심단면적 증가를 위한 사양프로그램 개발	5	100	비육기 단축용 사료와 아미노산 첨가제는 육량특성 개선 및 성장효율 개선 효과 확인
■ 출하시기별 한우육의 영양성분 및 품질 특성 규명	5	100	육량, 육질등급 및 등급출현율에서 우수하게 나타남, 근내지방 함량은 출하월령이 증가할수록 유의적으로 증가하였음.
■ 불포화지방산과 올레인산 강화를 위한 사료 첨가제 탐색 및 육의 이화학적 특성 규명	5	100	아마씨와 보호아마씨유의 급여실험을 진행하여 등심 내 지방산 조성에서 ALA와 총 PUFA함량에서 좋은 함량을 나타냄

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
■ 사료첨가제를 이용한 <i>in vitro</i> , <i>in situ</i> 및 <i>in vivo</i> 시험을 통한 사양프로그램 개발	5	100	아마씨와 아마씨유를 보호시킨 첨가제를 급여하고 사양, 도체성적, 육의 이화학, 관능특성 및 등심 지방산 조성에 미치는 영향 확인
■ 세계주요 소고기 수출국가의 사육 및 수출 현황 조사 및 한우육 특성 정립과 수출 활성화를 위한 대응전략 수립	5	100	세계 각국의 쇠고기 수출 및 사육 현황을 조사하였고 한우육의 품질고급화 및 차별화를 강조한 마케팅 전략, 한우고기의 SWOT 분석을 통한 수출 활성화 및 대응 전략 수립
■ 한우육의 영양성분, 근내지방 함량 및 지방산 조성의 특성 구명	5	100	출하월령별 MUFA의 증가는 올레산(C18:1 n-9)의 증가에 기인하였음, 고지방 부위는 저지방 부위보다 올레인산 함량이 유의적으로 높은 것에 기인하여 MUFA 비율도 유의적으로 높았음. 안심은 SFA가 다른 부위에 비해 유의적으로 높은 반면, MUFA의 비율은 유의적으로 낮아 저지방 부위들과 큰 차이가 없었음.
■ 한우육의 근내지방 조기 축적(출하기간 단축) 기술 개발	5	100	근내지방함량에 관여하는 G0S2 및 CGI-58 유전자의 염기서열을 확인, 한우 거세우 등심근의 G0S2 및 CGI-58 유전자 발현량과 근내지방 함량과 상관관계가 있음을 확인
■ 한우육의 특성에 적합한 세계화 요리 레시피 개발	5	100	한우 소고기 요리 종류별 조리법에 적합한 39개 소분할육을 설정, 요리 종류와 조리법 제시함
■ 맛과 관련된 소도체 품질평가 항목 발굴 및 등급판정 적용 조건 설정 연구	5	100	배최장근단면적 영상분석, 지방산 함량(불포화지방산, 올레인산)분석 및 근내지방 섬세도에 따른 경제성 분석
■ 성별, 도살연령 및 한우 가공품에 따른 풍미 물질 비교 및 발굴	5	100	거세우가 암소보다 연도가 높았으며, 우마미 맛 증진과 관련된 이노신산의 농도는 암소보다 거세우에서 더 높았음, 성별에 관계없이 진공포장한 것보다 MAP가 더 강한 구운 향기를 발생, 양지머리의 조리방법과 조리온도에 따른 결과 비교
■ 한우 부산물 자원화를 위한 처리기술 개발 및 유래 유용물질의 식품소재 활용과 가공제품 개발	5	100	한우 부산물을 이용하여 합성 첨가제를 대체하는 한우부산물 유용물질 활용가능성 규명, 새로운 형태의 가공제품 개발 및 특성 규명
■ 한우육 및 뼈의 기능성 물질 최적의 추출법 연구 및 추출잔여물을 활용한 건강 기능성 편의 육제품 개발	5	100	한우 사골의 최적추출법 규명 및 한우 사골 추출물 또는 농축물을 첨가한 돈육 혼합물 개발
■ 한우육 유래 생리활성 펩타이드 획득 및 안전성 검증 및 보조식품 개발	5	100	한우유래 근원섬유 단백질에서 획득한 펩타이드는 항고혈압 및 신경세포 보호 활성 확인, 총 4가지 유해균에서 항균활성이 나타나지 않음을 확인
합계	100	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 과제는 한우특성화사업단이라는 대과제를 주제로 6개의 세부과제와 7개의 협동과제로 구성되어 5년간 수행되었습니다. 다른 연구과제에 비하여 참여하는 연구팀의 수가 많게 구성이 된 부분은 연구 기획부터 한우 및 한우육의 지속성과 차별성에 관한 연구를 목표로 다양한 관점에서 효과적인 연구 성과를 얻기 위해 기획한 연구팀 구성으로 연차별 참여 연구팀을 구분하여 선택과 집중이라는 방식으로 연구를 수행하였습니다. 그 결과 한우 및 한우육에 대한 다양한 접근이 가능하였고 다양한 접근을 통해 기존의 연구 결과와 차별된 결과를 얻을 수 있는 좋은 계기가 되었다고 생각합니다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

본 연구개발결과 평가 시 고려되어야 할 부분은 무엇보다도 본 연구의 가치와 특성 및 향후 산업적 활용도 부분이라 생각합니다. 산업현장 접목을 위해 기존에 연구가 힘들었던 주제를 가지고 다양한 연구팀들이 연구를 진행하였고 연구를 통해 얻은 성과가 지금 바로 현장에 적용할 수 없는 결과도 있지만 대부분의 결과가 산업적으로 활용 가능성이 높은 결과물들로 한우산업의 지속성과 경쟁력을 높이기 위해 모든 연구팀들이 5년동안 성실히 연구를 수행했다는 점을 본 연구개발결과 평가 시 고려 부탁드립니다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

향후 과제 종료 후에도 본 과제에서 도출된 도출한 연구 성과를 기반으로 산업체 무상 또는 유상 기술이전과 정책건의 및 홍보를 통해 적극적으로 산업현장에서 활용될 수 있도록 지속적인 노력을 할 계획입니다.

IV. 보안성 검토

해당사항 없음

1. 연구책임자의 의견

2. 연구기관 자체의 검토결과

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농생명산업기술개발사업	
연구과제명	한우특성화사업단			
주관연구기관	경상대학교 산학협력단	주관연구책임자	이정규	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	3,000,000천원	1,000,000천원		4,000,000천원
연구개발기간	201508.14 ~ 2020.08.13(5년)			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 한우·한우육의 기능성 지향 개량기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 수정란 대량생산 기술을 활용한 친형제검정 기술개발 - OPU 유래 수정란 생산기술 고도화 - 공란우 및 수란우 선발조건 확립 - 한우, 흑한우, 칩소, 수입소 고기 판별과 한우, 쇠고기 이력추적 및 친자확인용 용 SNP 개발
② 한우·한우육의 특성강화 생산성 개선	<ul style="list-style-type: none"> - 수정란 이식을 적용한 한우농가 사료 및 사양관리 프로그램 정밀 진단 - 한우암소를 위한 최적 영양소 공급 수준 결정 및 사료첨가제 탐색 - 조기 비육 및 출하월령 단축을 위한 전문 사양 프로그램 개발 - 출하시기별 한우육의 영양성분 및 품질 특성 규명 - 불포화지방산과 올레인산 강화를 위한 사료 첨가제 탐색 및 육의 이화학적 특성 규명 - 사료첨가제를 이용한 <i>in vitro</i>, <i>in situ</i> 및 <i>in vivo</i> 시험을 통한 사양프로그램 개발 - 세계주요 소고기 수출국가의 사육 및 수출 현황 조사 및 한우육 특성 정립과 수출 활성화를 위한 대응전략 수립

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
③ 한우육의 맛 특성 구명 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> - 한우육의 영양성분, 근내지방 함량 및 지방산 조성의 특성 구명 - 한우육의 근내지방 조기 축적(출하기간 단축) 기술 개발 - 한우육의 특성에 적합한 세계화 요리 레시피 개발 - 맛과 관련된 소도체 품질평가 항목 발굴 및 등급판정 적용 조건 설정 연구
④ 한우육의 기능성 구명 및 활용	<ul style="list-style-type: none"> - 성별, 도축연령 및 한우 가공품에 따른 풍미 물질 비교 및 발굴 - 한우 부산물 자원화를 위한 처리기술 개발 및 유래 유용물질의 식품소재 활용과 가공제품 개발 - 한우육 및 뼈의 기능성 물질 최적의 추출법 연구 및 추출잔여물을 활용한 건강 기능성 편의육제품 개발 - 한우육 유래 생리활성 펩타이드 획득 및 안전성 검증 및 보조식품 개발

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SCI	비 SCI							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	10	10		4		2	4					18	19		40	14	14	3	2	2
연구기간내 달성실적	4	2		1	10	0	84. 77					40	14		50	23	28	0	4	0
달성율(%)	40	20		25		0						222	74		125	165	200	0	200	0

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	수정란이식을 통해 생산된 개체를 대상으로 한 친형제검정
②	초음파 기구를 활용하여 살아있는 소에서 미성숙 난자를 채취하여 체외배양을 통한 수정란 생산 및 이식 기술
③	무혈청 배지를 이용하여 수정란의 생산효율성 증대와 저온저장 및 동결기술을 활용하여 수정란 이식의 산업화를 증대
④	조기비육 및 출하월령 단축을 위한 전용 사료 개발
⑤	조기비육 및 출하월령 단축을 위한 기능성 첨가제 개발
⑥	한우육의 품종, 포장, 조리과정에서 향기성분 발굴
⑦	가수분해를 활용한 한우 부산물 유래 기능성물질 생성 기술
⑧	한우근내지방 함세도에 따른 품질 특성 구명
⑨	한우 수출을 위한 수출국가 사육 및 수출현황 조사
⑩	한우육 영양성분, 근내지방 함량 및 지방산 조성 특성 구명
⑪	한우육 유래 생리활성 펩타이드 추출 기술
⑫	한우육 특성에 적합한 요리 레시피 제시
⑬	한우육 및 뼈의 기능성 물질 최적 추출법

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장에로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		v						v		
②의 기술		v			v					
③의 기술						v	v	v		
④의 기술		v				v				
⑤의 기술		v						v		
⑥의 기술										v
⑦의 기술	v	v		v	v	v				
⑧의 기술									v	
⑨의 기술		v							v	v
⑩의 기술		v								
⑪의 기술		v								
⑫의 기술										v
⑬의 기술		v								

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	친형제검정 도입으로 씨수소 선발에 세대간격 단축, 지역별, 브랜드별 씨수소 선발을 위한 관련 규정 개선을 위한 기초자료를 제공
②의 기술	수정란 생산 기술 개선을 통하여 공란우의 사용 기간 개선 및 수정란 생산량 증대 저온저장 기술을 활용하여 수정란 이식의 시간적 공간적 제약을 개선할 수 있을 것으로 판단됨
③의 기술	무혈청배지를 이용한 수정란 생산을 통하여 거대태아 및 유산 방지, 수태율 향상에 기여할 것으로 판단됨
④의 기술	본 기술이 적용된 조기비육 프로그램의 특허출원은 한우 육량특성 개선 등의 생산성 증진 도모에 활용될 수 있음
⑤의 기술	조기비육 및 출하일령 단축을 위한 기능성 첨가제 기술을 다양한 농가에 활용할 경우 기존 장기비육 사양에 비해 한우 농가의 사료비 부담이 줄어들어 생산비 절감 및 농가 이익 증진을 도모할 수 있음
⑥의 기술	한우육의 품종, 포장, 조리에 따른 향기성분 자료를 바탕으로 한우육이 소비자에게 맛있다는 것을 과학적으로 뒷받침할 수 있는 홍보로 활용
⑦의 기술	본 기술을 통해 한우 부산물의 가치를 제고할 수 있으며 결과를 토대로 추가 연구를 통해 기능성 강화식품의 생산을 기대 할 수 있음
⑧의 기술	소등급제도에 활용 또는 한우 근내지방도의 섬세한 정도에 대한 지수를 제공 가능
⑨의 기술	한우육 수출을 위해 주요 쇠고기 수출 및 사육 현황을 조사하였고 한우육의 품질고급화 및 차별화를 강조한 마케팅 전략, 한우고기의 SWOT 분석을 통한 수출 활성화 및 대응 전략 수립
⑩의 기술	육량, 육질등급에 따라 한우의 영양성분과 특성 규명으로 한우 마케팅에 활용
⑪의 기술	근원섬유 단백질에서 획득한 펩타이드는 항고혈압 및 신경세포 보호 활성 효과가 있는 것으로 확인되어 기술이전 및 상품화 가능
⑫의 기술	한우 소고기 요리 종류별 조리법에 적합한 39개 소분할육을 설정했고 이를 근거로 요리 종류와 조리법 제시로 한우육 소비 촉진에 활용
⑬의 기술	한우 사골의 최적추출법과 한우사골 추출물 그리고 농축물을 첨가한 돈육 혼합물은 기술이전 및 상품화 가능

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.