

715003-07

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
농식품기술융합창의인재양성사업 2022년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004304-01

제주  
흑우

대량  
증식

및

산업  
화

2022

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

# 제주흑우 대량증식 및 산업화

2023. 4. 5.

주관연구기관 / 제주대학교 (1-1세부)

협동연구기관 / 충북대학교 (1-1협동)

영남대학교 (2-1세부)

제주축산진흥원 (2-1협동)

서귀포시축협 (2-2협동)

(주)미래셀바이오 (3-1세부)

제주대학교 (3-1협동)

오렌지푸드 (3-2협동)

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “제주흑우 대량증식 및 산업화”(개발기간 : 2015.12.02.~2022.12.01.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022.03.06.

주관연구기관명 : 제주대학교 산학협력단 (대표자) 이영돈 (인)

공동연구기관명 : 충북대학교 산학협력단 (대표자) 이영성 (인)

공동연구기관명 : 영남대학교 산학협력단 (대표자) 김우경 (인)

공동연구기관명 : 제주축산진흥원 (대표자) 김대철 (인)

공동연구기관명 : 서귀포시축협 (대표자) 김용관 (인)

공동연구기관명 : (주)미래셀바이오 (대표자) 김은영, 정형민 (인)

공동연구기관명 : 오렌지푸드 (대표자) 황인성 (인)

위탁연구기관명 : (주)한국생명과학연구소 (대표자) 김윤규 (인)

주관연구책임자 : 박세필

공동연구책임자 : 최정석, 김종주, 김대철, 김용관  
김은영, 류연철, 황성익

위탁기관책임자 : 김윤규

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

최종보고서							보안등급			
							일반[√], 보안[ ]			
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명	사업명		농식품기술융합 창의인재양성사업			
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)		-			
공고번호		제2015-431호		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-				
				연구개발과제번호		715003-07				
기술 분류	국가과학기술 표준분류	농림수산식품	%	동물자원과학	%	동물 번식생리	%			
	농림식품과학기술 분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문								
		영문								
연구개발과제명		국문	제주흑우 대량증식 및 산업화							
		영문	Industrialization and Mass Production of Jeju Black Cattle							
주관연구개발기관		기관명	제주대학교 산학협력단			사업자등록번호	616-82-16375			
		주소	(우)32642 제주 제주대학로 102			법인등록번호				
연구책임자		성명	박세필			직위	교수			
		연락처	직장전화				휴대전화			
			전자우편				국가연구자번호			
연구개발기간		전체			2015. 12. 02. - 2022. 12. 01.(7년)					
		단계 (해당 시 작성)	1단계		2015. 12. 02. - 2018. 10. 01.(2년 10개월)					
			2단계		2018. 10. 02. - 2022. 12. 01.(4년 2개월)					
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금			합계		
			지방자 치단체	기타(대학)						
		현금	현금	현물	현금	현금	현물	현금	현물	합계
총계		6,293,000	350,000	1,649,000	3,146,500	291,200	2,858,800	10,080,700	4,507,800	14,588,500
1단계	1년차	900,000	50,000	210,000	450,000	41,600	408,400	1,441,600	618,400	2,060,000
	2년차	900,000	50,000	210,000	450,000	41,600	408,400	1,441,600	618,400	2,060,000
	3년차	750,000	41,700	175,000	450,000	41,600	408,400	1,283,300	583,400	1,866,700
2단계	4년차	750,000	41,700	210,800	450,000	41,600	408,400	1,283,300	619,200	1,902,500
	5년차	743,000	41,700	210,800	446,500	41,600	408,400	1,272,800	619,200	1,892,000
	6년차	750,000	41,700	210,800	450,000	41,600	408,400	1,283,300	619,200	1,902,500
	7년차	1,500,000	83,200	421,600	450,000	41,600	408,400	2,074,800	830,000	2,904,800
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고		
공동연구개발기관		제주대학교		박세필	교수			역할	기관유형	
		충북대학교		최정석	조교수			공동	대학	
		영남대학교		김종주	교수			공동	대학	
		축산진흥원		김대철	원장			공동	지자체	
		서귀포시축협		김용관	조합장			공동	중소기업	
		(주)미래셀바이오		김은영	대표이사			공동	중소기업	
		제주대학교		류연철	부교수			공동	대학	
오렌지푸드		황성익	이사			공동	중소기업			
위탁연구개발기관		(주)한국생명과학연구소		김윤규	대표			위탁	중소기업	
연구개발담당자 실무담당자		성명	이승은			직위		연구교수		
		연락처	직장전화				휴대전화			
			전자우편				국가연구자번호			

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2023년 3월 6일

연구책임자: 박 세 필



주관연구개발기관의 장: 제주대학교 산학협력단 이영돈 (직인)



공동연구개발기관의 장: 충북대학교 산학협력단 이영성 (직인)



공동연구개발기관의 장: 영남대학교 산학협력단 김우경 (직인)



공동연구개발기관의 장: 제주축산진흥원 김대철 (직인)



공동연구개발기관의 장: 서귀포시축협 김용관 (직인)



공동연구개발기관의 장: (주)미래셀바이오 김은영, 정형민 (직인)



공동연구개발기관의 장: 오렌지푸드 황인성 (직인)



위탁연구개발기관의 장: (주)한국생명과학연구소 김윤규 (직인)



농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

## < 요약 문 >

사업명		농식품기술융합창의인재양성사업				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)						연구개발과제번호 715003-07			
기술 분류	국가과학기술 표준분류	농림수산식품	%	동물자원과학	%	동물 번식생리	%		
	농림식품 과학기술분류	1순위 소분류 코드명	%	2순위 소분류 코드명	%	3순위 소분류 코드명	%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)									
연구개발과제명		제주흑우 대량증식 및 산업화							
전체 연구개발기간		2015.12.02.~2022.12.01.							
총 연구개발비		총14,588,500천원 (정부지원연구개발비:6,293,000천원, 기관부담연구개발비:1,999,000천원, 지방자치단체:3,146,500천원, 그 외 지원금(대학):3,150,000천원)							
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[ <input checked="" type="checkbox"/> ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준( ) 종료시점 목표( )			
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)									
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)									
연구개발 목표 및 내용		최종 목표		○ 제주흑우 산업화 전주기의 성장에 필요한 기술 개발 및 산업화와 이를 책임질 차세대 리더 및 전문인력 양성 및 보급					
		전체 내용		○ 제주흑우 대량증식 기반 기술 구축 및 육종 기반 품종 개량 체계 확립 ○ 제주흑우 이력제 구축 및 고품질·고기능성 제주흑우 사양 기술 개발 ○ 제주흑우 브랜드 구축과 고부가가치 상품 개발					
		1단계 (해당 시 작성)		목표		○ 제주흑우 대량 증식 기술 개발 ○ 제주흑우 품종 정립 및 육종 사양 기술 개발 ○ 제주흑우 산업화 기술 개발			
				내용		○ 제주흑우 실용축 대량증식 기술 개발(SCI 논문 게재) 구축 및 메뉴얼 보급 ○ 실용축 생산을 위한 실증연구 농가에서 535두 신청, 344두 선정, 326두 인공수정, 230두 임신, 137두 출산으로 지원사업 실시(계속 진행중) ○ 육종가 기반 암소핵군 선발 및 공란우 선발 ○ 제주흑우 체세포 유래 줄기세포주 개발 ○ 제주흑우 전두수 포함한 대용량 SNP 분석 3,800두 분석을 통한 유전체 정보 데이터베이스 구축 ○ 제주흑우의 진화/계통학적 위상 규명(SCI 논문게재) ○ 이력체계 구축, 종모우 선발 및 정액생산 보급 ○ 선발·교배 체계 구축 및 사양시스템 개발 ○ 제주흑우 브랜드 구축 및 시제품 제작 ○ 제주흑우 품질평가 도입 및 현황 파악 ○ 제주흑우 육가공 제품 공정도 확립 및 상품화			
2단계 (해당 시 작성)		목표		○ 제주흑우 수태율 증진 및 미래 원천기술 시스템 구축을 통한 전략화					

			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제주흑우 품종 정립 및 생산성 향상을 위한 육종·사양기술 산업화</li> <li>○ 제주흑우 프리미엄 상품 개발</li> </ul>
		내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소도체 등급판결 결과에 제주흑우 품종 명기하여 제주흑우 산업의 특성화 기반 구축</li> <li>○ 제주흑우 실용축 선발을 위한 수태율 증진 기술 구축을 통한 전략화</li> <li>○ 대량 증식을 위한 우수한 유전 형질을 갖춘 제주흑우 실용축 종모우 선발</li> <li>○ 제주흑우 배양육 생산 기술 개발 및 시스템 구축</li> <li>○ 제주흑우 유전체 정보를 활용하여 제주흑우종 판별용 SNP kit 개발 및 IT기술 활용 제주흑우 윈도우·휴대폰 어플리케이션 서비스</li> <li>○ 제주흑우 원우 종모우/종빈우 선발 및 정액 생산 체계 구축 및 공급</li> <li>○ 제주흑우 전용 사양관리 시스템 개발에 따른 원우와 실용축의 육종기 기반 사양표준 사업화</li> <li>○ 제주흑우의 품질 우수성 규명(SCI 논문 게재)</li> <li>○ 고부가가치 원료 개발 및 제품화 기술 개발</li> <li>○ 프리미엄 흑우육 가공기술의 산업화 전략 수립</li> <li>○ 제주흑우육 가공기술 개발 및 시장 확대</li> </ul>

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전문인력 교과과정 6과목 신설에 따른 인력양성 프로그램 정규화 및 유형별 인력양성 프로그램 9개 운영, 교육지도 132건/2,472명/469시간/180회, 학술협력 및 개최 20건/1,990명, 국내외 학술대회 참가 135건, 전문인력 51명 배출, 취업 38명으로 국내외 생명공학 및 농업관련 회사 및 대학, 연구소 등 취업 연계 100%로 질적 우수성 확인.</li> <li>○ 제주흑우 대량증식 기술 관련 수정란 생산 기술 개발 및 실용축 수정란 생산, 실용축 생산능가 지원사업 실시, 실용축 생산 환경 구축과 수태율 개선한 대량 생산 체계 확립, 유전체 결과 활용 실용축 종모우 생산 및 구축, 고품질 형질전환 제주흑우 개량을 위한 역분화줄기세포 확립, 미래 원천 기술을 이용한 배양육 생산 기술 구축</li> <li>○ 제주흑우 품종정립 및 육종사양 기술 관련 제주흑우 전두수 포함한 대용량 SNP 칩 이용한 3,800두 분석을 통한 유전체 정보 기반 육종 체계 구축, 제주흑우의 진화/계통학적 위상 규명을 통해 품종 정립, 원우 증식 및 우량우 공급서비스, 전용 사양관리 시스템 개발에 따른 실용축의 사양표준 정립</li> <li>○ 제주흑우 산업화 기술 관련 브랜드 구축 및 산업화 기술 개발, 고부가가치 원료 및 제품 생산, 품질 평가를 통한 품질 우수성 규명 및 제품 개발, 소도체 등급판결 결과에 제주흑우 품종 명기 통한 품질인증 기반 구축, 유통시장 분석 및 육가 공제품 생산공정 확립 및 시장 확대</li> <li>○ 연구 개발에 따른 특허 출원 31건, 등록 24건, 생명자원 등록 8건, 기술이전 8건, 기술료 74백만원, 제품화 40건(제품화 10건, 시제품 30건), 매출액 169백만원, 논문 63건, 정책활용 33건, 홍보전시 57건의 성과 도출</li> </ul>
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제주흑우 대량증식 기술은 전주기 관리 검증 시스템 개발 및 배양육 기술 특허권 확보, 브랜드육 판매루트 구축 및 배양육 기술 공신력 확보, 실용축 증식 사업 및 배양육 기술 사업화에 활용</li> <li>○ 제주흑우 품종 정립 및 육종·사양 기술은 제주흑우 전용 육종, 사양 시스템 실용화 및 산업화, 우수 종모우 선발, 제주흑우 판별 SNP kit 산업화 및 육종기 기반 출하월령 단축 사료급여프로그램 개발, 우수 종모우 정액생산, 고급육/고기능성 육 SNP chip 분석 산업화 및 제주지역 부산물 활용 사료개발, 우수암소/송아지 생산 및 현장활용 윈도우·휴대폰 어플리케이션 서비스 산업화 및 신 사양기술을 활용한 기능성 쇠고기 개발에 활용</li> <li>○ 제주흑우 산업화 기술은 제주흑우의 개발된 제품군의 고도화 및 판매 시장 확</li> </ul>

	<p>대, 홍보 마케팅 전략 구축, 제주흑우 육가공품과 고부가가치 제품 판매/산업화에 활용</p> <p>○ 제주흑우 산업전주기의 위협요소 해소 및 농가소득 증대, 제주흑우 산업의 발전 모델 제시 및 글로벌 브랜드 구축, 제주흑우 산업에 대한 전방위적 지원을 위한 정보/기술/인력/장비/시설의 축적화 및 집중화 가능, 현재 보존차원 수준인 제주흑우를 지역 및 국가차원의 새로운 성장동력산업으로 향상할 수 있는 기반 마련 가능</p>											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	63	55							8			
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	제주흑우		품종개량		대량증식		산업화		인력양성			
영문핵심어 (5개 이내)	Jeju Black Cattle		Breeding		Mass Production		Industrialization		Human Resource Development			

## 〈 목 차 〉

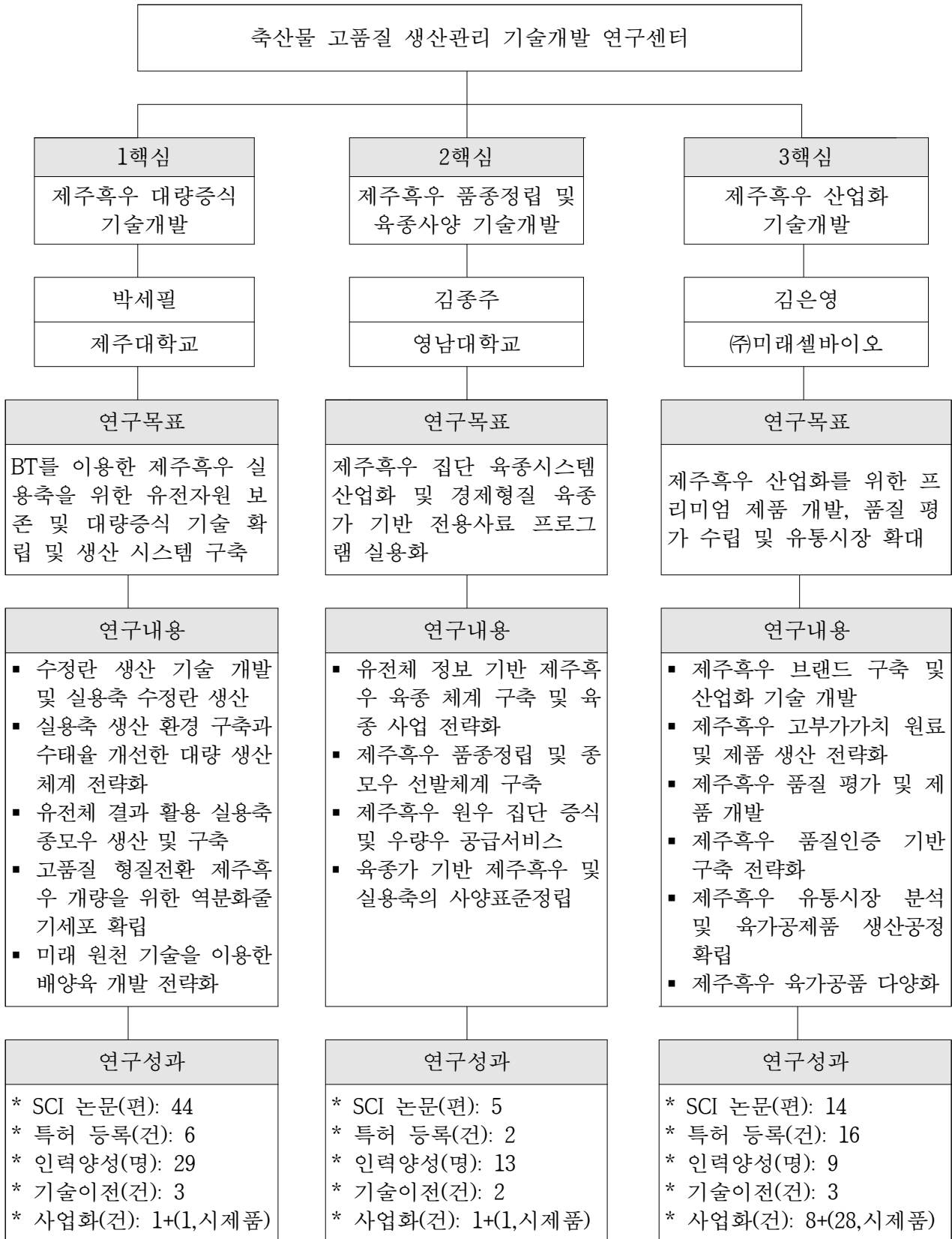
1. 센터의 개요 .....	8
2. 국내외 기술개발 동향 .....	16
3. 연구개발내용 및 인력양성 프로그램 운영 .....	19
4. 센터 운영 성과(1·2단계) .....	26
4-1. 핵심기술개발 성과 및 활용성과 .....	26
4-2. 인력양성 및 활용성과 .....	565
5. 목표달성도 및 관련 분야 기여도 .....	572
6. 연구성과의 활용계획 .....	577
7. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	578
8. 연구개발결과의 보안등급 .....	581
9. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	581
10. 기타사항 .....	585
11. 참고문헌 .....	585



# 1. 센터의 개요

## 1-1. 연구개발 목적

### 가. 센터 총괄표



## 나. 단계 · 연차별 연구목표

### (1) 정성적 연구목표

구분	핵심연구과제명	연구목표
1단계	[1핵심] 제주흑우 대량증식 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 실용축 증식 및 특성 분석</li> <li>· 제주흑우 수정란 이용 증식 기술 개발</li> <li>· 제주흑우 줄기세포 이용한 우수 유전자원 보존</li> </ul>
	[2핵심] 제주흑우 품종정립 및 육종 사양 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 유전 분석 및 종모우 선발</li> <li>· 육종교배 프로그램 및 사양시스템 개발</li> <li>· 제주흑우 이력제 구축</li> </ul>
	[3핵심] 제주흑우 산업화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 브랜드 전략 수립</li> <li>· 제주흑우 품질평가 시스템 도입</li> <li>· 제주흑우 육가공품 공정도 확립</li> </ul>
2단계	[1핵심] 제주흑우 대량증식 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 실용축 증식효율 분석</li> <li>· 제주흑우 실용축 종모우 선발</li> <li>· 실용축 비육 체계화 구축</li> <li>· 제주흑우 배양육 생산 기술 개발</li> </ul>
	[2핵심] 제주흑우 품종정립 및 육종 사양 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 원종 증식 체계 구축</li> <li>· 원종 종모우와 실용축 종모우 비교</li> <li>· 맞춤형 교배 프로그램 개발</li> <li>· 고품질, 고기능성 제주흑우 생산</li> </ul>
	[3핵심] 제주흑우 산업화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 상품 판매전략 구축</li> <li>· 품질 모니터링과 육질별 제품 개발</li> <li>· 고부가가치 제품 다양화 및 원료 개발</li> <li>· 제주흑우 상품의 브랜드 구축</li> </ul>
최종 목표	제주흑우 산업화 기술 개발을 책임질 차세대 리더 및 전문인력 양성을 통한 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제주흑우 대량증식 기반 기술 구축 및 육종 기반 품종개량 체계 확립</li> <li>- 제주흑우 이력제 구축 및 고품질 · 고기능성 제주흑우 사양기술 개발</li> <li>- 제주흑우 브랜드 구축과 고부가가치 상품 개발</li> </ul>	

다. 단계 · 연차별 연구목표

(2) 정량적 연구목표(과제 선정시)

성과지표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력양성			정책활용 · 홍보		기타
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		SCI	논문			학술 발표	석사	박사	취업 인력	정책 활용	
											SCI		비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	명	명	건	건	건	
가중치																					
최종목표	23	15		10		7					11	73		68	78	50	12	18	45	60	20
1차년도	2											5		4	6	3	2		3	3	
2차년도	4	2									2	10		10	9	9	1	4	5	7	3
3차년도	2	3		3		2					2	12		10	8	3	2	4	6	6	5
1단계	8	5		3		2					4	27		24	23	15	5	8	14	16	8
4차년도	3	1										8		10	8	8	2	3	4	6	2
5차년도	3	2									1	9		10	8	5	3	6	4	7	4
6차년도	4	2		3							2	10		8	9	5	1	1	5	6	2
7차년도	3	2		1		2					1	9		10	5	2	1		3	5	4
2단계	13	7		4		2					4	36		38	30	20	7	10	16	24	12
소 계	21	12		7		4					8	63		62	53	35	12	18	30	40	20
종료 1차년도	2	1		1								4		2	5	3			3	4	
종료 2차년도		1		1		1					1	4		2	5	3			3	4	
종료 3차년도		1		1							1	2		2	5	3			3	4	
종료 4차년도						1					1				5	3			3	4	
종료 5차년도						1									5	3			3	4	
소 계	2	3		3		3					3	10		6	25	15			15	20	
합 계	23	15		10		7					11	73		68	78	50	12	18	45	60	20

(3) 정량적 연구목표(자체평가 및 1단계 평가후 조정)

성과지표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력양성			정책활용·홍보		기타
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		SCI	논문			학술 발표	석사	박사	취업 인력	정책 활용	
											비 SCI		학술 발표								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	명	명	건	건	건	
가중치																					
최종목표	23	15		11		9					11	73		68	93	50	12	18	45	60	20
1차년도	2											5		4	6	3	2		3	3	
2차년도	4	2									2	10		10	9	9	1	4	5	7	3
3차년도	2	3		3		2					2	12		10	8	3	2	4	6	6	5
1단계	8	5		3		2					4	27		24	23	15	5	8	14	16	8
4차년도	3	1										8		10	12	8	2	3	4	6	2
5차년도	3	2		1							1	9		10	11	5	3	6	4	7	4
6차년도	4	2		2	30	1					2	10		8	11	5	1	1	5	6	2
7차년도	3	2		2	30	3					1	9		10	11	2	1		3	5	4
2단계	13	7		5	60	4					4	36		38	45	20	7	10	16	24	12
소 계	21	12		8	60	6					8	63		62	68	35	12	18	30	40	20
종료 1차년도	2	1		1								4		2	5	3			3	4	
종료 2차년도		1		1		1					1	4		2	5	3			3	4	
종료 3차년도		1		1							1	2		2	5	3			3	4	
종료 4차년도						1					1				5	3			3	4	
종료 5차년도						1									5	3			3	4	
소 계	2	3		3		3					3	10		6	25	15			15	20	
합 계	23	15		11		9					11	73		68	93	50	12	18	45	60	20

## 1-2. 연구개발의 필요성

- 제주흑우는 제주지역에서 오래전부터 사육되어온 고유종이라는 생물학적 가치 외에도 임금님 진상품으로 공출되었던 역사적 배경이나 천연기념물로 등록된 문화적 배경으로 볼 때 축산분야에서 특히 타 지역과 차별화된 제주지역의 신산업 육성에 적합한 자원이며, 제주흑우를 기반으로 일본에서 개발한 ‘와규’가 글로벌 명품으로 성장된 점을 감안 할 때 제주흑우산업의 발전 가능성은 매우 크다고 판단됨.
- 제주지역은 지리적으로 본토로부터 격리된 섬이라는 특수성 때문에 구제역 등 다양한 질병의 관리가 용이하여 흑우생산농가의 안정생산에 유리할 뿐만 아니라 제주지역의 청정 자연환경에서 사육된 제주흑우는 소비자들의 안심농산물에 대한 수요와 청정축산물에 대한 수요를 충족시킬 수 있는 기본적 요소를 모두 가지고 있음.
- 국내 소비자층의 소득 증가에 따라 고급·웰빙육 선호분위기 확산과 지역특산품에 대한 새로운 인식 대두로 보다 품질 면에서 고급화 되고 지역적으로 차별화된 축산물의 개발이 필요한 시점이기 때문에 제주흑우산업의 발전 가능성은 매우 큼. 한편 흑우 생산자들의 관심과 열정 증대와 가장 걸림돌이 되어왔던 대량증식의 기초기술이 확보되어 보급되고 있기 때문에 제주흑우가 보존유지 차원을 넘어 새로운 동력산업으로 성장할 수 있는 기반이 마련되었음.
- 그동안 민관의 다각적 노력에 힘입어 제주흑우는 멸종위기에서 벗어나 2015년 현재 원종 700여 두와 실용축 1,000여두로 증식되었음. 그러나 이 규모는 산업화에는 매우 미흡한 수준이기 때문에 증식기술의 개선과 수요를 충족시킬 수 있는 대량생산체계의 구축이 시급함.
- 제주흑우는 만숙종으로 일반 한우에 비해 성장속도가 느리고 사육기간이 길어 농가의 수익성이 떨어지는 문제점이 있음. 사양관리의 최적화를 통해 사육기간을 단축하고 품질고도화 및 비선호부위의 가공식품화를 통해 수익성을 제고할 필요가 있음.
- 제주흑우에 대한 인지도는 예전에 비해 높아졌으나 일반 한우에 비해서는 아직도 소비자의 인지도가 낮아 적극적인 홍보가 필요하며, 유통체계는 매우 미흡한 상태이기 때문에 생산에서 소비에 이르는 총체적 유통체계의 구축이 시급한 상황임.
- 위협요인으로는 국제적 쇠고기시장 개방, 제주흑우산업 육성정책의 불안정성, 산·학·연관 협의 및 조정기구 부재, 성장모델 부재로 투자환경 불투명, 제주흑우산업 전문 인력수급 불안을 들 수 있는데 제주흑우산업의 지속적 성장을 위해서는 이러한 위협요인에 대한 근본적인 대책마련이 필요한 상황임.
- 제주흑우는 청정지역 제주에만 서식하는 우리나라 고유 한우 품종으로 그 맛이 우수하고 불포화지방산이 높아 웰빙 블랙푸드로 알려져 있으며, 국내는 물론 세계의 그 어떤 축산물과도 차별화된 브랜드 개발이 가능한 다양한 요소를 가지고 있으나 생산에서 유통에 이르는 산업전주기의 융복합기술과 종합적 관리체계가 구축되어 있지 않은 상황임.
- 농림수산식품기술기획평가원 지원과제로 추진된 ‘제주흑우 대량증식 기술개발 및 산업화’ (연구책임자: 박세필)에 관한 5개년(2008~2013) 사업 등 선행연구에서 현존하거나 죽은 종모우 및 종빈우의 체세포로부터 우량 제주흑우 씨수소 2두와 씨암소 1두를 핵이식 기술로 복제하는데 성공하였고, 수정란 이식기술을 통해 사업초기 제주흑우 원종 96두에서 610두로 증가시키는 계기를 마련하였음.
- 이러한 연구결과는 흑우등록을 체계화하여 천연기념물 제 546호 지정에 기여한 바 있음

며 후속 사업으로 제주특별자치도와 제주대학교 즐기세포연구센터 간 ‘우량 제주흑우 체외수정란 이식사업 협약’ 을 체결하였으나 이는 제주흑우의 유지보존에 초점을 둔 사업임.

- 제주흑우와 관련된 기존의 사업들은 많은 성과에도 불구하고 한시적이고 단편적이고 독립적으로 이루어졌음. 제주흑우산업을 새로운 성장동력으로 성장시키기 위해서는 산업 전주기(full cycle of industry)의 문제점을 도출하고 이를 해결할 수 있는 융복합(convergence) 접근이 필요하며 지식 및 기술의 집적화(accumulation)와 각종 인프라의 집중화(centralization)가 필수적이므로 단편적 개별연구과제가 아닌 장기적 집단연구체제 필요함.
- 제주흑우산업의 안정성장을 위해서는 대량증식, 체계적인 품종개량, 고품질 제품 개발, 글로벌 브랜드 개발, 유통체계 확립 등 앞으로 해결해야 할 과제가 많음. 이러한 산업전주기에 걸친 문제점은 단편적이고 단기적인 사업으로 해결하는 데에는 한계가 있기 때문에 장기적 사업이 필요할 뿐만 아니라 각계각층의 긴밀한 협력이 필요하며 이러한 협력체계를 지속적으로 이끌 수 있는 구심점이 필요함.
- 제주흑우산업의 장기발전을 위해서는 기술개발과 제도개선 뿐만 아니라 전문 인력의 안정적 수급이 무엇보다 중요한데 현재 제주흑우산업에 특성화된 교육프로그램이 전혀 없고, 제주흑우관련 산업체에 대한 기술교육도 매우 미흡한 실정임. 그러므로 제주흑우산업의 중장기 인력수요 예측과 인력공급계획의 수립 그리고 안정적 인력수급 체계의 확립과 운영 필요함.



### 국내 최고의 한우인 제주흑우의 개량 및 명품 산업화 실현

그림. 연구 개발의 필요성

### 1-3. 연구개발 범위

- 1핵심의 연구 내용은 1단계에서 개발한 수정란 생산 기술 및 대량증식 체계 확립한 결과를 토대로 우수 축군을 생산하려는 실용축을 생산하기 위한 환경을 구축하기 위해서 실용축의 계통 조성 기반 구축을 위한 자료 수집, SNP칩을 이용한 육종가 기반 맞춤형 교배, 생산된 제주흑우 실용축의 선발 및 비육 체계 확립할 예정임. 이러한 체계에서 사육된 우수 실용축을 선발하고 수태율을 모니터링하며 수태율 증진에 필요한 기술을 개발한 후, 이를 보급하여 대량 증식할 수 있는 방안으로 이용할 예정임.
- 대량증식 체계 확립 및 이를 기반으로 실용축의 인공수정, 수정란 이식을 통한 대량 증식과 생산된 실용축의 종모우 선발 및 이용 방안 모색하여 비육된 제주흑우 품종개량 촉진, 대량생산 체계 및 검증 시스템을 안정화하고, 생산된 실용축의 개체의 고급육 성분을 조사함으로써 경쟁력을 가진 브랜드 실용축 생산 및 검증할 것임.
- 제주흑우 배양육 생산 시스템 개발을 위하여 1세부에서 제공되는 세포자원을 이용하여, 우수 형질 제주흑우 근육세포주를 확립함과 동시에 NGS 분석 기법을 통해 제주흑우 형질 분석 데이터베이스를 구축하고, 구축된 데이터베이스를 이용하여 우수 형질 흑우 육종을 선별하여 흑우의 근육을 적출하여 근섬유막과 기저막 사이에 존재하는 근육세포를 분리한 후 배양함. 근육세포 마커를 활용하여 세포를 정의하고 분리하여 안정성이 입증된 근육세포주를 확립함.
- 제주흑우 근섬유화 유도 조건 탐색과 정제 단계별 유전형 변이 조사를 시행하여, 유전형 변이 발생 억제 조건 탐색을 통한 배양육 생산 기술 개발 가이드라인을 작성하여 생산된 제주흑우 배양육을 이용한 축가공품을 생산하기 위한 바이오잉크 제제 3D 프린팅 공동연구를 진행하여 안전하고 위생적인 환경에서 흑우 배양육을 이용한 축산가공품 생산시스템을 구축함.
- 2핵심은 대용량 SNP 분석을 통해 확보된 제주흑우 전두수와 암소 핵군등의 유전체 정보를 바탕으로 육종가 기반 품종 개량을 위해 ‘흑우개량정보시스템’ 맞춤형 교배프로그램을 업데이트하여 농가에 컨설팅을 계획함. 선발 시 모든 평가 자료는 해당 개체뿐만 아니라 교배되어 생산되는 실용축의 육량, 육질, 고급육 관련 자료를 근거로 수행되며 우수 종빈우와 우수 종모우의 계획 생산에 따른 초우량 제주흑우 생산을 가상한 노력이 요구됨. 교배프로그램 활용 - 송아지 생산 - 성장력 조사 - 비육 - 도축 - 품질 조사 등 유전적 지표와 표현형적 지표 등 모든 정보를 데이터화해서 평가함으로써 교배프로그램의 신뢰도를 높일 수 있는 장기간의 관리가 필요함.
- 제주흑우의 대량 증식의 성공 열쇠는 종모우의 우수 정액 공급임. 현재 분석된 자료에 의하면 제주흑우는 종모우 수가 적고 근친의 우려가 높아 유전정보에 기반한 교배 프로그램에 절대적으로 의존해야할 시기임. 축산진흥원은 자체 보유한 종모우뿐만 아니라 농가에서 생산된 우수한 수소를 조기에 확보하여 체계적인 관리, 생산과 특성 분석 그리고 교배 효율을 조사해서 성적을 확인하여 전체 근거 데이터를 바탕으로 종모우를 선발하고 유지해야함. 또한 천연기념물 흑우를 관리하는 기관으로 원종 증식 및 유전자원 보존을 위한 노력이 절대적으로 요구됨.
- 제주흑우 전용 사료 프로그램 개발은 제주흑우 실용축의 증체량 개선 및 고급육 생산을 위해 필요하며 장기간의 검토가 요구됨. 본 센터에서 추진하는 육종기반 품종 개량과 더불어 청정 환경의 물과 목초 그리고 품질 개선을 위한 사료 개발이 제주흑우의 차별화된 고급육 생산에 기여할 것임. 따라서, 2단계에서는 흑우실용축의 유전체 정보를 이용하여

육량·고급육·맛·영양성분 육종가를 추정하여 개체별로 유전적 자질에 적합한 사양관리를 수행하는 육종·사양 조합 프로그램을 수행할 계획임.

- **3핵심**은 구축한 명품 브랜드 이미지를 제대로 정착시키는 작업을 할 계획임. 계속 진화된 브랜드 이미지 메이킹으로 다양한 홍보물 및 제품 이미지를 만들어 독보적인 캐릭터를 구축할 계획임. 대외 음식 박람회 전시회 등 제주흑우 참여를 요청하는 곳에는 언제든지 참여하여 홍보를 할 계획이며 전문가 집단 및 일반인들에게 고급이미지로 승부할 수 있는 포장 및 디자인 개발을 할 계획임. 원육 수급이 어렵고 고가이므로 고품질의 우수한 맛의 시제품만 제품화로 이어지게 해 고급이고 쉽게 맛볼 수 없는 제품이라는 이미지를 당분간은 유지할 필요가 있음. 또한, 제주흑우 프리미엄 상품 개발로 제주흑우 고부가가치 원료 개발 및 제품화 기술 개발, 프리미엄 제주흑우육 가공기술의 산업화 전략 수립, 제주흑우육 가공기술 개발 및 시장 확대를 진행함.
- 제주흑우가 가지고 있는 역사적 가치, 희소성, 맛 우수성등 대외 이미지를 유지할 수 있는 제품화 개발에 주력할 것임. 안정화된 제품군이 확보되면 대외 홍보 및 마케팅을 주력해서 온 오프라인 판매자를 늘리고 제주 대표 관광상품으로 될 수 있도록 준비하며 또한 시장 흐름에 맞춰 전략적인 제품군 개발과 흑우전문 판매샵을 두어 제주도내 기업 제품으로 정착될 수 있는 마련을 할 계획임. 또한 글로벌 판매 전략을 위한 국제 박람회 참여의 가능성을 계획함.
- 제주흑우의 차별화된 맛과 웰빙 블랙푸드로서의 우수성을 알리기 위해서 제주흑우 육질 평가가 중요함. 원종과 실용축 및 품종 개량에 따른 개체의 품질을 비교 평가하여 고품질, 고기능성, 맛있는 고급육 생산 기술을 개발함.

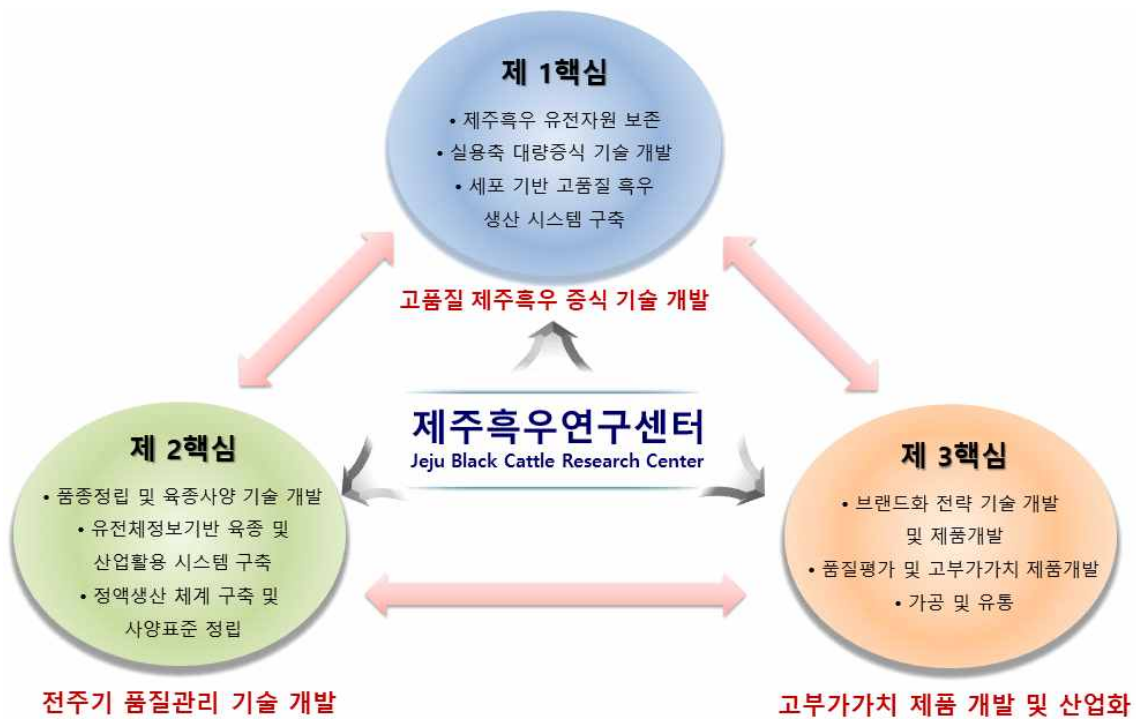


그림. 연구 추진 체계도



## 2. 국내외 기술개발 동향

○ 현재 제주흑우는 체세포 복제 수정란 생산과 동결 및 대리모이식 기술을 통해 우수종 보존 및 대량 생산 사업을 추진하고 있음. 또한 제주흑우의 개량을 가속화 하여 고능력 흑우암소와 종모우를 선발하여 제주흑우 암소 개량사업을 실시하고 우수 송아지를 생산하고자 노력하고 있음. 이러한 증식 사업과 더불어 제주흑우를 산업화를 위한 방안 마련이 필수적인 상황임. 현재 국내 한우산업은 1차 산업, 2차 산업, 3차 산업을 융합한 6차 산업화를 실시하여 농가의 소득 증대와, 부가가치 및 농촌 일자리 창출을 증가하는 방안을 마련하고 있음.

### ○ 국내 한우 산업화 동향

#### 1) 제주흑우

- 제주흑우는 80년대 육량위주의 소 산업정책으로 멸종위기에 달하였으나 1992년부터 제주유전자원수집과 혈통관리를 통한 흑우 집단 증식과 함께 국제식량농업기구(FAO)에 재래가축으로 등록하였고(2004), 제주특별자치도 특별법에 2차례에 걸친 제주흑우 보호 육성에 관한 조항(제207조)과 관련 조례 제정(1993, 2006) 등 제도적인 제주흑우 보호 육성 체계를 구축해왔음.
- 국내 소 수정란 이식 기관은 56개소이며, 그 중 대부분은 한우 제외 수정란을 짓소에 이식하는 사업을 하고 있음.
- 현재 각 도종축원 등에서 제외 수정에 의한 수정란 사업에 의한 분만 성공률이 35-45%로, 외국(일본)의 50-55%에 비추어 저조함.
- 또한 구제역으로 인한 피해를 줄이기 위한 노력으로 2010년부터 시작된 구제역 백신 투여는 더욱더 임신 및 분만을 저조를 가져옴.
- 수정란의 제외 배양, 성관별, 동결 등의 기술은 전국 축산 관련 몇몇 대학 등에서 지난 10여 년간 추진하여 확보되고 있으나, 국내 축산업의 영세성으로 산업적 응용에는 도달하지 못하고 있음.
- 특히 선진국에서 산업화 된 수정란 이식 기술은 더욱 빈약한 상태로서 단지 육종 기술로서 우수개체 선발 방법만이 실용화 되고 있는 실정임(2004년 STEPI 자료).
- 2012년 문화재청 주관 “천연기념물 지정 방안 연구 용역”에서 제주흑우는 다른 축종에 비해 관리가 잘 돼 천연기념물 지정 가능성이 제시됨. 2차례의 현장 조사 및 심의를 통해 천연기념물 지정 신청(2013년 3월 13일)이 이루어지고 가결(2013년 4월 17일)되어 천연기념물 지정 예고(2013년 5월 7일)가 이루어졌으며, 마침내 2013년 6월 26일 최종 심의를 통해 천연기념물로 지정되기로 결의되고 2013년 7월 22일 천연기념물 제546호로 지정되어 제주흑우 보호 및 육성에 박차를 가할 수 있는 계기가 마련됨.

#### 2) 인제 내설악 영농법인

- 1차 산업 축산물 생산하는 7가 농가가 모인 영농법인으로 1차적으로 총 500두 정도의 한우를 일괄 사육함 균일한 사양을 통하여 우수한 한우를 생산
- 2차 산업은 축산물 제조 가공으로 축산물 등급 판정을 통한 정확한 상품 가치를 판단 받음으로써 믿을 수 있는 한우고기를 생산 유통단계를 줄여 저렴한 가격으로 공급함.
- 3차 산업은 HACCP 인증을 받은 1층 정육점을 기점으로 2층에 정육 식당을 운영하면

서 판매를 실시하며, 인제군의 5대 명품 곱취, 오미자, 풋고추, 황태, 콩과 연계한 판매 및 숙박과 관련한 체험 프로그램 개발을 통하여 DMZ평화 생명동산에 방문하는 외국인들 및 내국인에게 인제산 한우의 우수함을 홍보할 뿐만 아니라 인제 빙어축제, 용대리 황태 축제, 진동 산나물축제 등 레포츠 관광을 이용한 홍보 및 판매까지 연결하여 6차 산업 발전 방안을 모색하고 있음.

### 3) 농업회사법인 해피초원목

- HACCP인증을 받았으며 친환경적 한우사육과정을 홍보·교육하고 있으며 한우의 비선호부위를 활용한 메뉴를 배우고 맛볼 수 있는 기회를 제공하고 있음.
- 한우의 비선호부위를 활용한 한우버거, 한우덮밥 메뉴 개발, 직접 운영하는 농가 레스토랑에서 판매하고 있음.
- 계절별로 다양한 체험 프로그램을 운영하여 영·유아 및 어린이 자녀를 둔 학부모의 호응이 좋은 체험농장임.

### 4) 나주 화답마을(마을 주도형)

- 1차 산업은 화답마을과 인근 10km 이내의 축산농가에서 한우를 직접 사육하고 있으며, 한우암쇠고기와 곁들여 먹을 수 있는 상추, 썩갯, 배추 등과 같은 쌈채소와 시금치, 무는 화답영농조합법인이 유기농 쌈채소 체험장과 텃밭에서 직접 생산함.
- 2차 산업은 친환경나주배 테마마을체험장 내의 농특산물전시판매장에서 전문 인력을 통해 암소한우만을 꽃등심, 갈빗살, 차돌박이, 우족, 안심 등 부위별로 포장해 상품화. 또한 암소한우고기와 유기농 쌈채소를 패키지함.
- 3차 산업은 농특산물전시판매장에서 화답 암소한우(부위별 쇠고기 상품)와 마을농산물(나주 화답배, 유기농 채소 등)을 직거래로 판매하고 있음. 그리고 1인당 2,500원의 비용(7세 이하 무료)으로 직접 화답 암소한우고기를 구워먹을 수 있는 체험, 계절별 채소 심기 및 수확체험, 마을 저수지를 활용한 오리보트 체험 및 당나귀 마차 체험과 같은 가족단위 휴식체험도 운영함.

## ○ 국외 산업화 동향

### 1) 일본 - 모쿠모쿠팜

- 농축산물을 가공하여 제품으로 만드는 시설로서 햄공장, 소시지제조전문관, 맥주공장, 두부공장, 우유공장, 빵공장, 화과자 및 양과자 생산 공장이 있음.
- 방문객을 대상으로 운영되는 체험학습장으로 비엔나소시지, 빵, 돼지고기만두 등 제품을 만드는 체험교실장과 소젖 짜기 체험, 포니승마 체험, 염소 및 양털 깎기 체험 등을 할 수 있는 학습목장, 딸기, 버섯을 비롯한 농산물 수확 등을 할 수 있는 체험농장이 있음.
- 숙박 및 오락 시설로서 모쿠모쿠 온천, 숙박동, 돼지공연장 등을 운영하고 있음.
- 모쿠모쿠팜에서 생산되는 제품과 농축산물을 우선 사용하는 레스토랑 및 음식점으로 모쿠모쿠 팜 내 6곳을 운영하고 있는 실정임.

### 2) 미국 - 헤리스 런치

- 곡물사료회사와 방목목장 운영으로 자체 브랜드를 설립, 쇠고기 정육과 부가가치 창출을 위한 쇠고기 제품군을 비롯하여 소스류 등을 개발함.
- 리조트와 레스토랑을 1977년에 설립하였으며, 오늘날 하루 방문객 수가 2,000명이 넘는

것으로 알려지고 있음.

- 헤리스 목장 레스토랑의 경우 높은 품질과 소비자 신뢰 구축을 위하여 USDA 인증과 플러스 헤리스 농장에서 생산되는 신선한 과일, 견과류, 채소를 공급, 식단에 활용하고 아울러 전시 판매하고 있음.
- 헤리스 렌치의 경우 가족기업을 규모화하여 지역산업과 연계, 6차 산업화를 실현한 케이스로 육우의 생산부터 가공산업, 요식업, 관광산업까지 체계적 시스템을 활용한 경영 방식이 시사하는 바가 큰 것으로 판단됨.

### 3) 일본 - 와규

- 일본의 토종 소 화우(와규)는 서양종과의 교배 100년 개량 역사를 통해 우수한 맛의 육질을 개발함. 지방이 근육조직 내부까지 침착되어 표면에 균등하게 서리와 같이 덮여 있는 상강육과 육질의 섬세함은 다른 고기소의 추종을 불허해 세계적으로 널리 알려짐.
- 또한, 일본은 30년 전부터 명품 소 브랜드화(3대 유명 브랜드: 요네자와, 고베, 마쓰사카)를 위해 체계적 육질 관리로 품질을 높이고 농가출하량을 조절해 가격을 유지하며 혈통과 유전자 관리로 명성을 유지하고자 노력함.
- 소(와규) 고유의 품질 유지 및 육종을 지속하기 위해 수정란이식 기술과 핵 이식기술을 적극 활용함. 일본 농림수산성 통계에 의하면 2002년 기준으로 수정란 공란우 2만두, 수란우 5만 마리가 넘고, 수태율이 50-55%, 500억 원의 시장이 형성됨.
- 미국은 일본 화우를 이용하여 육우를 개량하고자 1997년과 1998년도 화우 송아지와 정액을 수입하였고, 그 일부가 호주로 재수출되었음. 이를 통해 뛰어난 육질을 자랑하는 와규브랜드가 미국에서 4개 이상, 호주에서 11개 이상 등록됨. 그 중 일부는 일본과 한국으로 수출됨. 따라서 일본 내 화우 산업에 큰 영향을 미침.
- 현재 일본은 방사능 유출로 인한 방사능 오염소가 유통된 것이 밝혀짐에 따라 일본산 사육소의 소비가 위축되고 역으로 호주산 와규가 유통되고 있는 실정임.

- 국내·외 한우 산업의 6차 산업화 우수사례를 살펴본 바, 1·2·3차 산업의 고루 연계하여 시너지를 극대화하는 방안이 필요함. 제주흑우 역시 지역별 차별화 된 마케팅, 스토리텔링 기법의 접목이 필요

### 3. 연구개발 내용 및 인력양성 프로그램 운영

#### 가. 연구개발 내용

##### (1) 단계별 연구개발 내용

구분	연구목표	연구개발 내용
1단계	제주흑우 대량 증식 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 실용축 대량증식 기술 개발(SCI 논문 게재) 구축 및 매뉴얼 보급</li> <li>· 실용축 생산을 위한 실증연구 농가에서 535두 신청, 344두 선정, 326두 인공수정, 230두 임신, 137두 출산으로 지원사업 실시(계속 진행중)</li> <li>· 육종가 기반 암소핵군 선발 및 공란우 선발</li> <li>· 제주흑우 체세포 유래 줄기세포주 개발</li> </ul>
	제주흑우 품종 정립 및 육종 사양 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 전두수 포함한 대용량 SNP 분석 3,800두 분석을 통한 유전체 정보 데이터베이스 구축</li> <li>· 제주흑우의 진화/계통학적 위상 규명(SCI 논문게재)</li> <li>· 이력체계 구축, 종모우 선발 및 정액생산 보급</li> <li>· 선발·교배 체계 구축 및 사양시스템 개발</li> </ul>
	제주흑우 산업화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 브랜드 구축 및 시제품 제작</li> <li>· 제주흑우 품질평가 도입 및 현황 파악</li> <li>· 제주흑우 육가공 제품 공정도 확립 및 상품화</li> </ul>
2단계	제주흑우 수태율 증진 및 미래 원천 기술 시스템 구축을 통한 전략화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 소도체 등급판결 결과에 제주흑우 품종 명기하여 제주흑우 산업의 특성화 기반 구축</li> <li>· 제주흑우 실용축 선발을 위한 수태율 증진 기술 구축을 통한 전략화</li> <li>· 대량 증식을 위한 우수한 유전 형질을 갖춘 제주흑우 실용축 종모우 선발</li> <li>· 제주흑우 배양육 생산 기술 개발 및 시스템 구축</li> </ul>
	제주흑우 품종 정립 및 생산성 향상을 위한 육종·사양기술 산업화	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 유전체 정보를 활용하여 제주흑우종 판별용 SNP kit 개발 및 IT기술 활용 제주흑우 윈도우·휴대폰 어플리케이션 서비스</li> <li>· 제주흑우 원우 종모우/중빈우 선발 및 정액 생산 체계 구축 및 공급</li> <li>· 제주흑우 전용 사양관리 시스템 개발에 따른 원우와 실용축의 육종가 기반 사양표준 사업화</li> </ul>
	제주흑우 프리미엄 상품 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우의 품질 우수성 규명(SCI 논문 게재)</li> <li>· 고부가가치 원료 개발 및 제품화 기술 개발</li> <li>· 프리미엄 흑우육 가공기술의 산업화 전략 수립</li> <li>· 제주흑우육 가공기술 개발 및 시장 확대</li> </ul>

## (2) 연차별 연구개발 내용

구분		연구목표	연구개발 내용
1단계	1년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑우 실용축 증식/특성 분석</li> <li>· 유전 분석 및 종모우 선발</li> <li>· 제주흑우 브랜드 전략 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1,700두 SNP칩 분석 및 도체 자료수집</li> <li>· 우수 정액 생산 기술 구축</li> <li>· 제주흑우 시제품 제작 및 홍보</li> </ul>
	2년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수정란 이용 증식 기술개발</li> <li>· 육종교배/사양 프로그램 개발</li> <li>· 품질평가 시스템 도입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑우 엘리트 체외수정란 생산 및 이식</li> <li>· 우량 종모우 · 암소의 유전체 선발</li> <li>· 흑우 육질 평가 도입 및 비교 분석</li> </ul>
	3년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 우수 유전자원 보존</li> <li>· 제주흑우 이력제 구축</li> <li>· 육가공품 공정도 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 원종 체세포 확보, 보존 및 활용 기술 개발</li> <li>· 품종판별 · 생산이력 · 친자감별 SNP kit</li> <li>· 육질별 가공 최적화 시스템 구축</li> </ul>
2단계	4년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 수태율 증진기술 및 근육세포 배양기술 개발을 통한 전략화</li> <li>· 제주흑우 종모우선발, 비육우 사양표준 및 품종판별 SNP kit 산업화</li> <li>· 제주흑우 원료별 특성 및 활용도 조사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 수태율 조사 및 영양학적 수태율 증진 기술 개발</li> <li>· 제주도 맞춤형 발정동기화 프로그램을 접목한 수태율 개선 프로그램 매뉴얼 개발 및 보급화</li> <li>· SNP 이용 번식유전능력 관련 형질 도입한 수태율 개선</li> <li>· 제주흑우 조직에서 근육세포 분리 및 배양</li> <li>· 현장 신속간편 제주흑우종 판별용 SNP kit 적용, 검증, 서비스화</li> <li>· 원우 및 실용축 집단에서 고급육 성적이 우수한 종모우 선발 체계구축</li> <li>· 전용사료 검증 및 현장적용(기호성, 사료섭취량, 발육특성)</li> <li>· 제주흑우 부산물 유래 원료 제조 및 특성 분석</li> <li>· 제주 흑우육의 산업화를 위한 맞춤형 숙성기법 적용 및 판매</li> <li>· 제주흑우 분쇄육제품 개발 및 시장 조사</li> </ul>
	5년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실용축 대량증식 및 근육세포 증식 기술 구축을 통한 전략화</li> <li>· 정액공급 및 고급육 예측 SNP chip 분석 서비스</li> <li>· 제주흑우 원료 분석 및 가공기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SNP 이용 유전체 선발 결과에 따른 계획 교배 (근친피해예방/육질 · 육량형/고기능성 맞춤형 교배)</li> <li>· 번식 효율 개선 계획 교배</li> <li>· 3D/Bioreactor 공법을 이용한 근육세포의 증식</li> <li>· 제주흑우 실용축 육량 · 육질 개선을 위한 유전체선발 · 교배 수행</li> <li>· 수태율 높은 정액생산체계 구축 및 농가별 정액공급 서비스화</li> <li>· 전용사료 검증 및 현장적용(발정억제기술, 기호성, 사료섭취량, 발육특성)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주흑우 부산물 유래 원료 유효성분 분석 및 안정성 검사</li> <li>· 연구·분석한 흑우의 육질관련 D/B를 이용한 산업화 전략 수립</li> <li>· 비분쇄육제품 개발 및 마케팅 전략 구축</li> </ul>
6년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실용축 비육체계 확립과 근섬유화 유도 원천기술 확보</li> <li>· 제주흑우 암소선발, 유전맞춤형 사양표준 및 고기능성 육 SNP chip 서비스</li> <li>· 제주흑우 원료 등록 및 품질 인증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 유전체 선발 결과에 따른 우수 암소 핵군 선발 및 교배</li> <li>· 제주도 맞춤형 전주기 사육 관리 프로그램 이용 비육 체계 확립</li> <li>· Bioenvironment 조건 탐색을 통한 근섬유화 유도</li> <li>· 제주흑우 실용축 고기능성·건강육 개선을 위한 유전체선발·교배 수</li> <li>· 원우/실용축 집단에서 고급육/번식 성적이 우수한 암소선발 체계구축</li> <li>· 부산물 유래 원료 등록 및 시제품 개발</li> <li>· 흑우육의 품질 인증 기반 구축 및 산업화</li> <li>· 제주흑우 육가공 제품군 개발 및 시장 확대</li> </ul>
7년차	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실용축 종모우 선발 및 근조직 생산 기술 실용화</li> <li>· 제주흑우 맛·영양성분 육종가 맞춤형 사양시험 및 IT 기반 윈도우·휴대폰 어플리케이션 서비스</li> <li>· 제주흑우 원료별 제품군 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· SNP를 이용한 실용축 종모우 선발</li> <li>· 생산된 실용축의 고급육·고기능성 성분조사</li> <li>· 공배양 기술을 이용한 근조직 형성 유도</li> <li>· 흑우 개체/혈통정보, 근친도, 교배조합정보 제공</li> <li>· 고급육 성적이 우수한 송아지 체계구축</li> <li>· 우량유전형질 검증을 통한 사료급여프로그램 조정(발육성적, 도체특성)</li> <li>· 부산물 유래 원료 이용 기능성 제품 생산</li> <li>· 우육의 품질특성별 제품군의 산업화 전략 수립</li> <li>· 가공 기술 적정화 및 브랜드 시장 구축</li> </ul>

## 나. 인력양성 프로그램 운영

- 본 사업 관련 인력양성 프로그램 정규화를 위하여 전문인력 교과과정 6 과목 신설 편성
  - 동물생명공학특론, 동물세포배양특론, 세포배양육특론 : 3과목 신설, 제주흑우 대량증식 기술 전문인력 양성을 위한 교과과정
  - 동물분자육종학 : 1과목 신설, 제주흑우 유전체 육종 기반 품종개량 전문인력 양성을 위한 교과과정
  - 축산물품질평가특론, 축산물위생관리학특론 : 3과목 신설, 제주흑우 이력제 구축 및 고품질·고기능성 품질 평가 전문인력 양성을 위한 교과과정
- 전체 인력양성 프로그램 9개 운영 실시
  - 유형별 인력양성 프로그램으로 전문인력 5개, 산학인력 2개, 민간대상 2개 운영
  - 기술교육 132건, 2,472명, 469시간, 180회
  - 학술협력/개최 20건, 1,990명
  - 학술대회 참가 135건(국제학술대회 87건, 국내학술대회 48건)

유형	지원 프로그램	주요 내용	비고
전문인력 양성	포유동물의 생식세포 실습	생식세포 배양 전문가 배출을 위한 생식세포의 이론 및 실습 실시	사업목적 고도화
	분자육종 전문기술교육	유전육종 전문가 배출을 위한 동물 분자 육종 관련 기술교육	
	우육의 품질 평가 교육	축산물 품질평가 전문가 배출을 위한 우육의 품질평가 이론 및 실습	
	관능평가 입문 및 실습	관능 평가사에 대한 정보제공 및 이론 실습 교육	
	동물성 식품의 HACCP 교육	HACCP의 목적과 축산물의 안전한 먹거리로 전달되는 과정에 대한 교육	
산·학 인력양성	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	유통 중 제품 형상 유지를 위한 1차 열처리 과정 기술 숙지 및 택배 등 유통을 위한 살균 처리 공정 기술 중요성 숙지	산업화 기반조성
	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지엄	센터 참여 연구원 및 대학원생과 현장의 축산 종사자들간의 연구내용 공유 및 산업화 방향에 대한 토론의 장 마련	
민간대상 교육	제주흑우 종모우 정자평가 및 생산 기술	생식세포인 정자 생사 확인 및 활력 검사 후 정액 동결을 실시하여 농가에 보급 가능한 스트로우 제작할 수 있는 기술 보급 및 협력	사회적 가치
	한·흑우 농가 대상 기술 교육	한·흑우 농가 자가 기술 습득을 위한 인공수정, 수정란 이식 교육 실시	
학위 프로그램	일반대학원 커리큘럼 내 교과과정 신규 편성	센터 종료후 지속적인 해당 인력 양성을 위한 정규교과과정 편성	사업목적 고도화

○ 전문인력 정규 교과과정 신설 신청 및 편성 완료 6건

### 제주특우연구센터 대학원 교육과정 개편 계획(안) - 제주대학교(1-1세부)

**□ 학과(전공)명:** 분자생명공학

**□ 부분개편 사유**

- 동물을 이용한 산업에 따른 전주기적 성장에 필요한 기술 개발을 위해서는 먼저, 동물 대량증식 기술 개발이 요구되며, 이에 관련된 교과를 교육함으로써 농식품기술 융합창의 인재양성 및 보급하기 위하여 교과목을 신설함
- 동물을 이용한 생명공학기술의 필요성 및 관련 기술과 동물세포(체세포 및 생식 세포) 배양기술 전문인력 양성을 위한 교육목표 하에 교과과정을 신설함

**□ 총괄표**

신설과목 수(B)	삭제과목 수(C)
2	0

**□ 부분개편 신설/삭제 내역**

구분	교과목 번호	교과목명 (국/영)	교과목명 (영/국)	학점인원	개설 학기	상학기 유형	반영년도
신설	-	동물생명공학특론	Advanced Animal Biotechnology	3-3-0	구분없음	Grade	2021
신설	-	동물세포배양특론	Advanced Animal Cell Culture	3-3-0	구분없음	Grade	2021

**□ 교과목 개요**

과목명 (국/영)	과목명 (영/국)	교과목 개요_국문	교과목 개요_영문
동물생명공학특론	Advanced Animal Biotechnology	동물생명공학기술의 발전이 최근 실험동물, 가축과 인간에서 인공수정, 시험관아기, 복제소 생산, 형질전환동물 생산, 배아줄기세포 생산 등 분야에 어떻게 응용하게 이용되고 있는지를 다룬다. 더불어 생명윤리를 다루는 실용이므로 연구 윤리의 중요성을 인식시켜 인간대상체로 및 실험동물 복지 등과 관련된 내용을 습득하게 한다.	Theoretically learn how the development of animal biotechnology has been usefully used in the fields of artificial insemination, in vitro baby, cloning cow production, heterogenic animal production, embryonic stem cell production, etc in experimental animals, livestock and humans. In addition, since it is an experiment that deals with life, it recognizes the importance of research ethics and lecture contents related to the protection of human subjects and the welfare of experimental animals.
동물세포배양특론	Advanced Animal Cell Culture	본 과목에서 1) 동물세포 배양의 기본 원리 및 생물학 연구의 모델 시스템으로서의 동물세포주의 이해 2) 동물세포 배양의 가장 중요한 용출액인 인공배양액의 원리 이해 3) 줄기세포의 원리 이해 및 이의 응용분야인 형질전환/Knockout 동물 생산, genome 편집, 이종 접합 등의 이해와 같은 내용을 습득하게 한다.	In this course, you will learn 1) the basic principles of animal cell culture and understanding of animal cell lines as a model system for biological research, 2) understanding of the principle of protein/antibody production, the most important application field of animal cell culture and 3) understanding of stem cells and the fields of application, such as transgenic/knockout animal production, and genome engineering.

### 제주특우연구센터 대학원 교육과정 개편 계획(안) - 제주대학교(3-1협동)

**□ 학과(전공)명:** 생명공학부 동물생명공학전공

**□ 부분개편 사유**

- 기존 도체평가론과 근육식품 유통관리학에서 다루던 교육내용을 현재 산업현황과 제도변화를 반영한 교과로 변경함
- 한우, 돼지 등 주요 경제동물의 품질, 위생 관련 전공지식을 교육함으로써 농식품 기술 융합창의 인재양성 및 보급하기 위하여 교과목을 신설함
- 이를 통해 동물산업의 전주기 관리단계 중 최종 단계인 축산물의 품질평가와 위생 안전유통 전문인력 양성을 교육목표로 함

**□ 총괄표**

신설과목 수(B)	삭제과목 수(C)
2	2

**□ 부분개편 신설/삭제 내역**

구분	교과목 번호	교과목명 (국/영)	교과목명 (영/국)	학점인원	개설 학기	상학기 유형	반영년도
삭제	-	도체평가론	Carcass Evaluation	3-3-0	구분없음	Grade	
신설	-	축산물품질평가론	Livestock Products Quality Evaluation	3-3-0	구분없음	Grade	
삭제	-	근육이용 유통관리학 특강	Management in Muscle Food Service System	3-3-0	구분없음	Grade	
신설	-	축산물 위생관리학 특론	Livestock Products Sanitary Control	3-3-0	구분없음	Grade	

**□ 교과목 개요**

과목명 (국/영)	과목명 (영/국)	교과목 개요_국문	교과목 개요_영문
축산물품질평가론	Livestock Products Quality Evaluation	소와 돼지 등 주요 가축의 품질평가 및 등급판정, 도체 및 분편육의 평가 및 등급 관련 이론 및 평가방법	Evaluation of meat animals and their carcasses. Livestock Products Quality Evaluation is the technique by which the components of quality and the components of quantity are measured
축산물 위생관리학 특론	Livestock Products Sanitary Control	축산물의 도축, 가공, 유통, 검사 관련 품질유지 및 안전성과 관련된 평가방법을 강하여 지장방지와 포상제 및 포장방법에 따른 특성별 관리	Slaughter and disposal of livestock and the processing, distribution and inspection of livestock products in order to promote the sanitary management of livestock products and improvement in the quality

### 제주특우연구센터 대학원 교육과정 개편 계획(안) - 충북대학교(1-1협동)

**□ 학과(전공)명:** 충북대학교 농업생명환경대학 축산원예식품공학과

**□ 부분개편 사유**

- 미래 대체육 요구에 따른 세포배양용 개발 기술을 교육과정에 개편함
- 육생산의 신기술 전문인력 양성을 위한 교육목표 하에 교과과정을 개편함
- 이에 관련된 교과를 교육함으로써 농식품기술 융합창의 인재양성 및 보급하기 위하여 교과목을 신설함

**□ 총괄표**

신설과목 수(B)	삭제과목 수(C)
1	1

**□ 부분개편 신설/삭제 내역**

구분	교과목 번호	교과목명 (국/영)	교과목명 (영/국)	학점인원	개설 학기	상학기 유형	반영년도
삭제	8844021	가축제품품질론	(Quality Control of Processed Animal Product)	3-3-0	구분없음	Grade	
신설	8844021	세포배양특론	(Advanced Cell Cultured meat)	3-3-0	구분없음	Grade	

**□ 교과목 개요**

과목명 (국/영)	과목명 (영/국)	교과목 개요_국문	교과목 개요_영문
세포배양 특론	Advanced Cell Cultured meat	미래 인구증가와 자원의 한정된 자원으로 육류공급의 문제가 대두되면서, 이를 해결할 미래의 새로운 고기생산방식인 세포배양육에 대해 이해한다.	As the problem of meat supply is predicted due to increase of future population and limited resources of the planet, we understand the new meat production technology, cell cultured meat, to solve those problems.

### 제주특우연구센터 대학원 교육과정 개편 계획(안) - 영남대학교(2-1세부)

**□ 학과(전공)명:** 생명공학부(대학원)

**□ 부분개편 사유**

- 생명공학의 최신 주류 분야인 유전체 및 생물정보학활용과 관련된 과목 신설 필요성
- 제주특우 및 기타 주요 경제동물에서 유전체/생물정보학용 과목 신설 필요성
- 이에 관련된 교과를 교육함으로써 농식품기술 융합창의 인재양성 및 보급하기 위하여 교과목을 신설함

**□ 총괄표**

신설과목 수(B)	삭제과목 수(C)
1	1

**□ 부분개편 신설/삭제 내역**

구분	교과목 번호	교과목명 (국/영)	교과목명 (영/국)	학점인원	개설 학기	상학기 유형	반영년도
삭제	-	동물유전학	Animal Breeding	3-3-0	구분없음	Grade	2022
신설	-	동물분자유전학	Animal Molecular Breeding	3-3-0	구분없음	Grade	2022

**□ 교과목 개요**

과목명 (국/영)	과목명 (영/국)	교과목 개요_국문	교과목 개요_영문
동물분자유전학	Animal Molecular Breeding	동물의 유전체 구성을 바탕으로 주요 경제 형질 또는 질병과 관련된 유전자들을 유전체데이터에서 탐색 및 유전적 변이과정 규명용 동물 유전체 개량에 관한 이론 및 응용방법을 소개	Study on basic principles and applications of genetic composition of animal populations to detect genes or gene markers related to animal production or disease at genomic level, and to identify inheritance of the genes and its application to animal breeding for genetic improvements



○ 전문인력 교육 프로그램 5개 운영(기술교육 81건, 학술협력 11건, 학술대회 참가 135건)

- 1핵심은 제주흑우 대량증식 기반 기술 관련 교육으로 생식세포 실험 실습을 하는 워크숍 등, 2핵심은 제주흑우 유전체 기반 육종 기술 교육으로 분자 육종 전문기술 교육 및 유전체육종을 위한 기반 통계모델 교육 등, 3핵심은 제주흑우를 이용한 산업화 기술 개발을 위한 프로그램으로 식육가공기사 기술 교육, 동물성 식품의 HACCP 교육, 육가공 실습교육 등 실시함.

① 생식세포 실험실습 워크숍	
유형구분	전문 인력 양성
교육대상	제주대학교 생명공학부 및 대학원생
운영방법	이론교육 25%, 실습교육 75%
교육내용	생식세포(정자, 난자)의 이론 및 실습 실시
최종목표	생식세포 배양 전문가 배출
② 분자육종 전문기술교육	
유형구분	전문 인력 양성
교육대상	영남대학교 생명공학부 및 대학원생
운영방법	이론교육 25%, 실습교육 75%
교육내용	동물 분자 육종 관련 기술교육 실시
최종목표	유전육종 전문가 배출
③ 우육의 품질 평가 교육	
유형구분	전문 인력 양성
교육대상	제주대학교 생명공학부 및 대학원생
운영방법	이론교육 25%, 실습교육 75%
교육내용	우육의 품질 평가 이론 및 실습 실시
최종목표	축산물 품질 평가 전문가 배출
④ 관능평가 입문 및 실습	
유형구분	전문 인력 양성
교육대상	제주대학교 생명공학부 및 대학원생
운영방법	이론교육 25%, 실습교육 75%
교육내용	관능 평가사에 대한 정보제공 및 이론실습 교육 실시
최종목표	축산물 품질 평가 전문가 배출
⑤ 동물성 식품의 HACCP 교육	
유형구분	전문 인력 양성
교육대상	제주대학교 생명공학부 및 대학원생
운영방법	이론교육 100%
교육내용	HACCP의 목적과 축산물의 안전한 먹거리로 전달 교육 실시
최종목표	축산물 품질 평가 전문가 배출

○ 산학인력 교육 프로그램 2개 운영(기술교육 20건, 학술협력 9건)

- 지역현안 해결 및 산학간 교류를 위한 교육 프로그램으로 매년 실시하는 ‘제주흑우 국내 심포지엄’으로 연구과제 중심 학술교류 및 성과공유를 위하여 진행함. 제주흑우 산업화에 필요한 연구 인력양성, 산학공동연구 추진, 생산자 단체의 사육현황 등을 발표 및 논의하여 산학간의 교류를 통하여 연구 발전에 기여하였음.

⑥ 제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	
유형구분	산·학 인력 양성
교육대상	제주대학교 생명공학부 및 대학원생
운영방법	이론교육 25%, 실습교육 75%
교육내용	유통 중 제품 형상 유지를 위한 1차 열처리 과정 기술 및 택배 등 유통을 위한 살균 처리 공정 기술 교육
최종목표	참여 기업체 인력들의 전문성 향상
⑦ 제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지엄	
유형구분	산·학 인력 양성
교육대상	센터 전문인력 및 축산 관련 종사자
운영방법	이론교육 100%
교육내용	센터의 개발연구내용 공유 및 산업화 방향에 대한 토론
최종목표	산학간 교류 및 지역현안 해결

○ 민간 대상 교육 프로그램 2개 운영(기술교육 31건)

- 훈련된 전문인력이 농가 및 축산 유상기관으로 민간 컨설턴트 78회 활동 및 제주도내의 흑우 및 한우 사육 농가 대상으로 센터 주관한 농업마이스터대학 연계 교육 진행, 과제 참여팀인 지자체 연구기관에서 주관한 인공수정, 수정란 이식 등의 교육 실시함.

⑧ 제주흑우 종모우 정자 평가 및 생산 기술	
유형구분	민간교육
교육대상	지자체 연구기관
운영방법	실습교육 100%
교육내용	생식세포인 정자 생사 확인 및 활력 검사 후 정액 동결을 실시하여 농가에 보급 가능한 스트로우 제작할 수 있는 기술 보급 및 협력
최종목표	제주흑우 품종 정립 및 증식
⑨ 한·흑우 농가 대상 기술 교육	
유형구분	민간교육
교육대상	제주흑우 및 한우 사육 종사자
운영방법	이론교육 50%, 실습교육 50%
교육내용	인공수정, 수정란 이식 및 교배조합 자가 실시를 위한 우량 한우 집단 검정 교육
최종목표	한·흑우 농가 자가 기술 습득

#### 4. 센터 운영 성과(1·2단계)

##### 4-1. 핵심기술개발 성과 및 활용성과

###### 가. 사업수행실적 총괄

###### (1) 정량적 성과(총괄)

성과지표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과		교육지도	인력양성			정책활용·홍보		기타	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문			학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	명	명	건	건	건	
가중치																					
최종목표	23	15		11		9					11	73		68	93	50	12	18	45	60	20
1단계	목표	8	5		3	-	2	-			4	27		24	23	15	5	8	14	16	8
	실적	20	8		3	32	17	38			0	24		70	55	10	5	15	14	18	7
2단계	목표	13	7	-	5	60	4	-			4	36		38	45	20	7	10	16	24	12
	실적	11	16	8	5	42	23	131			0	39		65	77	29	7	23	19	39	13
최종	목표	21	12	-	8	60	6	-			8	63		62	68	35	12	18	30	40	20
	실적	31	24	8	8	74	40	169			0	63*		135	132	39	12	38	33	57	20

\*50 publish, 4 accept, 9 revision

###### (가) 논문게재 성과

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2016	Examination of endothelial cell-induced epidermal regeneration in a mice-based chimney wound model	Joseph Seo, Soon-Jung Park, Jong-Jin Choi	Hyung-Min Chung	Sun-Woong Kang, Joa-Jin Lim, Hye-Jin Lee, Jong-Soo Kim, Heung-Mo Yang, Sung-Joo Kim, Eun-Young Kim, Se-Pill Park, Sung-Hwan Moon	Wound Repair and Regeneration	24(4)	국외	SCIE

2016	Discovery of Gene Sources for Economoc Traits in Hanwoo by Whole-genome Resequencing	Younhee Shin	Junhyung Park, Jong-Joo Kim	Ho-Jin Jung, Myunghee Jung, Seungil Yoo, Sathiyamoorthy Subramaniam, Kesavan Markkandan, Jun-Mo Kang, Rajani Rai	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	29(9)	국외	SCIE
2017	Treatment of allicin improves maturation of immature oocytes and subsequent developmental ability of preimplantation embryos	Sang-Gi Jeong, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Yeo-Jin Son, Min-Young Shin	Zygote	25(4)	국외	SCIE
2017	Fibroblast Growth Factor 10 Markedly Improves In Vitro Maturation of Porcine Cumulus-Oocyte Complexes	Yeo-Jin Son, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Hyuk Hyun, Min-Young Shin, Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong	Molecular Reproduction and Development	84(1)	국외	SCIE
2017	Effect of BMP-2 Delivery Mode on Osteogenic Differentiation of Stem Cells	Taekhee Jung	Sun-Woong Kang, Sung-Hwan Moon	John Hwan Lee, Soonjung Park, Yong-Jin Kim, Joseph Seo, Hye-Eun Shim, Ki-Suk Kim, Hyon-Seok Jang	Stem Cells International	2017	국외	SCIE
2017	Metabolome Profiling of Partial and Fully Reprogrammed Induced Pluripotent Stem Cells	Soon-Jung Park	Sung-Hwan Moon, Hal E Broxmeyer, Man Ryul Lee	Sang A Lee, Nutan Prasain, Daekyeong Bae, Hyunsu Kang, Taewon Ha, Jong Soo Kim, Ki-Sung Hong, Charlie Mantel	Stem Cells and development	26(10)	국외	SCIE
2017	Enzyme catalyzed electrostimulation of human embryonic stem cell-derived cardiomyocytes influence contractility and synchronization	Soon-Jung Park	Sung-Hwan Moon, Hyug-Han Kim	Ki-Hoon Kim, Won-Yong Jeon, Joseph Seo, Jung-Min Han, Jong-Soo Kim, Hyung-Min Chung, Jae-Ho Lee	Biochemical Engineering journal	123	국외	SCIE
2017	Mechanotransduction of human pluripotent stem cells cultivated on tunable cell-derived extracellular matrix	In Gul Kim	Kwideok Park	Chang-Hyun Gil, Joseph Seo, Soon-Jung Park, Ramesh Subbiah, Taek-Hee Jung,	Biomaterials	150	국외	SCIE

				Jong Soo Kim, Young-Hoon Jeong, Hyung-Min Chung, Jong Ho Lee, Man Ryul Lee, Sung-Hwan Moon				
2017	A whole genome association study to detect additive and dominant single nucleotide polymorphisms for growth and carcass traits in Korean	Yi Li	Jong-Joo Kim	Yuxuan Gao, You-Sam Kim, Asif Iqbal	Asian- Australasian Journal of Animal Sciences	30(1)	국외	SCIE
2017	EGF-Loaded Hyaluronic Acid Based Microparticles as Effective Carriers in a Wound Model	Sun-Woong Kang	Ho Yun Chung, Sung-Hwan Moon	Jong-Jin Choi, Ha-Na Kim, Joseph Seo, Soon-Jung Park, Eun-Young Kim, Se-Pill Park, Kang Moo Huh, Hyung-Min Chung	Particle & Particle Systems Characeteriz ation	34	국외	SCIE
2017	Intact wound repair activity of human mesenchymal stem cells after YM155 mediated selective ablation of undifferentiated human embryonic stem cells	Keun-Tae Kim	Ho-Chang Jeong, C-Yoon Kim, Eun-Young Kim, Si-Hyun Heo	Seung-Ju Cho, Ki-Sung Hong, Hyuk-Jin Cha	Journal of Dermatological Science	17	국외	SCIE
2017	Effects of mushroom extract on textural properties and muscle protein degradation of bovine longissimus dorsi muscle	Kyung-Ha Lee, Ho-Kyoung Kim	Seung-Joo Lee, Youn-Chul Ryu	Sae-Hun Kim, Kyoung-Hwan Kim, Young-Min Choi, Hyun-Hee Jin	Bioscience, biotechnology and biochemistry	81(3)	국외	SCIE
2018	Lysophosphatidic acid accelerates development of porcine embryos by activating formation of the blastocoel	Min-Young Shin, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Yeo-Jin Son, Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong	Molecular Reproduction and Development	85(1)	국외	SCIE
2018	Antioxidant b-cryptoxanthin	Yun-Gwi Park,	Eun-Young Kim, Se-Pill	Yeo-Jin Son, Sang-Gi Jeong,	Molecular Reproduction	39(9)	국외	SCIE

	enhances porcine oocyte maturation and subsequent embryo development in vitro	Seung-Eun Lee	Park	Min-Young Shin, Won-Jae Kim	and Development			
2018	Fibroblast Growth Factor 10 Enhances the Developmental Efficiency of Somatic Cell Nuclear Transfer Embryos by Accelerating the Kinetics of Cleavage During In Vitro Maturation	Yeo-Jin Son, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong, Min-Young Shin	Cellular Reprogramming	20(3)	국외	SCIE
2018	Biosynthesis and accumulation of 20-hydroxyecdysone in individual male and female spinach plants during the reproductive stage	Viet Dang Cao	Kyung-Hwan Boo	Key-Zung Riu	Plant Physiology and Biochemistry : PPB	129	국외	SCIE
2018	The Bromodomain Inhibitor JQ1 Enhances the Responses to All-trans Retinoic Acid in HL-60 and MV4-11 Leukemia Cells	Changhee Kang	Hyung-Min Chung	C-Toon Kim, Hyuk Soon Kim, Se-Pill Park	International Journal of Stem Cells	11(1)	국외	SCIE
2018	Safety and Optimization of Metabolic Labeling of Endothelial Progenitor Cells for Tracking	Sang-Soo Han	Sun-Woong Kang	Hye-Eun Shim, Soon-Jung Park, Byoung-Chul Kim, Dong-Eun Lee, Hyung-Min Chung, Sung-Hwan Moon	Scientific Reports	8	국외	SCIE
2018	Suppression of hERG K <sup>+</sup> current and cardiac action potential prolongation by 4-hydroxynonenal via dual mechanisms	Seong Woo Choi	Sung Joon Kim	Si Won Choi, Young Keul Jeon, Sung-Hwan Moon, Yin-Hua Zhang	Redox Biology	19	국외	SCIE
2018	The Effect of Hexanoyl Glycol Chitosan on the Proliferation of Human Mesenchymal Stem Cells	Young-Hoon Jeong, Hye Min Oh, Man Ryul Lee	Sun-Woong Kang, Kang Moo Huh, Sung-Hwan Moon	C-Yoon Kim, Chanyang Joo, Soon-Jung Park, Yun-Ho Song, Changhee Kang, Hyung-Min Chung	Polymers	150 (2018)	국외	SCIE

2018	The pharmacological inhibition of ERK5 enhances apoptosis in acute myeloid leukemia cells	Changhee Kang	Hyung-Min Chung	Jong Soo Kim, C-Yoon Kim, Eun-Young Kim	International Journal of Stem Cells	11(1)	국외	SCIE
2018	Estimation of pork quality in live pigs using biopsied muscle fibre number composition	Jun-Mo Kim	Youn-Chul Ryu	Kyu-Sang Lim, Kyung-Bo Ko	Meat Science	137	국외	SCIE
2018	Improved Transfection Efficiency and Metabolic Activity in Human Embryonic Stem Cell Using Non-Enzymatic Method	C-Yoon Kim, In-Kyu Hwang	Hyung-Min Chung	Changhee Kang, Eun-Bin Chung, Cho-Rok Jung, Hanseul Oh, Young-Hoon Jeong, Sung-Hwan Moon, Jong Soo Kim, Ki-Sung Hong, Jae-Hak Park	International Journal of Stem Cells	11(1)	국외	SCIE
2018	Effects of a Novel p.A41P Mutation in the Swine Myogenic factor 5 (MYF5) Gene on Protein Stabilizing, Muscle Fiber Characteristics and Meat Quality	Youn-Chul Ryu	Jun-Mo Kim	Eun-A Lee, Han-Ha Chai, Jong-Eun Park	Korean Journal for food science of animal resources	38(4)	국외	SCIE
2019	Antioxidant hesperetin improves the quality of porcine oocytes during aging in vitro	Won-Jae Kim, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong, Eun-Young Kim	Molecular Reproduction and Development	85	국외	SCIE
2019	Pioglitazone improves porcine oocyte maturation and subsequent parthenogenetic embryo development in vitro by increasing lipid metabolism	Sang-Gi Jeong, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Won-Jae Kim, Yun-Gwi Park, Jae-Wook Yoon, Chan-Oh Park, Hyo-Jin Park	Molecular Reproduction and Development	86(9)	국외	SCIE
2019	Cellular organization of three germ layer cells on different types of noncovalent functionalized graphene substrates	Yong Ju Yun	Yongseok Jun, Sung-Hwan Moon	Soon-Jung Park, Joseph Seo, Yun-Ho Song, Dong Han Ha, Hyung-Min Chung	Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications	103	국외	SCIE
2019	Exogenous CLASP2 protein treatment enhances wound	MiJung Kim	Chan-Wha Kim, Sung-Hwan	You-Sun Lee, Yun-Mi Yoo, Jong-Jin Choi,	Wound Repair and Regeneration	27(4)	국외	SCIE

	healing in vitro and in vivo		Moon, Aeri Kim	Ha-Na Kim, Changhee Kang, Ji-Min Yu				
2019	Functional Equivalency in Human Somatic Cell Nuclear Transfer-Derived Endothelial Cells : Functional Human SCNT-Derived Endothelial Cells	Soon-Jung Park	Hyung-Min Chung, Dong Ryul Lee, Sung-Hwan Moon	Ji-Heon Lee, Seul-Gi Lee, Jeoung Eun Lee, Joseph Seo, Jong Jin Choi, Taek-Hee Jung, Eun-Bin Chung, Ha Na Kim, Jongil Ju, Yun-Ho Song	Stem Cells	37(5)	국외	SCIE
2019	Reconstituting Human Cutaneous Regeneration in Humanized Mice under Endothelial Cell Therapy	Heung-Mo Yang	Man Ryul Lee, Sung Joo Kim, Sung-Hwan Moon	Jong-Jin Choi, Ha-Na Kim, Seung Jip Yang, Soon-Jung Park, Changhee Kang, Hyung-Min Chung	Journal of Investigative Dermatology	139(3)	국외	SCIE
2019	Identifying loci under positive selection in yellow korean cattle	Yi LI	Jong-Joo Kim	Yun-Mi Lee, You-Sam Kim, Se-Pill Park	Evolutionary Bioinformatics	15	국외	SCIE
2019	Allicin protects porcine oocytes against damage during aging in vitro	Yun-Gwi Park, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon	Molecular Reproduction and Development	86(9)	국외	SCIE
2019	Comparisons of Beef Fatty Acid and Amino Acid Characteristics between Jeju Black Cattle, Hanwoo, and Wagyu Breeds	Seung-Hoon Lee, Chung-Nam Kim	Jun-Mo Kim, Youn-Chul Ryu	Kyoung-Bo Ko, Se-Pill Park, Ho-Kyoung Kim	Food Science of Animal Resources	39(3)	국외	SCIE
2019	Reproducible hindlimb ischemia model based on photochemically induced thrombosis to evaluate angiogenic effects	Sang-Soo Han	Sung-Hwan Moon, Sun-Wong Kang	Zhen Jina, Byoung-Seok Lee, Ji-Seok Han, Jong-Jin Choi, Soon-Jung Park, Hyung-Min Chung, Anthony Safaa Mukhtar	Microvascular Research	126	국외	SCIE
2019	Evaluation of Myosin Heavy Chain Isoforms in Biopsied Longissimus Thoracis Muscle for Estimation of Meat Quality Traits in Live Pigs	Min Young Park, Youn-Chul Ryu	Jun-Mo Kim	Chung-Nam Kim, Kyoung-Bo Ko	Animals	10(1)	국외	SCIE



2020	The antioxidant icariin protects porcine oocytes from age-related damage in vitro	Jae-Wook Yoon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Won-Jae Kim, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Chan-Oh Park, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Animal Bioscience	34(4)	국외	SCIE
2020	Genetic characteristics of Korean Jeju Black cattle with high density SNP chips	Alam M. Zahangir	Jong-Joo Kim	Hyo-Jung Son, Yun-Mi Lee, Lauren H. Hanna, David Riley, Hideyuki Mannen, Shinji Sasazaki, Se Pill Park	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	12(3)	국외	SCIE
2020	Anti-Inflammatory Effects of M-MSCs in DNCB-Induced Atopic Dermatitis Mice	Bokyeong Ryu	C-Yoon Kim, Hyung Min Chung	Jieun Baek, Hana Kim, Ji-Heon Lee, Jin Kim, Young-Hoon Jeong, Seul-Gi Lee, Kyu-Ree Kang, Eun-Young Kim, Min-Seok Oh	Biomedicines	8(10)	국외	SCIE
2020	Hyperthermia Disturbs and Delays Spontaneous Differentiation of Human Embryoid Bodies	Ji Hyun Kwon, Hyun Kyu Kim	Jae Sang Oh, Jaeseok Han, Man Ryul Lee	Tae Won Ha, Jeong Suk Im, Byung Hoo Song, Ki Sung Hong	Biomedicines	8(6)	국외	SCIE
2021	The effect of boiled feed on trace elements of longissimus dorsi muscle in Hanwoo steers	Jaeyoung Kim	Jungheun Ha, Jungseok Choi	Meyungok Jung, Sangkeun Jin, Hyunseok Seo	Journal of Animal Science and Technology	63(1)	국외	SCIE
2021	The antioxidant dieckol reduces damage of oxidative stress-exposed porcine oocytes and enhances subsequent parthenotes embryo development	Da-Bin Pyeon, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, Chan-Oh Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee	Molecular Reproduction and Development	88(5)	국외	SCIE
2022	Effect of Supplementation of	Min-Jee Park	Se-Pill Park	Seung-Eun Lee, Jae-Wook	Animals	12(9)	국외	SCIE

	Cryoprotectant Solution with Hydroxypropyl Cellulose for Vitrification of Bovine Oocytes			Yoon, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim				
2022	Comparison of the improving embryo development effects of Sasa quepaertensis Nakai extract, p-coumaric acid, and myricetin on porcine oocytes according to their antioxidant capacities	Da-Bin Pyeon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Eun-Young Kim	Theriogenology	185	국외	SCIE
2022	Evaluation of Semen Quality of Jeju Black Cattle (JBC) to Select Bulls Optimal for Breeding and Establish Freezing Conditions Suitable for JBC Sperm	Jae-Wook Yoon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Won-Jae Kim, Dae-Cheol Kim, Cheol-Ho Hyun, Shin-Ji Lee, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Animals	12(5)	국외	SCIE
2022	Comparison of three antioxidants in chemical and biological assays on porcine oocytes during ageing in vitro	Chan-Oh Park, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Zygote	30(4)	국외	SCIE
2022	Effects of Pig Skin Collagen Supplementation on Broiler Breast Meat	Sanghun Park	Jungseok Choi	Yun-A Kim, Sanghun Lee, Yunhwan Park, Nahee Kim	Food Science of Animal Resources	41(4)	국외	SCIE
2022	Effect of Addition of Fermented Soy Sauce on Quality Characteristics of Pork Patties during Refrigerated Storage	Yun-a Kim	Jungseok Choi	Sanghun Park, Yunhwan Park, Gyutae Park, Sehyuk Oh	Foods	11(7)	국외	SCIE
2022	Effects of Hypoxia on Proliferation and Differentiation in Belgian Blue and	Sanghun Park	Mark Post, Jungseok Choi	Mick Gagliardi, Geertje Swennen, Arin Dogan,	Biomolecules	12(6)	국외	SCIE

	Hanwoo Muscle Satellite Cells for the Development of Cultured Meat			Yuna Kim, Yunhwan Park, Gyutae Park, Sehyuk Oh				
2022	Correlation between the Korean pork grade system and the amount of pork primal cut estimated with AutoFom III	Yunhwan Park, Eunyoung Ko	Jungseok Choi	Kwangwook Park, Changhyun Woo, Jaeyoung Kim, Sanghun Lee, Sanghun Park, Yun-A Kim, Gyutae Park	Journal of Animal Science and Technology	64(1)	국외	SCIE
2022	Effects of Aging Methods and Periods on Quality Characteristics of Beef	SolJi Kim, GwangHeun Kim	JeeHwan Choe, YounChul Ryu	Chan Moon, KyoungBo Ko, YoungMin Choi	Food Science of Animal Resources	42(6)	국외	SCIE
2022	Protodioscin protects porcine oocytes against H2O2-induced oxidative stress during in vitro maturation	So-Hee Kim, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Animal Bioscience	Accept	국외	SCIE
2022	Isorhamnetin improves in vitro maturation of oxidative stress-exposed porcine oocytes and subsequent embryo development	Seung-Hwan Oh, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Chan-Ho Park, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Zygote	Accept	국외	SCIE
2022	Investigating Proliferation and Differentiation Capacities of Hanwoo Myosatellite Cells at Different Passages for Developing Cell-Cultured Meat	Sanghun Park	Jungseok Choi	Gyutae Park, Sehyuk Oh, Yunhwan Park, Yuna Kim, Jeayoung Kim	Frontiers Media	Accept	국외	SCIE
2022	The essential function of miR-5739 in embryonic muscle development	Ji-Heon Lee	Hyung Min Chung	Min Sup Kim, Jin-seop Lee, Dong Hyun Lee, Chansol Park, Dong Hyuk Lee, Eun Young Kim	International Journal of Stem Cells	Accept	국외	SCIE

2022	Synergistic effects of FGF-10, pioglitazone, and antioxidant on IVM and subsequent development of SCNT embryos of porcine	Jae-Wook Yoon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	So-Hee Kim, Eun-Seo Lim, Han-Bi Lee, Dong-Hun Han, Eun-Young Kim	Animals	Revision	국외	SCIE
2022	Paralichthys olivaceus egg extract improves porcine oocyte quality by decreasing oxidative stress	Seung-Eun Lee, Hyo-Jin Park	Se-Pill Park	Dong-Hun Han, Eun-Seo Lim, Han-Bi Lee, Jae-Wook Yoon, Chan-Oh Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Antioxidants	Revision	국외	SCIE
2022	Porcine SCNT embryos treated with with various ROS scavengers lead to improvements of their quality parameters and developmental competences by mitigating oxidative stress-related impacts	Seung-Hwan Oh, Seung-Eun Lee, Dong-Hun Han	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, So-Hee Kim, Eun-Seo Lim, Han-Bi Lee, Eun-Young Kim	Cellular Reprogramming	Revision	국외	SCIE
2022	The starvation regulates autophagy in mouse preimplantation embryo development	Seung-Eun Lee, Eun-Seo Lim	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, So-Hee Kim, Dong-Hun Han, Han-Bi Lee, Eun-Young Kim	Cells & Development	Revision	국외	SCIE
2022	Regulation of the in vitro maturation duration with rapamycin treatment enhances the developmental competence of porcine oocytes	Seung-Eun Lee, Han-Bi Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, So-Hee Kim, Dong-Hun Han, Eun-Seo Lim, Eun-Young Kim	Reproductive Biology	Revision	국외	SCIE
2022	Culturing characteristics of Hanwoo myosatellite cells and C2C12 cells incubated at 37° C and 39° C for cultured meat	Sehyuk Oh	Jungseok Choi	Sanghun Park, Yunhwan Park, Yun-a Kim, Gyutae Park, Xiangshun Cui, Kwansuk Kim, Seontea Joo, Sunjin Hur, Gapdon Kim	Journal of Animal Science and Technology	Revision	국외	SCIE

2022	Physicochemical Characteristics and Storage Stability of Hybrid Beef Patty Using Shiitake Mushroom ( <i>Lentinus edodes</i> )	Gyutae Park	Jungseok Choi	Sehyuk Oh, Sanghun Park, Yun-a Kim, Yunhwan Park, Youngjin Kim, Juho Lee, Hwayong Lee	Journal of Food Quality	Revision	국외	SCIE
2022	Effect of pH modulation on the physicochemical characteristics of chicken bone extract	Sanghun Lee	Jungseok Choi	Yunhwan Park, Sanghun Park, Yun-a Kim, Gyutae Park, Sehyuk Oh, Yoonsik Kim	Emirates Journal of Food and Agriculture	Revision	국외	SCIE
2022	Assessment of genomic breeding values and their accuracies for carcass traits in Jeju Black cattle using whole genome SNP chip panels	Md Azizul Haque	Jong-Joo Kim	-	Journal of animal breeding and genetics	Revision	국외	SCIE

### (나) 특허 성과

출원된 특허				등록된 특허				
출원 연도	특허명	출원인	출원국	출원 번호	등록 연도	특허명	등록인	등록국
2016	전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2016-0117950	2018	전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	흑우안심 메밀전병 말이 즉석구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우안심	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2016-0117951	2018	흑우안심 메밀전병 말이 즉석구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우안심	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	흑우 힘줄 메밀 무국의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 힘줄 메밀무국	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2016-0117952	2018	흑우 힘줄 메밀 무국의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 힘줄 메밀무국	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	청출-제40류, 제29류, 제35류, 제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국	45-2016-0001936	2017	청출-제40류, 제29류, 제35류, 제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	검등소-제40류, 제29류, 제35류, 제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국	45-2016-0005562	2017	검등소-제40류, 제29류, 제35류, 제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	분쇄 육포 제조 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2016-0129643				

2017	헤스페레틴을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2017-0148030	2019	헤스페레틴을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2017	가교결합된 세포외 기질 매트릭스 및 이를 이용한 인간 배아줄기세포의 배양 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2017-0107897				
2017	CD71 표면 표지인자를 마커로 하여 인간 배아줄기세포로부터 응수축성 심근세포를 제조하는 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2017-0158582	2018	CD71 표면 표지인자를 마커로 하여 인간 배아줄기세포로부터 응수축성 심근세포를 제조하는 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국
2017	제주흑우 품종 판별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2017-0108768	2018	제주 흑우 품종 판별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국
2017	까망쇄-제40류, 제29류, 제35류, 제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2017-0012373	2017	까망쇄-제40류, 제29류, 제35류, 제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국
2017	흑우 요리용 모체 소스의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 요리요 모체 소스	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2017-0085853	2019	흑우 요리용 모체 소스의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 요리요 모체 소스	(주)미래셀 바이오	대한민국
2017	흑우버거 스테이크의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우버거 스테이크	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2017-0085852	2018	흑우버거 스테이크의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우버거 스테이크	(주)미래셀 바이오	대한민국
2017	DPBS를 이용한 혈액모세포 분화 유도 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단 / (주)미래셀 바이오	대한민국	10-2017-0047523				
2018	돼지의 근섬유 조성을 이용한 육질 및 육량의 예측방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2018-0014788	2020	돼지의 근섬유 조성을 이용한 육질 및 육량의 예측방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2018	제주 흑우 육포의 제조방법 및 이에 의해 제조된 제주 흑우 육포	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2018-0027996	2018	제주 흑우 육포의 제조방법 및 이에 의해 제조된 제주 흑우 육포	(주)미래셀 바이오	대한민국
2018	3차원 세포 배양용 미세유체칩 및 이를 이용한 3차원 세포 배양방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2018-0063732				

2018	헤스페레틴을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	PCT	PCT/KR2018/007998				
2018	피오글리타존을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2018-0084835	2019	피오글리타존을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2018	제주우 판별용 단일염기다형성 마커 조성물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용한 판별 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2018-0086179	2019	제주우 판별용 단일염기다형성 마커 조성물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용한 판별 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2018	3차원 세포 형성용 미세유체칩 이용 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2018-0135406	2020	3차원 세포 형성용 미세유체칩 이용 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국
2019	흑우 사골 추출물의 제조방법 및 그 방법에 의한 추출물	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2019-0029192	2021	흑우 사골 추출물의 제조방법 및 그 방법에 의한 추출물	(주)미래셀 바이오	대한민국
2019	엠씨비스타 MCB-Star	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2019-0076776	2020	제주흑우 까망쉐 프렌즈 스티커 디자인	(주)미래셀 바이오	대한민국
2019	엠씨비 MCB	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2019-0076775	2020	“엠씨비 MCB“ 상표등록	(주)미래셀 바이오	대한민국
2019	상표 스티커 디자인	(주)미래셀 바이오	대한민국	30-2019-0044311	2020	제주흑우 까망쉐 프렌즈 스티커 디자인	(주)미래셀 바이오	대한민국
2020	제주흑우 태반 추출물을 유효성분으로 함유하는 화장료 조성물 및 이의 제조방법	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2020-0018265	2021	제주흑우 태반 추출물을 유효성분으로 함유하는 화장료 조성물 및 이의 제조방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2020	제주흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국	1020200051293	2020	제주 흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국
2020	광어알 추출물을 포함하는 난자의 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2020-0079323				
2020	제주흑우 근육세포를 이용한 세포 배양육 제조방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2020-0075012	2022	제주흑우 근육세포를 이용한 세포 배양육 제조방법	제주대학교 산학협력단	대한민국

2020	제주 흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	PCT	PCT/KR2 021/0050 64				
2021	제주흑우 화장품 상표등록_Black Pla	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2021- 0108877	2022	제주흑우 화장품 상표등록_Black Pla	(주)미래셀 바이오	대한민국

(다) 기술료징수 현황(백만원)

기 징수액	당해연도 징수액	향후 징수액	합계
32	42	-	74

기술이전명	기술이전내용	권리권자	실시권자	기술료(원)
제주흑우 대량증식 및 산업화 기술	1. 전복을 이용한 흑우치즈 떡갈비구 이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 전복을 이용한 흑우치즈 떡갈비구이 2. 흑우안심 메밀전병 말이 즉석구이 의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑 우안심 메밀전병 말이 즉석구이 3. 흑우힘줄 메밀무국의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 힘줄메밀무국 4. 흑우 요리용 모체 소스의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 요리용 모체 소스 5. 제주흑우 육포의 제조방법 및 이에 의해 제조된 제주 흑우육포	제주대학교 산학협력단	(주)미래셀바 이오	20,000,000
제주 흑우 품종 판별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	특허등록번호 제10-1928887호 “제주 흑 우 품종 파별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도” 특허 기술이전 계약	제주대학교 산학협력단	(주)디엔에이 링크	18,000,000
3차원 세포 배양용 미세유체칩 및 이를 이용한 3차원 세포 배양방법	2018년 6월 출원한 “3차원 세포 배양 용 미세유체칩 및 이를 이용한 3차원 세포 배양방법” 특허에 대한 특허 기 술이전 계약	건국대학교 글로벌 산학협력단	에이비엠 사이언티픽	10,000,000
제주우 판별용 단일염기다형성 마커 조성물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용한 판별 방법	특허 등록번호 제 10-2043119호 “제주 우 판별용 단일염기다형성 마커 조형 물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용 한 판별 방법” 특허 기술이전 계약	제주대학교 산학협력단	(주)디엔에 이링크	10,000,000
제주흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	특허등록번호 제10-2194349호 “제주흑 우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도” 특허 기술이전 계약	제주대학교 산학협력단	(주)디엔에 이링크	10,000,000
흑우사골 추출물의 제조방법	흑우사골 추출물의 제조방법 노하우 기술 이전	(주)미래셀바 이오	오렌지 푸드	2,000,000
소고기 분쇄육포 제조방법	1. 소고기를 이용한 분쇄육포 제조양 념 레시피 2. 분쇄육포 제조공정 및 노하우	제주대학교 산학협력단	제주돈육 수출센터	1,818,182
숙성육의 안전한 유통을 위한 관리방법	숙성육의 안전한 유통을 위한 관리방 법(유통에 이용하는 포장방법에 대한 안전기준 설정 및 물리화학적 안전요 소 검출방법 제공) 기술이전	제주대학교 산학협력단	(주)숨비홀 딩스	1,818,182



## (라) 사업화 성과 및 매출 실적

❖ 사업화 성과, 총 40건(제품 완료 10건, 시제품 30건, 매출액 169백만원)

연구기관	제품명	형태	매출료(원)
3-1세부	제주흑우 떡갈비	제품	20,713,301
3-1세부	제주흑우 불고기	제품	20,554,895
3-1세부	제주흑우 육포	제품	67,603,928
3-1세부	제주흑우 함박스테이크	제품	9,539,517
3-1세부	블랙플라프레스티지 럭스크림	제품	1,272,728
3-1세부	블랙플라프레스티지 하이드라크림	제품	2,327,274
3-1세부	블랙플라프레스티지 럭스 & 하이드라 크림	제품	46,863,640
1-1세부	제주흑우 품종 판별 전용 kit	제품	-
2-1세부	흑우, 수입우 품종 판별 kit	제품	-
3-1세부	제주흑우 태반 추출분말 JBC-PEP	제품	-
1-1세부	제주흑우 품종 판별 전용 kit	시제품	-
2-1세부	흑우, 수입우 품종 판별 kit	시제품	-
3-1세부	제주흑우 갈비	시제품	-
3-1세부	제주흑우 불고기	시제품	-
3-1세부	제주흑우 사골 추출물	시제품	-
3-1세부	제주흑우 육포	시제품	-
3-1세부	제주흑우 패티	시제품	-
3-1세부	제주흑우 햄버거	시제품	-
3-1세부	제주흑우 떡갈비	시제품	-
3-1세부	제주흑우 함박스테이크	시제품	-
3-1세부	제주흑우 태반유래 분말형 원료	시제품	-
3-1세부	제주흑우 태반유래 수분크림	시제품	-
3-1세부	제주흑우 태반유래 액상형 원료	시제품	-
3-1세부	제주흑우 태반유래 영양크림	시제품	-
3-1세부	블랙플라프레스티지 럭스 & 하이드라 크림	시제품	-
3-1협동	제주흑우 분쇄육포	시제품	-
3-2협동	제주흑우 갈비	시제품	-
3-2협동	제주흑우 버거	시제품	-
3-2협동	제주흑우 분쇄육포	시제품	-
3-2협동	제주흑우 불고기	시제품	-
3-2협동	제주흑우 소시지	시제품	-
3-2협동	제주흑우 카츠	시제품	-
3-2협동	제주흑우 함박스테이크	시제품	-
3-2협동	제주흑우 갈비탕 밀키트	시제품	-
3-2협동	제주흑우 겹겹이 카츠	시제품	-
3-2협동	제주흑우 겹겹이 치즈카츠	시제품	-
3-2협동	제주흑우 매콤 불고기/매콤 갈비	시제품	-
3-2협동	제주흑우 샐러드	시제품	-
3-2협동	제주흑우 오향장육	시제품	-
3-2협동	제주흑우 육전 밀키트	시제품	-

❖ 제주흑우 육가공품 개발

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2016.01 ~ 2020.11 (5)		
	소요예산(백만원)				
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	100	-	-
		국외	-	-	-
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		없음			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	1.2억원
			향후 3년간 매출	- 억원
		관련제품	개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위

❖ 제주흑우 태반화장품 개발

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2018.10 ~ 2022.12 (4)		
	소요예산(백만원)				
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	100	-	-
		국외	-	-	-
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

항목	세부항목			성 과
사업화	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.5억원

항목	세부항목			성 과
성과		관련제품	향후 3년간 매출	- 억원
			개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위

## (마) 학술 및 국제협력 성과

### ① 국내외 학술회의 개최

No	학술회의명	회의내용	참석인원	개최일자
1	제주흑우 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	100	2016.06.10
2	제주흑우 국제심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	100	2016.10.20
3	제2회 제주흑우 국내심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2017.03.29
4	제2회 제주흑우 국제심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2017.08.24
5	제3회 제주흑우 국내심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2018.03.23
6	International Symposium and Annual Meeting “Cultures and Ethics of Animal Originated Foods	제주대학교 제주흑우연구센터 주관 국제심포지움 및 연례회의 “동물 유래 식품의 문화와 윤리“	1000	2018.05.24 ~ 26
7	제3회 제주흑우 국제심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2018.05.25
8	제4회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2019.03.29
9	제 5회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2019.11.22
10	2020 한우협회 공동 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2020.08.05
11	Eco 한우 산업 활성화를 위한 최신 한우 육종전략을 위한 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	30	2022.09.02
12	제 1회 전문인력 진로탐색 심포지움	전문인력 진로탐색 심포지움	50	2022.10.27

13	제주 흑우산업 지속성장을 위한 심포지엄	제주흑우의 유전적 특성 및 개량방향, 우육가공품의 개발현황과 흑우 적용사례에 대해 발표	30	2022.11.02
14	제 2회 전문인력 진로탐색 심포지엄	전문인력 진로탐색 심포지엄	50	2022.11.03
15	제 3회 전문인력 진로탐색 심포지엄	전문인력 진로탐색 심포지엄	50	2022.11.10
16	제 6회 제주흑우 국내 심포지엄	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지엄	50	2022.11.17
17	제 4회 전문인력 진로탐색 심포지엄	전문인력 진로탐색 심포지엄	50	2022.11.17
18	2022년 축산물의 품질 향상 인력양성 세미나	전문인력 진로탐색 심포지엄	30	2022.11.21
19	제 5회 전문인력 진로탐색 심포지엄	전문인력 진로탐색 심포지엄	50	2022.11.24
20	제 6회 전문인력 진로탐색 심포지엄	전문인력 진로탐색 심포지엄	50	2022.12.01

## (바) 기타 주요연구 성과

### ① 품종등록 (생명자원 기탁)

No	생명정보(자원)명	기탁번호	기탁기관	기탁일
1	제주흑우 종모우 세포주, JBC10-07	KCTC AC40023	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20
2	제주흑우 종모우 세포주, JBC11-11	KCTC AC40024	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20
3	제주흑우 종모우 세포주, JBC44	KCTC AC40017	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20
4	제주흑우 종모우 세포주, JBC45	KCTC AC40018	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20
5	제주흑우 종모우 세포주, JBC46	KCTC AC40018	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20
6	제주흑우 종모우 세포주, JBC50	KCTC AC40020	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20
7	제주흑우 종모우 세포주, JBC51	KCTC AC40021	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20
8	제주흑우 종모우 세포주, JBC63	KCTC AC40022	KRIBB(한국생명공학연구원)	2021.07.20

### ② 학술발표

No	발표명	발표자	발표일시	장소	국명
1	천연육제를 활용한 우육의 품질향상 연구	김호경	2016.05.26	국립축산과학원	대한민국 국내
2	Fibroblast Growth Factor 10 is Efficient to Enhance the In Vitro Porcine Cumulus-Oocyte-Complexes (COCs) Maturation	손여진	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)

3	Triladyl Solution Enhances Sperm Fertility and Developmental Capacity of Bovine IVF Embryos	손여진	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)
4	Allucin Treatment during Oocyte Maturation Improves the Development of Preimplantation Porcine Embryos by Modulating Apoptotic Gene Expression	정상기	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)
5	Allucin Enhances Pathenogenetic Activation and Somatic Cell Nuclear Transfer Embryo Development Using Porcine Aged Oocyte	현혁	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)
6	Novel murine chimney model for evaluation of endothelial cell induced epidermal regeneration	최종진	2016.06.18	Grand Hilton Seoul Hotel	대한민국 (국내)
7	Genetic characterization of three korean native cattle breeds using the bovine 640K affymetrix axiom arrays	김종주	2016.07.23	Utha, Salt Lake City	USA (국제)
8	Muscle Protein Degradation And Tenderization Of The Bovine Longissimus Muscle Using Various Mushroom Extracts	김호경	2016.08.14	태국, 방콕	태국 (국제)
9	Addition of Allucin during <i>In Vitro</i> Aging Enhances the Developmental Potential and Quality of Embryo	이승은	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
10	Comparison of Sperm Fertility and Developmental Capacity of Jeju Black Cattle Embryo In Vitro	신민영	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
11	Fibroblast Growth Factor 10 Enhances the <i>In Vitro</i> Developmental Capacity of Porcine Somatic Cell Nuclear Transfer Embryos	손여진	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
12	Allucin Treatment Enhances the Developmental Potential of Porcine Oocytes during IVM	정상기	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
13	Hyaluronic acid based microparticles as EGF-loaded carriers for regenerative examination in a dermal wound model	한정민	2017.01.11	평창 휘닉스파크	대한민국 (국내)
14	Osteogenic differentiation of bone-marrow derived mesenchymal stem cells in different release system	박은빈	2017.01.11	평창 휘닉스파크	대한민국 (국내)
15	Estimating meat quality in live pigs using muscle biopsy	고경보	2017.05.18	천안	천안 (국제)
16	Biofuel stimulated human ECS-derived cardiomyocytes to influence contractility and synchronization	박순정	2017.05.23	독일 하이델베르크	독일 (국제)
17	Osteogenic differentiaion of bone-marrow derived mesenchymal stem cells in different release system	정영훈	2017.06.14	미국 보스턴	미국 (국제)
18	Comparisons of Muscle Fiber Type Composition and Pork Quality Traits in Various Pig Breeds	김제석	2017.06.25	Las Vegas, Nevada	미국 (국제)
19	Comparisons of meat quality and nutrient content in Hanwoo (Korean Native Cattle) and Jeju Black Cattle	김제석	2017.06.25	Las Vegas, Nevada	미국 (국제)
20	Comparsion of Semen Characteristics and In Vitro Developmental Potential of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)

21	Establishment of Induced Pluripotent Stem Cells Using Jeju Black Pig Fibroblast Cells	손여진	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
22	Derivation of Induced Pluripotent Stem Cell-Like Cells from Jeju Black Cattle Cells	정상기	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
23	Optimization of Jeju Black Cattle IVF/IVC System	신민영	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
24	$\beta$ -Cryptoxanthin Supplementation on In Vitro Maturation Medium Strengthens the Quality and Potential of Porcine Oocytes	박윤귀	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
25	Supplement of Allicin during In Vitro Aging Enhances the Development of Parthenogenetic and Somatic Cell Nuclear Transfer Embryos	이승은	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
26	Industrial cooking development and patents using Jeju Black Cattle	전상경	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
27	Jeju black cattle food grand prize & cooking exhibition of Korea master hand, Korea master chef	문동일	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국내)
28	Jeju black cattle food grand prize & cooking contest of college student	문동일	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
29	$\beta$ -Cryptoxanthin Treatment during In vitro Maturation of Porcine Oocytes Improves the Quality and Potential	박윤귀	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
30	Optimized Jeju Black Cattle In vitro Fertilization method and Embryo Deveopment according to Grade/Carcass Weight of Donor Cow	신민영	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
31	Comparison of sperm fertility and In vitro Developmental Potential, total cell number of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
32	사료급여 형태에 따른 제주흑우 실용축의 성장특성에 미치는 영향	박중국	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
33	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우종 유전적 진화트리 연구	이윤미	2017.09.07	충남대학교	대한민국 (국제)
34	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우:한우 유전적 조성 연구	김유삼	2017.09.07	충남대학교	대한민국 (국제)
35	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우에서 MC1R SNP 분석	백성용	2017.09.07	충남대학교	대한민국 (국제)
36	Comparison of sperm fertility and developmental capacity of bovine in vitro fertilization embryos according to sperm treated solution and Jeju Black Cattle sperm	이승은	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
37	Improved development potential and quality of somatic cell nuclear transfer bovine embryos with epidermal growth factor, insulin growth factor and flavonoid supplements	박민지	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
38	Allicin treatment during in vitro aging enhances porcine embryo developmental competence	현혁	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
39	Fibroblast Growth Factor10 treatment during in vitro maturation of porcine oocyte efficiently enhances the development of somatic cell nuclear transfer embryos	손여진	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)

40	Treatment of allicin improves maturation of immature oocytes and subsequent developmental ability of preimplantation embryos	정상기	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
41	Antioxidant effect of $\beta$ -Cryptoxanthin improves the developmental potential of porcine oocytes matured in vitro	박윤귀	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
42	Lysophosphatidic acid promotes developmental speed by activating the formation of blastocoel in porcine embryos	신민영	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
43	Development of Sperm Treatment Method and In Vitro Production of Elite Jeju Black Cattle Embryos	신민영	2017.10.26	전남대	대한민국 (국제)
44	Comparison of Fertility and In Vitro Developmental Potential of In Vitro Fertilized Embryos Using Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull Sperm	윤재욱	2017.10.26	전남대	대한민국 (국제)
45	Electrical stimulation for cardiomyocytes in vitro culture via indium tin oxide	정영훈	2018.01.10	휘닉스파크 더호텔	대한민국 (국내)
46	Fibroblast-derived decellularized extracellular matrix for human pluripotent stem cell maintenance	김인굴	2018.01.10	휘닉스파크 더호텔	대한민국 (국내)
47	Hyaluronic acid based microparticles as effective carriers of growth factors in wound healing	강선웅	2018.01.22	Kuala Lumpur	말레이시아 (국제)
48	Effects of Histochemical Characteristics on Economic and Quality Traits in Jeju Black Pigs	민태선	2018.05.24	제주대	대한민국 (국제)
49	Nutritional and Sensory Characteristics of Jeju Black Cattle and Korean Native Cattle	이왕식	2018.05.24	제주대	대한민국 (국제)
50	Animal Source Food Culture of Jeju Island	류연철	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
51	Allicin Protects Porcine Oocytes Against Aging <i>In Vitro</i> by Regulating Autophagy	박윤귀	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
52	Antioxidant Hesperetin Improves the Quality of Porcine Oocytes during Aging <i>In Vitro</i>	김원재	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
53	Sperm Fertility and <i>In Vitro</i> Developmental Capacity of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
54	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우집단의 유전적 특성 평가	백성용	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
55	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우종 유전적조성 평가	손효정	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
56	내륙 한우 참조집단 기반 제주 흑우개체들의 고급육 형질에 대한 유전체 육종가 평가	황혜빈	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
57	Jeju Black Cattle Public Relation	문동일	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
58	Searching Trends of Beef Industry & Distribution Market In Japan	오경돈	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
59	Planning of Luxury Brand & Development of Industrial Image for Jeju Black Cattle	김은영	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
60	제주 흑우 실용축의 사료급여프로그램 제조정에 따른 발육에 미치는 영향	박중국	2018.05.25	제주대학교 생명자원과학대학 3층 대강당	대한민국 (국제)

61	Establishment of Intermediated Stem-like Cell from Mouse Skin Fibroblasts by Bone Morphogenetic Protein 4 and Small Molecules	이승은	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
62	Effect of Cryoprotectant Solutions Treated with Hydroxypropyl Cellulose (HPC) Supplementation for Oocyte Vitrification in Bovine	박민지	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
63	Supplement of Allicin Prevents the Deterioration of Porcine Oocyte during <i>In Vitro</i> Aging	박윤귀	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
64	Supplement of Allicin during IVM Enhances the Oocyte Maturation and Developmental Competence	정상기	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
65	Pioglitazone Improves Oocytes Maturation and Subsequent Developmental Competence of Porcine Embryos	정상기	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
66	The Antioxidant Hesperetin Protects Porcine Oocyte from Damage by <i>In Vitro</i> Aging	김원재	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
67	Evaluation of Jeju Black Cattle Bull Sperm	윤재욱	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
68	Sperm Fertility and <i>In Vitro</i> Developmental Potential of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
69	Sequential differentiation of human induced pluripotent stem cells into mesodermal lineage cells	정영훈	2018.07.01	서울	대한민국 (국제)
70	Comparison of Beef Quality Traits in Jeju Black Cattle, Hanwoo and Australian Wagyu	김충남	2018.08.16	Melbourne, Australia	호주 (국제)
71	Improved survival rate of vitrified-thawed bovine oocyte with hydroxypropyl cellulose supplementation	박민지	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
72	In vitro developmental capacity of jeju black cattle	박효진	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
73	Hesperetin protects porcine oocyte from oxidative stress by in vitro aging	김원재	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
74	Heavy mineral oil improve the in vitro developmental capacity of porcine parthenogenetic embryos	박찬오	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
75	Quality analysis of fresh or frozen-thawed jeju black cattle bull sperm	윤재욱	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
76	Supplementation of icariin protects porcine oocyte from deterioration during in vitro aging	윤재욱	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
77	Electro Cell Fusion Technique as a New Method for Stem Cell Establishment	박윤귀	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
78	Hexanoly glycol chitosan inhibits mesenchymal stem cell senescence and promotes proliferation	이지현	2019.01.10	곤지암리조트	대한민국 (국내)
79	Analysis of the Present Status of Slaughter and Quality Grade for propagation of Jeju Black Cattle	고경보	2019.05.23	전남대	대한민국 (국제)
80	Characteristics of Fatty Acid Composition by Grade and Cuts of Jeju Black Cattle	김충남	2019.05.23	전남대	대한민국 (국제)
81	Sensory Characteristics of Jeju Black Cattle Using An Electronic Nose And An Electronic Tongue	강명수	2019.05.23	전남대	대한민국 (국제)



82	Genetic diversity and population structure of Jeju Black cattle using 50K SNP chip	아람자 한길	2019.06.24	대전컨벤션센터	대한민국 (국제)
83	한우거세우 참조집단을 이용한 제주흑우 도체형질 유전체육종가 평가	김종주	2019.06.24	대전컨벤션센터	대한민국 (국제)
84	Korean Society of Animal Breeding & Genetics	김종주	2019.06.24	대전컨벤션센터	대한민국 (국제)
85	제주흑우 태반 추출물의 원료 표준화를 위한 공정기술 개발	김연옥	2019.12.07	한성대 미래관 지하 1층 DLC홀	대한민국 (국내)
86	Comparison of Three Antioxidants in Chemical and Biological and Biological Assay on Porcine Oocytes During Aging in Vitro	박찬오	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
87	Comparison of Developmental Capacity of Jeju Black Cattle (JBC) IVF Embryos According to the Donor/Non-Donor	김소희	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
88	Effects of Hydroxypropyl Cellulose (HPC) Treatment on the Development of Vitrified-Thawed Bovine Parthenogenetic Embryo	박민지	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
89	Effect of White LED-Induced Blue Light on Porcine Oocyte Maturing In Vitro	이도건	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
90	Comparison of Semen Quality of Jeju Black Cattle (JBC) for Selecting Excellent Breeding Bull	윤재욱	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
91	The Antioxidant Icarin Protects Porcine Oocytes from Age-Related Damage In Vitro	윤재욱	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
92	돈피콜라겐 급여가 육계 가슴육의 육질 및 저장특성에 미치는 영향	박상훈	2020.08.27	온라인 개최	대한민국 (국내)
93	제주화산송이를 이용한 식육 숙성방법	김동균	2020.08.27	온라인 학술대회	대한민국 (국내)
94	제주 흑우 및 한우의 교배 조합에 따른 도체성적 및 품질분석	김광훈	2020.08.27	온라인 학술대회	대한민국 (국내)
95	제주 옹기를 이용한 식육숙성 중 영양성분 변화	김솔지	2020.08.27	온라인 학술대회	대한민국 (국내)
96	Difference in Rumen Microbiomes of Korean Native Hanwoo and Jeju Black Cattle under the Same Dietary Condition	김민석	2020.09.23	온라인 개최	대한민국 (국내)
97	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우 유전적 조성과 도체형질 유전체 육종가 정확도 분석	김나경	2020.10.16	온라인 개최	대한민국 (국내)
98	제주흑우, 국내산 및 수입육에 대한 품종판별 SNP 발굴	김종주	2020.10.16	온라인 개최	대한민국 (국내)
99	Culturing of Satellite Cells Isolated from Chicken Breast Muscle for Cell Cultured Meat	김윤아	2020.10.28	온라인 개최	대한민국 (국제)
100	Proliferation and Differentiation of Pig Muscle Satellite Cells for Development of Cell Cultured Meat	이지인	2020.10.29	온라인 개최	대한민국 (국제)
101	Effects of Shiitake Mushroom Powder on Hanwoo Muscle Stem Cell Culture	최정석	2021.05.27	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
102	Culture of Hanwoo Myoblasts on Microcarriers for Large Scale-up	최정석	2021.05.27	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
103	The Annual Status of Meat Quality of Jeju Black Cattle	김광훈	2021.05.27	온라인 학술대회	대한민국 (국제)

104	Analysis of Oleic Acid Content in Jeju Black Cattle	김솔지	2021.05.27	온라인 학술대회	대한민국 (국제)
105	Improved Development Potential of Vitrified-Thawed Bovine Parthenogenetic Embryos with HPC Treatment	박민지	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
106	Evaluation of Semen Quality of Male Jeju Black Cattle (JBC) to Select Bulls Optimal for Breeding	윤재욱	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
107	Study on Antioxidant Capacity of Paralichthys Olivaceus Egg Extracts in Peroxidation of Porcine Oocyte Maturation	박효진	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
108	Effect of White LED-Induced Blue Light on Porcine Oocytes During In Vitro Maturation	이도건	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
109	Antioxidant Capacity of Sasa Quelpaertensis Nakai Extract and Single Substance p-Coumaric Acid and Myricetin	편다빈	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
110	Evaluation of in Vivo Rumen Microbiota and in Vitro Rumen Fermentation Characteristics between Hanwoo and Jeju Black Steers Under the Same Dietary Cond	송재용	2021.08.25	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
111	Investigation the Development Capacity of Vitrified-Thawed Bovine Parthenogenetic Embryos with HPC Treatment	박민지	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
112	Evaluation of Semen Quality of Male Jeju Black Cattle (JBC) to Select Bulls Optimal for Breeding Through Freezing Conditions Suitable for JBC	윤재욱	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
113	Paralichthys Olivaceus Egg Extract Improves the Quality of Porcine Oocytes Exposed to Oxidative Stress	박효진	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
114	LED-Induced Light Exposure to Porcine Cumulus-Oocyte Complexes In Vitro Inhibits Maturation and Embryo Development	이도건	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
115	Isorhamnetin Improves In Vitro Maturation of Oxidative Stress-Exposed Porcine Oocytes and Subsequent Embryo Development	오승환	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
116	Comparison of the Improving Embryo Development Effects of Sasa Quelpaertensis Nakai Extract, p-Coumaric Acid, and Myricetin on Porcine Oocytes According to Antioxidant Capacity	편다빈	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
117	Development of SNP markers to identify Jeju Black cattle breed from imported beef using high-density SNP chips	김중주	2021.10.20	서울대 시흥캠퍼스 Education Cooperation 빌딩	대한민국 (국제)
118	Hypoxic Culture of Hanwoo Muscle Satellite Cells for Development of Cultured Meat	박상훈	2022.05.19	온라인 학술대회	대한민국 (국제)
119	Effect of Supplementation of Cryoprotectant Solution with Hydroxypropyl Cellulose for Vitrification of Bovine Oocytes	박민지	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)
120	Synergistic Effects of Fibroblast Growth Factor 10, Pioglitazone, $\beta$ -cryptoxanthin and Icariin Treatment on the Subsequent Embryonic Development of Porcine SCNT Embryos during IVM	윤재욱	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)

121	Antioxidant Capacity of Paralichthys Olivaceus Egg Extracts Improves In Vitro Maturation of Oxidative Stress-Exposed Porcine Oocytes and Subsequent Embryo Development	박효진	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)
122	Protodioscin Protects Porcine Oocytes against H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -induced Oxidative Stress during In Vitro Maturation	김소희	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)
123	Genetic composition of Jeju Black cattle and the reciprocal effects of carcass quality traits on GEBV evaluation in commercial Jeju Black cat	배해창	2022.08.23	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
124	Evaluation of GEBV accuracy of carcass traits using different reference populations in Jeju Black cattle	배해창	2022.08.23	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
125	Culturing of Satellite Cells Isolated from Jeju Black Cattle Semimembranosus Muscle and Genes Analysis related to Taste for Cell Cultured Meat	김유나	2022.08.23	ICC Jeju	대한민국 (국제)
126	Effect of aging methods and time on microbiological safety and physicochemical properties of beef	김솔지	2022.08.24	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
127	Changes in the quality of pork by packaging method after aging using Jeju scoria pot	문찬	2022.08.25	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
128	제주도 축산식품 현황 및 발전방안	류연철	2022.08.25	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
129	Effects of Hydroxypropyl Cellulose Supplementation for the Vitrification of Bovine Oocytes	박민지	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
130	Synergistic Effects of Fibroblast Growth Factor-10, Pioglitazone, $\beta$ -cryptoxanthin, and Icarin on In Vitro	윤재욱	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
131	Protodioscin Protects Porcine Oocytes against H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -induced Oxidative Stress during In Vitro Maturation	김소희	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
132	Extension of In Vitro Maturation Duration by Rapamycin Treatment Enhances the Developmental Competence of Porcine Oocytes In Vitro	이한비	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
133	The Starvation Regulates Autophagy in Mouse Preimplantation Embryo Development	임은서	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
134	$\beta$ -cryptoxanthin, Hesperetin, and Icarin Improve Oocyte Maturation, and $\beta$ -cryptoxanthin Effectively Improves Subsequent Development of Embryos Derived from SCNT	한동훈	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
135	Measurement of meat aging and quality changes using dry-aging bag	김광훈	2022.10.24	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)

### ③ 교육지도

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	제주흑우/한우 번식 사양관리 기술 교육 및 토론회	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	3	40
2	서귀포고 제주흑우 연구에 관한 교육 및 센터 방문	포유동물의 생식세포 실습	제주흑우연구센터	1	1	40
3	한우 및 제주흑우 고품질을 위한 KPN종모우 등급 출현률 관련 워크숍	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
4	전문가 초청 통계 프로그램 기술교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	10
5	유전자 정보를 이용한 개량방법 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	13
6	대가축을 이용한 정자 관찰 및 체외수정	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	12
7	생식세포인 난자 채취 및 배양실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	12
8	제주흑우 연구센터 CI 개발 교육	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	12
9	생식세포인 난자 채취 및 배양실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	3	1	12
10	암·수 생식기관 해부 및 인공수정 실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	4	1	17
11	제주흑우의 미래전략과 산업화 발전대책	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	15
12	제주흑우의 개량과 관리방안 개선 세미나	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	1	15
13	생식세포 채취 및 배양	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	5	2	22
14	체외수정 이론 및 실습교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	6	2	22
15	전문가 초청 연계 프로그램_3	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	3	2	22
16	전문가 초청 연계 프로그램_4	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	4	2	14
17	전문가 초청 연계 프로그램_5	포유동물의 생식세포 실습	제주흑우연구센터	1	2	35
18	제주흑우 체외수정 효율 증대 방안	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	2	41
19	제주흑우 대량증식 및 산업화 관련 간담회	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지엄	제주흑우연구센터	5	2	30
20	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	2	2	26

21	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나2	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	2	2	25
22	7차 실험 동물을 이용한 음성 생식 기관 해부	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	2	10
23	8차 실험 동물을 이용한 음성 생식 기관 해부	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	2	10
24	9차 포유동물의 생식세포 (정자, 난자) 실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	2	10
25	10차 포유동물의 생식세포 (정자, 난자) 실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	2	10
26	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나4	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	2	2	25
27	Epigenetic and IACUC requirements for animal study	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	12
28	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육 안내	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	2	27
29	11차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
30	12차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
31	한우와 제주흑우의 수태율 개선방안을 위한 세미나	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
32	13차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
33	14차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	15
34	한우와 제주흑우의 분만간격 단축을 위한 수태율 개선 방안	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	4	25
35	초음파를 이용한 육질평가 방법 현장교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	한남리 공동목장	1	4	5
36	제주흑우 역사이야기와 미래를 위한 상품개발 방향	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	20
37	제주흑우 역사이야기와 산업화 방향 I	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
38	15차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
39	16차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
40	실험동물 자원으로서 대동물의 활용	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	21
41	17차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
42	18차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10

43	제주흑우 역사이야기와 산업화 방향 II	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	17
44	정자실습 교육	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	4	10
45	Animal Cloning & Transgenic Animal	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	25
46	19차 실험실습 워크숍 -생식세포 (정자,난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
47	20차 실험실습 워크숍 -생식세포 (정자,난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
48	21차 실험실습 워크숍 -생식세포 (정자,난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
49	Epigenetic requirements for animal study and IRB requirements	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	15
50	미발정우 발정동기화시 마사지법 이용한 수태율 개선방법	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	10
51	Infertility & Life Science, 난임과 생명공학	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	32
52	Infertility & Life Science, 난임과 생명공학	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	20
53	22차 실험실습 워크숍-생식세포 (난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
54	23차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
55	24차 실험실습 워크숍-생식세포 (난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	7
56	25차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	6
57	제주흑우의 역사와 산업화 방향 I	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
58	제주흑우의 역사와 산업화 방향 II	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
59	26차 실험실습 워크숍-생식세포 (난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	7
60	제주흑우의 역사와 산업화 방향 III	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
61	27차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	6
62	흑우 및 한우 분만 후 수태율 개선을 위한 방법	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
63	제주흑우 역사 이야기와 산업화 방향 IV	제주 농업마이스터 대학교 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	13
64	중/대 동물이용 모델 개발 및 유전체 연구	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	12
65	대동물 줄기세포 배양 및 체세포 복제	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	17

66	농업 후방산업의 미래	육종기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	15
67	제주흑우 역사 이야기와 산업화 방향 V	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	15
68	제주흑우 유전체 분석 기술 및 SNP chip 분석 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	2	26
69	제주 흑우 유전체 분석 기술 및 SNP chip 분석 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	2	26
70	제주흑우 생물유전체 분석을 위한 생물정보학적 기법 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	2	35
71	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육	제주흑우의 교배조합 및 근치도 설명, 제주흑우 개량정보 시스템 ( <a href="http://www.jbcinfo.org/">http://www.jbcinfo.org/</a> ) 스마트폰 사용법 교육	영남대학교	1	2	40
72	동물분자유종관련 기술교육 (유전체육종을 위한 기반 통계 모델)	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	2	8
73	동물분자유종관련 기술교육 (유전체육종을 위한 기반 통계 모델)	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	2	8
74	동물분자유종관련 기술교육 (유전체육종을 위한 기반 통계 모델)	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	2	8
75	동물분자유종 관련 기술교육	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	6	7
76	유전체 육종을 위한 기반 통계 모델	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	8	7
77	2016년 소 수정란이식 기술교육	수정란이식 기술에 대한 국내·외 정보 벤치마킹을 통한 양축농가 자질향상	제주축산진흥원	1	3	30
78	2016년 소 수정란 생산 연계 기술교육	원내 공란우 활용 수정란 생산시 관계자에 대한 채란 및 시술에 대한 선진기술 습득	제주축산진흥원	1	23	15
79	초음파기술 활용 제주흑우 개량 전문가 특강 및 기술자문	초음파 측정원리 설명 및 측정기술 시연	제주축산진흥원	1	5	12
80	2017년 소 수정란 생산 기술교육	소의 인공 수정 방법에 대한 교육 및 실습	제주축산진흥원	1	19.5	21
81	2017년 소 인공수정 기술교육	암소 번식생리 이론 교육 동결정액 융해 및 인공수정기 사용 교육	제주축산진흥원	1	4	25
82	2018년 소 수정란이식 기술교육	수정란 이식 수태율 향상 및 대리모 사양관리	제주축산진흥원	1	2.5	23
83	2018년 소(한우, 흑우) 인공수정 기술교육 실시	한, 흑우 농가에 인공수정 기술을 보급	제주축산진흥원	1	2	25

84	2019년 한·흑우 수정란이식 기술교육	자가수정란 이식 방법	축산진흥원	1	2.5	20
85	2019년 소(한·흑우) 인공수정 기술교육	자가수정란이식 방법	축산진흥원	1	2.5	20
86	2020년 소 인공수정 기술교육 I	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원	1	4	42
87	2020년 소 인공수정 기술교육 II	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원	1	4	42
88	소 수정란 이식 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당	1	2	12
89	소 인공수정 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	20
90	소 인공수정 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	20
91	소 수정란 이식 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	12
92	한우 선형검사 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	21
93	제주 흑(한)우 발전 방향 세미나	제주 흑(한)우 발전 방향	제주 서귀포축협	1	2	42
94	제주흑우 실증시험 중간연구결과 발표	제주흑우 사양관리 프로그램 개발	제주 서귀포축협	1	2	40
95	한우암소 검정사업농가 기술교육	제주지역의 효율적인 한우개량 방안	제주 서귀포축협	1	2	40
96	제주한우 암소검정사업 기술 교육	제주한우의 현황 및 발전방향	제주 서귀포축협	1	2	50
97	한우번식우 사양관리 기술교육 컨설팅	한우 송아지 및 암소비육 사양관리	제주 서귀포축협	1	2	50
98	자가배합사료를 이용한 한우 고급육 생산기술	자가배합사료를 이용한 고급육 생산방안	제주 서귀포축협	1	2	30
99	2019년 한우 암소 검정사업 참여농가 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주 서귀포축협	2	2	40
100	2020년 한우 암소 검정사업 참여농가 컨설팅 I	센터 주도 현장 방문 민간 컨설팅	제주 서귀포축협	1	2	7
101	2020년 한우 암소 검정사업 참여농가 컨설팅 II	센터 주도 현장 방문 민간 컨설팅	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	2	42
102	2021년 한우 암소 검정사업 참여농가 농가 교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주축협 아라점 회의실	1	2	28
103	정강를 정강동물병원 원장 세미나	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주대 흑우연구센터	1	2	17
104	제주흑우 푸드그랑 프리 대학생 요리 경연대회	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	(주)미래셀 바이오	1	2	5
105	천연물로부터 이차대사물의 분리동정 테크놀로지	육종기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	미래셀바이오	1	2	10
106	제6회 축산물 품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	축산물품질평가원 제주지원	8	16	4
107	제7회 축산물품질평가대회 참석 위한 기술교육	우육의 품질 평가 교육	제주대학교	2	4	2



108	제7회 축산물품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	제주대학교	2	4	2
109	관능평가교육	관능평가 입문 및 실습	제주대학교	2	4	26
110	관능평가교육	관능평가 입문 및 실습	제주대학교	1	3	25
111	제8회 축산물품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	제주대학교	5	10	2
112	제8회 축산물품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	제주대학교	5	10	2
113	동물성 식품의 HACCP이야기	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대학교	2	50	50
114	2019 대학생 직업선택을 위한 관능평가 입문 및 실습교육	관능평가 입문 및 실습	제주대학교	1	2	20
115	우육의 품질평가 교육	우육의 품질 평가 교육	제주대학교	1	2	27
116	식육가공기사 특강	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대학교	1	2	27
117	동물성 식품의 HACCP 교육	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대학교	1	2	28
118	육가공 실습교육	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대학교	2	3	25
119	HACCP 개요 및 정책	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	20
120	축산물 HACCP관련 주요 법적 사항	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	20
121	HACCP 7원칙 교육	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	20
122	식육 미생물의 이론과 실습	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	4	20
123	우육가공품의 이론 및 실습	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	4	20
124	제주산 축산물을 활용한 가공실습 교육	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	2	10
125	제주산 축산물을 활용한 가공실습 교육 II	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	2	10
126	식육의 품질분석 1차	우육의 품질 평가 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15
127	HACCP위생교육 2차	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15
128	축산가공품 제조실습	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15
129	Haccp이론 및 실습	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15
130	제주도 흑우 버거 개발 교육	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	오렌지푸드	2	4	4
131	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	오렌지푸드	1	4	5
132	국내 밀키트 시장분석 및 동향	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	오렌지푸드	1	4	5

#### ④ 정책활용

No	시책명	건의일자	시행일자	주관부서유형	주관부서
1	2016년 제주흑우 증식 및 생산 방안 요청	2016.03.14	2016.03.24	광역자치단체	제주 특별자치도
2	대용량 SNP칩을 이용한 제주흑우 품종정립 판별, 흑모색 규명, 친자정립 및 고급육 개량 정책활용 제안서 제출	2016.10.10	-	광역자치단체	제주 특별자치도
3	제주흑우 혈통등록 관리 효율 향상 요청 간담회	2016.10.10	2016.10.20	광역자치단체	제주 특별자치도
4	제주흑우 생산성 제고 방안에 대한 협조 요청	2016.12.19	2017.01.01	광역자치단체	제주도청
5	제주흑우 보존방안 요청	2017.02.08	-	광역자치단체	제주 특별자치도
6	2017년 제주흑우 증식 및 생산 방안 요청	2017.04.20	2017.04.28	광역자치단체	제주 특별자치도
7	제주흑우 개체 혈통등록 및 품종 판별관련 고 정확도 MC1R SNP 재정립	2017.10.13	-	광역자치단체	제주 특별자치도
8	제주흑우 검사방법 추가 요청-제주흑우발전위원회	2018.01.10	-	광역자치단체	제주 특별자치도
9	제주흑우 저능력우 F2, F3에 대한 협조 요청	2018.03.06	2018.03.06	기타	제주도청
10	2018년 제주흑우 증식 및 생산 방안 요청	2018.04.22	2018.04.22	광역자치단체	제주 특별자치도
11	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육 안내	2018.08.09	-	기타	제주도청
12	대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우의 원우·한우 유전적 조성 판별	2018.08.09	-	광역자치단체	제주 특별자치도
13	제주우 판별을 위한 현장진단용 SNP kit 개발	2018.08.09	-	광역자치단체	제주 특별자치도
14	제주흑우질병관리메뉴얼	2018.08.09	-	기타	제주도청
15	제주흑우 등록 표기 건의	2018.12.24	2019.03.01	광역자치단체	제주도청
16	제주흑우 품종 정보 ‘소도체등급판정결과’ 안내서 표기	2018.12.24	2020.09.23	공공기관	축산물품질평가원
17	제주흑우 체외수정란 등록 추진	2018.12.27	2021.07.09	광역자치단체	제주 특별자치도
18	제주흑우 증식 및 산업화 추진을 위한 조례개정 추진	2019.09.12	2020.01.14	광역자치단체	제주 특별자치도
19	제주흑우연구센터 협력농가 지원사업 추진	2019.10.01	2021.07.09	광역자치단체	제주 특별자치도

20	제주특별자치도 제주흑우발전협의회 개최	2020.01.13	-	광역자치단체	제주 특별자치도
21	제주흑우 인증제 추진	2020.07.31	2020.09.24	광역자치단체	제주 특별자치도
22	제주흑우발전위원회 서면 심의 개최	2021.01.13	2021.01.19	광역자치단체	제주 특별자치도
23	제주흑우 사양관리 정책수립을 위한 제주흑우 사양프로그램 제안	2021.03.15	2021.07.09	광역자치단체	제주 특별자치도
24	제주흑우와 제주흑우의 정액 또는 수정란 반출 제한 고시	2021.04.02	2021.04.02	광역자치단체	제주 특별자치도
25	제주흑우 인증 1개소 추가지정	2021.06.09	2021.06.16	광역자치단체	제주 특별자치도
26	「제주흑우 검정규정」 고시	2021.07.01	-	중앙행정부처	제주 특별자치도
27	제주특별자치도 흑우발전위원회	2021.09.13	2021.09.13	광역자치단체	제주 특별자치도
28	제주흑우 품종 판별 kit 개발에 따른 정책활용 제안자료 제출	2021.10.07	2021.12.31	광역자치단체	제주 특별자치도
29	제주특별자치도 흑우발전위원회	2022.01.24	-	광역자치단체	제주 특별자치도
30	제주흑우 축산물 이력제 표기 관련 협조 요청	2022.01.26	-	공공기관	제주대학교 흑우연구센터
31	제주특별자치도 흑우발전위원회	2022.06.03	2022.06.07	광역자치단체	제주 특별자치도
32	제주특별자치도 흑우발전위원회	2022.10.13	2022.10.13	광역자치단체	제주 특별자치도
33	제주흑우 지리적표시제	2022.10.28	-	광역자치단체	제주 특별자치도

## ⑤ 홍보전시

### <홍보 1-전시회 참가 등>

No	유형	행사명칭	전시품목	장소 및 대상	일시
1	박람회	Foodex Japan 2016	축산물, 육가공품	일본 치바현 마쿠하리 메세 박람회장	2016.03.11
2	박람회	Alimentaria 2016	고기 및 육류가공제품	스페인 바르셀로나 피라	2016.04.25
3	전시회	서울 국제 푸드 앤 테이블웨어 박람회	제주흑우 창작요리 전시	한국농수산물유통공사 aT센터 제1전시장	2016.05.28
4	전시회	제주흑우 창작요리 전시회	제주흑우창작요리 시제품-생육, 육포	제주흑우연구센터	2016.06.10
5	전시회	2016 제주흑우연구센터 국내심포지엄(샐러드, 육포)	제주흑우창작요리 시제품 (생육, 육포)	제주흑우연구센터	2016.06.10

		스튜, 구이떡갈비, 농빼국 등 시식회)			
6	전시회	2016 제주흑우연구센터 국제심포지엄 전시회	포장육 9종, 육포	제주흑우연구센터	2016.10.20
7	전시회	2016 제주음식문화축제 전시회	제주흑우창작요리 시제품 (생육, 육포)	제주시민복지타운광장	2016.10.21
8	시식회	Foodex Japan 2017	축산물, 육가공품	일본 치바현 마쿠하리 멧세 박람회장	2017-03-12~19
9	시식회	2017 제주푸드앤와인 페스티벌	제주흑우 농빼국	제주 메종그랜드호텔 제주도민 및 관광객	2017.05.19
10	전시회	제주흑우 푸드 그랑프리 참가 설문지 조사	일반 소비자 기호성 조사	소공동 롯데호텔 3층 사파이어볼룸, 제주흑우 푸드 그랑프리 참석자	2017.05.25
11	시식회	제주도 흑우 물회, 흑우 야채무침 시식회	제주 흑우 물회, 흑우 야채무침	오렌지푸드 공장 및 일대, 천안시 일대 음식업 및 급식업체, 유통업체 관계자	2017.08.18
12	시식회	제주흑우연구센터 국내·외 심포지엄	흑우불고기 /흑우버거	제주흑우 연구센터, 심포지엄 참석자	2017.08.24
13	시식회	2017 천안 흥타령 축제	흑우버거	천안 삼거리 공원 우수중소기업홍보관, 흥타령 축제 참석자	2017.09.17
14	시식회	제2회 제주음식박람회 전시회	육회, 육포, 흑우버거, 농빼국, 스테이크샐러드	제주시민복지타운광장 일반인 대상	2017.10.22
15	기타	2017 제주대 학술제 시식회	제주흑우버거 시식회	제주대학교	2017.11.02
16	시식회	2018년 제 21회 제주들불축제 제주흑우 전시	제주흑우 농빼국	제주도 새별오름, 일반인 대상	2018.03.04
17	박람회	Foodex Japan 2018	축산물,육가공품	일본 마쿠하리 멧세	2018.03.08
18	시식회	2018 제주 푸드앤와인페스티벌	육가공품	제주 본태박물관, 일반인 대상	2018.05.18
19	전시회	2018년 제 3회 제주음식박람회	흑우 농빼국	제주시민복지타운	2018.10.07
20	전시회	2018 생공학술제	흑우버거	제주대학교	2018.10.31
21	전시회	2019년 제 22회 제주들불축제	흑우육포	제주시 새별오름	2019.03.10
22	기타	2019 제주 흑한우 축산물 할인 한마당	제주흑한우 축산물	서귀포시 축협 흑한우명품관	2019.09.02
23	전시회	제4회 제주음식박람회 흑우전시, 해체쇼, 시식 및 요리강좌	흑우 가공품, 흑우생육 부위별 전시	제주시민복지타운 광장	2019.10.05
24	전시회	2019 생공학술제	제주흑우버거	제주대학교	2019.10.30

25	시식회	제주흑우 시식행사	겹겹이카츠, 매콤불고기, 매콤갈비	오렌지푸드	2020.04.29
26	전시회	흑우 '까망쉐' 캐릭터 제작 상시 전시 및 홍보	홍보만화	상시 활용	2020.06.01
27	시식회	제주흑우 시식행사, 폼평회	제주흑우 오향장육	오렌지푸드	2021.01.20~22
28	시식회	제주흑우 시식행사, 폼평회	제주흑우 버거	오렌지푸드	2021.01.20~22
29	시식회	제주흑우 시식행사, 폼평회	제주흑우 합박스테이크	오렌지푸드	2021.01.20~22
30	시식회	제주흑우 시식행사, 폼평회	제주흑우 소시지	오렌지푸드	2021.01.20~22
31	전시회	제주대학교 생명자원과학대학 생육제	제주흑우 축산물	제주대학교내 전시	2021.11.18.~19
32	시식회	제주흑우 시식행사, 폼평회	제주흑우 오향장육,소시지	오렌지푸드	2021.11.24~26
33	시식회	제주흑우 시식행사, 폼평회	제주흑우 구이	오렌지푸드	2021.11.24~26
34	시식회	제주흑우 시식행사, 폼평회	제주흑우 불고기 ,갈비	오렌지푸드	2021.11.24~26
35	시식회	서귀포시축협 '2022 제주 흑한우 축산물 할인 한마당' 개최	제주흑우 축산물	서귀포시 축협 흑한우 명품관	2022.08.26~28
36	시식회	제주흑우 시제품 시식회	제주흑우 시제품(제주흑우 매콤갈비,육회 등)	오렌지푸드	2022.11.07

### <홍보 2-매체보도건>

No	홍보유형	매체명	제목	보도 횟수	일시
1	기타	개인 블로그	제3회 제주음식박람회와 함께했던 까망쉐	1	2018.10.30
2	중앙TV방송	KBS	위기의 대학, 그 해법은? 2부작-1편 대학, 생존의 비상구를 찾아라	1	2018.11.09
3	지방일간지	제주일보	에이징!어메이징!숙성고기 전성시대	1	2019.05.14
4	지방일간지	제주의 소리 외	제주흑우 홍보만화 '까망쉐는 내친구' 첫선	7	2019.09.30
5	지방일간지	제민일보 외	제주흑우연구센터 '제4회 제주음식박람회' 참여	4	2019.10.01
6	지방일간지	헤드라인제주 외	제주흑우연구센터 사업, '우수성과 사업'으로 선정	6	2019.12.22
7	기타	축산식품과학 과 산업	세포배양육 생산을 위해 우리가 해결해야 될 과제	1	2020.06.01

8	기타	개인 블로그	제주흑우로 만든 까망버거	1	2020.07.21
9	지방일간지	한라일보 외	제주대 김동균 씨, 한국축산학회 학술대회서 최우수상 수상	5	2020.09.02
10	중앙TV방송	KBS NEWS	명품 거문쇄, 제주흑우	1	2020.09.14
11	기타	농림축산식품 부, 농식품기술기 획평가원	2019 농식품 R&D 우수성과 60선 선정	1	2020.10.01
12	지방일간지	제주의 소리 외	한우 아닌 '제주 黑牛' 로 불러주세요, 82년만에 이름 되찾은 검은 소	28	2020.10.28
13	지방일간지	제주의 소리	“제주흑우+한우 암소 교배 ‘흑한우’ 로 브랜드 가치 창출”	1	2020.11.25
14	중앙TV방송	KBS NEWS	‘제주흑우’ 유전적 고유성 입증... “영양도 우수”	19	2021.12.10
15	지방일간지	한라일보	2021 신축년 ‘소의 해’ 맞아 재조명 받는 ‘제주흑우’	1	2021.01.01
16	지방TV방송	제주KBS 콘텐츠안테나	제주흑우, 까망쇄를 찾아서-82년 만에 이름을 되찾은 제주흑우	1	2021.01.28
17	지방TV방송	제주MBC뉴스	제주 흑우 중 보존, 산업화 쟁점	1	2021.02.12
18	지방일간지	뉴스라인 제주	제주흑우연구센터, 흑우농가 지원사업 추진	1	2021.05.16
19	지방일간지	제이누리 외	제주대 줄기세포연구센터·미래셀바이오 기능성 화장품 출시	15	2022.01.27
20	Internet/PC 통신	네이버 블로그 외	흑우태반크림 블랙플라 프레스티지 릭스크림으로 피부톤개선	10	2022.02.06
21	지방일간지	시사종합신문 외	문찬씨 아·태축산학회서 ‘우수포스터상’ 수상	5	2022.09.01

## 나. 세부과제별 사업수행 실적

과제구분	연구과제명	연구책임자
		연구기관
제 1 핵심과제	제주흑우 대량증식 기술개발	박세필
		제주대학교
제 1-1 세부연구과제	제주흑우 실용축 대량증식 기술개발	박세필
		제주대학교
제 1-1 협동연구과제	세포 활용 기술을 이용한 고품질 흑우 생산 시스템 구축	최정석
		충북대학교
제 2 핵심과제	제주흑우 품종정립 및 육종 사양 기술개발	김종주
		영남대학교
제 2-1 세부연구과제	유전체정보기반 육종 및 산업활용 시스템 구축	김종주
		영남대학교
제 2-1 협동연구과제	제주흑우 품종정립 및 정액 생산 체계 구축	김대철
		제주축산진흥원
제 2-2 협동연구과제	제주흑우와 실용축의 육종가 기반 사양표준정립	송봉섭
		서귀포축협
제 3 핵심과제	제주흑우 산업화 기술개발	김은영
		미래셀바이오
제 3-1 세부연구과제	제주흑우 브랜드화 전략 기술개발 및 제품개발	김은영
		미래셀바이오
제 3-1 협동연구과제	제주흑우 품질평가 및 제품개발	류연철
		제주대학교
제 3-2 협동연구과제	제주흑우 가공 및 유통	황성익
		오렌지푸드

(1) 제 1-1 세부과제 : 제주흑우 실용축 대량 증식 기술 개발  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과		교육지도	인력양성			정책활용·홍보		기타	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문			학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명				
가중치																					
최종목표																					
1단계	목표	2	1	-	-	1					2	5		6	3	5	1	-	3	3	2
	실적	3	0		1	20	2				0	7		37	28	5	1	6	4	1	6
2단계	목표	2	2		1	20					3	10		10	4	6	1	-	4	4	4
	실적	2	3		1	18					0	15		33	39	12	1	8	8	12	10
최종	목표	4	3		1	20	1				5	15		16	7	11	2	-	7	7	6
	실적	5	3		2	38	2				0	22*		70	67	17	2	14	12	13	16

\*15 publish, 2 accept, 5 revision

① 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2017	Treatment of allicin improves maturation of immature oocytes and subsequent developmental ability of preimplantation embryos	Sang-Gi Jeong, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Yeo-Jin Son, Min-Young Shin	Zygote	25(4)	국외	SCIE
2017	Fibroblast Growth Factor 10 Markedly Improves In Vitro Maturation of Porcine Cumulus-Oocyte Complexes	Yeo-Jin Son, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Hyuk Hyun, Min-Young Shin, Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong	Molecular Reproduction and Development	84(1)	국외	SCIE
2018	Lysophosphatidic acid accelerates development of porcine embryos by activating formation of the blastocoel	Min-Young Shin, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Yeo-Jin Son, Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong	Molecular Reproduction and Development	85(1)	국외	SCIE
2018	Antioxidant b-cryptoxanthin enhances porcine oocyte maturation	Yun-Gwi Park, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Yeo-Jin Son, Sang-Gi Jeong, Min-Young Shin, Won-Jae	Molecular Reproduction and Development	39(9)	국외	SCIE



	and subsequent embryo development in vitro			Kim				
2018	Fibroblast Growth Factor 10 Enhances the Developmental Efficiency of Somatic Cell Nuclear Transfer Embryos by Accelerating the Kinetics of Cleavage During In Vitro Maturation	Yeo-Jin Son, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong, Min-Young Shin	Cellular Reprogramming	20(3)	국외	SCIE
2018	Biosynthesis and accumulation of 20-hydroxyecdysone in individual male and female spinach plants during the reproductive stage	Viet Dang Cao	Kyung-Hwan Boo	Key-Zung Riu	Plant Physiology and Biochemistry : PPB	129	국외	SCIE
2018	The Bromodomain Inhibitor JQ1 Enhances the Responses to All-trans Retinoic Acid in HL-60 and MV4-11 Leukemia Cells	Changhee Kang	Hyung-Min Chung	C-Toon Kim, Hyuk Soon Kim, Se-Pill Park	International Journal of Stem Cells	11(1)	국외	SCIE
2018	Antioxidant hesperetin improves the quality of porcine oocytes during aging in vitro	Won-Jae Kim, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Sang-Gi Jeong, Eun-Young Kim	Molecular Reproduction and Development	85	국외	SCIE
2019	Pioglitazone improves porcine oocyte maturation and subsequent parthenogenetic embryo development in vitro by increasing lipid metabolism	Sang-Gi Jeong, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Won-Jae Kim, Yun-Gwi Park, Jae-Wook Yoon, Chan-Oh Park, Hyo-Jin Park	Molecular Reproduction and Development	86(9)	국외	SCIE
2020	The antioxidant icariin protects porcine oocytes from age-related damage in vitro	Jae-Wook Yoon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Yun-Gwi Park, Won-Jae Kim, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Chan-Oh Park, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Animal Bioscience	34(4)	국외	SCIE
2021	The antioxidant dieckol reduces damage of oxidative stress-exposed porcine oocytes and enhances subsequent	Da-Bin Pyeon, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, Chan-Oh Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee	Molecular Reproduction and Development	88(5)	국외	SCIE

	parthenotes embryo development							
2022	Effect of Supplementation of Cryoprotectant Solution with Hydroxypropyl Cellulose for Vitrification of Bovine Oocytes	Min-Jee Park	Se-Pill Park	Seung-Eun Lee, Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Animals	12(9)	국외	SCIE
2022	Comparison of the improving embryo development effects of Sasa quelpaertensis Nakai extract, p-coumaric acid, and myricetin on porcine oocytes according to their antioxidant capacities	Da-Bin Pyeon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Eun-Young Kim	Theriogenology	185	국외	SCIE
2022	Evaluation of Semen Quality of Jeju Black Cattle (JBC) to Select Bulls Optimal for Breeding and Establish Freezing Conditions Suitable for JBC Sperm.	Jae-Wook Yoon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Won-Jae Kim, Dae-Cheol Kim, Cheol-Ho Hyun, Shin-Ji Lee, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Animals	12(5)	국외	SCIE
2022	Comparison of three antioxidants in chemical and biological assays on porcine oocytes during ageing in vitro	Chan-Oh Park, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Zygote	30(4)	국외	SCIE
2022	Protodioscin protects porcine oocytes against H2O2-induced oxidative stress during in vitro maturation	So-Hee Kim, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Hyo-Jin Park, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Animal Bioscience	Accept	국외	SCIE
2022	Isorhamnetin improves in vitro maturation of oxidative stress-exposed porcine oocytes and subsequent embryo development	Seung-Hwan Oh, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, Chan-Ho Park, Hyo-Jin Park, So-Hee Kim, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Zygote	Accept	국외	SCIE

2022	Synergistic effects of FGF-10, pioglitazone, and antioxidant on IVM and subsequent development of SCNT embryos of porcine	Jae-Wook Yoon, Seung-Eun Lee	Se-Pill Park	So-Hee Kim, Eun-Seo Lim, Han-Bi Lee, Dong-Hun Han, Eun-Young Kim	Animals	Revision	국외	SCIE
2022	Paralichthys olivaceus egg extract improves porcine oocyte quality by decreasing oxidative stress	Seung-Eun Lee, Hyo-Jin Park	Se-Pill Park	Dong-Hun Han, Eun-Seo Lim, Han-Bi Lee, Jae-Wook Yoon, Chan-Oh Park, So-Hee Kim, Seung-Hwan Oh, Do-Geon Lee, Da-Bin Pyeon, Eun-Young Kim	Antioxidants	Revision	국외	SCIE
2022	Porcine SCNT embryos treated with various ROS scavengers lead to improvements of their quality parameters and developmental competences by mitigating oxidative stress-related impacts	Seung-Hwan Oh, Seung-Eun Lee, Dong-Hun Han	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, So-Hee Kim, Eun-Seo Lim, Han-Bi Lee, Eun-Young Kim	Cellular Reprogramming	Revision	국외	SCIE
2022	The starvation regulates autophagy in mouse preimplantation embryo development	Seung-Eun Lee, Eun-Seo Lim	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, So-Hee Kim, Dong-Hun Han, Han-Bi Lee, Eun-Young Kim	Cells & Development	Revision	국외	SCIE
2022	Regulation of the in vitro maturation duration with rapamycin treatment enhances the developmental competence of porcine oocytes	Seung-Eun Lee, Han-Bi Lee	Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon, So-Hee Kim, Dong-Hun Han, Eun-Seo Lim, Eun-Young Kim	Reproductive Biology	Revision	국외	SCIE

② 특허 성과

출원된 특허				등록된 특허				
출원 연도	특허명	출원인	출원국	출원 번호	등록 연도	특허명	등록인	등록국
2017	헤스페레틴을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2017-0148030	2019	헤스페레틴을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국

2017	제주흑우 품종 판별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2017- 0108768	2018	제주 흑우 품종 판별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국
2018	피오글리타존을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2018 -008483 5	2019	피오글리타존을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2018	헤스페레틴을 포함하는 난자 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	PCT	PCT/KR 2018/00 7998				
2020	광어알 추출물을 포함하는 난자의 체외 성숙용 배양액 및 이를 이용한 체외 배아 생산 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2020 -007932 3				
2020	제주흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	PCT	PCT/KR 2021/00 5064				

③ 기술료징수 현황(백만원)

기 징수액	당해연도 징수액	향후 징수액	합계
20	18	-	38

기술이전명	기술이전내용	권리권자	실시권자	기술료(원)
제주흑우 대량증식 및 산업화 기술	1. 전복을 이용한 흑우치즈 떡갈비구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 전복을 이용한 흑우치즈 떡갈비구이 2. 흑우안심 메밀전병 말이 즉석구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우안심 메밀전병 말이 즉석구이 3. 흑우힘줄 메밀무국의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 힘줄메밀무국 4. 흑우 요리용 모체 소스의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 요리용 모체 소스 5. 제주흑우 육포의 제조방법 및 이에 의해 제조된 제주 흑우육포	제주대학교 산학협력단	(주)미래셀바 이오	22,000,000
제주 흑우 품종 판별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	특허등록번호 제10-1928887호 “제주 흑우 품종 과별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도” 특허 기술이전 계약	제주대학교 산학협력단	(주)디엔에이 링크	18,000,000

④ 사업화 성과 및 매출 실적

❖ 사업화 성과, 총 2건(제품 완료 1건, 시제품 1건)

연구기관	제품명	형태	매출료(원)
1-1세부	제주흑우 품종 판별 전용 kit	제품	-
1-1세부	제주흑우 품종 판별 전용 kit	시제품	-

⑤ 국내외 학술회의 개최

No	학술회의명	회의내용	참석인원	개최일자
1	제주흑우 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	100	2016.06.10
2	제주흑우 국제심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	100	2016.10.20
3	제2회 제주흑우 국내심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2017.03.29
4	제2회 제주흑우 국제심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2017.08.24
5	제3회 제주흑우 국내심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2018.03.23
6	제3회 제주흑우 국제심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2018.05.25
7	제4회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2019.03.29
8	제 5회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2019.11.22
9	2020 한우협회 공동 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2020.08.05
10	제 1회 전문인력 진로탐색 심포지움	전문인력 진로탐색 심포지움	50	2022.10.27
11	제 2회 전문인력 진로탐색 심포지움	전문인력 진로탐색 심포지움	50	2022.11.03
12	제 3회 전문인력 진로탐색 심포지움	전문인력 진로탐색 심포지움	50	2022.11.10
13	제 4회 전문인력 진로탐색 심포지움	전문인력 진로탐색 심포지움	50	2022.11.17
14	제 6회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	50	2022.11.21
15	제 5회 전문인력 진로탐색 심포지움	전문인력 진로탐색 심포지움	50	2022.11.24
16	제 6회 전문인력 진로탐색 심포지움	전문인력 진로탐색 심포지움	50	2022.12.01

⑥ 학술발표

No	발표명	발표자	발표일시	장소	국명
1	Fibroblast Growth Factor 10 is Efficient to Enhance the In Vitro Porcine Cumulus-Oocyte-Complexes (COCs) Maturation	손여진	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)
2	Triladyl Solution Enhances Sperm Fertility and Developmental Capacity of Bovine IVF Embryos	손여진	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)

3	Allicin Treatment during Oocyte Maturation Improves the Development of Preimplantation Porcine Embryos by Modulating Apoptotic Gene Expression	정상기	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)
4	Allicin Enhances Parthenogenetic Activation and Somatic Cell Nuclear Transfer Embryo Development Using Porcine Aged Oocyte Addition of Allicin during <i>In Vitro</i> Aging	현혁	2016.06.16	전북대	대한민국 (국내)
5	Enhances the Developmental Potential and Quality of Embryo	이승은	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
6	Comparison of Sperm Fertility and Developmental Capacity of Jeju Black Cattle Embryo <i>In Vitro</i>	신민영	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
7	Fibroblast Growth Factor 10 Enhances the <i>In Vitro</i> Developmental Capacity of Porcine Somatic Cell Nuclear Transfer Embryos	손여진	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
8	Allicin Treatment Enhances the Developmental Potential of Porcine Oocytes during IVM	정상기	2016.10.28	대구대	대한민국 (국제)
9	Comparison of Semen Characteristics and <i>In Vitro</i> Developmental Potential of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
10	Establishment of Induced Pluripotent Stem Cells Using Jeju Black Pig Fibroblast Cells	손여진	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
11	Derivation of Induced Pluripotent Stem Cell-Like Cells from Jeju Black Cattle Cells	정상기	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
12	Optimization of Jeju Black Cattle IVF/IVC System	신민영	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
13	$\beta$ -Cryptoxanthin Supplementation on <i>In Vitro</i> Maturation Medium Strengthens the Quality and Potential of Porcine Oocytes	박윤귀	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
14	Supplement of Allicin during <i>In Vitro</i> Aging Enhances the Development of Parthenogenetic and Somatic Cell Nuclear Transfer Embryos	이승은	2017.06.22	건국대	대한민국 (국내)
15	$\beta$ -Cryptoxanthin Treatment during <i>In vitro</i> Maturation of Porcine Oocytes Improves the Quality and Potential	박윤귀	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
16	Optimized Jeju Black Cattle <i>In vitro</i> Fertilization method and Embryo Development according to Grade/Carcass Weight of Donor Cow	신민영	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
17	Comparison of sperm fertility and <i>In vitro</i> Developmental Potential, total cell number of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
18	Comparison of sperm fertility and developmental capacity of bovine <i>in vitro</i> fertilization embryos according to sperm treated solution and Jeju Black Cattle sperm	이승은	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
19	Improved development potential and quality of somatic cell nuclear transfer bovine embryos with epidermal growth factor, insulin growth factor and flavonoid supplements	박민지	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)

20	Allicin treatment during in vitro aging enhances porcine embryo developmental competence	현혁	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
21	Fibroblast Growth Factor10 treatment during in vitro maturation of porcine oocyte efficiently enhances the development of somatic cell nuclear transfer embryos	손여진	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
22	Treatment of allicin improves maturation of immature oocytes and subsequent developmental ability of preimplantation embryos	정상기	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
23	Antioxidant effect of $\beta$ -Cryptoxanthin improves the developmental potential of porcine oocytes matured in vitro	박윤귀	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
24	Lysophosphatidic acid promotes developmental speed by activating the formation of blastocoel in porcine embryos	신민영	2017.09.27	Okinawa	일본 (국제)
25	Development of Sperm Treatment Method and In Vitro Production of Elite Jeju Black Cattle Embryos	신민영	2017.10.26	전남대	대한민국 (국제)
26	Comparison of Fertility and In Vitro Developmental Potential of In Vitro Fertilized Embryos Using Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull Sperm	윤재욱	2017.10.26	전남대	대한민국 (국제)
27	Allicin Protects Porcine Oocytes Against Aging <i>In Vitro</i> by Regulating Autophagy	박윤귀	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
28	Antioxidant Hesperetin Improves the Quality of Porcine Oocytes during Aging <i>In Vitro</i>	김원재	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
29	Sperm Fertility and <i>In Vitro</i> Developmental Capacity of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
30	Establishment of Intermediated Stem-like Cell from Mouse Skin Fibroblasts by Bone Morphogenetic Protein 4 and Small Molecules	이승은	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
31	Effect of Cryoprotectant Solutions Treated with Hydroxypropyl Cellulose (HPC) Supplementation for Oocyte Vitrification in Bovine	박민지	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
32	Supplement of Allicin Prevents the Deterioration of Porcine Oocyte during <i>In Vitro</i> Aging	박윤귀	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
33	Supplement of Allicin during IVM Enhances the Oocyte Maturation and Developmental Competence	정상기	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
34	Pioglitazone Improves Oocytes Maturation and Subsequent Developmental Competence of Porcine Embryos	정상기	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
35	The Antioxidant Hesperetin Protects Porcine Oocyte from Damage by <i>In Vitro</i> Aging	김원재	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
36	Evaluation of Jeju Black Cattle Bull Sperm	윤재욱	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)
37	Sperm Fertility and <i>In Vitro</i> Developmental Potential of Jeju Black Cattle Bull and Hanwoo Bull	윤재욱	2018.06.21	한경대	대한민국 (국내)

38	Improved survival rate of vitrified-thawed bovine oocyte with hydroxypropyl cellulose supplementation	박민지	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
39	In vitro developmental capacity of jeju black cattle	박효진	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
40	Hesperetin protects porcine oocyte from oxidative stress by in vitro aging	김원재	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
41	Heavy mineral oil improve the in vitro developmental capacity of porcine parthenogenetic embryos	박찬오	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
42	Quality analysis of fresh or frozen-thawed jeju black cattle bull sperm	윤재욱	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
43	Supplementation of icariin protects porcine oocyte from deterioration during in vitro aging	윤재욱	2018.11.02	서울대	대한민국 (국제)
44	Comparison of Three Antioxidants in Chemical and Biological and Biological Assay on Porcine Oocytes During Aging in Vitro	박찬오	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
45	Comparison of Developmental Capacity of Jeju Black Cattle (JBC) IVF Embryos According to the Donor/Non-Donor	김소희	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
46	Effects of Hydroxypropyl Cellulose (HPC) Treatment on the Development of Vitrified-Thawed Bovine Parthenogenetic Embryo	박민지	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
47	Effect of White LED-Induced Blue Light on Porcine Oocyte Maturing In Vitro	이도건	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
48	Comparison of Semen Quality of Jeju Black Cattle (JBC) for Selecting Excellent Breeding Bull	윤재욱	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
49	The Antioxidant Icarin Protects Porcine Oocytes from Age-Related Damage In Vitro	윤재욱	2020.08.20	KT대전인재개발원	대한민국 (국내)
50	Improved Development Potential of Vitrified-Thawed Bovine Parthenogenetic Embryos with HPC Treatment	박민지	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
51	Evaluation of Semen Quality of Male Jeju Black Cattle (JBC) to Select Bulls Optimal for Breeding	윤재욱	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
52	Study on Antioxidant Capacity of Paralichthys Olivaceus Egg Extracts in Peroxidation of Porcine Oocyte Maturation	박효진	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
53	Effect of White LED-Induced Blue Light on Porcine Oocytes During In Vitro Maturation	이도건	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
54	Antioxidant Capacity of Sasa Quelpaertensis Nakai Extract and Single Substance p-Coumaric Acid and Myricetin	편다빈	2021.06.18	온라인	대한민국 (국내)
55	Investigation the Development Capacity of Vitrified-Thawed Bovine Parthenogenetic Embryos with HPC Treatment	박민지	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
56	Evaluation of Semen Quality of Male Jeju Black Cattle (JBC) to Select Bulls Optimal for Breeding Through Freezing Conditions Suitable for JBC	윤재욱	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)



57	Paralichthys Olivaceus Egg Extract Improves the Quality of Porcine Oocytes Exposed to Oxidative Stress	박효진	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
58	LED-Induced Light Exposure to Porcine Cumulus-Oocyte Complexes In Vitro Inhibits Maturation and Embryo Development	이도건	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
59	Isorhamnetin Improves In Vitro Maturation of Oxidative Stress-Exposed Porcine Oocytes and Subsequent Embryo Development	오승환	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
60	Comparison of the Improving Embryo Development Effects of Sasa Quelpaertensis Nakai Extract, p-Coumaric Acid, and Myricetin on Porcine Oocytes According to Antioxidant Capacity	편다빈	2021.10.15	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
61	Effect of Supplementation of Cryoprotectant Solution with Hydroxypropyl Cellulose for Vitrification of Bovine Oocytes	박민지	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)
62	Synergistic Effects of Fibroblast Growth Factor 10, Pioglitazone, $\beta$ -cryptoxanthin and Icaritin Treatment on the Subsequent Embryonic Development of Porcine SCNT Embryos during IVM	윤재욱	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)
63	Antioxidant Capacity of Paralichthys Olivaceus Egg Extracts Improves In Vitro Maturation of Oxidative Stress-Exposed Porcine Oocytes and Subsequent Embryo Development	박효진	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)
64	Protodioscin Protects Porcine Oocytes against H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -induced Oxidative Stress during In Vitro Maturation	김소희	2022.06.24	연세대	대한민국 (국내)
65	Effects of Hydroxypropyl Cellulose Supplementation for the Vitrification of Bovine Oocytes	박민지	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
66	Synergistic Effects of Fibroblast Growth Factor-10, Pioglitazone, $\beta$ -cryptoxanthin, and Icaritin on In Vitro	윤재욱	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
67	Protodioscin Protects Porcine Oocytes against H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -induced Oxidative Stress during In Vitro Maturation	김소희	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
68	Extension of In Vitro Maturation Duration by Rapamycin Treatment Enhances the Developmental Competence of Porcine Oocytes In Vitro	이한비	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
69	The Starvation Regulates Autophagy in Mouse Preimplantation Embryo Development	임은서	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)
70	$\beta$ -cryptoxanthin, Hesperetin, and Icaritin Improve Oocyte Maturation, and $\beta$ -cryptoxanthin Effectively Improves Subsequent Development of Embryos Derived from SCNT	한동훈	2022.10.21	전면 비대면 (온라인 Zoom으로 송출)	대한민국 (국제)

⑦ 교육지도

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	제주흑우/한우 번식 사양관리 기술 교육 및 토론회	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	3	40
2	서귀포고등학교 제주흑우 연구에 관한 교육 및 센터 방문	포유동물의 생식세포 실습	제주흑우연구센터	1	1	40
3	한우 및 제주흑우 고품질을 위한 KPN중모우 등급 출현률 관련 워크숍	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
4	전문가 초청 통계 프로그램 기술교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	10
5	유전자 정보를 이용한 개량방법 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	13
6	대가축을 이용한 정자 관찰 및 체외수정	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	12
7	생식세포인 난자 채취 및 배양실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	12
8	제주흑우 연구센터 CI 개발 교육	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	12
9	생식세포인 난자 채취 및 배양실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	3	1	12
10	암·수 생식기관 해부 및 인공수정 실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	4	1	17
11	제주흑우의 미래전략과 산업화 발전대책	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	15
12	제주흑우의 개량과 관리방안 개선 세미나	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	1	15
13	생식세포 채취 및 배양	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	5	2	22
14	체외수정 이론 및 실습교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	6	2	22
15	전문가 초청 연계 프로그램_3	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	3	2	22
16	전문가 초청 연계 프로그램_4	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	4	2	14
17	전문가 초청 연계 프로그램_5	포유동물의 생식세포 실습	제주흑우연구센터	1	2	35
18	제주흑우 체외수정 효율 증대 방안	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	2	41
19	제주흑우 대량증식 및 산업화 관련 간담회	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지엄	제주흑우연구센터	5	2	30
20	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	2	2	26
21	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나2	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	2	2	25
22	7차 실험 동물을 이용한 융성 생식 기관 해부	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	7	2	10
23	8차 실험 동물을 이용한 융성 생식 기관 해부	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	8	2	10

24	9차 포유동물의 생식세포 (정자, 난자) 실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	9	2	10
25	10차 포유동물의 생식세포 (정자, 난자) 실습	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	10	2	10
26	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나4	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	2	2	25
27	Epigenetic and IACUC requirements for animal study	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	12
28	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육 안내	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	2	27
29	11차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
30	12차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
31	한우와 제주흑우의 수태율 개선방안을 위한 세미나	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
32	13차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
33	14차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	15
34	한우와 제주흑우의 분만간격 단축을 위한 수태율 개선 방안	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	4	25
35	초음파를 이용한 육질평가 방법 현장교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	한남리 공동목장	1	4	5
36	제주흑우 역사이야기와 미래를 위한 상품개발 방향	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	20
37	제주흑우 역사이야기와 산업화 방향 I	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
38	15차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
39	16차 포유동물의 생식세포 실습 (정자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
40	실험동물 자원으로써 대동물의 활용	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	21
41	17차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
42	18차 포유동물의 생식세포 실습 (난자)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
43	제주흑우 역사이야기와 산업화 방향 II	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	17
44	정자실습 교육	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	4	10
45	Animal Cloning & Transgenic Animal	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	25
46	19차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자, 난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
47	20차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자, 난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10

48	21차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자, 난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
49	Epigenetic requirements for animal study and IRB requirements	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	15
50	미발정우 발정동기화시 마사지법 이용한 수태율 개선방법	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	10
51	Infertility & Life Science, 난임과 생명공학	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	32
52	Infertility & Life Science, 난임과 생명공학	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	20
53	22차 실험실습 워크숍-생식세포 (난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
54	23차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	10
55	24차 실험실습 워크숍-생식세포 (난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	7
56	25차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	6
57	제주흑우의 역사와 산업화 방향 I	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
58	제주흑우의 역사와 산업화 방향 II	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
59	26차 실험실습 워크숍-생식세포 (난자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	7
60	제주흑우의 역사와 산업화 방향 III	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
61	27차 실험실습 워크숍-생식세포 (정자실습)	생식세포 실험실습워크숍	제주흑우연구센터	1	4	6
62	흑우 및 한우 분만 후 수태율 개선을 위한 방법	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	20
63	제주흑우 역사 이야기와 산업화 방향 IV	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	13
64	중/대 동물이용 모델 개발 및 유전체 연구	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	12
65	대동물 줄기세포 배양 및 체세포 복제	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	제주흑우연구센터	1	2	17
66	농업 후방산업의 미래	육종기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주흑우연구센터	1	2	15
67	제주흑우 역사 이야기와 산업화 방향 V	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	2	15

⑧ 정책활용

No	시책명	건의일자	시행일자	주관부서유형	주관부서
1	제주흑우 생산성 제고 방안에 대한 협조 요청	2016.12.19	2017.01.01	광역자치단체	제주도청
2	제주흑우 저능력우 F2, F3에 대한 협조 요청	2018.03.06	2018.03.06	기타	제주도청

3	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육 안내	2018.08.09	-	기타	제주도청
4	제주흑우질병관리메뉴얼	2018.08.09	-	기타	제주도청
5	제주흑우 등록 표기 건의	2018.12.24	2019.03.01	광역자치단체	제주도청
6	제주흑우 품종 정보 ‘소도체등급판정결과’ 안내서 표기	2018.12.24	2020.09.23	공공기관	축산물품질평가원
7	제주흑우 체외수정란 등록 추진	2018.12.27	2021.07.09	광역자치단체	제주특별자치도
8	제주흑우연구센터 협력농가 지원사업 추진	2019.10.01	2021.07.09	광역자치단체	제주특별자치도
9	제주흑우 사양관리 정책수립을 위한 제주흑우 사양프로그램 제안	2021.03.15	2021.07.09	광역자치단체	제주특별자치도
10	제주흑우 품종 판별 kit 개발에 따른 정책활용 제안자료 제출	2021.10.07	2021.12.31	광역자치단체	제주특별자치도
11	제주흑우 축산물 이력제 표기 관련 협조 요청	2022.01.26	-	공공기관	제주대학교 흑우연구센터
12	제주흑우 지리적표시제	2022.10.28	-	광역자치단체	제주특별자치도

⑨ 홍보전시

<홍보 1-전시회 참가 등>

No	유형	행사명칭	전시품목	장소 및 대상	일시
1	전시회	2016 제주흑우연구센터 국제심포지엄 전시회	포장육 9종, 육포	제주흑우연구센터	2016.10.20
2	기타	2017 제주대 학술제 시식회	제주흑우버거 시식회	제주대학교	2017.11.02
3	전시회	2018 생공학술제	흑우버거	제주대학교	2018.10.31
4	전시회	2019 생공학술제	제주흑우버거	제주대학교	2019.10.30

<홍보 2-매체보도건>

No	홍보유형	매체명	제목	보도 횟수	일시
1	중앙TV방송	KBS	위기의 대학, 그 해법은? 2부작-1편 대학, 생존의 비상구를 찾아라	1	2018.11.09
2	지방일간지	헤드라인제주 외	제주흑우연구센터 사업, ‘우수성과 사업’으로 선정	6	2019.12.22
3	중앙TV방송	KBS NEWS	명품 거문쇄, 제주흑우	1	2020.09.14
4	기타	농식품부,농식품 기술기획평가원	2019 농식품 R&D 우수성과 60선 선정	1	2020.10.01
5	지방일간지	제주의 소리 외	한우 아닌 ‘제주 黑牛’로 불러주세요, 82년만에 이름 되찾은 검은 소	28	2020.10.28
6	중앙TV방송	KBS NEWS	‘제주흑우’ 유전적 고유성 입증... “영양도 우수”	19	2021.12.10

7	지방일간지	한라일보	2021 신축년 ‘소의 해’ 맞아 재조명 받는 ‘제주흑우’	1	2021.01.01
8	지방TV방송	제주KBS 콘텐츠안테나	제주흑우, 까망쉐를 찾아서-82년 만에 이름을 되찾은 제주흑우	1	2021.01.28
9	지방TV방송	제주MBC뉴스	제주 흑우 중 보존, 산업화 견결음	1	2021.02.12
10	지방일간지	뉴스라인 제주	제주흑우연구센터, 흑우농가 지원사업 추진	1	2021.05.16

### (나) 정성적 성과

구분	연구목표	주요 연구 성과
1단계	1차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>실용축 생산 환경 구축</li> <li>수정란 생산 기술 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우 사육두수와 지역별, 기관별 분포도 조사</li> <li>제주흑우의 12가지 모색 분류와 분포현황</li> <li>제주흑우의 도체성적 비교</li> <li>제주흑우 질병예방프로그램 개발</li> <li>제주흑우 8가지 종모우 정자 평가</li> <li>제주흑우 체외수정란 생산 기술 확립</li> <li>체외수정란의 체외 발달 효율 향상 기술 개발(항산화제-allicin, 성장인자-FGF10 처리)</li> <li>고능력 실용축 생산을 위한 한우 체세포 복제 배아29개 생산, 14 straws 제작, 14두 모두 이식</li> </ul>
	2차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>실용축 생산 환경 구축</li> <li>수정란 생산 기술 구축</li> <li>수태율 증진 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우 실용축 생산 인공수정 실시 200회 실시</li> <li>제주흑우 동결정액을 이용한 체외 수정란 43개 생산, 26회용 생산</li> <li>제주흑우 질병예방프로그램 보급</li> <li>체외수정란의 체외 발달 효율 향상 기술 개발(항산화제-beta-cryptozantin, 인지질-lysophosphatidic acid)</li> <li>체세포 복제 배아 생산 기술 개발(항산화제-allicin, 성장인자-FGF10)</li> <li>수태율 조사 및 수태율 증진을 위한 방안 모색</li> <li>제주흑우 종모우 20두 유전자원 보존용 체세포 확보</li> <li>고능력 실용축 생산을 위한 한우 체세포 복제 배아 14개 생산, 9 straws 제작, 7두 이식, 2 straws 보관</li> </ul>
	3차년도 <ul style="list-style-type: none"> <li>실용축 생산 환경 구축</li> <li>수정란 생산 기술 구축</li> <li>대량증식 체계 확립 및 생산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우 동결정액을 이용한 체외 수정란 151개 생산, 66회용 생산</li> <li>체외수정란의 체외 발달 효율 향상 기술 개발(노화 난자 활용안, 항산화제-hesperetin)</li> <li>체세포 복제 배아 생산 기술 개발(노화 난자 활용안, 항산화제-allicin)</li> <li>난자의 냉·해동 기술 개발(동해방지제-Hydroxypropyl cellulose)</li> <li>제주흑우 종모우 12두 정자 평가, 5두 정액 생산, 3두 보급, 웹기반 제주흑우 개량교배</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템에 활용</li> <li>고능력 실용축 생산을 위한 한우 체세포 복제 배아 33개 생산, 16 straws 제작, 3두 이식, 13 straws 보관</li> </ul>
2단계	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>수태율 조사 및 영양학적 수태율 증진 기술 개발</li> <li>발정동기화 프로그램을 접목한 수태율 개선 프로그램 매뉴얼 개발 및 보급화</li> <li>SNP 이용 번식유전능력 관련 형질 도입한 수태율 개선</li> <li>우수 실용축 종모우 생산을 위한 체세포 복제란 생산 및 이식</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실용축 체외수정란 19년도 23개 생산, 21 straws 동결보관 (누적 218개, 114 straws 동결보관)</li> <li>실용축 체외수정란 18두 이식</li> <li>센터 자체 인공수정 91두 실시</li> <li>Pioglitazone, icariin을 이용하여 항산화 기능을 수행하는 첨가제를 활용한 배양액 조성 개발</li> <li>Hydroxypropyl cellulose인 동결제를 이용하여 미성숙란 동결시 활산소종의 감소를 확인하고 생존율이 향상됨.</li> <li>제주흑우 종모우 7두 정자 평가, 6두 정액 생산, 5두 보급</li> <li>수태율 45.8%, 종모우별 38~53% 수준에서 차이남 (2017년 서귀포시 자료 근거).</li> <li>자궁점액의 4가지 유형에 따른 pH범위에 수태율 비교 분석에 따라서 발정발현시 자궁경관 점액 내 선홍색 출혈이 있을 때이며, 배란시간에는 pH 8.0~8.6에서 80% 수태율을 확인함.</li> <li>발정유도제 투여 3일까지 관찰 후 자궁경관 마사지, 점액유출 확인 후 인공수정 실시한 다음 비타민 A 와 베타케로틴 투여로 추가 관리한 수태율을 조사한 결과, 약 90%는 인공수정 성공률을 보임.</li> <li>실용축 생산을 위한 SNP 유전체 분석을 통한 번식유전능력 관련 형질도입한 암소 핵군 순위 조사 후 초음파 검정 실시하여 우선순위 핵군 먼저 교배용으로 사용</li> <li>체세포복제란 12개 생산, 6 straws 제작, 5두 이식(누적 체세포복제란 64개 생산, 32 straws 제작, 31두 이식)</li> </ul>
	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>SNP 이용 유전체 선발 결과에 따른 계획 교배</li> <li>번식 효율 개선 계획 교배 및 4년차도 수태율 개선 기술 매뉴얼 완료</li> <li>우수 실용축 종모우 생산을 위한 체세포 복제란 생산 및 이식</li> <li>농가 지원 방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>실용축 체외수정란 누적 생산 114 straw, 원종 12 straw 총 126 straw 생산 및 보관</li> <li>실용축 체외수정란 누적 22두 이식, 4두 임신, 1두 분만</li> <li>센터 자체 인공수정 누적 204두 실시, 도내 전체 430두</li> <li>SNP 유전체 분석을 통한 번식유전능력 관련 형질 도입한 암소 핵군 순위 조사 및 도체형질 유전체 육종가 추정 및 농가별 배포하여 교배 조합에 활용할 수 있게 유도함.</li> <li>위 내용 기반으로 실용축 F1, F2 생산 실증 실험을 통한 개량 및 사육두수 확대 도모, 농가 참여 유도를 위한 2019년도 지원사업 실시하여 57두 신청, 47두 선정, 47두 인공수정, 30두 임신(64%), 30두 출산(100%), 31두 생산</li> <li>공시가축 550두로부터 213두의 결과로 분석이</li> </ul>

		<p>완료되었으며, 발정발현시, 자궁경관 점액 내 선흥색 출혈이 있을때, 배란시 pH 8.0-8.5으로 98.2%의 수태율을 확인함.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 체세포복제란 누적 293개 생산, 32 straws 제작, 32두 이식, 현재 1두 임신</li> </ul>
6차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SNP 이용 유전체 선발 결과에 따른 우수 암소 핵군 선발 및 교배</li> <li>■ 제주도 맞춤형 전주기 사육 관리 프로그램 이용 비육 체계 확립</li> <li>■ 우수 실용축 종모우 생산을 위한 체세포 복제소 생산</li> <li>■ 농가 지원 방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SNP 이용 제주한우 암소 핵군 선정, 제주흑우 도체형질 유전체 육종가 추정 활용한 F1생산 실증연구 농가 지원 사업시 개체 적용함.</li> <li>■ 농가 지원 사업 참여 농가에 적용하여 송아지사육부터 질병 예방 프로그램 적용</li> <li>■ 발정발현시 자궁경관 점액 내 선흥색 출혈, pH 8.0 ~ 8.5 경우 수태율 확인, 분만 후 무발정소의 발정동기화를 통한 발정 관리하여 인공수정 실시하여 성공률 90% 확인</li> <li>■ 누적 311개 체세포복제란 생산, 36 straws 제작, 33두 이식, 임신 120일까지 확인</li> <li>■ 2020년도 실용축 개량 실증연구농가 참여 사업 80두 신청, 64두 선정, 61두 인공수정, 55두 임신(90%), 50두 출산(91%)</li> <li>■ 내륙 민간기업 지리산 흑우 수정란 50두 이식, 제주흑우와의 비교를 통해 대조군으로서의 정보 활용</li> </ul>
7차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ SNP를 이용한 실용축 종모우 선발</li> <li>■ 우수 실용축 종모우 생산을 위한 체세포 복제소 생산</li> <li>■ 농가 지원 방안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 실용축 체외수정란 누적 280개 생산, 168 straw 생산 및 96개 보관</li> <li>■ 실용축 종모우 선발을 위해 우수 암소 핵군 22두 선발 완료 및 인공수정 실시, 생산된 수컷 축산 유상기관에 이전 협의</li> <li>■ 누적 317개 체세포복제란 생산, 38 straws 제작, 34두 이식, 임신 120일까지 확인</li> <li>■ 2021년도 실용축 개량 실증연구농가 참여 사업 72두 신청, 57두 선정, 54두 인공수정, 44두 임신(81%), 40두 출산(91%)</li> <li>■ 2022년도 실용축 개량 실증연구농가 참여 사업 326두 신청, 176두 선정, 164두 인공수정, 100두 임신(계속), 15두 출산(계속)</li> <li>■ 내륙 민간기업 지리산 흑우 수정란 2년간 166개 수정란 이식, 61두 임신(37%) 확인하였으며, 이는 지자체에서 직접 농가의 개체 관리를 진행함.</li> </ul>



## 1-1세부 연구수행 내용

### 1. 실용축 생산 환경 구축

- 가. 제주흑우의 12가지 모색 분류와 분포현황
- 나. 제주흑우 질병예방프로그램 개발, 보급
- 다. 제주도 맞춤형 전주기 사육 관리 프로그램 이용 비육 체계 확립

### 2. 수정란 생산 기술 구축

- 가. 제주흑우 체외수정란 생산 기술 확립
- 나. 체외수정란의 체외 발달 효율 향상 기술 개발
  - (1) Allicin을 처리한 체외성숙 난자의 발달을 향상
  - (2) Allicin의 처리를 통한 난자의 노화 방지 및 이를 활용한 체외생산배아 발달 기술
  - (3) beta-cryptoxanthin을 이용한 난자의 성숙 효율 향상
  - (4) Hesperetin의 처리를 통한 난자의 노화 방지 및 이를 활용한 체외생산배아 발달 기술
  - (5) Lysophosphatidic acid를 이용한 배아발달 환경 조성
  - (6) Pioglitazone의 처리를 통한 체외생산배아 발달 기술
- 다. 체세포 복제 배아 생산 기술 개발
  - FGF10을 이용한 체세포 복제란의 성숙 및 이에 따른 발달 효율 증대 개발
- 라. 난자의 냉·해동 기술 개발
  - Hydroxypropyl cellulose (HPC)를 이용한 냉·해동 난자의 생존을 향상

### 3. 대량증식 체계 확립 및 생산

- 가. 제주흑우 종모우 정자 평가 및 선발, 생산 협력
- 나. 제주흑우 종모우 20두 유전자원 보존용 체세포 확보
- 다. 제주흑우 실용축 생산 인공수정
- 라. 제주흑우 동결정액을 이용한 체외 수정란 생산 및 이식
- 마. 우수 실용축 생산을 위한 체세포 복제란 생산 및 이식

### 4. 수태율 증진 기술 개발

- 가. 수태율 증진을 위한 방안 모색
- 나. 자궁점액 유형에 따른 pH범위에 수태율 증진 기술 개발 및 번식 효율 개선 계획 교배
- 다. 발정동기화 프로그램을 접목한 수태율 개선 프로그램 매뉴얼 개발 및 보급화
- 라. 초음파 육질 진단을 이용한 번식 가임암소 수태율 개선

### 5. SNP 이용 유전체 선발 결과에 따른 계획 교배

- 가. SNP 이용 유전체 선발 결과에 따른 우수 암소 핵군 선발 및 교배
- 나. 도체형질 유전체 육종가 추정 및 농가별 배포
- 다. 실용축 종모우 선발

### 6. 농가 지원 방안

- 가. 실용축 F1, F2 생산을 위한 실증연구 농가 지원 사업
- 나. 내륙 흑우 수정란 도입 활용한 시험연구(도 추진사업)

# 1. 실용축 생산 환경 구축

## 가. 제주흑우의 모색 분류와 분포현황

- 제주흑우에서 나타나는 모색 패턴을 관찰한 결과 ‘1.순수 흑색, 2.흑색, 3.흑황, 4.황갈, 5.황토색, 6.흑갈색, 7.녹회색, 8.농회색, 9.머즐밴드, 10.호반, 11.황색, 12.흰반점.’ 의 12가지로 분류할 수 있었으며 그 패턴은 아래 그림과 같음.
- 제주흑우 원종 692두와 실용축 868두, 총 1560두의 제주흑우를 모색 패턴 12가지로 나누어 다음과 같은 결과를 얻었음.; 1-4.순수 흑색, 흑색, 흑황, 황갈색 모색을 갖는 흑우의 분포가 원종과 실용축 모두에서 70%이상을 차지하였으며(원종; 79.9%, 실용축; 71.4%) 이들 4가지 모색 중에서 2.흑색의 모색을 갖는 비율이 가장 높았음(원종; 44.5%, 실용축; 52.9%). 다른 모색 패턴들은 원종과 실용축에서 유사한 비율을 나타내었지만 1.순수흑색의 경우 원종에서는 19.1%로 나타났지만 실용축에서는 2.6%로 실용축에 비해 원종에서 매우 높게 나타나는 것이 확인됨.



그림. 제주흑우에서 나타나는 모색패턴

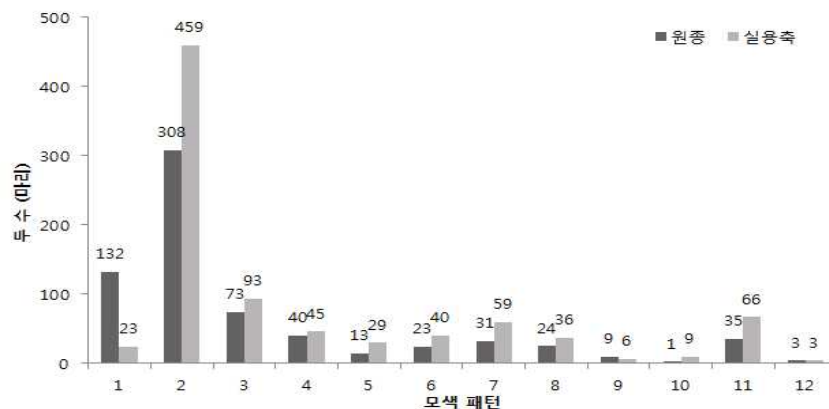


그림. 모색 패턴 별 제주흑우 분포 현황

나. 제주흑우 질병예방프로그램 개발 및 보급

- 1년차에 개발한 질병 예방 프로그램은 그림과 같음. 제주흑우 신생자우의 질병 예방을 위해 동물위생시험소와의 협조를 통하여 분만예정일 4주 전부터 분만 이후 약 80일까지의 백신 프로그램 매뉴얼 설정을 완료하였음.
- 송아지에 설사병을 유도하는 대장균, 로타바이러스 및 코로나바이러스에 대한 예방을 위하여 분만 4주 전 1차와 2주 전 2차로 2차례 백신접종을 실시함. 신생자우의 기관지 폐렴 혹은 파스튜텔라성 폐렴 예방을 위해 분만 후 10주까지의 신생자우를 대상으로 백신 및 항생주사 처치함. 콕시듐 예방을 위하여 바이록스를 포유 15-20일, 30-40일 경 2차례 실시하며, 탈수증세 방지 및 미네랄 급여를 위한 몰라릭스 투여를 동반함.



그림. 제주흑우 신생자우 질병 예방관리 및 백신프로그램 매뉴얼

- 이러한 백신 프로그램을 제주흑우 농가에 자료를 보급하고 주요한 농가를 주기적으로 모니터링함. 한림읍의 ○○목장과 애월읍의 ○○○목장은 위의 프로그램을 따라 사육하였을 때, 설사 예방의 효과를 확인함.
- 또한, 설사로 인한 탈수 증상을 보이는 개체가 있는 장○○, 박○○, 정○○, 이○○, 강○○ 농가에게는 송아지 설사 관련 예방 및 치료 차원으로 면역 증강 및 에너지 공급을 차원으로 프로그램을 도입하였을 때 효과를 확인함.

다. 제주도 맞춤형 전주기 사육 관리 프로그램 이용 비육 체계 확립

- 본 연구사업 1차년도부터 5차년도까지 사육 단계에 필요한 프로그램을 개발하여 각각의 프로그램을 사업 참여 농가에게 보급하여 확인된 프로그램임.
- 개발된 제주흑우 생산 환경, 번식 효율 및 수태율 개선 프로그램들 이용하여 농가 지원

사업 참여 농가에 적용하여 송아지사육부터 질병 예방 프로그램 적용, 발정발현시 자궁경관 점액 내 선홍색 출혈, pH 8.0 ~ 8.5 경우 수태율 확인, 분만 후 무발정소의 발정동기화를 통한 발정 관리하여 인공수정 실시하여 성공률 90% 확인함.

□ **프로토콜 1: 제주흑우 생산 환경 구축**

□ **내용 : 질병 예방 프로그램 보급 및 농가 컨설팅**

- ✓ 사례 1: 한림 ○○목장과 애월 ○○○목장, 설사 예방 확인
- ✓ 사례 2: 장○○, 박○○, 정○○, 이○○, 강○○ 농가 설사 예방 및 치료로 면역 증강 및 에너지 공급 효과 확인



□ **프로토콜 2 : 번식 효율 개선 계획 교배 완료**

□ **내용 : 발정발현시 자궁경관 점액 내 선홍색 출혈, pH 8.0 ~ 8.5 경우, 98.2% 수태율 확인**

- ✓ 조사두수 : 550두, 발정발현 점액 채취두수 213두
- ✓ 참여농가 : 서귀포시 및 제주시 소재 농가 11곳 대상
- ✓ 비교군 : 자궁경관 점액 4가지 유형, pH별

❖ **수태율 비교**  
 -평균 45%  
 -중모우별 37~54%

□ **프로토콜 3 : 발정동기화 프로그램을 접목한 수태율 개선 프로그램 매뉴얼 개발 및 보급화**

□ **내용 : 분만 후 무발정소의 발정동기화를 통한 발정 관리 후 인공수정 90% 성공**

- ✓ 분만 후 무발정소의 발정관리 프로그램  
 발정 유도제 투여 3일까지 관찰 → 자궁경관 마사지 → 점액 유출 유출  
 → 1~2차 인공수정 실시 → 비타민 A와 베타 케로틴 투여로 추가 관리

그림. 제주도 맞춤형 전주기 사육 관리 프로그램

2. 수정란 생산 기술 개발

가. 제주흑우 체외수정란 생산 기술 확립

표. 제주흑우 동결정액의 용해 직후 활력과 생존력

Sperm	% of Viability	% of Motility
A	56.7 ± 1.2	65.6 ± 2.7
B	53.1 ± 2.5	64.4 ± 4.2
C	57.5 ± 3.0	65.0 ± 3.1
D	50.0 ± 0.0	50.0 ± 0.0
E	50.0 ± 0.0	50.0 ± 0.0
F	52.5 ± 1.4	53.8 ± 1.3
G	56.3 ± 3.8	63.8 ± 4.7
H	55.0 ± 0.0	70.0 ± 0.0

○ 동결되어 액체질소에 보관 중인 제주흑우 정액을 상온에서 20초, 38℃의 물에서 30초간 두어 용해시킴. 10ul의 용해된 정액을 슬라이드 글라스에 loading하여 정자현미경을

통해 정자의 활력 및 생존력을 육안으로 판별함. 8종의 제주흑우 정액의 활력과 생존력을 확인한 결과는 다음과 같으며 A, C, H의 정액의 생존력 또는 활력이 뛰어난 것으로 관찰됨.

- 용해된 제주흑우 정액을 CTC 염색을 통하여 수정능을 획득하고 침체반응이 일어난 경우(F pattern), 수정능 획득은 일어났으나 침체반응이 일어나지 않은 경우(B pattern), 침체반응이 일어난 경우(AR pattern) 정자로 분류하였음. 3종의 제주흑우 정액을 대상으로 실험을 실시한 결과 정액 A에서 F pattern이 가장 높게 나타났고, AR pattern이 가장 낮게 나타남. 정자의 활력과 생존력, 수정능 획득 결과를 모두 종합해 본 결과, 정액 A, B, C중에서 A정액이 가장 좋은 것으로 평가됨.

Sperm	F pattern	B pattern	AR pattern
A	46.08	32.93	20.99
B	32.28	38.16	29.56
C	13.90	21.53	64.57



그림. 제주흑우 동결 정액의 수정능 획득률

- 도축된 암소의 난소를 실험실로 운반 후 난포에서 난포액을 회수하고 회수된 난포액에서 난구세포가 고르게 부착되어있고 세포질이 균일한 난자만을 선별하여 체외성숙용 배양액에서 20시간동안 체외 성숙시킴. 체외성숙된 난자는 체외수정용 배양액 소적으로 옮긴 후, 동결보존된 제주흑우 정액을 용해시킴. 20% Triladyl과 percoll 처리를 통해 양질의 정자만 회수한 뒤  $1 \times 10^6$ /ml의 농도로 난자가 있는 체외수정용 배양액 소적에 첨가함. 정자의 운동성을 높이기 위해 Heparin과 P.H.E를 2ul씩 첨가한 후 40~42시간동안 세포배양기에서 수정을 유도함. 수정 후 2일째, 4일째, 8일째에 관찰하여 난할률과 상실배 및 배반포 발달률을 측정함. 형성된 배반포를 이용하여 배반포당 세포수를 측정함.

표. 제주흑우 종모우의 정액을 이용한 체외 수정란 생산 현황

Sperm	IVF	Day 2	Day 4	Day 8	Total cell no.
A	402	265(66.0±3.3)	123(46.0±4.7)	52(18.3±5.0)	112±23
B	287	212(73.9±2.3)	86(51.7±1.9)	47(22.2±1.4)	104±12
C	281	214(76.4±3.0)	108(64.2±7.0)	74(34.8±4.7)	122±11
D	47	37(78.7±0.0)	23(62.2±0.0)	8(21.6±0.0)	121±9.6
E	102	45(44.1±0.0)	33(73.3±0.0)	6(13.3±0.0)	132±18.3

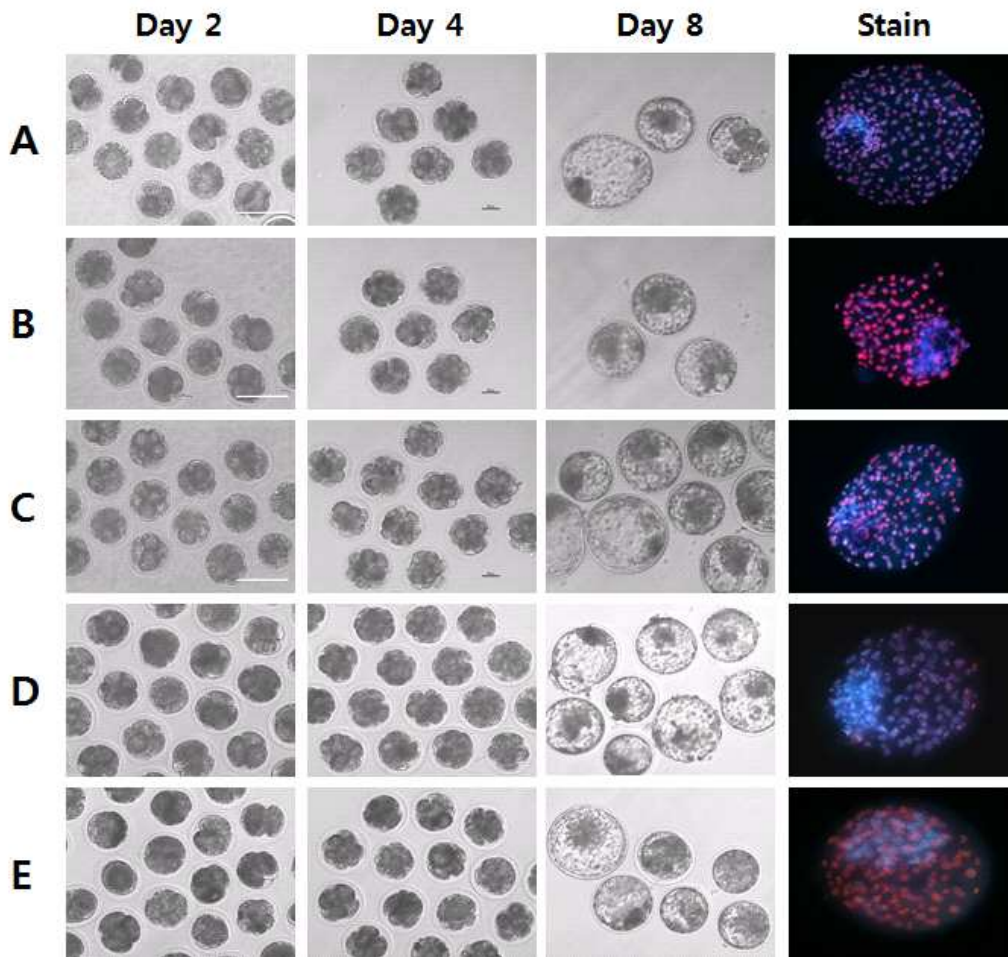


그림. 제주흑우 정액으로 체외수정된 수정란의 발달

#### 나. 체외수정란의 체외 발달 효율 향상 기술 개발

##### (1) Allicin을 처리한 체외성숙 난자의 발달을 향상

- 제주도 내 제주흑우를 비롯한 암소 도축 물량의 부족현상으로 인하여, 소 난자를 이용한 연구에 어려움이 있음. 이에 따라 그 선행연구로서 돼지 난자를 이용하여 배아의 체외 생산 효율증대를 위한 기술 개발을 실시함.
- 도축된 암태지의 난소를 실험실로 운반 후 주사기를 이용하여 난포에서 난포액을 회수하고 회수된 난포액에서 난구세포가 고르게 부착되어있고 세포질이 균일한 난자만을 선별함. 이후 Allicin이 0, 0.01, 0.1, 1, 10 및 100  $\mu$ M의 농도로 첨가된 체외성숙용 배양액에서 44시간동안 체외 성숙시킴. 성숙된 난자는 난구세포를 제거한 후 단위발생을 유도하거나 세포질 내 활성산소 발생량, 유전자 발현을 확인하는 데에 이용하였으며 단위발생 배아는 배반포기까지 배양한 후 배아의 품질을 평가함.
- Allicin이 첨가된 체외성숙용 배양액에서 성숙이 유도된 난자를, 발달 단계인 GVBD(26h), M I (32h) 및 M II (44h) 시점에 회수하고 난구세포를 제거한 후 DCHFDA를 처리하여 세포질 내 활성산소 발생량을 측정하였음. 측정 결과 GV부터 M II 단계에서 활성산소 수준은 대조군과 비교했을 때 유의적인 차이를 나타내지 않으며 M II 시기까지 비슷한 양상을 보였음.

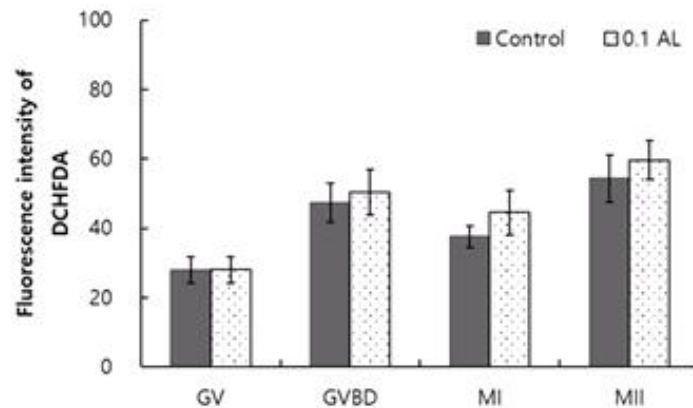
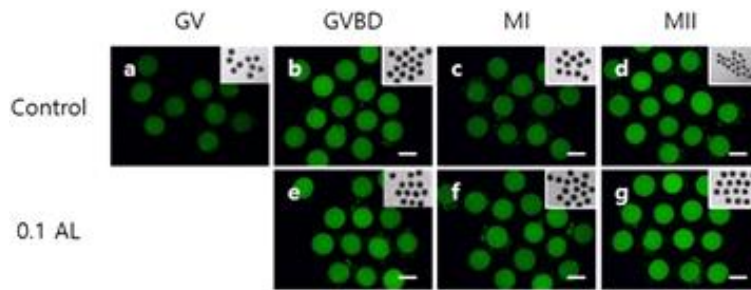


그림. Allicin 처리 유무에 따른 난자 발달 단계 시기 별 활성산소 발생량

○ Allicin이 첨가된 체외성숙용 배양액에서 44h 동안 성숙이 유도된 난자를 회수하고 난구 세포를 제거한 후  $Ca^{2+}$ 를 처리하여 단위발생을 유도하고 체외배양 2일차의 난할률과 7일차 배반포 형성률을 확인함. 또한, TUNEL assay 분석을 통해 형성된 배반포당 총 세포 수와 세포사멸 비율을 측정함. 측정 결과, 난할률과 배반포 형성률 모두 Allicin 처리군에서 유의적으로 높게 나타남. 배반포당 총 세포 수는 Allicin 처리군과 대조군에서 차이가 없었으나 세포사멸 비율은 Allicin 처리군에서 감소하는 양상을 보임.

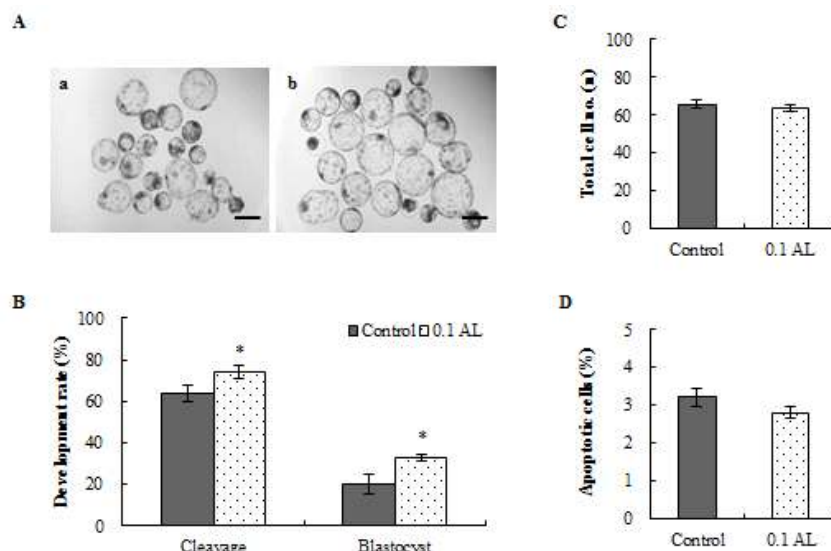


그림. Allicin 처리에 따른 배아발달률과 형성된 배아의 질적 평가

(2) Allicin의 처리를 통한 난자의 노화 방지 및 이를 활용한 체외생산배아 발달 기술

- 미성숙 상태의 돼지 난자를 체외성숙용 배양액에서 44시간 (대조군, control) 동안 배양하고 24 시간 동안 추가로 배양하여 난자의 노화를 유도하였음. 이 때, 각 배양액에 다양한 농도의 allicin을 첨가하여 allicin의 노화방지 효과를 확인하기 위하여 실험을 진행함. 첨가한 알리신의 농도는 0.1, 1, 10, 100  $\mu\text{M}$ 이며 allicin이 첨가하지 않고 68 시간 동안 배양한 음성대조군을 포함하였음.
- 난자의 노화가 진행되는 과정 중 Allicin의 처리가 난자의 생존과 핵성숙에 미치는 영향을 알아보기 위하여 체외성숙 및 노화가 진행된 난자의 생존율과 극체방출률을 조사한 결과, 1 $\mu\text{M}$  allicin 처리군에서 생존율과 극체방출률이 allicin을 처리하지 않은 그룹에 비하여 유의적으로 높았고 정상적인 체외성숙과정을 거친 대조군과 유사하였음. 다른 allicin 처리군에서는 대조군과 유의적인 차이가 없었으나 노화된 그룹과 비교하였을 때 도 유의적인 차이가 없었음.

표. 돼지 난자의 노화 시기에 처리한 allicin이 난자의 생존율과 극체 방출률에 미치는 영향

Group	Rate of	
	Oocyte survival (%)	PB extrusion (%)
Control	92.2 $\pm$ 2.3 <sup>b</sup>	63.4 $\pm$ 1.1 <sup>b</sup>
0 AL	83.3 $\pm$ 4.0 <sup>a</sup>	53.5 $\pm$ 4.4 <sup>a</sup>
0.1 AL	91.2 $\pm$ 3.3 <sup>ab</sup>	56.9 $\pm$ 5.3 <sup>ab</sup>
1 AL	95.4 $\pm$ 1.0 <sup>b</sup>	65.9 $\pm$ 3.0 <sup>b</sup>
10 AL	91.6 $\pm$ 2.5 <sup>ab</sup>	59.5 $\pm$ 6.3 <sup>ab</sup>
100 AL	90.5 $\pm$ 2.9 <sup>ab</sup>	57.7 $\pm$ 4.3 <sup>ab</sup>

- 난자의 노화기간 중 Allicin 처리가 방추사 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 방추사를 염색한 후 형광현미경을 이용하여 분석한 결과, allicin의 처리가 정상적인 난자의 핵과 세포골격 형태를 보이는 난자의 비율이 1 $\mu\text{M}$  allicin 처리군에서 allicin을 처리하지 않은 그룹에 비하여 유의적으로 높았고 정상적인 체외성숙과정을 거친 대조군과 유사하였음. 또한 비정상적인 난자는 allicin을 처리하지 않은 그룹에서 가장 높았고 정상 체외성숙 난자와 allicin 처리군에서 유사하였음.



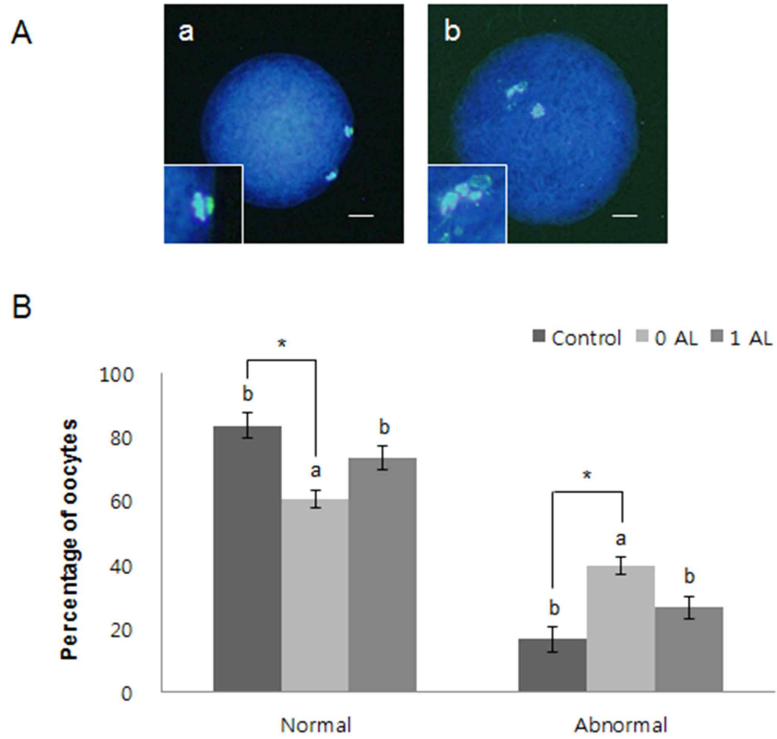


그림. 돼지 난자의 노화시기에 처리한 allicin이 난자 내 방추사 형성에 미치는 영향

- Allicin의 처리가 난자의 세포질 성숙 수준 유지에 미치는 영향을 조사하기 위하여 정상 성숙 난자와 노화기간 동안 allicin을 첨가한 난자, 첨가하지 않은 난자를 회수하여 관련 유전자의 발현 및 단백질의 활성을 조사하였음. 그 결과, 세포질 성숙과 관련된 유전자의 발현은 대체로 노화된 난자에서 정상 난자에 비하여 감소하나 allicin을 처리하는 경우 감소되지 않고 정상 난자와 유사한 수준으로 유지되는 것을 확인함. 또한 MAPK 단백질의 일종인 p44/42 단백질의 활성은 정상난자보다 노화된 난자에서 높았고 allicin을 처리한 경우 훨씬 더 높은 수준을 나타내었음.

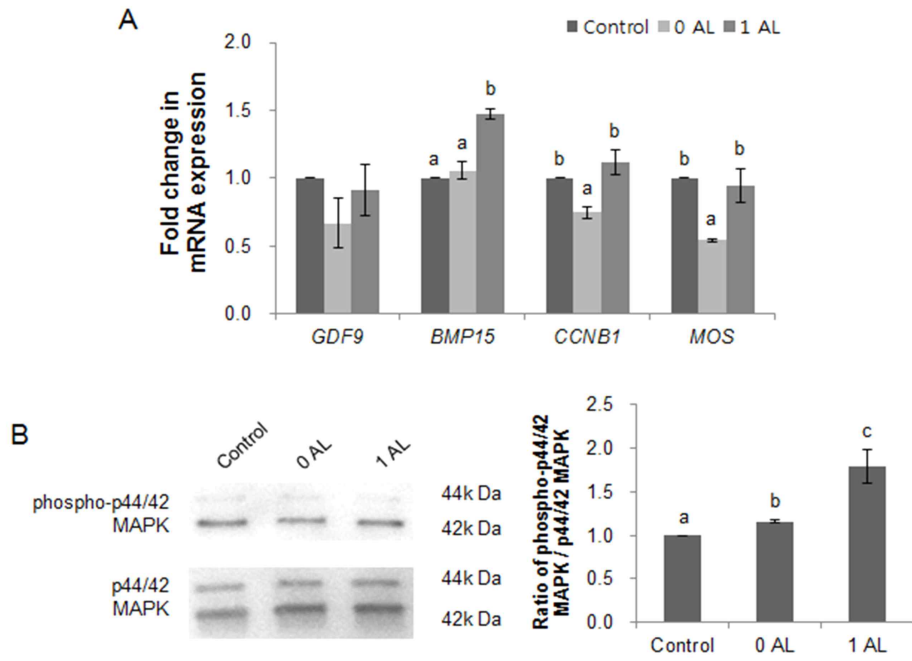


그림. 난자 노화 기간에 allicin의 처리에 따른 유전자 발현 및 단백질 활성 비교

○ Allicin의 세포 내 항노화 효과의 원인 중 하나로 알려진 산화스트레스에 allicin이 미치는 영향을 알아보기 위하여 정상 성숙 난자 및 allicin을 첨가 또는 미첨가하여 노화된 난자를 DCHFDA와 CellTracker™ Blue로 염색하여 형광현미경 하에서 관찰함. 관찰된 난자의 형광 값을 측정하여 세포질 내 ROS와 GSH 수준을 확인함. 또한 항산화 유전자인 SOD1과 SOD2 유전자의 발현을 조사한 결과, allicin을 처리하지 않은 그룹에서는 산화스트레스가 정상난자에 비하여 증가하는 것이 확인되었으나 이러한 차이는 allicin의 처리에 의해서도 극복되지 않았음. 그러므로 난자의 노화기간 동안 처리한 allicin의 항노화 효과는 항산화가 아닌 다른 기작으로 조절될 것이라 예상됨.

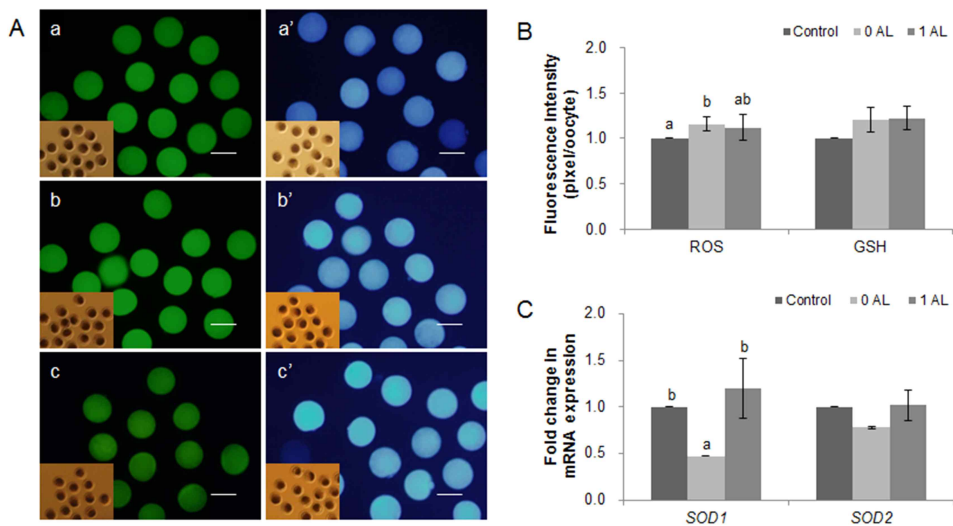


그림. 난자 노화 및 allicin의 처리에 따른 산화스트레스 수준 비교

○ 난자의 노화시기에 처리한 allicin의 항노화 효과의 기작을 분석하기 위하여 세포사멸 및 자가포식과 관련한 분석을 실시하였음. 세포사멸 및 항세포사멸 관련 유전자의 발현을 비교한 결과 다수의 유전자가 정상 난자와 노화난자 및 노화 시기에 allicin을 처리한 난자에서 유사하게 발현하였고 세포사멸과 자가포식 모두에 영향을 미칠 수 있다고 알려진 BCL2L1 유전자의 발현은 노화된 난자에서 감소하고 allicin의 처리로 유전자 발현 수준이 회복되는 것이 확인됨. 이에 따라 자가포식과 관련된 유전자의 발현 및 자가포식 개시 단백질인 LC3 단백질의 활성을 비교하였음. 그 결과, 정상난자와 비교하였을 때, 노화된 난자에서는 유전자 발현과 LC3의 활성이 감소하였으나 노화 시기에 allicin을 처리한 난자에서는 대부분의 유전자 발현이 정상 난자와 유사하게 회복되었고 LC3 단백질의 활성은 정상 난자보다 더 높았음.

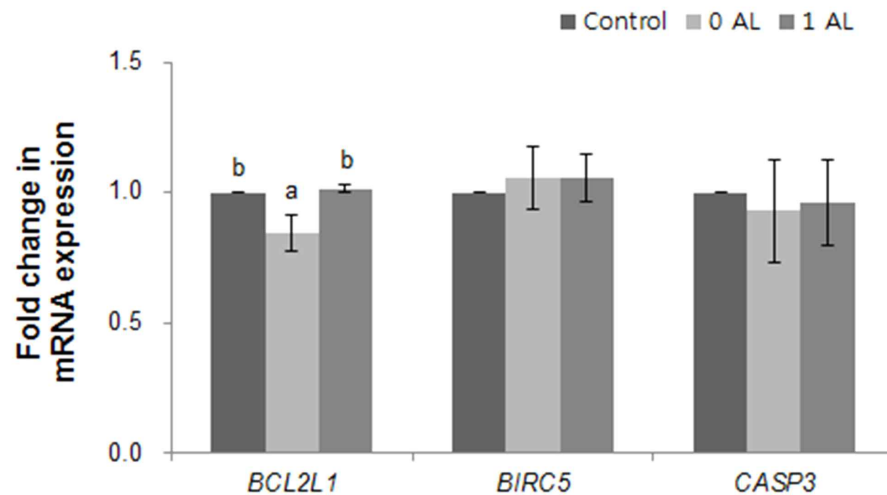


그림. 난자 노화 및 allicin의 처리에 따른 세포사멸 관련 유전자의 발현 비교

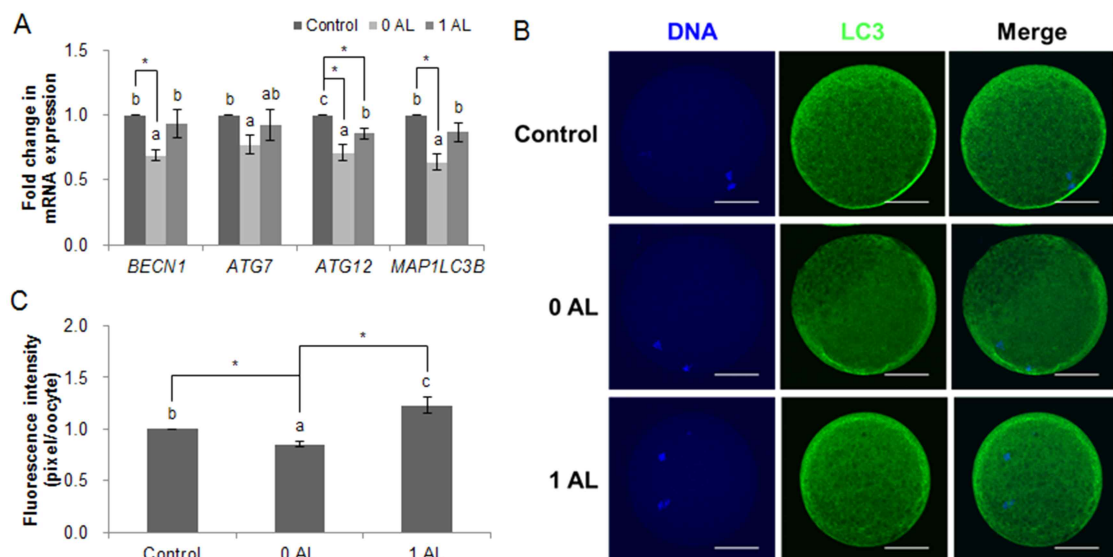


그림. 난자 노화 및 allicin의 처리에 따른 자가포식 관련 유전자 및 단백질의 활성 비교

- 난자의 노화시기 동안 처리한 allicin이 이 후의 배아 발달 능력과 그 질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 정상 난자, 노화난자 및 allicin을 처리한 노화난자를 이용한 단위발생란의 발달 효율 및 질적 평가를 실시함. 배아 형성 2일차 난할률, 배양 7일차 배반포기 배아 형성률을 통하여 발달효율을 평가하고 배반포 당 총 세포수와 세포사멸 비율을 통하여 질적평가를 한 결과 allicin 처리에 따른 유의적인 효과는 없는 것으로 나타남.

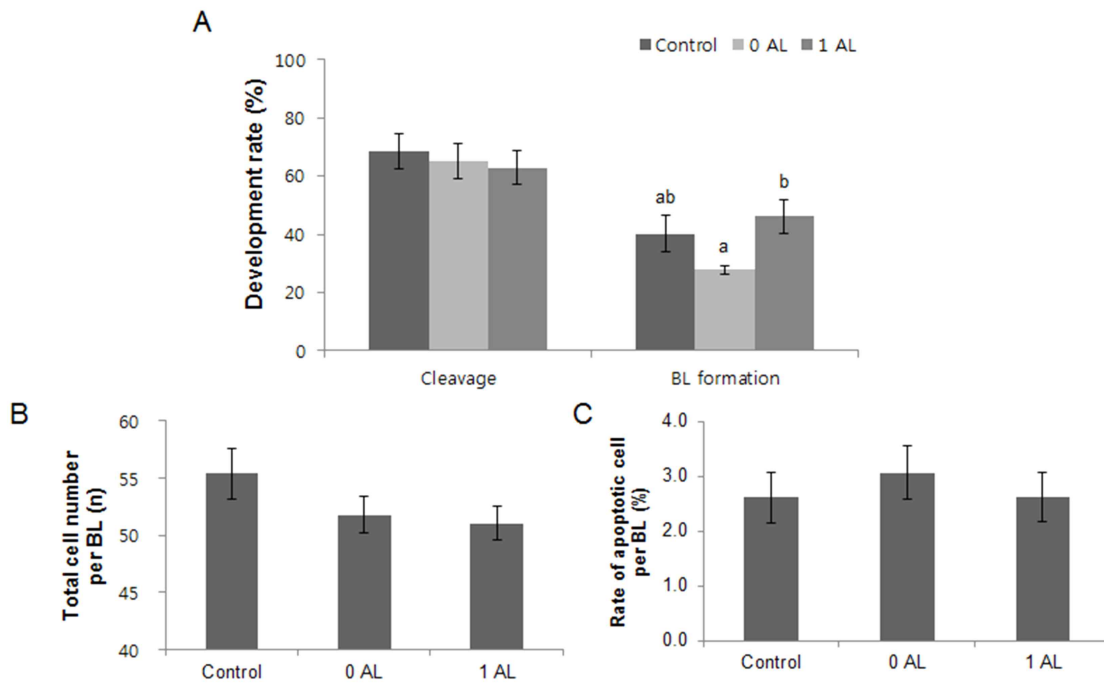


그림. Allicin 처리에 따른 단위발생란의 발달효율 및 질적 평가

- 난자의 노화시기 동안 처리한 allicin이 체세포핵이식 배아의 발달 능력과 그 질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 노화된 난자와 allicin을 처리한 난자에서 핵을 제거하고 체세포의 핵을 주입하여 체세포핵이식 배아를 생산함. 이들 배아를 이용하여 체세포의 핵과 난자 세포질의 융합률 및 배아 형성 2일차 난할률, 배양 7일차 배반포기 배아 형성률을 평가한 결과, 융합률 및 배아발달률에서는 유의적인 차이가 없었지만 allicin 처리군에서 증가하는 패턴을 보였음. 또한, 배반포 당 총 세포수와 세포사멸 비율을 통하여 질적평가를 한 결과, allicin 처리군에서 총 세포 수가 유의적으로 높았고, 세포사멸 비율은 유의적으로 감소하였음.

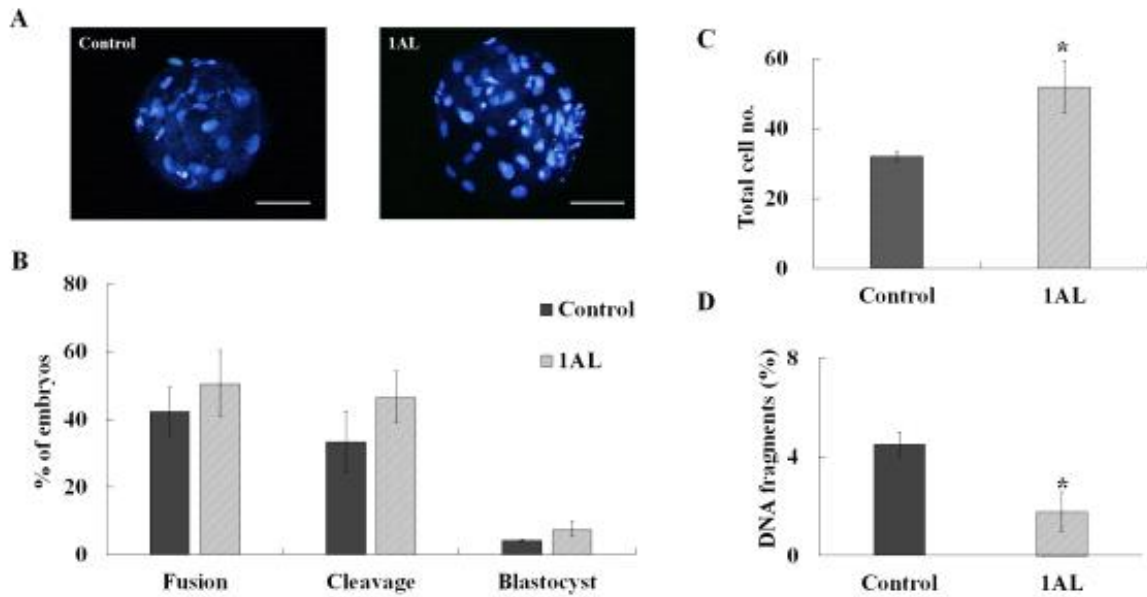


그림. Allicin 처리에 따른 체세포 핵이식배아의 발달효율 및 질적 평가

- 이러한 연구 결과는 난자의 체외 생산 효율을 높이기 위한 첨가 물질을 발굴하고, 연구 노력한 결과, 세포사멸을 억제하고 외부유래 스트레스로부터 보호 효과 갖는 물질인 알리신으로 체외 성숙의 효율을 높이고 최종적으로 배반포기 배아의 발달율을 증가 시킴으로서 노화된 난자를 활용하는 배아의 체외 생산 기술을 개발함.

(3) beta-cryptoxanthin을 이용한 난자의 성숙 효율 향상

- 활성산소종은 세포 내의 물질 대사로 발생하는 것으로 체외에서 성숙된 난자가 체내에서 성숙된 난자보다 많이 발생하여 배아의 발달률을 낮춘다고 알려져 있음. 본 실험에서는 항산화제의 일종인 beta-cryptoxanthin을 체외성숙용 배양액에 첨가하여 활성산소종의 농도를 낮춤으로써 배아의 체외생산 효율 증대 가능성을 조사하였음.
- beta-cryptoxanthin 처리군은 0.1, 1, 10, 100 $\mu$ M의 농도로 처리한 4개 군이며 대조군으로 용매인 dimethylsulfoxide만을 첨가한 그룹이 이용되었음. 체외 성숙 후 난자 세포질 내의 활성산소종 농도를 측정하였으며 단위발생을 유도한 후 배아 발달률과 배반포의 상태를 질적으로 평가하였음.
- beta-cryptoxanthin 처리가 난자의 핵성숙에 미치는 영향을 알아보기 위하여 체외성숙이 완료된 난자의 극체 방출률을 조사한 결과, 1 $\mu$ M beta-cryptoxanthin 처리군에서 극체 방출률이 유의적으로 높았음. 다른 처리군에서는 대조군과 비교하였을 때 유의적인 차이가 없었음.

표. beta-cryptoxanthin 농도에 따른 난자 성숙률

Groups	PB emission rate (%)
Control	50.1 ± 3.59 <sup>a</sup>
0.1 B	55.1 ± 4.37 <sup>ab</sup>
1 B	60.1 ± 4.03 <sup>b</sup>
10 B	50.7 ± 4.94 <sup>ab</sup>
100 B	46.5 ± 3.90 <sup>a</sup>

\*<sup>a</sup>p<0.05

○ beta-cryptoxanthin 처리가 난구세포의 확장과 난자의 세포질 성숙에 미치는 영향을 조사하기 위하여 관련 유전자의 발현 및 단백질의 활성을 조사한 결과, beta-cryptoxanthin 처리군에서 난구세포 확장과 난자의 세포질 성숙과 관련된 유전자의 발현이 유의적으로 증가하였으며 관련 단백질인 활성화된 p44/42 단백질의 수준도 높았음.

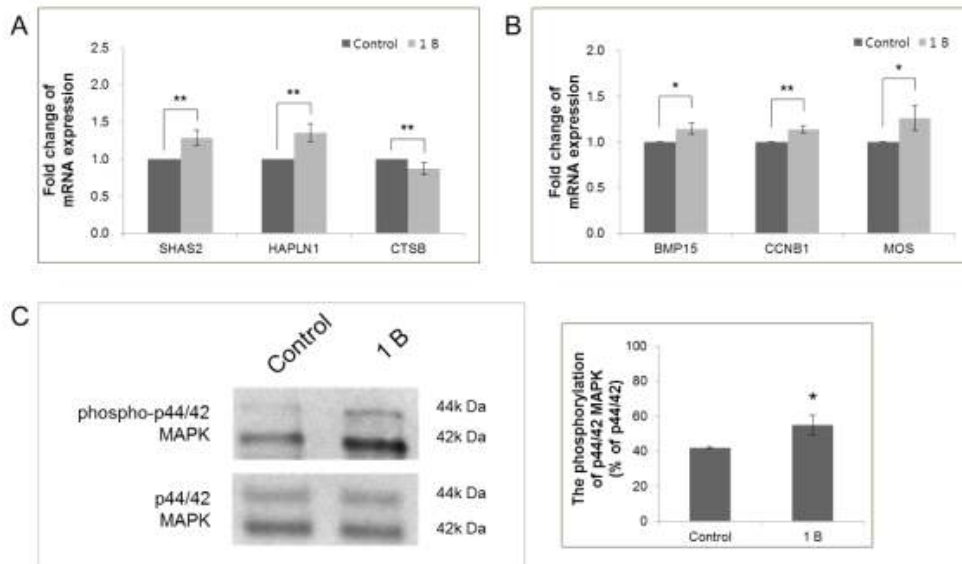


그림. beta-cryptoxanthin 처리에 따른 유전자 발현 및 단백질 활성 비교

○ beta-cryptoxanthin 처리에 따른 항산화 효과를 알아보기 위하여 체외성숙 시기 중 GV BD, MI, MII 시기에 난자를 DCHFDA와 CellTracker Blue로 염색하여 형광현미경 하에서 관찰함. 관찰된 난자의 형광 값을 측정하여 세포질 내 ROS와 GSH 수준을 확인함. 또한 항산화 유전자인 SOD1과 PRDX5 유전자의 발현을 조사한 결과, beta-cryptoxanthin을 첨가한 배양액에서 성숙된 난자에서 산화스트레스가 감소하는 것이 확인됨.

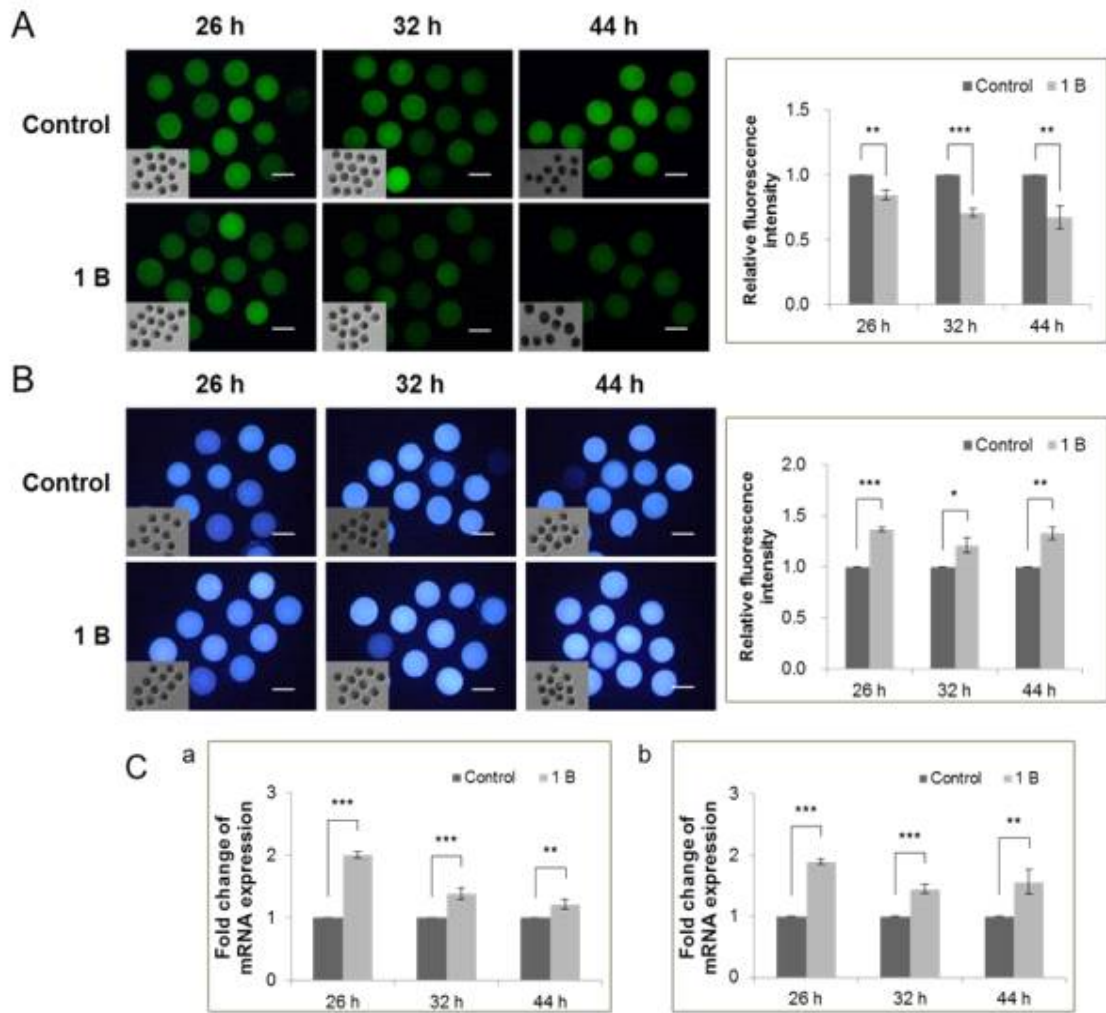


그림. 난자 성숙 중 1 $\mu$ M beta-cryptoxanthin 처리에 의한 항산화 효과

- 세포 내에서 레티노산으로 변형된다고 알려져있는 beta-cryptoxanthin을 난자의 체외성숙 과정 시 처리하였을 때, 난구세포-난자 복합체의 내부에서 역시 레티노산 활성을 나타내는 지 확인하기 위하여 각 성숙 시기에서 레티노산 수용체의 발현을 조사하였음. 그 결과 난구세포에서는 모든 성숙 시기(GVBD, MI, MII)에서 beta-cryptoxanthin 처리군이 대조군에 비해 유의적으로 증가하였고 난자에서는 GVBD시기의 RARG 유전자를 제외한 대부분의 시기에서 그 발현이 유의적으로 증가하였음.

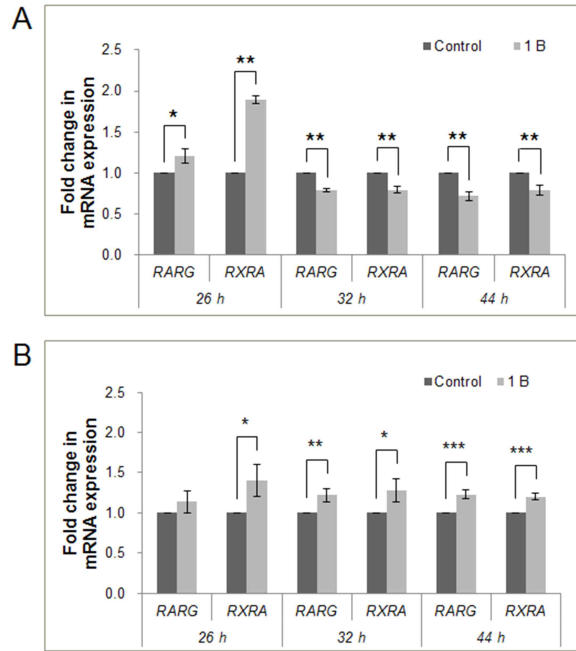


그림. 난자의 체외성숙 중 1 $\mu$ M beta-cryptoxanthin 처리가 난구세포와 난자 내의 레티노산수용체 유전자의 발현에 미치는 영향

○ 성숙과정 중 beta-cryptoxanthin의 처리의 효과가 배아 발달에도 효과가 있는지 알아보기 위하여 난할률, 배반포기 배아 도달률을 측정하고 배반포 당 할구 수 및 관련유전자 발현을 확인하여 질적 평가를 조사한 결과, 난할률에는 차이가 없었으나, 배반포기 배아 형성률, 배반포 당 세포수는 유의적으로 증가하였음. 또한, 다분화능 표지 유전자 및 항산화 유전자의 발현이 증가하는 것이 확인됨.

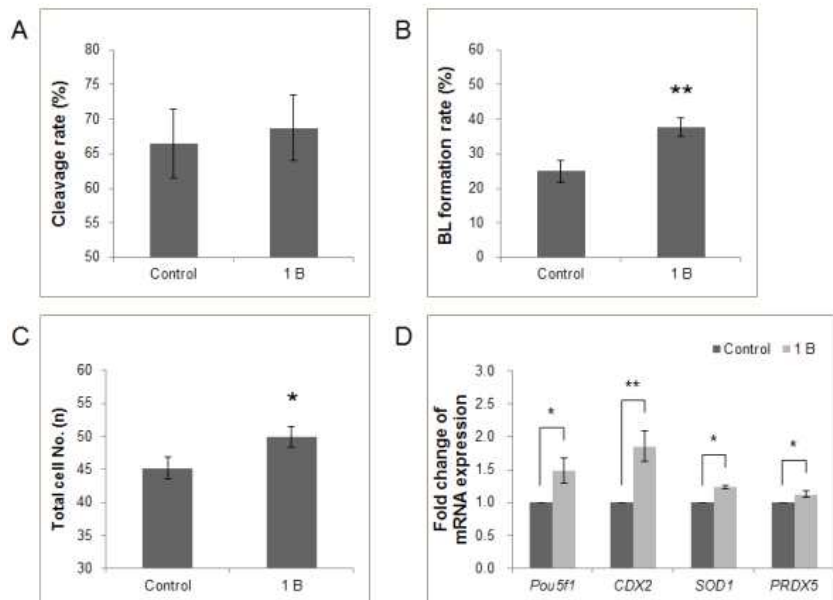


그림. beta-cryptoxanthin 처리에 따른 배아발달률과 질적 수준 평가



- 적절한 농도의 beta-cryptoxanthin 처리를 통한 난자 성숙과정 중 산화스트레스의 감소는 체외수정란 생산 효율을 증가시켜 효과적인 체외 생산 시스템을 구축하는데 이바지할 것으로 사료됨.

(4) Hesperetin의 처리를 통한 난자의 노화 방지 및 이를 활용한 체외생산배아 발달 기술

- 미성숙 상태의 돼지 난자를 체외성숙용 배양액에서 44시간 (대조군, control) 동안 배양하고 24 시간 동안 추가로 배양하여 난자의 노화를 유도하였음. 이 때, 각 배양액에 다양한 농도의 hesperetin을 첨가하여 hesperetin의 노화방지 효과를 확인하기 위하여 실험을 진행함. 첨가한 hesperetin의 농도는 1, 10, 100, 250  $\mu\text{M}$ 이며 hesperetin을 첨가하지 않고 68 시간 동안 배양한 음성대조군을 포함하였음.
- 난자의 노화가 진행되는 과정 중 hesperetin의 처리가 난자의 산화적 스트레스에 미치는 영향을 알아보기 위하여 체외성숙 및 노화가 진행된 난자의 생존율과 발달률을 조사한 결과, 100 $\mu\text{M}$  hesperetin 처리군에서 생존율과 발달률이 hesperetin을 처리하지 않은 그룹에 비하여 유의적으로 높았고 정상적인 체외성숙과정을 거친 대조군과 유사하였음. 다른 hesperetin 처리군에서는 대조군과 유의적인 차이가 있으나 노화된 그룹과 비교하였을 때도 유의적인 차이가 없었음.

표. 돼지 난자의 노화 시기에 처리한 hesperetin이 난자의 생존율과 발달률에 미치는 영향

Treatment group	Hesperetin concentration ( $\mu\text{M}$ )	No. of germinal vesicle oocytes	No. (%) of		
			Surviving oocytes	Cleaved oocytes on day 2	Blastocysts on day 7
Control	0	300	275 (91.7 $\pm$ 0.7)	160 (58.2 $\pm$ 1.8) <sup>b</sup>	61 (38.1 $\pm$ 0.8) <sup>b</sup>
Aging	0	300	246 (82.0 $\pm$ 2.8)	99 (40.2 $\pm$ 0.8) <sup>a</sup>	23 (23.2 $\pm$ 0.8) <sup>a</sup>
H-1	1	300	248 (82.7 $\pm$ 1.0)	137 (55.2 $\pm$ 1.2) <sup>b</sup>	27 (19.7 $\pm$ 1.3) <sup>a</sup>
H-10	10	300	264 (88.0 $\pm$ 1.3)	116 (43.9 $\pm$ 0.7) <sup>a</sup>	31 (26.7 $\pm$ 0.6) <sup>a</sup>
H-100	100	300	265 (88.3 $\pm$ 1.1)	145 (54.7 $\pm$ 1.2) <sup>b</sup>	55 (37.9 $\pm$ 1.1) <sup>b</sup>
H-250	250	300	262 (87.3 $\pm$ 1.0)	114 (43.5 $\pm$ 1.0) <sup>a</sup>	21 (18.4 $\pm$ 1.6) <sup>a</sup>

- Hesperetin의 세포 내 노화 효과의 원인 중 하나로 알려진 산화스트레스에 hesperetin이 미치는 영향을 알아보기 위하여 정상 성숙 난자 및 hesperetin을 첨가 또는 미첨가하여 노화된 난자를 DCHFDA와 CellTracker<sup>TM</sup> Blue로 염색하여 형광현미경 하에서 관찰함. 관찰된 난자의 형광 값을 측정하여 세포질 내 ROS와 GSH 수준을 확인함. 또한 항산화 유전자인 SOD1, SOD2, PRDX5,와 NFE2L3 유전자의 발현을 조사한 결과, GSH 수준은 대조군과 hesperetin을 첨가하지 않은 난자와 비슷 하였으나 hesperetin을 첨가한 난자에서는 높아지는 것을 확인함. ROS 수준은 hesperetin을 처리하지 않은 난자에서는 산화스트레스가 정상난자에 비하여 증가하는 것이 확인되었으나 hesperetin을 처리하지 않은 난자 보다는 낮아지는 것을 확인함. Hesperetin을 처리하지 않은 난자의 유전자 발현은 대조군과 hesperetin을 처리한 난자보다 낮게 발현되고 hesperetin을 처리한 난자는 대조군과 비슷한 발현 정도를 보여줌.

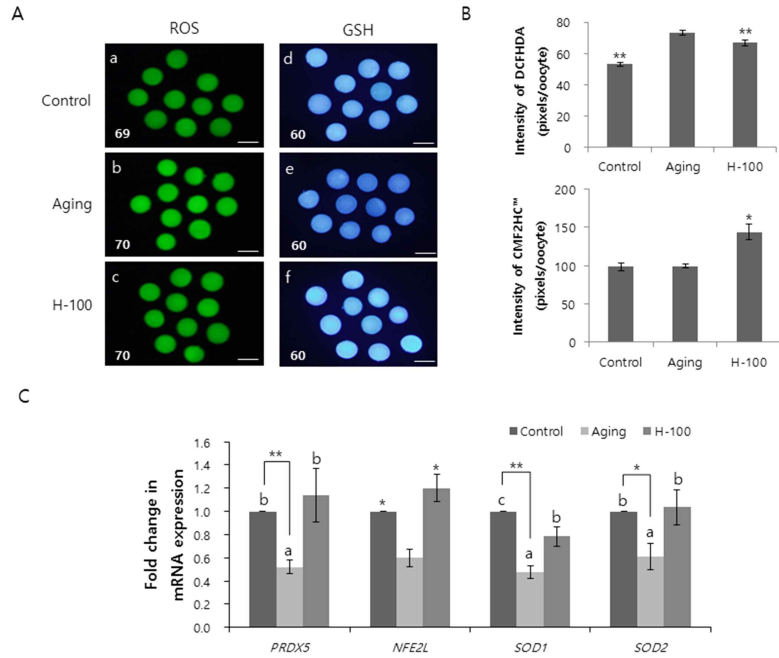


그림. 난자의 노화시기에 처리한 hesperetin 처리에 따른 산화스트레스 수준 비교

○ 난자의 노화기간 중 hesperetin 처리가 방추사 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 방추사를 염색한 후 형광현미경을 이용하여 분석한 결과, hesperetin의 처리가 정상적인 난자의 핵과 세포골격 형태를 보이는 난자의 비율이 100 $\mu$ M hesperetin 처리군에서 hesperetin을 처리하지 않은 그룹에 비하여 유의적으로 높았고 정상적인 체외성숙과정을 거친 대조군과 유사하였음. 또한 비정상적인 난자는 hesperetin을 처리하지 않은 그룹에서 가장 높았고 정상 체외성숙 난자와 hesperetin 처리군에서 유사하였음.

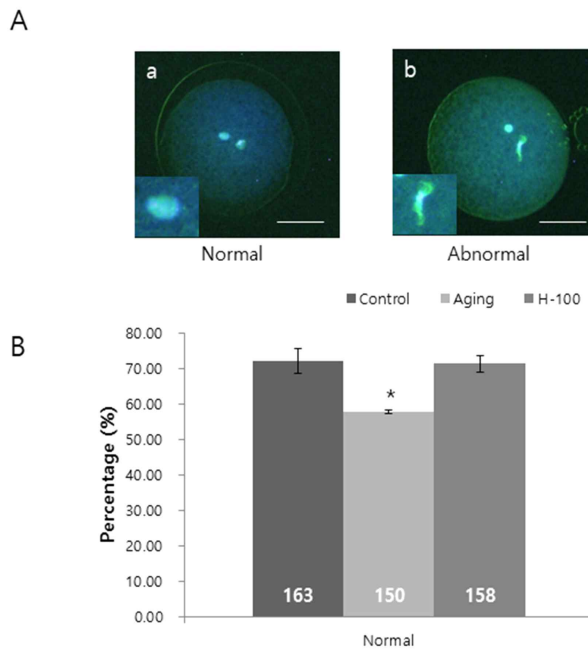


그림. 난자의 노화시기에 처리한 hesperetin이 난자 내 방추사 형성에 미치는 영향

- Hesperetin의 처리가 난자의 세포질 성숙 수준 유지에 미치는 영향을 조사하기 위하여 정상 성숙 난자와 노화기간 동안 hesperetin을 첨가한 난자, 첨가하지 않은 난자를 회수하여 관련 유전자의 발현 및 단백질의 활성을 조사하였음. 그 결과, 세포질 성숙과 관련된 유전자의 발현은 hesperetin이 처리되지 않은 노화된 난자에서 정상 난자에 비하여 감소하나 hesperetin을 처리하는 경우 감소되지 않고 정상 난자와 유사한 수준으로 유지되는 것을 확인함. 또한 MAPK 단백질의 일종인 p44/42 단백질의 활성은 정상 난자보다 노화된 난자에서 낮았고 hesperetin을 처리한 경우 정상 난자와 비슷한 수준을 나타내었음.

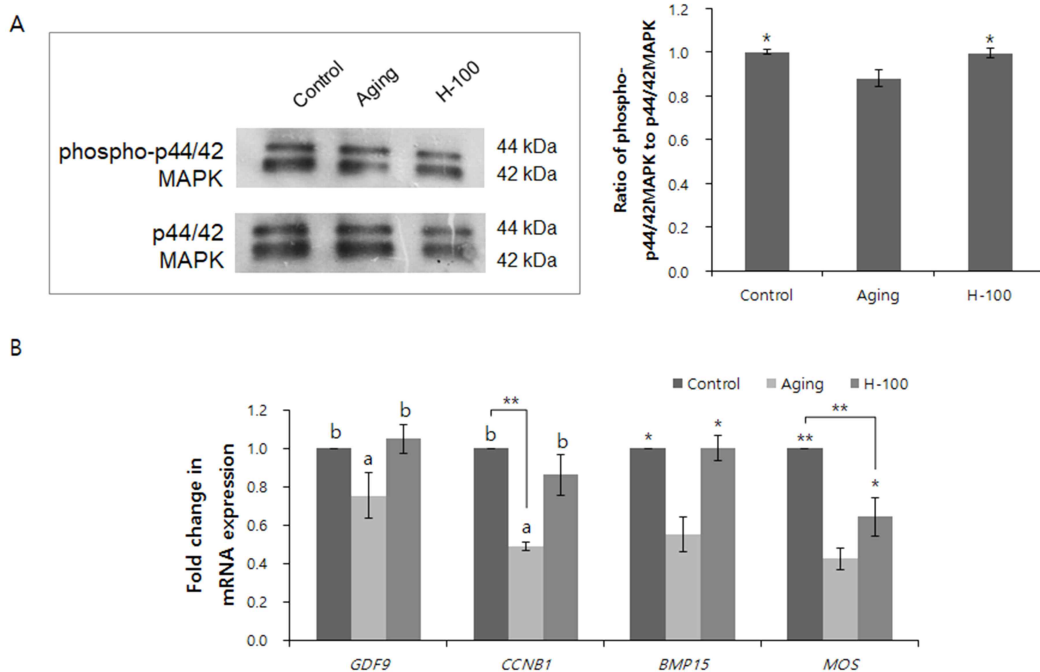


그림. 난자 노화 기간에 hesperetin의 처리에 따른 유전자 발현 및 단백질 활성 비교

- Hesperetin이 estrogen receptor를 통하여 세포내로 들어가는지 확인하기 위해 estrogen receptor 유전자 ESR1과 ESR2를 확인함. 그 결과, hesperetin을 첨가하지 않은 노화 난자에서 유전자의 발현이 감소하지만 hesperetin을 처리한 노화 난자에서는 정상 난자보다는 발현이 감소하지만 hesperetin을 처리하지 않은 노화 난자보다는 발현이 증가함. 이러한 양상은 앞의 결과들과 같은 양상을 보여주기 때문에 hesperetin은 estrogen receptor를 통해 세포내로 들어간다는 것을 보여줌.

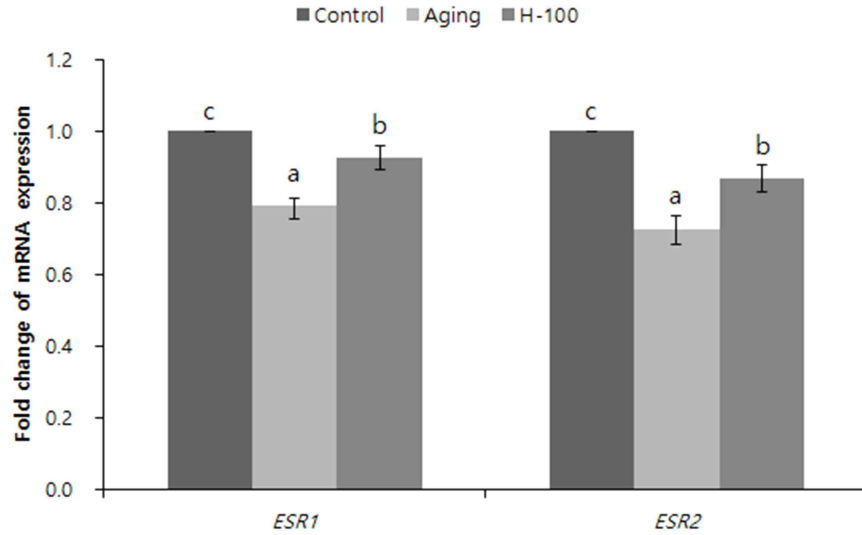


그림. 노화 기간에 hesperetin의 처리에 따른 estrogen receptor 유전자 발현 비교

○ 난자의 노화시기 동안 처리한 hesperetin이 배아의 발달 능력과 그 질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 정상난자와 hesperetin을 첨가하지 않은 노화된 난자와 hesperetin을 첨가한 노화된 난자를 염색하여 조사함. 그 결과, hesperetin이 첨가되지 않은 노화 난자에서 정상난자에 비해 total cell number가 유의하게 낮아지는 것을 확인할 수 있고 hesperetin을 처리한 노화 난자에서는 hesperetin을 처리하지 않은 난자에 비해 높고 정상난자와 큰 차이가 나지 않는 것을 확인함. 세포사멸을 확인하는 apoptosis의 비율을 확인해 본 결과 hesperetin을 처리하지 않은 노화 난자에서 유의미하게 높아지고 정상난자와 hesperetin을 처리한 난자에서는 큰 차이가 없는 것을 확인함.

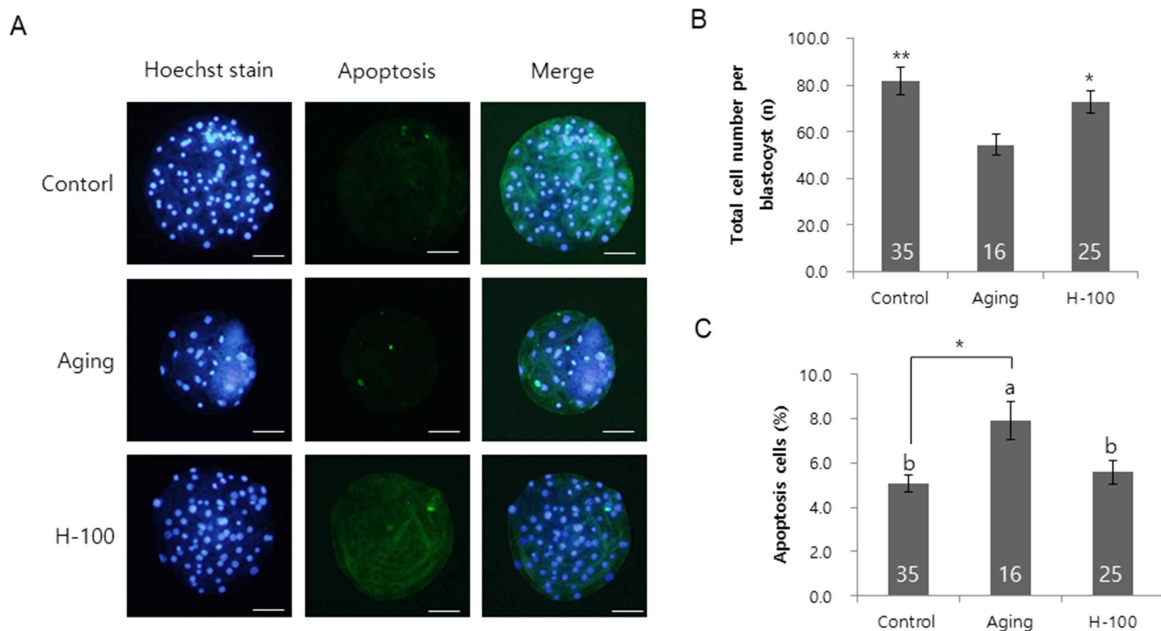


그림. 노화 기간에 hesperetin의 처리에 따른 배아 발달에 미치는 영향

- 결론적으로, 난자의 생산 효율 증가 및 노화 억제를 위한 첨가 물질을 발굴하고, 연구 노력한 결과, hesperetin은 세포사멸, 산화스트레스로부터 난자를 보호하는 물질로 난자의 노화에 의한 배반포기 배아 발달률의 저하를 감소시킴으로서 노화된 난자를 활용하는 배아의 체외 생산 기술을 개발함.

(5) Icaritin (ICA)의 처리를 통한 난자의 노화 방지 및 이를 활용한 체외생산배아 발달 기술

- 미성숙 상태의 돼지 난자를 체외성숙용 배양액에서 44시간 (대조군, control) 동안 배양하고 24시간 동안 추가로 배양하여 난자의 노화를 유도하였음. 이 때, 각 배양액에 다양한 농도의 ICA를 첨가하여 ICA의 노화방지 효과를 확인하기 위하여 실험을 진행함. 첨가한 ICA의 농도는 5, 50, 500  $\mu\text{M}$ 이며 ICA를 첨가하지 않고 68 시간 동안 배양한 음성대조군을 포함하였음.
- 난자의 노화가 진행되는 과정 중 ICA의 처리가 난자의 산화적 스트레스에 미치는 영향을 알아보기 위하여 체외성숙 및 노화가 진행된 난자의 생존율과 발달률을 조사한 결과, 5 $\mu\text{M}$  ICA 처리군에서 배반포 발달률이 노화군에 비하여 유의적으로 높았음. 다른 ICA 처리군에서도 노화군과 비교하였을 때도 유의적인 차이가 있었음.

표. 돼지 난자의 노화 시기에 처리한 ICA가 난자의 생존율과 발달률에 미치는 영향

Treatment group	ICA concentration ( $\mu\text{M}$ )	No. of germinal vesicle oocytes	No. (%) of		
			Surviving oocytes	Cleaved oocytes on day 2	Blastocysts on day 7
Control	0	56	51 (91.4 $\pm$ 1.6)	37 (72.8 $\pm$ 5.6)	17 (45.8 $\pm$ 3.2) <sup>c</sup>
Aging	0	56	51 (89.8 $\pm$ 1.6)	41 (80.2 $\pm$ 5.0)	9 (22.9 $\pm$ 1.9) <sup>a</sup>
ICA-5	5	56	52 (92.0 $\pm$ 0.8)	45 (86.0 $\pm$ 4.7)	16 (34.8 $\pm$ 2.3) <sup>bc</sup>
ICA-50	50	59	54 (91.5 $\pm$ 2.9)	42 (77.7 $\pm$ 3.7)	15 (36.8 $\pm$ 4.8) <sup>b</sup>
ICA-500	500	59	53 (90.5 $\pm$ 1.7)	43 (81.6 $\pm$ 4.1)	16 (37.8 $\pm$ 2.3) <sup>b</sup>

- ICA의 세포 내 노화 효과의 원인 중 하나로 알려진 산화스트레스에 ICA가 미치는 영향을 알아보기 위하여 정상 성숙 난자 및 ICA를 첨가 또는 미첨가하여 노화된 난자를 DCHFDA와 CellTracker<sup>TM</sup> Blue로 염색하여 형광현미경 하에서 관찰함. 관찰된 난자의 형광 값을 측정하여 세포질 내 ROS와 GSH 수준을 확인함. 또한 항산화 유전자인 SOD1, SOD2, PRDX5,와 NFE2L2 유전자의 발현을 조사한 결과, ROS 수준은 대조군과 노화군이 비슷 하였으나 처리군에서는 낮아지는 것을 확인함. GSH 수준은 노화군에서 대조군과 처리군에 비하여 감소하는 것을 확인함. 노화군의 유전자 발현은 대조군과 처리군보다 낮게 발현되고 처리군은 대조군과 비슷한 발현 정도를 보여줌.

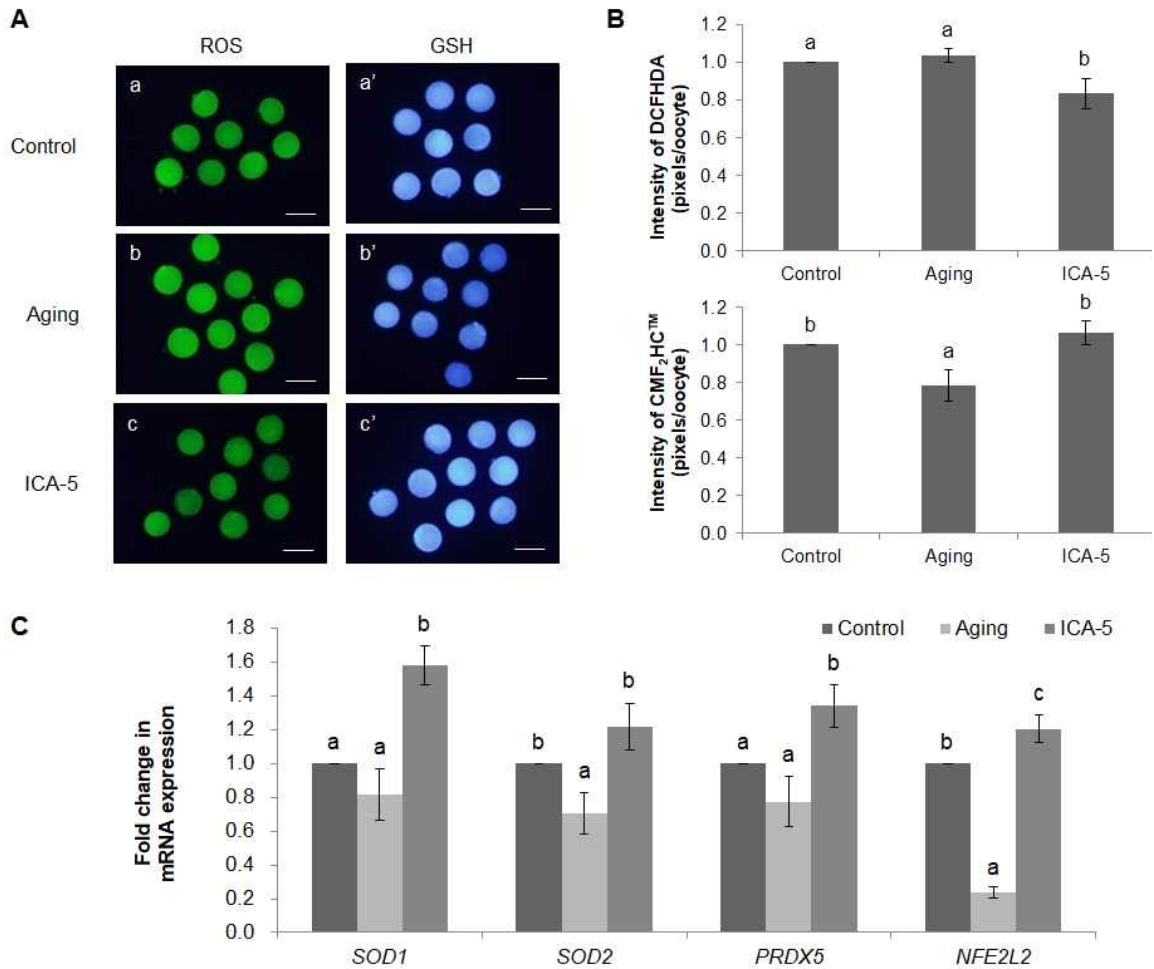


그림. 난자의 노화시기에 처리한 ICA에 따른 산화스트레스 수준 비교

○ 난자의 노화기간 중 ICA 처리가 방추사 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 방추사를 염색한 후 형광현미경을 이용하여 분석한 결과, 정상적인 난자의 핵과 세포골격 형태를 보이는 난자의 비율이 처리군에서 노화군에 비하여 유의적으로 높았고 정상적인 체외성숙과정을 거친 대조군과 유사하였음.

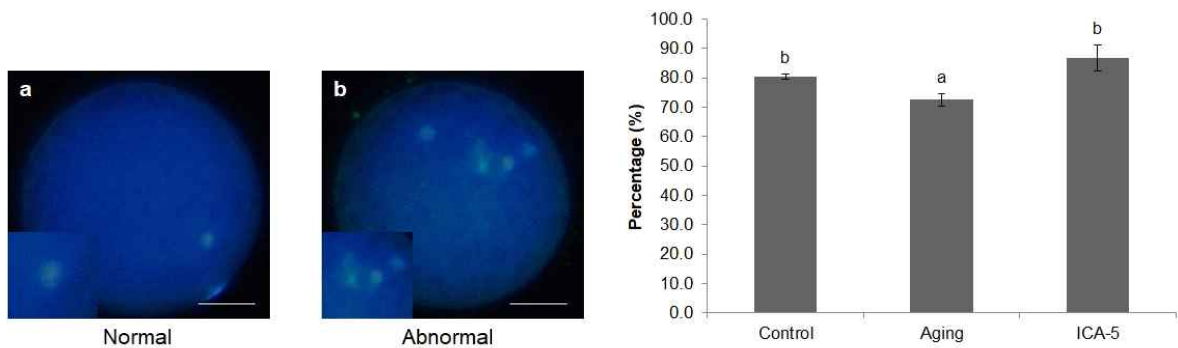


그림. 난자의 노화시기에 처리한 ICA가 난자 내 방추사 형성에 미치는 영향

- ICA의 처리가 난자의 세포질 성숙 수준 유지에 미치는 영향을 조사하기 위하여 정상 성숙 난자와 노화기간 동안 ICA를 첨가한 난자, 첨가하지 않은 난자를 회수하여 관련 유전자의 발현을 조사하였음. 그 결과, 세포질 성숙과 관련된 유전자의 발현은 노화군에서 대조군에 비하여 감소하나 처리군의 경우 감소되지 않고 대조군과 유사한 수준으로 유지되는 것을 확인함.

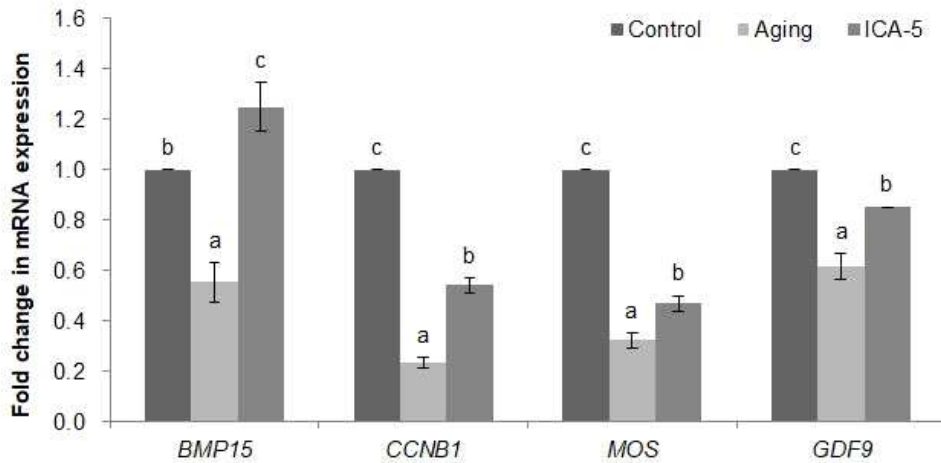


그림. 난자 노화 기간에 ICA의 처리에 따른 유전자 발현 비교

- ICA가 estrogen receptor를 통하여 세포내로 들어가는지 확인하기 위해 estrogen receptor유전자 ESR1과 ESR2를 확인하였음. 그 결과, 대조군과 처리군에 비해 노화군에서 유전자의 발현이 감소함. 이러한 양상은 ICA는 estrogen receptor를 통해 세포내로 들어간다는 것을 보여줌.

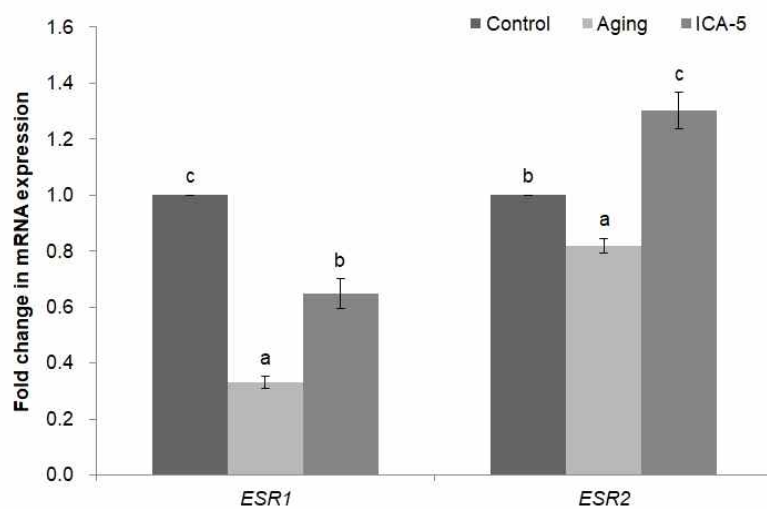


그림. 노화 기간에 ICA의 처리에 따른 estrogen receptor 유전자 발현 비교

- ICA의 처리가 난자의 apoptosis 관련 유전자의 발현을 조사하기 위하여 정상 성숙 난자와 노화기간 동안 ICA를 첨가한 난자, 첨가하지 않은 난자를 회수하여 관련 유전자의 발현을 조사하였음.
- 그 결과, anti-apoptosis 관련 유전자인 BCL2L1와 BIRC5의 발현은 노화군에서 대조군에 비하여 감소하나 처리군의 경우 감소되지 않고, 대조군과 유사한 수준으로 유지되고 CASP3와 pro-apoptosis 관련 유전자인 FAS와 BAK1의 발현은 노화군에서 대조군에 비하여 증가하나 처리군의 경우 증가되지 않고 대조군과 유사한 수준으로 유지되는 것을 확인함.

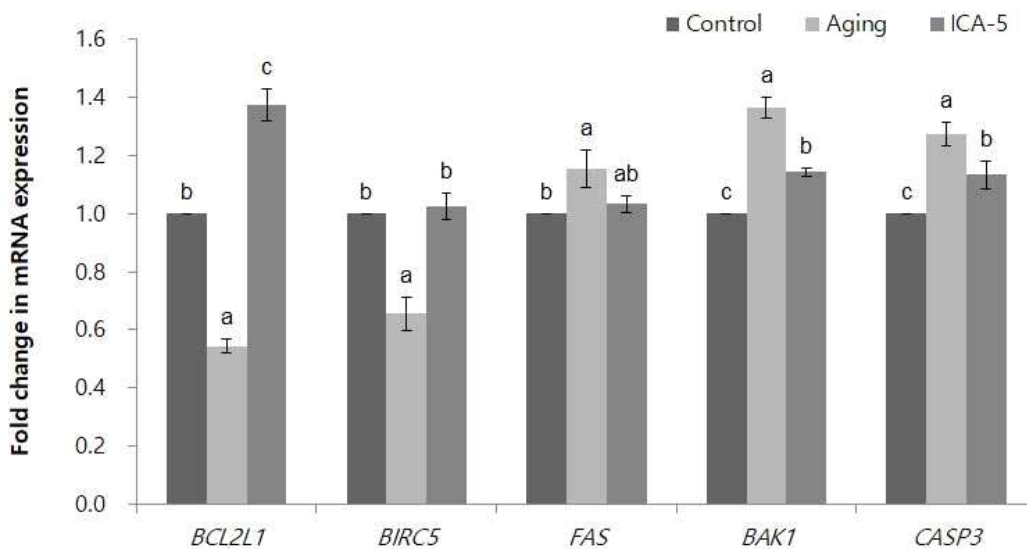


그림. 난자 노화 기간에 ICA의 처리에 따른 apoptosis 유전자 발현 비교

- 난자의 노화시기 동안 처리한 ICA가 배아의 발달 능력과 그 질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 정상난자와 ICA를 첨가하지 않은 노화된 난자와 ICA를 첨가한 노화된 난자를 염색하여 조사함.
- 그 결과, 노화군에서 대조군에 비해 total cell number가 유의하게 낮아지는 것을 확인할 수 있고 처리군에서는 노화군에 비해 높지만 대조군에 비해 낮은 것을 확인함. apoptosis의 비율을 확인해 본 결과 노화군에서 유의미하게 높아지고 대조군과 처리군에서는 큰 차이가 없는 것을 확인함.



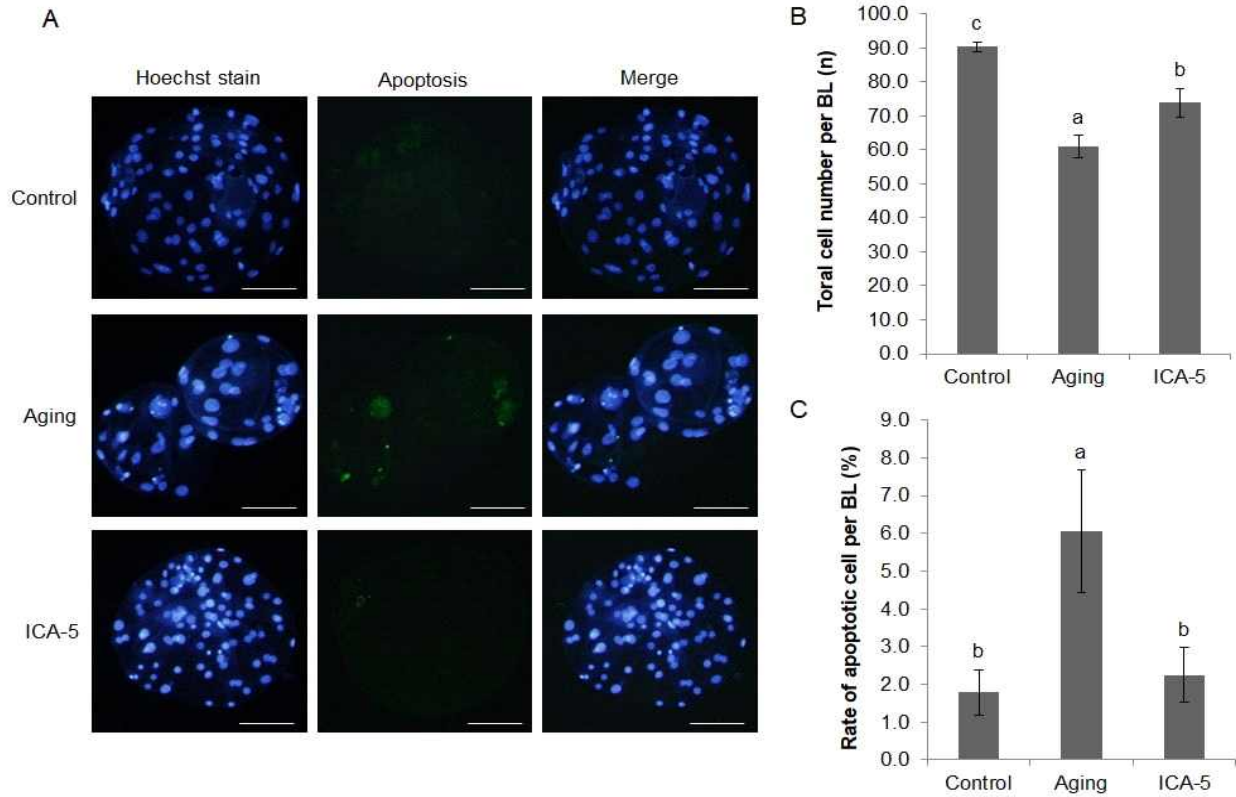


그림. 노화 기간에 ICA의 처리에 따른 배아 발달에 미치는 영향

○ 결론적으로, 난자의 생산 효율 증가 및 노화 억제를 위한 첨가 물질을 발굴하고, 연구 노력한 결과, ICA는 세포사멸, 산화스트레스로부터 난자를 보호하는 물질로 난자의 노화에 의한 배반포기 배아 발달률의 저하를 감소시킴으로서 노화된 난자를 활용하는 배아의 체외 생산 기술을 개발함.

(5) Lysophosphatidic acid를 이용한 배아발달 환경 조성

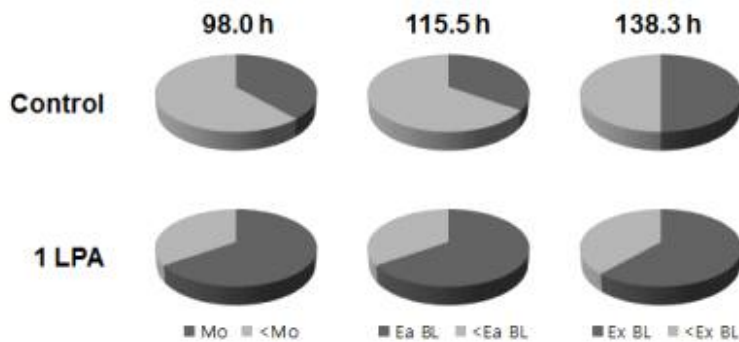
- 난자 성숙 후 난구세포를 제거한 난자를 5  $\mu\text{M}$   $\text{Ca}^{2+}$ -ionomycin 에서 5분간 처리하여 단위발생을 유도함. 단위발생을 통해 생산된 배아는 7.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  cytochalasin B 에서 3시간 동안 처리함. 대조군으로 배아를 0.4 % FAF-BSA가 첨가된 PZM-5 배양액에서 배양하였음. 처리군은 0.1, 1, 10  $\mu\text{M}$  농도의 LPA를 처리하여 단위발생 이후부터 7일 동안 배양했을 때와 배양 4일차부터 7일까지 배양했을 때 각각의 경우 배반포 발달률과 확장배반포이상 발달률을 조사하였음.
- 조사한 결과, 배양 시작일부터 LPA를 처리했을 때는 대조군과 처리군 간 난할률과 배반포기 배아 형성률, 확장배반포 이상 발달률의 차이가 없었음. 배양 4일차부터 LPA를 처리했을 때는 1  $\mu\text{M}$  LPA를 처리한 군에서 배반포기 배아 형성률이 가장 높고, 0.1 과 1  $\mu\text{M}$  LPA를 처리한 군에서 확장배반포 이상 발달률이 높은 것을 확인하였음.

표. 체외배양액에 LPA 첨가에 따른 배반포기 배아의 발달률 조사

LPA Treatment		No. of examined oocytes	No. (%) of cleaved embryos on day 2	No. (%) of developed embryos on day 7	No. (%) of $\geq$ Ex BL
Day	Con. ( $\mu$ M)				
Day 0	0	213	157 (73.7 $\pm$ 5.0)	51 (32.1 $\pm$ 5.0)	21 (13.1 $\pm$ 3.4)
	0.1	211	159 (75.4 $\pm$ 4.5)	63 (39.8 $\pm$ 4.7)	26 (16.3 $\pm$ 2.3)
	1	211	174 (82.5 $\pm$ 1.6)	67 (38.5 $\pm$ 1.6)	35 (19.9 $\pm$ 1.4)
	10	214	170 (79.4 $\pm$ 4.5)	53 (31.2 $\pm$ 1.5)	24 (13.7 $\pm$ 3.4)

LPA Treatment		No. of examined day 4 embryos	No. (%) <sup>a</sup> of developed embryos on day 7	No. (%) of $\geq$ Ex BL
Day	Con. ( $\mu$ M)			
Day 4	0	181	59 (32.6 $\pm$ 2.9) <sup>a</sup>	29 (16.2 $\pm$ 2.2) <sup>a</sup>
	0.1	181	73 (40.3 $\pm$ 2.7) <sup>b</sup>	42 (23.2 $\pm$ 2.3) <sup>b</sup>
	1	181	88 (48.6 $\pm$ 1.8) <sup>c</sup>	49 (27.1 $\pm$ 3.1) <sup>b</sup>
	10	179	63 (35.0 $\pm$ 2.3) <sup>a</sup>	32 (17.9 $\pm$ 3.4) <sup>a</sup>

○ 단위발생 이후 배양 4일차부터 1  $\mu$ M LPA를 처리하여 발달한 배반포기 배아의 발달 속도 및 크기 변화를 확인하기 위해 미속촬영 관찰 시스템을 이용하여 5분 간격으로 배양 7일차까지 관찰함. 같은 발달 단계를 비교했을 때, 1  $\mu$ M LPA 처리군이 대조군보다 빠르게 발달하는 것을 확인하였음. 특정 시간에 각 발달 단계까지 도달한 배아의 비율을 조사한 결과, 단위발생 후 98 시간 때 상실배기 배아, 115.5 시간 때 초기 배반포기 배아, 138.3 시간 때 확장배반포기 배아의 비율이 대조군보다 1  $\mu$ M LPA 처리군에서 높은 것을 확인하였음.



Treatment group	No. of embryos	Time (h)		
		Morula	Ea BL	Ex BL
Control	22	98.9 $\pm$ 1.40	117.7 $\pm$ 1.37	138.9 $\pm$ 1.28
1 LPA	22	97.0 $\pm$ 0.93	113.3 $\pm$ 1.17 <sup>*</sup>	137.6 $\pm$ 1.13

그림. LPA 처리로 인한 배아 발달 단계 및 발달 속도 조사

○ LPA가 배아 발달 속도에 영향을 미치는지를 조사하기 위해, 같은 시간일 때 대조군과 1  $\mu\text{M}$  LPA 처리군 배아 발달 상태를 비교함. 1  $\mu\text{M}$  LPA 처리군의 배아는 단위발생 후 118 시간 때 대조군의 배아보다 빠르게 팽창되었음. 그 시간의 배아 크기를 측정해본 결과, 1  $\mu\text{M}$  LPA 처리군이 대조군보다 유의적으로 큰 것을 확인함.

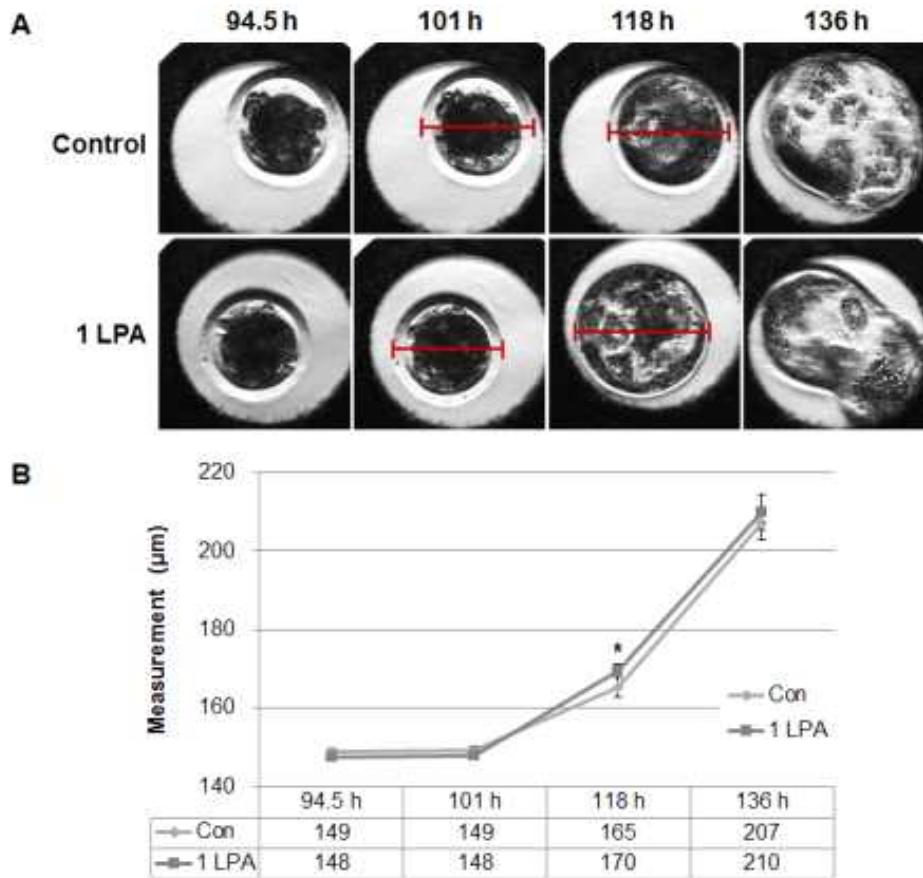


그림. 1  $\mu\text{M}$  LPA 처리군과 대조군 간 특정 시간에서 배아의 크기 비교

○ 배양 4일차부터 1  $\mu\text{M}$  LPA를 처리하여 발달한 배반포기 배아에서 밀착연접, 간극연접 관련 단백질 ZO-1과 connexin 43의 발현과 관련 유전자의 발현양상을 확인한 결과, ZO-1은 대조군과 1  $\mu\text{M}$  LPA 처리군에서 유사하게 나타났고, connexin 43은 처리군이 대조군에 비해 높게 나타남. 밀착 연접 관련 유전자인 GJD1과 CDH1, ZO-1의 발현량을 확인했을 때, 배양 4일차부터 1  $\mu\text{M}$  LPA를 처리한 실험군에서 대조군에 비해 GJD1과 CDH1의 발현이 유의적으로 높았음.

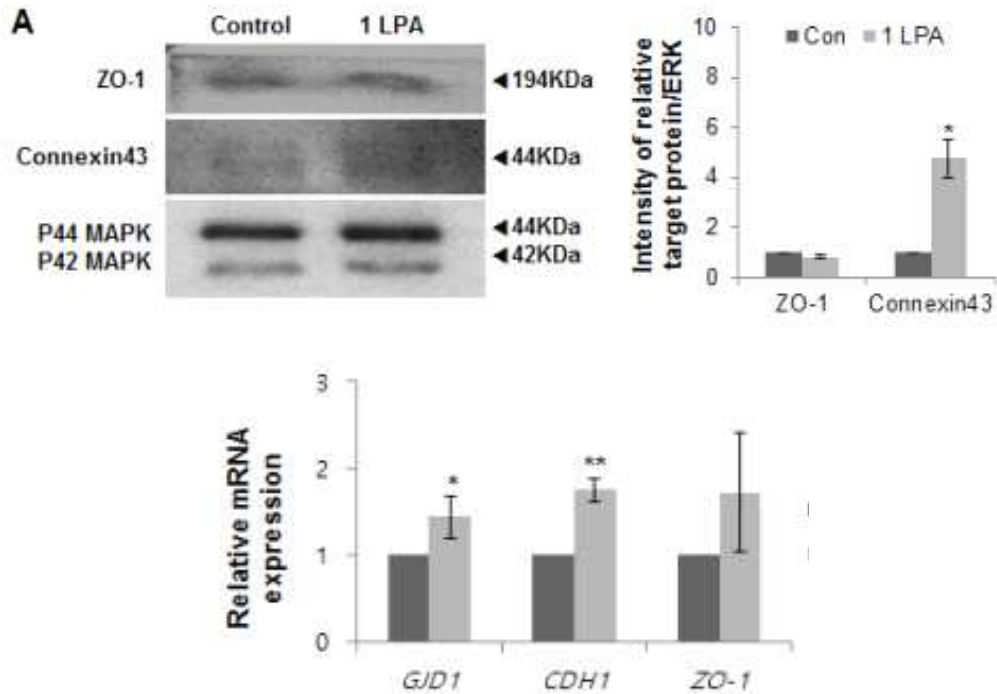


그림. 1  $\mu$ M LPA 처리에 따른 배반포기 배아에서 밀착연접, 간극연접 관련 단백질과 유전자의 발현양상 조사

- LPA를 처리하여 발달한 배반포기 배아의 질적 변화를 조사하기 위하여 Hoechst 염색과 TUNEL 분석법을 통해 총 세포 수와 DNA 파편화된 세포 수를 확인하였고, 유전자 단계에서 세포사멸 관련 유전자의 발현양상을 조사하였음.
- 확인한 결과, 발달한 배반포기 배아의 총 세포 수는 대조군과 1  $\mu$ M LPA 처리군 간 유의적 차이가 없었고, DNA 파편화된 세포 수의 경우에는 1  $\mu$ M LPA를 처리한 실험군에서 대조군과 유의적 차이를 보이며 감소하는 것을 확인하였음.
- 발달 관련 유전자 POU5F1 및 DPPA5의 발현은 대조군과 1  $\mu$ M LPA 처리군 간 유의적 차이가 없었음. 세포사멸 관련 유전자인 BCL2L1, BAK 및 CASP3의 발현을 확인해 보았을 때, 항세포사멸 유전자인 BCL2L1은 대조군에 비해 1  $\mu$ M LPA 처리군에서 높고 세포사멸 유전자인 BAK은 대조군보다 1  $\mu$ M LPA 처리군에서 낮았으며, 또 다른 세포사멸유전자 CASP3의 발현은 대조군과 처리군 간에 차이가 없었음.
- 이러한 연구 결과는 Lysophosphatidic acid (LPA)의 처리가 양질의 체외수정란의 생산에 유용하게 이용될 수 있음을 나타냄.

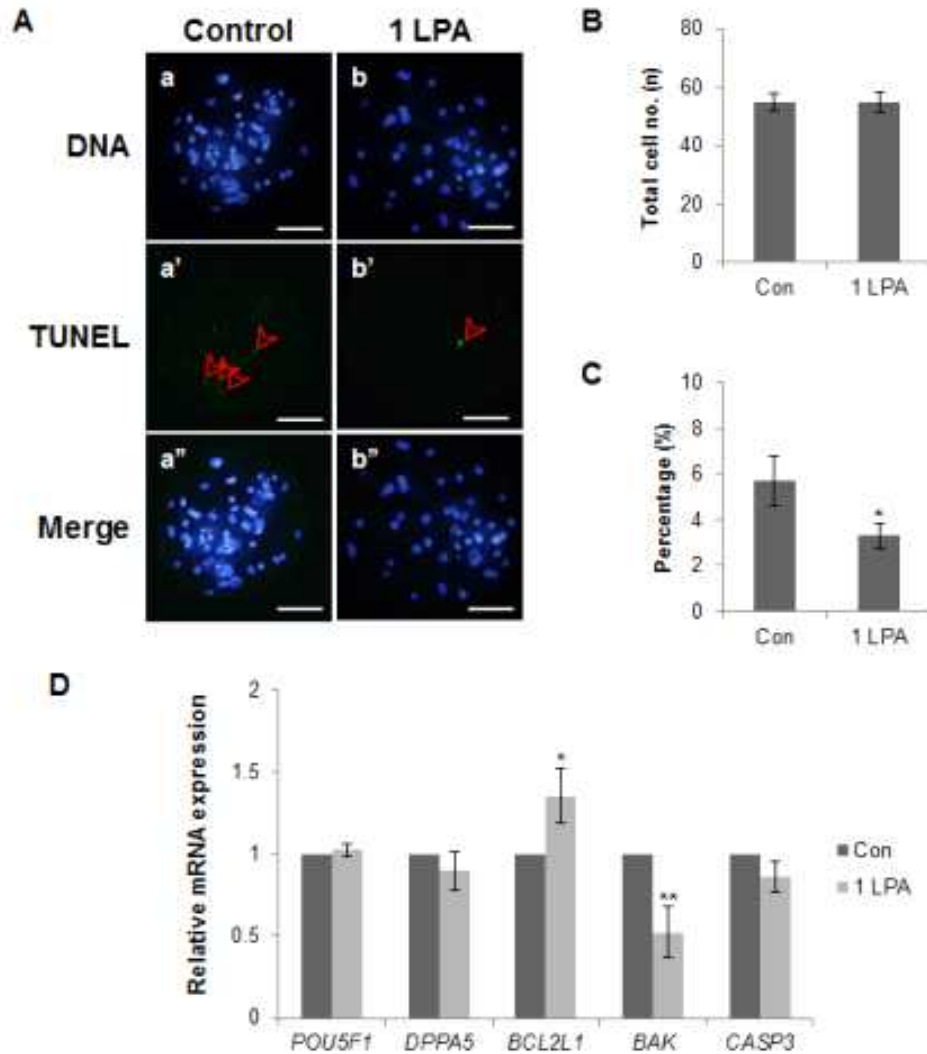


그림. 1  $\mu$ M LPA 처리에 따른 배반포의 세포 수와 세포사멸, 관련유전자의 발현양상 확인

(6) Pioglitazone (PIO)의 처리를 통한 체외생산배아 발달 기술

- 미성숙 상태의 돼지 난자를 체외성숙용 배양액에서 44시간 (대조군, control) 동안 배양 하였음. 이 때, 각 배양액에 다양한 농도의 PIO를 첨가하여 PIO가 난모세포의 성숙과 이후의 배아 발달에 영향을 미치는지 확인하기 위하여 실험을 진행함. 첨가한 PIO의 농도는 0.01, 0.1, 1, 10  $\mu$ M이며 PIO를 첨가하지 않고 배양한 대조군을 포함하였음.
- 난자의 체외성숙이 진행되는 과정 중 PIO의 처리가 난자의 핵성숙에 미치는 영향을 알아보기 위하여 체외성숙이 진행된 난자의 생존율과 극체 방출을 조사한 결과, 대조군과 처리군들 간의 유의적 차이는 없었음. 또한, 난자의 체외성숙기간 중 PIO 처리가 방추사 형성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 방추사를 염색한 후 형광현미경을 이용하여 분석한 결과, 정상적인 난자의 핵과 세포골격 형태를 보이는 난자의 비율이 1  $\mu$ M 처리군에서 대조군과 다른 처리군에 비해 유의적으로 높았음을 확인함.

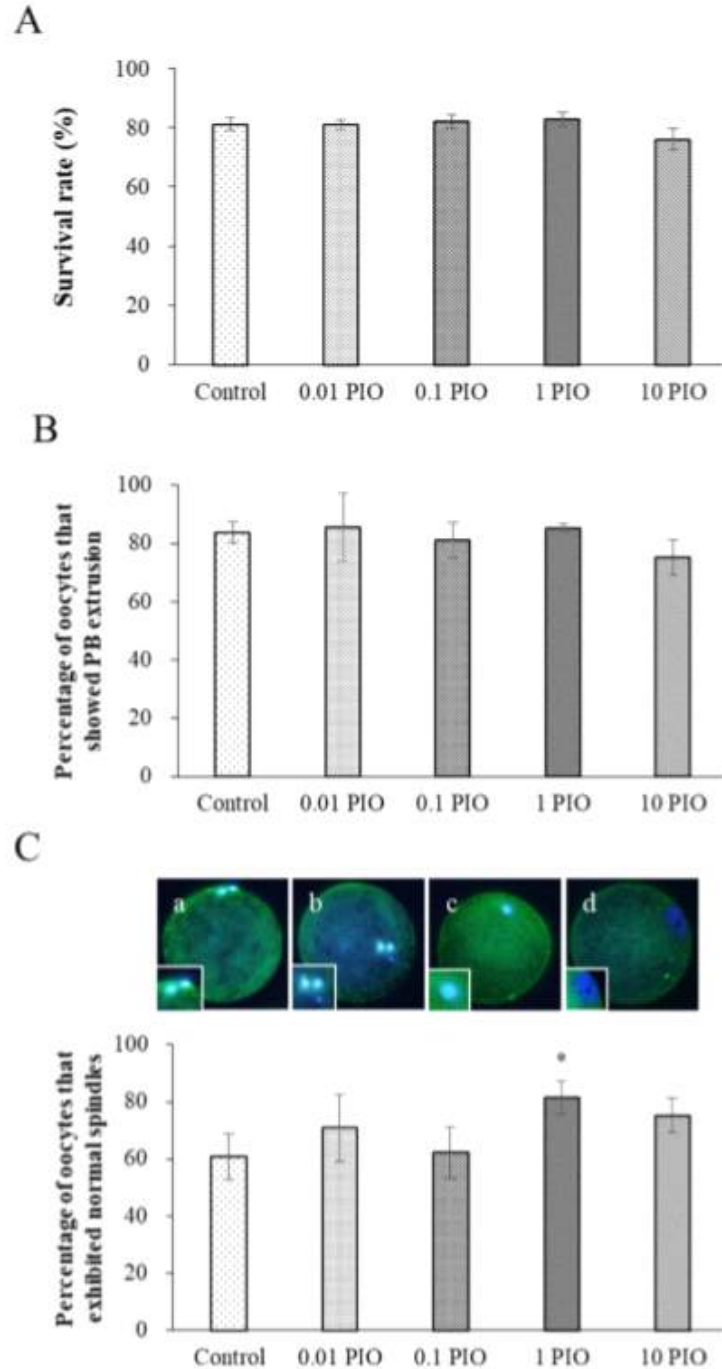
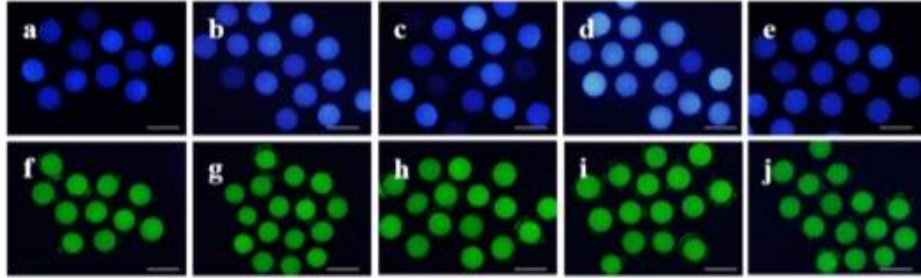


그림. 난자의 성숙시기에 처리한 PIO에 따른 생존율, 극체 방출, 방추사 형성 비교

- 산화스트레스에 PIO가 미치는 영향을 알아보기 위하여 정상 성숙 난자 및 PIO를 첨가하여 성숙된 난자를 DCHFDA와 CellTracker™ Blue로 염색하여 형광현미경 하에서 관찰함. 관찰된 난자의 형광 값을 측정하여 세포질 내 ROS와 GSH 수준을 확인함. GSH 수준은 1  $\mu$ M 처리군에서 대조군에 비하여 유의적으로 증가하는 것을 확인함. ROS 수준은 대조군과 처리군 간의 유의적 차이가 없는 것을 확인함.

A



B

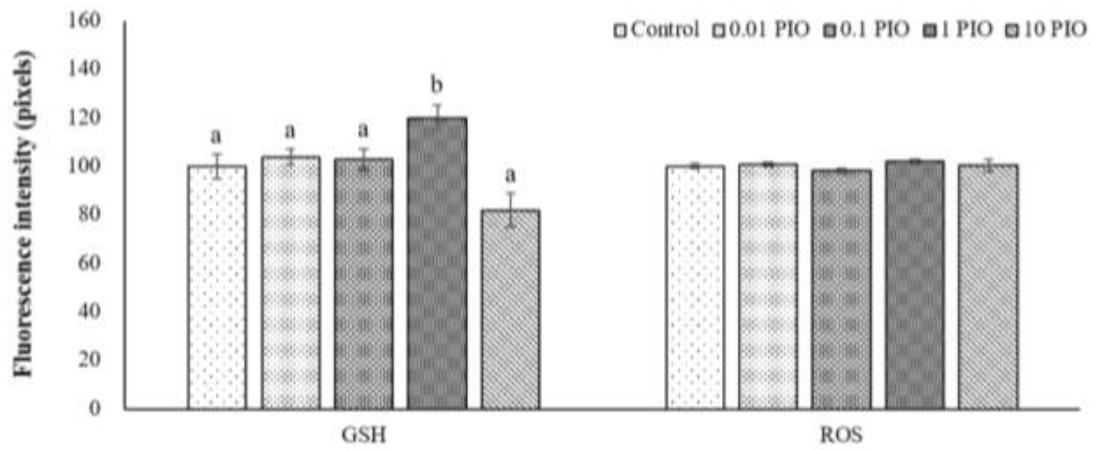


그림. 난자의 성숙시기에 처리한 PIO에 따른 산화스트레스 수준 비교

○ PIO의 처리가 난자의 세포질 성숙 수준 유지에 미치는 영향을 조사하기 위하여 정상 성숙 난자와 성숙기간 동안 PIO를 첨가한 난자를 회수하여 관련 유전자의 발현을 조사하였음. 그 결과, 세포질 성숙과 관련된 유전자 중 C-MOS와 GDF9의 발현은 1  $\mu$ M 처리군에서 대조군에 비하여 유의적으로 증가하지만 BMP15, CCNB1의 발현은 대조군과 유의적으로 차이가 없는 것을 확인함.

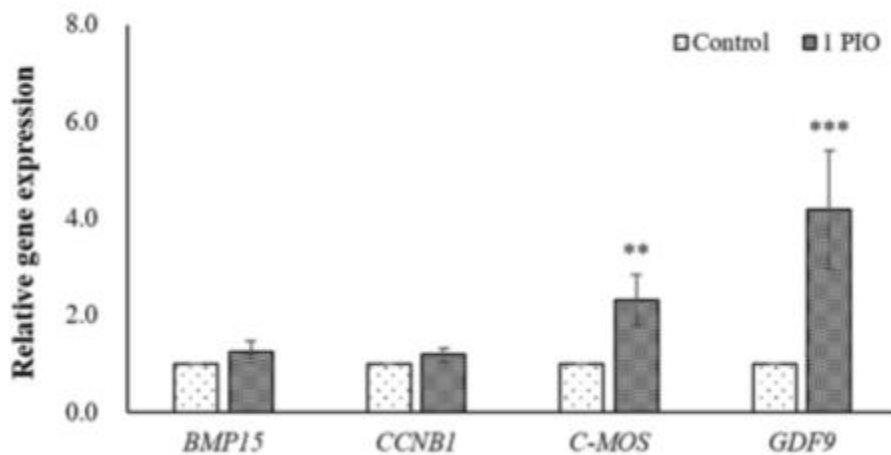


그림. 난자 성숙시기에 PIO의 처리에 따른 유전자 발현 비교

- PIO의 처리가 난자의 apoptosis 관련 유전자의 발현을 조사하기 위하여 정상 성숙 난자와 성숙기간 동안 PIO를 첨가한 난자를 회수하여 관련 유전자의 발현을 조사하였음. 그 결과, anti-apoptosis 관련 유전자인 BIRC5의 발현은 1  $\mu$ M 처리군에서 대조군에 비하여 유의적으로 증가하였음 CASP3의 발현은 1  $\mu$ M 처리군에서 대조군에 비하여 유의적으로 감소하였음. 그러나 BCL2L1의 발현은 대조군과 유의적 차이가 없는 것을 확인함.

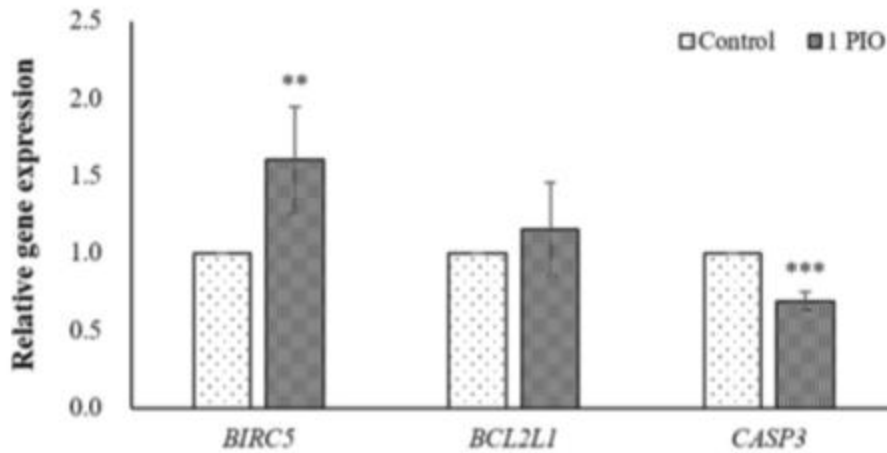


그림. 난자 성숙시기에 PIO의 처리에 따른 apoptosis 관련 유전자 발현 비교

- PIO의 처리가 난자의 지질대사 관련 유전자의 발현을 조사하기 위하여 정상 성숙 난자와 성숙기간 동안 PIO를 첨가한 난자를 회수하여 관련 유전자의 발현을 조사하였음. 그 결과, 지질대사 관련 유전자인 ACADS, CPT2, PPARG, SREBF의 발현은 1  $\mu$ M 처리군에서 대조군에 비하여 유의적으로 증가하였지만 ACSL1, CPT1A의 발현은 대조군과의 유의적 차이가 없는 것을 확인함.

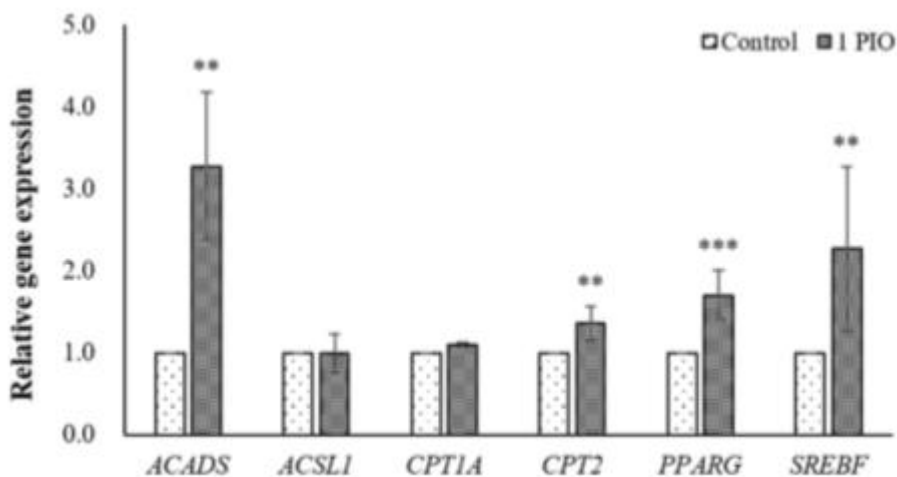


그림. 난자 성숙시기에 PIO의 처리에 따른 지질대사 관련 유전자 발현 비교



○ 난자의 체외성숙이 진행되는 과정 중 PIO의 처리가 배아의 발달 능력과 그 질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 정상 성숙 난자와 성숙기간 동안 PIO를 첨가한 난자를 염색하여 조사함. 그 결과, 1 $\mu$ M 처리군에서 배반포 발달률이 대조군에 비하여 유의적으로 높았음. Total cell number는 대조군과 처리군에서 유의적인 차이가 없었음. 그러나 128 개 이상의 세포를 포함하는 배반포의 비율은 처리군에서 대조군에 비해 유의적으로 높은 것을 확인함.

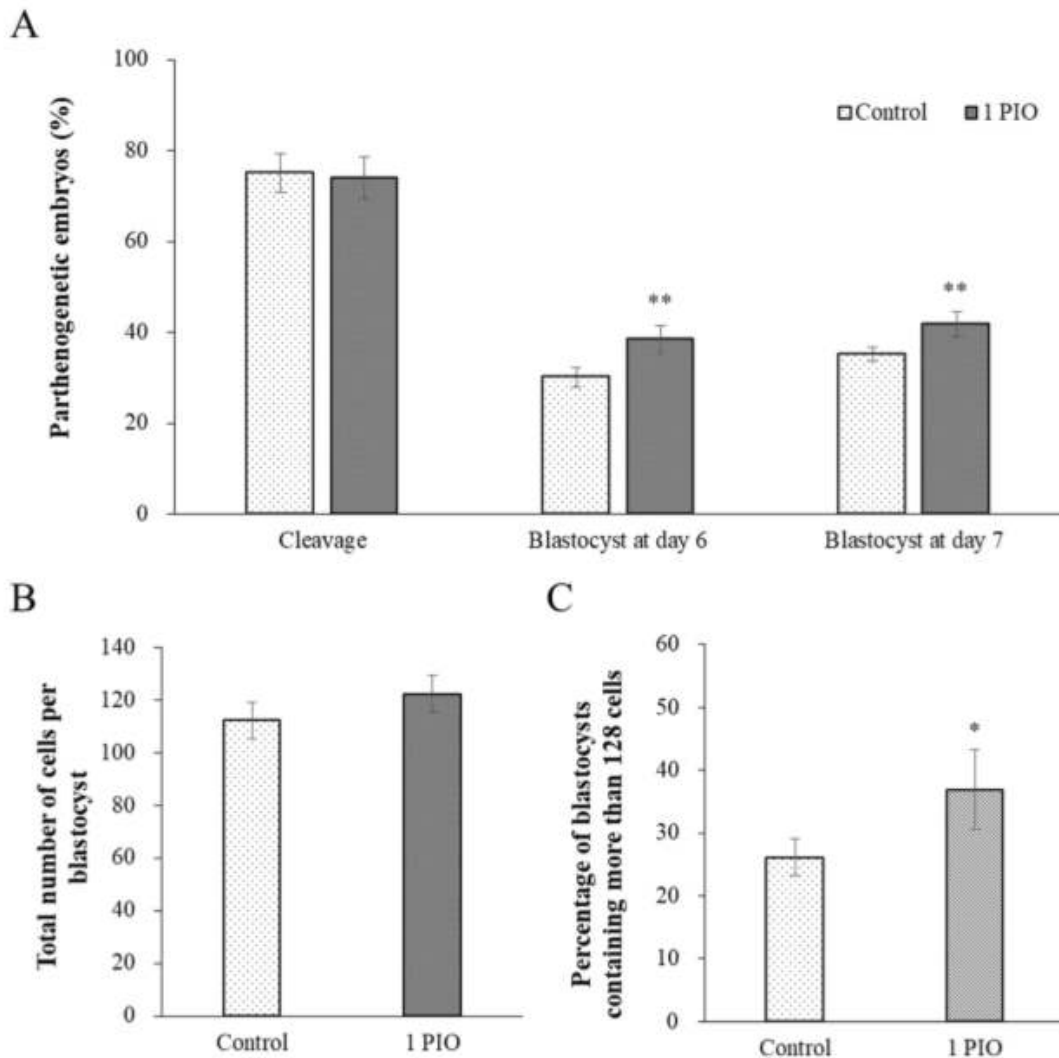


그림. 난자 성숙시기에 PIO의 처리에 따른 배아 발달에 미치는 영향

○ 결론적으로, 난자의 생산 효율 증가를 위한 첨가 물질을 발굴하고, 연구 노력한 결과, PIO는 산화스트레스로부터 난자를 보호하고 핵 성숙 및 지질대사 관련 유전자의 상대적 발현을 조절하고, 배반포 형성 및 발달률을 증진시킴으로써 난자를 활용하는 배아의 체외 생산 기술을 개발함.

다. 체세포 복제 배아 생산 기술 개발

(1) FGF10을 이용한 체세포 복제란의 성숙 및 이에 따른 발달 효율 증대 개발

- 제주도 내 제주흑우를 비롯한 암소 도축 물량의 부족현상으로 인하여, 소 난자를 이용한 연구에 어려움이 있음. 이에 따라 그 선행연구로써 돼지 난자를 이용하여 배아의 체외 생산 효율증대를 위한 기술 개발을 실시함.
- 도축된 암태지의 난소를 실험실로 운반 후 주사기를 이용하여 난포에서 난포액을 회수하고 회수된 난포액에서 난구세포가 고르게 부착되어있고 세포질이 균일한 난자만을 선별함. 이후 FGF10이 0, 5, 10, 50, 및 100 ng/ml의 농도로 첨가된 체외성숙용 배양액에서 44시간동안 체외 성숙시킴. 성숙된 난자는 난구세포를 제거한 후 Ca<sup>2+</sup> 처리를 통하여 단위발생을 유도하거나 Hoechst 용액으로 핵을 염색하고 핵을 제거한 뒤 돼지의 귀세포를 위란강에 주입 및 전기자극으로 융합시켜 체세포 복제 배아를 생산함. 다양한 농도의 FGF10과 함께 성숙된 난자와 이로부터 유도된 배아는 형광면역염색, 실시간 중합효소 연쇄반응, 배아 당 세포수 및 세포사멸 비율 등의 방법으로 그 품질이 평가됨.
- FGF10이 첨가된 체외성숙용 배양액에서 성숙이 유도된 난자를, GVBD(26h) 및 MII (44h) 시점에 회수하고 난구세포를 제거한 후 4% PFA로 고정시켰다가 면역형광염색을 통하여 정상적인 핵 발달을 보이는 난자 비율과 세포골격 형성률 및 관련 유전자 발현을 확인함. FGF10 처리군이 대조군보다 효과적으로 핵의 발달을 유도함을 확인함. 난자의 모계유래 유전자의 발현률도 마찬가지로 FGF10 처리군 특히, 10 ng/ml FGF10 처리군에서 그 발현률이 더 높은 것을 확인함.

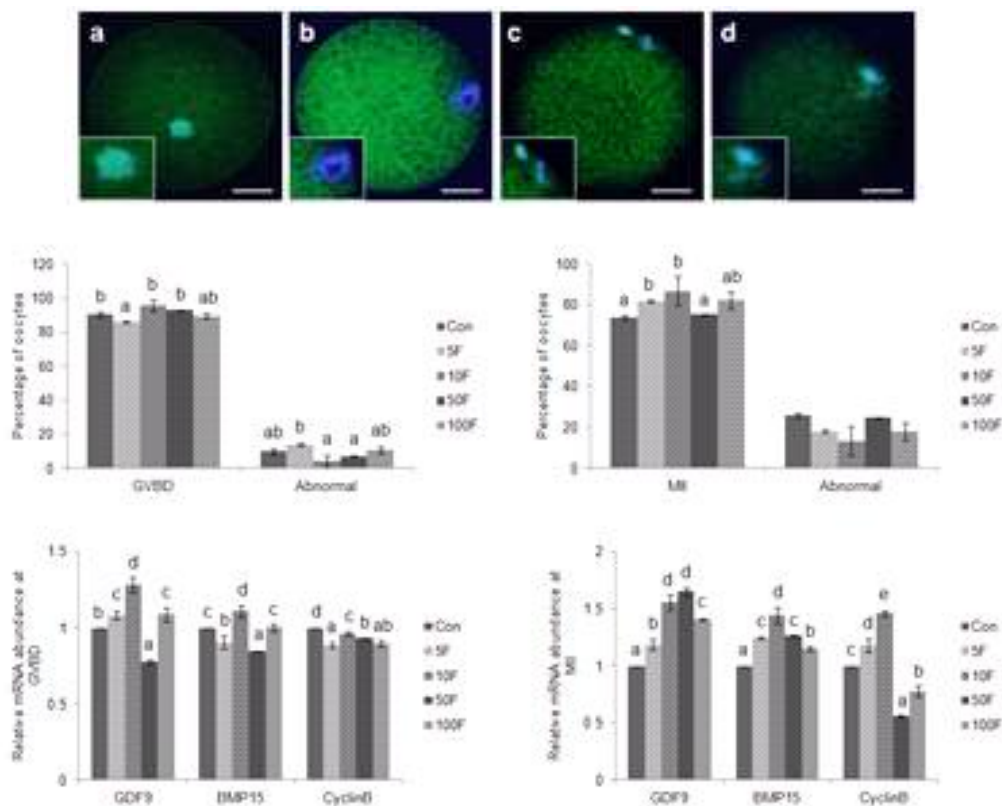


그림. FGF10 처리에 따른 체외성숙 난자 내 핵성숙 형태와 관련 유전자 발현 패턴

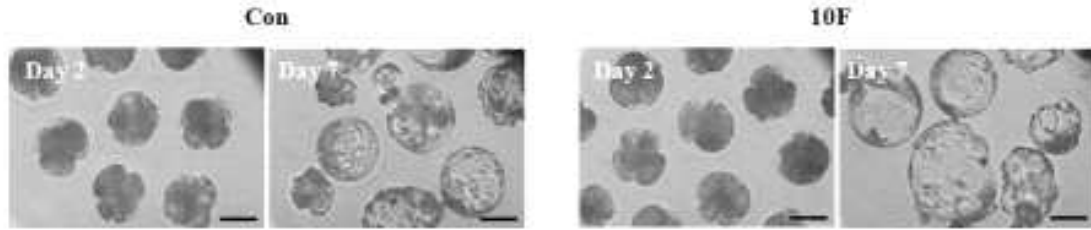


Table 1. *In vitro* development of porcine SCNT embryos (n=6)

Group	No. of SCNT oocytes	No. (%) of fused embryos	No. (%) of cleaved embryos at day 2	No. (%) of developmental embryos at day 7	% of embryo developmental efficiency
Con	482	229 (47.5 ± 2.3)	108 (47.2 ± 4.3)	27 (25.0 ± 2.8)	5.6
10F	482	234 (48.5 ± 1.5)	138 (59.0 ± 4.5)**	43 (31.1 ± 2.6)*	8.9

\*p < 0.1, \*\*p < 0.05

그림. FGF10 처리에 따른 체세포 핵이식배아의 발달 효율 분석

- 체외성숙 기간동안 10 ng/ml 의 FGF (10F) 처리한 난자를 이용하여 체세포핵이식 후 배아의 발달률 및 발달 효율을 비교한 결과, 대조군에 비해, 10F군에서 배아의 난할률 및 배반포기배아의 형성률이 향상되는 것을 확인함.

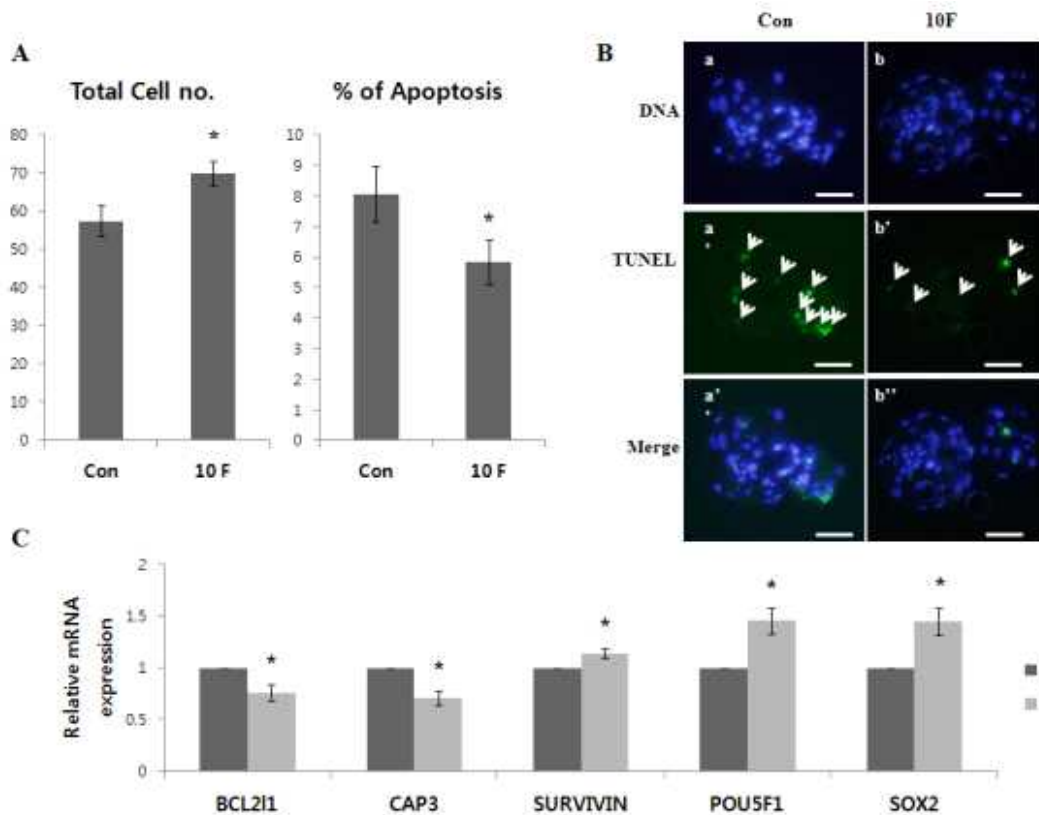


그림. FGF10 처리에 따른 배반포기배아의 총 세포수 및 사멸 세포수, 관련 유전자 발현률 조사

- 체세포핵이식을 통해 생산된 배반포기 배아에 염색을 통해 세포분석 결과, 10F 처리군에서 총 세포수가 향상 되었으며, 세포 사멸비율은 감소되는 것을 확인함.
- 실시간 유전자분석을 통해 유전자의 발현을 확인시, 10F 처리군에서 발달 관련유전자의 발현이 증가되며, 세포사멸과 관련된 유전자의 발현은 감소되는 것을 확인함.
- 체세포핵이식 배아의 난할 속도 및 정상적인 배반포기 배아의 형성에 있어 FGF10의 처리 효과를 time-lapses system을 통해 분석하였음.

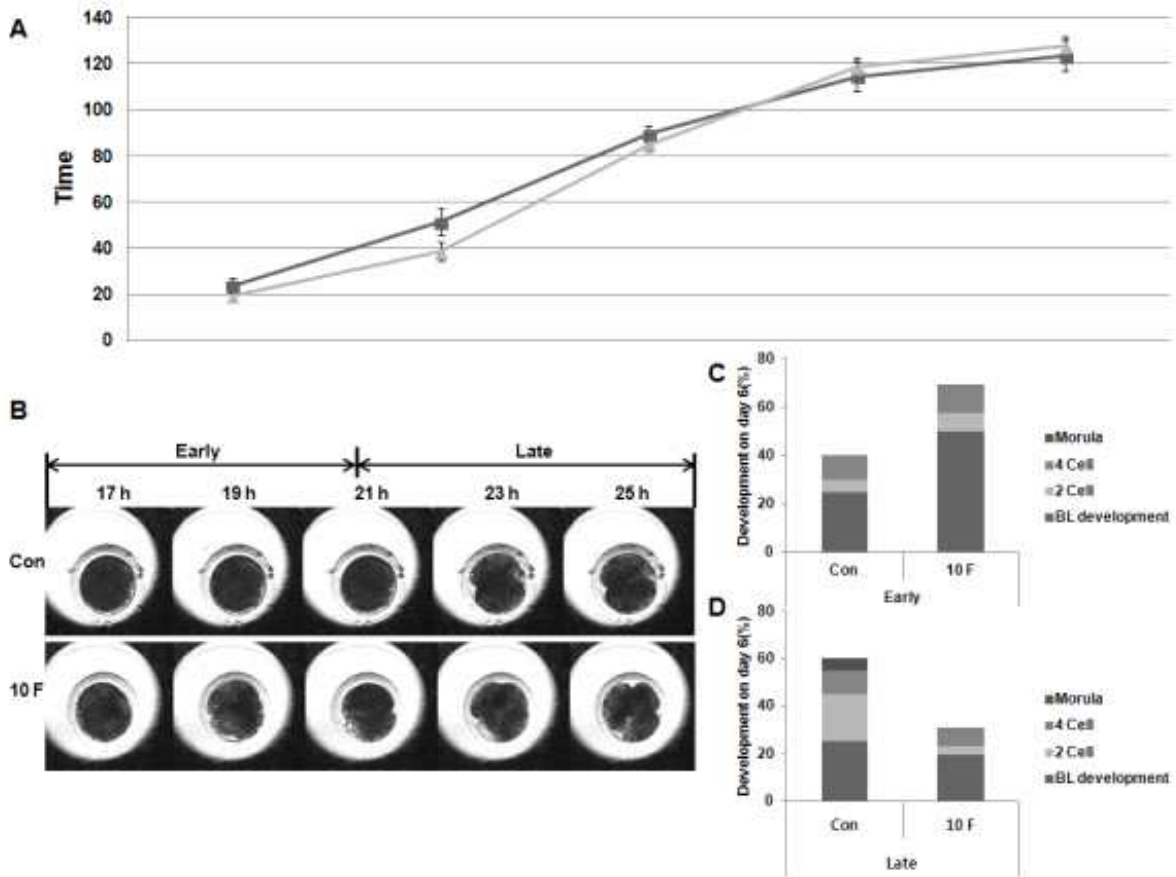


그림. FGF10 처리를 통한 체세포핵이식 배아의 초기 난할 속도 및 정상배아 형성률 분석

- 10F 처리 시, 대조군에 비해 2세포기 배아로의 첫 난할 및 4세포기 배아 형성속도가 유의적으로 향상되는 것을 확인함. 초기-후기 난할속도에 따른 배반포기 배아의 형성 비율을 확인 시, 초기 난할이 이루어진 배아에서 후기-난할된 난자에 비해 배반포기 배아의 형성비율이 향상되는 것을 확인함. 후기-난할된 배아에서의 배반포기 형성률은 대조군과 처리군에서 유의적인 차이를 보이지 않음.

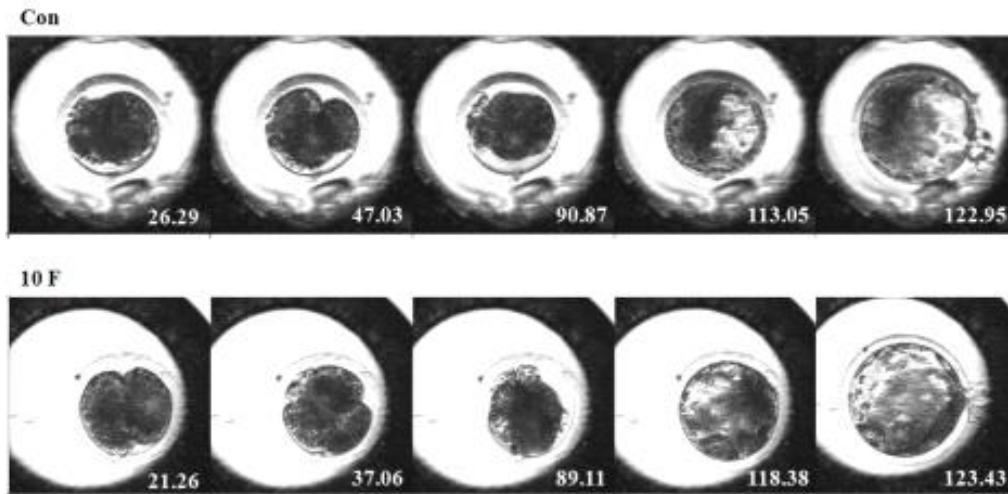


그림. 대조군과 FGF10 처리군에서 평균 발달시간에 따른 배아형성 모습 관찰

- 전체적인 실험결과에 따라, 체외 성숙 기간동안 10 ng/ml의 FGF10 처리 시, 난자-난구 세포의 체외 성숙이 증가되었으며, 단위생식을 통한 체외 배아 발달 과정중, 배아의 난할, 배반포 배아 형성 및 총 세포수가 향상되는 것을 확인하였으며, 이러한 결과는 체세포핵이식을 통해 생산된 배아의 발달에서 또한 유사하게 나타남. 특히, 체세포 핵이식 배아의 발달과정을 time-lapse system을 통해 분석한 결과, 배반포배아의 질과 연관되어있는 초기 난할 속도에있어 10F 처리가 유의적인 효과를 보였으며, 이에 따른 배반포배아의 형성 속도 또한 향상됨을 확인함.
- 이러한 결과가 시사하는 바는 체외 성숙시기 동안 FGF10의 처리는 체세포 복제란의 생산효율을 증가시키고 각 배아의 질도 향상시킴.

#### 라. 난자의 냉·해동 기술 개발

##### (1) Hydroxypropyl cellulose (HPC)를 이용한 냉·해동 난자의 생존율 향상

- HPC는 저온에서 점성을 형성하는 특성을 가지고 있고 이는 고농도의 동해방지제에 노출하여 난자를 급속 동결할 때 빙정이 형성되지 않고 유리화하는 성질을 가짐.
- 본 실험에서는 HPC를 동결액에 첨가하여 난자를 냉동시킨 후 생존율을 알아보았음. 20~22시간 체외 성숙된 난자의 난구세포를 제거 후 동결액에 HPC를 10, 50, 100 µg/ml의 농도로 첨가하여 냉동 후 해동하여 체외수정을 실시함. HPC를 첨가하지 않고 냉동한 그룹을 대조군으로 이용하였음.

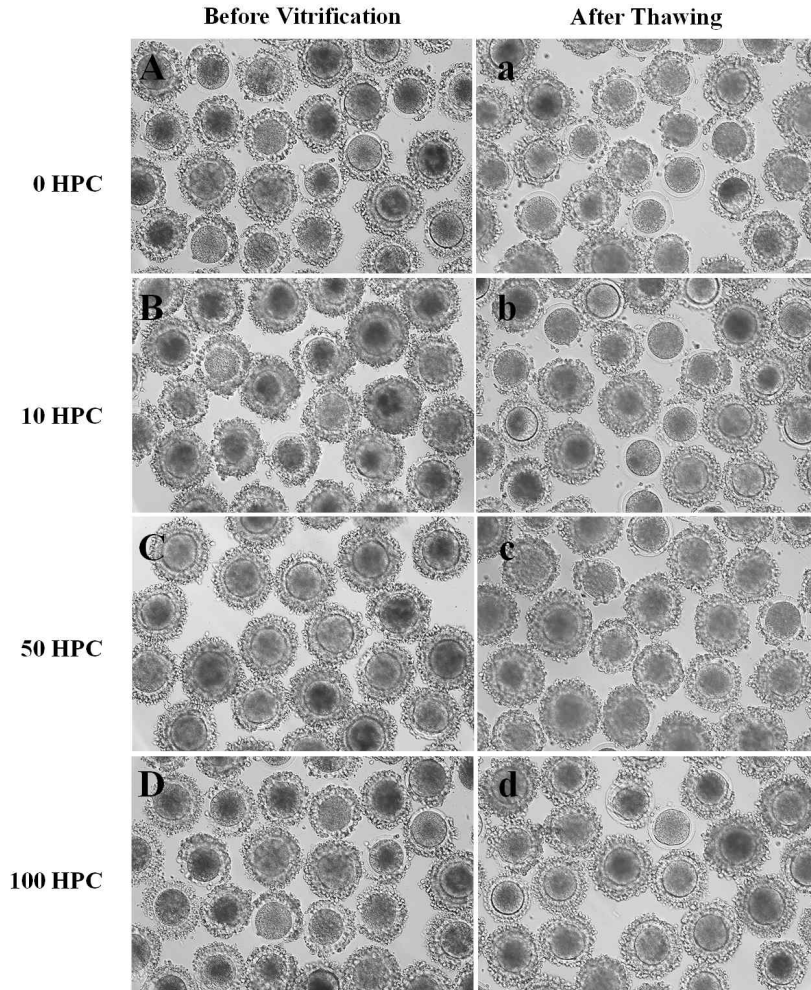


그림. HPC 농도에 따른 냉·해동 난자 상태

○ HPC 처리가 난자의 해동 후 생존율과 체외수정에 미치는 영향을 알아보기 위하여 체외 성숙 후 냉·해동한 난자의 생존율과 체외수정율을 확인하였음. 생존율은 50, 100 그룹이 대조군과 10 처리군보다 유의하게 증가하였고 수정율은 그룹간 유의적인 차이가 없었음.

표. 농도별 HPC 처리에 따른 냉·해동 난자의 생존율 및 수정율

Treatment ( $\mu\text{g/ml}$ )	No, (%) of oocytes/embryos			
	thawed	survived	IVF	cleaved(day 2)
0 HPC	104	74 (71.2)	72	32 (44.4)
10 HPC	115	82 (71.3)	79	39 (49.4)
50 HPC	117	100 (85.5)	99	47 (48.0)
100 HPC	116	93 (80.2)	90	42 (46.7)

- 농도별 실험에서 생존율이 유의적으로 높았던 10 HPC 처리군과 대조군의 냉·해동 후 난자의 ROS 수준을 비교해 본 결과 10 HPC 처리군이 유의하게 낮아지는 것일 확인함.

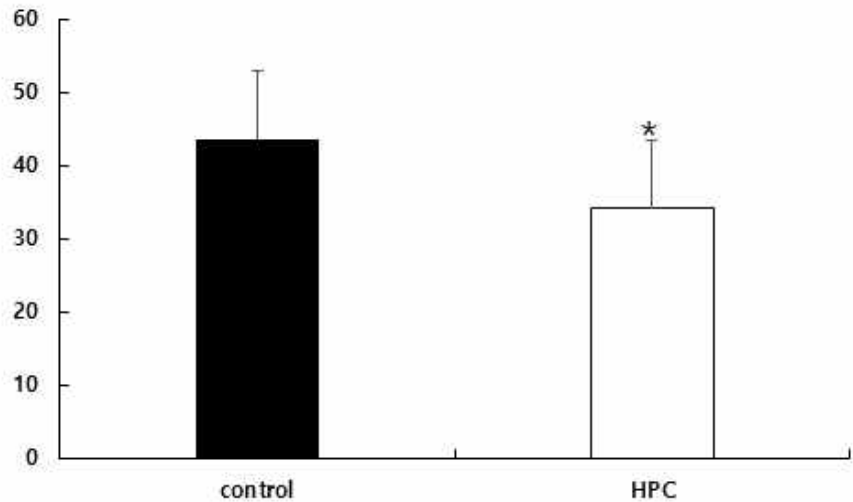
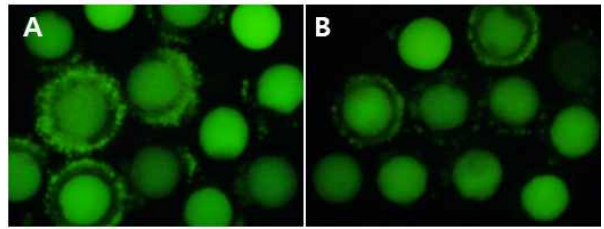


그림. 10 HPC 처리군과 대조군의 ROS 수준 비교

- 결론적으로 난자의 효율적인 냉·해동 기술 개발을 위해 냉동시 유리화 되는데 유용한 첨가제로 HPC를 발굴하여 실험한 결과 HPC는 난자의 해동 후 생존율을 높이고 난자 배양에 따른 산화스트레스 수준을 낮춰줌으로서 체외수정란 및 체외복제수정란의 효율적인 동결기술 개발에 활용할 수 있을 것으로 사료됨.
- 본 실험에서 개발된 난자의 냉·해동 기술을 통해 안정적인 난자 수급을 가능하게 하여 제주흑우 보존과 대량 증식을 위한 수정란 생산의 일환으로 제주흑우 체외수정란의 안정적인 공급에 기여할 것으로 사료됨.

### 3. 대량 증식 체계 확립 및 생산

가. 제주흑우 종모우 정자 평가 및 선발, 생산 협력

○ 제주흑우의 정액을 인공질을 사용하여 채취한 후 동결용액 (20% egg yolk plus 20% trilady)으로  $100 \times 10^6/\text{ml}$  농도로 희석하여 Sperm Analysis Imaging System (SAIS Plus; Medical Supply Co, Ltd., Korea)을 이용하여 정자의 운동성을 평가함. 11종의 제주흑우 정액의 운동성을 확인한 결과는 다음과 같으며 JBC-A, B, C, D, E, I의 정액의 운동성 뛰어난 것으로 나타남.

표. 제주흑우 신선정액의 운동성

	JBC-A	JBC-B	JBC-C	JBC-D	JBC-E	JBC-F	JBC-G	JBC-H	JBC-I	JBC-J	JBC-K
Motility, %	99.0	100.8	96.8	95.3	96.1	93.7	94.3	87.4	98.6	94.8	94.7
VCL, $\mu\text{m/s}$	147.2	131.8	123.5	109.8	123.7	129.9	121.2	108.8	136.8	143.5	120.5
VSL, $\mu\text{m/s}$	45.4	34.4	42.1	39.9	44	38.4	38.5	35.8	38.9	40.5	33.5
VAP, $\mu\text{m/s}$	82.5	73.2	74.8	66.7	72.5	71.4	70.6	61.6	75.1	78.6	68.6
LIN, %	32.5	28.8	35.9	38.7	37	31.8	34.5	35.3	30.4	29.5	30.6
ALH, $\mu\text{m}$	3.2	3.1	2.6	2.3	2.5	2.9	2.7	2.5	3.1	3.2	2.9
STR, %	55.1	47	56.3	59.8	60.6	54.3	54.8	58.2	52.0	51.7	48.8
BCF, Hz	10.5	8.7	9.0	8.6	9.6	9.5	8.8	8.8	9.7	9.4	8.5

○ 제주흑우의 정액을 인공 질을 사용하여 채취한 후 동결용액 (20% egg yolk plus 20% trilady)으로  $100 \times 10^6/\text{ml}$  농도로 희석된 정액을 채운 0.5ml straw를 2시간 동안 4°C 냉 장고에 보관 한 뒤 액체 질소 (LN<sub>2</sub>) 증기 7cm 위에서 10분 동안 예비동결 후 저장을 위해 직접 LN<sub>2</sub>에 넣었음. 용해는 straw를 30초 동안 37°C의 water bath에 넣어서 해동함. 11종의 제주흑우 동결정액의 운동성을 확인한 결과는 다음과 같으며 JBC-B의 정액의 운동성 뛰어난 것으로 나타남.

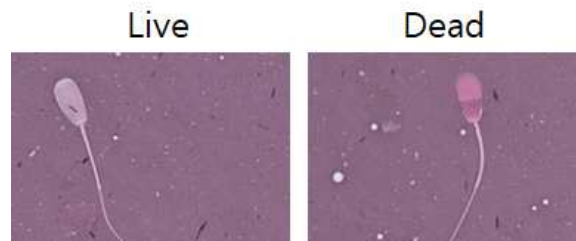
표. 제주흑우 동결정액의 용해직후 운동성

	JBC-A	JBC-B	JBC-C	JBC-D	JBC-E	JBC-F	JBC-G	JBC-H	JBC-I	JBC-J	JBC-K
Motility, %	71.4	98.6	74.3	42.8	61.7	60.1	69.1	62.3	66.8	60.8	83.2
VCL, $\mu\text{m/s}$	89.7	165.9	88.0	67.1	82	74.2	82.6	80	74.1	78.6	88.2
VSL, $\mu\text{m/s}$	32.5	56.6	32.5	25.4	29.7	24.9	30.6	28.6	26.8	27.8	28.4
VAP, $\mu\text{m/s}$	51.9	99.5	51.8	38.9	46.7	40.9	48.7	45.1	45.0	44.7	50.7
LIN, %	41.7	34.5	41.7	46.1	42.1	41.7	43.2	40.8	38.7	43.1	36.2
ALH, $\mu\text{m}$	2.0	3.5	1.9	1.5	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	2.1
STR, %	63.9	56.8	64.2	65.3	63.7	62.0	64.3	63.5	60.3	63.3	56.2
BCF, Hz	6.5	9.6	6.1	4.8	5.8	4.9	6.4	5.5	5.9	5.2	6.0



표. 제주흑우 신선정액과 동결정액의 용해직후 생존성

Sperm	Fresh	Frozen-Thawed
JBC-A	43.0	40.4
JBC-B	59.2	49.8
JBC-C	42.1	32.5
JBC-D	19.8	38.9
JBC-E	40.0	21.2
JBC-F	41.1	29.8
JBC-G	41.8	33.7
JBC-H	53.5	23.4
JBC-I	44.0	38.3
JBC-J	41.7	38.5
JBC-K	57.7	46.7



- 생존성은 Eosin-Nigrosin염색법을 사용하여 확인함. 2% Eosin 용액을 샘플과 같은 부피 (10 $\mu$ l)로 혼합하고 60 초 후 10% Nigrosin 40 $\mu$ L를 넣고 혼합 한 후 샘플 5 $\mu$ l을 깨끗한 슬라이드에 도말하여 공기 중에서 말려줌. 각 슬라이드에 대해 200개의 정자를 1000배의 배율로 관찰하여 염색되지 않은 머리를 가진 정자는 생존, 머리가 붉은 색으로 염색된 정자는 죽은 정자로 카운트함. 11종의 제주흑우 정액의 생존성을 관찰한 결과 신선 정액에서는 JBC-B, K가 생존성이 높았고 용해 후에도 JBC-B, K가 생존성이 우수한 것으로 나타남.

표. 제주흑우 신선정액의 형태학적 분석

	JBC-A	JBC-B	JBC-C	JBC-D	JBC-E	JBC-F	JBC-G	JBC-H	JBC-I	JBC-J	JBC-K
Normal	71.1	89.2	76.5	80.5	90.9	67.9	70.6	70.9	73.7	72.9	70.3
Abnormal head	1.2	1.0	0.5	2.4	1.0	1.9	2.1	0.5	2.4	1.1	1.9
Detached head	0.8	2.1	0.5	0.5	0.0	1.5	1.3	0.9	0.7	2.4	1.2
Abnormal midpiece	1.5	1.0	0.6	0.5	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	1.9	0.5
Bent midpiece	20.7	4.6	18.8	11.7	6.7	17.5	17.2	20.9	15.4	16.3	21.1
Bent tail	4.1	0.5	0.9	2.9	1.0	8.7	7.5	6.4	6.0	2.6	3.7
Coiled tail	0.6	1.5	2.2	1.5	0.0	1.0	0.9	0.0	1.4	2.7	1.4



○ 형태학적 분석은 Diff-Quik kit를 사용하여 분석함. 깨끗한 슬라이드에 샘플 5 $\mu$ L를 도말하여 40 $^{\circ}$ C warm plate에서 건조한 후 60초 동안 fixative solution에서 고정 후 각 키트 용액에 슬라이드를 60초 동안 3회씩 담근 다음 물에 담가 염색약을 제거한 뒤 슬라이드를 공기 중에서 건조시키고 200개의 정자를 1000배의 배율로 카운트함. 11종의 제주흑우 신선정액의 형태를 관찰한 결과 JBC-B, E가 정상비율이 높은 것으로 나타남. 동결정액의 형태를 관찰한 결과 JBC-B, C, E가 정상비율이 높은 것으로 나타남.

표. 제주흑우 동결정액의 용해직후 형태학적 분석

	JBC-A	JBC-B	JBC-C	JBC-D	JBC-E	JBC-F	JBC-G	JBC-H	JBC-I	JBC-J	JBC-K
Normal	80.2	88.7	90.2	77.8	87.6	70.7	68.1	77.7	71.5	74.3	62.9
Abnormal head	3.1	1.4	0.8	4.7	4.3	2.6	4.7	2.9	5.2	3.7	2.1
Detached head	0.7	0.5	0.3	0.5	0.5	0.3	1.2	0.0	1.2	1.2	0.0
Abnormal midpiece	0.7	1.8	0.5	0.5	0.5	0.8	0.2	0.5	0.8	1.3	0.7
Bent midpiece	7.4	4.5	6.1	10.4	4.3	12.7	18.0	12.1	11.7	9.8	16.8
Bent tail	6.9	0.9	0.6	2.4	1.9	12.1	6.7	6.3	8.5	6.9	16.3
Coiled tail	1.1	2.3	1.4	3.8	1.0	0.9	1.2	0.5	1.2	2.8	1.2

종모우 체징



정액 채취



straw printing



정액 straw 생산

그림. 제주흑우 정액 채취 및 스트로우 제작

표. 제주흑우 종모우 정액 스트로우 생산 리스트

Name	Straw 생산	Straw 현재	Note
JBC-A	1259	865	Discard 394
JBC-B	27	27	
JBC-C	438	174	Discard 268
JBC-D	60	0	Discard 60
JBC-E	32	0	Discard 32
JBC-F	744	228	Discard 516
JBC-G	607	222	Discard 385
JBC-H	46	0	Discard 46
JBC-I	307	81	Discard 226
JBC-J	181	26	Discard 155
JBC-K	345	96	Discard 249
JBC-L	0	0	사정 X

표. 우수 종모우 정자 스트로우 생산 리스트

Name	Straw 현재	Straw 우수
JBC-A	865	641
JBC-B	27	27
JBC-C	174	116
JBC-K	96	96

- 현재까지 11두의 종모우 정자를 분석한 결과를 토대로 종모우 선발은 모집단(JBC-A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K) 중에 JBC-A, B, C, K가 가장 고품질을 나타내고 있음. 고품질을 나타내는 종모우의 정액 straw는 JBC-A 641개, JBC-B 27개, JBC-C 116개, JBC-K 96개씩 생산하여 액체질소에 보관중에 있으며, 이는 2-2협동에서 활용 가능할 것임.

나. 제주흑우 종모우 20두 유전자원 보존용 체세포 확보

- 제주흑우 원종 종모우를 보존 및 사육하고 있는 2-1협동팀 제주축산진흥원 20두 개체의 귀조직을 채취하여 조직으로부터 세포가 증식되게 조직배양을 실시함.
- 조직배양에서 세포배양으로 진행하여 초기 세포 상태인 3세대 배양된 세포를 동결하여 1-1협동팀의 제주흑우 만능줄기세포 확립 및 배양육 생산을 위해서 일부 개체의 세포를 공유하였으며, 또한 2-1협동팀의 유전자원 보존을 위한 제주흑우 체세포주 확보를 위해 20두의 세포주를 전달함.

표. 체세포주 확립한 종모우 개체 정보

구분	개체번호	생년월일	바코드번호
1	흑000042	11/01/18	0612 2940 7
2	흑000044	11/01/28	0612 2950 3
3	흑000045	11/02/05	0612 2948 2
4	흑000046	11/02/05	0635 4847 7
5	흑000047	11/02/07	0635 4856 5
6	흑000050	11/04/03	0612 2907 2
7	흑000051	11/05/12	0635 6499 1
8	흑000059	13/01/04	3040 9817 3
9	흑210003	10/03/01	0513 2735 5
10	흑210005	10/03/11	0513 2736 3
11	흑210007	10/04/24	0530 1870 9
12	흑210021	10/09/27	0588 7041 8
13	흑211003	11/03/29	0635 8752 9
14	흑211010	11/06/08	0691 6149 1
15	흑211011	11/06/09	0691 6150 6
16	흑211012	11/06/24	0691 6151 4
17	흑213004	13/04/07	0867 3190 5
18	흑213013	13/09/30	0889 1209 2
19	흑213019	13/10/30	3067 4696 5
20	흑000060	14/01/11	0895 3958 0

제주 축산진흥원  
 제주흑우 종모우 체세포주 확립  
 JNUSC

25

주번	가명번호	생후중량	체중(단위)
1	2000001	1310.13	302.299(3.3)
2	2000002	1308.99	304.229(3.4)
3	2000003	1305.05	305.344(3.7)
4	2000004	1302.02	304.483(3.5)
5	2000005	1300.00	304.207(3.3)
6	2000006	1298.98	304.146(3.5)
7	2000007	1297.97	304.146(3.5)
8	2000008	1295.95	304.917(3.3)
9	2000009	1294.94	304.917(3.3)
10	2000010	1293.93	305.176(3.5)
11	2000011	1292.92	304.917(3.3)
12	2000012	1291.91	304.917(3.3)
13	2000013	1290.90	304.917(3.3)
14	2000014	1289.89	304.917(3.3)
15	2000015	1288.88	304.917(3.3)
16	2000016	1287.87	304.917(3.3)
17	2000017	1286.86	304.917(3.3)
18	2000018	1285.85	304.917(3.3)
19	2000019	1284.84	304.917(3.3)
20	2000020	1283.83	304.917(3.3)
21	2000021	1282.82	304.917(3.3)
22	2000022	1281.81	304.917(3.3)
23	2000023	1280.80	304.917(3.3)
24	2000024	1279.79	304.917(3.3)
25	2000025	1278.78	304.917(3.3)

26

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 2940

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2940(F-42)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 20vial, 2017.03.28  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 22vial, 2017.03.28  
 F1, 20vial, 2017.04.01 (복합물 75%)
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

27

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 44

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2936(F-44)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 38 vial, 2017.03.28  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 8 vial, 2017.04.18
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

28

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 2948

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2948(F-48)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 62vial, 2017.03.27  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 36vial, 2017.03.29  
 F1, 20vial, 2017.04.01 (복합물 75%)
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

29

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 46

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2946(F-46)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 10 vial, 2017.04.18  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 31 vial, 2017.04.18
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

30

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 47

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2947(F-47)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 40 vial, 2017.03.27  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 31 vial, 2017.03.29  
 F1, 20 vial, 2017.04.01 (복합물 75%)
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

31

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 50

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2950(F-50)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 15 vial, 2017.03.28  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 9 vial, 2017.03.29  
 F1, 4 vial, 2017.03.31 (복합물 75%)
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

32

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 51

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2951(F-51)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 21 vial, 2017.03.14  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 22 vial, 2017.03.14
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

33

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 9817

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2042-9817(F-18)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 30 vial, 2017.03.28  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 30 vial, 2017.03.28  
 F1, 20vial, 2017.04.18(복합물 75%)
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

34

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 10 3

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2795(F-10)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 10 vial, 2017.03.27  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 10vial, 2017.04.18
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

35

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 10 5

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2798(F-10 5)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 44vial, 2017.04.18  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 7vial, 2017.04.18
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

36

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 10 7

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2797(F-10 7)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 40 vial, 2017.04.18
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

37

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 10 21

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2018-1021(F-10 21)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 20 vial, 2017.03.11  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 20 vial, 2017.03.11
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

38

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 11 3

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2792(F-11 3)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 22 vial, 2017.03.10  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 20 vial, 2017.03.12
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

39

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 11 10

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2794(F-11 10)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 40vial, 2017.03.11
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

40

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 11 11

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-2793(F-11 11)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 20vial, 2017.03.09  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 20vial, 2017.03.11
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

41

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 11 12

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2018-1112(F-11 12)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 10 vial, 2017.04.11
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

42

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 3190

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2018-3190(F-13 4)  
 양분출일: 2013.02.07  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 30 vial, 2017.03.29  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 44 vial, 2017.03.31  
 3<sup>o</sup>: C, F1, 2017.04.19(13)복합물 75%)  
 Label: 3190 or 13 4
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

43

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 13 13

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2018-1313(F-13 13)  
 양분출일: 2013.02.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 30 vial, 2017.04.18
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

44

Juju black cattle (JBC) cell proliferation

JBC 406

- **개체**  
 제주축산진흥원 종모우  
 개체번호: 2012-406(F-13 78)  
 양분출일: 2013.03.05  
 생후중량: 207.83(3.7)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 20 vial, 2017.03.29  
 2<sup>o</sup>: C, F1, 40 vial, 2017.03.31  
 3<sup>o</sup>: C, F1, 6 vial, 2017.04.01  
 4<sup>o</sup>: C, F1, 9 vial, 2017.04.06  
 Label: 406 or 13 19
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

45

Juju black porcine (JBP) cell proliferation

JBC 63

- **개체**  
 제주 축산진흥원  
 개체번호: 2018-063(F-10 4)  
 양분출일: 2014.11.11  
 생후중량: 207.01(2.8)
- **배양**  
 1<sup>o</sup>: C, F1, 20 vial, 2017.03.01
- 10% FBS CMEM  
 + pyruvate, + NSAA, +pH,  
 + mercaptoethanol  
 + 0.550'2' washing

46

그림. 20마리 제주흑우 종모우의 세포주 확립

다. 제주흑우 실용축 생산 인공수정

- 이식기간 : 2018.10.01 ~ 2022.12.31.
- 이식농가 : 서귀포시 남원, 의귀, 제주시 한림, 안덕 소재 농가 6곳 대상
- 이식두수 : 센터 자체실시 353두 실시

표. 제주흑우 인공수정 기록부 예시

부 KPN	바코드	번식성적,체형	최종수정일	최종 분만일
517.(ult.m2.2.b3).ULT.m2.2.f7.SNP.E.E.D.C.	002 0743 6919 9	1/1/1/1/1/1/1/AC	19.01.29pH8.5.4	20.11.09.
17.10.10.1075.521. 3785(5:2) 번식A.	002 1244 8051 6	1/A	19.03.24pH8.2.3	20.01.03.
882.654.666.542.(ult.m1.b2).ULT.m2.1.f3.SNP.E.C.C.D.	002 1049 5950 0	1/1/2/A	19.04.26pH8.5.3	20.02.07.♂
460.310.ULT.m1.0.f2.19.2.18.혈뇨 도축예정.19.4.28.난포 배란됨.	000 1887 5489 4	1/2/3/1/1/1/1/AB	19.04.28pH7.6.3	19.02.09.♂
841.480.(ult.m2.1.b2).사진우.ULT.m1.f1. 19.5.3일 수정 진행 포기	002 0895 4135 8	2/2/2/B	19.05.03.	20.02.17.♀
719.628.(ult.m2.3.b3).ULT.m2.1.f8.SNP.E.E.A.E.	002 3055 4848 3	1/1/2/1/1/AA	19.05.20.	20.02.28.♂
17.9.4. 흑51. 767.521.4036(1:2)3786(3:2)번식C.	002 1244 8250 0	2/A	19.05.26+ pH8.5.2	20.03.08.♀
기조 ULT.m1.0.f1.19.2.10.blood urine.19.2.18.혈뇨 도축예정.	000 1887 5492 4	1/2/1/1/1/1/AB	19.05.27pH8.2.4	20.03.07.
767.719.487.(ult.m1.b1) ULT.m2.1.f5.SNP.C.E.E.E.	002 3111 5694 8	1/1/1/AB	19.05.27pH8.2.4	20.03.06.♂
572.ULT.m1.0.f2	002 0397 8505 5	2/1/1/2/1/1/AB	19.06.02+ pH8.5.3	20.03.16.♂
963.550. 4643(1:0) repbre.9074(3:2)16.12.21.ULT.m2.0.f1.	002 1143 0288 0	1/1/A	19.06.04pH8.5.3	20.03.14.♂
517.18.4.7.noai.785.ULT.m2.1.f3	002 0206 1413 8	2/2/2/1/1/AC	19.06.06+ pH8.2.8.5.3	20.03.17.♂
18.1.10.1115.517.505.6901(1:1)2733(1:4) 번식B	002 1247 8044 5	1/A	19.06.06pH8.5.4	20.03.22.♂
965.593.517. 5565(4:0)4581(1:1)16.11.27.ULT.m2.1.f13.20.4.10.꺾어	001 1137 0635 9	1/A	19.06.08pH8.2.3	20.03.23.♂
882.550.ULT.m3.2.f10.SNP.B.D.C.A.	002 1049 5514 5	3/1/1/B	19.06.08pH8.5.3	20.03.17.♀
550.334.(ult.m2.3.b11).ULT.m2.3.f8.SNP.E.D.A.B.	002 0830 5147 4	2/1/1/1/AA	19.06.15pH8.2.3	20.03.23.♀
965.521.333.ULT.m1.0.f2.3786(2:2)5878(5:2)	002 1137 0622 0	2/2/B	19.06.24+ pH8.5.1.3	20.04.07.♀
965.387. 5495(4:6) 16.11.17.ULT.m2.1.f2.	002 1137 0627 9	1/1/A	19.06.24pH8.5.4	20.04.07.♀
17.3.8.BK50.이모색. ULT.m1.0.f1.6435(1:0)5088(2:3)A	002 1155 8849 8	1/3/C	19.07.30pH8.5.3	20.05.10
485.ULT.m1.0.f2.	000 1887 5684 3	4/2/1/1/1/AB	19.07.31+ pH7.2.3	20.05.11.
17.10.10.0717. 5089(2:2)모원종.ET.번식B 이모색.여령.호구(내륙흑우	002 1244 8053 2	1/A	19.08.08pH7.8.2	20.05.19
681.521.333.(ult.m2.1.b3)ULT.m2.2.f3.SNP.E.E.C.E.	002 0635 6540 4	3/2/1/1/2/1/1/AB	19.08.09pH8.5.3	20.05.20
17.1.9.1048.719.628.ULT.m1.0.f1. 4848(1:2)6836(2:2).	002 1143 0300 1	2/2/B	19.08.11pH8.5.3	20.05.22.
17.11.8.10-7.708.7795(4:0) 2682(3:3)번식B.19.8.수정일 미기록.이력	002 1244 8049 3	1/A	19.08.20	20.05.31.
740.681.485.(ult.m2.1.b1).ULT.m2.3.f8.SNP.C.C.D.C.19.8.21.noai	002 3111 5560 3	2/1/1/AB	19.08.27+ pH8.2.8.5.2.3	20.06.07.
ET.572.18.sungilge.ULT.m3.f21.	002 0950 0855 9	3/1/1/1/AB	19.09.16.	20.06.27.
881.586.654.16.4.1달생.	002 1062 6118 2	1/2/1/A	19.10.02.	20.07.13.
841.517.체격우수.(ult.m3.2.b7).19.10.24.발정.	002 0867 4742 8	1/1/4/1/B	19.10.24.	20.08.04.
654.(ult.m1.b3).ULT.m1.0.f3.SNP.D.D.B.6925(1:4) 3802(4:3).19.10	002 0743 6925 4	1/1/1/4/3/D	19.10.31.	20.08.11.
17.6.16.1017.667.ULT.m2.1.f2. 5562(1:2)1632(3:4).19.11.5.오전 발정	002 1195 0158 4	2/1/A	19.11.06pH8.2.3	20.08.17.
16.12.12.1012.550.334.ULT.m2.1.f2. 5147(1:3)A.5520(2:5)A.19.12.2	002 1143 0293 5	1/2/B	19.11.06pH8.2.3	20.08.17.
968.572 ET. 0855(1:1) 1684(3:1)16.11.15.ULT.m1.0.f1.19.7.16.es.5	002 1143 0294 3	2/1/A	19.11.12pH8.2.3	20.08.23.
17.1.20.1-10.BK.체형A.ULT.m2.1.f4.1296(4:1)3784(2:0) 19.9.11.발정	002 1137 0268 5	2/3/C	19.11.15pH8.0.3	20.08.26.
17.3.8.1034.668.517.ULT.m2.1.f1.6047(3:0)A.9970(2:1)A.	002 1155 8841 4	2/1/1/AB	19.11.25+ pH8.2.2.3.	20.09.05.
16.12.19.1012.690.645.6108(4:0)8194(2:1)18.8.4.확인된 개체.19.11.2	002 1143 0286 3	2/1/2/A	19.11.30pH8.5.3	20.09.10.
17.4.20.785.764.ULT.m2.0.f1. 5915(1:0)5345(4:4).	002 1186 0393 0	2/3/C	19.12.22pH8.5.3	20.10.02.
17.8.25.흑51.517. 4713(5:3)번식A.exe.19.11.15.태반.미래셀.	002 1244 8247 9	1/1/A	20.01.11+ pH8.0.2	20.10.22.
593.517.성질개. 환축다리.ULT.m1.0.f1.	002 3040 5565 3	1/2/1/1/1/1/1/AB	20.01.15.	20.10.26.
BK.ET.(ult.m2.3.b4).ULT.m1.0.f2.SNP.D.D.C.E.	002 0635 5088 1	1/2/1/1/1/AB	20.01.22pH8.2.3	20.11.02.
719.666.(ult.m3.1.b5).SNP.B.C.C.D.	002 3046 6046 9	1/1/1/2/1/1/AA	20.01.22pH8.5.3	20.11.02.
708.521.310.(ult.m1.b1).ULT.m1.0.f2.SNP.C.D.C.D.	002 0770 7329 9	1/1/1/2/1/AC	20.01.23pH8.5.3	20.11.03.
654.666.542.(ult.m1.b2).ULT.m2.1.f7.SNP.B.D.D.E.20.1.24.개체 재확인	002 0770 7786 8	2/1/1/1/1/1/AC	20.01.24.	20.11.04.
17.9.22.1018.719.572 3995(3:0)번식A.1689(1:1).20.2.4.오전관찰 후.	002 1244 8248 7	1/1/A	20.02.04pH8.5.4	20.11.15.
17.8.5.908.855.517. 2275(1:1)3717(1:5)번식A.	002 1222 0063 1	1/2/A	20.03.02pH8.2.3	20.01.22.♂
17.6.3.958.550.517.ULT.m1.0.f1. 5270(2:3)1413(6:3)	002 1195 0267 3	1/1/1/A	20.03.03pH8.5.2	19.12.06.
17.11.8.10-7.이모색 철소색 열은. 708. 7795(4:0)번식A.이력제 확인됨	002 1247 8049 6	1/1/A	20.03.14pH8.0.3	19.11.08.
668.(ult.m2.3.b8).ULT.m2.2.f7.SNP.D.D.E.D.20.2.환축.	002 3046 6047 7	1/1/1/2/1/2/AA	20.03.19.	20.02.01.♂
664.517.(ult.m2.1.b4).SNP.D.D.E.C.	002 0770 7787 6	1/1/1/1/2/2/2/B.C	20.03.20pH8.2.3	19.11.22.
17.5.9.BK51.267. 5731(6:3)8620(3:3).20.1.29.오전 발정 행동.20.04.0	002 1186 0391 3	3/1/B	20.04.04pH8.0.3	19.11.24.
654.310.(ult.m2.3.b2).ULT.m2.2.f2.SNP.C.D.D.C	002 0770 7791 3	1/1/3/4/1/1/C.B	20.04.06pH7.6.3	20.02.01.♂
542.281.ULT.m2.2.f3.20.4.4.bioest2.5.오브렌2투여.난포 배란되는 상	002 0051 6572 2	1/1/1/1/1/2/2/B.C	20.04.08pH7.8.4	19.12.19.
901.517. 4713(5:2).ULT.m3.1.f1.이모색확인. 20.1.8.현장 개체 확인.	002 1115 9154 9	2/1/1/A	19.04.15 pH7.8	20.01.26.♂

라. 제주흑우 동결정액을 이용한 체외 수정란 생산 및 이식

(1) 제주흑우 실용축 및 흑우 체외수정란 생산 및 보관

- 공도축된 암소의 난소를 실험실로 운반 후 난포에서 난포액을 회수하고 회수된 난포액에서 난구세포가 고르게 부착되어있고 세포질이 균일한 난자만을 선별하여 체외성숙용 배양액에서 20시간동안 체외 성숙시킴. 체외성숙된 난자는 체외수정용 배양액 소적으로 옮긴 후, 동결보존된 제주흑우 정액을 용해시킴. 20% Triladyl과 percoll 처리를 통해 양질의 정자만 회수한 뒤  $1 \times 10^6/\text{ml}$ 의 농도로 희석하여 난자가 있는 체외수정용 배양액 소적에 첨가함. 정자의 운동성을 높이기 위해 Heparin과 P.H.E를  $2\mu\text{l}$ 씩 첨가한 후 40~42시간동안 세포배양기에서 수정을 유도함. 수정 후 2일째, 4일째, 6일째, 8일째에 관찰하여 난할률과 상실배 및 배반포 발달률을 측정함.

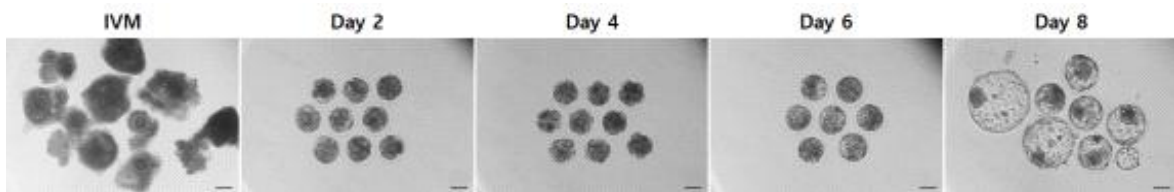


그림. 제주흑우 정액으로 체외수정된 수정란의 발달

- 제주흑우 동결정액을 이용한 체외수정 후 8일째에 배반포가 발달하면, 동결 straw에 글리세롤과 에틸렌 클리콜 등을 첨가하여 만든 동결보존액을 채운 뒤 배반포를 넣고 straw 끝을 밀봉하여 액체질소의 증기로 동결시킨 후, 액체질소에 보관함.
- 체외수정시킨 제주흑우 수정란은 280개를 생산하였고, 동결 straw 168개 제작, 96개 보관중임. 보관중인 수정란 리스트는 표와 같으며, 계속해서 생산 중에 있음.

표. 제주흑우 정액을 이용한 동결란 168 straw 제작(계속)

No.	동결일	동결수 (straw)	배반포 (n)	종모우	공란우(한우)				
					개체번호	개월령	산차	등급	도체중
1	2016.12.01	1	2	B51	069166123	63	3	2	280kg
2	2016.12.02	1	2	B11-3	069134577	57	2	2	335kg
3	2016.12.23	1	2	B11-12	304056935	46	2	1++	357kg
4	2017.01.05	1	1	B11-3	083641441	47	1	1+	388kg
5	2017.01.11	1	2	B51	065397095	69	3	1	291kg
6	2017.01.11	1	1	B51	077101520	58	0	1	373kg
7	2017.01.18	1	1	B11-12	304098622	47	1	1	324kg
8	2017.01.19	3	6	B11-3	306863492	32	0	1++	348kg
9	2017.01.25	1	2	B11-12	063567070	70	3	1+	305kg
10	2017.02.10	1	2	B11-12	050408017	84	5	1	310kg
11	2017.02.15	1	1	B11-3	305564049	47	1	1+	367kg
12	2017.02.15	1	2	B11-3	083054178	50	2	1+	457kg
13	2017.03.08	1	1	B11-12	086730775	44	1	1+	347kg
14	2017.03.08	2	4	B11-12	083645519	50	2	1+	407kg
15	2017.04.27	1	1	B11-12	303421904	56	3	2	333kg
16	2017.05.04	1	1	B11-12	304056986	49	2	1++	415kg
17	2017.06.21	1	1	B51	086727424	48	2	2	367kg
18	2017.08.11	1	1	B11-3	005154912	127	3	제주흑우 원종	
19	2017.09.06	1	2	B51	086747485	48	1	1	394kg
20	2017.09.07	1	2	B11-12	093961627	40	1	2	326kg
21	2017.10.27	1	2	B51	306859107	46	-	제주흑우 F2	
22	2017.11.01	1	2	B51	304093675	58	3	1+	345kg
23	2017.11.23	1	2	B51	050084430	94	3	제주흑우 F2	
24	2017.12.06	1	1	B11-12	086728984	54	-	제주흑우 원종	
25	2017.12.28	1	2	B50	310218316	39	-	제주흑우 실용축	
					086745901	53	-	제주흑우 F2	
					069143615	78	-	제주흑우 F2	
26	2018.01.18	2	4	B51	089544665	50	-	제주흑우 F2	
					097358369	36	-	제주흑우 미등록	
					093955934	35	-	제주흑우 미등록	
27	2018.01.19	2	8	B11-12	045017894	100	-	제주흑우 F1	
28	2018.01.19	2	8	B11-12	083051722	65	-	제주흑우 F1	
29	2018.1.26	2	4	B51	097357448	36	0	1	344kg
30	2018.1.26	1	1	B51	311155679	35	0	1++	370kg
31	2018.1.26	2	5	B51	099304294	33	0	1+	361kg
32	2018.2.1	1	1	B11-12	099296841	35	0	1+	418kg
33	2018.2.2	1	2	B51	311155646	35	0	1	388kg
34	2018.2.2	1	1	B51	310539862	38	0	1++	329kg
35	2018.2.8	1	1	B11-12	306859617	50	1	2	331kg
36	2018.3.1	2	5	B51	114304107	15	0	등외	145gk
37	2018.3.1	1	1	B51	071797443	78	4	2	355kg
38	2018.3.1	1	3	B51	077093318	72	5	1	344kg
39	2018.3.2	1	1	B11-12	097358457	37	0	1+	375kg
40	2018.3.2	1	3	B11-12	099294080	35	0	1	421kg
41	2018.3.2	2	5	B11-12	101550406	32	0	1++	377kg
42	2018.3.8	1	2	B51	083048028	66	4	3	213kg
43	2018.3.8	2	6	B51	089820661	47	1	1	414kg
44	2018.3.9	1	3	B11-12	099306208	33	1	3	275kg
45	2018.3.15	3	8	B51	304096225	63	3	2	298kg



표. 제주흑우 정액을 이용한 동결란 168 straw 제작

No.	동결일	동결수 (straw)	배반포 (n)	종모우	공란우(한우)				
					개체번호	개월령	산차	등급	도체중
46	2018.3.16	2	7	B11-12	054640595	91	4	1	440kg
47	2018.3.16	1	4	B11-12	060445213	89	5	2	345kg
48	2018.3.16	1	2	B11-12	310216425	40	1	1+	322kg
49	2018.3.16	1	2	B11-12	308715898	47	1	1	284kg
50	2018.3.21	3	10	B51	093963452	44	1	2	367kg
51	2018.3.23	1	3	B51	099295017	36	0	1+	435kg
52	2018.4.11	1	3	B51	310539926	40	0	2	453kg
53	2018.4.12	1	1	B51	086738521	56	0	2	406kg
54	2018.4.18	1	1	B51	308035232	52	1	2	275kg
55	2018.4.18	2	5	B51	092726819	46	1	3	229kg
56	2018.4.20	1	1	B51	086731972	59	3	2	391kg
57	2018.4.20	1	1	B51	308422636	49	1	1	398kg
58	2018.4.25	1	1	B11-12	086740527	57	3	3	288kg
59	2018.4.25	1	3	B11-12	306750926	51	1	1+	385kg
60	2018.4.25	2	6	B11-12	308719737	47	2	1+	428kg
61	2018.5.4	2	5	B11-12	089821863	49	1	1+	373kg
62	2018.5.23	1	1	B51	303427846	65	3	1	324kg
63	2018.5.23	1	2	B51	092726747	47	2	1	333kg
64	2018.5.23	1	1	B51	086737320	60	3	3	365kg
65	2018.5.24	2	3	B11-12	069168333	80	4	3	317kg
66	2018.5.24	1	2	B11-12	304102767	64	3	1	335kg
67	2018.6.13	2	4	B11-12	107466453	27	0	2	355kg
68	2018.6.13	4	8	B11-12	095861321	42	0	1+	370kg
69	2018.8.15	1	1	B11-12	302339791	70	3	3	312kg
70	2019.1.9	2	2	B51	051324316	106	5	3	332kg
71	2019.3.7	4	4	B46	111769680	30	0	1++	332kg
72	2019.3.15	4	4	B45	304055661	76	3	3	313kg
73	2019.4.3	1	1	B46	077088501	86	4	1	391kg
74	2019.4.10	6	6	B46	032230342	125	8	3	255kg
75	2019.4.25	1	1	B46	306744814	66	3	2	340kg
76	2019.5.3	1	1	B45	303430042	78	5	2	411kg
77	2019.5.23	2	4	B46	310538861	54	2	1+	327kg
78	2019.7.03	3	3	B45	092729477	59	3	2	406kg
79	2019.8.21	3	3	B45	106256561	42	2	3	374kg
80	2019.8.21	1	1	B45	063559543	102	4	2	326kg
81	2019.12.12	1	3	B46	089541760	74	2	제주흑우 F1	
82	2020.1.15	1	1	B46	312949467	50	2	3	264kg
83	2020.1.15	1	2	B46	096608608	59	3	2	359kg
84	2020.2.7	1	2	B46	109355197	44	5	1++	400kg
85	2020.2.7	1	2	B46	113943824	38	6	1	407kg
86	2020.09.17	4	6	B46	128277317	29	3	1++	453kg
87	2020.11.06	3	3	B46	99310578	67	4	2	352kg
88	2020.12.18	1	2	B46	307646081	79	5	3	343kg
89	2021.01.13	1	1	B45	306739435	87	4	2	337kg

(2) 제주흑우 체외수정란의 발달률 비교

- 제주흑우 동결정액을 이용한 체외수정 후 2일째, 4일째, 6일째, 8일째에 관찰하여 난할률과 상실배 및 배반포 발달률을 측정함. 공란우/비공란우 여부에 따른 발달률, 공란우의 도체중, 도체등급에 따른 발달률을 각각 비교함.
- 배반포까지 발달한 경우만 선별하여 발달률을 비교했을 때, 공란우가 비공란우의 경우보다 배양 4일 째 난할률과 6일째 상실배 발달률이 유의적으로 높았으나 배양 8일째 배반포 발달률은 유의적 차이가 나타나지 않았음. 배반포까지 발달하지 않은 경우를 포함하여 발달률을 비교하였을 때는 공란우와 비공란우에 따른 발달률 차이가 나타나지 않음.

표. 제주흑우 체외수정란의 발달률 비교 (공란우/비공란우)

구분	IVF	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
공란우	1806	1253 (69.4 ± 1.7)	805 (64.2 ± 2.1) <sup>a</sup>	414 (33.0 ± 1.8) <sup>a</sup>	259 (20.7 ± 1.7)
비공란우	528	338 (64.6 ± 3.5)	182 (53.8 ± 3.5) <sup>b</sup>	84 (24.9 ± 2.4) <sup>b</sup>	61 (18.0 ± 2.7)

<sup>a-b</sup>p < 0.05 \*배반포 발달한 경우만 선별

- 공란우의 도체중과 도체등급에 따른 발달률을 비교했을 때, 도체중이 300kg 이하일 때 수정률이 가장 높았으나 다른 그룹과 유의적 차이는 나타나지 않았음. 도체중이 300kg 이하일 때 배양 4일 째 난할률이 가장 높았으나 다른 그룹과 유의적 차이는 나타나지 않았음. 도체중이 350kg 이상 400kg이하일 때 배양 6일 째 상실배 발달률이 가장 높았으나 다른 그룹과 유의적 차이는 나타나지 않았음. 도체중이 350kg 이상 400kg 이하일 때 배반포 발달률이 높았으나 다른 그룹과 유의적 차이는 나타나지 않았음. 도체등급이 1+등급일 때 수정률이 높았으나 다른 그룹과 유의적 차이는 나타나지 않았음. 도체등급이 1++일 때 배양 4일 째 난할률이 유의적으로 높았고, 1++과 1+일 때 배양 6일째 상실배와 8일째 배반포 발달률이 유의적으로 높았음.

표. 제주흑우 체외수정란의 발달률 비교 (도체중별)

구분	IVF	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
≤ 300 kg	374	275 (73.5 ± 3.6)	186 (67.6 ± 5.1)	95 (34.5 ± 3.6)	54 (19.6 ± 2.9)
300 ~ 350 kg	670	459 (68.5 ± 3.0)	278 (60.6 ± 3.5)	125 (27.2 ± 3.1)	90 (19.6 ± 3.4)
350 ~ 400 kg	671	433 (64.5 ± 3.0)	275 (63.5 ± 3.1)	150 (34.6 ± 2.7)	97 (22.4 ± 2.1)
≥ 400 kg	406	291 (71.7 ± 2.4)	178 (61.2 ± 3.3)	93 (32.0 ± 2.6)	56 (19.2 ± 1.7)

(3) 체외수정란 이식

- 이식농가 : 서귀포시 안덕면, 제주시 금악, 제주시 봉개 소재 농가 4곳 대상
- 이식두수 : 센터 자체실시 22두 진행(돼지열병 및 코로나로 인한 농가 방문 제어)
- 임신두수 : 4두 확인, 분만 3두

표. 제주흑우 체외수정란 이식 현황

번호	이 식 농 가			수 란 우		목번	산차	이식일	수정란혈통		이식 부위	난형태	비 고
	주 소	성 명	연락처	품종	개체번호				부	모			
1	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0666 5	2-62	미경산	18/12/16	B11-12	0958 6132 1	좌 A++	동결란	비임신
2	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 06667 3	2-61	미경산	18/12/19	B11-12	0958 6132 1	좌 A++	동결란	비임신
3	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1243 0435 9	2-64	미경산	19/01/01	B51	3111 5564 6	우 A++	동결란	비임신
4	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0665 5	2-62	미경산	19/01/04	B51	0993 0429 4	우 A++	동결란	비임신
5	제주시 금악			젖 소	1186 1056 6	316	미경산	19/01/11	B11-12	1015 5040 6	우 A++	동결란	비임신
6	제주시 금악			젖 소	1244 8936 0	344	미경산	19/01/11	B11-12	0973 5845 7	우 A	동결란	비임신
7	제주시 금악			젖 소	1222 0627 0	325	미경산	19/01/20	B51	3080 3523 2	좌 A	동결란	비임신
8	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0437 5	2-66	미경산	19/01/20	B51	0867 3852 1	우 A++	동결란	비임신
9	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0662 4	2-65	미경산	19/01/20	B51	3111 5567 9	우 A++	동결란	임신
10	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0439 1	2-63	미경산	19/01/21	B51	0830 4802 8	우 A++	동결란	비임신
11	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0665 7	2-60	미경산	19/01/24	B11-12	3040 5693 5	우 A++	동결란	비임신
12	제주시 금악			젖 소	1244 8934 3	342	미경산	19/01/26	B11-12	0635 6707 0	우 A++	동결란	비임신
13	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0318 1	2-67	미경산	19/03/10	B11-12	0201 9958 3	좌 A+	동결란	비임신
14	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0463 7	2-69	미경산	19/05/20	B46	1117 6968 0	좌 A+	동결란	비임신
15	제주시 변영로			젖 소	1224 8966 0	1728	미경산	19/05/26	B51	0691 6612 3	우 A++	동결란	비임신
16	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1246 9175 8	-	미경산	19/05/29	B		우A++	신선란	임신
17	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1143 0436 7	-	미경산	19/05/29	B		우A++	신선란	임신
18	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1247 7928 2	-	미경산	19/05/29	B		우B	신선란	비임신
19	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1312 8069 9	-	미경산	19/11/07	B11-12	0830 5172 2	우A++	동결란	비임신
20	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1312 8067 9	-	미경산	19/11/07	B46	0322 3034 2	좌A+	동결란	임신
21	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1312 8064 0	-	미경산	19/11/11	B46	3067 4481 4	우A++	동결란	비임신
22	안덕면 동광 신화역사로			젖 소	1312 8069 9	-	미경산	19/11/26	B45	1014 2761 4	좌A++	동결란	비임신

F1-ET-1\_002145392103



F1-ET-2\_002151372698



F1-ET-3\_002159176271



그림. 제주흑우 체외수정란 이식에 따른 산자 생산

마. 우수 실용축 종모우 생산을 위한 체세포 복제소 생산

- 도축장에서 난소를 채취하여 양질의 난자만 선별·회수하고 20시간동안 체외성숙시킴. 체외성숙된 난자의 난구세포를 제거한 후 제1극체가 방출된 난자만을 선별하고 Oosight Imaging System을 이용하여 핵을 제거함. 한우 개체의 귀섬유상피세포를 단일 세포로 분리하여 탈핵한 난자의 투명대와 세포질 사이 공간에 이식함.
- 0.3M mannitol 용액 내에서 직류 20 volt에서 1 pulse로 세포 융합을 실시하였으며, 융합이 확인된 체세포 이식란을 5 um Ionomycin에 5분간 노출시키고, 20mM DMAP에서 3시간 배양하여 난활성을 유도함.
- 만들어진 체세포 복제 배아를 체외에서 7~8일간 배양하여 발달상태가 양호한 배아만을 골라서 Direct freezing 방법으로 냉동보관 하였다가 대리모에 이식함.
- 실험 결과 핵 융합율은 73.9%로 나타났으며, 난활율은 70.2% 최종 7일에 배반포로의 발달율은 19.2%로 나타남. 배반포기 단계까지 발달 된 317개의 배아 중에 총 72개의 배아를 Direct freezing으로 냉동하였음.

표. SCNT 수정란 발달율

Year	No. of oocyte	Fusion rate(%)	Day 0	No. (%) of embryos developed to			
				Day 2 ≥ 2-4 cell	Day 4 ≥ 8cell	Day 6 ≥ morula	Day 7 ≥ blastocysts
2016	1851	997/1336(74.6)	806	612(75.9)	423	273	143(17.7)
2017	1049	621/814(76.3)	530	390(73.6)	250	173	114(21.5)
2018	259	146/205(71.2)	127	99(79.9)	75	49	22(17.3)
2019	127	76/103(73.8)	62	44(71.0)	30	29	12(19.4)
2020	336	143/226(63.3)	97	63(65.0)	57	38	20(20.6)
2021	91	51/76(67.1)	42	38(90.5)	26	19	6(14.3)
<b>Total</b>	3,713	2,034/2,760(73.7)	1,664	1,246(74.9)	861	581	317(19.1)

- 신선란 또는 동결란인 체세포 복제 배아를 직접 이식하거나 해동하여 33마리의 공란우에 이식한 결과는 다음과 같음. 모두 이식우에서 재발정이 일어난 것을 확인하였음. 표에 나타낸 것과 같이, 재발정이 나타나는 평균적인 날짜는 이식 후 40일경이며, 제일 빨리 나타난 것이 10일 쯤, 가장 늦게 재발정이 나타난 것은 120일 정도인 것을 확인함.

표. 한우 586 세포의 체세포 복제배아 이식 결과

연번	이식날짜	수란우	황체상태	공여세포	배반포수	재발정	수정란 상태
1	11/25/2015 <sup>OCU</sup>	22	좌 A++	586	2	15-12-24(D29)	동결란
2	05/08/2016 <sup>OCU</sup>	410	좌 A++	586	2	16-08-10(D94)	동결란
3	05/08/2016 <sup>OCU</sup>	59238	좌 A++	586	2	16-06-01(D24)	동결란
4	05/15/2016 <sup>OCU</sup>	407	좌 A++	586	2	16-06-18(D34)	동결란
5	05/27/2016 <sup>OCU</sup>	408	좌 A	586	2	16-06-30(D34)	동결란
6	06/02/2016 <sup>OCU</sup>	413	우 A++	586	2	16-08-10(D69)	동결란
7	06/09/2016 <sup>OCU</sup>	500	우 A+	586	2	16-07-20(D41)	동결란
8	07/08/2016 <sup>MSH</sup>	6596	좌 es.B	586	2	16-08-08(D38)	동결란
9	07/13/2016 <sup>MSH</sup>	4025	우 es.A	586	3	16-08-21(D46)	동결란
10	07/25/2016 <sup>OCU</sup>	506	좌 A++	586	2	16-09-10(D47)	동결란
11	07/29/2016 <sup>OCU</sup>	501	우 A++	586	2	16-08-31(D33)	동결란
12	08/05/2016 <sup>OCU</sup>	509	우 A+	586	2	16-09-03(D29)	동결란
13	11/24/2016 <sup>OCU</sup>	513	좌A++	586	2	17-01-22(D83)	동결란
14	11/24/2016 <sup>OCU</sup>	511	좌A++	586	2	17-01-16(D77)	신선란
15	12/03/2016 <sup>OCU</sup>	518	우 A+	586	2	17-01-11(D39)	동결란
16	12/12/2016 <sup>OCU</sup>	515	좌 A++	586	2	17-02-18(D80)	동결란
17	12/12/2016 <sup>OCU</sup>	519	좌 A++	586	2	17-01-06(D25)	동결란
18	01/13/2017 <sup>OCU</sup>	519	우 A++	586	2	17-02-14(D32)	신선란
19	01/16/2017 <sup>OCU</sup>	518	좌 B	586	2	17-01-29(D13)	동결란
20	01/16/2017 <sup>OCU</sup>	520	우 A++	586	2	17-02-01(D16)	동결란
21	02/18/2017 <sup>OCU</sup>	506	우 A++	586	2	17-03-05(D15)	동결란
22	08/01/2017 <sup>OCU</sup>	5628	좌 A++	586	2	17-08-17(D16)	신선란
23	08/01/2017 <sup>OCU</sup>	5629	좌 A+	586	2	17-09-09(D40)	신선란
24	01/18/2018 <sup>OCU</sup>	3927	우 A++	586	2	18-03-13(D72)	신선란
25	08/31/2018 <sup>OCU</sup>	3079	좌 A++	586	2	18-09-15(D16)	동결란
26	09/02/2018 <sup>OCU</sup>	6668	좌 A+	586	2	18-09-12(D10)	동결란
27	10/31/2018 <sup>OCU</sup>	6851	우 A+	586	2	18-11-13(D13)	동결란
28	11/29/2019 <sup>MSH</sup>	9525	좌 A+	586	2	19-12-05(D14)	동결란
29	06/05/2019 <sup>MSH</sup>	9528	우 A	586	2	19-05-20(D15)	동결란
30	06/05/2019 <sup>MSH</sup>	9530	좌 B	586	2	19-05-20(D15)	동결란
31	06/05/2019 <sup>MSH</sup>	9532	좌 A	586	2	19-09-03(D120)	동결란
32	05/02/2020 <sup>OCU</sup>	1037	좌 A++	5374	2	20-06-06(D35)	신선란
33	07/23/2020 <sup>OCU</sup>	8044	우B	5374	2	20-08-26(D35)	신선란

#### 4. 수태율 증진 기술 개발

##### 가. 수태율 증진을 위한 방안 모색

- 조사 농가는 서귀포시 지역 HN목장과 UG목장 2개소, 제주시 HK목장과 GA목장 2개소로 실용축 생산을 위한 제주한우 암소에 제주흑우 정액을 이용한 인공수정을 실시하였음.
- 서귀포시는 1차 인공수정시 69.4% 정도 수태율로 수정인 안될 경우 해당 개체에 추가적인 2차 인공수정을 실시를 수행한 결과 23.6%정도 수태율이 보여짐. 이러한 수정횟수로 수태율을 확인하였을 때, 수태당 인공수정 횟수는 약 1.4회정도로 소요됨을 확인함.
- 제주시는 1차 인공수정시 71.9% 정도 수태율로 수정이 안될 경우 해당 개체에 추가적인 2차 인공수정을 실시를 수행한 결과 15.7%정도 수태율이 보여짐. 이러한 수정횟수로 수태율을 확인하였을 때, 수태당 인공수정 횟수는 약 1.43회정도로 두 시군간의 차이는 크게 나타나지 않았음.

표. 실용축 인공수정 수태율 비교

		1차 수정 수태율	2차 수정 수태율	3차 수정 수태율	4차 수정 수태율	수태당 수정횟수
서귀포시	72두(2)	50 (69.4%)	17 (23.6%)	3 (4.1%)	2 (2.7%)	1.40회
제주시	57두(2)	41 (71.9%)	9 (15.7%)	5 (8.7%)	2 (3.5%)	1.43회

표. 실용축 인공수정 수태율 비교

종모우	JBC-G	JBC-C	JBC-A	JBC 47	JBC-B	JBC-M
Straw	40개	23개	34개	17개	8개	5개
1차수정 두수	27두	18두	23두	10두	5두	5두
1차수정 수태율	67.50%	78.20%	67.60%	58.80%	62.50%	100%

- 제주흑우 종모우별로 1차 인공수정을 실시하였을 때, 수태율을 조사한 결과, 가장 뛰어난 수태율을 보인 개체순은 JBC-M > JBC-C > JBC-G, A JBC-B > JBC-47인 것으로 확인하였음. 현재 생산하고 중에 있는 정액을 비교하였을때와 확인했을 때 정액 활력또한 유사한 순인 것을 알 수 있었음.
- 수정란 이식으로 생산된 종우인 수컷과 암컷의 체중과 체적을 정기적으로 측정하여 능력을 검정하고, 이 결과에 따라 종빈우와 종모우로 활용할 개체를 선별하여 관리함.
- 수란우 관리기법 개선을 통한 수태율 증진 기술 개발을 위해서는 수란우의 관리방법(영양제 급여여부, 백신 접종여부, 자동목걸이 존재여부 등)의 개선을 해야함. 또한 이 수태율 증진에 미치는 영향을 조사하여 최적 관리기법을 도출함.
- 수정란 이식의 효율 증진을 위해서는 발정의 동기화 정도가 영향을 미치며 이를 위해 다양한 방법의 발정동기화 프로토콜을 개발 및 이용하여 발정동기화 정도와 수태율을 조사하여 최적 발정동기화 프로그램을 개발해야 함.

나. 자궁점액 유형에 따른 pH 범위에 수태율 증진 기술 개발 및 번식 효율 개선 계획 교배

- 조사두수 : 550두, 발정발현 점액 채취두수 213두
- 참여농가 : 서귀포시 및 제주시 소재 농가 11곳 대상
- 발정 발현시 자궁경관 점액 4가지 유형별로 리트머스 시험지를 이용한 pH별 변화를 구분하고, 번식 효율에 대한 수태율을 비교분석 실시함.
  - 발정발현시 자궁경관 점액에 출혈반응이 없는 그룹(1),
  - 발정발현시 자궁경관 점액 내 미세출혈이 있는 그룹(2)
  - 발정발현시 자궁경관 점액 내 선홍색 출혈이 있는 그룹(3)
  - 발정발현시 자궁경관 점액 내 암적색 출혈이 있는 그룹(4)

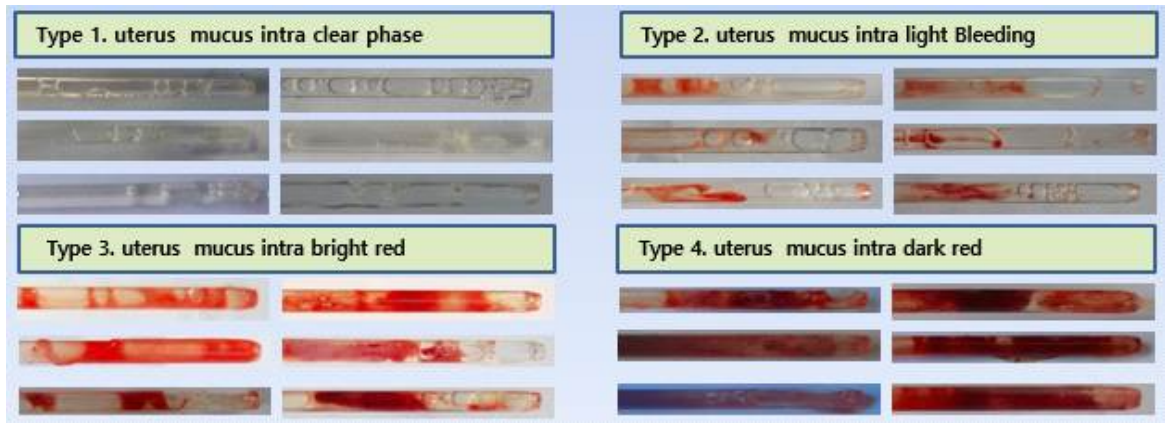


그림. 발정 발현시 자궁경관 점액 4가지 유형

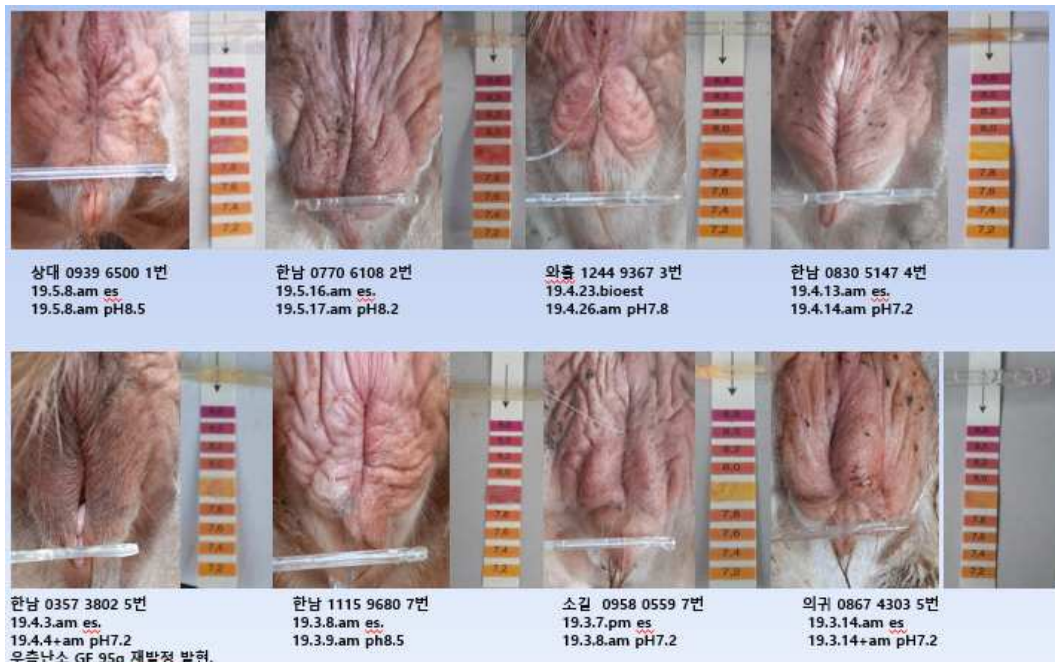


그림. 발정발현시 자궁경관 점액에 출혈반응이 없는 개체

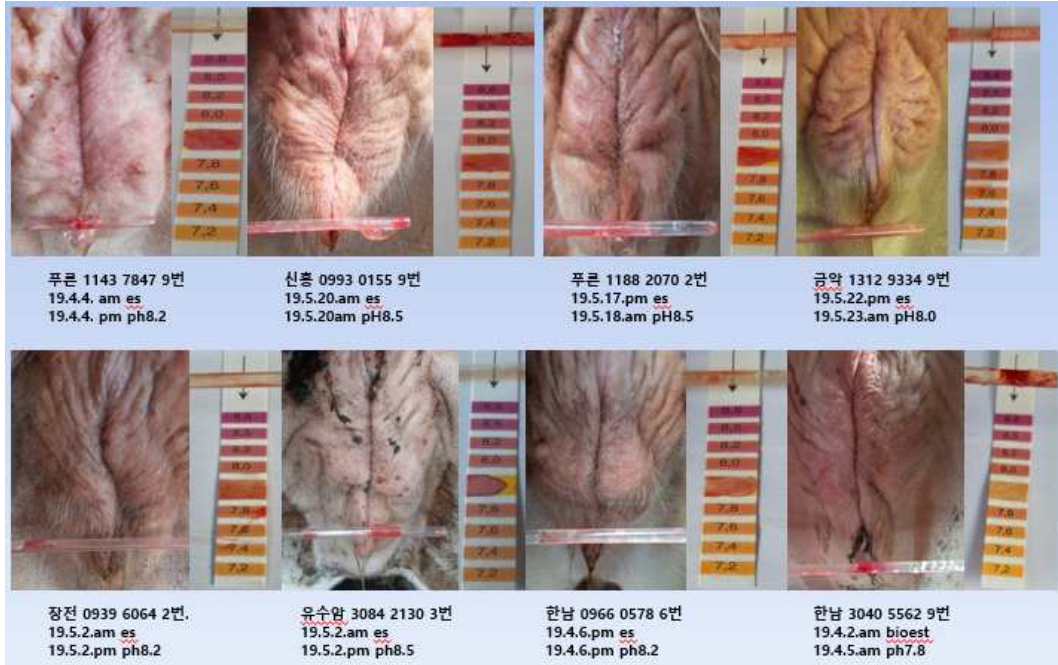


그림. 발정발현시 점액 내 미세출혈이 있는 개체

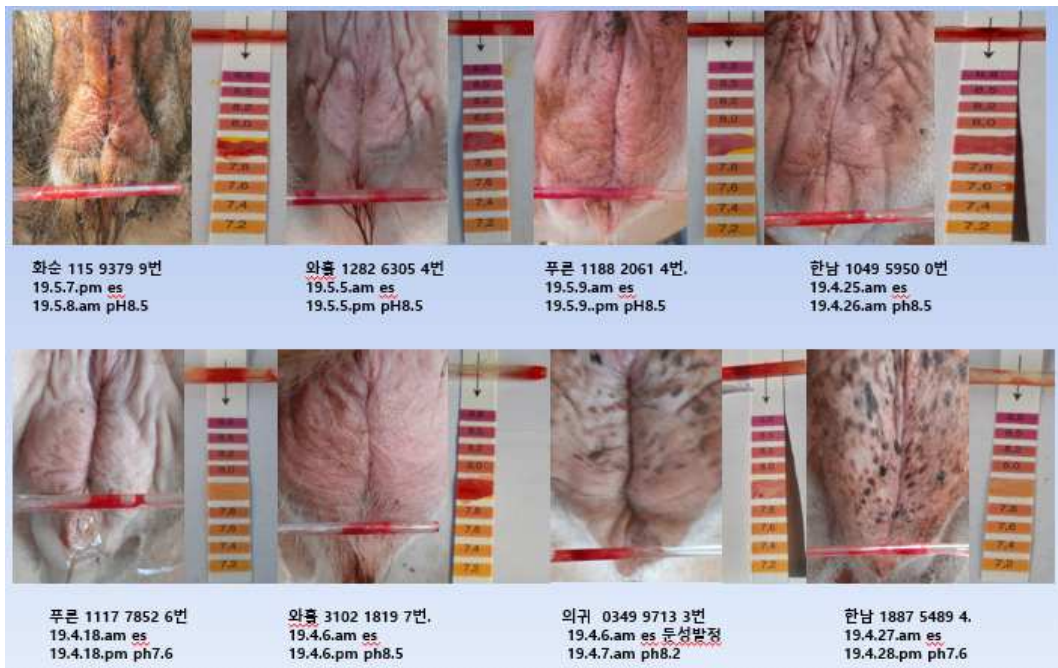


그림. 발정발현시 자궁경관 점액 내 선홍색 출혈이 있는 개체



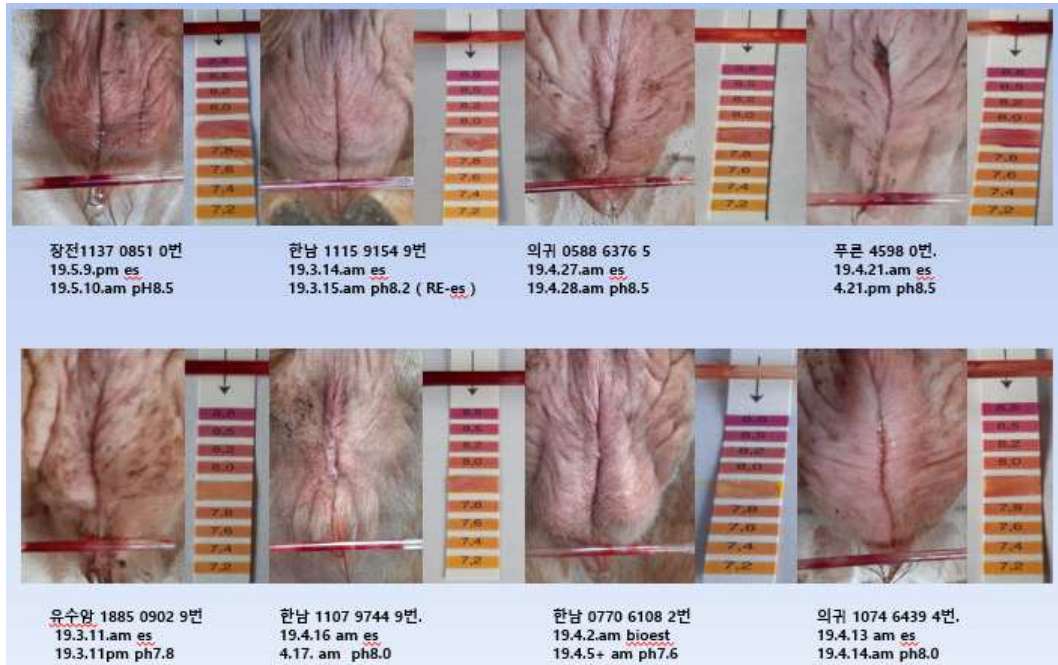


그림. 발정발현시 자궁경관 점액 내 암적색 출혈이 있는 개체

- pH 검사는 PEHANON(Germany) pH Indicator Strips pH Range 7.2-8.8를 사용하였고, 측정시 색상이 오류가 있는 것은 SIGMA(USA) pH Test Strips 4.5-10.0을 이용하여 판독하였음.
- 자궁점액은 인공수정 전에 시쓰를 이용하여 인공수정 주입기에 장착한 다음 자궁체에 고정후 시쓰와 주입기를 분리한 후 시쓰에 10ml 주사기를 연결하여 반복 흡입하면서 자궁경으로 이동하여 점액을 채취하였음.
- 인공수정시간에 pH 분포는 아래 표에서 보는 바와 같이 점액에 pH는 7-8에서 8.5에 전반적으로 분포하였고. pH7.2-7.6에서는 다소 낮게 분포하고 있음. 일반적으로 발정초기에는 pH가 7.8이하에 분포하다가 발정후기에는 8.0 이상으로 수치가 올라가는 경향 확인. 경관 주위에서 채취된 점액은 pH가 8.0 이하로 분포하고, 자궁체에서 부터 흡입된 점액은 pH가 8.0 이상으로 나타나고 있음.

표. 자궁점액 pH별 두수

pH 7.2	pH 7.5	pH 7.6	pH7.8	pH 8.0	pH 8.2	pH 8.5	pH8.8	계
3	4	5	18	35	41	101	6	213

- 맑고 투명한 점액은 발정초기에 나타나는 현상으로 수정적기인 발정 중기와 후기에는 혈액이 혼합된 유형이 일반적이며 자궁체에서부터 점액을 채취하면 미세한 양이 점조도가 단단한 부유물질이 혼합되어 시쓰에 보여짐.

- 점액내 미세출혈은 일반적으로 발정 전기에 보이는 현상으로 시료 확보가 안되면 다시 2차 시도를 하여 점액을 채취하여 진행하여, 선홍색 출혈은 발정 중기와 후기에 보였으며. 수태율도 향상됨. 암적색 출혈은 수정적기가 조금 지난 상태로 보이지만 난소를 촉진하면 그라피안 난포가 배란이 안되고 난소에 존속하는 경우도 있었음.
- pH는 8.0에서 8.5에 분포하는 개체들이 많았고, pH 7.2에서 7.8은 다소 적은 수치를 보여주고 있으며, 양호한 수태율을 위해서는 pH가 8.0에서 8.5 범위가 가장 이상적인 결과를 얻을수 있었음.

표. 자궁점액 색상과 pH 별 두수 분포

점액 색상	pH 7.2	pH 7.5	pH 7.6	pH7.8	pH 8.0	pH 8.2	pH 8.5	pH8.8	total
<b>Fig 1</b>	0	1	1	0	1	0	1	0	4
<b>Fig 2</b>	1	1	2	10	13	15	36	1	79
<b>Fig 3</b>	1	1	2	8	16	20	47	5	100
<b>Fig 4</b>	1	1	0	0	5	6	17	0	30
<b>Total</b>	3	4	5	18	35	41	101	6	213

- 이러한 결과를 바탕으로 인공수정을 진행한 213두에 수태율을 비교하였을 때, 213두에 인공수정 진행시 자궁점액을 채취한 공시축 두수는 아래표와 같으며, 1차 수정을 진행한 144두에서 수태율은 67.60%를 보여주고 있고, 3차 수정까지 209두 98.2%를 이루는 것을 확인함.

표. 시험 공시축 수태율 비교

1차 수정	2차 수정	3차 수정	4차 수정	전체 수정율
144두	51두	14두	4두	209두
67.60%	24.00%	6.60%	1.80%	98.2

다. 발정동기화 프로그램을 접목한 수태율 개선 프로그램 매뉴얼 개발 및 보급화

(1) 분만 후 무발정소의 발정동기화를 통한 발정 관리

○ 발정유도용 호르몬제제는 농가의 사양관리에 따라 개체 변이가 다양하며 가장 적절한 방법과 반응 그리고 수태율 성적도 고려하여 약품을 선택할 필요가 있음.

○ 분만후 발정 반응이 없는 개체를 위한 개선 방안을 다음과 같이 프로그램으로 개발하여 이를 진행하였을 때, 약 90% 인공수정을 보였음.

(가) 무리 중 스트레스와 영양 균형 관리(에너지와 단백질의 균형 중요)

(나) 발정유도제 투여 후 3일까지 관찰

(다) 자궁경관 마사지로 점액 유출 유도

(라) 1~2차 인공수정 실시

(마) 비타민 A와 베타-케로틴 투여로 추가 관리

표. 무발정소의 발정동기화 방법에 따른 인공수정 성적

축사 위치	분류	바 코드	명 호	투여수정일	최종수정일	정액명	수정시간	수정횟수	검사소견
R-3	ok	002118605486	0548 6	3	18.08.08	1112.98g	pm17:53	1/A	9869(1:3)7599(3:2) 18.8.5.am08:34.bioest.2.5.ml. ova atro.
R-7	ok	002300540171	4017 1	3-4	18.02.20+	1212.80g	pm16:00	3/1/1/2/B	2727.8541.G.17.10.noai.586.497. 18.2.17.bioest.
L-1	ok	002086732543	3254 3	3	18.08.01.	1060.90g	pm16:40	1/1/1/A	3699. 16.11.26.trans.18.7.29.bioest.2.5ml.
L-7	ok	002101553615	5361 5	3	18.04.09.	1133.75g	pm17:22	1/1/A	7163.2004.한림문.18.4.6.bioest. Pm15:40 .4.9.1회 수정.발정상태 반응 미약.
hou 2	ok	002082729767	2976 7	3	18.04.09.	1133.75g	pm17:05	1/2/1/A	0840.2604. 16.milkill. 18.4.6.bioest. Pm15:00.
hou 3	ok	002086728431	2843 1	3	18.02.20.	1133.80g	pm16:40	1/1/1/1/A	1685.7654.2004.납읍문.18.2.17.bioest ok pre.18.11.21.백신
hou 3	ok	002092724911	2491 1	2-3	18.02.19+	1133.80g	pm16:00	3/1/B	7209.9808.16.milkill.18.2.17.bioest ok pre.18.11.21.백신
hou 3	ok	002305566573	6657 3	3-4	18.02.20+	1212.85g	pn16:30	1/3/1/2/C	2136.9825. G.18.2.17.bioest ok pre.18.11.21.국산백신
hou 5	ok	002082727360	2736 0	3(RE1)	18.04.25.	1133.85g	pm16:28	2/1/1/1/1/A	4089.4890.4166.안.18.4.6.bioest. Pm15:40. 4.9.cer3+점액 중간2+.수정진행
3호 R-2	ok	002058863765	6376 5	3-4	18.04.26+	1064.80.95g	pm16:40	1/2/1/1/3/B	7714(4:1)(3:2)김근숙trans.18.4.23.bioest.ok pre.
3호 R-7	ok	002107462747	6274 7	2-3	18.04.28+	1112.85g	am08:20	1/A	4797(2:2) 임의국.16.8.5일.SNPBACD.18.4.26.bioest.ok pre.
3호 L-4	ok	002107465410	6541 0	3-4(RE1)	18.05.19.2s+1s.	11-11.90g	pn16:30	2/2/B.m2/2/1/B	5554(1:1)(1:4).18.5.16.bioest. 17.11.23.heal def.17.12.13.noai.18.3.6.cider.3.12.bioest18:00.18.4.23.mem ok.18.3.12.반응1+
3호 R-8	ok	002107464280	6428 0	3-4	18.10.11+	46.80.95g	am08:30	2/A	0627 (1:2)7714(3:2)김근숙trans16.10.25일생.SNPBAAA 18.10.8.오전 9시 bio2.5ml.18.10.6.no ai.
3호 R-9	ok	002089539889	3988 9	3-4	18.07.07+	1064.80g	pm16:30	2/1/1/1/A	6395(1:1)2354(23)(3:5)18.4.23.bioest.18.6.15.noai 18.7.4.bioest.7.7.ai.7.8.오전11시 2차 수정 진행함.
3호 R-9	ok	002306856637	5663 7	2-3	18.07.06+	1064.85.105g	pm16:30	2/2/1/A	2354(0:2).EXCELL mar.18.7.4.bioest.8.22.ok pre.태아적응
1호 6	ok	002074370570	7057 0	3-4	18.07.07+	1009.85g	am10:30	1/1/1/1/1/A	4144(1:3)2828(2:4)강용준trans .18.7.4.bioest.7.7.점액반응.수정진행2+.
1호 7	ok	002096605892	0589 2	3	18.05.19.	919.80g	pm15:40	1/1/1/A	5444(1:0)3528(3:0) 김순영trans.18.5.16.Bioest.18.8.7.태아착상
1호 7	ok	002306861886	6188 6	3-4	18.09.14+	46.85.98g	pm13:30	2/1/1/1/A	6188(2:0)9146(4:1)김순영trans.18.8.10.noai.9.11.bioest
3호 R-3	ok	002089546021	4602 1	3-4	18.04.26+	1064.80.98g	am09:35	1/1/2/1/A	4786(0:2.free)(화일목장)18.4.23.bioest.ok pre
ori L 4		002109352741	5274 1	2-3	18.12.7+	1175.80.90g	pm15:00	2/1/A	19.2.22.재수정 진행. 19.2.22.abortio (3:4) 번식 A.18.12.05.am11:39.bio2.5.12.8.점액유출 2차 수정.
ori L 6	ok	002'095810022	1002 2	2-3	18.12.7+	1175.80.90g	pm15:00	1/1/2/A	15.1.8. 771.2131(6:3) 번식A.암.16.noai.7.18.12.05.am11:39.bio2.5
ori R 2	ok	002'099310748	1074 8	2-3	18.12.7+	1175.80.90g	pm15:00	1/1/1/A	15.4.27.908.654.521. 7265(1:2)3813(3:2)번식A. "파일 .18.12.05.am11:39.bio2.5
ori R 4	ok	002122202346	0234 6	3	18.12.08.	1175.102g	pm15:00	1/A	17.7.23.1080. 953.550.4801(1:1)5860(1:0)0913(1:2)번식A. 18.12.05.am11:40.bio2.5.

라. 초음파 육질 진단을 이용한 번식 가임암소 수태율 개선

- 산업화축 고품질을 위해서 개량농가로 선정된 가임암소에 초음파 육질진단을 진행하여 유전적으로 육질등급이 떨어지는 축군은 배제하고, 우수 축군을 선발하여 인공수정을 진행함.
- 그러나, 초음파 육질 진단후 등급이 떨어지는 암소는 인공수정 후 비육 진행을 유도함.

표. 제주한우 암소 핵군 선정을 위한 초음파 측정



## 5. SNP 이용 유전체 선발 결과에 따른 계획 교배

### 가. SNP 이용 유전체 선발 결과에 따른 우수 암소 핵군 선발 및 교배

- 2-1세부의 분석 결과에 따라 SNP를 이용한 유전체 분석 결과와 도체 성적의 결과를 이용한 제주흑우 1502두의 육종가를 구하고 이를 분석하여, 제주한우 암소의 고급육 형질을 이용한 교배 조합 및 이를 이용한 한우 암소 핵군의 순위화하여 농가에 자료를 분출하기 위해 지속적으로 데이터의 정확성을 높이 기 위한 자료를 추가적으로 수집하고 분석하고 있음.
- 이러한 결과는 현재 실시중인 실용축 F1, F2 생산 실증 농가 참여 사업에 해당되는 개체들을 적합한 교배 조합으로 활용되고 있으며, 추후 생산되는 실용축 F1, F2의 성적을 수집하여 분석할 것임.

표. 제주흑우 대상 SNP를 이용한 유전체 분석 결과에 따른 고급육 성적

dna_link_ID	이력번호	도체중	도체중 등급	등심단면적	등심단면적 등급	등지방두께	등지방두께 등급	마블링	마블링 등급
JBC5-0026	7007 2	22.015	20	7.417	10	-2.179	20	-0.798	90
JBC5-0027	8812 2	25.027	20	1.333	40	-0.056	60	-1.672	100
JBC9-0044	002011362758	-5.177	60	-0.083	50	-0.872	40	-0.946	100
JBC9-0047	002308424839	-7.845	70	2.438	30	-1.117	40	-0.885	90
JBC9-0049	002380424847	-1.761	60	-2.711	80	1.614	80	-1.644	100
JBC11-0053	002088187433	-21.778	90	-4.102	90	-0.646	50	-1.595	100
JBC11-0069	002063587336	-13.444	80	-4.071	90	1.039	80	-1.262	100
JBC11-0123	002305525664	-13.117	80	-2.735	80	-0.908	40	-1.176	100
JBC11-0125	002089817318	-5.450	60	-2.140	70	0.535	70	-0.872	90
JBC8-0229	002026739315	-4.186	60	-5.097	90	3.654	100	-1.677	100
JBC16-0078	002300539876	15.770	30	-2.152	70	1.872	90	-0.948	100
JBC16-0070	002300535969	5.845	40	-0.910	60	0.374	70	-1.334	100
JBC16-0071	002077103732	-15.260	80	-2.484	70	-1.495	30	-1.716	100
JBC16-0063	002077085680	2.797	50	3.403	30	0.311	60	-0.650	90
JBC16-0069	002300538172	-15.268	80	-5.734	90	2.396	90	-1.337	100
JBC16-0065	002300538189	5.172	40	-0.628	60	0.092	60	-1.619	100
JBC8-0037	002034988490	-2.287	60	-2.029	70	-0.034	60	-1.619	100
JBC8-0038	002069164332	13.977	30	0.944	50	-0.280	50	-0.912	90
JBC8-0188	002069164357	-1.425	50	0.479	50	-0.603	50	-0.141	60
JBC16-0045	002063557679	0.997	50	2.150	40	0.209	60	-1.058	100
JBC11-0039	002089541399	-8.156	70	-1.906	70	-1.309	30	-1.087	100
JBC11-0049	002308038485	-0.065	50	0.075	50	-0.648	50	-0.649	90
JBC11-0073	002089539188	9.748	40	-0.024	50	0.080	60	-0.564	80
JBC11-0081	002305552015	5.451	40	0.735	50	-1.517	30	-1.221	100
JBC11-0044	002305544824	-13.240	80	-2.681	80	0.032	60	-0.830	90
JBC11-0032	002083048702	-16.590	80	-4.613	90	-0.703	50	-1.571	100
JBC11-0040	002083643839	-15.728	80	0.312	50	-0.612	50	-0.660	90
JBC11-0074	002086735133	-3.046	60	2.691	30	-1.468	30	-0.383	80
JBC11-0033	002095009908	-8.772	70	-3.763	80	0.040	60	-1.471	100
JBC11-0041	002089539104	5.807	40	1.240	40	-0.528	50	-1.220	100
JBC11-0051	002306739082	-5.722	60	-4.014	90	-2.676	10	-2.359	100
JBC11-0075	002305549409	-11.421	70	-5.008	90	-1.926	20	-1.276	100
JBC11-0042	002089539081	5.046	40	1.807	40	0.396	70	-0.620	90
JBC11-0052	002083641724	-16.081	80	-3.061	80	0.175	60	-1.314	100
JBC11-0077	002306739058	-7.495	70	0.667	50	-0.809	40	-1.269	100
JBC11-0078	002089539137	-5.255	60	-0.054	50	0.844	70	-1.151	100
JBC11-0037	002089546423	7.680	40	-0.598	60	-0.201	50	-1.525	100
JBC11-0047	002089546415	-11.698	70	-1.757	70	-2.136	20	-1.074	100
JBC11-0079	002086744232	-5.694	60	-3.914	90	-2.600	20	-2.345	100
JBC11-0056	002089539223	-14.618	80	-2.302	70	-1.300	30	-1.242	100
JBC11-0064	002303422729	-17.566	80	-1.890	70	-0.421	50	-0.891	90
JBC11-0072	002089543648	-8.288	70	-1.803	70	-1.464	30	-1.289	100
JBC11-0080	002089539153	-8.141	70	-2.022	70	-0.373	50	-1.065	100
JBC11-0089	002086736466	-15.937	80	-0.020	50	-1.892	20	-0.688	90
JBC8-0174	002300539438	1.724	50	-2.016	70	0.368	70	-0.919	90
JBC8-0175	002072413823	-4.503	60	-4.416	90	1.019	80	-1.281	100
JBC8-0172	002071799939	-8.288	70	-2.758	80	-1.287	30	-1.832	100

표. 제주한우 암소 핵군 선정을 위한 SNP를 이용한 유전체 분석에 따른 고급육 성적

dna_link_ID	이력번호	도체중	도체중 등급	등심단면적	등심단면적 등급	등지방두께	등지방두께 등급	마블링	마블링 등급
JBC19-0052	002104954224	16.804	30	1.388	40	-0.153	60	-0.310	70
JBC27-0012	002111768308	7.456	40	0.566	50	-1.716	30	0.719	20
JBC27-0013	002111768293	14.099	30	8.579	10	-0.469	50	1.253	10
JBC17-0003	002104124530	-26.805	90	-0.429	60	1.005	80	-0.208	70
JBC17-0011	002107467288	-0.379	50	-0.466	60	0.234	60	0.314	40
JBC17-0019	002118602620	17.355	20	-4.222	90	-0.097	60	-0.184	70
JBC17-0004	002107464394	27.429	20	-1.965	70	0.399	70	-0.688	90
JBC17-0012	002111591696	13.231	30	-1.107	60	0.820	70	-0.189	70
JBC17-0020	002113704017	-13.497	80	-3.770	80	-1.066	40	0.619	20
JBC17-0005	002113701580	40.422	10	10.790	10	0.625	70	2.033	10
JBC17-0013	002113704033	14.060	30	2.988	30	-0.629	50	0.354	40
JBC17-0021	002107462747	10.200	30	7.537	10	0.262	60	-0.165	70
JBC17-0006	002104958197	8.513	40	5.383	20	-0.783	40	0.177	50
JBC17-0014	002111590870	-17.360	80	0.226	50	-0.123	60	0.180	50
JBC17-0007	002113703119	34.090	10	4.525	20	-1.154	40	1.506	10
JBC17-0015	002107462739	6.084	40	7.946	10	-0.832	40	0.691	20
JBC17-0008	002107462755	69.178	10	6.992	10	0.469	70	0.542	30
JBC17-0016	002107465428	-17.014	80	-4.083	90	-0.012	60	-1.162	100
JBC17-0001	002104958113	66.111	10	7.725	10	-1.150	40	0.325	40
JBC17-0009	002107464409	27.399	20	-1.893	70	0.431	70	-0.791	90
JBC17-0017	002107464280	7.771	40	8.672	10	-2.067	20	0.857	20
JBC17-0002	002113704025	-18.598	90	-5.095	90	-1.793	30	0.616	20
JBC17-0010	002113703102	31.376	10	5.038	20	1.296	80	0.368	40
JBC17-0018	002107462667	17.753	20	4.261	20	-0.327	50	1.538	10
JBC13-0004	002106256027	14.080	30	1.859	40	-2.084	20	-0.798	90
JBC13-0012	002101542354	19.617	20	0.338	50	1.531	80	-1.005	100
JBC13-0005	002101542406	72.050	10	4.459	20	1.505	80	0.670	20
JBC13-0013	002093955879	34.278	10	4.581	20	1.495	80	0.373	40
JBC13-0006	002101542061	51.441	10	4.769	20	0.285	60	-0.466	80
JBC13-0014	002093955991	49.738	10	3.771	30	-1.494	30	1.265	10
JBC13-0007	002101542053	59.676	10	12.749	10	0.456	70	1.313	10
JBC13-0015	002093955959	-12.231	80	4.746	20	-0.265	50	0.147	50
JBC13-0008	002101542295	13.219	30	0.324	50	0.859	70	-0.443	80
JBC13-0016	002093955758	-11.638	70	3.998	20	-0.895	40	-0.109	60
JBC13-0001	002101542342	-15.531	80	-0.972	60	-2.194	20	0.345	40
JBC13-0009	002101542123	22.587	20	1.843	40	-2.285	20	0.103	50
JBC13-0017	002093955967	7.421	40	-2.682	80	2.023	90	-0.073	60
JBC13-0002	002106256168	25.562	20	6.771	10	-1.861	20	0.388	30
JBC13-0010	002101542115	17.438	20	-1.210	60	1.553	80	-0.304	70
JBC13-0018	002093955942	-48.061	100	-5.708	90	0.965	70	-0.263	70
JBC13-0011	002101542037	55.498	10	7.793	10	-1.602	30	1.093	10
JBC17-0078	002115429679	14.014	30	6.060	20	1.178	80	1.568	10
JBC17-0079	002107544513	8.723	40	-0.403	60	1.265	80	-0.887	90
JBC19-0008	002031998658	14.860	30	2.773	30	1.465	80	0.923	10
JBC19-0016	002077073977	14.442	30	5.365	20	0.732	70	0.212	40
JBC19-0024	002306860213	38.985	10	9.637	10	0.075	60	0.484	30
JBC19-0032	002306864879	-14.540	80	-2.322	70	-0.396	50	-1.078	100
JBC19-0040	002099297012	-6.264	60	-7.300	100	2.136	90	-1.266	100
JBC19-0048	002099297609	-15.730	80	-6.519	100	-0.390	50	-1.253	100
JBC19-0056	002312477292	50.482	10	4.456	20	0.935	70	-0.424	80
JBC19-0064	002107469777	43.242	10	5.307	20	0.624	70	0.726	20
JBC19-0072	002086745459	37.107	10	0.737	50	1.637	80	-0.824	90
JBC19-0080	002113706519	20.407	20	0.911	50	-0.425	50	0.458	30
JBC19-0001	002060446249	-0.161	50	-4.143	90	1.664	80	0.249	40
JBC19-0009	002054624595	5.316	40	-0.096	50	2.057	90	0.092	50
JBC19-0017	002077063570	-14.673	80	0.956	50	-0.679	50	0.020	60
JBC19-0025	002306860256	-8.586	70	4.938	20	0.096	60	-0.174	70
JBC19-0033	002306864918	7.150	40	3.422	30	-1.785	30	0.363	40
JBC19-0041	002099296760	6.545	40	0.109	50	1.204	80	0.079	50

나. 제주흑우 농가별 제주흑우 및 제주 한우 도체형질 유전체 육종가 추정 및 농가별 배포  
 ○ 총 2,120두, 80여 농가 및 기관 소재 제주흑우 1,469두 및 제주도 소재 한우 651두 분석

표. 제주흑우 및 제주 한우 도체형질 유전체 육종가

1	농장	총분석두수	JJBC JJHanwoo		농장	총분석두수	JJBC JJHanwoo	
2	강경원	3	1	2	변철희	119	5	114
3	강승정	1	1	0	서귀포시축협	502	502	0
4	강승진	1	1	0	손관진	2	2	0
5	강용주	3	3	0	송동환	122	115	7
6	강인구	2	2	0	송봉섭	2	2	0
7	강춘선	3	3	0	송애인	1	1	0
8	강태백	19	0	19	양경대	6	6	0
9	강희수	1	1	0	양상숙	31	31	0
10	고기정	35	18	17	양영부	5	5	0
11	고남식	5	5	0	양철우	4	4	0
12	고봉찬	10	10	0	영농조합법인거문쇠	1	1	0
13	고행근	4	4	0	오영준	2	2	0
14	국립축산과학원난지	58	58	0	오용범	3	3	0
15	김경수	4	1	3	우리	1	1	0
16	김권호	164	164	0	우성	3	3	0
17	김두봉	17	17	0	이경운	3	3	0
18	김두환	2	2	0	이돈식	2	2	0
19	김수만	11	11	0	이순화	1	1	0
20	김영삼	1	1	0	이영과	1	1	0
21	김영종	3	3	0	이영선	110	110	0
22	김영훈	8	8	0	이옥심	1	0	1
23	김이정	2	2	0	이왕찬	1	1	0
24	김창남	4	4	0	이용대	42	42	0
25	김춘영	1	1	0	이창하	2	2	0
26	람티포라	1	1	0	이한별	2	2	0
27	문형원	1	1	0	장대선	79	9	70
28	미래셀바이오	3	3	0	장두규	3	3	0
29	민미연	1	1	0	장암영농조합법인	29	0	29
30	박기완	2	0	2	정현원	1	1	0
31	박두범	1	1	0	제동목장	61	0	61
32	박민근	1	1	0	제주시축협	3	3	0
33	박성욱	1	1	0	제주축산진흥원	239	196	43
34	박영선	79	0	79	제주흑우영농조합법인	1	0	1
35	박영종	1	1	0	한남식	20	20	0
36	박준호	3	3	0	한석규	1	1	0
37	박창남	3	0	3	현이범	8	8	0
38	박형식	28	0	28	현중배	31	31	0
39	백훈문	56	0	56	화일영농조합법인	8	8	0
40	변경천	10	0	10	기타	106	8	98
41	변익희	8	0	8	합계	2,120	1,469	651

표. 기관 및 농가별 상세 도체형질 유전체 정보 배포자료 예시

#제주축산진흥원

ID	품종	성별	생년월일	출하(월,일)	sire	CWT	등급	EMA	등급	BF	등급	MS	등급
JBC11-0106	JJBC	암	2014-04-29		JBPN007	0.3	B-	-1.02	C+	0.17	C+	-0.25	C°
JBC11-0107	JJBC	암	2016-03-18			16.1	A-	2.63	B+	-0.93	B+	1.36	A+
JBC14-0015	JJBC	수	2014-01-11		JBPN009	-13.1	C-	-3.45	D+	1.58	D+	-0.21	C°
JBC15-0025	JJBC	거세	2016-09-07		JBPN021	-5.6	C+	-3.41	D+	-0.02	B-	-0.71	D-
JBC15-0026	JJBC	거세	2016-09-08		JBPN021	-1.8	B-	-3.15	C-	-0.60	B+	-0.84	D-
JBC15-0027	JJBC	암	2016-09-09		JBPN021	-14.9	D+	-5.64	D-	-0.66	B+	-0.93	D-
JBC15-0028	JJBC	거세	2016-09-15		JBPN021	-19.3	D-	-3.54	D+	0.05	C+	-0.32	C°
JBC15-0030	JJBC	거세	2016-09-18		JBPN021	-20.8	D-	-5.19	D-	-1.59	A-	-0.33	C-
JBC15-0032	JJBC	암	2016-09-28		JBPN021	-2.2	B-	-0.50	C+	0.89	C-	-0.53	D+
JBC15-0033	JJBC	거세	2016-10-01		JBPN021	-16.5	D+	-2.52	C-	0.32	C+	-0.61	D+
JBC15-0034	JJBC	거세	2016-10-04		JBPN021	-1.1	B-	-2.55	C-	-0.48	B+	-0.55	D+
JBC15-0035	JJBC	거세	2016-10-07		JBPN021	3.0	B°	-0.06	B-	-0.52	B+	-0.30	C°
JBC15-0036	JJBC	거세	2016-10-09		JBPN021	-0.3	B-	-2.00	C°	-0.17	B-	-0.02	C+
JBC15-0037	JJBC	거세	2016-10-10		JBPN021	-13.9	D+	-2.79	C-	-1.13	B+	-0.41	C-
JBC15-0038	JJBC	거세	2016-10-14		JBPN021	-19.1	D-	-5.54	D-	-0.35	B-	-0.42	C-
JBC15-0039	JJBC	거세	2016-10-18		JBPN021	-15.1	D+	-5.48	D-	-0.55	B+	-0.83	D-
JBC15-0040	JJBC	암	2016-10-19		JBPN021	-17.0	D+	-4.09	D+	-1.09	B+	-0.42	C-
JBC15-0041	JJBC	거세	2016-10-19		JBPN021	-13.5	C-	-3.19	C-	0.39	C°	-0.24	C°
JBC15-0042	JJBC	거세	2016-10-19		JBPN021	-12.7	C-	-3.30	D+	-0.46	B+	-0.15	C°
JBC15-0043	JJBC	거세	2016-10-21		JBPN021	-28.9	D-	-4.53	D-	-0.18	B-	-0.68	D+
JBC15-0044	JJBC	거세	2016-09-21		JBPN021	-6.6	C°	-1.21	C+	1.36	D+	-1.23	D-
JBC15-0045	JJBC	거세	2016-10-29		JBPN021	-14.6	D+	-3.76	D+	-0.17	B-	-0.56	D+
JBC15-0046	JJBC	거세	2017-03-09			-15.5	D+	-3.49	D+	-0.24	B-	-0.53	D+
JBC15-0047	JJBC	암	2017-03-13			-8.8	C°	-1.48	C°	-1.56	A-	-0.45	C-
JBC15-0048	JJBC	거세	2017-03-22		JBPN021	-7.9	C°	-3.02	C-	0.04	C+	-0.22	C°
JBC15-0049	JJBC	거세	2017-03-27		JBPN021	-14.2	D+	-5.79	D-	-2.25	A+	-0.49	D+
JBC15-0050	JJBC	거세	2017-03-30		JBPN021	-6.1	C°	-2.01	C°	-1.27	A-	-0.53	D+
JBC15-0051	JJBC	암	2017-03-28			-24.9	D-	-6.56	D-	-0.39	B+	-0.54	D+

#변철희

ID	품종	성별	생년월일	출하(월,일)	sire	CWT	등급	EMA	등급	BF	등급	MS	등급
JBC12-0001	JJHanwoo	암	2016-04-22		KPN961	17.0	A-	10.42	A+	-0.85	B+	1.49	A+
JBC12-0017	JJHanwoo	암	2016-06-21		KPN961	29.3	A°	12.17	A+	-1.60	A-	1.34	A+
JBC12-0019	JJHanwoo	암	2016-06-08		KPN926	3.2	B°	3.07	A-	-0.60	B+	-0.15	C°
JBC12-0029	JJHanwoo	암	2016-04-27		KPN961	-13.5	C-	4.44	A-	-2.69	A+	0.76	A°
JBC12-0034	JJHanwoo	암	2016-04-05		KPN961	-16.0	D+	4.31	A-	-0.83	B+	0.56	A-
JBC12-0046	JJHanwoo	암	2016-04-08		KPN961	5.4	B°	4.93	A°	-2.02	A+	1.14	A+
JBC12-0049	JJHanwoo	암	2016-04-08		KPN881	-18.7	D-	2.34	B+	-3.02	A+	-0.27	C°
JBC12-0073	JJHanwoo	암	2016-05-23		KPN926	13.4	A-	4.27	A-	-0.10	B-	0.36	B+
JBC16-0006	JJBC	암	2012-05-23			-13.6	D+	-2.18	C°	0.78	C-	0.06	B-
JBC16-0060	JJBC	암	2011-07-18			-12.7	C-	-4.25	D+	2.69	D-	-0.27	C°
JBC27-0001	JJHanwoo	암	2015-05-14		KPN926	0.3	B-	2.92	B+	0.30	C+	0.87	A°
JBC27-0002	JJHanwoo	암	2015-04-04		KPN757	33.5	A+	10.24	A+	0.04	C+	0.57	A-
JBC27-0004	JJHanwoo	암	2015-03-24		KPN757	1.7	B°	-5.20	D-	0.87	C-	-0.46	C-
JBC27-0005	JJHanwoo	암	2015-05-14		KPN926	22.6	A°	5.62	A°	1.74	D°	-0.09	C+
JBC27-0006	JJHanwoo	암	2015-05-04		KPN881	12.8	A-	6.93	A°	0.29	C+	0.25	B°
JBC27-0007	JJHanwoo	암	2015-03-12		KPN881	-21.1	D-	3.86	A-	-2.45	A+	0.22	B°
JBC27-0008	JJHanwoo	암	2015-03-12		KPN757	8.9	B+	3.28	A-	1.28	D+	-0.28	C°
JBC27-0009	JJHanwoo	암	2017-02-04		KPN961	-14.7	D+	8.53	A+	-3.25	A+	0.62	A-
JBC27-0012	JJHanwoo	암	2016-12-14		KPN961	-2.4	B-	2.63	B+	-2.93	A+	0.67	A-
JBC27-0013	JJHanwoo	암	2016-12-12		KPN961	19.8	A°	10.74	A+	0.22	C+	1.11	A+
JBC27-0018	JJHanwoo	암	2014-03-26		KPN757	17.6	A-	1.91	B+	2.35	D°	0.83	A°
JBC27-0019	JJHanwoo	암	2015-03-08		KPN926	20.9	A°	3.99	A-	0.00	C+	0.31	B+
JBC27-0020	JJHanwoo	암	2008-08-18		KPN497	-9.8	C-	-2.32	C°	-2.62	A+	-0.48	C-
JBC27-0021	JJHanwoo	암	2015-05-28		KPN757	11.4	A-	5.50	A°	-0.46	B+	0.23	B°
JBC27-0022	JJHanwoo	암	2014-05-02		KPN757	5.6	B°	1.62	B°	0.84	C-	0.11	B-
JBC27-0023	JJHanwoo	암	2015-01-19		KPN757	33.2	A+	9.06	A+	0.77	C-	0.41	B+
JBC27-0024	JJHanwoo	암	2015-08-16		KPN881	15.8	A-	6.94	A°	-2.63	A+	-0.30	C°
JBC27-0026	JJHanwoo	암	2015-07-09		KPN881	-26.3	D-	1.67	B°	-0.83	B+	1.23	A+



다. 실용축 종모우 선발

- 현장형 T/F 팀 구성하여 22두 선발 완료
- 대리모 선정시, 개체유전능력, 외모심사, 구제역 백신 접종 여부, 브루셀라/결핵/요네병 검사 여부 확인, 형매정보, 후대 정보를 통하여 선정함.
- 진행: 인공수정 실시, 추후 생산된 숫송아지는 축산 유상기관과 협의하여 이전예정

표. 종모우 생산을 위한 대리모 선발

농가주	개체번호	품종	성별	출생일자	생시체중	부	등록구분
김*정	002131279908	한우	암	2018-06-06	26Kg	KPN1080	혈통
장*선	002131279932	한우	암	2018-06-18	26Kg	KPN1230	혈통
장*선	002136578219	한우	암	2019-02-05	26Kg	KPN1133	혈통
장*선	002153157528	한우	암	2020-07-12	25Kg	KPN1002	혈통
민*연	002150378329	한우	암	2020-03-22	-	KPN1230	혈통
민*연	002153147326	한우	암	2020-04-29	26Kg	KPN1080	혈통
민*연	002153152356	한우	암	2020-05-13	-	KPN1080	혈통
민*연	002137584366	한우	암	2019-03-04	25Kg	KPN1081	혈통
민*연	002150378281	한우	암	2020-03-04	-	KPN1254	혈통
민*연	002149542485	한우	암	2020-02-16	-	KPN1254	혈통
민*연	002140583579	한우	암	2019-06-05	25Kg	KPN1002	혈통
민*연	002137586857	한우	암	2019-03-21	25Kg	KPN1081	혈통
민*연	002137586873	한우	암	2019-03-22	25Kg	KPN1316	혈통
민*연	002153147318	한우	암	2020-05-02	26Kg	KPN1254	혈통
강*백	002151372921	한우	암	2020-03-20	26Kg	KPN1080	혈통
강*백	002119497911	한우	암	2017-06-17	28Kg	KPN950	고등
강*백	002144389044	한우	암	2019-09-25	26Kg	KPN1002	혈통
강*백	002153373565	한우	암	2020-06-01	26Kg	KPN950	혈통
박*범	002147389834	한우	암	2020-01-24	26Kg	KPN1203	혈통
강*백	002124479711	한우	암	2018-01-21	26Kg	KPN1009	혈통
강*백	002107465410	한우	암	2016-03-20	26Kg	KPN828	고등
강*백	002151372956	한우	암	2020-04-15	26Kg	KPN1064	혈통

## 6. 농가 지원 방안(제주도 대응자금 활용)

가. 실용축 F1, F2 생산을 위한 실증연구 농가 지원 사업(농가 지원 방안과 결합하여 진행)

- 앞선 제주한우 암소 핵군 선정을 위한 SNP를 이용한 유전체 분석에 따른 고급육 성적과 제주흑우 및 제주한우 도체형질 유전체 육종가 추정한 자료와 기존에 한국종축 개량협회, 농협 한우종합 개체이력조회를 통한 육종가 정보를 공유하여 실용축 F1, F2 생산 실증 실험을 통한 개량 지원 확보 및 사육두수 확대 도모, 농가 참여 유도를 위한 지원사업을 제주도 대응자금으로 활용하여 진행하였음.
- 누적: 12농가, 7지역, 535두 신청, 344두 선정, 326두 인공수정, 230두 임신, 137두 출산
- 1년차: 10농가, 5지역, 57두 신청, 47두 선정, 47두 인공수정, 31두 임신, 32두 출산
- 2년차: 7농가, 3지역, 80두 신청, 64두 선정, 61두 인공수정, 55두 임신, 50두 출산
- 3년차: 4농가, 4지역, 72두 신청, 57두 선정, 54두 인공수정, 44두 임신, 40두 출산
- 4년차: 12농가, 7지역, 326두 신청, 176두 선정, 164두 인공수정, 100두 임신, 15두 출산
- 송아지 생산 교배조합 결과
  - 한우(♀)×흑우원종(♂) = F1 생산목적, 90두
  - 흑우원종(♀)×한우(♂) = F1 생산목적, 16두
  - 흑우F1(♀)×한우(♂) = F2 생산목적, 25두
  - 흑우F1(♀)×흑우원종(♂) = F2 생산목적, 1두
  - 흑우원종(♀)×흑우원종(♂) = 원종 생산목적, 5두

표. 실증연구 농가 지원 사업 현황

구 분	신청 (두)	선정 (두)	인공수정 (두)	수정율 (%)	임신 (두)	임신율 (%)	출산 (두)	출산율 (%)
2019년	57	47	47	100	31	66.0	32	103.2
2020년	80	64	61	95.3	55	90.2	50	90.9
2021년	72	57	54	94.7	44	81.5	40	90.9
<b>소계</b>	<b>209</b>	<b>168</b>	<b>162</b>	<b>96.4</b>	<b>130</b>	<b>80.2</b>	<b>12</b>	<b>93.1</b>
2022년	326	176	164	93.2	100	-	15	-
<b>합 계</b>	<b>535</b>	<b>344</b>	<b>326</b>	<b>94.8</b>	<b>230</b>	<b>-</b>	<b>137</b>	<b>-</b>

표. 송아지 생산 교배조합 결과

생산목적	어미(♀)	아버지(♂)	2019년	2020년	2021년	2022년	합 계
F1	한우	흑우원종	21	40	21	8	90
	흑우원종	한우	8	3	4	1	16
F2	흑우F1	한우	1	7	14	3	25
	흑우F1	흑우원종	0	0	1	0	1
원종	흑우원종	흑우원종	2	0	0	3	5
<b>합 계</b>			<b>32</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>15</b>	<b>137</b>

나. 내륙 흑우 수정란 도입 활용한 시험연구(도 추진사업)

- 이식란 정보 : 내륙 민간기업 지리산 흑우 수정란
- 이식농가 : 서귀포시 안덕, 남원, 성산 3곳 소재, 농가 6농가
- 이식두수 : 센터 50개 구입 중 50두 이식 완료
- 활용방안 : 생산된 지리산 흑우는 제주흑우와의 비교를 통해 대조군으로서의 정보 활용

표. 년도별 전체 임신율

년도	농가수	전체이식란	전체임신두수	전체임신율
2020	7	90	37	41%
2021	7	76	24	32%
합계	9	166	61	37%

표. 년도별 동결/신선란 임신율

년도	농가수	동결란	임신두수	임신율	신선란	임신두수	임신율
2020	7	13	4	31%	77	33	43%
2021	7	33	7	21%	43	17	40%
합계	9	46	11	24%	120	50	42%

(2) 제 1-1 협동과제 : 세포공학 기반 제주흑우산업 미래원천기술 개발  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교육 지도	인력양성			정책활용·홍보		기타	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문			학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명				
가중치																					
최종목표																					
1단계	목표	1	1	-	-							5		5	2	1	-				
	실적	3	0	1	10							8		9	2	2	4				
2단계	목표	1	1	1	10							10		7	3	2	-		-	-	
	실적	2	3	0	0							14		8	5	1	1		1	1	
최종	목표	2	2	1	10							14		12	5	3	-		-	-	
	실적	5	3	1	10							22*		17	7	3	5		1	1	

\*18 publish, 1 accept, 3 revision

① 논문게재 성과

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2016	Examination of endothelial cell-induced epidermal regeneration in a mice-based chimney wound model	Joseph Seo, Soon-Jung Park, Jong-Jin Choi	Hyung-Min Chung	Sun-Woong Kang, Joa-Jin Lim, Hye-Jin Lee, Jong-Soo Kim, Heung-Mo Yang, Sung-Joo Kim, Eun-Young Kim, Se-Pill Park, Sung-Hwan Moon	Wound Repair and Regeneration	24(4)	국외	SCIE
2017	Effect of BMP-2 Delivery Mode on Osteogenic Differentiation of Stem Cells	Taekhee Jung	Sun-Woong Kang, Sung-Hwan Moon	John Hwan Lee, Soonjung Park, Yong-Jin Kim, Joseph Seo, Hye-Eun Shim, Ki-Suk Kim, Hyon-Seok Jang	Stem Cells International	2017	국외	SCIE
2017	Metabolome Profiling of Partial and Fully Reprogrammed Induced Pluripotent Stem Cells	Soon-Jung Park	Sung-Hwan Moon, Hal E Broxmeyer,	Sang A Lee, Nutan Prasain, Daekyeong Bae, Hyunsu Kang,	Stem Cells and development	26(10)	국외	SCIE

			Man Ryul Lee	Taewon Ha, Jong Soo Kim, Ki-Sung Hong, Charlie Mantel				
2017	Enzyme catalyzed electrostimulation of human embryonic stem cell-derived cardiomyocytes influence contractility and synchronization	Soon-Jung Park	Sung-Hwan Moon, Hyug-Han Kim	Ki-Hoon Kim, Won-Yong Jeon, Joseph Seo, Jung-Min Han, Jong-Soo Kim, Hyung-Min Chung, Jae-Ho Lee	Biochemical Engineering journal	123	국외	SCIE
2017	Mechanotransduction of human pluripotent stem cells cultivated on tunable cell-derived extracellular matrix	In Gul Kim	Kwideok Park	Chang-Hyun Gil, Joseph Seo, Soon-Jung Park, Ramesh Subbiah, Taek-Hee Jung, Jong Soo Kim, Young-Hoon Jeong, Hyung-Min Chung, Jong Ho Lee, Man Ryul Lee, Sung-Hwan Moon	Biomaterials	150	국외	SCIE
2018	Safety and Optimization of Metabolic Labeling of Endothelial Progenitor Cells for Tracking	Sang-Soo Han	Sun-Woong Kang	Hye-Eun Shim, Soon-Jung Park, Byoung-Chul Kim, Dong-Eun Lee, Hyung-Min Chung, Sung-Hwan Moon	Scientific Reports	8	국외	SCIE
2018	Suppression of hERG K <sup>+</sup> current and cardiac action potential prolongation by 4-hydroxynonenal via dual mechanisms	Seong Woo Choi	Sung Joon Kim	Si Won Choi, Young Keul Jeon, Sung-Hwan Moon, Yin-Hua Zhang	Redox Biology	19	국외	SCIE
2018	The Effect of Hexanoyl Glycol Chitosan on the Proliferation of Human Mesenchymal Stem Cells	Young-Hoon Jeong, Hye Min Oh, Man Ryul Lee	Sun-Woong Kang, Kang Moo Huh, Sung-Hwan Moon	C-Yoon Kim, Chanyang Joo, Soon-Jung Park, Yun-Ho Song, Changhee Kang, Hyung-Min Chung	Polymers	150 (2018)	국외	SCIE
2019	Cellular organization of three germ layer cells on different types of noncovalent functionalized graphene substrates	Yong Ju Yun	Yongseok Jun, Sung-Hwan Moon	Soon-Jung Park, Joseph Seo, Yun-Ho Song, Dong Han Ha, Hyung-Min Chung	Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications	103	국외	SCIE

2019	Exogenous CLASP2 protein treatment enhances wound healing in vitro and in vivo	MiJung Kim	Chan-Wha Kim, Sung-Hwan Moon, Aeri Kim	You-Sun Lee, Yun-Mi Yoo, Jong-Jin Choi, Ha-Na Kim, Changhee Kang, Ji-Min Yu	Wound Repair and Regeneration	27(4)	국외	SCIE
2019	Functional Equivalency in Human Somatic Cell Nuclear Transfer-Derived Endothelial Cells : Functional Human SCNT-Derived Endothelial Cells	Soon-Jung Park	Hyung-Min Chung, Dong Ryul Lee, Sung-Hwan Moon	Ji-Heon Lee, Seul-Gi Lee, Jeoung Eun Lee, Joseph Seo, Jong Jin Choi, Taek-Hee Jung, Eun-Bin Chung, Ha Na Kim, Jongil Ju, Yun-Ho Song	Stem Cells	37(5)	국외	SCIE
2019	Reconstituting Human Cutaneous Regeneration in Humanized Mice under Endothelial Cell Therapy	Heung-Mo Yang	Man Ryul Lee, Sung Joo Kim, Sung-Hwan Moon	Jong-Jin Choi, Ha-Na Kim, Seung Jip Yang, Soon-Jung Park, Changhee Kang, Hyung-Min Chung	Journal of Investigative Dermatology	139(3)	국외	SCIE
2019	Reproducible hindlimb ischemia model based on photochemically induced thrombosis to evaluate angiogenic effects	Sang-Soo Han	Sung-Hwan Moon, Sun-Wong Kang	Zhen Jina, Byoung-Seok Lee, Ji-Seok Han, Jong-Jin Choi, Soon-Jung Park, Hyung-Min Chung, Anthony Safaa Mukhtar	Microvascular Research	126	국외	SCIE
2021	The effect of boiled feed on trace elements of longissimus dorsi muscle in Hanwoo steers	Jaeyoung Kim	Jungheun Ha, Jungseok Choi	Meyungok Jung, Sangkeun Jin, Hyunseok Seo	Journal of Animal Science and Technology	63(1)	국외	SCIE
2022	Effects of Pig Skin Collagen Supplementation on Broiler Breast Meat	Sanghun Park	Jungseok Choi	Yun-A Kim, Sanghun Lee, Yunhwan Park, Nahee Kim	Food Science of Animal Resources	41(4)	국외	SCIE
2022	Effect of Addition of Fermented Soy Sauce on Quality Characteristics of Pork Patties during Refrigerated Storage	Yun-a Kim	Jungseok Choi	Sanghun Park, Yunhwan Park, Gyutae Park, Sehyuk Oh	Foods	11(7)	국외	SCIE
2022	Effects of Hypoxia on Proliferation and Differentiation in Belgian Blue and	Sanghun Park	Mark Post, Jungseok Choi	Mick Gagliardi, Geertje Swennen, Arin Dogan, Yuna Kim,	Biomolecules	12(6)	국외	SCIE

	Hanwoo Muscle Satellite Cells for the Development of Cultured Meat			Yunhwan Park, Gyutae Park, Sehyuk Oh				
2022	Correlation between the Korean pork grade system and the amount of pork primal cut estimated with AutoFom III	Yunhwan Park, Eunyong Ko	Jungseok Choi	Kwangwook Park, Changhyun Woo, Jaeyoung Kim, Sanghun Lee, Sanghun Park, Yun-A Kim, Gyutae Park	Journal of Animal Science and Technology	64(1)	국외	SCIE
2022	Investigating Proliferation and Differentiation Capacities of Hanwoo Myosatellite Cells at Different Passages for Developing Cell-Cultured Meat	Sanghun Park	Jungseok Choi	Gyutae Park, Sehyuk Oh, Yunhwan Park, Yuna Kim, Jeayoung Kim	Frontiers Media	Accept	국외	SCIE
2022	Culturing characteristics of Hanwoo myosatellite cells and C2C12 cells incubated at 37° C and 39° C for cultured meat	Sehyuk Oh	Jungseok Choi	Sanghun Park, Yunhwan Park, Yun-a Kim, Gyutae Park, Xiangshun Cui, Kwansuk Kim, Seontea Joo, Sunjin Hur, Gapdon Kim	Journal of Animal Science and Technology	Revision	국외	SCIE
2022	Physicochemical Characteristics and Storage Stability of Hybrid Beef Patty Using Shiitake Mushroom ( <i>Lentinus edodes</i> )	Gyutae Park	Jungseok Choi	Sehyuk Oh, Sanghun Park, Yun-a Kim, Yunhwan Park, Youngjin Kim, Juho Lee, Hwayong Lee	Journal of Food Quality	Revision	국외	SCIE
2022	Effect of pH modulation on the physicochemical characteristics of chicken bone extract	Sanghun Lee	Jungseok Choi	Yunhwan Park, Sanghun Park, Yun-a Kim, Gyutae Park, Sehyuk Oh, Yoonsik Kim	Emirates Journal of Food and Agriculture	Revision	국외	SCIE

② 특허 성과

출원된 특허				등록된 특허				
출원 연도	특허명	출원인	출원국	출원 번호	등록 연도	특허명	등록인	등록국
2017	가교결합된 세포외 기질 매트릭스 및 이를 이용한 인간 배아줄기세포의 배양 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2017-0107897				
2017	DPBS를 이용한 혈액모세포 분화 유도 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단 (주)미래셀 바이오	대한민국	10-2017-0047523				
2017	CD71 표면 표지인자를 마커로 하여 인간 배아줄기세포로부터 응수축성 심근세포를 제조하는 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2017-0158582	2018	CD71 표면 표지인자를 마커로 하여 인간 배아줄기세포로부터 응수축성 심근세포를 제조하는 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국
2018	3차원 세포 배양용 미세유체칩 및 이를 이용한 3차원 세포 배양방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2018-0063732				
2018	3차원 세포 형성용 미세유체칩 이용 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국	10-2018-0135406	2020	3차원 세포 형성용 미세유체칩 이용 방법	건국대학교 글로벌 산학협력단	대한민국
2020	제주흑우 근육세포를 이용한 세포 배양육 제조방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2020-0075012	2022	제주흑우 근육세포를 이용한 세포 배양육 제조방법	제주대학교 산학협력단	대한민국

③ 기술료징수 현황(백만원)

기 징수액	당해연도 징수액	향후 징수액	합계
11	-	-	11

기술이전명	기술이전내용	권리권자	실시권자	기술료(원)
3차원 세포 배양용 미세유체칩 및 이를 이용한 3차원 세포 배양방법	2018년 6월 출원한 “3차원 세포 배양용 미세유체칩 및 이를 이용한 3차원 세포 배양방법” 특허에 대한 특허 기술이전 계약	건국대학교 글로벌 산학협력단	에이비엠 사이언티 픽	11,000,000



④ 국내외 학술회의 개최

No	학술회의명	회의내용	참석인원	개최일자
1	2022년 축산물의 품질 향상 인력양성 세미나	전문인력 진로탐색 심포지엄	30	2022.11.21

⑤ 학술발표

No	발표명	발표자	발표일시	장소	국명
1	Novel murine chimney model for evaluation of endothelial cell induced epidermal regeneration	최종진	2016.06.18	Grand Hilton Seoul Hotel	대한민국 (국내)
2	Hyaluronic acid based microparticles as EGF-loaded carriers for regenerative examination in a dermal wound model	한정민	2017.01.11	평창 휘닉스파크	대한민국 (국내)
3	Osteogenic differentiation of bone-marrow derived mesenchymal stem cells in different release system	박은빈	2017.01.11	평창 휘닉스파크	대한민국 (국내)
4	Biofuel stimulated human ECS-derived cardiomyocytes to influence contractility and synchronization	박순정	2017.05.23	독일 하이델베르크	독일 (국제)
5	Osteogenic differentiaion of bone-marrow derived mesenchymal stem cells in different release system	정영훈	2017.06.14	미국 보스턴	미국 (국제)
6	Electrical stimulation for cardiomyocytes in vitro culture via indu tin oxide	정영훈	2018.01.10	휘닉스파크 더호텔	대한민국 (국내)
7	Fibroblast-derived decellularized extracellular matrix for human pluripotent stem cell maintenance	김인굴	2018.01.10	휘닉스파크 더호텔	대한민국 (국내)
8	Hyaluronic acid based microparticles as effective carriers of growth factors in wound healing	강선웅	2018.01.22	Kuala Lumpur	말레이시아 (국제)
9	Sequential differentiation of human induced pluripotent stem cells into mesodermal lineage cells	정영훈	2018.07.01	서울	대한민국 (국제)
10	Hexanoly glycol chitosan inhibits mesenchymal stem cell senescence and promotes proliferation	이지현	2019.01.10	곤지암리조트	대한민국 (국내)
11	돈피콜라겐 급여가 육계 가슴육의 육질 및 저장특성에 미치는 영향	박상훈	2020.08.27	온라인 개최	대한민국 (국내)
12	Culturing of Satellite Cells Isolated from Chicken Breast Muscle for Cell Cultured Meat	김윤아	2020.10.28	온라인 개최	대한민국 (국제)
13	Proliferation and Differentiation of Pig Muscle Satellite Cells for Development of Cell Cultured Meat	이지인	2020.10.29	온라인 개최	대한민국 (국제)
14	Effects of Shiitake Mushroom Powder on Hanwoo Muscle Stem Cell Culture	최정석	2021.05.27	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)

15	Culture of Hanwoo Myoblasts on Microcarriers for Large Scale-up	최정석	2021.05.27	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)
16	Hypoxic Culture of Hanwoo Muscle Satellite Cells for Development of Cultured Meat	박상훈	2022.05.19	온라인 학술대회	대한민국 (국제)
17	Culturing of Satellite Cells Isolated from Jeju Black Cattle Semimembranosus Muscle and Genes Analysis related to Taste for Cell Cultured Meat	김유나	2022.08.23	ICC Jeju	대한민국 (국제)

⑥ 홍보전시

<홍보 1-매체보도건>

No	홍보유형	매체명	제목	보도 횟수	일시
1	기타	축산식품과학 과 산업	세포배양육 생산을 위해 우리가 해결해야 될 과제	1	2020.06.01

(나) 정성적 성과

구분	연구목표	주요 연구 성과
1단계	1차년도 · 제주흑우 체세포 확보 및 유도만능줄기세포 생산 기술 개발	· 제주흑우 귀섬유상피세포 분리 및 배양 (3중 이상 확보)
	2차년도 · 제주흑우 유도만능줄기세포 유도 조건 개발 및 유도만능줄기세포주 확립	· 리프로그래밍 인자 (Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc)이 포함된 retrovirus를 이용하여 역분화 유도 (분화 유도 기술 검증)
	3차년도 · 제주흑우 유도만능줄기세포 특성 분석	· RT-PCR, 면역염색법을 이용한 전분화능 마커 발현 검증 (한우, 홀스타인 세포주)
2단계	4차년도 · 제주흑우의 근육세포 분리 및 배양기술 구축	· 근섬유막과 기저막 사이 근육세포 분리 성공 · 마커를 통한 근육세포 확인 완료
	5차년도 · 제주흑우 근육세포의 배양조건 확립	· 코팅조건에 따른 제주흑우 근육세포의 성장 조건 규명 · 계대배양에 따른 제주흑우 근육세포의 증식 및 분화 특성 확인
	6차년도 · 제주흑우 근육세포의 대량생산 원천기술 확보	· Bioreactor 공법을 이용한 대량생산 기술 최대화(2.5D) · Bioreactor 내 제주흑우 근육세포의 최적 배양방법 확립
	7차년도 · 세포/조직공학 기법을 이용한 근조직 생산기술 개발	· 제주흑우 근육세포의 우수성 규명 · 제주흑우 근육세포를 이용한 근조직 생산 기술 확립 및 근조직 확보

[연구결과]

1. 제주흑우 유도만능줄기세포 생산기술 개발

가. 제주흑우 귀섬유상피세포 획득

표. 체세포 채취용 제주흑우 개체 선별

번호	개체번호	생년월일	성별	혈통		비고
				부	모	
1	흑 01-10	01.12.10	수	흑 191	흑 98038	종모우
2	흑 94-13	94.	수	흑 4	흑 6	종모우
3	흑 94-08	94.04.12	암	흑 191	흑 3	
4	흑 94-14	94.07.25	암	흑 4	흑 8	
5	흑 41	75.	암			농가구입

- 제주흑우 종모우 및 종빈우 개체의 체세포로부터 역분화 줄기세포를 확립하기 위하여 개체번호 흑94-13 및 흑94-14를 선발하고 이를 활용함. 고령화로 이미 도축된 개체로 센터에서 흑을돌이와 흑우순이 복제에 사용한 세포 개체임.

나. Sendai virus를 이용한 역분화 줄기세포 유도

- Sendai virus를 이용한 네 개의 리프로그래밍 인자(Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc)를 제주흑우 귀섬유상피세포에 도입하여, 역분화 줄기세포로 유도하였으나 콜로니 형성이 되지 않음.
- 리프로그래밍 인자 도입 후 DMEM, 20% knock-out serum replacement (SR), 10ng bFGF 배지에 배양하였음.

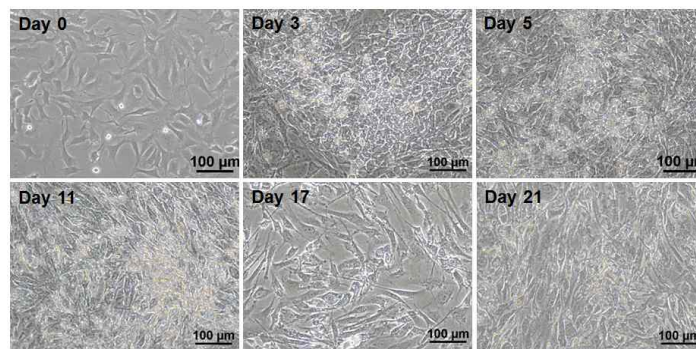


그림. Sendai virus를 이용한 제주흑우 귀섬유상피세포의 리프로그래밍 유도

- 동일한 sendai virus와 배양조건에서 인간의 체세포를 리프로그래밍 유도 후 역분화 줄기세포주가 확립됨.

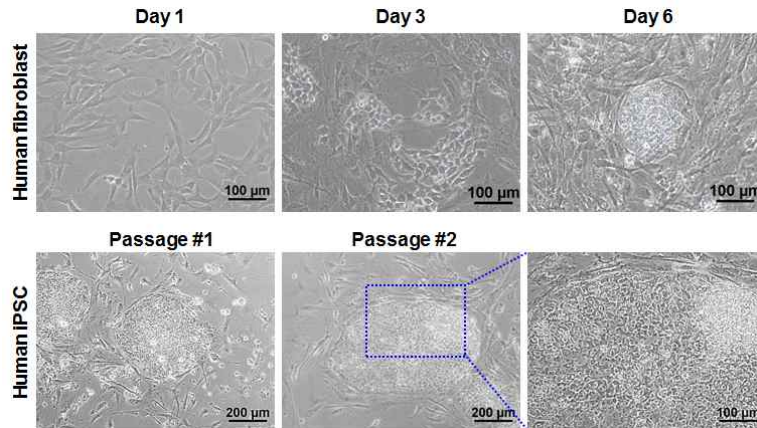


그림. Sendai virus를 이용한 인간 체세포의 리프로그래밍 유도

- 동일한 sendai virus를 이용한 리프로그래밍 유도 결과, 인간 유도만능줄기세포는 확립되는 반면 제주흑우 유도만능줄기세포는 확립되지 않음. 리프로그래밍 인자와 유도배양 배지의 개발이 필요함.

다. Retrovirus를 이용한 역분화 줄기세포 유도

- 다섯 개의 리프로그래밍 인자 (Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc, Nanog)를 제주흑우 귀섬유상피 세포에 도입하여, 역분화 줄기세포로 유도하였으나 흑94-13 세포에서는 콜로니 형성이 되지 않았으나 흑94-14 세포에서 역분화 줄기세포와 유사한 형태의 콜로니를 확인함.
- 리프로그래밍 인자 도입 후 DMEM, 20% SR, 5ng bFGF 배지에 배양하였음. 하지만 계대배양 되지 않고 사멸됨.

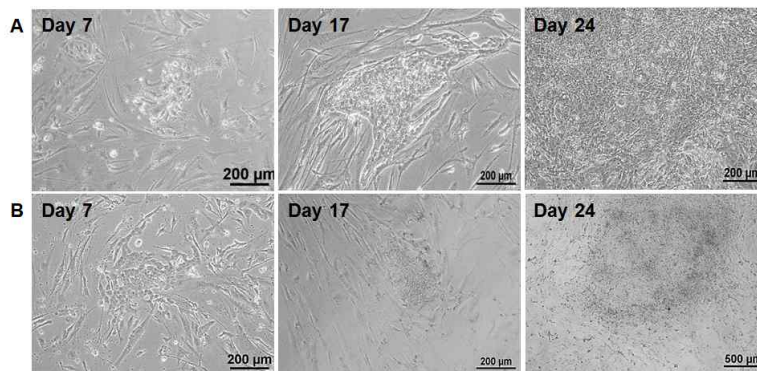


그림. 5개의 리프로그래밍 인자를 이용한 제주흑우 귀섬유상피세포의 리프로그래밍 유도

- 다섯 개의 리프로그래밍 인자를 이용하여 리프로그래밍 유도 후 역분화 줄기세포와 유사한 형태의 콜로니가 형성됨을 관찰하였으나, 계대배양 되지 않고 사멸됨으로써 리프로그래밍 유도과정에서 사용되는 배양액 조성을 달리하여 시도함.
- DMEM, 15% fetal bovine serum, 5 ng bFGF, 1000U mLIF가 첨가된 배양액을 사용함.

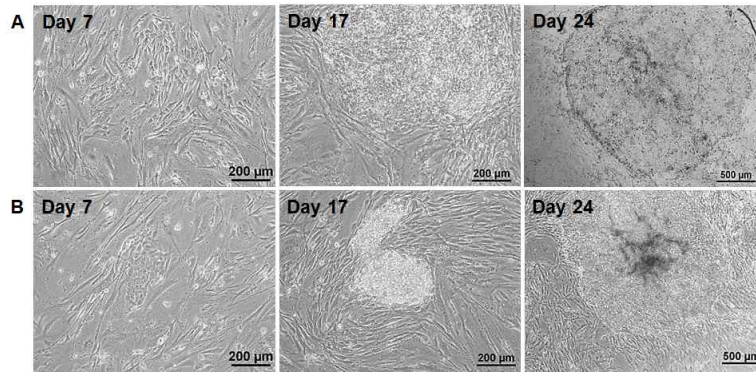


그림. 5개의 리프로그래밍 인자를 이용한 제주흑우 귀섬유상피세포의 리프로그래밍 과정

- 흑94-13, 흑94-14 세포는 리프로그래밍이 이루어져 역분화 줄기세포와 같은 콜로니를 형성함.

라. 제주흑우 aspirated follicle 유래 체세포 획득

표. 체세포 채취용 제주흑우 개체 선별

번호	개체번호	생년월일	성별	혈통		비고
				부	모	
1	002 3068 5691 8	2013-12-05	암	JBPN009	제주08-01-9112	제주흑우
2	002 0770 7830 0	2012-02-10	암	JBPN008	흑 04-05	제주흑우
3	002 0051 5491 2	2006-12-05	암	-	-	제주흑우
4	002 0604 3275 9	2010-10-10	암	JBPN008	흑K0116	제주흑우

- 제주흑우 개체의 체세포로부터 유도만능줄기세포를 확립하기 위하여 4종의 세포주를 선별하고 이를 활용함 (#2, #3번 세포의 경우 aspirated follicle 유래 체세포).

마. 제주흑우 유도만능줄기세포 배양 배지 개발

- 유도인자 4종 (Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc) 바이러스를 제주흑우 체세포에 도입하여, 역분화 줄기세포로 유도하였으나 콜로니 형성 확인하지 못함.
- 탐색 조건의 유효성과 제주흑우 유도만능줄기세포주 형성 검증을 위한 대조군으로 홀스타인과 한우 체세포를 이용하여 유도만능줄기세포주 형성 여부를 검증함.

표. 제주흑우, 홀스타인 및 한우의 체세포

Exp.	Bovine Cell		Freezing Date	Recovery	Note
	Name	Age			
1st (2015.12)	94-13 (94.) ♂	13	70316	Adult ear	JBC
	94-14 (94.) ♀	13	70316	Adult ear	JBC
2nd (2016.11.30)	01-10 (01.) ♂	6	70316	Adult ear	JBC
	02-02 (02.) ♂	7	90930	Adult ear	JBC
	BFC (follicle cell)	0	120811	Aspirated follicle	Hanwoo
	BEF (holstein EF)	0	110603	Fetus	Holstein
3rd (2016.12.19)	4711 (08.) ♀	8		Adult ear	JBC
	6592 (13.) ♀	3		Adult ear	JBC
	5293 (12.) ♂	4		Adult ear	JBC
4th (2017.0813)	5691 (13) ♀	0 (3P)	170727	Aspirated follicle	JBC
5th (2017.09.03)	7830 (12) ♀	0 (3P)	170809	Aspirated follicle	JBC
	5491 (06) ♀	0 (3P)	170809	Aspirated follicle	JBC
	3275 (10) ♀	0 (3P)	170809	Aspirated follicle	JBC

- 제주흑우, 홀스타인 및 한우 체세포에 5종의 역분화 유도인자 (Oct4, Sox2, Klf4, c-Myc, Nanog) 도입 후 3 종류의 배양조건에서 세포주 확립여부를 분석함.

표. 3 종류의 리프로그래밍 배양 조건

	Basal medium	Serum or KOSR	Growth Factor	Small Molecules
Condition #1	DMEM-F/12	20% KOSR	bFGF	SAHA, NaB
Condition #2	Low-DMEM	15% FBS	bFGF, mLIF	SAHA, NaB
Condition #3	α-MEM	10% FBS	bFGF, mLIF	SAHA, NaB

- 탐색 조건 #1; 한우 체세포유래 유도만능줄기세포 콜로니 형성 확인, 탐색 조건 #2; 홀스타인 체세포유래 유도만능줄기세포 콜로니 형성 확인함.

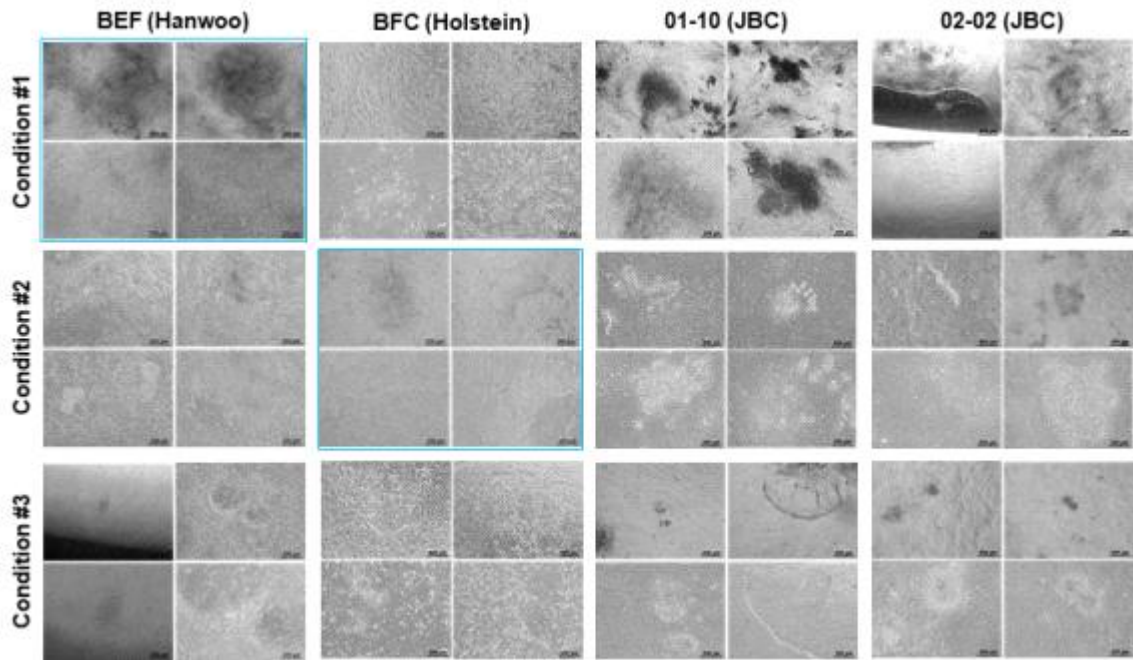


그림. 홀스타인 및 한우 체세포로부터 유도만능줄기세포 콜로니 확인

## 2. 제주흑우 유도만능줄기세포 확립

### 가. 제주흑우 유도만능줄기세포 생산

- 다섯 개의 리프로그래밍 인자를 이용하여 리프로그래밍 유도 후 역분화 줄기세포와 유사한 형태의 콜로니가 형성됨을 관찰하였으나, 계대배양 되지 않고 사멸됨으로써 리프로그래밍 유도과정에서 사용되는 배양액 조성을 달리하여 시도함.
- DMEM, 15% fetal bovine serum, 5 ng bFGF, 1000U mLIF가 첨가된 배양액을 사용함.

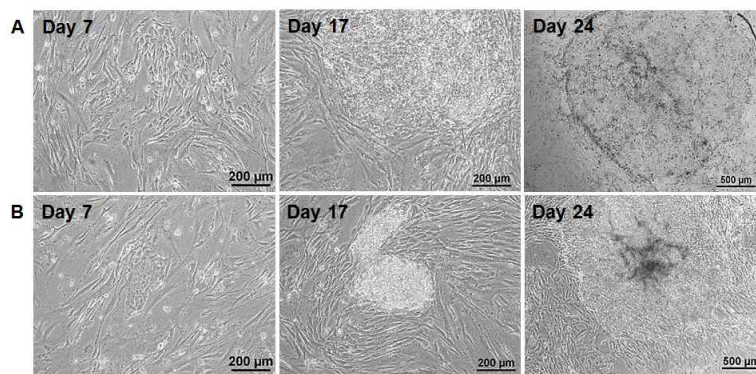


그림. 5개의 리프로그래밍 인자를 이용한 제주흑우 귀섬유상피세포의 리프로그래밍 과정

### 나. 홀스타인 및 한우 유도만능줄기세포 확립

- 홀스타인과 한우 체세포로부터 형성된 유도만능줄기세포 콜로니 배양 조건 확립 및 인간전분화능줄기세포와 유사한 콜로니 형태로 유지 배양됨을 확인함.

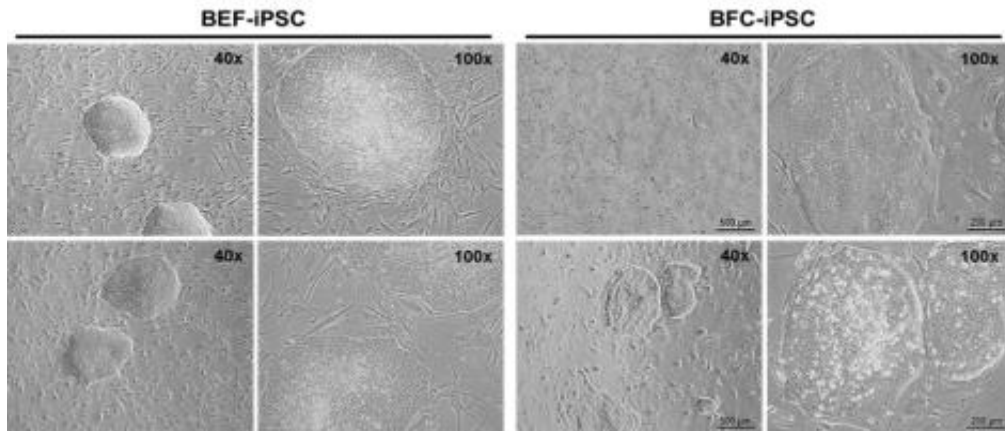


그림. 홀스타인 및 한우 유도만능줄기세포 콜로니 유지배양 조건 확립

### 3. 유도만능줄기세포 특성 분석

- 콜로니 형태로 유지 배양되는 홀스타인 및 한우 유도만능줄기세포의 전분화능 검증을 위하여, RT-PCR 유전자 분석 및 Alkaline phosphatase 염색 기법을 발현 여부를 검증함.

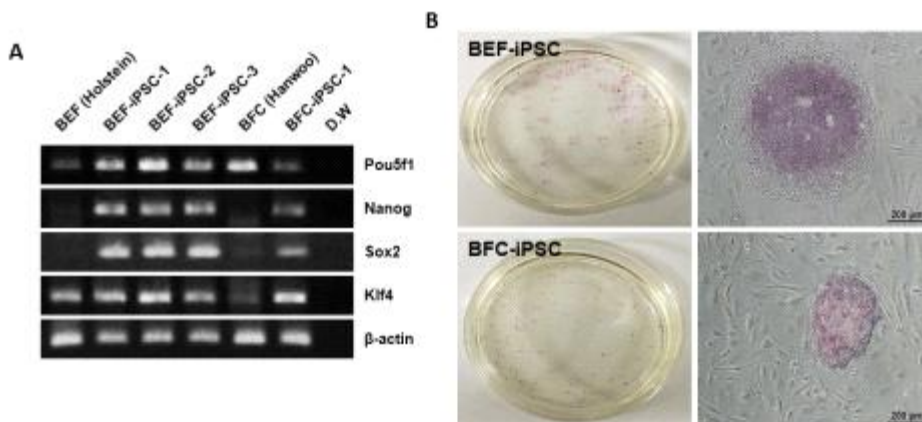
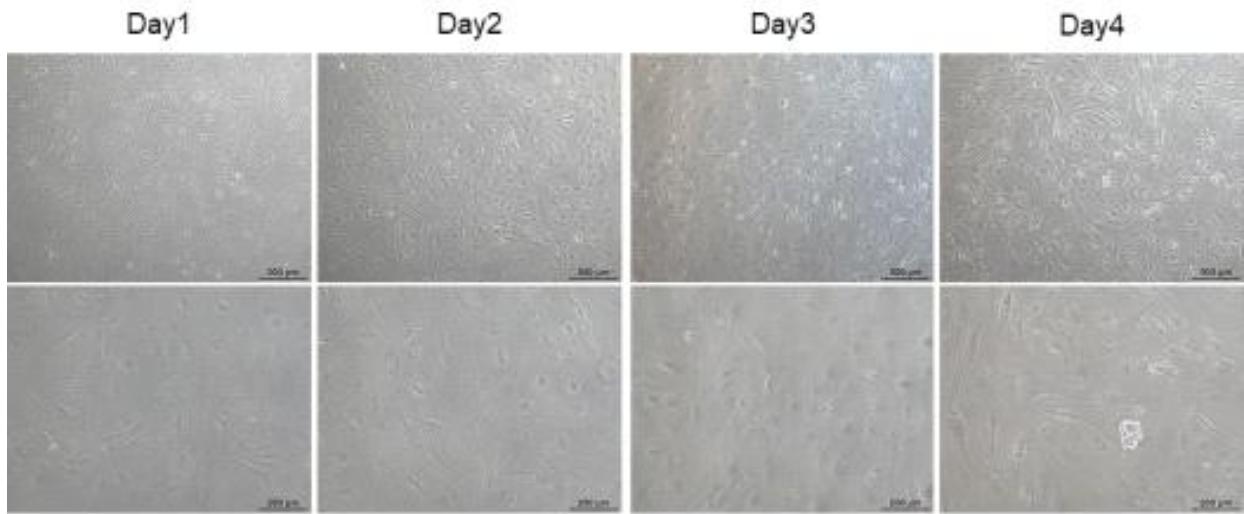


그림. 확립된 유도만능줄기세포의 만능성 검증

- 홀스타인 및 한우 유도만능줄기세포 확립 조건 탐색에 사용한 세포의 경우, aspirated follicle 유래 체세포를 이용함. 따라서, 제주흑우 유도만능줄기세포 확립을 위한 조건으로 제주흑우 aspirated follicle 체세포를 확보하고, 이를 이용한 유도만능줄기세포 확립 조건을 탐색중.





<b>Media Condition</b>	DMEM F/12(10%) + Knock-out Serum (20%) + Penicillin Streptomycin Glutamine (1%) + Non-Essential Amino Acid (1%) + $\beta$ -Mercaptoethanol (2.1%) + bFGF (10 ng/ml) + ESGRO (1,000 U/ml)
------------------------	--

그림. Aspirated follicle 유래 제주흑우 체세포를 이용한 유도만능줄기세포 확립 조건 탐색

#### 4. 제주흑우와 한우 및 홀스타인 품종의 위성세포 분리 및 식별

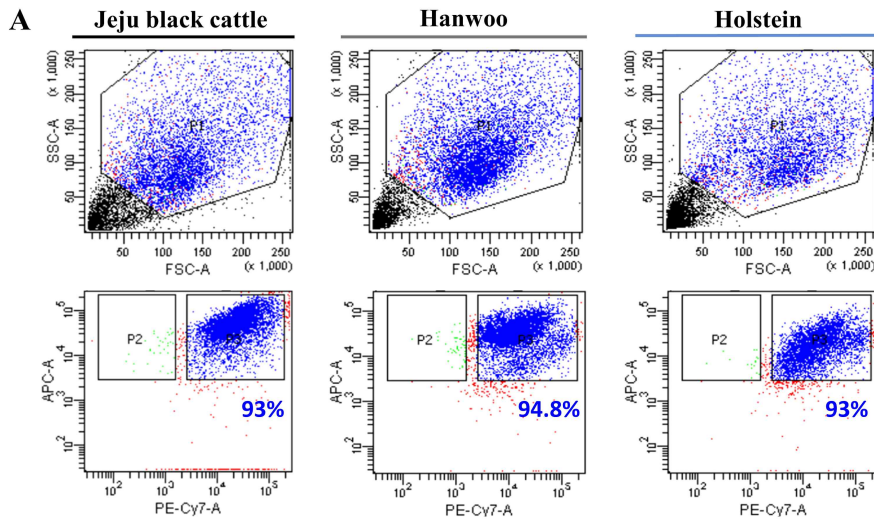


그림. FACS를 이용한 소 위성세포의 분리 및 식별

- 3가지 품종의 소 우둔근에서 분리된 근육위성세포를 분리함. 근육위성세포 분리는 Fluorescence Activated Cell Sorting (FACS)방법을 이용함. 제주흑우는 약  $1.6 \times 10^6$ 개의 세포를 이용하여 93%의 수율로 약  $1.5 \times 10^6$ 개의 흑우 근육위성세포를 얻음. 한우와 홀스타인 또한 동일한 프로토콜로 세포 분리를 진행하여 각각 94.8%, 93%의 수율로 근육위성세포를 얻음.

## 5. 소 위성세포의 증식

가. 제주흑우와 한우 및 홀스타인 품종의 근육위성세포 증식

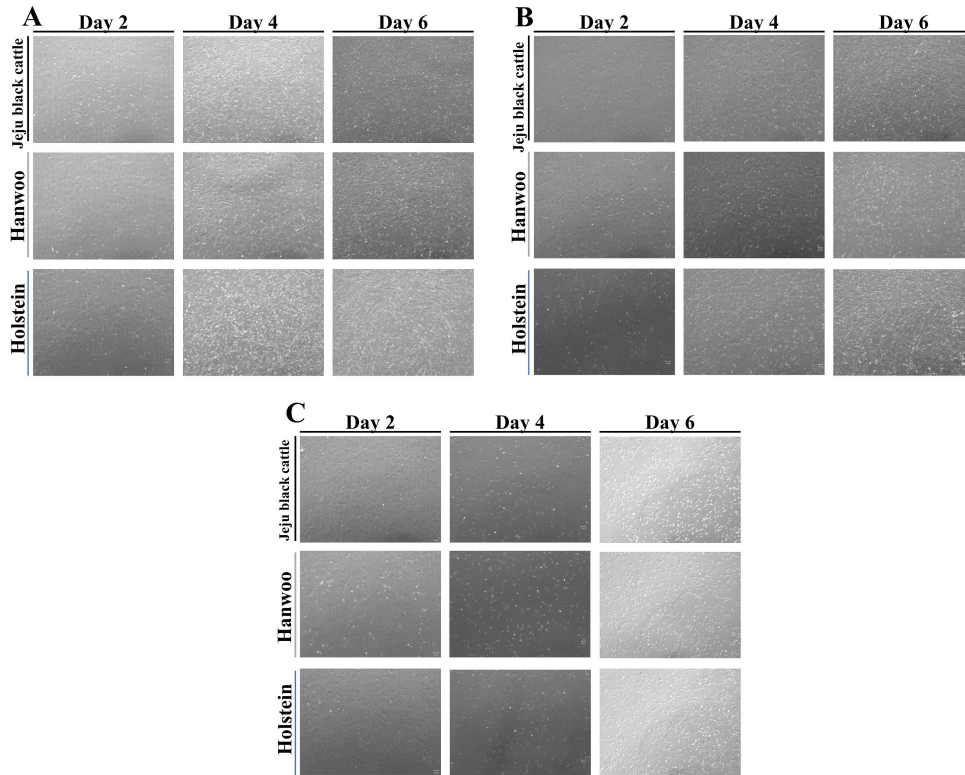


그림. 제주흑우, 한우, 홀스타인 근육위성세포의 증식 결과(A: passage 4, B: passage 8, C: passage 12)

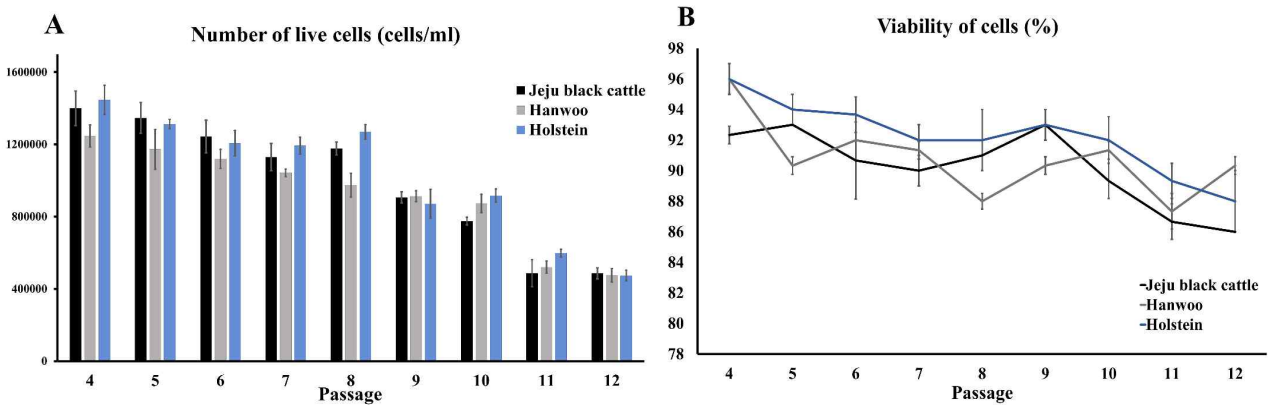


그림. 계대배양 동안 제주 흑우, 한우, 홀스타인 근육위성세포의 (A)세포수 및 (B)생존율

- 면적당 1,800개의 근육위성세포를 플라스크에 seeding하고 6일간 배양함. passage 4부터 passage 12까지 계대배양을 진행하였음. 현미경 이미지 결과에서 근육위성세포의 증식 속도는 계대배양이 진행될수록 감소하는 경향을 보임. 세가지 품종의 소 근육위성세포의 세포수 그래프도 동일한 경향을 보임. 하지만, 품종 간 증식 경향에는 큰 차이를 보이지 않음. 소 근육위성세포의 생존율 그래프 또한 계대배양이 진행될수록 감소하는 경향을 보였지만, 품종간에는 큰 차이를 보이지 않음.

나. 제주흑우와 한우 및 홀스타인 품종의 근육위성세포의 증식 비교

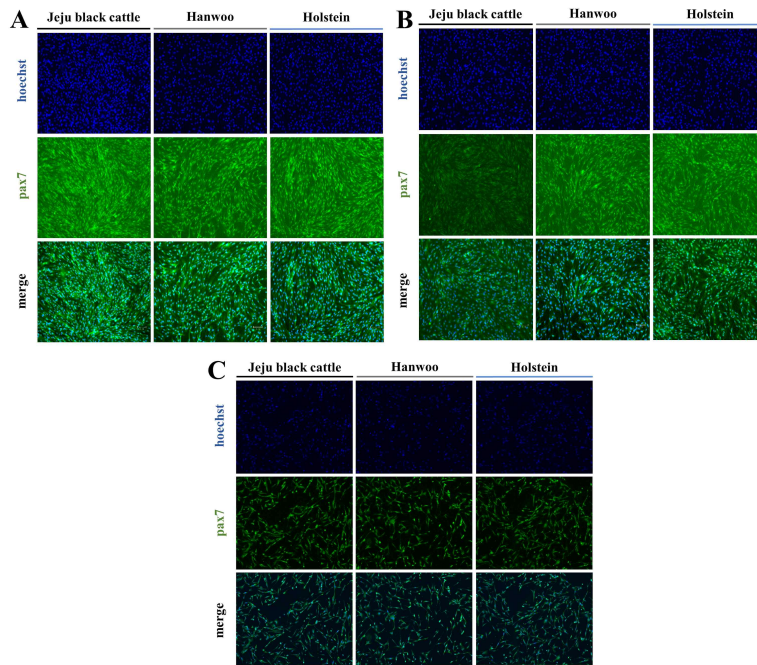


그림. 면역형광염색을 통한 세가지 품종의 소 근육위성세포의 Pax7 발현 확인 (A) passage 4 (B) passage 8 (C) passage 12

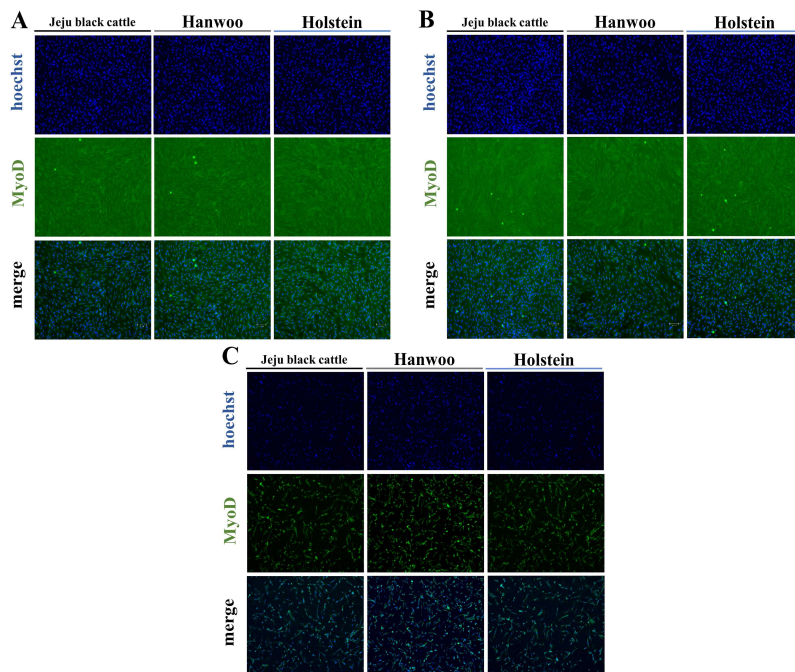


그림. 면역형광염색을 통한 세가지 품종의 소 근육위성세포의 MyoD 발현 확인 (A) passage 4 (B) passage 8 (C) passage 12

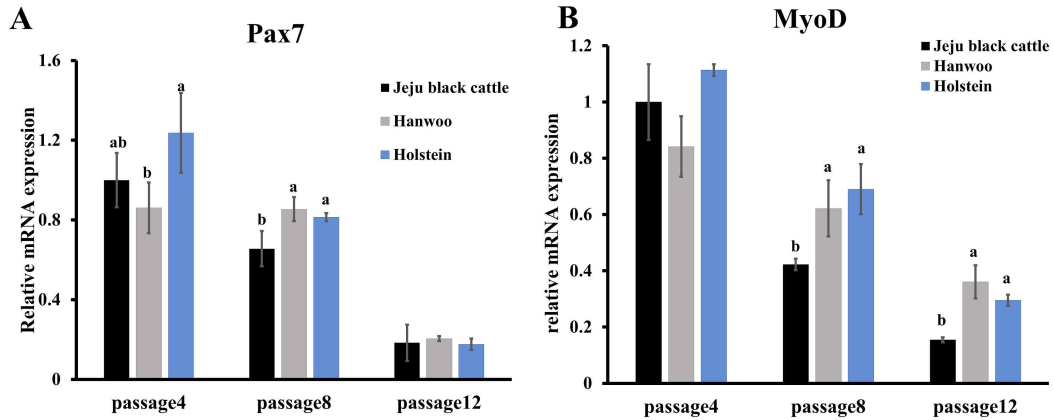


그림. RT-qPCR을 통한 세가지 품종의 소 근육위성세포의 (A) Pax7과 (B) MyoD의 발현 확인

○ 계대배양을 진행하며 passage 4, 8 그리고 12의 6일차까지 증식이 진행된 소 근육위성 세포를 대상으로 면역형광염색과 RT-qPCR을 진행함. Pax7과 MyoD의 발현은 계대배양 동안 감소하는 경향을 보임. passage가 증가할수록 세포증식력이 저하되고 Pax7 발현이 감소하며 근육위성세포의 증식이 활성화되지 않는 것으로 나타남. MyoD는 passage가 증가할수록 근육위성세포가 근관으로의 분화 가능성이 감소한다고 판단함. passage4와 8에서 홀스타인 품종의 근육위성세포가 유의적으로 높은 Pax7 발현량을 나타냄. passage8과 12에서 홀스타인 품종의 근육위성세포가 유의적으로 높은 MyoD 발현량을 나타냄.

## 6. 제주흑우와 한우 및 홀스타인 품종의 근육위성세포의 분화

가. 3가지 품종의 소 근육위성세포의 분화 경향

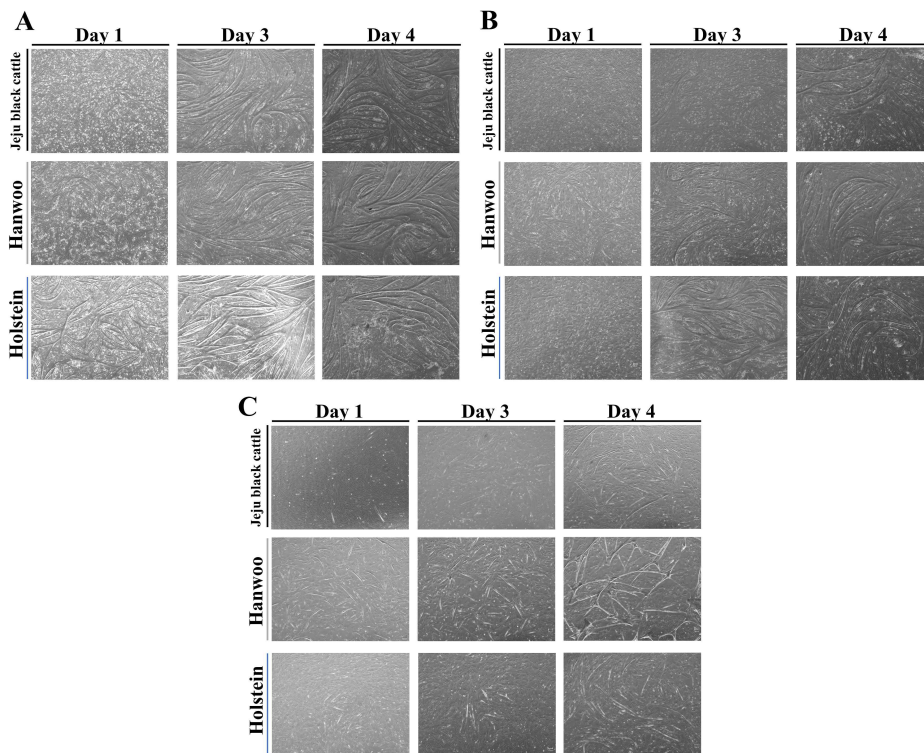


그림. 제주흑우, 한우, 홀스타인 근육위성세포의 분화 결과(A: passage 4, B: passage 8, C: passage 12)

○ 면적당 1,800개의 근육위성세포를 플라스크에 seeding하고 6일간 배양한 후, differentiation medium으로 교체한 후, 5일간 배양함. passage 4부터 passage 12까지 계대배양을 진행하였음. passage4의 1일차에서 홀스타인 품종의 근육위성세포가 다른 두 품종보다 더 빠르게 분화하는 것을 육안으로 확인하였음. passage8과 12에서는 모든 품종의 근육위성세포의 분화가 비슷한 속도와 경향을 보였음. 하지만, 계대배양을 진행할 수록 분화 속도와 정도가 감소하는 것을 확인하였음.

나. 제주흑우와 한우 및 홀스타인 품종의 근육위성세포의 분화 비교

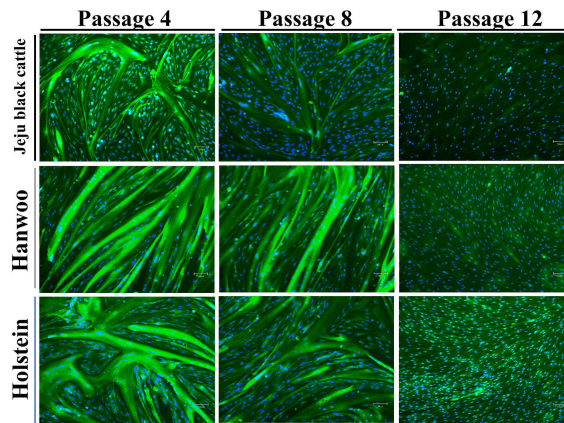


그림. 제주 흑우, 한우, 홀스타인 근육위성세포의 myosin heavy chain과 핵 면역형광염색을 통한 분화력 비교

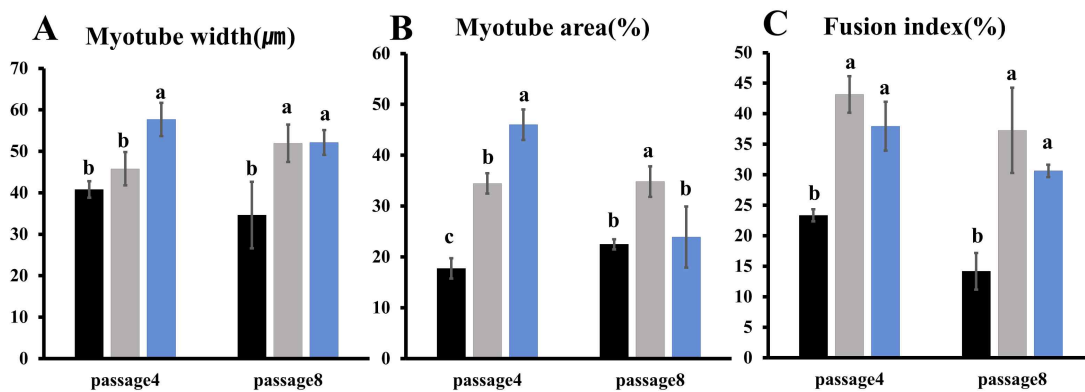


그림. myosin heavy chain과 핵 면역형광염색을 통한 근육위성세포의 (A) 근관 너비, (B) 근관 면적 (C) fusion index(%)

○ passage 4, 8 그리고 12에서 근육위성세포가 최대 분화된 시기에 마이오신과 핵의 면역형광염색을 진행하여 분화된 근육위성세포의 분화 정도를 비교하였음. 근관의 너비와 면적을 계산한 결과, 제주 흑우 품종의 근육위성세포가 유의적으로 낮은 수치를 나타내었음. 한우와 홀스타인 품종에서 fusion index이 유의적으로 높은 수치를 보였음.

### Myogenic related mRNA expression

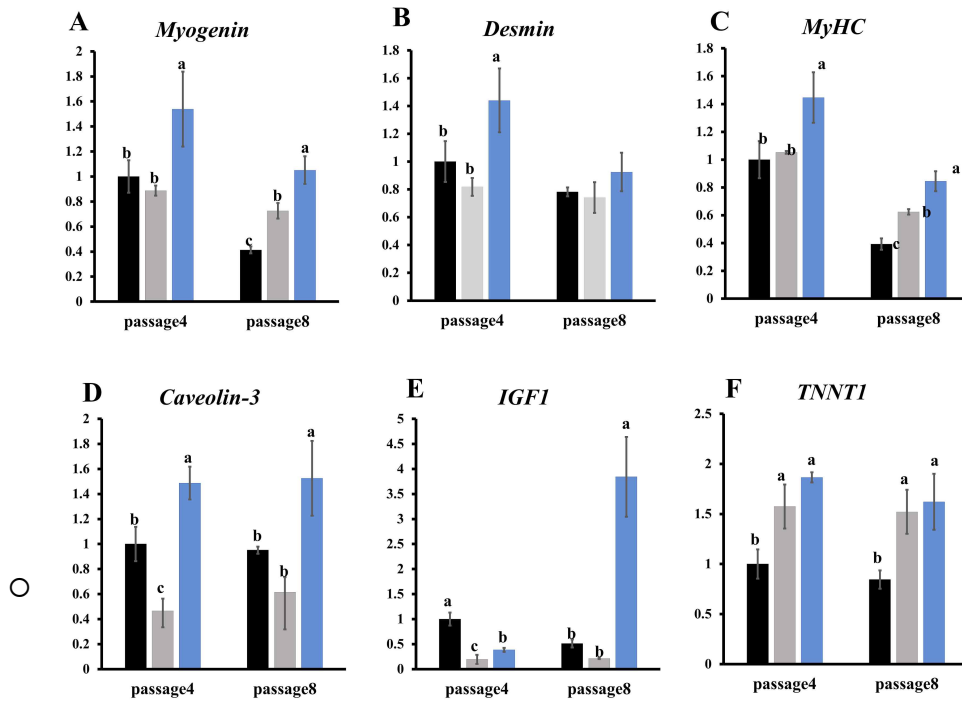


그림. RT-qPCR을 통한 근육위성세포의 Myogenic 관련 mRNA 발현 비교 (A) Myogenin, (B) Desmin, (C) Myosin heavy chain, (D) Caveolin-3, (E) IGF1, (F) TNNT1

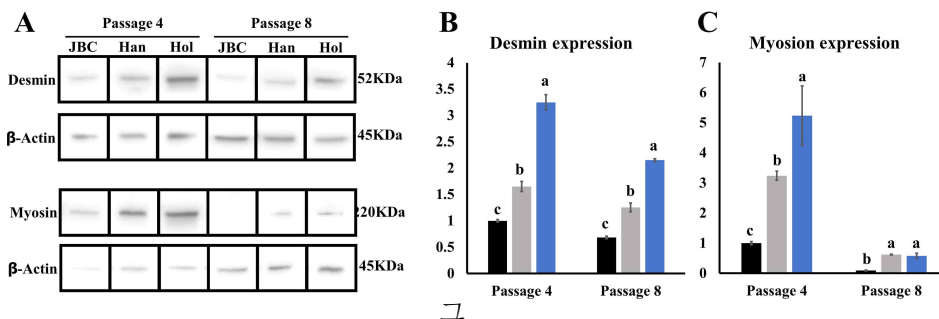


그림. Western blot을 통한 근육위성세포의 Myogenic 관련 단백질 발현 비교 (A) western blot 결과, (B) desmin의 상대적인 band 형광강도 (C) myosin의 상대적인 band 형광강도

○ passage 4, 8 그리고 12에서 근육위성세포가 최대 분화된 시점의 세포 내 Myogenin, Desmin, MyHC, Caveolin-3, IGF1, TNNT1을 분석하였음. 근관으로의 분화와 발달에 중요한 역할을 하는 myogenin, desmin 그리고 myosin heavy chain의 유전자 발현의 경우 홀스타인의 근육위성세포에서 유의적으로 더 높은 수준을 보였음. 근육 비대와 확장에 관여하는 TNNT1은 한우와 홀스타인의 근육위성세포에서 유의적으로 높은 수준을 보였음. 또한, 최종 분화단계에 관여하는 caveolin-3의 경우 홀스타인의 품종에서 유의적으로 더 높은 수치를 보였음. 전체적으로 myogenic과 관련된 유전자의 발현은 홀스타인 품종에서 우세한 경향을 보였음.

### Flavor related mRNA expression

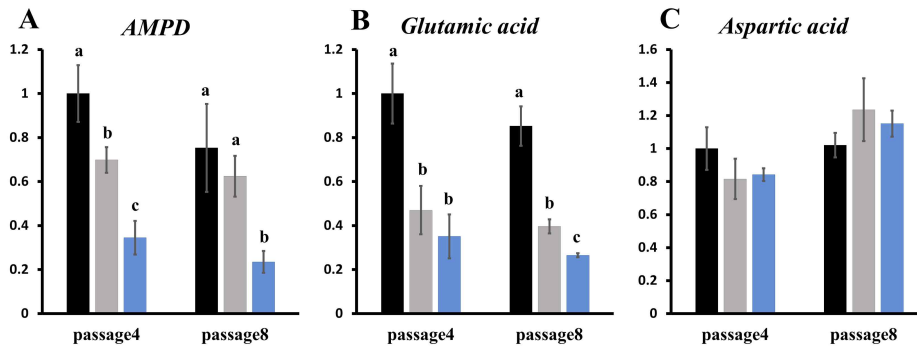


그림. RT-qPCR을 통한 풍미와 관련된 mRNA 발현 비교 (A) AMPD, (B) Glutamic acid, (C) Aspartic acid

○ passage 4, 8 그리고 12에서 근육위성세포가 최대 분화한 시점의 세포 내 풍미와 관련된 인자인 AMPD, Glutamic acid, Aspartic acid를 분석하였음. AMPD의 유전자 발현은 제주 흑우 품종에서 유의적으로 높은 수치를 보였음. 또한, 감칠맛과 관련된 아미노산인 글루탐산의 유전자 발현은 제주 흑우의 품종에서 유의적으로 높은 수치를 보였음. 풍미와 관련된 유전자 발현량은 제주 흑우 품종에서 우세한 경향을 보였음.

## 7. 제주흑우 근육위성세포를 이용한 자가조직화

가. 제주흑우 근육위성세포를 이용한 자가조직화 모식도

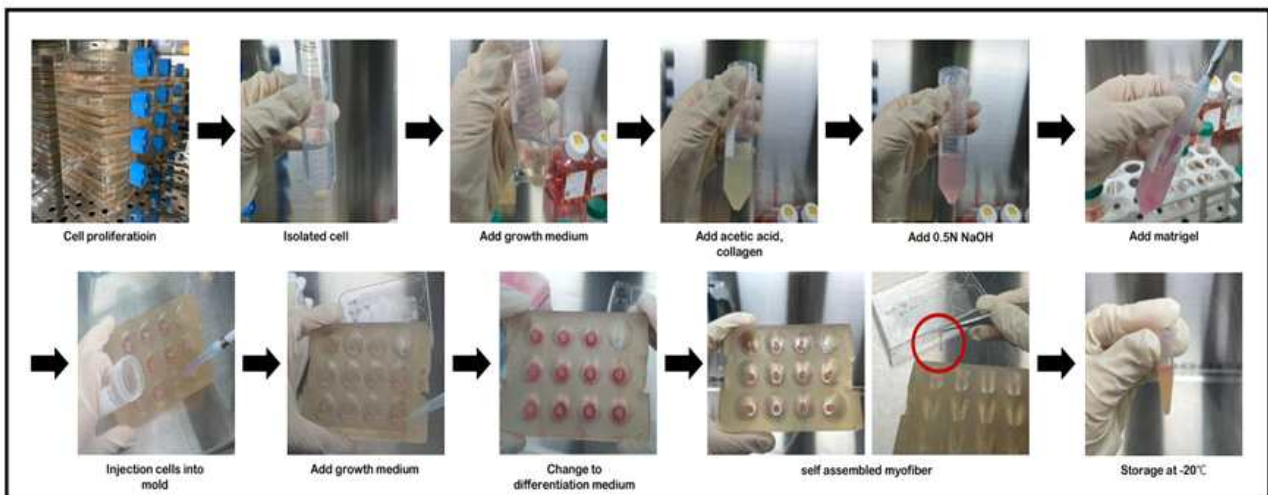


그림. 제주 흑우 근육위성세포를 이용한 자가조직화 모식도

나. 제주흑우 근육위성세포를 이용한 자가조직화 결과

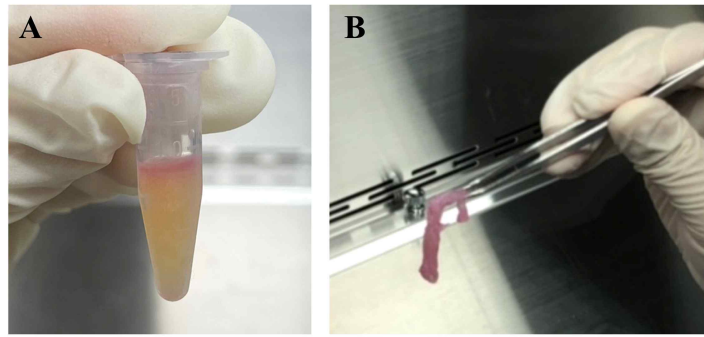


그림. 제주흑우 근육위성세포를 이용한 자가조직화 결과 (A) 약 3.5g의 세포 조직 (B 몰드에서 떼어낸 직후의 세포 펠렛)

- 제주 흑우 근육위성세포의 대량증식을 통해 세포를 획득 후 조직화를 진행하였음.  $3 \times 10^8$  개의 세포를 이용하여 조직 형성 시 3.5g의 조직을 형성할 수 있음. 현재 약 20g의 세포 조직을 확보함.

[요약]

- Fluorescent-activated cell sorting (FACS)을 이용하여 제주흑우, 한우, 홀스타인의 근육위성세포를 93%, 94.8%, 93%의 수율로 얻음.
- 세 품종의 소 근육위성세포의 증식과 관련하여 세포수와 생존율 결과에서는 유의적인 차이를 보이지 않음.
- Pax7과 MyoD mRNA 발현에서 한우와 홀스타인 품종에서 높은 발현량을 보임.
- 분화된 근관의 넓이, 면적, fusion index의 결과에서 홀스타인 품종의 근육위성세포가 유의적으로 높은 수치를 보임.
- 분화된 근육위성세포에서 myogenic 관련 mRNA 발현과 단백질 발현은 홀스타인 품종의 근육위성세포가 유의적으로 높은 수치를 보임.
- 분화된 근육위성세포에서 풍미와 관련된 mRNA 발현량은 제주 흑우 품종에서 우세한 경향을 보임.
- 자가조직화 방법을 이용하여 제주 흑우 세포 조직 확보



(3) 제 2-1 세부과제 : 유전체 정보기반 육종 및 산업 활용 시스템 구축  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교육 지도	인력양성 <sup>¶</sup>			정책활용 홍보		기타	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문			학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명				
가중치																					
최종목표																					
1단계	목표	2	1		1							12		6	4	4	1	2	3	3	3
	실적	2	0		0							2		7	4	1	1	2	4	0	0
2단계	목표	5	2		1	10	1					8		9	12	6	2	4	4	4	8
	실적	1	2		2	20	2					3		8	5	8	3	10	0	1	1
최종	목표	7	3		2	10	1					20		15	16	10	3	6	7	7	11
	실적	3	2		2	20	2					5*		15	9	9	4	12	4	1	1

\*4 publish, 1 revision

¶국의 박사 3명, 국외 석사 1명 졸업 포함

① 논문게재 성과

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2016	Discovery of Gene Sources for Economoc Traits in Hanwoo by Whole-genome Resequencing	Younhee Shin	Junhyung Park, Jong-Joo Kim	Ho-Jin Jung, Myunghee Jung, Seungil Yoo, Sathiyamoorthy Subramaniyam, Kesavan Markkandan, Jun-Mo Kang, Rajani Rai	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	29(9)	국외	SCIE
2017	A whole genome association study to detect additive and dominant single nucleotide polymorphisms for growth and carcass traits in Korean	Yi Li	Jong-Joo Kim	Yuxuan Gao, You-Sam Kim, Asif Iqbal	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	30(1)	국외	SCIE
2019	Identifying loci under positive selection in yellow korean cattle	Yi LI	Jong-Joo Kim	Yun-Mi Lee, You-Sam Kim, Se-Pill Park	Evolutionary Bioinformatics	15	국외	SCIE

2020	Genetic characteristics of Korean Jeju Black cattle with high density SNP chips	Alam M. Zahangir	Jong-Joo Kim	Hyo-Jung Son, Yun-Mi Lee, Lauren H. Hanna, David Riley, Hideyuki Mannen, Shinji Sasazaki, Se Pill Park	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	12(3)	국외	SCIE
2022	Assessment of genomic breeding values and their accuracies for carcass traits in Jeju Black cattle using whole genome SNP chip panels	Md Azizul Haque	Jong-Joo Kim	-	Journal of animal breeding and genetics	Revision	국외	SCIE

② 특허 성과

출원된 특허				등록된 특허				
출원 연도	특허명	출원인	출원국	출원 번호	등록 연도	특허명	등록인	등록국
2017	제주흑우 품종 판별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2017-0108768				
2018	제주우 판별용 단일염기다형성 마커 조성물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용한 판별 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2018-0086179	2019	제주우 판별용 단일염기다형성 마커 조성물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용한 판별 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2020	제주흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국	1020200051293	2020	제주 흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	제주대학교 산학협력단	대한민국

③ 기술료징수 현황(백만원)

기 징수액	당해연도 징수액	향후 징수액	합계
-	20	-	20

기술이전명	기술이전내용	권리권자	실시권자	기술료(원)
제주우 판별용 단일염기다형성 마커 조성물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용한 판별 방법	특허 등록번호 제 10-2043119호 “제주우 판별용 단일염기다형성 마커 조성물, 이를 포함하는 키트 및 이를 이용한 판별 방법” 특허 기술이전 계약	제주대학교 산학협력단	(주)디엔에이링크	10,000,000

제주흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도	특허등록번호 제10-2194349호 “제주흑우 친자 감별용 단일염기다형성 마커 및 이의 용도” 특허 기술이전 계약	제주대학교 산학협력단	(주)디엔에이링크	10,000,000
--------------------------------	---	-------------	-----------	------------

#### ④ 사업화 성과 및 매출 실적

❖ 사업화 성과, 총 1건(제품 완료 1건)

연구기관	제품명	형태	매출료(원)
2-1세부	흑우, 수입우 품종 판별 kit	제품	-
2-1세부	흑우, 수입우 품종 판별 kit	시제품	-

#### ⑤ 국내외 학술회의 개최

No	학술회의명	회의내용	참석인원	개최일자
1	Eco 한우 산업 활성화를 위한 최신 한우 육종전략을 위한 심포지엄	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지엄	30	2022.09.02

#### ⑥ 학술 발표

No	발표명	발표자	발표일시	장소	국명
1	Genetic characterization of three korean native cattle breeds using the bovine 640K affymetrix axiom arrays	김종주	2016.07.23	Utha, Salt Lake City	USA (국제)
2	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우종 유전적 진화트리 연구	이윤미	2017.09.07	충남대학교	대한민국 (국제)
3	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우:한우 유전적 조성 연구	김유삼	2017.09.07	충남대학교	대한민국 (국제)
4	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우에서 MC1R SNP 분석	백성용	2017.09.07	충남대학교	대한민국 (국제)
5	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우집단의 유전적 특성 평가	백성용	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
6	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우종 유전적조성 평가	손효정	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
7	내륙 한우 참조집단 기반 제주 흑우개체들의 고급육 형질에 대한 유전체 육종가 평가	황혜빈	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
8	Genetic diversity and population structure of Jeju Black cattle using 50K SNP chip	아람자한길	2019.06.24	대전컨벤션센터	대한민국 (국제)
9	한우거세우 참조집단을 이용한 제주흑우 도체형질 유전체육종가 평가	김종주	2019.06.24	대전컨벤션센터	대한민국 (국제)
10	Korean Society of Animal Breeding & Genetics	김종주	2019.06.24	대전컨벤션센터	대한민국 (국제)
11	고밀도 대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우 유전적 조성과 도체형질 유전체 육종가 정확도 분석	김나경	2020.10.16	온라인 개최	대한민국 (국내)

12	제주흑우, 국내산 및 수입육에 대한 품종판별 SNP 발굴	김종주	2020.10.16	온라인 개최	대한민국 (국내)
13	Development of SNP markers to identify Jeju Black cattle breed from imported beef using high-density SNP chips	김종주	2021.10.20	서울대학교 시흥캠퍼스 Education Cooperation 빌딩	대한민국 (국제)
14	Genetic composition of Jeju Black cattle and the reciprocal effects of carcass quality traits on GEBV evaluation in commercial Jeju Black cat	배해창	2022.08.23	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
15	Evaluation of GEBV accuracy of carcass traits using different reference populations in Jeju Black cattle	배해창	2022.08.23	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)

⑦ 교육지도

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	제주흑우 유전체 분석 기술 및 SNP chip 분석 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	2	26
2	제주 흑우 유전체 분석 기술 및 SNP chip 분석 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	2	26
3	제주흑우 생물유전체 분석을 위한 생물정보학적 기법 교육	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	2	35
4	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육	제주흑우의 교배조합 및 근치도 설명, 제주흑우 개량정보 시스템 ( <a href="http://www.jbcinfo.org/">http://www.jbcinfo.org/</a> ) 스마트폰 사용법 교육	영남대학교	1	2	40
5	동물분자유종관련 기술교육 (유전체육종을 위한 기반 통계 모델)	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	2	8
6	동물분자유종관련 기술교육 (유전체육종을 위한 기반 통계 모델)	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	2	8
7	동물분자유종관련 기술교육 (유전체육종을 위한 기반 통계 모델)	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	2	8
8	동물분자유종 관련 기술교육	분자유종 전문기술교육	영남대학교	1	6	7
9	유전체 육종을 위한 기반 통계 모델	유전체 기반 육종 이론 및 방법 교육 프로그램	영남대학교	1	8	7

⑧ 정책활용

No	시책명	건의일자	시행일자	주관부서유형	주관부서
1	대용량 SNP칩을 이용한 제주흑우 품종정립 판별, 흑모색 규명, 친자정립 및 고급육 개량 정책활용 제안서 제출	2016.10.10	-	광역자치단체	제주 특별자치도
2	제주흑우 개체 혈통등록 및 품종 판별관련 고 정확도 MC1R SNP 재정립	2017.10.13	-	광역자치단체	제주 특별자치도
3	대용량 SNP chip을 이용한 제주흑우의 원우·한우 유전적 조성 판별	2018.08.09	-	광역자치단체	제주 특별자치도
4	제주우 판별을 위한 현장진단용 SNP kit 개발	2018.08.09	-	광역자치단체	제주 특별자치도

⑨ 홍보전시

<홍보 1-매체보도건>

No	홍보유형	매체명	제목	보도 횟수	일시
1	지방일간지	제주의 소리	“제주흑우+한우 암소 교배 ‘흑한우’로 브랜드 가치 창출”	1	2020.11.25

(나) 정성적 성과

구분	연구목표	주요 연구 성과
1단계	1차년도 · 제주흑우 집단 및 육종기반 구축, 발육특성 규명	· 제주흑우 씨수소 NGS 분석, 대량 SNP 발굴, 120K SNP chip 제작 · 제주흑우 원종 및 실용축 SNP chip 분석 · 제주흑우 개체자료, 출하 도체자료 수집
	2차년도 · 제주흑우 유전체분석을 통한 유전적 특성 규명	· SNP chip 분석을 통한 제주흑우 유전적 집단특성분석, 품종판별, 친자확인, 생산이력검사, 흑모색 발현양상분석 · 도체 고급육 형질 GWAS 분석을 통한 형질 유의적 SNP 발굴 · SNP chip을 이용한 제주흑우 흑모색 발현 유전자 분석 · 개체혈통정보 윈도우 웹, 휴대폰 앱 프로그램 개발
	3차년도 · 제주흑우 고급육 육종가 분석을 통한 육종 기반 구축	· SNP chip을 이용한 고급육형질 유전체 육종가 평가, 친자확인/품종판별SNP kit개발 · 개체정보/육종가/교배정보를 현장에서 활용하는 DB 및 윈도우/휴대폰 앱 개발
2단계	4차년도 · 유전체정보를 이용한 현장진단용 제주흑우 판별 SNP kit 산업화	· 현장 신속간편 제주흑우종 판별용 SNP kit 적용, 검증, 서비스화
	5차년도 · 유전체정보를 이용한 제주흑우 고급육개선을 위한 SNP chip 분석서비스	· 제주흑우 실용축 육량·육질 개선을 위한 유전체선발·교배 수행 · 분석, 결과의 컨설팅 서비스를 수익구조 창출
	6차년도 · 제주흑우 고기능성·건강육 개선을 위한 SNP chip 분석서비스화	· 제주흑우 실용축 고기능성·건강육 개선을 위한 유전체선발·교배 수행 · 분석, 결과의 컨설팅 서비스를 수익구조 창출
	7차년도 · IT기술을 활용한 제주흑우자료 윈도우·휴대폰 어플리케이션 서비스화	· 제주흑우 개체/혈통정보, 근친도, 교배조합정보 제공 · 어플리케이션 활용 수익구조 정립

[연구결과]

1. 제주흑우 유전체 분석 및 육종기반 구축

가. 제주흑우 차세대 유전체서열 분석을 통한 대용량 SNP 발굴

- 축산진흥원 소재 10두의 종모우에 대하여 Illumina Hiseq 2500을 이용한 유전체 서열분석을 수행함.
- 두당 평균 40X genome coverage로 151 bp 크기의 8억 개 DNA 조각 (reads)을 서열해독 하였음.

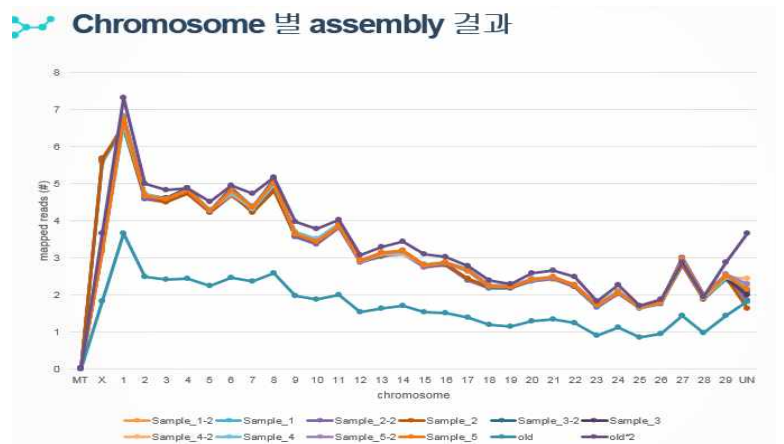
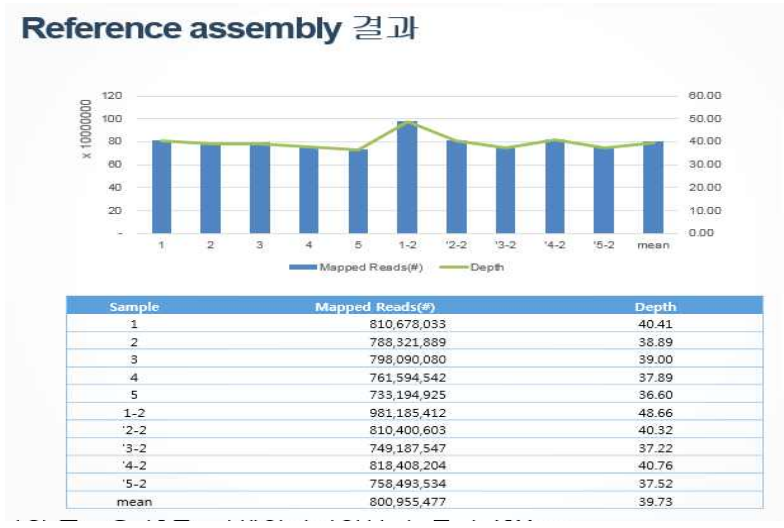


그림. 제주흑우 차세대 유전체 서열 분석 결과\_Chromosome assembly

- 서열해독 결과 평균적으로 740만개 단일염기돌연변이(SNP)를 발굴하였음.

### 샘플 별 Variant type 분포



그림. 제주흑우 개체별 유전체의 Variant type 분포

### Chromosome 별 variant type 분포

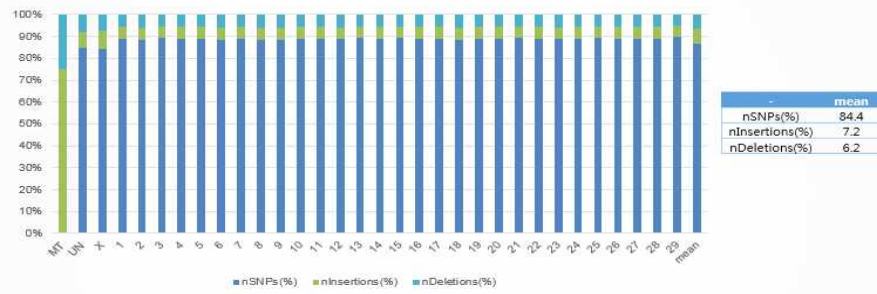


그림. 제주흑우 유전체의 Chromosome 별 Variant type 분포

### Chromosome 별 variant type 분포

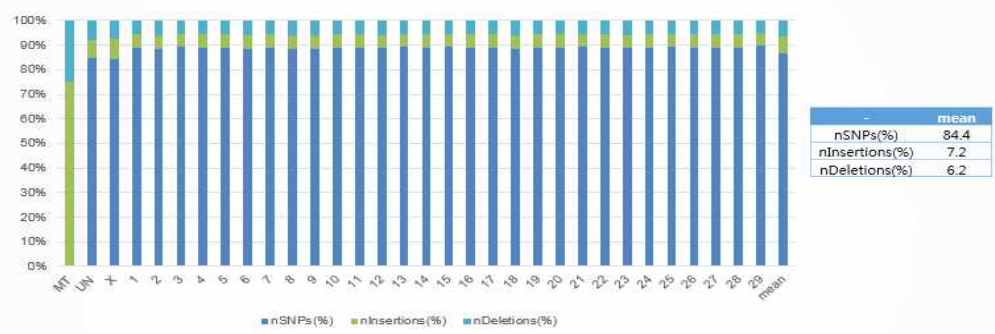


그림. 제주흑우 유전체의 Chromosome 별 Variant type 분포

○ 유전자 서열 해독 결과 4만 2천여개의 Exon에 위치하는 (non-)synonymous SNP를 발굴함.

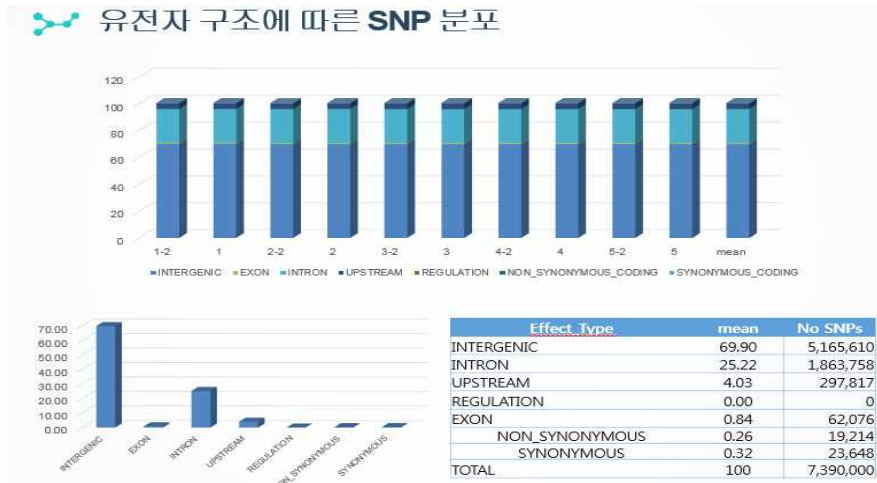


그림. 제주흑우 유전자 구조에 따른 SNP 분포

나. 제주흑우종 특이 대용량 (120K) SNP chip ( “JJBC1SNP” ) 제작

(1) SNP 후보 contents 우선 순위.

- Illumina BovineSNP50K vs3 (54,586개)
- Affymetrix bovine 648K SNP들 중에서 한우·흑우·최소 유전자빈도가 다른 SNPs (20,836개)
- 한우와 소 품종에서 모색과 관련된 기능유전자들의 SNPs (1,189개 + 1,414개)
- 한우에서 기 탐색되어진 경제형질 후보 유전자들의 SNPs (4,665개)
- 제주흑우에서 1Mb bin 간격으로 even spacing을 위하여 선택된 SNPs (38,881개)
- 총 합계: 121,571
- 121,571 SNP들중에서 Affymetrix bovine axiom array에 120,513개가 디자인되었음을 확인하였음



염색체	크기(kbp)	SNP 수	비율(%)	SNP간격평균(kbp)	간격표준편차(kbp)
1	158,323	6,933	5.77	22.8	20.8
2	136,795	6,022	5.01	22.7	21.0
3	121,403	5,638	4.69	21.5	21.2
4	120,816	5,287	4.40	22.9	20.3
5	121,188	5,382	4.48	22.5	22.6
6	119,406	6,051	5.04	19.7	20.8
7	112,629	5,228	4.35	21.5	25.9
8	113,367	4,890	4.07	23.2	21.0
9	105,699	4,697	3.91	22.5	21.5
10	104,259	4,756	3.96	21.9	20.9
11	107,249	4,728	3.93	22.7	20.1
12	91,155	4,109	3.42	22.2	22.7
13	84,230	3,770	3.14	22.3	20.5
14	84,616	3,613	3.01	23.1	22.1
15	85,257	4,006	3.33	21.3	21.5
16	81,716	3,604	3.00	22.7	21.1
17	74,998	3,318	2.76	22.6	21.5
18	65,979	2,948	2.45	22.4	22.0
19	64,007	2,935	2.44	21.8	19.4
20	71,977	3,568	2.97	20.1	20.5
21	71,598	3,178	2.64	22.5	20.7
22	61,378	2,724	2.27	22.5	20.7
23	52,466	2,734	2.28	19.2	21.6
24	62,686	2,710	2.26	23.1	20.2
25	42,851	1,942	1.62	22.1	18.5
26	51,680	2,243	1.87	23.0	20.7
27	45,382	2,040	1.70	22.2	21.8
28	46,274	2,031	1.69	22.8	22.2
29	51,503	2,734	2.28	18.8	20.9
mt	16	13	0.01	0.8	0.7
x	148,805	6,321	5.26	23.5	31.5
	2,659,710	120,153	100	22.1	20.9

그림. 제주흑우 염색체 별 차세대 염기서열을 통한 SNP 조사 결과

○ 염색체 크기 별 (bases,%) SNP 변이 비율을 대체적으로 일치하였음.

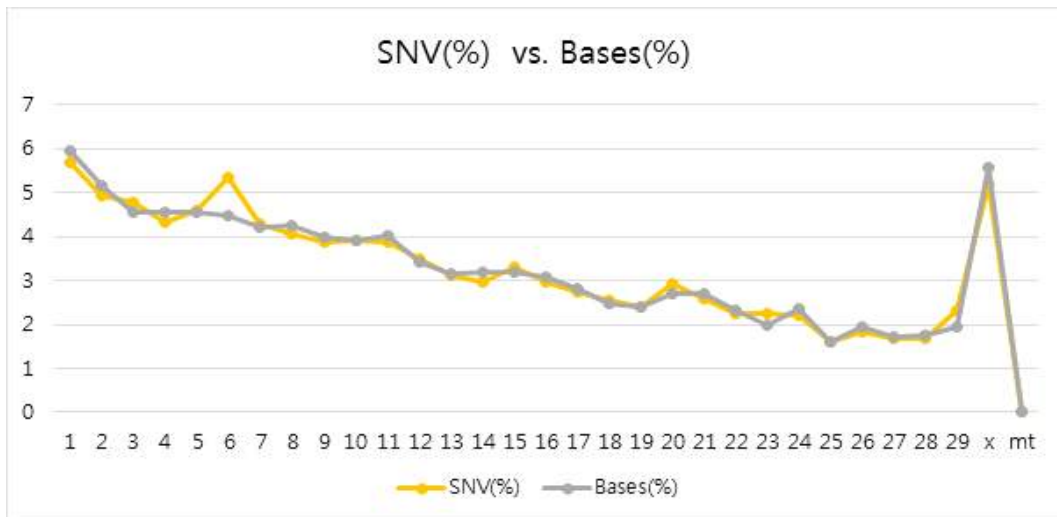


그림. 제주흑우 염색체 크기 별 SNP 변이 비율

○ 모색과 관련된 기능유전자 15개 (아래표) 선별하여 dbSNP146 변이가 31,394개 있는 것을 확인하였고 그 중에서 exonic region에 있는 변이 1,414,개를 확인하였음.

num	gene	chromosome	start	end	length(bp)
1	COPA	3	9,468,409	9,512,490	44,081
2	HES6	3	118,182,222	118,185,079	2,857
3	KITLG	5	18,317,747	18,377,444	59,697
4	PMEL	5	57,669,186	57,677,981	8,795
5	CORIN	6	67,925,292	68,176,596	251,304
6	PDGFRA	6	71,373,511	71,421,283	47,772
7	KIT	6	71,796,317	71,917,436	121,119
8	KDR	6	72,232,847	72,277,699	44,852
9	TYRP1	8	31,710,696	31,726,909	16,213
10	DCT	12	69,502,197	69,545,046	42,849
11	ASIP	13	64,213,311	64,239,964	26,653
12	MC1R	18	14,757,331	14,759,082	1,751
13	MITF	22	31,733,023	31,961,855	228,832
14	DEFB300	27	4,898,524	4,900,118	1,594
15	TYR	29	6,351,876	6,462,240	110,364
					1,008,733

그림. 제주흑우 모색 관련 기능 유전자 내 dbSNP146 변이

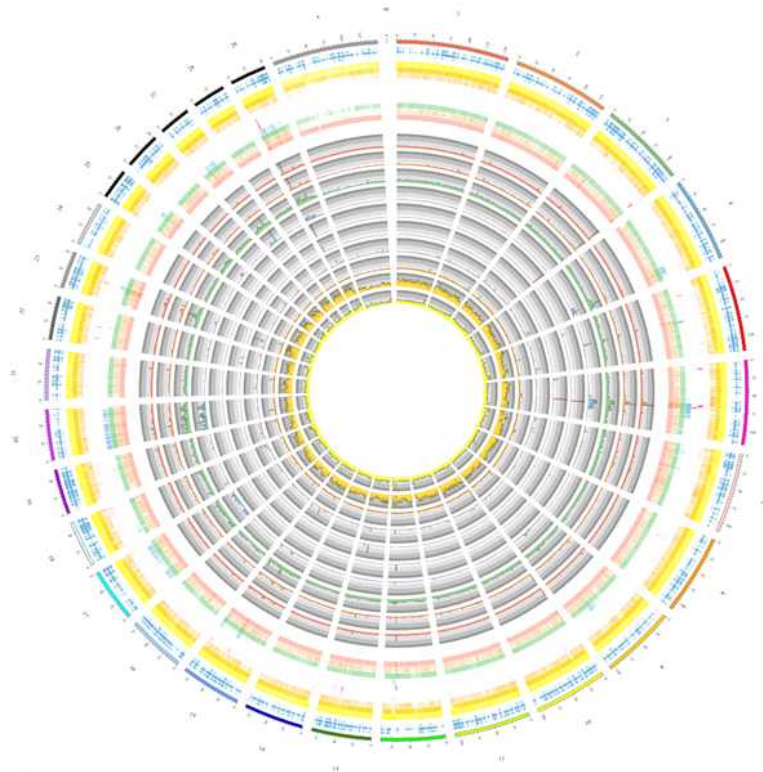


그림. 제주흑우종 특이 120K SNP chip에 포함되어진 SNP 분류별 히스토그램 및 heat map

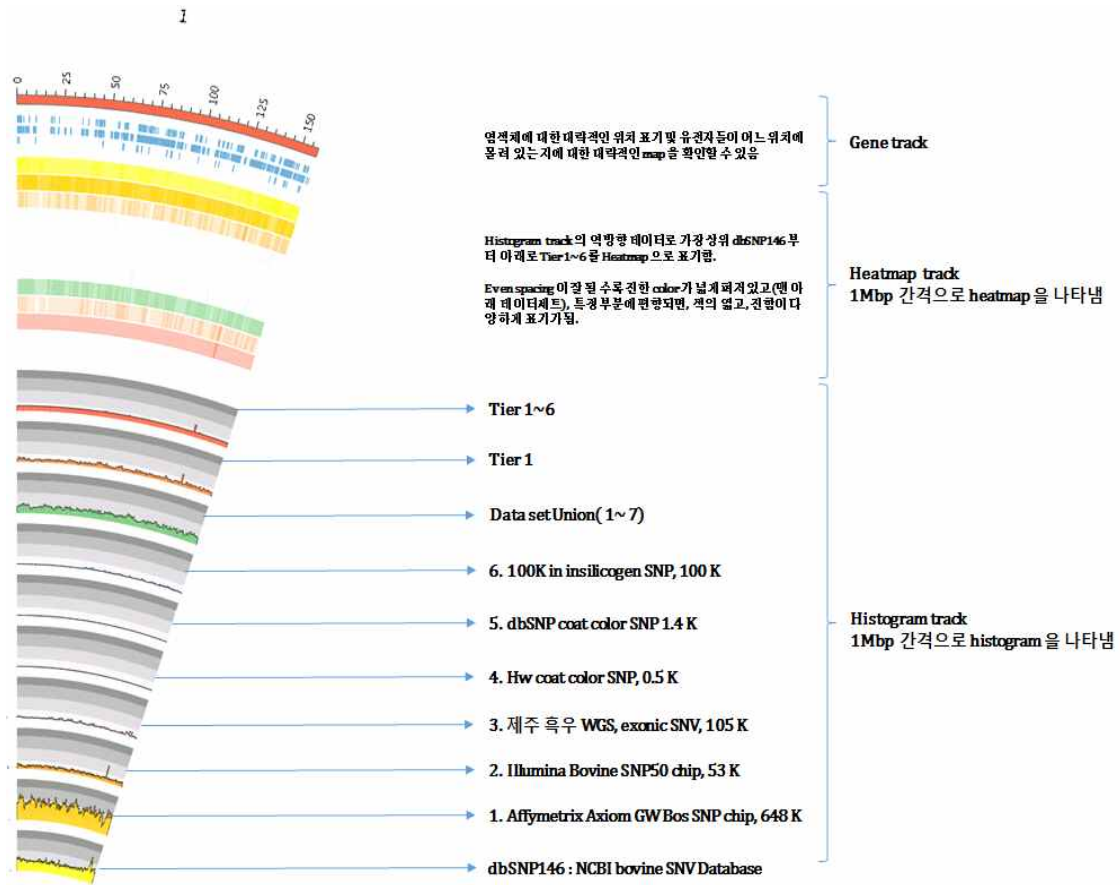


그림. 제주흑우종 특이 120K SNP chip에 포함된 SNP heat map

다. 제주흑우 원종 및 실용축에 대한 “JJBC1SNP” 120K SNP chip 분석

○ 분석 대상 채혈 두수 현황(2016년 9월 31일)

표. 분석 대상 제주흑우 채혈 두수 현황

농가&기관	분석두수	구분
진흥원 NGS 씨수소	10	원우
서귀포축협	322	실용축
축산진흥원	145	원우
김권호	129	원우
난지연	50	원우
한강목장	24	실용축
합계	680	

○ 80두에 대한 SNP chip 유전자형 분석 (2016년)

- 480두 제주흑우 SNP chip 분석결과 SNP contents source별로 빈도 및 유용 SNPs 개수 조사

표. SNP Quality control Tests

SNP Quality Control Tests				
SNP Contents Source	전체 마커 수	상염색체 마커 수	QC이후	유용SNP %
Illumina 54K	56,737	55,491	43,016	0.78
Affymetrix 648K	54,381	49,710	36,452	0.73
모색 SNPs in DB	1,048	1,046	553	0.53
한우 모색 SNPs	447	428	278	0.65
제주흑우유전체서열분석	12,425	11,914	7,628	0.64
Undefined yet!	36,554	33,215	21,459	0.65
<b>Total</b>	<b>161,592</b>	<b>151,804</b>	<b>109,386</b>	<b>0.72</b>
<b>SNP QC 기준</b>				
Call rate < 90%				
HWE p-value < 10 <sup>-6</sup>				
MAF < 0.01				

표. SNP Contents source 구분에 따른 SNP 상대도수 분포

SNP contents source 구분에 따른 SNP 상대도수 분포						
SNP MAF	illumina54K	Affymetrix 648K	모색SNPs in DB	한우모색 SNPs	재주특우 유전체서열분석	Total
0.00-0.05	0.26	0.37	0.42	0.27	0.34	0.32
0.00-0.01	0.50	0.57	0.77	0.75	0.71	0.56
0.01-0.02	0.17	0.16	0.09	0.10	0.11	0.16
0.02-0.03	0.12	0.11	0.07	0.09	0.07	0.11
0.03-0.04	0.11	0.09	0.05	0.06	0.06	0.09
0.04-0.05	0.10	0.07	0.02	0.01	0.05	0.08
0.05-0.10	0.11	0.10	0.07	0.04	0.09	0.11
0.01-0.15	0.09	0.08	0.05	0.08	0.08	0.08
0.15-0.20	0.08	0.07	0.06	0.05	0.07	0.07
0.20-0.25	0.08	0.07	0.14	0.04	0.07	0.07
0.25-0.30	0.08	0.06	0.05	0.09	0.07	0.07
0.30-0.35	0.08	0.06	0.03	0.06	0.07	0.07
0.35-0.40	0.07	0.06	0.05	0.08	0.07	0.07
0.40-0.45	0.08	0.06	0.11	0.12	0.07	0.07
0.45-0.50	0.08	0.06	0.03	0.17	0.07	0.07
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

표. SNP Contents source 구분에 따른 SNP 개수 분포

SNP contents source 구분에 따른 SNP 개수 분포						
SNP MAF	illumina54K	Affymetrix 648K	모색SNPs in DB	한우모색 SNPs	재주특우 유전체서열분석	Total
0.00-0.05	14,421	18,429	437	117	4,092	37,496
0.00-0.01	7,136	10,526	330	85	2,856	20,933
0.01-0.02	2,460	2,947	40	11	447	5,905
0.02-0.03	1,777	1,982	30	10	287	4,086
0.03-0.04	1,580	1,651	23	7	249	3,510
0.04-0.05	1,383	1,319	8	1	205	2,916
0.05-0.10	6,099	5,209	72	19	1,076	12,475
0.01-0.15	4,921	4,078	51	33	907	9,990
0.15-0.20	4,509	3,424	67	23	860	8,883
0.20-0.25	4,273	3,299	143	16	886	8,617
0.25-0.30	4,312	3,201	53	37	838	8,441
0.30-0.35	4,320	3,155	31	26	852	8,384
0.35-0.40	4,152	3,005	50	33	830	8,070
0.40-0.45	4,287	2,995	111	51	787	8,231
0.45-0.50	4,197	2,915	31	73	786	8,002
Total	55,491	49,710	1,046	428	11,914	118,589

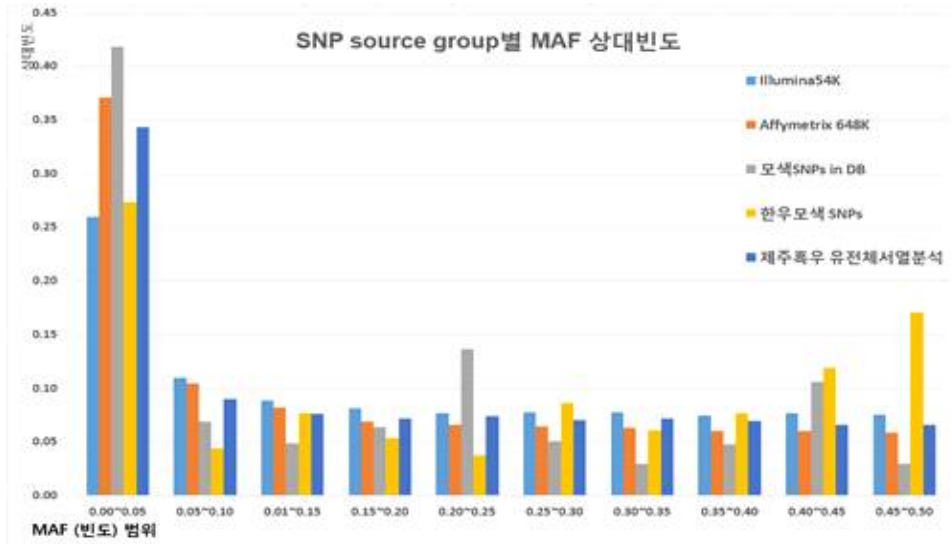


그림. SNP source group별 MAF 상대빈도

라. 제주흑우 흑모색 발현관련 MC1R 유전자 분석

(1) 자료 수집

- 제주흑우 703두 (제주 축산진흥원, 국립축산과학원) 및 한우 352두 (KPN 종모우, 경북 한우 암소) 유전자형 수집
- 제주흑우 맞춤형 150K SNP chip 내의 18번 염색체 MC1R 유전자 및 MC1R 유전자 기준 UP&DOWN 2Mb SNP 유전자형 정보 이용
- MC1R 유전자 내부 168개 SNP와 유전자 외부 221개 SNP, 총 389개 SNP 정보 이용

(2) 생물정보학 DB를 이용한 SNP 정보 확인

- 미국 국립생물정보센터(NCBI) DB를 이용 분석 대상 SNP에 대한 기능 확인
- 단백질 생성에 관여하는 Missense 기능을 가지는 SNP 선별

(3) 제주흑우와 한우의 MC1R 유전자 내부 SNP 대립유전자 빈도 비교

- MC1R 유전자 내부 168개 SNP에 대한 각 집단별 대립유전자 빈도 확인
- 제주흑우와 한우의 대립유전자 빈도 비교
- 대립유전자 빈도차가 0.9 이상인 SNP 마커 선별

구분	SNP rs number	빈도차
Missense	rs476196654	1.00
	rs434679776	1.00
	rs441135533	1.00
	rs438452963	1.00
	rs526150028	1.00
	rs109688013	0.99
	rs477591214	0.97
	rs522359951	0.94
Not Missense	rs461363216	1.00

- 총 168개 SNP 중 9개 SNP 선별
- 9개 SNP 중 8개는 missense 기능으로 MC1R 유전자의 단백질 형성에 영향을 미치는 것으로 확인

rs number	Position	Function	Allele	Protein	Breed	Codon position	Amino acid position	Frequency differenc
rs109688013	14,757,910	missense	T	Leu [L]	JJBC	2	99	0.99
			C	Pro [P]	Hanwoo	2	99	
rs434679776	14,757,705	missense	C	Pro [P]	JJBC	1	31	1.00
			A	Thr [T]	Hanwoo	1	31	
rs476196654	14,758,396	missense	G	Arg [R]	Hanwoo	2	261	1.00
			T	Leu [L]	JJBC	2	261	
rs441135533	14,757,657	missense	T	Tyr [Y]	Hanwoo	1	15	1.00
			A	Asn [N]	JJBC	1	15	
rs438452963	14,758,404	missense	C	Leu [L]	Hanwoo	1	264	1.00
			A	Ile [I]	JJBC	1	264	
rs526150028	14,757,688	missense	T	Ile [I]	Hanwoo	2	25	1.00
			C	Thr [T]	JJBC	2	25	
rs477591214	14,757,928	missense	C	Ala [A]	Hanwoo	2	105	0.97
			T	Val [V]	JJBC	2	105	

- NCBI DB를 통해 빈도차 0.95 이상인 missense 기능 보유의 7개 SNP에 대하여 mutation으로 인한 단백질 변이 확인
- 제주흑우와 한우에서 mutation을 통해 생성되는 단백질의 차이를 확인하여 해당 SNP marker가 한우와 다른 제주흑우 모색 발현에 영향을 미치는 것으로 사료

(4) LD 분석을 통한 MC1R 유전자 내부와 외부 SNP 마커의 관계 확인

- MC1R 유전자 내부 SNP와 유전자 외부 SNP의 LD 추정
- 각 SNP pair 별 LD에 대한  $r^2$  측정, 가장 높은  $r^2$  값을 가지는 SNP pair 확인

$$r^2 = \sum_{ij} h_{ij} \frac{(h_{ij} - p_i q_j)^2}{p_i(1 - p_i)q_j(1 - q_j)}$$

- $p_i$ 는 첫 번째 마커 대립인자  $i$ 의 빈도를 말하며,  $q_j$ 는 두 번째 마커 대립인자  $j$ 의 빈도를 가리키며,  $h_{ij}$ 는 두 마커에 있는  $ij$  Haplotype의 빈도를 나타냄.

구분	내부 SNP	외부 SNP	$r^2$
Missense	rs476196654	rs110802581	0.978
		rs133336514	0.953
	rs434679776	rs110802581	0.978
		rs133336514	0.953
	rs441135533	rs110802581	0.975
		rs133336514	0.953
	rs438452963	rs110802581	0.975
		rs133336514	0.951
	rs526150028	rs110802581	0.972
		rs133336514	0.947
rs109688013	rs110802581	0.974	
	rs133336514	0.946	
rs477591214	rs110802581	0.923	
	rs133336514	0.908	
rs522359951	rs110802581	0.914	
	Not Missense rs461363216	rs110802581	0.975
rs133336514		0.951	

- MC1R 유전자 내부 SNP 중 제주흑우와 한우에서 빈도차가 0.9 이상인 9개 SNP에 대해  $r^2$ 가 0.9 이상인 17개의 MC1R 유전자 외부 SNP 발굴



마. 제주흑우 유전적 진화트리 분석

(1) 데이터 수집

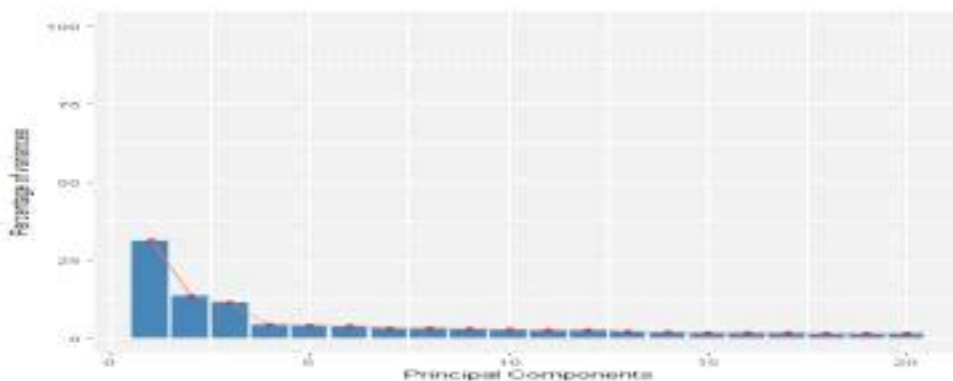
○ Bos Taurus 51개 품종 1,578두의 유전자형 수집

index	Taxa	No.	Breed	index	Taxa	No.	Breed
1	AN	19	Angus	27	MAAN	5	Maine Anjou
2	ANR	10	Red Angus	28	MCHI	5	Marchigiana
3	AYR	10	Finnish Ayrshire	29	MONT	5	Montbeliard
4	BBLU	4	Belgian blue	30	MUGR	5	Murray Grey
5	BDAQ	5	Blonde d'Aquitaine	31	NDAM	10	N'Dama
6	BGAL	4	Belted Galloway	32	NEL	10	Nelore
7	BSW	10	Brown swiss	33	NRC	10	Norwegian Red
8	CHA	11	Charolais	34	PIED	10	Piedmontese
9	CHIA	8	Chianina	35	PINZ	5	Pinzgauer
10	CORR	5	Corriente	36	REDP	5	Red Poll
11	DEV	4	Devon	37	RMG	10	Romagnola
12	DEX	4	Dexter	38	ROMO	8	Romosinuano
13	GALL	4	Galloway	39	SAHW	10	Sahiwal
14	GEL	8	Gelbvieh	40	SAL	5	Salers
15	GIR	10	Gir	41	SCHL	8	Scottish Highland
16	GNS	10	Guernsey	42	SDEV	4	South Devon
17	GUZ	3	Guzerat	43	SH	19	Shorthorn
18	HANW	390	Hanwoo	44	SIM	10	Simmental
19	HFD	10	Hereford	45	STR	10	Striped Cattle
20	HO	20	Holstien	46	SUSS	4	Sussex
21	JBR	10	Japen Brown Cattle	47	TARE	5	Tarentaise
22	JER	10	Jersey	48	TXLH	10	Texas longhorn
23	JJBC	754	Jeju Black Cattle	49	WAGY	60	Wagyu
24	KERR	3	Kerry	50	WEBL	2	Weish Black
25	LH	3	Longhorn	51	WHPK	4	White Park
26	LM	10	Limousin				

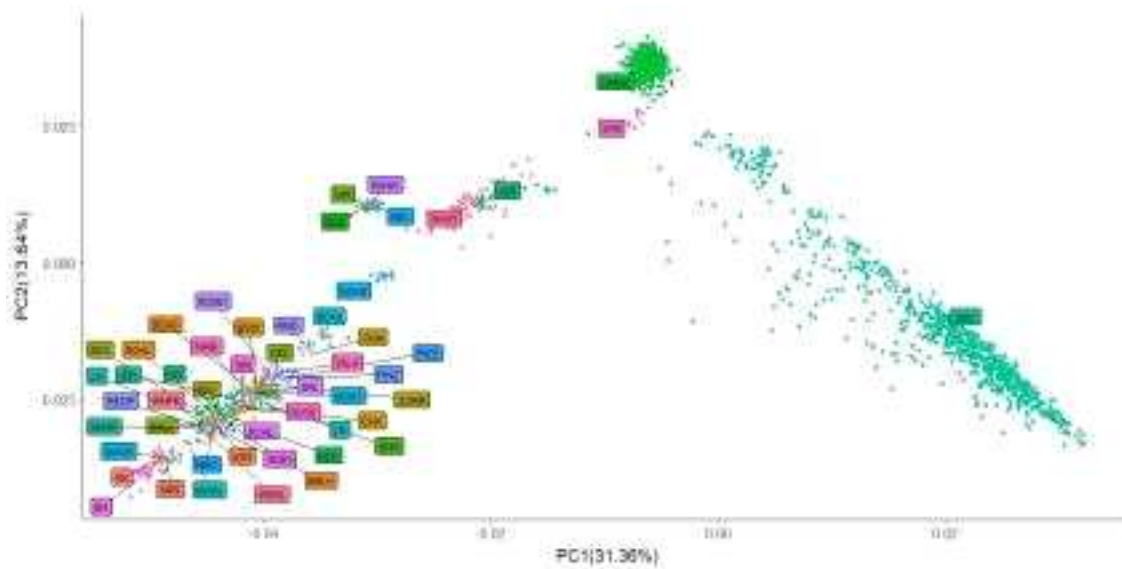
(2) 각 집단에 대한 PCA 분석 실시

○ PLINK v1.9 software를 이용한 집단간 PCA 분석

○ 전체 집단 공통 SNP 30,702개 유전자형 이용



○ 전체 SNP 유전자형에 대해 PC1과 PC2 그리고 PC3이 전체 변이 중 31.37%, 13.64% 설명되어짐



(3) 전체 집단에 대한 유전적 진화트리 작성

- Nei's  $D_A$  Genetic distance 방법을 이용하여 각 집단 간 유전적 거리 측정

$D_A$  distance

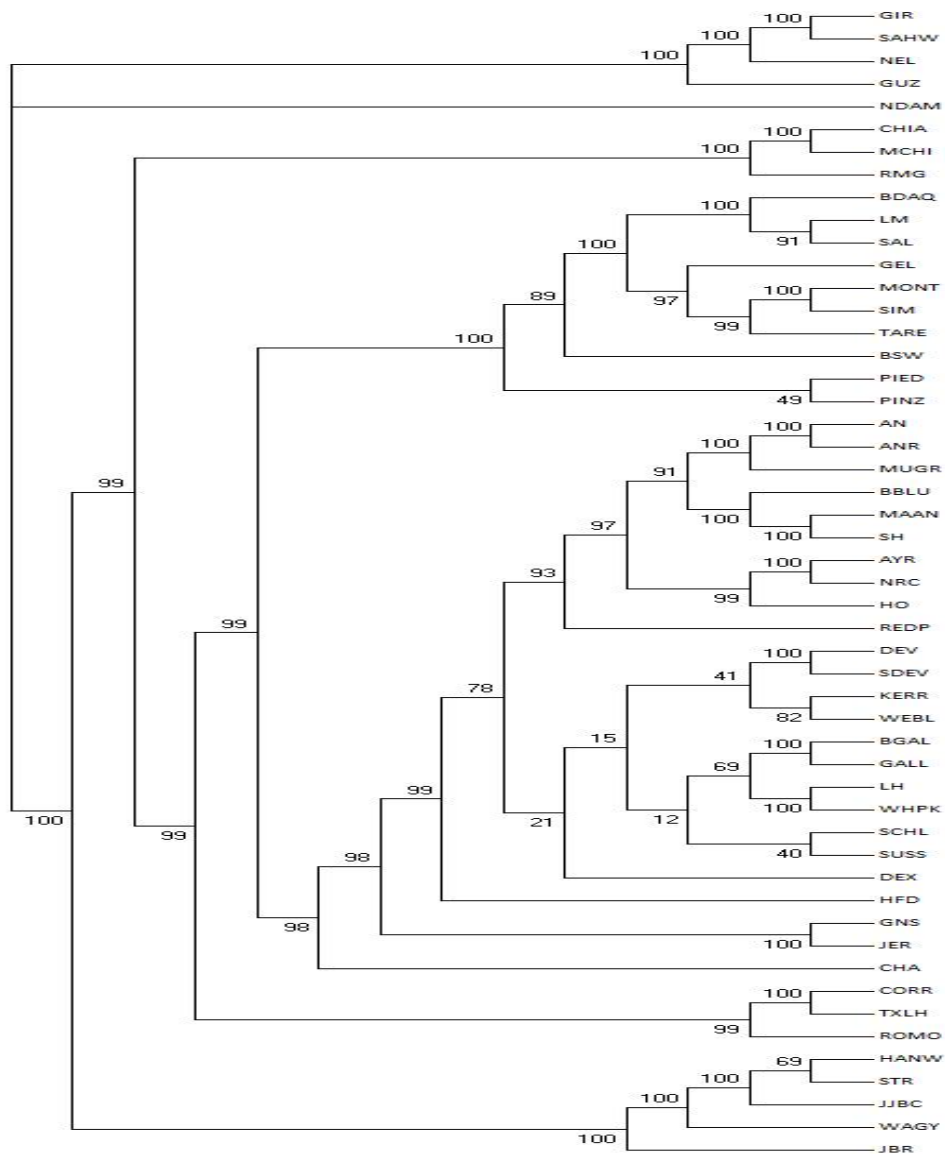
$D_A$  distance (Nei et al. 1983) is defined by

$$D_A = 1 - \frac{1}{r} \sum_j \sum_i^{m_j} \sqrt{x_{ij} y_{ij}}$$

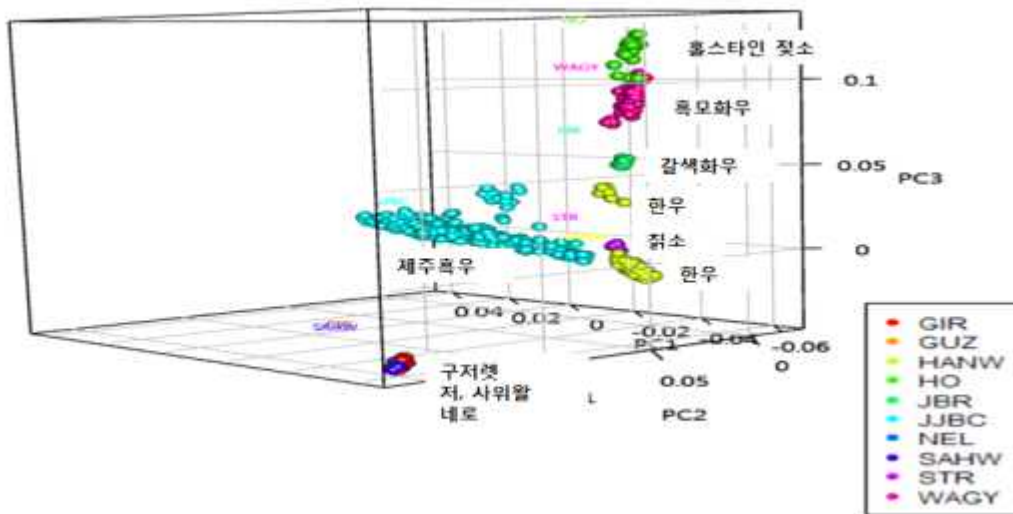
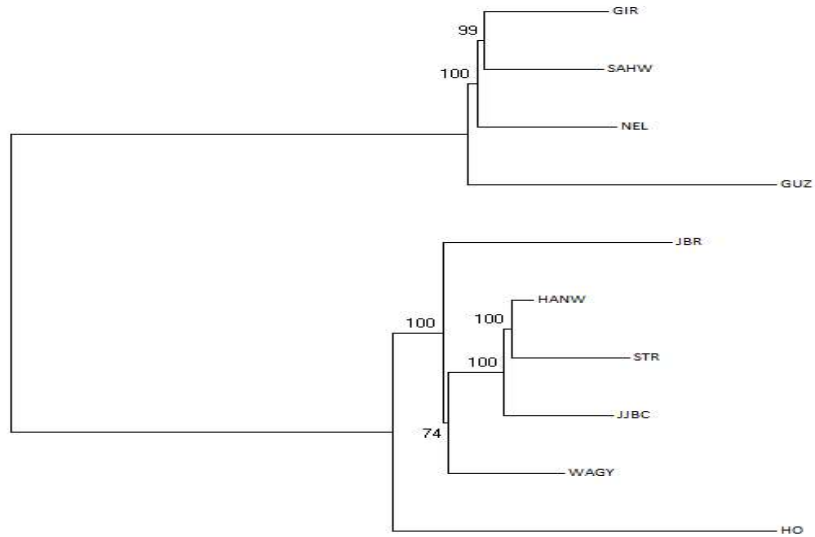
where  $x_{ij}$  and  $y_{ij}$  are the frequencies of the  $i$ -th allele at the  $j$ -th locus in populations X and Y,

respectively,  $m_j$  is the number of alleles at the  $j$ -th locus, and  $r$  is the number of loci used.

- Nei's  $D_A$  Genetic distance를 통해 측정된 집단 간 유전적 거리를 기반으로 한 진화트리



- 제주흑우(JJBC)는 진화적으로 일본소들 보다는 한국 품종과 유전적으로 가까운 것으로 확인되며 제주도의 독특한 유전적 특성을 가진 것으로 나타남 (내륙 한우와 칠포소와 다른 분지를 형성).
- 제주흑우 유전적 진화 과정을 확인하기 위해 주요 10개 품종에 대해 진화트리 재분석
- 10개 품종 : Gir, Guzerat, Hanwoo, Holstein, Japen Brown Cattle, Jeju Black Cattle, Nelore, Sahiwal, Striped Cattle, Wagyu
- 주요 10개 품종 1,277두에 대한 진화트리 작성 결과



- 제주흑우의 경우 유전적으로 한국의 소 품종과 가까운 것을 확인
- 제주흑우를 포함한 각 품종 내 개체들은 서로 매우 가까운 군집을 형성함.
- 일본 흑모화우(Wagyu)의 경우 진화유전적으로 일본의 갈색화우(JBR)종보다 한국의 품종과 유전적으로 가까운 것을 보임.

바. 제주흑우:한우 품종판별 분석

(1) 데이터 수집

그룹	품종	id수	중복제거(상)	QC&LD puring후		
원우_난지연구소 & 한우	원우	50	402	147,791	49	54,488
	hamnow	352			350	
원우_축산진흥원 & 한우	원우	144	496	147,791	144	54,281
	hamnow	352			350	
원우_농가김권호 & 한우	원우	124	476	147,791	124	54,175
	hamnow	352			350	

- 제주흑우 원우집단은 제주축산진흥원, 국립축산과학원 제주난지연구소 및 김권호 농가에서 각각 144, 49 및 124두를 선별하였고 경북한우 암소 352두를 한우집단으로 설정하였음.
- 분석에 이용할 SNP Quality Control test
  - 유전자형 Call rate >90% Minor allele frequency > 0.01
  - 위 조건을 만족하는 상동염색체에 위치하는 142,260개 SNP를 이용

(2) ADMIXTURE 프로그램 구동 및 한우와 제주흑우 원우간의 품종 판별을 조사(k=2)

- k를 2이라 설정시, clustering 비율의 평균이 원우 3집단 모두에서 한우의 경우 거의 99.99%, 원우(난지연구소) 96%, 원우(축산진흥원) 85%, 원우(김권호 농가) 90% 판별을
- 각 개체별 clustering 비율이 95%이상인 개체 170두를 각 원우 3 집단에서 추출하여 새로운 제주흑우 원우집단으로 구성하였음.

	1	2	
HANWOO	1	0	350
NANJI	0.04	0.96	49
	1	2	
HANWOO	1	0	350
livesetock_	0.15	0.85	144
	1	2	
HANWOO	1	0	350
farm_kim	0.1	0.9	124

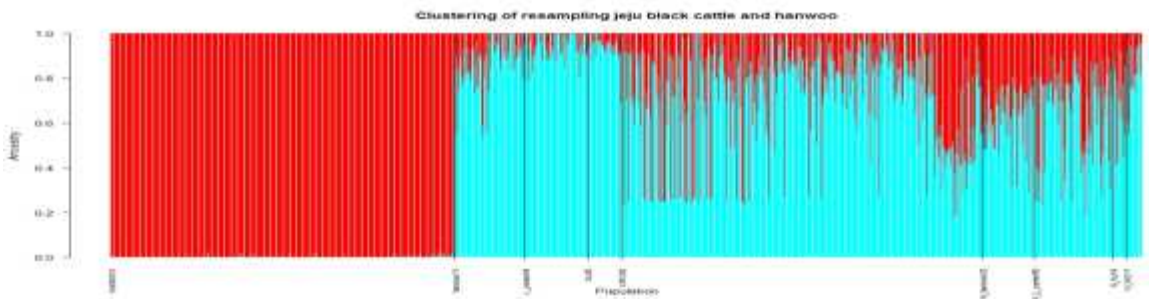
그룹	품종	id수	중복제거(상)	QC&LD puring후	resampling_#0.95	그룹	품종	id수	중복제거(상)		
원우_난지연구소 & 한우	원우	50	402	147,791	49	54,488	원우(난지, 축진원, 농가김) & 한우	원우	170	522	147,791
	hamnow	352									
원우_축산진흥원 & 한우	원우	144	496	147,791	144	54,281	한우	352	522	147,791	
	hamnow	352									350
원우_농가김권호 & 한우	원우	124	476	147,791	124	54,175	한우	352	522	147,791	
	hamnow	352									350

(3) 제주흑우 실용축(흑한우) 개체들에 대한 원우:한우 유전적 조성비율 분석

- 원우와 한우집단 대비 각 실용축들에 대하여 ADMIXTURE 프로그램 resampling 분석방법으로 유전적 조성 분석
- 한우개체들은 한우종의 유전적 조성이 매우 균일한 반면(빨강) 제주흑우 원종들은(하늘색) 일부 한우 유전적 조성을 지니고 있음.
- 실용축개체들은 F1, 즉 한우와 제주흑우종 유전적 조성 비율이 50:50으로 나타나기 보다는 제주흑우 조성(파랑색)이 20~80%로 다양한 형태의 조성 비율을 보임.

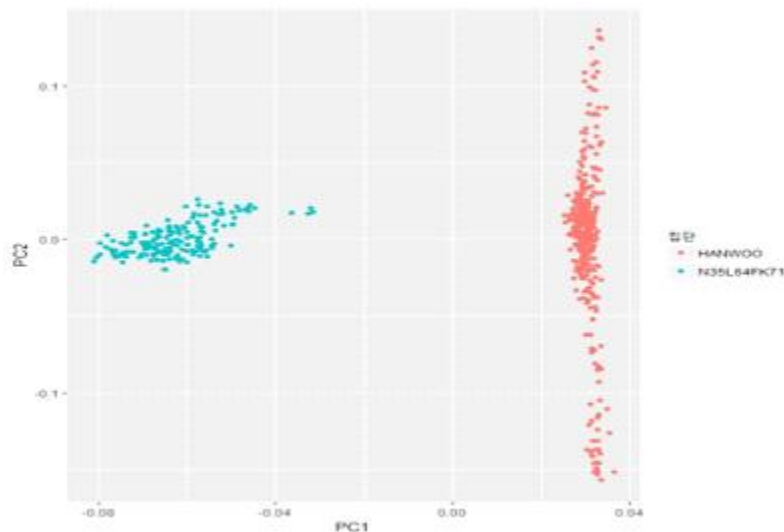
표. 제주흑우 실용축 335두 개체들의 구성

그룹	id수	resampling_f0.95	id수
원우_난지연구소 & 한우	50	35	14
원우_축산진흥원 & 한우	144	64	80
원우_농가김권호 & 한우	124	71	53
원우 미포함 개체	17	-	17
total	335	170	164



(4) 제주흑우원우와 한우 개체들 clustering 분석

- 원우 170두와 한우 352두에 대하여 PLINK 1.9 프로그램으로 PCA 분석
- 한우와 원우는 품종의 독특한 유전적 특징을 가지고 있어서 각각 개체들이 매우 균집된 형태를 이루고 있음.



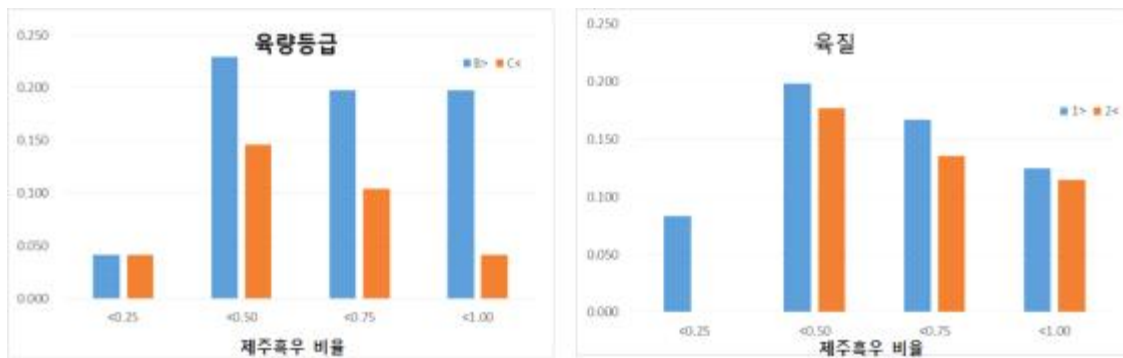
(5) 제주흑우원우, 한우 및 실용축 개체들 clustering 분석

- 원우 170두와 한우 352두 및 실용축 367두에 대하여 PLINK 1.9 프로그램으로 PCA 분석
- 한우 개체들은 매우 군집된 형태를 보이는 반면에 제주흑우 원우와 실용축 개체들은 중첩된 군집을 이루고 있음. 이는 실용축개체들이 원우와 유전적 유사성을 지닌 것에 기인됨.



(6) 제주흑우원우 유전적 조성 비율에 따른 고급육 성분 분석

- 출하된 실용축 96두에 대하여 제주흑우 유전적 비율에 따른 육량, 육질 비교 분석



- 육량의 경우 제주흑우 유전적 조성 비율이 높을수록 C등급 출현율이 낮게 나타남.
- 육질의 경우 제주흑우 유전적 조성 비율과 육질등급간의 차이는 크게 나타나진 않음.
- 추후 지속적인 도체자료 및 SNP chip 분석을 통하여 고급육성분에 관한 분석 수행 예정

(7) 제주흑우 원우, 실용축 및 한우종들간의 유전적 다양성 (Fst) 분석

○ 위 언급되어진 147,791 SNP들에 대하여 다음 유전적 다양성을 분석

품종	Average MAF	Average HO	Average HE	Inbreeding coefficient(f)	N
한우	0.178	0.242	0.241	-0.006	352
원우	0.156	0.221	0.212	-0.045	170
실용축	0.168	0.234	0.229	-0.024	367
Merged	0.180	0.236	0.247	0.042	889

○ MAF: minor allele frequency, Ho(He): observed(expected) heterozygosity

○ Fst values (population differentiation: Weir and Cockerham, 1984; Michalakis and Excoffier, 1996)

○ 제주흑우원우:한우 = 0.13, 제주흑우원우:실용축 = 0.011, 한우:실용축 = 0.097

○ 제주흑우와 한우는 품종간 유전적 거리를 (Fst=0.13) 비교적 유지하고 있는 것으로 보임.

사. 제주흑우집단의 유전적 특성 분석 (연관불균형, 유효집단크기, 근친도)

(1) SNP chip을 이용한 연관불균형 (linkage disequilibrium)

○ 염색체내에 위치한 두 SNP들 간의 상호 연관 정도(0~1)를  $r^2$ 를 이용하여 분석

○ SNP chip 분석두수 제주흑우 338두, 한우 708두 및 홀스타인 젖소 642두 분석

Bin	Bin 간격	$r^2$ 평균		
		한우	제주흑우	젖소
1	0-1kbp	0.37	0.35	
2	1-10kbp	0.28	0.30	0.36
3	10-20kbp	0.20	0.23	0.35
4	20-30kbp	0.18	0.21	0.28
5	30-40kbp	0.14	0.17	0.25
6	40-50kbp	0.12	0.15	0.22
7	50-60kbp	0.11	0.15	0.21
8	60-70kbp	0.10	0.14	0.17
9	70-80kbp	0.09	0.12	0.18
10	80-90kbp	0.09	0.12	0.17
11	90-100kbp	0.08	0.12	0.16
12	100-200kbp	0.06	0.10	0.13
13	200-300kbp	0.04	0.08	0.10
14	300-400kbp	0.03	0.07	0.09
15	400-500kbp	0.03	0.07	0.08
16	500-600kbp	0.02	0.07	0.08
17	600-700kbp	0.02	0.07	0.08
18	700-800kbp	0.02	0.06	0.07
19	800-900kbp	0.02	0.06	0.07
20	900-1000kbp	0.02	0.06	0.07
21	1000-2000kbp	0.02	0.06	0.06
22	2000-3000kbp	0.02	0.06	0.05
23	3000-4000kbp	0.02	0.06	0.04
24	4000-5000kbp	0.02	0.05	0.04
25	5000-6000kbp	0.01	0.05	0.03
26	6000-7000kbp	0.01	0.05	0.03
27	7000-8000kbp	0.01	0.05	0.03
28	8000-9000kbp	0.01	0.05	0.03
29	9000-10000kbp	0.01	0.04	0.02



○ 유의적인 연관불균형 값  $r^2=0.2$ 은 제주흑우의 경우 20~30kb SNP 간격에 위치함.

○ 전반적으로 제주흑우의 경우 연관불균형은 한우와 홀스타인종 중간 수준임.



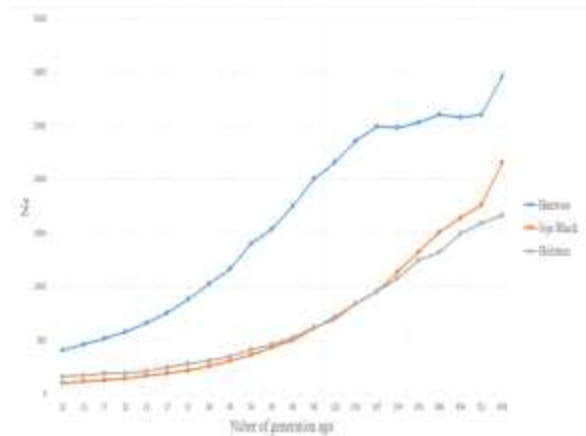
(2) 유효집단크기 (effective population size, Ne) 분석

- 실제 집단과 똑같은 특징을 지닌 이상적인 개체들의 수로 실제 번식가능한 두수
- 13세대전 제주흑우 Ne는 101두로 한우(406두), 홀스타인(161두)보다 낮게 나타남.
- 제주흑우집단에서 선발 및 교배시에 근친퇴화를 피하는 적절한 교배 계획이 필요함.

한우				제주흑우				홀스타인 젖소						
세대	Ne	sd(Ne)	r <sup>2</sup>	세대	Ne	sd(Ne)	r <sup>2</sup>	세대	Ne	sd(Ne)	r <sup>2</sup>			
11	406	1740.02	0.02	0.02	11	101	1740.02	0.06	0.06	11	161	1740.02	0.04	0.04
15	419	1712.86	0.02	0.02	15	113	1712.86	0.06	0.06	15	171	1712.86	0.04	0.04
17	111	1241.89	0.02	0.04	17	128	1241.89	0.06	0.10	17	208	1241.89	0.04	0.07
20	116	1458.29	0.02	0.04	20	145	1458.29	0.07	0.10	20	281	1458.29	0.05	0.07
21	960	2135.78	0.02	0.03	21	167	2135.78	0.07	0.10	21	234	2135.78	0.05	0.08
27	726	1822.46	0.02	0.03	27	189	1822.46	0.07	0.10	27	246	1822.46	0.05	0.10
32	879	1542.94	0.02	0.03	32	225	1542.94	0.07	0.10	32	278	1542.94	0.05	0.10
38	1020	1394.28	0.02	0.03	38	260	1394.28	0.07	0.10	38	309	1394.28	0.05	0.10
45	1262	1265.21	0.02	0.03	45	322	1265.21	0.07	0.10	45	348	1265.21	0.05	0.10
54	1336	1042.71	0.02	0.04	54	365	1042.71	0.07	0.11	54	409	1042.71	0.05	0.10
65	1518	977.59	0.02	0.04	65	433	977.59	0.07	0.10	65	465	977.59	0.05	0.10
80	1749	811.86	0.02	0.05	80	501	811.86	0.07	0.11	80	521	811.86	0.05	0.10
98	2001	658.64	0.02	0.04	98	613	658.64	0.07	0.11	98	638	658.64	0.05	0.10
120	2345	411.97	0.03	0.04	120	714	411.97	0.08	0.12	120	691	411.97	0.05	0.10
150	2751	318.24	0.03	0.05	150	838	318.24	0.08	0.12	150	817	318.24	0.05	0.12
187	3496	262.57	0.04	0.06	187	947	262.57	0.09	0.11	187	926	262.57	0.05	0.12
234	3479	211.59	0.05	0.06	234	1125	211.59	0.09	0.14	234	1074	211.59	0.05	0.15
281	2510	170.27	0.05	0.09	281	1125	170.27	0.10	0.13	281	1246	170.27	0.05	0.15
366	2853	136.81	0.07	0.11	366	1308	136.81	0.11	0.14	366	1311	136.81	0.05	0.17
464	2579	108.62	0.08	0.14	464	1638	108.62	0.12	0.17	464	1487	108.62	0.05	0.19
552	2823	95.49	0.10	0.16	552	1765	95.49	0.14	0.19	552	1591	95.49	0.05	0.20
658	2660	75.97	0.10	0.19	658	2157	75.97	0.13	0.19	658	1670	75.97	0.05	0.22
758	2878	65.84	0.11	0.17	758	2552	65.84	0.14	0.17					
847	3119	58.87	0.12	0.18	847	2547	58.87	0.14	0.18					
938	3285	54.32	0.12	0.19	938	2453	54.32	0.14	0.18					

Historic effective population size (Ne) estimation

$$N_{T(t)} = (4f(c_t))^{-1} \left( E[x_{mut}^2 | c_t]^{-1} - \alpha \right)$$



Inbreeding coefficient Unit	Hanwoo		Jeju Black		Holstein			
	No.	Prop.(%)	No.	Prop.(%)	No.	Prop.(%)		
0.00	~	0.05	988	97.8	563	80.1	604	94.1
0.05	~	0.10	12	1.2	16	2.3	13	2.0
0.10	~	0.15	5	0.5	10	1.4	4	0.6
0.15	~	0.20	2	0.2	16	2.3	2	0.3
0.20	~	0.25	1	0.1	12	1.7	2	0.3
0.25	~	0.30	0	0.0	14	2.0	3	0.5
0.30	~	0.35	2	0.2	14	2.0	0	0.0
0.35	~	0.40	0	0.0	9	1.3	0	0.0
0.40	~	0.45	0	0.0	8	1.1	0	0.0
0.45	~	0.50	0	0.0	6	0.9	0	0.0
0.50	~	0.55	0	0.0	7	1.0	0	0.0
0.55	~	0.60	0	0.0	2	0.3	0	0.0
0.60	~	0.65	0	0.0	1	0.1	1	0.2
0.65	~	0.70	0	0.0	0	0.0	1	0.2
0.70	~	0.75	0	0.0	2	0.3	0	0.0
0.75	~	0.80	0	0.0	4	0.6	1	0.2
0.80	~	0.85	0	0.0	4	0.6	0	0.0
0.85	~	0.90	0	0.0	2	0.3	0	0.0
0.90	~	0.95	0	0.0	2	0.3	0	0.0
0.95	~	1.00	0	0.0	1	0.1	0	0.0
1.00	~	over	0	0.0	10	1.4	11	1.7
Total			1010	100.0	703	100.0	642	100.0

(3) 근친계수 (Inbreeding coefficient) 분석

- 정의: 한 개체의 유전적 조성이 동일한 공통조상에서 유래되는 정도
- 값이 0.05 이상으로 나타날 경우 근친퇴화(inbreeding depression) 현상 우려
- SNP chip 기반 genome relationship matrix 구축 (GCTA 프로그램 구동)
- 0.05 이상 근친계수를 가진 제주흑우 개체들은 20%로 한우(2.2%) 및 홀스타인(5.9%)보다 매우 높게 나타남.
- 선발 및 교배시에 근친퇴화를 피하는 적절한 교배 계획을 수립할 필요성

아. 생산이력 마커발굴 및 친자감별 마커 발굴

(1) 분석 대상

- 제주흑우 1255두 이용
- 제주흑우 맞춤형 150K SNP chip 정보를 이용
- 쇠고기 이력제를 검증하기 위한 검사법으로 사육지, 도축장, 가공장, 판매장에 있는 쇠고기가 개체이력정보에 맞게 가공·판매되고 있는 지를 검증하기 위해 실시
- 개체마다 유전자(DNA) 구조가 다르다는 점을 이용하여 개체식별번호가 부여된 소 또는 개체식별 쇠고기로부터 채취한 시료에 대해 유전자검사를 실시하여 동일개체 여부를 확인하기 위함.

(2) QC(Quality Control) test : 정확한 분석을 위한 실험적 오류 genotyping 제거

- SNP call rate > 0.9
- 개체 call rate > 0.9
- MAF > 0.4 : 생산이력마커에 적합한 SNP는 제주흑우에서 빈도가 높게 관찰되어야 함
- H-W test P-value > 0.1 : genotyping 오류로 인한 부정확 결과를 방지하고자 엄격한 기준 설정
- QC 분석결과, 전체 147,791개 SNP 정보에 대해 12,926 SNP와 1255두 선별

(3) LD 분석을 통한 동일 정보 가진 SNP 제외

- $r^2$  값이 높은 SNP pair의 경우 개체 내에서 동일하게 전달되는 양상을 보임
- 생산이력 마커 선별은 최소단위 SNP를 선별해야 함으로, 동일한 정보 양상을 보이는 SNP 제외함.
- $r^2 > 0.2$  인 SNP pair 중 하나의 SNP만 선별
- 분석결과, 12,926개의 SNP 중 1,978개의 SNP 선별

(4) 대립유전자형에 따른 염기서열 확인 시 나타날 수 있는 오류 제거

- C/G or A/T 대립유전자형에 따라 DNA 염기서열을 역으로 읽었을 때 오류 발생 가능
- C/G or A/T 대립유전자형의 SNP를 제거
- 1,978개 SNP 중 1,890개의 SNP 선별

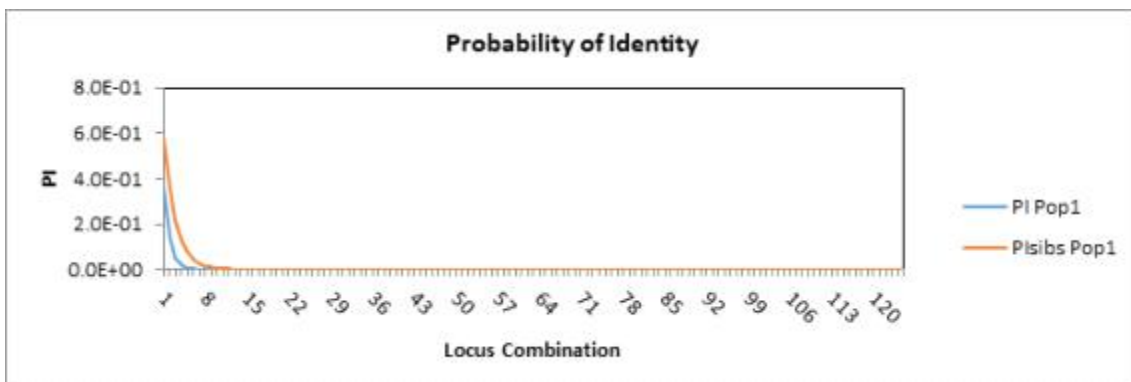
(5) 선별된 SNP에 대한 Call rate 확인

- 선별된 SNP에 대하여 개체 선별의 정확도 향상을 위해 SNP call rate가 100%인 SNP 선별
- 최종 125개의 SNP 확인

BTA	No. SNP	Average MAF	Call rate (%)	BTA	No. SNP	Average MAF	Call rate (%)
1	5	0.43	100	16	9	0.45	100
2	3	0.47	100	17	7	0.43	100
3	5	0.44	100	18	6	0.43	100
4	4	0.44	100	19	4	0.45	100
5	6	0.45	100	20	2	0.41	100
6	6	0.43	100	21	5	0.46	100
7	9	0.45	100	22	5	0.46	100
8	6	0.44	100	23	5	0.44	100
9	3	0.42	100	24	4	0.44	100
10	1	0.46	100	25	3	0.44	100
11	2	0.44	100	26	1	0.41	100
12	4	0.46	100	27	4	0.43	100
13	5	0.45	100	28	2	0.43	100
14	4	0.45	100	29	1	0.48	100
15	4	0.44	100	<b>Total</b>	125	0.44	100

○ 최종 선발된 125개 SNP의 MAF 평균은 0.44이며, call rate는 100%로 genotyping의 정확도가 높은 SNP만을 선별

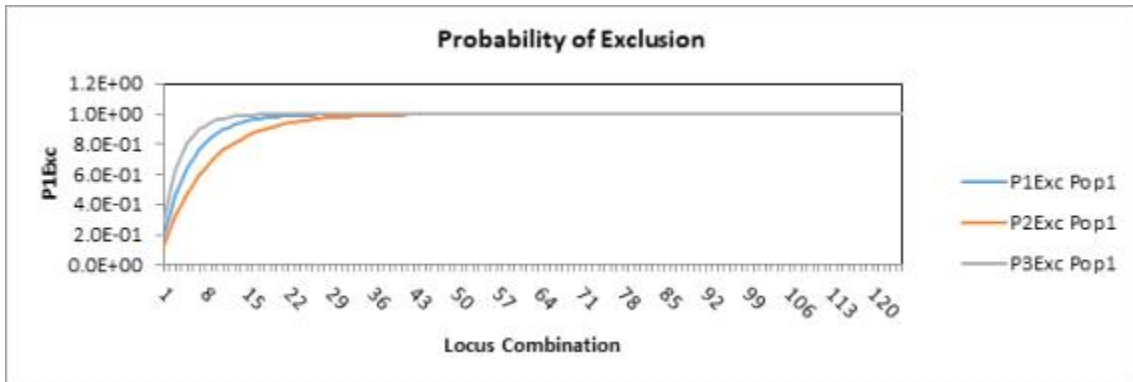
(6) 선발된 125 SNP에 대해 GenAlex software를 이용, 개체인식능력 및 혈통확인 능력 분석



○ 제주흑우 개체인식 및 친자감별 마커는 125개로 충분하며 정확도는 99.999% 이상인 것으로 분석

○ 무작위 교배집단과 반형매 교배집단을 가정하여 SNP 유전자형의 동일한 개체 출현 확률( probability of identity(PI) 와 probability of identity from half sibs(Pisibs)이 각각  $2.29 \times 10^{-53}$ 로, Pisibs는  $1.46 \times 10^{-28}$  으로 추정되었음. 이러한 추정치의 의미는 제주흑우 집단을 적은 두수의 보증종모우들의 절대적 유전적 기여에 의한 거대한 반형매 집단으로 가정하고 제주흑우 전체 사육두수를 고려 하더라도 동일개체가 출현할 확률이 없는 것으로 보아도 무방할것으로 보임.

(7) SNP 조합의 친자검정능력을 나타내는 부권부정률(PE) 분석



\*P1Exc Pop1 :Probability of Exclusion (P1-sWhen the other parent is known) for each Locus and for Increasing Combinations of the 125 Loci

\*P2Exc Pop1 :Probability of Exclusion (P2-When genotype of one parent is missing) for each Locus and for Increasing Combinations of the 125 Loci

\*P3Exc Pop1 :Probability of Exclusion (P3-Excluding a putative parent pair) for each Locus and for Increasing Combinations of the 125 Loci

- PE 값이 높을수록 매우 좋은 SNP set이 구성됨을 보여줌, 값이 높을수록 정확한 부모와 자식 판정이 가능하게 되는 것
- 부권부정율이 국제권장기준인 0.9995보다 낮을 경우 친자검정에서 오류가 발생할 수 있다는 기존 연구보고(Dimsoski, 2003; 조 2004; 조 등, 2004)와 비교시 분석결과 부권부정율이 국제권장기준보다 높은 수준을 보였음.
- 최종 선발된 snp마커 조합으로 구성된 최종 마커 set의 친자검정능력을 나타내는 부권부정률(PE)을 보여짐.
- 선발된 125 마커들은 친자확인 및 생산이력추적체를 위한 동일성 검사 marker로 개발하는 것이 적합하다고 판단할수 있음.

자. 제주흑우 집단의 친자감별 분석

(1) 연구재료

- 제주흑우 : 1,420두 (종모우 20두, 제주흑우 1,400두)
- 유전자형 : 제주흑우 특이 JJBC 120K SNP chip 이용 (SNP 마커 147,791개 이용)

(2) 제주흑우 친자감별 테스트 방법

- 종모우 20두와 대상우 1,400두에 대하여 유전자형을 비교하여 친자감별 실시
- 부모의 대립유전자 2개 중 1개가 자식에게 전달되는 것을 기반으로 부모와 대상개체의 동일한 SNP에서 일치되는 대립유전자를 확인
- 전체 SNP 마커 중에서 대립유전자가 일치되는 SNP의 수를 통하여 친자 일치율을 계산
- 147,791개의 SNP 마커 중에서 일치되는 비율이 99.5% 이상일 경우 테스트 대상개체와 부모개체가 친자일 것으로 추정함.
- 종모우 20두를 예상 아버 후보로 설정하고, 테스트 대상개체 1,400두에 대하여 친자감별 실시

(3) 제주흑우 친자감별 테스트 결과

Testing ID	Candidate Sire	Total SNP No.	Comparison SNP No.	Congruence SNP No.	Concordance Rate
002-0895-3992-1	10-5	147,791	145,600	145,595	1.000
002-0895-3991-8	42	147,791	145,542	145,537	1.000
002-0895-3991-9	42	147,791	145,323	145,317	1.000
002-0895-3992-0	10-5	147,791	145,316	145,310	1.000
002-0449-9636-4	13-19	147,791	143,282	143,094	0.999
002-1074-7794-5	10-3	147,791	144,747	144,548	0.999
000-1755-4480-4	10-7	147,791	144,489	144,251	0.998
002-0993-0512-5	10-7	147,791	144,415	144,164	0.998
002-1093-5175-5	50	147,791	144,838	144,586	0.998
002-1015-4141-1	10-5	147,791	144,667	144,408	0.998
002-1015-4295-7	10-7	147,791	144,553	144,286	0.998
002-0993-0750-6	10-7	147,791	144,468	144,200	0.998
002-0993-0553-7	10-5	147,791	144,383	144,114	0.998
002-0993-0726-6	10-7	147,791	144,942	144,664	0.998
002-0612-3883-5	10-7	147,791	144,577	144,298	0.998
002-0895-3977-8	10-7	147,791	144,733	144,450	0.998
002-1041-2369-4	10-7	147,791	144,561	144,278	0.998
002-1062-5736-1	10-7	147,791	144,026	143,738	0.998
002-1041-2799-7	10-7	147,791	144,374	144,083	0.998
002-0993-0863-6	10-7	147,791	144,497	144,202	0.998
002-1041-3948-1	10-5	147,791	145,447	145,150	0.998
002-1049-5847-0	10-5	147,791	144,366	144,069	0.998
002-0059-5439-2	10-5	147,791	144,461	144,163	0.998
002-0993-0555-3	10-7	147,791	145,212	144,912	0.998
002-0993-0520-5	10-7	147,791	144,785	144,485	0.998

Testing ID	Candidate Sire	Total SNP No.	Comparison SNP No.	Congruence SNP No.	Concordance Rate
002-1041-3947-3	10-7	147,791	144,922	144,621	0.998
002-0993-0864-4	10-7	147,791	144,533	144,232	0.998
002-1074-7796-1	50	147,791	145,386	145,079	0.998
002-0895-3976-6	10-7	147,791	143,955	143,644	0.998
002-1093-5177-1	50	147,791	145,345	145,026	0.998
002-1015-3856-2	10-7	147,791	144,571	144,251	0.998
002-3034-2226-0	10-3	147,791	144,766	144,441	0.998
002-1015-4009-2	10-7	147,791	144,718	144,390	0.998
002-0993-0305-8	10-7	147,791	143,350	143,019	0.998
002-0993-0510-9	10-7	147,791	142,832	142,501	0.998
002-1074-6708-5	50	147,791	144,470	144,134	0.998
002-1074-6707-7	50	147,791	144,675	144,338	0.998
002-0993-0506-0	10-7	147,791	142,854	142,515	0.998
000-2000-2710-4	10-7	147,791	143,822	143,478	0.998
002-0993-0715-3	10-7	147,791	144,846	144,493	0.998
002-0059-5435-0	11-10	147,791	144,252	143,894	0.998
002-1041-3946-5	10-7	147,791	145,605	145,243	0.998
002-0993-0507-8	10-7	147,791	143,661	143,299	0.997
002-0059-5353-3	10-21	147,791	144,825	144,452	0.997
002-3102-1417-7	10-7	147,791	142,855	142,474	0.997
002-0993-0514-1	10-5	147,791	143,615	143,216	0.997
002-0993-0524-8	10-7	147,791	142,131	141,630	0.996
002-1194-9897-1	63	147,791	145,888	145,193	0.995
002-1194-9894-7	63	147,791	146,060	145,361	0.995
002-1194-9888-3	63	147,791	145,810	145,071	0.995
002-1137-0299-9	63	147,791	146,031	145,278	0.995

- 테스트 대상 개체 1,400두 중 51두에 대하여 아비 후보 리스트를 확인
- 전체 종모우 20두를 예비 아비 후보로 설정하였을 때, 그 중 10두가 예비 후보로 추정.
- 추정된 아비 후보 중 10-7 개체가 27번 추정되어 가장 높았으며, 10-21, 11-10, 13-19 개체의 경우 각 1번씩 일치된 것을 확인
- 현재 제주흑우 개체에 대한 명확한 혈통 정립이 완성되지 않아 육종 전략 수립에 차질이 발생되고 있으며, 이를 해결하기 위한 일환으로 사전 연구를 진행
- 진행된 결과를 통하여 차후 지속적인 종모우 개체에 대한 유전자형 수집과 대상 개체들의 혈통 정립을 통해 제주흑우 집단에 대한 명확한 혈통 정보를 확립이 시급할 것으로 사료

## 2. 유전체 정보를 이용한 현장진단용 제주흑우종 판별 SNP kit 제작

가 제주소재 흑우 및 한우판별용 현장진단 SNP kit contents 발굴

### (1) 연구재료

- 제주소재 흑우 및 한우 1,917두, 내륙한우 351두, 국내산 젖소 59두 및 수입육 72두를 대상으로 품종 판별용 SNP 발굴 분석
- 제주흑우 특이 JJBC 120K SNP chip 이용 (SNP 마커 147,791개 이용)
- 각 집단 별 SNP의 대립유전자 빈도를 계산하여 Minor allele Frequency(MAF)를 비교
- 각 집단에서 동일한 SNP 상의 MAF의 차이가 큰 SNP들을 발굴

(2) 제주흑우 및 제주한우와 타 품종간의 판별용 SNP set

snp_id	BTA	pos	major allele	제주우	내륙한우	빈도차
AX-169476813	3	9,495,577	A	0.000	1.000	1.000
AX-169391233	10	68,571	A	0.000	1.000	1.000
AX-169394158	13	32,688,202	T	0.000	1.000	1.000
AX-169368798	14	29,794,795	T	0.000	1.000	1.000
AX-124380971	16	39,714,165	C	0.000	1.000	1.000
AX-169472576	18	14,758,396	G	0.000	1.000	1.000
AX-169466283	18	53,758,495	G	0.000	1.000	1.000
AX-169424127	17	57,352,802	A	0.000	1.000	1.000
snp_id	BTA	pos	major allele	제주우	국내산젓소	빈도차
AX-169482537	17	50,793,691	T	0.012	1.000	0.988
AX-169371251	15	11,710,409	T	0.019	1.000	0.981
AX-169408317	9	49,826,379	A	0.020	1.000	0.980
AX-169474898	7	52,229,219	G	0.023	1.000	0.977
AX-169423465	16	45,715,034	A	0.024	1.000	0.976
snp_id	BTA	pos	major allele	제주우	수입육	빈도차
AX-169468656	3	9,479,734	A	0.003	1.000	0.997
AX-115119129	10	20,609,250	T	0.011	1.000	0.989
AX-169408117	21	69,425,774	G	0.011	1.000	0.989
AX-169475959	5	57,676,801	C	0.012	1.000	0.988
AX-169418325	12	69,531,231	C	0.012	1.000	0.988
AX-169421553	23	27,331,822	G	0.012	1.000	0.988
AX-124344777	25	579,794	G	0.012	1.000	0.988

- 제주흑우 및 제주한우를 제주우로 표현
- 제주우와 내륙한우 간의 빈도차가 큰 SNP는 총 8개 발굴
- 해당 SNP의 빈도차가 1.000으로, 제주우에서는 대상 대립유전자가 나타나지 않고, 내륙한우에서만 발견되는 것으로 확인
- 제주우와 국내산젓소의 경우 5개의 SNP를 발굴하였으며, 빈도차는 0.976 이상으로 나타남.
- 제주우와 수입육은 7개 SNP를 발굴하여 0.988 이상의 빈도차를 나타내는 것으로 확인
- 해당 SNP set을 이용하여 현장에서 빠르게 진단할 수 있는 SNP kit 제작이 가능할 것으로 사료

나. 제주흑우 및 타품종 간 품종판별 분석

(1) 분석에 이용될 개체정보

- Iowa state University (David Riley 교수와 국제공동연구)
- 브라흐만, 앵거스(27두), 한국젓소(59두), 헤어포드(25두), 네로(26두), 와규(50두)
- 일본 도쿄대학교 (Mannen교수와 국제공동연구): 흑모 화우(50두)
- 한국젓소(59두) : 국내 홀스타인 종모우
- 제주흑우원우 : 17년 분석에 의한 유전적조성 결과 원우 169마리중 원우 유전적조성 비율이 99%이상인 개체 101두 사용
- 내륙한우 : 경북 암소 및 KNP 33두

(2) 분석에 이용될 SNP정보

- 120k SNPs : 브라만, 앵거스, 제주흑우원우, 국내산젓소, 내륙한우, 헤어포드, 네로
- 50k SNPs : 일본와규
- 공통 SNPs 추출 (상보적 allele 사용)

(3) Quality Control (QC) & Tagging SNP 선별 (LD-based variant pruned)

- 분석에 이용할 상염색체, 마커 30,697 SNP에 대하여 아래의 QC 기준을 적용
  - 유전자형 call rate 95% 이상
  - 개체 call rate 95% 이상
  - indep-pairwise 50 5 0.2
- 위 조건을 만족하는 12,479개의 마커 이용

품종	개체수	SNP 개수(상)	QC후 개체수	QC후SNP수	pruning후 SNPs
브라흐만	15	30,697	15	28,553	12,479
앵거스	27		27		
와규	50		50		
제주흑우원우	101		101		
한국젓소	59		59		
한우	33		33		
헤어포드	25		25		
흑소	26		26		
Merged	336	30,697	336	28,553	12,479

\*12,479 markers with valid Fst estimates. \*Mean Fst estimate: 0.156262 \*Weighted Fst estimate: 0.170171

\*참고(원우170두)



그룹	품종	id수		중복제거(상)	QC&LD puring 후		resamplin g_f0.95	그룹	품종	id 수	중복제거(상)
원우_난지연구소 & 한우	원우	50	402	147,791	49	54,488	35(71%)	원우(난지, 축진원, 농가김) & 한우	원우	170	147,791
	한우	352			350						
원우_축산진흥원 & 한우	원우	144	496	147,791	144	54,281	64(44%)		한우	352	
	한우	352			350						
원우_농가김권호 & 한우	원우	124	476	147,791	124	54,175	71(57%)				
	한우	352			350						

(4) Genetic diversity and population structure analysis : Within breed genetic diversity

- 한우와 젃소 품종에서 locus 당 allele의 수( $A_R=1.85$ )가 가장 많고 브라만 품종에서 가장 낮은 값을 가짐( $A_R=1.53$ ) 이는 expected heterozygosity( $H_e$ )와도 같은 결과를 나타냄.

표. Sample size and genetic diversity

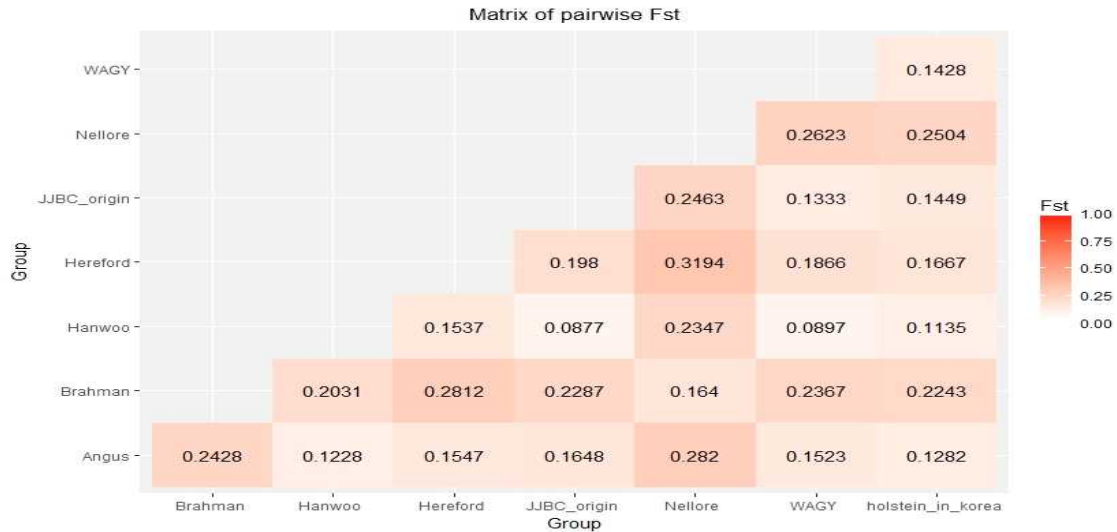
Breed	N	Ar	Ho	He	Fis	95% confidence interval	
Angus	27	1.85	0.32	0.30	-0.04	-0.06	-0.02
Brahman	15	1.56	0.19	0.18	-0.06	-0.09	-0.03
Hanwoo	33	1.85	0.31	0.30	-0.04	-0.05	-0.03
Hereford	25	1.80	0.29	0.28	-0.03	-0.06	0.01
JJBC_origin	101	1.77	0.26	0.25	-0.05	-0.06	-0.04
Nellore	26	1.48	0.17	0.16	-0.04	-0.07	-0.02
WAGY	50	1.80	0.28	0.27	-0.02	-0.03	0.00
Holstein_in_korea	59	1.87	0.31	0.30	-0.03	-0.04	-0.02

\*Ar : allelic richness

\*표본의 수, 관찰된 이형접합자 빈도( $H_o$ ), Hardy-Weinberg 평형에서 가정된 이형접합자 빈도( $H_e$ ), 근친계수( $F_{IS}$ )

(5) Fst statistics over all loci(Weir & Cockerham's theta, (1984))

- 모든 집단의 각 쌍들에 대해, Fst 값이 0.088에서 0.319로 나타남.
- 제주흑우원우와 한우 집단의 Fst값이 0.088로 이는 전체 유전변이에서 8%가 집단간의 유전적 차이로 보임.



\*Fst = Weir & Cockerham's theta, (1984)

(6) Population genetic structure inferred by analysis of variance(AMOVA)

- Analysis Molecular Variance(AMOVA)는 유전자 빈도의 분산분석의 또 다른 전근으로 비슷하지만 molecular haplotypes 사이의 돌연변이의 수도 고려함.

variation	df	Sum of squares	Variance components	Percentage of variation	Statistics
Among populations	7	199345.137	340.257	17.017	FST=0.170**
Among individuals within populations	328	528204.301	-39.233	-1.962	FIS=-0.024
Within individuals	336	567419.000	1698.477	84.945	FIT=0.150**
Total	671	1294968.438	1999.500	100	

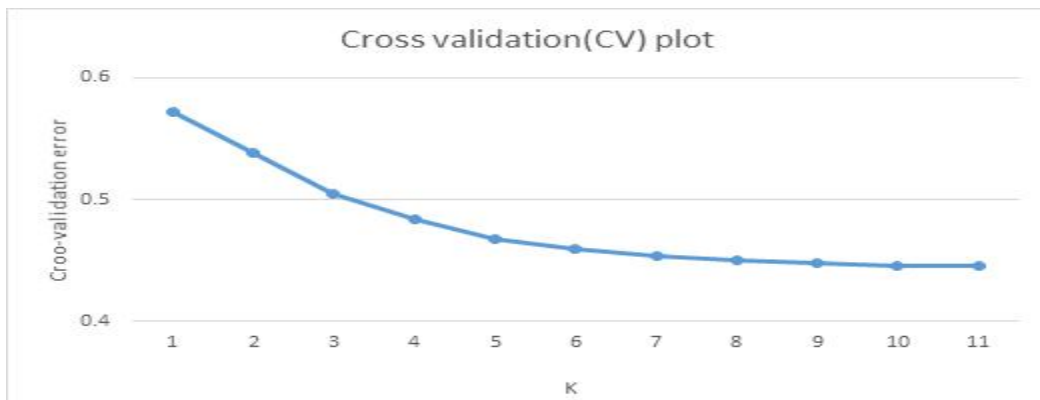
\*FST,FIS,FIT bootstrap percentile values (over 20000 bootstraps)

\*Significance tests (1023 permutations)

- AMOVA결과에서 population 간 분산이 거의 17%인 반면에 개체간 분산이 85%로 나타내고 있음.
- 모든 population에 대해서, fixation index (Fst) 값인 0.17은 genetic variability의 85%가 개별적 사이의 차이점 때문에 유발되어지고, 17%가 종간의 분화 때문이라고 보여줌.

(7) Population Structure 분석

- 8품종의 genetic populations(cluster or K)의 수를 추론하기 위해 사전 집단 정보를 무시하고 각 집단에 개체를 배정하고 genetic population의 거리를 구하고 검증함.
- ancestry model중 admixture model을 이용하여 분석하였음. 이때 admixture model은 각 개체가 mixed ancestry를 가진다는 것으로 각 개체의 유전체는 여러 K개의 조상 집단으로부터 조금씩 기원되었다는 가정을 두고 분석하는 방법임.
- ADMIXTURE 프로그램은 최적의 K를 추정하기 위해 cross validation(CV) procedure를 사용함. 가장 최적의 K는 다른 K 값보다 비교하여 가장 낮은 cross-validation error를 가짐.
- SNPs가 몇 개의 클러스터 집단을 최적으로 분리하는지를 확인하기 위하여 위에서 언급한 K를 1부터 11까지 설정하여 분석함.



- K를 8이라 설정 할 시, 몇 퍼센트로 품종을 분류하는지를 확인하기 위하여 개체별 8가지 clustering비율의 평균을 품종별로 내었으며, 이때 제주흑우원우 92%이상 구별능이 있을 것으로 예상됨.

표. 각 8가지 클러스터 집단에 속하는 품종의 비율

Breed	N	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Angus	27	0	0	0.02	0	0.01	0	<b>0.96</b>	0.01	0.92
Brahman	15	0	0.01	0	<b>0.99</b>	0	0	0	0	0
Hanwoo	33	<b>0.96</b>	0	0	0	0	0.01	0	0.02	0
Hereford	25	0	0	<b>0.97</b>	0	0	0	0.02	0	0.02
JJBC_origin	101	0.06	0	0	0	0	0.01	0	<b>0.92</b>	0.01
Nellore	26	0	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0
WAGY	50	0.02	0	0	0	0	<b>0.96</b>	0.01	0.01	0
Holstein	59	0	0	0.01	0	<b>0.97</b>	0	0.01	0.01	0.01

- 그림에서 각 색상의 수직선은 8품종을 나누는 기준이 되며 각 개체들은 수직선으로 표현되어있음. 개체를 구성하는 유전자형이 추정된 cluster들과의 유사성에 따라 수직선 하나당 설정된 K개의 색깔로 보여지므로 위에서 언급한 admixture model에 따라서 개체가 만약 여러 조상집단으로부터 나왔다면 여러 가지 색깔의 수직선을 보이게 됨. 그림의 색깔 분포를 미루어 볼 때 각 집단이 서로다른 주요 색으로 구분됨을 확인할 수 있음.

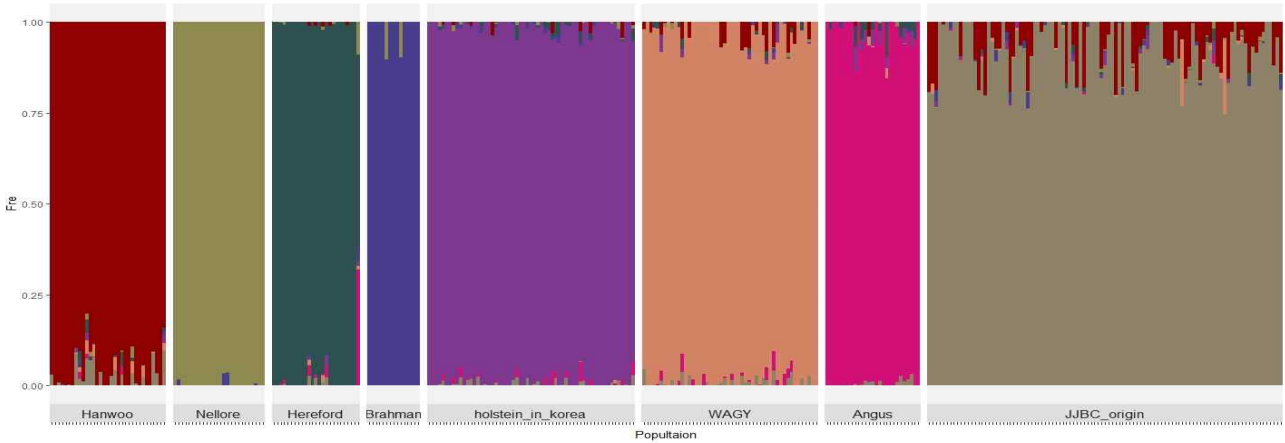


그림. Admixture clustering of 8 breeds

- 하지만 분석결과 K가 10일때 가장 낮은 cross-validation(CV) error를 가졌음. 이때 제주 흑우원우의 경우 3 cluster로 나누어 졌지만 다른 품종과 같은 cluster에 묶이지는 않았음. 이는 아직 제주흑우원우의 경우 상용집단과 달리 지속적인 개량에 기인되지 않았거나 제주흑우원우 또는 한우와 교잡된 유전적 특성이 나타남을 보여줌.

표. 각 10가지 클러스터 집단에 속하는 품종의 비율

Breed	N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Angus	27	0	0	0.02	<b>0.96</b>	0	0	0	0	0.01	0
Brahman	15	0	0	0	0	0	<b>0.99</b>	0.01	0	0	0
Hanwoo	33	<b>0.95</b>	0.01	0	0	0.01	0	0	0.01	0	0.02
Hereford	25	0	0	<b>0.97</b>	0.02	0	0	0	0	0	0
JJBC_origin	101	0.04	<b>0.25</b>	0	0	0	0	0	<b>0.36</b>	0	<b>0.34</b>
Nellore	26	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
WAGY	50	0.02	0	0	0.01	<b>0.95</b>	0	0	0	0	0
Holstein_in_korea	59	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	<b>0.97</b>	0

(8) Phylogenetic tree 분석 : POPTREE & MEGA program

- Nei's  $D_A$  genetic distances(1983)

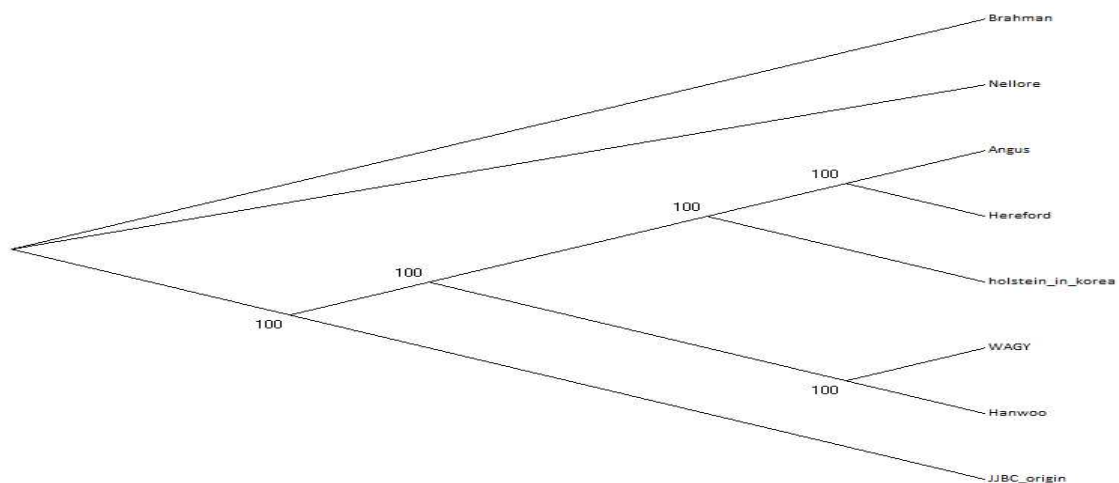
$D_A$  distance

$D_A$  distance (Nei et al. 1983) is defined by

$$D_A = 1 - \frac{1}{r} \sum_j^r \sum_i^{m_j} \sqrt{x_{ij}y_{ij}}$$

where  $x_{ij}$  and  $y_{ij}$  are the frequencies of the  $i$ -th allele at the  $j$ -th locus in populations X and Y, respectively,  $m_j$  is the number of alleles at the  $j$ -th locus, and  $r$  is the number of loci used.

- Nei's  $D_A$  genetic distances(Nei 1983) 근거로 하여 Neighbor - joining(NJ)



- Nei's  $D_A$  genetic distances(Nei 1983) 근거로 하여 Unweighted Pair-group Method with Arithmetic Mean(UPGMA)

다. 현장 신속간편 제주흑우종 판별용 SNP kit 적용 및 검증

(1) 연구재료

- 제주소재 흑우 및 한우 1,917두, 내륙한우 351두, 국내산 젃소 59두 및 수입육 72두를 대상으로 품종 판별용 SNP 발굴 분석
- 제주흑우 특이 JJBC 120K SNP chip 이용 (SNP 마커 147,791개 이용)
- 각 집단별 SNP 대립유전자 빈도를 계산하여 Minor allele Frequency(MAF)를 비교
- 각 집단에서 동일한 SNP 상의 MAF의 차이가 큰 SNP들을 발굴

(2) 제주흑우 및 제주한우와 타 품종간의 판별용 SNP set

snp_id	BTA	pos	major allele	제주우	내륙한우	빈도차
AX-169476813	3	9,495,577	A	0.000	1.000	1.000
AX-169391233	10	68,571	A	0.000	1.000	1.000
AX-169394158	13	32,688,202	T	0.000	1.000	1.000
AX-169368798	14	29,794,795	T	0.000	1.000	1.000
AX-124380971	16	39,714,165	C	0.000	1.000	1.000
AX-169472576	18	14,758,396	G	0.000	1.000	1.000
AX-169466283	18	53,758,495	G	0.000	1.000	1.000
AX-169424127	17	57,352,802	A	0.000	1.000	1.000
snp_id	BTA	pos	major allele	제주우	국내산젓소	빈도차
AX-169482537	17	50,793,691	T	0.012	1.000	0.988
AX-169371251	15	11,710,409	T	0.019	1.000	0.981
AX-169408317	9	49,826,379	A	0.020	1.000	0.980
AX-169474898	7	52,229,219	G	0.023	1.000	0.977
AX-169423465	16	45,715,034	A	0.024	1.000	0.976
snp_id	BTA	pos	major allele	제주우	수입육	빈도차
AX-169468656	3	9,479,734	A	0.003	1.000	0.997
AX-115119129	10	20,609,250	T	0.011	1.000	0.989
AX-169408117	21	69,425,774	G	0.011	1.000	0.989
AX-169475959	5	57,676,801	C	0.012	1.000	0.988
AX-169418325	12	69,531,231	C	0.012	1.000	0.988
AX-169421553	23	27,331,822	G	0.012	1.000	0.988
AX-124344777	25	579,794	G	0.012	1.000	0.988

- 제주흑우 및 제주한우를 제주우로 표현
- 제주우와 내륙한우 간의 빈도차가 큰 SNP는 총 8개 발굴
- 해당 SNP의 빈도차가 1.000으로, 제주우에서는 대상 대립유전자가 나타나지 않고, 내륙한우에서만 발견되는 것으로 확인
- 제주우와 국내산젓소의 경우 5개의 SNP를 발굴하였으며, 빈도차는 0.976 이상으로 나타남.
- 제주우와 수입육은 7개 SNP를 발굴하여 0.988 이상의 빈도차를 나타내는 것으로 확인
- 추가적인 수입육 또는 수입육의 주요 품종들의 시료를 확보하여 SNP chip 분석 및 제주우와 SNP 대립인자 빈도차가 큰 SNP를 발굴하여 추가적인 자료 분석중임.
- 해당 SNP set을 이용하여 현장에서 빠르게 진단할 수 있는 SNP kit 제작이 가능할 것으로 사료

라. 제주흑우, 한우, 국내산 젓소, 수입육 판별용 SNP contents 발굴 및 SNP kit 개발

(1) 데이터 수집

(가) 분석에 이용될 개체정보

1) 18년도 자료

- 제주흑우원우 : '17년 분석에 의한 유전적조성 결과 원우169마리중 유전적조성비율이 99%이상인 개체 78두 사용

그룹	품종	id수		중복제거(상)	Q C & L D puring후		resampling_f0.95	그룹	품종	i d 수	중복제거(상)
원우_난지연구소 & 한우	원우	50	402	147,791	49	54,488	35(71%)	원 우 ( 난 지 , 축 진 원 , 농 가 김 ) & 한 우	원 우	170	147,791
	한우	352			350						
원우_축산진흥원 & 한우	원우	144	496	147,791	144	54,281	64(44%)		한 우	352	
	한우	352			350						
원우_농가김권호 & 한우	원우	124	476	147,791	124	54,175	71(57%)				
	한우	352			350						

- 한우 : 경북 한우 KNP 66두 사용
- 젓소: 내륙 홀스타인 씨수소 정액 76두 사용

2) 19년도 자료

- 제주흑우:제주흑한우(원우), (실용축 60두 제외)
- 수입육 : 미국산- 87두, 호주산 - 44두 총 131두
- 18년 + 19년 개체수는 총 350두

(나) 분석에 이용될 SNP정보

1) 18년자료

- 제주흑우 특이 대용량(140K) Affymetrix SNP Axiom array

2) 20년도 자료

- 제주흑우 특이 대용량(120K) Affymetrix SNP Axiom array
- 공통된 SNPs 추출 (상보적 allele 사용) : 143,806SNPs

(다) 분석에 이용할 SNP 및 개체 선별을 위한 Quality Control

- 분석에 이용할 상염색체 SNP에 대하여 아래의 QC 기준을 적용
  - 유전자형 Call rate 95% 이상
  - 개체 Call rate 95% 이상

○ 위 조건을 만족하는 350두, 131,570개의 마커 이용

품종	개체수	snp수(상)	QC후 개체수	QC후 snp수	pruning후
AM_AU(수입육=미국산+호주산)	131		131		
HST(젓소)	76		75		
HW_JJBC(내륙한우+제주흑원우)	144		144		
Total	351	41,849	350	143,806	131,571

(2) 한우\_제주흑우, 수입육, 국내산젓소 판별을 위한 SNP 선별 : ALLELE 빈도 조사

(가) 각 품종별 ALLELE 빈도 조사 : PLINK 1.9 software 사용

- 각 품종별 ALLELE 빈도 조사 및 genotype 수 조사
- 각 품종별 한우\_제주우 와 젓소, 한우\_제주우 와 수입육, 젓소 와 수입육 각 품종별 allele의 빈도의 차를 내림차순으로 정렬하여 genotype 수를 참조하여 각 품종별로 각각 4개의 snp를 선발함.
- 최종 12SNPs를 선발함.

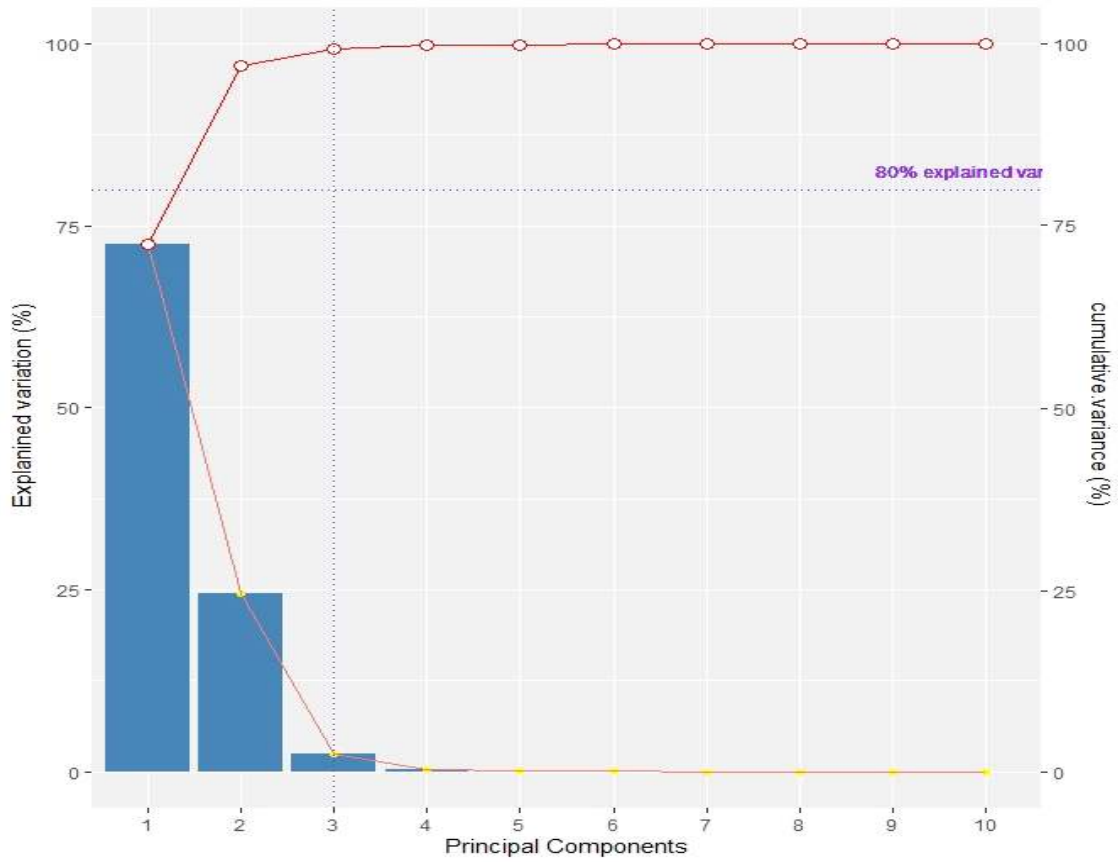
CHR	snp	pos	maf	한우제주우_젓소	한우제주우_수입육	젓소_수입육	한우제주우_젓소	수입육	한우제주우_젓소	한우제주우_수입육	젓소_수입육
2	AX-169396472	116875401	T	0.04	1	0.96	0 0 144	0 6 66	131 0 0		0
4	AX-115112771	77555681	A	0.97	0.36	0.61	0 5 139	74 0 1	21 58 52	0	
4	AX-106762592	77635835	G	0.96	0.36	0.59	0 8 135	74 0 1	21 60 49	0	
4	AX-169467167	77615846	G	0.96	0.43	0.52	0 8 136	74 0 1	32 57 42	0	
6	AX-169401100	46855574	G	0.92	0.68	0.24	0 12 131	70 4 1	70 49 12	0	
6	AX-169404549	64666772	G	0	1	1	0 0 144	0 0 74	130 0 0		0
6	AX-169363815	64162895	A	0	1	1	0 0 144	0 0 75	131 0 0		0
9	AX-169385695	70549825	A	0	1	1	0 0 144	0 0 75	131 0 0	0	
9	AX-169395142	66626223	A	0	1	1	0 0 142	0 0 75	130 0 0	0	
14	AX-169363809	62279222	G	0	1	1	0 0 144	0 0 75	131 0 0	0	
21	AX-169395727	1902209	T	0	1	1	0 0 144	0 0 74	131 0 0		0
21	AX-169478759	65914970	T	0	1	1	0 0 144	0 0 75	131 0 0		0



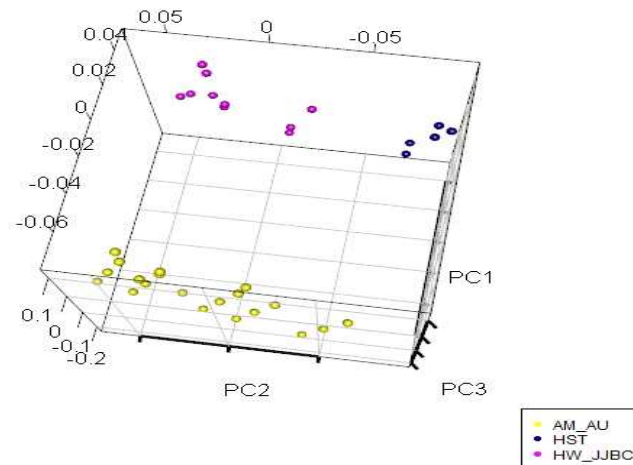
(3) Principal Component Analysis(PCA)

○ 선발되어진 12 SNPs 사용

(가) PCA 분석: PLINK 1.9 software 사용



○ 12 SNPs에 대하여 PC1과 PC2 그리고 PC3가 전체 변이중 72.51%, 24.44%, 2.40%로 설명 되어짐.



- AM\_AU(미국산수입육,호주산수입육),HW(내륙한우), HW\_JJBC한우,제주흑원우), HST(젓소)

(4) population structure analysis

- 선발된 12SNPs가 품종간의 잘 cluster 하는지 확인함.
- 3품종의 genetic populations(cluster or K)의 수를 추론하기 위해 사전 집단 정보를 무시하고 각 집단에 개체를 배정하고 genetic population의 거리를 구하고 검정함.
- ancestry model중 admixture model을 이용하여 분석하였음. 이때 admixture model은 각 개체가 mixed ancestry를 가진다는 것으로 각 개체의 유전체는 여러 K개의 조상 집단으로부터 조금씩 기원되었다는 가정을 두고 분석하는 방법임.
- ADMIXTURE 프로그램은 최적의 K를 추정하기 위해 cross validation(CV) procedure를 사용함. 가장 최적의 K는 다른 K 값보다 비교하여 가장 낮은 cross-validation error를 가짐.
- SNPs가 몇 개의 클러스터 집단을 최적으로 분리하는지를 확인하기 위하여 위에서 언급한 K를 1부터 10까지 설정하여 분석함.
- 하지만 분석결과 K=3 일 때 가장 낮은 cv error를 가질것이라고 예상했지만 K가 5일 때 가장 낮은 cross=validation(CV) error를 가졌음.
- K를 3, 5 설정할 시, 몇 퍼센트로 품종을 분류하는지를 확인하기 위하여 개체별 3, 5가지 clustering 비율의 평균을 품종별로 내었음.

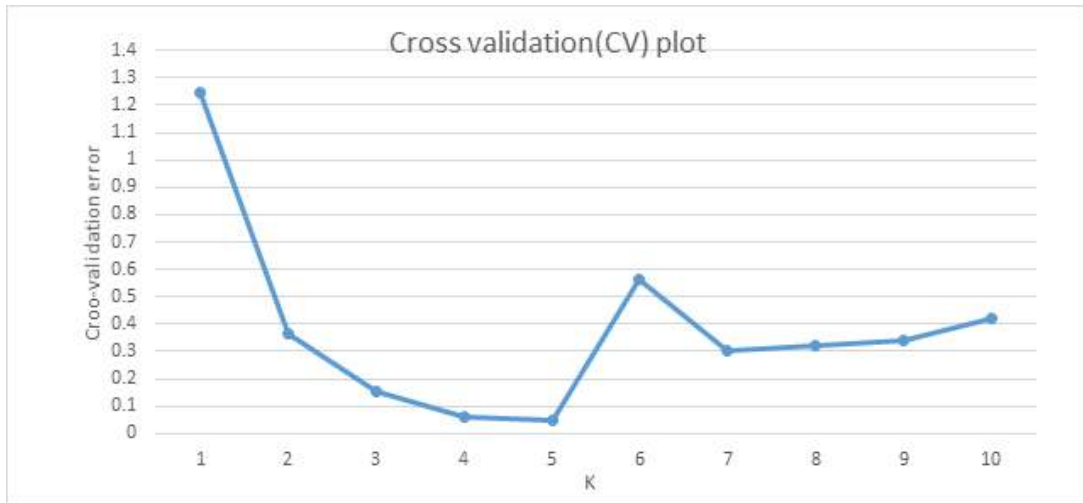


표. 각 3가지 클러스터 집단에 속하는 품종의 비율

Breed	N	0	1	2
AM_AU	131	1	0	0
HST	75	0	0.98	0.02
HW_JJBC	144	0	0.03	0.97

○ k=3 설정시 추론된 결과 각 품종간 잘 구분됨.

표. 각 5가지 클러스터 집단에 속하는 품종의 비율

Breed	N	0	1	2	3	4
AM_AU	131	0	0	0	0.6	0.4
HST	75	0.96	0.03	0.01	0	0
HW_JJBC	144	0.02	0.02	0.97	0	0

○ K가 증가함에 따라 수입육(미국산, 호주산)이 2 cluster로 나누어졌음.

○ 그림에서 각 색상의 수직선은 3품종을 나누는 기준이 되며 각 개체들은 수직선으로 표현되어있음. 개체를 구성하는 유전자형이 추정된 cluster들과의 유사성에 따라 수직선 하나당 설정된 K개의 색깔로 보여지므로 위에서 언급한 admixture model에 따라서 개체가 만약 여러 조상집단으로부터 나왔다면 여러 가지 색깔의 수직선을 보이게 됨. 그림의 색깔 분포를 미루어 볼 때 각 집단이 서로 다른 주요 색으로 구분됨을 확인할 수 있음.

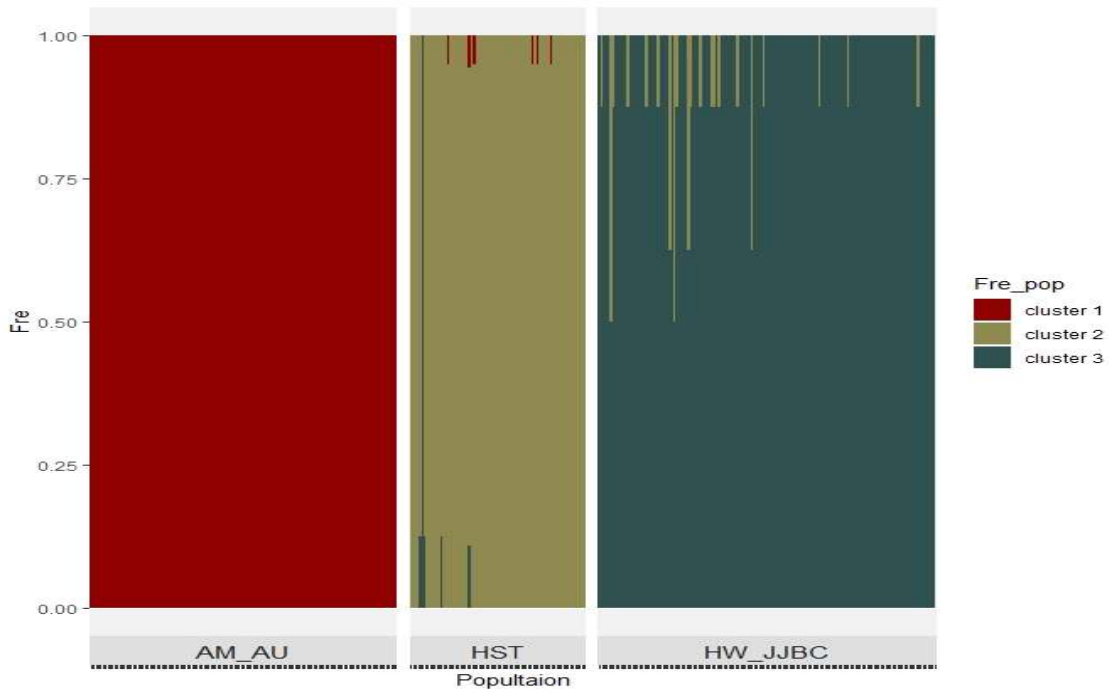


그림 Admixture clustering of 3 breeds

마. 제주흑우와 수입육 식별용 상용 SNP kit 제작을 위한 SNP contents 발굴

(1) 마커 선별 기준

- 제주흑우 minor allele homozygote+heterozygote 개체들의 비율이 99% 이상이며, 수입육의 경우 비율이 40%이하인 SNP를 발굴함.
- 상용적 SNP kit를 제작하여 사용하기 위한 SNP 개수를 5개라고 한다면 흑우 판별 정확도는 99.76% 이상이며 수입육 판별 정확도는 99.47% 이상으로 나타나는 신뢰도를 가지게 됨.

각 품종별 빈도차 조사														
chr	SNP	pos	minorallele	majorallele	수입육	수입+국내	수입육	유전자형	국	제주흑우	유전자형			
7	AX-169477300	29384671	T	C	0.212	0.7	0.9	14	58	131	0	149	21	1
28	AX-24657350	42982018	T	C	0.004	0.7	0.8	4	39	162	0	128	47	1
1	AX-169469662	11844556	C	A	0.064	0.8	0.8	10	48	147	0	149	25	0
8	AX-106739975	109255788	C	T	0.035	0.7	0.8	3	65	137	0	145	31	0
11	AX-106727811	10776433	G	A	0.037	0.7	0.7	13	56	136	3	148	27	1
9	AX-169403065	67089770	A	G	0.137	0.7	0.6	10	49	146	4	140	36	0
1	AX-169424594	586831	A	G	0.132	0.8	0.6	3	51	151	4	139	36	0
13	AX-106727346	59963672	A	G	0.148	0.8	0.7	4	39	162	4	147	28	1
9	AX-169386095	2407306	fail											
13	AX-106732862	59731652	fail											

활용 SNP marker

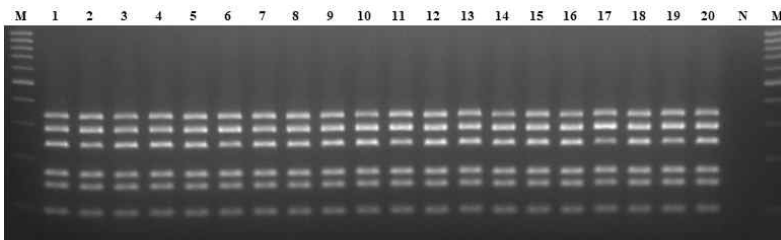
그림. 선발 SNP 마커 리스트

(2) 마커 선별 검증

- 흑우 및 수입우 시료 각 20개 선별
- PCR condition 최적화 및 primer혼합 농도 조절 후 25 ng/ul로 보정 후 2ul을 template 로 사용

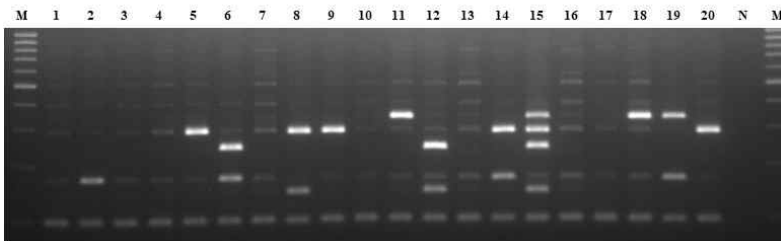
No.	Minor allele specific	Amplicon size (bp)	Foreign	Black cow	PCR Condition		PCR Mixture	
1	3065-A allele (7.5p)	350		0	95 °C	15 m	2X Multiplex PCR Master Mix	10 ul
2	7346-A allele (3p)	300		0	95 °C	20 s	Primer mixture	3 ul
3	4594-A allele (12P)	250		0	62 °C	30 s	Reaction buffer	5 ul
4	9975-C allele (3p)	175		0	72 °C	50 s	Template gDNA (25 ng/ul)	2 ul
5	7350-T allele (4p)	150		0	72 °C	3 m	Total	20 ul
6	Internal control (5p)	100	0	0	10 °C	∞		

- 제주흑우 20두에서 모두 전 마커가 증폭됨을 확인



No.	Minor allele specific	Amplicon size (bp)	Black cow	Foreign
1	3065-A allele (7.5p)	350	0	
2	7346-A allele (3p)	300	0	
3	4594-A allele (12P)	250	0	
4	9975-C allele (3p)	175	0	
5	7350-T allele (4p)	150	0	
6	Internal control (5p)	100	0	0

**제주흑우** 5 + 1 band(control) 모두 띠야 함



**수입우** 4이하 + 1 band(control) 일 경우

ASP는 확인되었으나  
Non-Specific band 제거 작업 및 Signal intensity 보정 진행중  
(DNA부족 및 내부 프로젝트 진행 등으로 추가 실험은 어려운 상황)

3. 제주흑우 육량·육질 개선을 위한 유전체분석

가. 전장연관분석을 통한 도체 고급육 형질 SNP 마커 발굴

(1) 도체성적(표현형) 수집 현황

- 찾은 2018y 자료
  - “180717\_도체성적 요청개체의 등급판정 결과(318두).xls” -318두 : snpid, pheid, 도축 자료
  - “180719\_제주흑우\_도축자료\_업데이트.xlsx”
  - 97두 : pheid 도축자료
  - “180712\_JJBC\_ID\_재정리한\_LIST.xlsx”
  - snpid와 pheid만 존재
- 최종적으로 SNPID 정보가 있는 개체 245두 정리됨.

(2) 유전자형 수집 현황

- 검정집단 2,096 제주우
  - 제주흑우 : 1,440두 (종모우 19두, 제주흑우 1,421두) + 제주한우(656두)
- 유전자형 : 제주흑우 특이 JJBC 120K SNP chip 이용 (SNP 마커 147,792개 이용)

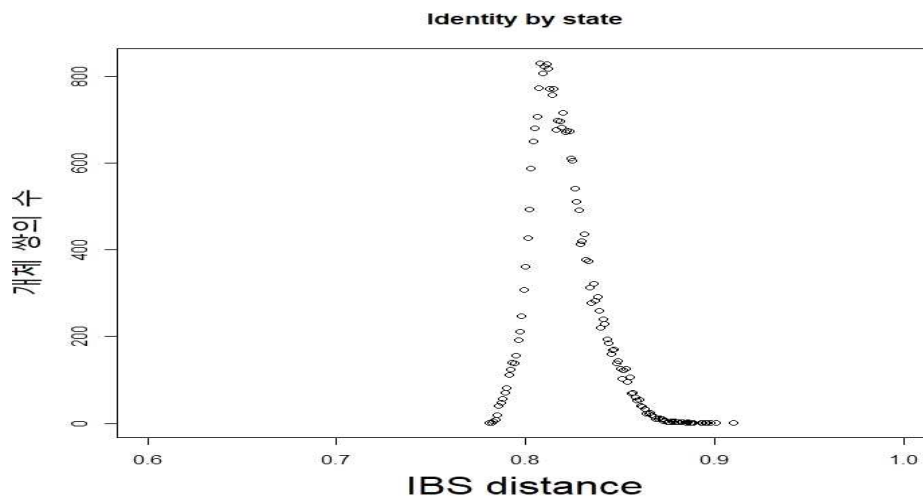
(3) 표현형과 유전자형 자료 수집 개체 비교

- 2018y 보고서 : 표현형과 유전자형 자료에 대하여 모든 자료가 수집된 개체는 총 96두
- 2019y : 표현형과 유전자형 자료에 대하여 모든 자료가 수집된 개체는 총 238두

(가) 분석에 이용할 SNP 및 개체 선별을 위한 Quality Control

1) IBS test 분석

- 최종적으로 정리된 147,792 SNP, 238 개체 사용.
- 전체 집단을 대상으로 각 개체간의 동일 마커에서 유전자형의 유사성을 판별
- 해당 유사성이 100% 혹은 99% 이상인 경우 쌍둥이 개체로 판별하여 해당 개체에 대해 제거
- PLINK 프로그램을 이용하여 해당 분석을 실시
- 해당 분석 결과 두 개체간의 유사율이 91% 이하로 제거되는 개체 없음.



2) 상염색체에 대한 마커 147,792개에 대한 QC

- 분석에 이용할 상염색체, 마커 147,792개에 대하여 아래의 세가지 QC 기준을 적용
  - 유전자형 Call rate 90% 이상
  - Hardy=Weinberg Equilibrium p-value > 0.000001
  - Minor allele frequency > 0.05
- 위 조건을 만족하지 못하는 유전자형 마커 제거 후 남은 85,767개의 마커 이용

3) 분석 대상 238두에 대한 QC

○ 분석에 이용할 238두에 대하여 아래의 기준을 적용

- 개체 유전자 마커 Call rate 90% 이상

○ 위 조건을 만족하지 못하는 개체 없음. 모두 개체 선별되어 총 238두를 선별됨.

(나) 최종 IBS test & Quality Control 결과

Methods	contents	remove
IBS test	유정체 마커 이용한 쌍둥이 개체 검사	0두
	ID call rate 90% 이하	0두
QC	SNP call rate 90% 이하	8,665
	HWE p-value <10 <sup>-6</sup>	1,394
	MAF <0.05	51,966

○ QC 후 available SNP table

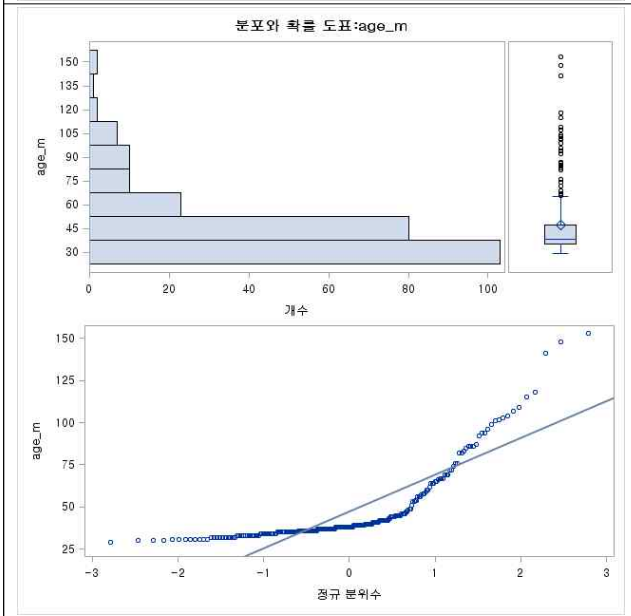
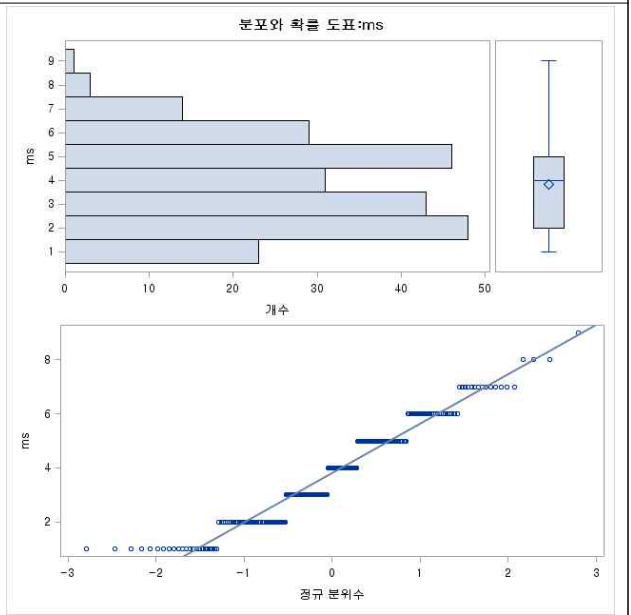
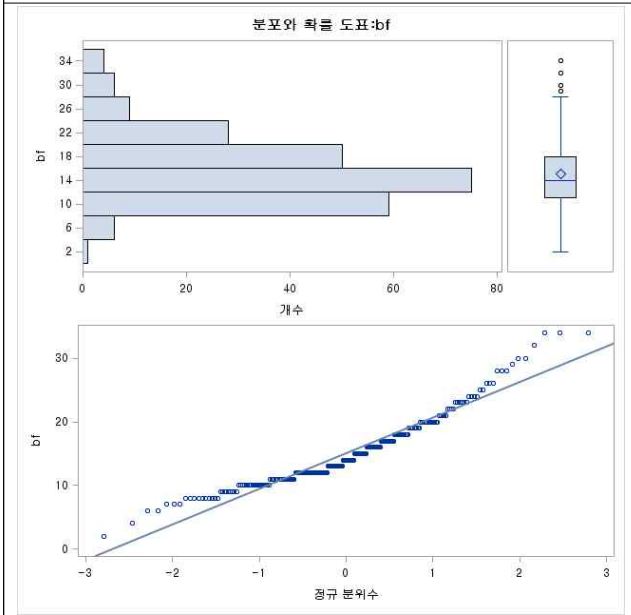
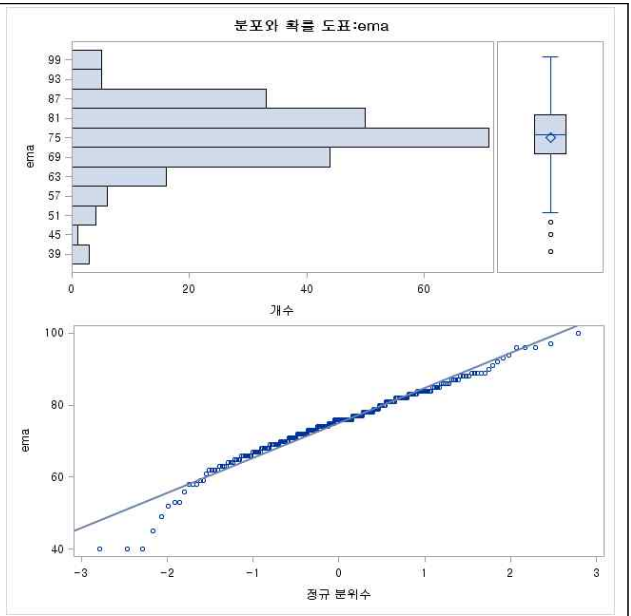
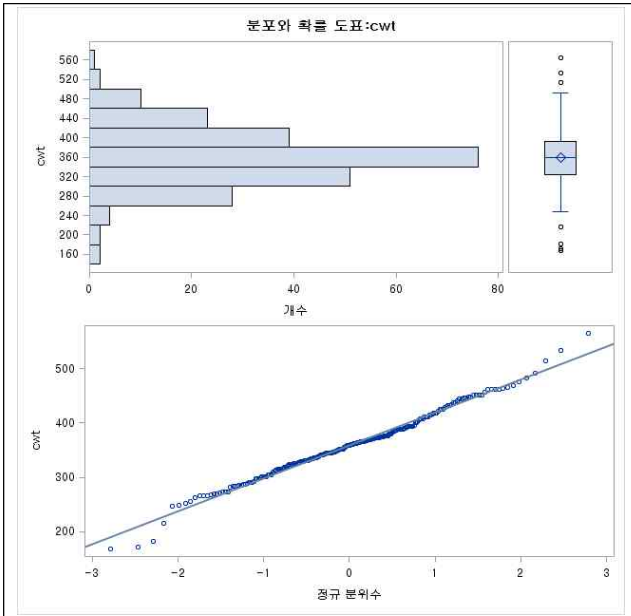
chr	NO.	Total Distance	Average between marker(kb)	Standard error(kb)
1	5402	158300.154	29.309	29.925
2	4608	136645.411	29.660	32.276
3	4220	121325.233	28.757	32.347
4	4020	121532.289	30.239	35.225
5	4063	121090.883	29.811	34.127
6	4384	119374.982	27.236	36.754
7	3955	112466.753	28.444	37.662
8	3805	113331.874	29.793	30.274
9	3367	105638.736	31.384	34.556
10	3425	106085.367	30.983	48.553
11	3451	109412.220	31.714	49.392
12	2992	90892.629	30.389	35.323
13	2867	83917.051	29.280	31.360
14	2853	83130.642	29.148	31.744
15	3053	85059.519	27.870	30.928
16	2790	81610.603	29.262	32.022
17	2393	74938.771	31.329	36.417
18	2193	65837.071	30.035	33.390
19	2157	63907.343	29.642	31.315
20	2615	71801.395	27.468	33.667
21	2433	71557.169	29.423	31.325
22	2099	61333.849	29.234	30.830
23	2123	52385.239	24.687	29.705
24	2277	62370.119	27.403	28.013
25	1512	42556.380	28.164	29.070
26	1740	50957.297	29.303	29.351
27	1437	46828.172	32.610	54.001
28	1648	46182.968	28.041	29.777
29	1885	51102.335	27.124	31.393
<b>Total</b>	<b>85,767</b>	<b>2511572.454</b>	<b>29.232</b>	<b>34.163</b>

(다) 분석에 이용할 표현형 정리

○ 대상 형질 : 도체형질(도체중, 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도)

○ 형질 기초통계량 : 표현형과 유전자형 자료가 모두 있는 총 238두 이용

	N	평균	표준편차	변동계수	최소값	최대값
도체중	238	358.90	60.41	16.83	168	65
등심단면적	238	75.06	9.75	12.99	40	100
등지방두께	238	15.09	5.61	37.17	2	34
근내지방도	238	3.81	1.83	48.04	1	9





- 이상치 제거 : 표현형과 유전자형 자료가 모두 있는 총 238두의 수집된 자료중 평균에서 표준편차\*3.5 이상 또는 이하인 자료는 오류 자료로 판단하여 6두 제거함.

형질	전체 수	이상치 제거후 수	이상치 수
도체중	238	238	0
등심단면적	238	235	3
등지방두께	238	238	0
근내지방도	238	238	0
월령	238	235	3

- 최종 표현형 정리된 개체는 총 232두임.

#### 4) GBLUP 이용한 전장연관분석(GWAS)

- 최종 정리된 파일 : 232두에 대한 표현형 자료와 85,767 SNPs 자료 사용
- Animal Model에서 SNP 정보를 활용한 개체들간의 G matrix(GCTA software)를 이용
- 모델 설정: 외형 형질에 대하여 아래와 같은 일반 선형 모델 (Animal Model)을 적용하였음.

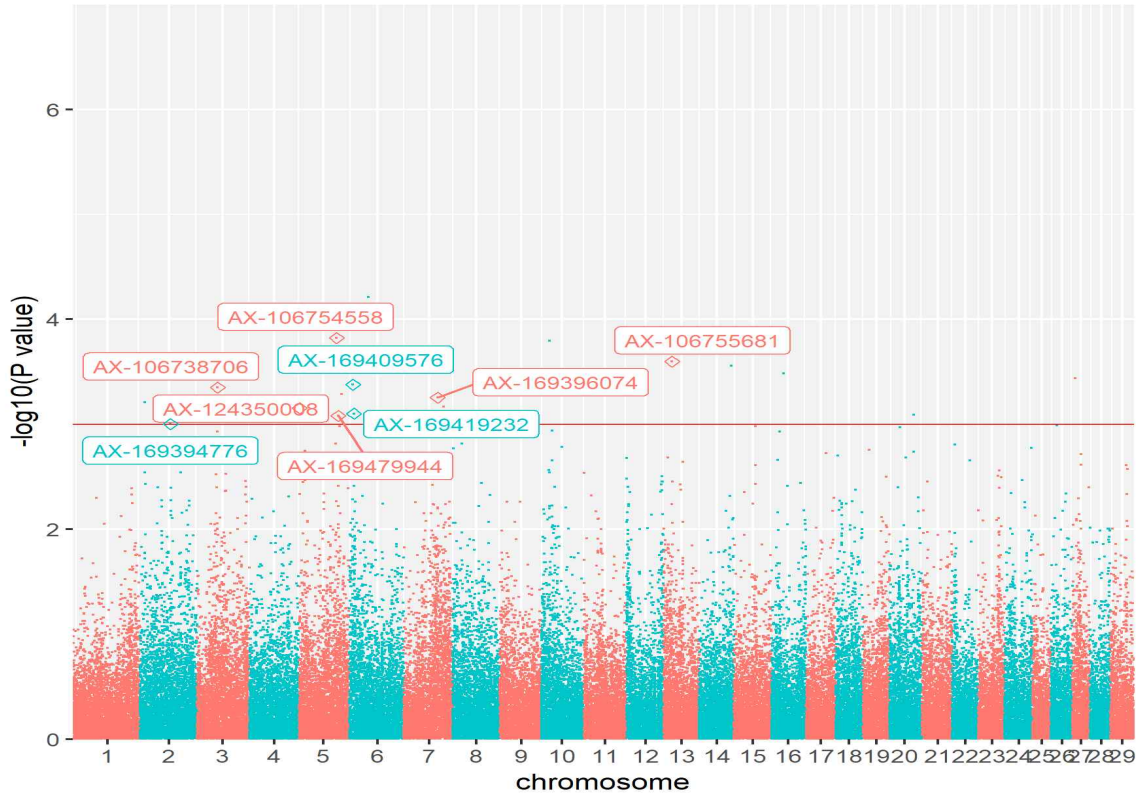
$$y = Xb + Za + e$$

- 여기서 Y: 표현형 벡터, b: 고정효과로 y절편, 성별, 도축월령 그룹, 출생년-계절 그룹, e: 잔차벡터, a: 임의 효과로 개체효과, 농가
- 분석은 상용 Animal Model을 수행하는 ASREML 4.0 프로그램을 구동하여, 분석형질에 대해 single trait model를 사용하여 표현형 잔차 수집
- 각 표현형 잔차로 PLINK를 이용하여 single marker simple regressin 분석 실행

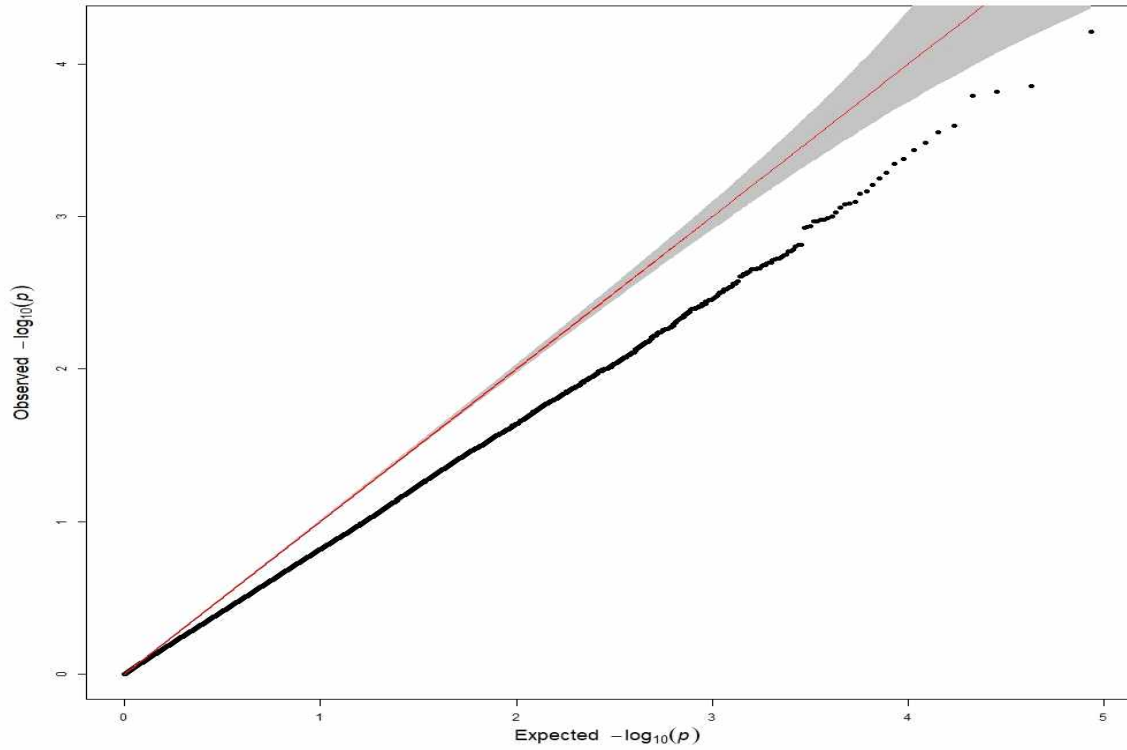
$$y_{residual} = \beta_0 + \beta_{add}X + e$$

- 여기서 Y: 표현형의 잔차,  $\beta_0$ : y절편, e: 잔차벡터,  $\beta_i$ : SNP효과 크기값(add=상가적), X: 효과 계수 matrix로 additive AA, AB, BB 유전자형에 대하여 1, 0, -1 값을 부여함.
- P=0.001 point-wise 수준에서 유의적인 SNP를 발굴하였음.
- 전장연관분석 Manhattan Plot

cwt Manhattan Plot

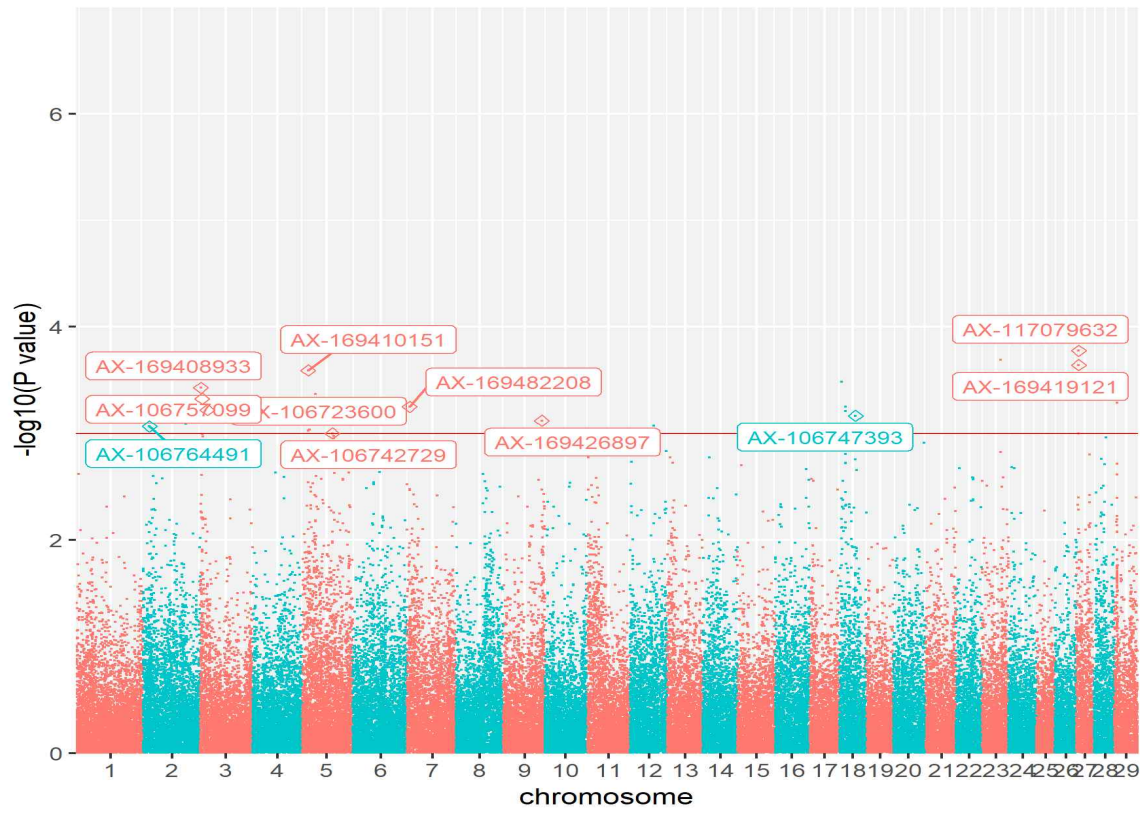


cwt Q-Q plot of GWAS p-values

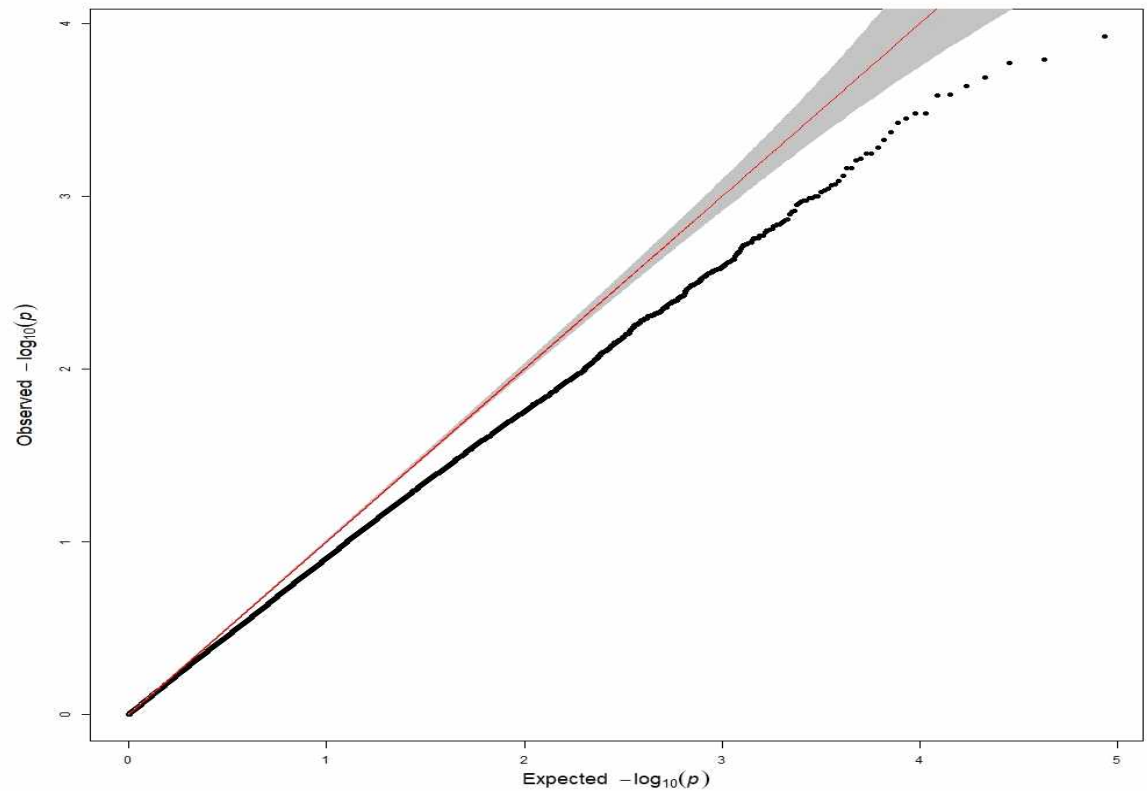


EMA(등심단면적)

ema Manhattan Plot

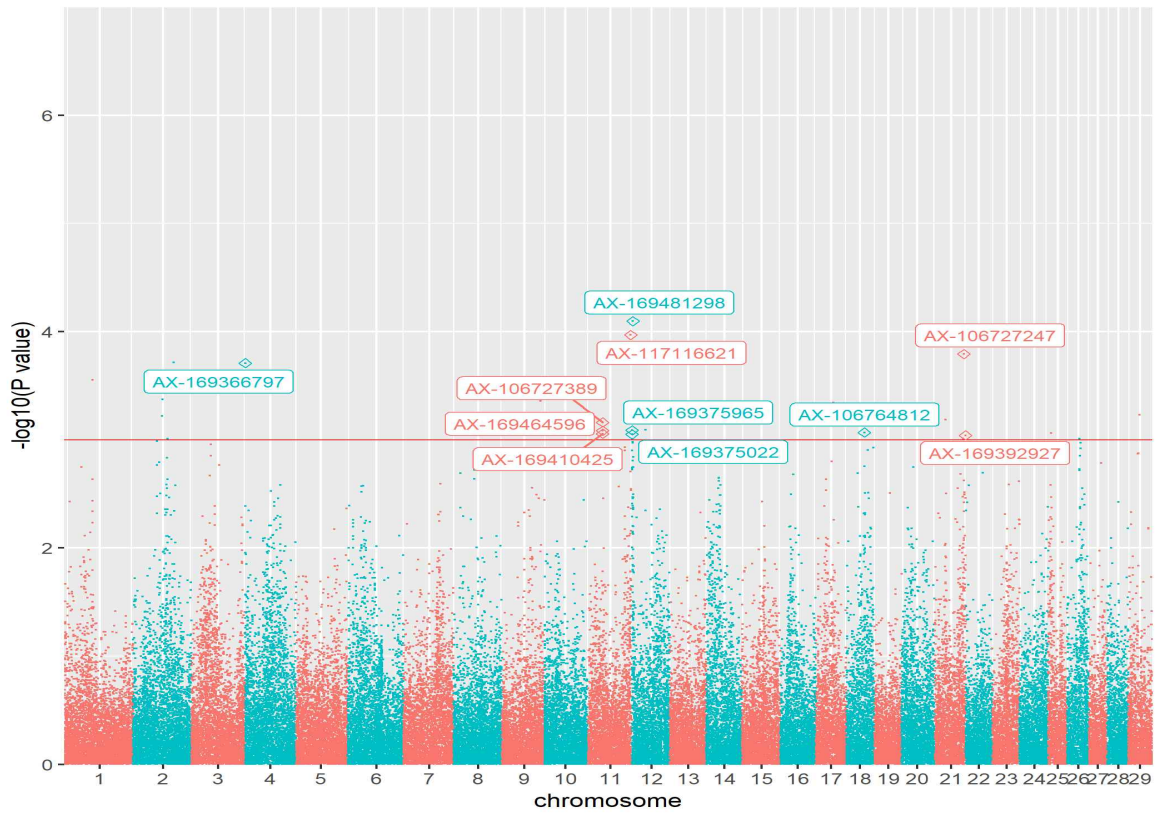


ema Q-Q plot of GWAS p-values

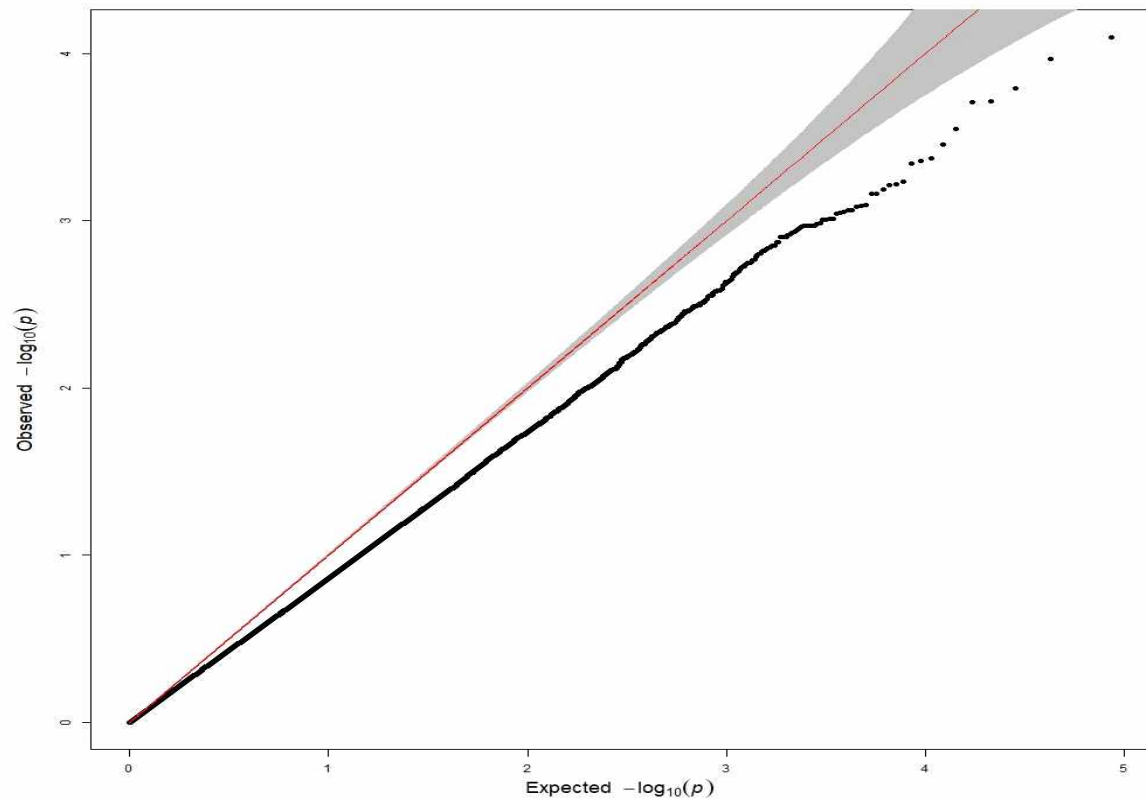


BF(등지방두께)

bf Manhattan Plot

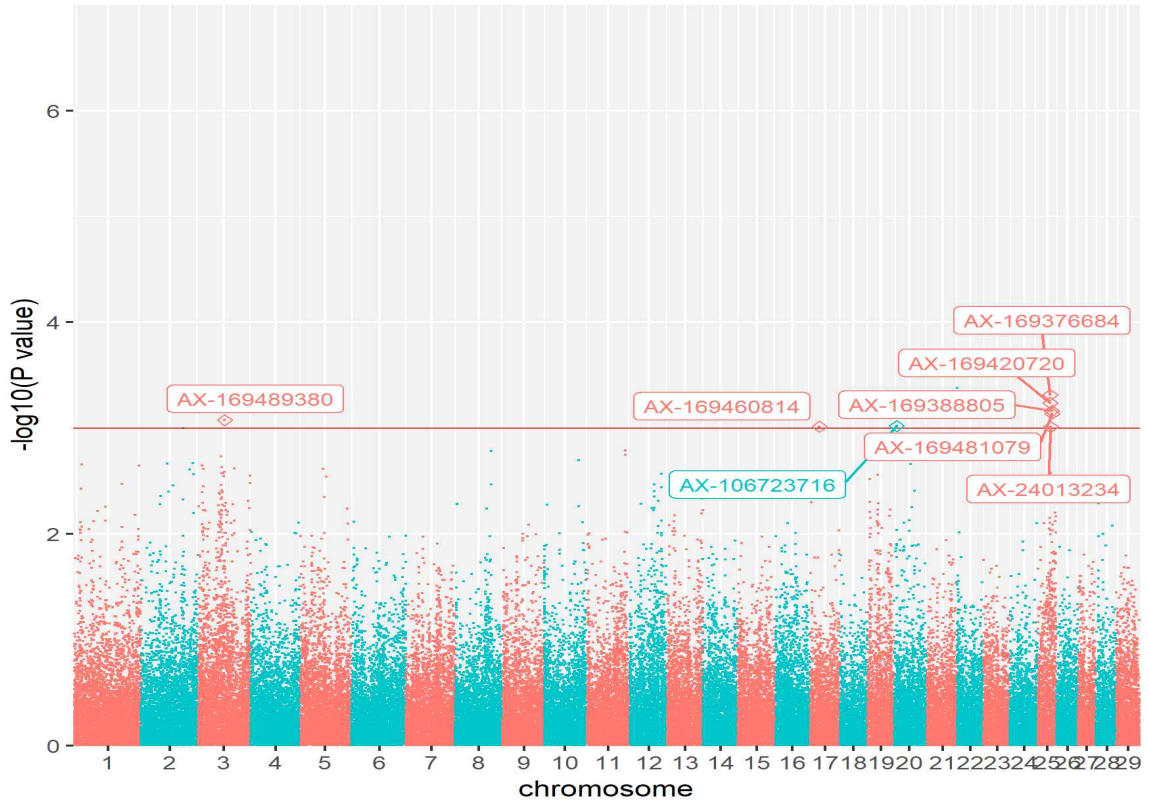


bf Q-Q plot of GWAS p-values

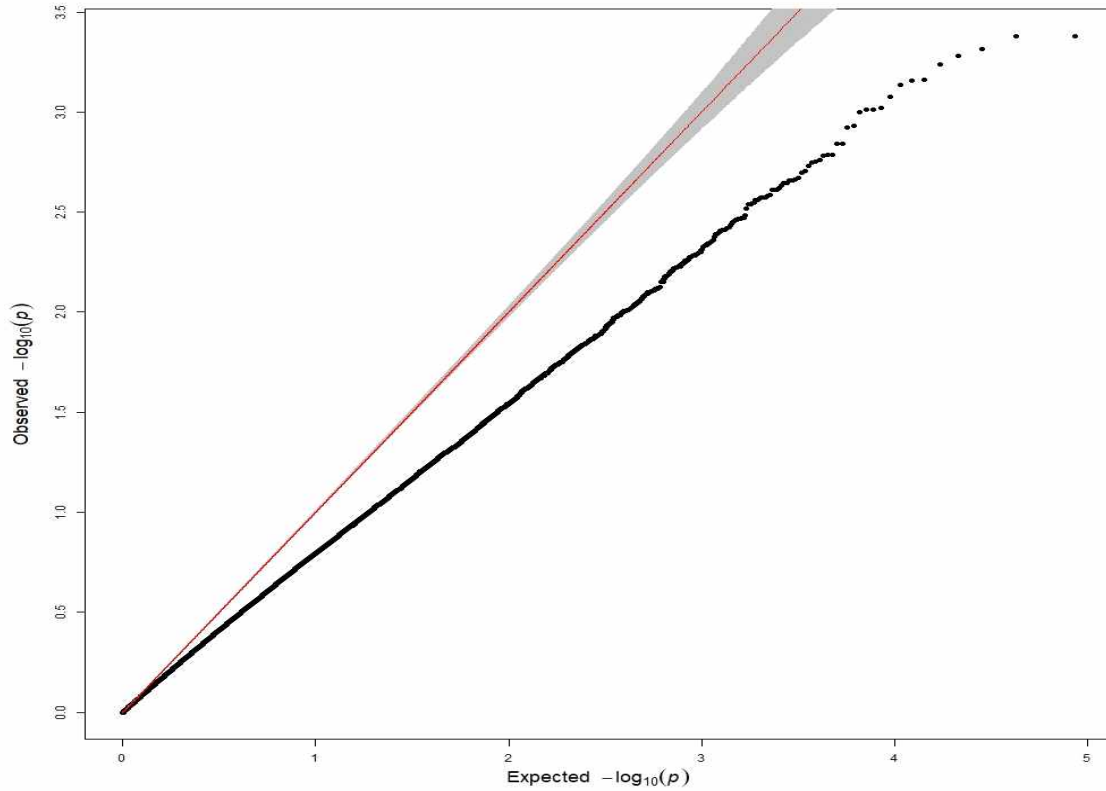


MS(근내지방도)

ms Manhattan Plot



ms Q-Q plot of GWAS p-values



5) 전장연관분석결과 각 형질별 유의적인 SNPs 정리

CWT(도체중)							0.048
SNP_id	SNP(Minor A/MajorB)	Chr	Position(bp)	Estimate	S.E.	-logP	$\frac{\sigma^2(\text{SNP})}{\sigma^2(\text{trait})}$
AX-169394776	[G/A]	2	73,186,768	5.165	1.549	3.002	0.005
AX-106738706	[A/G]	3	47,337,477	4.646	1.304	3.349	0.005
AX-124350008	[G/A]	5	1,339,951	5.057	1.472	3.153	0.005
AX-106754558	[C/T]	5	89,853,080	-5.931	1.539	3.822	0.007
AX-169479944	[A/G]	5	94,177,684	-4.572	1.350	3.081	0.005
AX-169409576	[G/A]	6	7,389,400	-4.794	1.339	3.377	0.005
AX-169419232	[G/A]	6	9,870,702	5.017	1.476	3.099	0.005
AX-169396074	[C/T]	7	77,560,918	4.396	1.256	3.253	0.005
AX-106755681	[C/A]	13	19,773,655	5.006	1.346	3.597	0.006
EMA(등심단면적)							0.282
SNP_id	SNP(Minor A/MajorB)	Chr	Position(bp)	Estimate	S.E.	-logP	$\frac{\sigma^2(\text{SNP})}{\sigma^2(\text{trait})}$
AX-106764491	[T/C]	2	14,717,851	-1.859	0.550	3.065	0.023
AX-169408933	[G/A]	3	957,504	-1.968	0.545	3.428	0.029
AX-106757099	[G/A]	3	4,632,910	1.812	0.511	3.325	0.025
AX-106723600	[A/G]	3	16,734,445	1.752	0.504	3.218	0.023
AX-169410151	[T/C]	5	13,709,141	1.994	0.537	3.590	0.027
AX-106742729	[A/C]	5	71,978,791	1.931	0.579	3.001	0.023
AX-169482208	[G/A]	7	5,711,686	1.726	0.493	3.250	0.021
AX-169426897	[T/C]	9	97,485,003	1.825	0.535	3.119	0.023
AX-106747393	[C/G]	18	38,929,545	1.882	0.547	3.165	0.024
AX-169419121	[G/A]	27	6,267,556	-2.037	0.544	3.641	0.032
AX-117079632	[T/C]	27	6,270,552	-2.050	0.536	3.775	0.032
BF(등지방두께)							0.127
SNP_id	SNP(Minor A/MajorB)	Chr	Position(bp)	Estimate	S.E.	-logP	$\frac{\sigma^2(\text{SNP})}{\sigma^2(\text{trait})}$
AX-169366797	[T/G]	4	253,471	1.060	0.280	3.709	0.014
AX-106727389	[A/G]	11	35,897,464	-0.861	0.250	3.162	0.009
AX-169464596	[T/C]	11	35,898,202	-0.834	0.246	3.084	0.009
AX-169410425	[T/C]	11	35,915,129	-0.853	0.253	3.056	0.009
AX-117116621	[G/A]	11	105,699,664	1.209	0.307	3.969	0.013
AX-169375022	[G/A]	12	401,152	0.959	0.285	3.051	0.011
AX-169375965	[A/G]	12	402,249	1.005	0.296	3.089	0.011
AX-169481298	[A/G]	12	1,863,368	1.205	0.300	4.097	0.015
AX-106764812	[C/A]	18	42,292,172	-0.897	0.265	3.067	0.010
AX-106727247	[G/A]	21	67,220,188	-0.986	0.257	3.793	0.014
AX-169392927	[G/A]	21	71,016,363	1.015	0.302	3.042	0.012

MS(근내지방도)							0.016
SNP_id	SNP(Minor A/MajorB)	Chr	Position(bp)	Estimate	S.E.	-logP	$\frac{\sigma^2(\text{SNP})}{\sigma^2(\text{trait})}$
AX-169489380	[T/G]	3	61,407,460	-0.120	0.035	3.075	0.002
AX-169460814	[T/C]	17	23,078,290	-0.119	0.036	3.014	0.002
AX-106723716	[C/T]	20	5,508,730	0.119	0.036	3.020	0.002
AX-169420720	[G/A]	25	27,620,803	0.109	0.031	3.237	0.002
AX-169376684	[G/A]	25	28,164,814	0.110	0.031	3.313	0.002
AX-24013234	[C/T]	25	29,532,813	0.104	0.031	3.012	0.002
AX-169388805	[T/C]	25	31,811,486	0.111	0.032	3.162	0.002
AX-169481079	[C/T]	25	32,528,435	0.115	0.033	3.138	0.002

- 4개 도체형질들과 관련하여 다수의 유의적인 SNP들이 발굴되었음.
- 각 형질별로 유의적인 SNP로 설명되어진 크기. 즉 표현형 분산 중에 유의적인 SNP들로 설명되어지는 분산의 비율은 도체중 4.8%, 등지방두께 28%, 등심단면적 12.7%, 근내지방도 1.6%로 나타났음.
- Q-Q PLOT을 보면 분석형질과 SNP들 효과 기대치 보다 낮은 결과를 알 수 있음.

나. 내륙한우참조집단기반 제주흑우 번식 형질 유전체 육종가 평가

(1) 데이터 수집

(가) 한우 참조집단

- 1) 유전형 자료 : 2018년 8월부터 2020년까지 봉화(경상북도 봉화, 경주, 상주, 영주) 축협, 2021년 경산(경산, 대구, 경북한우협동조합), 경주, 고령, 청도, 포항축협으로부터 모근 샘플을 제공받음. Illumina Hanwoo 50K SNP chip v1을 이용하여 SNP 52,116개의 유전형 자료를 수집함.
- 2) 표현형 자료 : 2018년 8월부터 2021년까지 경상북도 봉화, 경주, 상주, 영주, 포항, 경산, 청도, 고령 축협으로부터 한우 암소 개체 리스트 8,469두를 제공받음. 원스톱 한우개량 정보 조회 서비스 및 농협 홈페이지를 통해 암소의 교배 산차, 분만 차수(수태 당 인공 수정 횟수), 교배일자, 분만일자, 분만간격, 초산일령, 임신기간에 대해 번식 형질 표현형 자료를 수집함.

(나) 제주 흑우 검정집단

- 1) 유전형 자료 : 제주 흑우 중 특이 대용량 160K Affymetrix SNP Axiom array를 이용하여 SNP 161,592개의 유전자형 자료를 수집
- 총 161,592개의 SNPs 중 염색체상의 위치정보가 확인되지 않거나 성염색체 내 존재하는 SNPs, A, T, G, C 및 missing 이외의 allele을 가진 SNPs, 염색체 위치는 동일하지만 SNP 이름이 다른 SNPs를 제거하여 147,793개의 SNP를 선별

표. 대용량 160K Affymetrix SNP Axiom array를 이용하여 선별된 상염색체 SNP

	RAW		이상 Chr 제거	이상 Allele 제거	Chr, Pos 중복 제거	비 일치 allele 제거
	sample	SNP				
JBC	3,926	161,592	151,952	151,804	147,793	147,793

JBC : Jeju black cow

- 2) 표현형 자료 : 제주도에 소재하는 흑우 농가에서 3,923두 개체 리스트를 제공받음. 3,926두 중 제주 흑우 품종 1,619두(암: 884, 거세우: 661, 수: 74)를 선별. 원스톱 한우개량정보 조회 서비스 및 농협 홈페이지를 통해 품종, 원종/실용축, 성별, 생년월일 표현형 자료 수집
- 제주 흑우 1,619두에 대해 표현형 정보 필터링
    - 출생연도의 경우 암소는 2007년 이하인 개체 57두, 거세우와 수소 집단은 2009년 이하인 개체 7두를 제거
    - 도축월령의 경우 거세우와 수소 집단에서 24개월령 미만인 2두 제거
  - 제주 흑우로 전달받았으나, 원스톱 한우개량정보 조회 서비스 및 농협 홈페이지에 조회 시 한우로 의심되는 개체 38두 제거
    - 한우 의심 개체로 판단되는 암소 28두, 거세우 10두 제거



[정리]

- 필터링 및 한우 의심 개체를 제거하고 남은 제주 흑우 1,515두 중 암소 799두 선별

(2) 공통 SNP 선별

- 제주 흑우 집단과 한우 집단은 서로 다른 SNP chip을 이용하여 유전자형 자료를 수집하였기 때문에 공통적인 SNP만 선별하여 분석에 이용
- 두 SNP chip에 대해 염색체 번호와 위치정보가 공통적인 47,666개의 SNP를 선별한 후 동일한 방향으로 진행하는 “+” 가닥의 SNP만을 선별
- 최종적으로 총 23,915개의 SNP가 본 분석에 사용

표. 한우 집단과 흑우 집단의 공통 SNP 선별

	sample	SNP	공통 SNP 추출	chr, pos 정보 비교	'+' strain SNP 추출	비일치 allele 제거	최종
한우	8,469	52,116	47,712	47,666	23,915	(없음)	23,915
흑우	799	147,793					

(3) Pair-wise IBS test

- 한우 8,469두와 제주 흑우 799두 총 9,268두에 대하여 유전적으로 동일한 개체 및 실험적 오류를 제거하기 위해 pairwise IBS test를 수행함.
- IBS distance 값이 0.99 이상인 경우, 해당 개체 쌍을 실험적 오류 및 혈연관계가 의심되는 개체로 판단하여 제거
- PLINK v1.9 사용

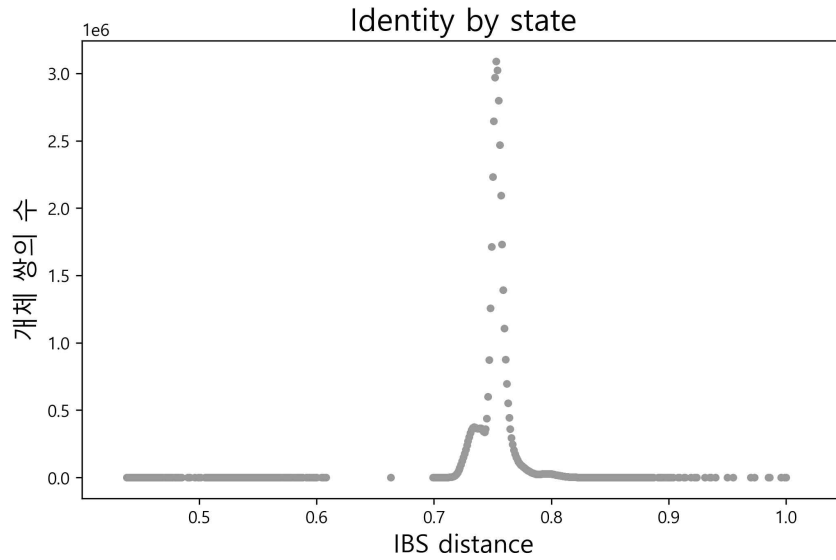


그림. The distribution of IBS distance between pairs of 9,268 individual

- IBS distance 값이 0.99 이상으로 나타난 33쌍을 실험적 오류 및 혈연관계가 의심되는 개체로 판단하여 제거
- IBS test 수행 결과, 최종적으로 9,202두가 남음

(4) Quality Control (QC)

- IBS test 수행 후 남은 9,202두, 23,915개 상염색체 SNP에 QC 진행
- 아래와 같은 기준을 적용하여 개체 및 SNP 제거

표. 분석 개체 및 SNP에 대한 QC 제거 기준

Group		QC	Thresholds
Samples	Call rate		< 95%
	Call rate		< 95%
SNPs	Minor Allele Frequency		< 5%
	Hardy-Weinberg Equilibrium p-value		< 0.000001

- QC 수행 결과, 개체 100두와 5,553개의 SNP가 제거되어 최종적으로 9,102두, 18,362개의 SNP가 남음.

표. 데이터 수 정리

	Raw		IBS		QC	
	No. of Samples	No. of SNPs	No. of Samples	No. of SNPs	No. of Samples	No. of SNPs
한우 참조집단	8,469	23,915	8,403	23,915	8,314	18,362
제주 흑우 검정집단	799		799		788	
Total	9,268		9,202		9,102	

(5) 유전체 육종가 추정

- single trait linear mixed model을 이용하여 분석 진행
- 한우 참조집단 8,314두와 제주 흑우 검정집단 788두 총 9,102두와 SNP 18,362개의 유전체 정보에 기반한 유전체 관계 행렬(genomic relationship matrix, GRM) 이용
- MTG2 v2.2 사용
- 4가지 형질(분만간격, 초산일령, 임신기간, 수태 당 인공수정 횟수)에 대해 다음과 같은 모델식 적용

$$y = Xb + Zu + e$$

$y$  : 표현형 벡터

$X$  : 고정효과에 대한 설계행렬

$b$  : 고정효과에 대한 추정치 벡터

$Z$  : 임의효과에 대한 설계행렬

$u$  : 개체효과에 대한 추정치 벡터

$e$  : 잔차 벡터

- 고정효과로 출생 연도\_출생 계절\_분만 연도\_분만\_계절로 설정하였으며, 임의효과로 개체효과를 설정함.
- 유전력은 다음과 같은 식으로 추정함.

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2}$$

$\sigma_a^2$  : 유전 분산     $\sigma_e^2$  : 환경 분산

- 4가지 번식형질의 유전력은 0.042, 0.026, 0.092, 0.070으로 평균 0.058로 매우 낮은 유전력으로 추정
- 유전 분산에 비해 환경 분산이 큰 값을 가지기 때문에 환경적인 영향을 많이 받음.

표. 4가지 번식형질(분만간격, 초산일령, 임신기간, 수태 당 인공수정 횟수)에 대한 유전모수 및 유전력

Trait	$\sigma_a^2$	$\sigma_a^2$ (SD)	$\sigma_e^2$	$\sigma_e^2$ (SD)	$h^2$	$h^2$ (SD)
분만간격	104.88	39.13	2394.52	61.08	0.042	0.016
초산일령	41.92	17.80	1550.98	32.34	0.026	0.011
임신기간	5.23	0.96	51.87	1.17	0.092	0.016
수태 당 인공수정 횟수	0.03	0.01	0.45	0.01	0.070	0.015

$\sigma_a^2$  : additive genetic variance  $\sigma_e^2$  : environmental(residual) variance  $h^2$  : heritability



그림. 4가지 번식 형질에 대한 분산성분 추정치

(6) 유전체 육종가 평가

- 4가지 번식 형질에 대한 개체별 추정된 유전체 육종가의 정확도는 각 형질별 추정된 유전체 육종가 표준오차와 상가적 유전 분산을 이용하여 계산
- GBLUP 방법으로 추정된 표현형 정보와 유전체 정보가 모두 존재하는 한우 참조집단과 유전체 정보만 존재하는 한우 참조집단, 제주 흑우 암소 검정집단의 유전체 육종가의 정확도를 평가함.
- 추정된 유전체 육종가의 정확도의 평균인 집단별 Model accuracy(모델 정확도)를 계산함.
- 흑우 암소의 모델 정확도는 19.6%로 낮은 정확도로 나타남.
- 한우 집단에서 표현형과 유전형 자료가 모두 존재하는 집단에서 더 높은 정확도로 나타남.

표. 4가지 번식형질(분만간격, 초산일령, 임신기간, 수태 당 인공수정 횟수)에 대한 모델 정확도

Group	Type	Trait	N	Model accuracy	S.D. <sup>1)</sup>
TEST	GEN	CI	788	0.162	0.041
		AFC	788	0.152	0.038
		GI	788	0.246	0.049
		NAIPC	788	0.224	0.047
		average		0.196	
REF	GEN	CI	3,577	0.341	0.056
		AFC	2,061	0.326	0.054
		GI	1,630	0.473	0.054
		NAIPC	1,617	0.441	0.054
		average		0.395	
	PHEN + GEN	CI	4,737	0.404	0.050
		AFC	6,253	0.372	0.050
		GI	6,684	0.543	0.045
		NAIPC	6,697	0.506	0.047
		average		0.457	

CI : calving interval(분만간격), AFC : age of first calving(초산일령), GL : gestation length(임신기간), NAIPC : number of artificial inseminations per conception(수태 당 인공수정 횟수)

$$Model\ accuracy = \frac{\sum^n Accuracy_i}{n}$$

<sup>1)</sup>S.D. : standard deviation

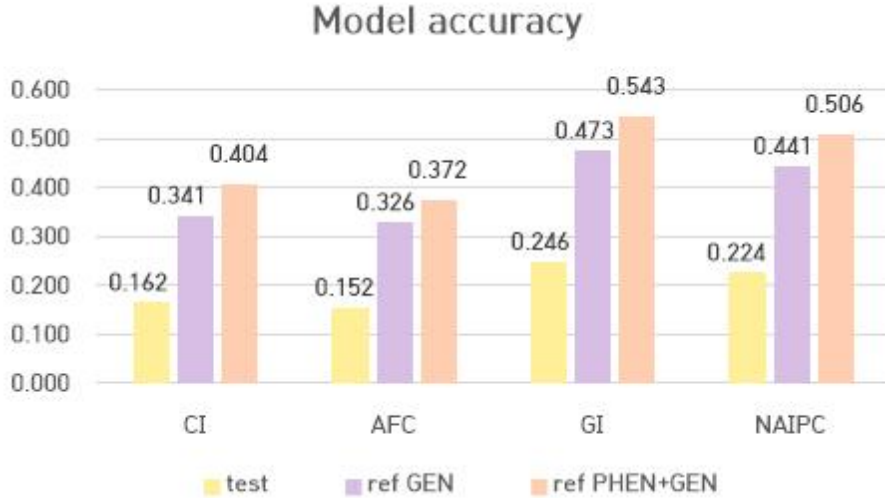


그림. 4가지 번식 형질에 대한 집단별 모델 정확도

(7) 결론

- 제주 흑우 암소의 유전력과 정확도가 낮으므로 유전적 관계가 가까운 충분한 수의 제주 흑우 집단 구축 필요
- 제주 흑우 번식 및 보존을 위한 기초 자료를 제공하며, 제주 흑우 번식 형질에 대한 추가 연구 필요

다. 제주흑우 도체 고급육 형질 유전체 육종가 평가

(1) 분석 데이터 수집

(가) SNP 자료

1) 한우 : Illumina Hanwoo 50K v.1 SNP chip (53,866 SNP)

표. 한우 SNP chip에서 사용할 데이터 선별 과정

품종	RAW		이상 Chr 제거	이상 Allele 제거	Chr, Pos 중복 제거	비 일치 allele 제거
	sample	SNP				
한우	19,154	53,866	52,189	52,189	52,116	52,116

2) 흑우 : 대용량 160K Affymetrix SNP Axiom array (161,592 SNP)

표. 흑우 SNP chip에서 사용할 데이터 선별 과정

품종	RAW		이상 Chr 제거	이상 Allele 제거	Chr, Pos 중복 제거	비 일치 allele 제거
	sample	SNP				
JBC	3,923	161,592	151,952	151,804	147,793	147,793

3) 한우 및 흑우 SNP에서 공통 SNP 추출

표. 선별한 한우 및 흑우 SNP 중 공통 SNP 선별 과정

	sample	SNP	공통 SNP 추출	chr, pos 정보 비교	'+' strain SNP 선별	최종
한우	19,154	52,116	47,712	47,666	23,915	23,915
흑우	3,923	147,793				

(나) 표현형 자료

1) 한우

- 18 ~ 20년도 봉화 표현형에 기인하여 거세우 개체 1,032두 선별
- 2022년 (주)티엔티리씨치에서 도축된 한우 거세우 18,151에 대한 정보 제공
  - 전체 19,183(18,151+1,032)두 중 중복 개체 9두 제거: 19,174두
  - 19,174두 중 도체 형질 데이터가 존재하지 않는 7두 제거: 19,166두
  - 도축개월령이 24개월 미만, 36개월 이상인 개체 12두 제거: 19,154두

2) 제주흑우

- 21년도에 DNALink에서 제공한 SNP chip 데이터에 있는 3,923두 중 제주 흑우 품종 1,581두 선별
  - 2007년 이하로 태어난 암컷 57두, 2009년 이하로 태어난 수컷 7두 제거: 1,517두
  - 도축월령이 24개월령 미만인 개체 2두 제거: 1,515두
- 최종 한우 19,154두, 흑우 1,515두를 분석에 사용

(2) 수집된 데이터 필터링

(가) Pairwise IBS test

- 한우 데이터 19,154두 및 제주우 데이터 3,923두로 총 23,077두와 23,915 SNP를 이용하여 IBS distance test 수행
- PLINK software v.1.9 이용
- 각 개체간의 동일 마커에서 유전자형의 유사성 판별



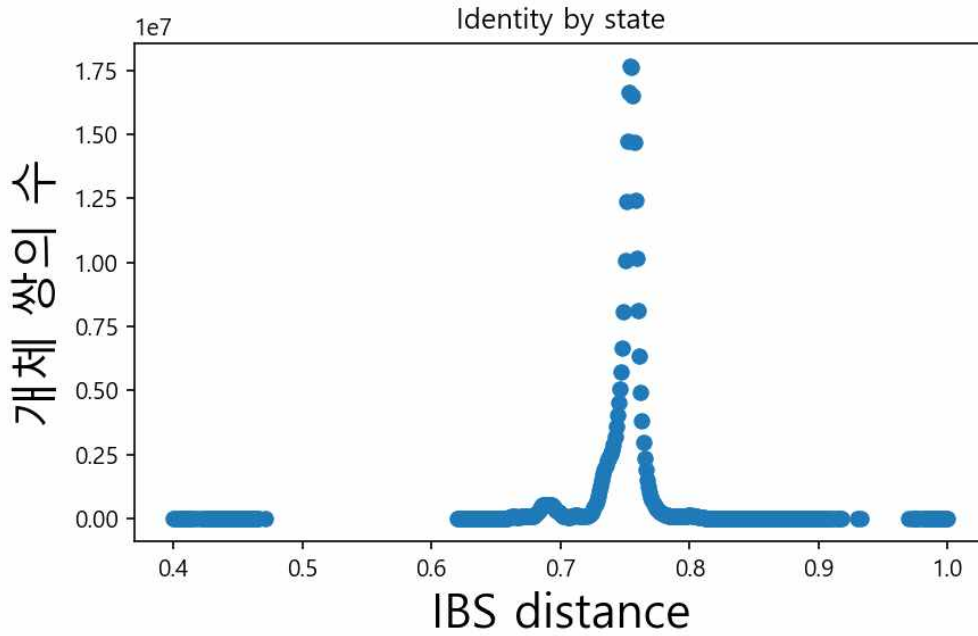


그림. The scatter plot of IBS distance among total individuals

- 해당 유사성이 99% 이상인 경우, 쌍둥이 개체로 판별하여 제거(표.)
- 총 313두 제거되어 최종적으로 22,764두 남음 (내륙한우: 19,134, 제주우: 3,630)

(나) Quality Control (QC)

- IBS test 수행결과 후 남은 22,764두와 상염색체 SNP 23,915개에 대한 QC 진행
- QC threshold(표.)

표. 분석 개체 및 SNP에 대한 QC 제거 기준

Group	QC	Thresholds
Samples	Call rate	< 90%
	Call rate	< 90%
SNPs	Minor Allele Frequency	< 1%
	Hardy-Weinberg Equilibrium p-value	< 0.000001

- 분석 수행결과
  - QC 이후 남은 SNP: 18,540
  - 남은 sample: 22,738

표. QC 과정까지의 분석 데이터 크기 정리

Population	Raw		After IBS		After QC	
	sample	SNP	sample	SNP	sample	SNP
Hanwoo	19,154	23,915	19,134	23,915	19,120	18,540
Jeju black cattle	3,923		3,630		3,618	

(3) 제주 흑우 검정집단 유전체 육종가(GEBV) 추정 및 평가

- QC 후 필터링 된 개체 중 분석에 필요한 개체를 집단별로 나눔(표.).

표. 제주 흑우 육종가 추정을 위해 사용될 분석 집단

Population	N
Reference Hanwoo	19,120
Reference Jeju black cattle	1,013
Test Jeju black cattle	377

- a. G-matrix 작성
- GCTA software in linux 이용
- 한우 참조집단(19,120), 흑우 참조집단(1,013), 흑우 검정집단(377)과 18,540SNP를 이용해 유전체 관계행렬(G-matrix) 추정
- 추정된 육종가를 비교하기 위해 세 그룹의 참조집단으로 나눠 분석 진행(표.)

표. 제주 흑우 육종가 추정을 위해 사용될 분석 집단

Group	참조집단		검정집단	
	품종	N	품종	N
그룹1	한우	19,120	제주 흑우	377
그룹2	제주 흑우	1,013		
그룹3	한우 및 제주 흑우	20,133		

- b. G-BLUP을 이용한 GEBV 추정
- MTG software 2.22 version 사용
- Animal Model에서 SNP 정보를 활용한 개체들간의 G-matrix를 이용
- 도축 형질에 대해 아래와 같은 일반 선형 모델(Animal Model) 적용

$$y = Xb + Za + e$$

$y$  = 표현형 벡터(도축 형질: CWT, EMA, BF, MS)  
 $b$  = 고정효과  
 $a$  = 임의효과  
 $e$  = 잔차벡터

- 고정효과는 품종, 성별, 출하 월령을 고려해 그룹으로 나뉘고, 개체효과를 임의효과로 설정하여 분석을 진행
- 추정된 유전 모수(유전 분산 및 잔차 분산 등)를 통해 유전력 추정

$$Heritability(h^2) = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_P^2} = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_e^2}$$

$\sigma_g^2$  : 유전 분산    $\sigma_p^2$  : 표현형 분산 = 유전 분산 + 잔차 분산(환경 분산)

- c. 추정된 유전체 육종가 정확도 비교
- 분추정된 유전체 육종가의 정확도를 참조집단별로 계산하여 비교

$$Accuracy_i = \sqrt{1 - (stderror(g_i))^2 / \sigma_g^2}$$

$stderror(g_i)$  : 형질별 개체(i)의 유전체 육종가(GEBV) 표준오차

$\sigma_g^2$  : 형질의 상가적 유전 분산(additive genetic variance)

$$Model\ accuracy = \frac{\sum_{i=1}^n accuracy_i}{n}$$

(가) 그룹 1 결과. 한우 참조집단 및 제주 흑우 검정집단

1) 유전모수

표. 한우 참조집단 및 제주 흑우 검정집단을 사용하여 추정된 유전 모수

Trait	N	$\sigma_g^2$	sd	$\sigma_e^2$	sd	$h^2$	sd
CW	19,479	791.24	30.80	1504.26	19.60	<b>0.34</b>	0.01
EMA		42.93	1.83	99.25	1.28	<b>0.30</b>	0.01
BF		7.53	0.32	16.41	0.21	<b>0.31</b>	0.01
MS		1.37	0.05	2.02	0.03	<b>0.41</b>	0.01

$\sigma_g^2$ : additive genetic variance  $\sigma_e^2$ : residual variance  $h^2$ : heritability

2) 추정된 유전체 육종가(GEBV)

- 한우 품종이 흑우 품종보다 모든 형질에 대해 더 우수하게 GEBV가 추정되었음을 볼 수 있음(표.).

표 추정된 유전체 육종가(GEBV)

Group	N	Trait	Min	Max	Average	Std
Reference (한우)	19,120	CW	-103.45	111.11	0.38	26.27
		EMA	-24.34	26.28	0.10	5.90
		BF	-7.56	11.11	-0.01	2.25
		MS	-3.35	3.48	0.01	0.99
Test (제주 흑우)	377	CW	-65.18	27.97	-19.66	16.51
		EMA	-15.09	12.93	-5.21	3.84
		BF	-3.47	4.50	0.31	1.45
		MS	-3.05	2.80	-0.74	0.66

3) 육종가 정확도

표. 추정된 유전체 육종가 정확도

Group	Breed	N	CW	EMA	BF	MS
Reference	한우	19,120	0.81	0.79	0.80	0.83
Test	제주 흑우	377	0.57	0.54	0.55	0.60

(나) 그룹 2 결과. 제주 흑우 참조집단 및 제주 흑우 검정집단

1) 유전모수

표. 제주 흑우 참조집단 및 제주 흑우 검정집단을 사용하여 추정된 유전 모수

Trait	N	$\sigma_g^2$	sd	$\sigma_e^2$	sd	$h^2$	sd
CW	1,390	1017.87	172.17	1297.99	121.72	<b>0.44</b>	0.06
EMA		28.94	6.52	69.93	5.46	<b>0.29</b>	0.06
BF		14.13	3.29	34.72	2.75	<b>0.29</b>	0.06
MS		1.56	0.24	1.61	0.16	<b>0.49</b>	0.06

$\sigma_g^2$ : additive genetic variance  $\sigma_e^2$ : residual variance  $h^2$ : heritability

2) 추정된 유전체 육종가(GEBV)

표. 추정된 유전체 육종가(GEBV)

Group	N	Trait	Min	Max	Average	Std
Reference (제주 흑우)	1,013	CW	-67.35	167.67	-0.82	27.01
		EMA	-12.06	15.21	-0.21	3.99
		BF	-6.17	8.42	0.08	2.30
		MS	-2.48	4.15	-0.02	1.03
Test (제주 흑우)	377	CW	-59.94	78.61	2.20	24.30
		EMA	-9.52	12.13	0.55	3.75
		BF	-4.64	4.91	-0.20	1.71
		MS	-1.89	2.68	0.06	0.76

3) 육종가 정확도

표. 추정된 유전체 육종가 정확도

Group	Breed	N	CW	EMA	BF	MS
Reference	제주 흑우	1,013	0.72	0.64	0.63	0.75
Test	제주 흑우	377	0.52	0.47	0.47	0.53

(다) 그룹 3 결과. 한우 및 흑우 참조집단 및 제주 흑우 검정집단

1) 유전모수

표. 한우, 흑우 참조집단 및 제주 흑우 검정집단을 사용해 추정된 유전 모수

Trait	N	$\sigma_g^2$	sd	$\sigma_e^2$	sd	$h^2$	sd
CW	20,510	771.92	29.55	1522.00	19.16	<b>0.34</b>	0.01
EMA		41.23	1.73	98.66	1.23	<b>0.29</b>	0.01
BF		7.67	0.32	17.54	0.22	<b>0.30</b>	0.01
MS		1.34	0.05	2.03	0.03	<b>0.40</b>	0.01

$\sigma_g^2$ : additive genetic variance  $\sigma_e^2$ : residual variance  $h^2$ : heritability

2) 추정된 유전체 육종가(GEBV)

- 한우 품종이 흑우 품종보다 모든 형질에 대해 더 우수하게 GEBV가 추정되었음을 볼 수 있음(표).

표. 추정된 유전체 육종가(GEBV)

Group	N	Trait	Min	Max	Average	Std
Reference (한우)	19,120	CW	-100.78	109.86	3.43	26.09
		EMA	-23.37	26.52	0.71	5.85
		BF	-7.83	10.84	-0.09	2.24
		MS	-3.17	3.59	0.11	0.98
Reference (흑우)	1,013	CW	-105.40	94.28	-49.17	24.45
		EMA	-22.72	10.92	-10.16	4.26
		BF	-5.67	10.67	1.30	2.33
		MS	-3.94	2.15	-1.50	0.94
Test (제주 흑우)	377	CW	-121.97	23.96	-45.15	25.86
		EMA	-21.37	10.35	-9.29	5.02
		BF	-4.28	7.61	0.87	2.12
		MS	-3.33	2.83	-1.38	0.86

3) 육종가 정확도

표. 추정된 유전체 육종가 정확도

Group	Breed	N	CW	EMA	BF	MS
Reference	한우 및 흑우	20,133	0.81	0.79	0.80	0.83
Test	제주 흑우	377	0.74	0.72	0.72	0.76

- 참조집단과 유전적 거리가 가까운 그룹 2의 모델 정확도는 참조집단의 크기가 19배 이상 큰 그룹 1의 모델 정확도와 비슷하게 나타남.
- 그룹 1과 3을 비교했을 때 기존 많은 수가 확보된 한우 참조집단에 검정집단과 같은 품종의 개체를 추가시켰을 때 정확도가 상당히 증가하는 것을 볼 수 있음.
- 따라서 유전체 선발 정확도를 높이기 위해선 검정집단과 참조집단의 유전적 거리가 가깝고, 충분한 크기의 참조집단이 필요한 것으로 생각되며, 이는 높은 육종가 정확도를 통해 흑우 유전체 선발을 위한 기초 자료로 충분히 활용될 수 있음.

4. 제주흑우 고기능성·건강육 개선을 위한 유전체분석

라. GWAS를 통한 제주흑우 고기능성 건강육 성분관련 SNP 발굴

(1) 연구 재료

(가) 검정집단 구축

- (2020-11-06에 받은) 제주흑우 개체 총 1,503두 중에서 최종적으로 유전자형과 표현형 자료에 중복 되어 존재하는 제주흑우 12두를 이용
- 제주흑우 맞춤형 Affymetrix 150K SNP chip에 있는 SNP들 중에서 29개 상염색체에 존재하는 총 147,803 SNP를 사용함.

(나) 표현형 자료

○ Fatty acid(%)

- Myristic acid, Myristoleic acid, Pentadecanoic acid, Palmitic acid, Palmitoleic acid, Heptadecanoic acid, Cis-10-Heptadecenoic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid, Linolenic acid, Arachidic acid, Eicosatrienoic acid, Arachidonic acid
- 형질 14개 중 표현형 정보 가진 제주흑우 개체수가 10두 미만일 경우, 해당 형질은 제거
  - 5개의 형질 제거, 9개의 형질에 대해 분석 진행
- 9개의 형질에 대하여 분석 중 오류가 발생되어, 해당 형질(Linolenic acid) 제거
  - 결과적으로 8개의 형질에 대해 분석 진행
- 최종 8개의 형질 : Myristic acid, Palmitic acid, Palmitoleic acid, Stearic acid, Oleic acid, Linoleic acid, Arachidic acid, Arachidonic acid



(2) Quality control(QC)

- PLINK v1.90을 이용
- 기준 :
  - MAF(Minor Allele Frequency) < 0.2
  - SNP Call rate < 90%
- 결과 :
  - SNP 147,803개 중 93,277개 제거
  - 남은 SNP 54,526개

Group	Quality control	Thresholds
SNPs	Minor allele frequency	< 0.2
	Call rate	< 90%

(3) 표현형 및 유전자형 정보 개체 매칭

- 지방산 분석 개체 29두 중 Fatty acid 표현형 및 유전자형 정보가 모두 존재하는 12두의 개체 정보만 유지

Raw file		Quality control		phenotype match genotype	
No. of samples	No. of SNPs	No. of samples	No. of SNPs	No. of samples	No. of SNPs
1,503	147,803	1,503	54,526	12	54,526

(4) 모델설정 : 분석 형질에 대하여 선형모델을 적용

$$y = X\beta + e$$

- PLINK v1.90을 이용
  - 여기서,
    - y: 형질의 표현형 벡터
    - X: 고정효과와 공변이에 대한 설계행렬,
    - $\beta$ : 고정효과와 공변이에 대한 추정치 벡터,
    - e: 임의 잔차벡터
- 월령 범위는 40개월 미만, 40개월 이상을 1, 2로 구분하여 설정

(5) 각 표현형에 대하여, 각 염색체별로 유의미한 SNP 수는 다음 표에 작성함

CHR	총 SNP 수	Arachidic acid	Arachidonic acid	Linoleic acid	Myristic acid	Oleic acid	Palmitic acid	Palmitoleic acid	Stearic acid
1	3,502	0	4	0	3	4	4	0	3
2	2,782	2	4	0	2	4	3	14	1
3	2,719	33	9	0	2	5	5	5	0
4	2,454	3	6	0	0	0	0	1	0
5	2,630	0	2	0	0	1	2	0	2
6	2,979	8	1	0	1	2	1	0	1
7	2,527	0	0	0	0	0	1	2	0
8	2,419	8	4	4	2	4	4	1	0
9	1,944	0	10	0	25	1	3	1	0
10	2,199	36	2	0	0	25	18	1	2
11	2,076	4	4	1	0	1	4	1	0
12	1,900	0	1	0	0	0	0	0	1
13	1,840	0	3	12	0	4	5	0	0
14	1,818	0	0	0	0	1	2	0	0
15	1,960	0	0	0	1	1	0	6	0
16	1,793	0	2	0	0	0	0	0	0
17	1,561	3	0	0	0	1	2	0	0
18	1,430	0	9	5	1	1	5	0	0
19	1,385	0	0	4	0	0	4	0	0
20	1,654	0	3	0	0	8	15	0	0
21	1,511	0	5	0	0	0	0	0	0
22	1,399	20	8	4	1	0	0	0	0
23	1,409	7	2	0	10	0	0	2	0
24	1,347	0	2	0	0	9	10	0	0
25	975	7	2	0	0	0	0	0	0
26	1,020	0	1	0	0	4	4	0	0
27	922	13	0	0	0	0	0	0	0
28	1,048	0	1	0	0	3	4	0	0
29	1,323	1	4	0	0	0	0	1	0
total	54,526	145	89	30	48	79	96	35	10

- 54,526개의 SNP와 제주흑우 12두를 분석한 결과, p-value <  $10^{-3}$ 인 유의적인 SNP의 수는 Arachidic acid에서 145개, Arachidonic acid에서 89개, Linoleic acid에서 30개, Myristic acid에서 48개, Oleic acid에서 79개, Palmitic acid에서 96개, Palmitoleic acid에서 35개, Stearic acid에서는 10개로 나타났음.
- 또한, 각각의 형질별로 유의한 SNP를 가장 많이 가지고 있는 염색체는 Arachidic acid, Oleic acid, Palmitic acid 형질은 10번, Arachidonic acid, Myristic acid 형질은 9번, Linoleic acid, Palmitoleic acid, Stearic acid 형질은 각각 13번, 2번, 1번으로 나타나는 것을 확인함.

Trait		중복된 SNP 수
Palmitoleic acid	Stearic acid	1
Linoleic acid	Myristic acid	4
Oleic acid	Palmitic acid	65

- 형질별로 중복된 SNP를 살펴보았을 때, 최대 두 개의 형질에 대해 중복된 유의한 SNP 70개를 발견하였으며, 이 중 65개의 SNP가 Oleic acid와 Palmitic acid 사이에서 중복되어 있음.

## (6) 유의적 SNP 발굴 결과

(가) Arachidic\_acid

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-124385343	[G/A]	0.273	2	48,240,577	0.094	0.018	3.052	0	6	5
AX-115103194	[A/C]	0.208	2	58,291,941	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-24922521	[T/C]	0.333	3	8,921,793	-0.074	0.014	3.341	1	6	5
AX-106754400	[A/G]	0.333	3	25,458,230	0.092	0.017	3.399	1	6	5
AX-124344699	[A/G]	0.375	3	30,318,611	0.091	0.019	3.069	1	7	4
AX-169463217	[C/T]	0.375	3	30,349,171	0.091	0.019	3.069	1	7	4
AX-106741514	[G/T]	0.333	3	32,053,703	-0.074	0.014	3.341	1	6	5
AX-169393664	[C/T]	0.333	3	32,058,667	-0.074	0.014	3.341	1	6	5
AX-117084114	[G/A]	0.333	3	32,077,291	-0.074	0.014	3.341	1	6	5
AX-169424901	[C/A]	0.333	3	36,228,029	-0.074	0.014	3.341	1	6	5
AX-169394345	[G/C]	0.333	3	43,806,896	-0.074	0.014	3.341	1	6	5
AX-169460601	[G/A]	0.375	3	44,586,617	0.091	0.019	3.069	1	7	4
AX-169477840	[A/C]	0.333	3	44,792,454	-0.074	0.014	3.341	1	6	5
AX-169403238	[T/C]	0.292	3	45,819,233	0.091	0.019	3.069	0	7	5
AX-106751591	[A/G]	0.292	3	45,826,189	0.091	0.019	3.069	0	7	5
AX-106749029	[A/G]	0.227	3	52,575,462	0.099	0.016	3.521	0	5	6
AX-169410806	[C/T]	0.250	3	56,006,273	0.092	0.017	3.399	0	6	6
AX-106724676	[G/A]	0.333	3	62,738,616	0.092	0.017	3.399	1	6	5
AX-115106014	[G/A]	0.333	3	63,026,914	0.092	0.017	3.399	1	6	5
AX-169474302	[A/G]	0.333	3	63,341,354	0.092	0.017	3.399	1	6	5
AX-106731332	[C/A]	0.292	3	65,409,663	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-169372025	[A/G]	0.292	3	65,893,850	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-106732575	[A/G]	0.292	3	65,924,617	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-169359372	[A/G]	0.250	3	66,677,877	0.100	0.017	3.562	1	4	7

MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169384287	[A/G]	0.250	3	70,696,723	0.100	0.017	3.562	1	4	7
AX-169473100	[C/G]	0.167	3	72,804,202	0.100	0.017	3.562	0	4	8
AX-169395561	[G/A]	0.167	3	72,827,228	0.100	0.017	3.562	0	4	8
AX-106738600	[T/C]	0.167	3	78,201,865	0.100	0.017	3.562	0	4	8
AX-25187461	[C/T]	0.167	3	79,381,236	0.100	0.017	3.562	0	4	8
AX-169464710	[G/C]	0.292	3	80,516,366	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-106745275	[C/A]	0.292	3	80,562,496	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-106733649	[G/T]	0.292	3	81,120,497	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169455501	[C/G]	0.333	3	82,946,388	-0.100	0.017	3.562	0	8	4
AX-169379552	[A/C]	0.333	3	88,289,620	-0.100	0.017	3.562	0	8	4
AX-169393599	[C/G]	0.250	3	119,076,365	0.071	0.013	3.398	1	4	7
AX-169379819	[C/G]	0.208	4	108,712,941	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-117080231	[T/C]	0.208	4	108,754,288	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-106723961	[A/G]	0.208	4	108,786,955	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169489267	[T/G]	0.208	6	4,774,849	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169415829	[G/A]	0.208	6	6,703,055	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169383561	[T/C]	0.208	6	6,741,474	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169458884	[T/C]	0.208	6	6,774,489	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169366150	[T/C]	0.208	6	9,602,514	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-115103023	[C/T]	0.208	6	9,633,428	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-115111732	[T/C]	0.208	6	11,331,047	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-124375872	[T/C]	0.417	6	30,553,830	-0.100	0.017	3.562	1	8	3
AX-115115338	[G/A]	0.292	8	56,442,826	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-169476610	[T/C]	0.292	8	56,444,891	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-106721355	[T/C]	0.250	8	56,552,376	-0.092	0.017	3.399	0	6	6
AX-27509444	[G/A]	0.250	8	72,499,379	0.100	0.017	3.562	1	4	7
AX-115099904	[T/A]	0.273	8	72,912,204	0.097	0.018	3.182	1	4	6

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169423896	[C/G]	0.333	8	73,116,541	0.092	0.017	3.399	1	6	5
AX-27514660	[C/A]	0.333	8	73,832,857	-0.100	0.017	3.562	0	8	4
AX-106737725	[T/C]	0.333	8	73,881,694	-0.100	0.017	3.562	0	8	4
AX-169382516	[A/G]	0.250	10	17,669,407	0.092	0.017	3.399	0	6	6
AX-169475990	[G/A]	0.250	10	17,669,666	0.092	0.017	3.399	0	6	6
AX-169394325	[A/C]	0.208	10	20,687,531	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169412212	[A/G]	0.208	10	20,697,064	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169365162	[A/G]	0.292	10	21,765,264	-0.091	0.019	3.069	1	5	6
AX-169395652	[A/G]	0.292	10	21,788,695	-0.091	0.019	3.069	1	5	6
AX-169376329	[A/G]	0.292	10	22,140,092	-0.091	0.019	3.069	1	5	6
AX-169393735	[G/A]	0.292	10	26,800,327	0.091	0.019	3.069	0	7	5
AX-169383646	[A/G]	0.292	10	29,407,532	-0.091	0.019	3.069	1	5	6
AX-169478135	[G/A]	0.292	10	33,156,926	-0.091	0.019	3.069	1	5	6
AX-169418369	[C/T]	0.208	10	33,452,051	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-106741042	[A/G]	0.375	10	33,736,444	0.091	0.019	3.069	1	7	4
AX-115106857	[G/T]	0.208	10	34,459,706	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169465071	[A/G]	0.208	10	35,325,631	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169486619	[C/T]	0.208	10	35,335,413	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169489809	[T/C]	0.208	10	35,350,355	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169482780	[G/C]	0.208	10	35,350,398	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169384362	[C/T]	0.208	10	35,352,048	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169379424	[C/T]	0.208	10	35,522,836	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169395923	[G/A]	0.208	10	35,567,723	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-115116763	[T/C]	0.208	10	35,673,350	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169417007	[C/A]	0.208	10	35,752,757	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169472811	[C/T]	0.208	10	35,790,653	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169400664	[T/G]	0.208	10	35,869,473	-0.091	0.019	3.069	0	5	7

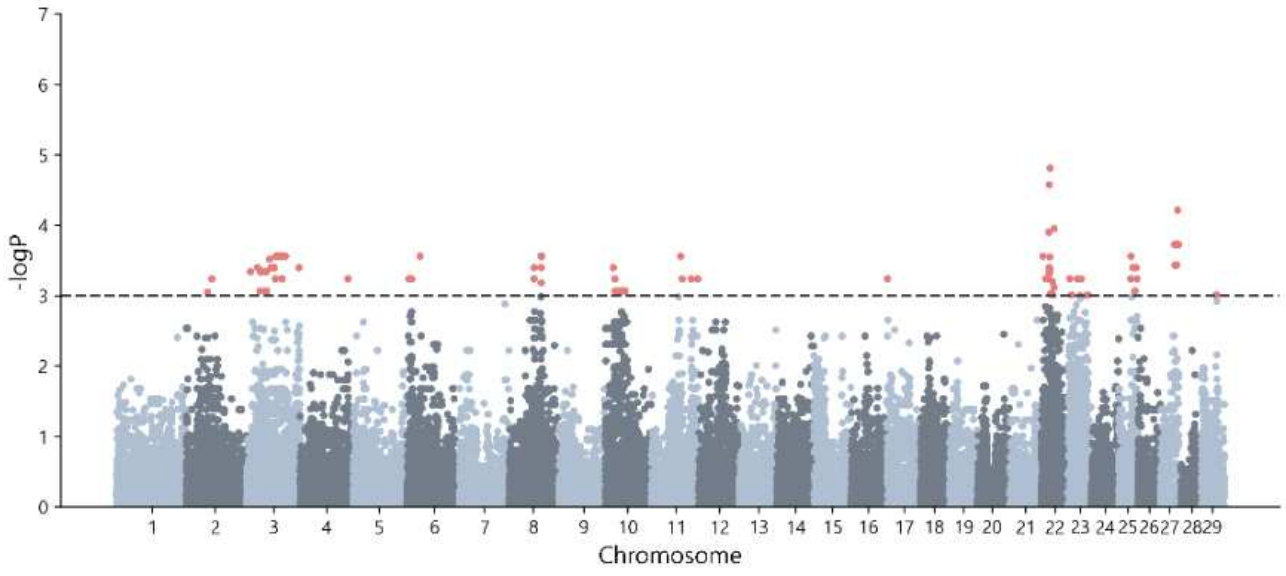
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169456342	[A/T]	0.208	10	35,906,287	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169401183	[T/C]	0.208	10	35,911,804	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-115099102	[T/G]	0.208	10	37,754,495	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169414417	[T/C]	0.208	10	38,386,025	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-106764027	[A/G]	0.208	10	38,727,661	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-106721078	[A/G]	0.292	10	38,856,220	-0.091	0.019	3.069	1	5	6
AX-169477006	[A/G]	0.208	10	39,080,627	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169409674	[A/G]	0.292	10	40,815,448	0.091	0.019	3.069	0	7	5
AX-117116022	[T/C]	0.375	10	42,501,988	0.091	0.019	3.069	1	7	4
AX-106760755	[T/C]	0.375	10	43,773,196	0.091	0.019	3.069	1	7	4
AX-169397396	[G/A]	0.292	10	43,982,050	0.091	0.019	3.069	0	7	5
AX-106760190	[A/G]	0.292	10	44,006,781	0.091	0.019	3.069	0	7	5
AX-169454670	[A/C]	0.333	11	65,896,027	-0.100	0.017	3.562	0	8	4
AX-106733910	[A/T]	0.292	11	69,240,871	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169421165	[A/G]	0.292	11	90,068,133	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-169470684	[A/G]	0.208	11	104,582,122	0.092	0.018	3.240	0	5	7
AX-169483879	[C/T]	0.375	17	588,889	-0.092	0.018	3.240	1	7	4
AX-169382803	[A/G]	0.375	17	616,288	-0.092	0.018	3.240	1	7	4
AX-169456470	[A/G]	0.375	17	618,063	-0.092	0.018	3.240	1	7	4
AX-169401383	[A/G]	0.333	22	4,643,997	-0.100	0.017	3.562	0	8	4
AX-169421282	[A/G]	0.292	22	11,170,572	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169374436	[C/T]	0.292	22	11,291,846	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169406609	[T/C]	0.417	22	17,599,107	0.056	0.009	3.903	4	2	6
AX-115116550	[A/G]	0.292	22	17,629,960	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169396516	[A/G]	0.417	22	17,827,068	0.056	0.009	3.903	4	2	6
AX-106741331	[A/G]	0.417	22	17,831,641	0.056	0.009	3.903	4	2	6
AX-106734678	[C/T]	0.417	22	18,839,403	-0.073	0.009	4.577	2	6	4

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106750601	[A/G]	0.333	22	19,129,988	0.092	0.017	3.399	1	6	5
AX-169388086	[T/C]	0.500	22	19,555,337	-0.068	0.013	3.330	3	6	3
AX-106726602	[C/T]	0.417	22	20,434,643	-0.069	0.012	3.551	2	6	4
AX-106750754	[C/T]	0.375	22	20,491,299	-0.078	0.014	3.379	1	7	4
AX-169391045	[C/T]	0.450	22	20,529,512	0.063	0.006	4.812	3	3	4
AX-169473427	[G/A]	0.500	22	21,195,372	-0.056	0.012	3.025	5	2	5
AX-106757124	[G/A]	0.500	22	21,203,326	-0.056	0.012	3.025	5	2	5
AX-169474005	[T/C]	0.500	22	21,252,509	-0.056	0.012	3.025	5	2	5
AX-106770647	[C/T]	0.417	22	26,765,935	-0.067	0.013	3.197	2	6	4
AX-169484388	[G/A]	0.375	22	27,249,619	-0.076	0.016	3.011	1	7	4
AX-169413287	[G/A]	0.458	22	29,515,396	0.063	0.010	3.952	3	5	4
AX-106720665	[G/A]	0.500	22	29,604,876	0.063	0.013	3.118	3	6	3
AX-169465182	[T/C]	0.292	23	3,848,759	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169381750	[C/G]	0.375	23	8,298,721	-0.076	0.016	3.011	1	7	4
AX-169367660	[A/G]	0.292	23	21,246,824	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169424736	[G/C]	0.273	23	26,974,087	0.082	0.016	3.001	0	6	5
AX-169400730	[A/G]	0.292	23	29,187,712	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169377893	[A/G]	0.292	23	29,402,254	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-169384349	[G/A]	0.375	23	45,162,667	-0.076	0.016	3.011	1	7	4
AX-106737181	[T/C]	0.292	25	26,736,589	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-106726924	[C/T]	0.292	25	26,747,553	0.092	0.018	3.240	1	5	6
AX-169421991	[G/A]	0.250	25	27,623,753	0.100	0.017	3.562	1	4	7
AX-106733064	[A/G]	0.250	25	31,525,961	-0.092	0.017	3.399	0	6	6
AX-169397356	[T/C]	0.208	25	36,534,416	-0.091	0.019	3.069	0	5	7
AX-169390537	[G/A]	0.250	25	39,294,478	-0.092	0.017	3.399	0	6	6
AX-106748610	[T/C]	0.292	25	41,370,241	-0.092	0.018	3.240	0	7	5
AX-106738209	[C/T]	0.375	27	31,794,586	-0.066	0.011	3.728	2	5	5

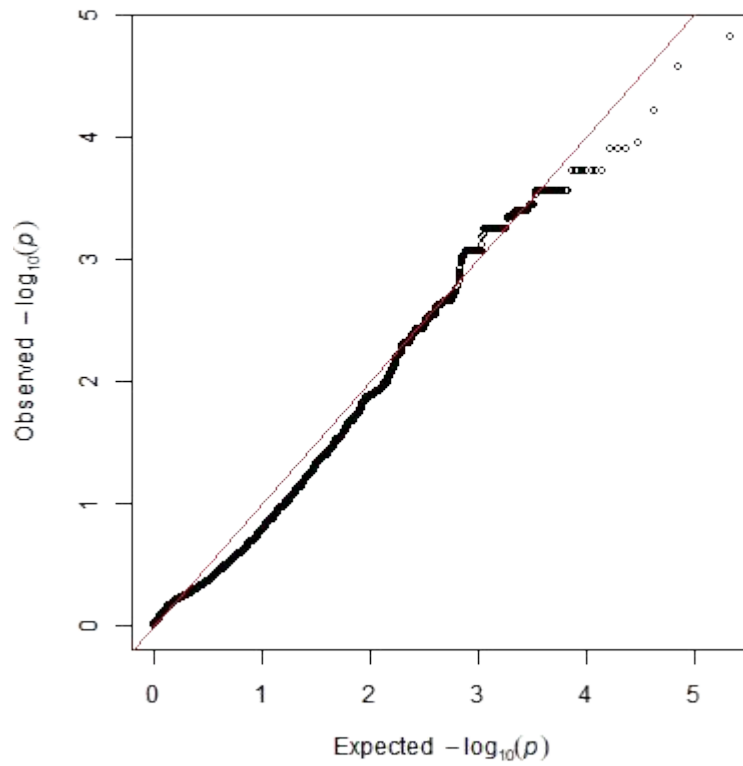


SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106744012	[A/G]	0.333	27	32,405,436	-0.062	0.011	3.436	2	4	6
AX-106733195	[T/C]	0.375	27	33,715,201	-0.066	0.011	3.728	2	5	5
AX-169363742	[G/A]	0.333	27	33,725,438	-0.062	0.011	3.436	2	4	6
AX-106719768	[A/G]	0.333	27	36,673,512	-0.062	0.011	3.436	2	4	6
AX-169409665	[C/T]	0.333	27	36,733,508	-0.062	0.011	3.436	2	4	6
AX-106735284	[C/T]	0.375	27	37,513,923	-0.066	0.011	3.728	2	5	5
AX-106722758	[T/C]	0.409	27	38,985,629	-0.073	0.010	4.216	2	5	4
AX-169462511	[T/C]	0.375	27	39,088,359	-0.066	0.011	3.728	2	5	5
AX-169417934	[C/T]	0.375	27	39,215,742	-0.066	0.011	3.728	2	5	5
AX-169377988	[A/G]	0.375	27	39,240,354	-0.066	0.011	3.728	2	5	5
AX-106743746	[G/A]	0.375	27	39,259,827	-0.066	0.011	3.728	2	5	5
AX-169392630	[T/G]	0.375	27	40,805,251	-0.066	0.011	3.728	2	5	5
AX-169468804	[G/A]	0.417	29	33,900,720	0.066	0.014	3.013	2	6	4

### Arachidic\_acid



### Arachidic\_acid



(ㄴ) Arachidonic\_acid

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-115105049	[G/T]	0.208	1	8,437,530	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-169394920	[C/T]	0.208	1	86,543,900	0.246	0.045	3.416	1	3	8
AX-169403342	[A/G]	0.125	1	93,999,583	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-106754255	[T/C]	0.125	1	94,127,480	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-169379109	[C/T]	0.208	2	31,074,873	0.246	0.045	3.416	1	3	8
AX-169405229	[C/T]	0.375	2	103,847,673	-0.247	0.044	3.496	0	9	3
AX-169381413	[C/A]	0.125	2	130,769,638	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-169387627	[T/C]	0.125	2	133,390,007	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-124348126	[A/G]	0.458	3	81,285,806	-0.170	0.035	3.002	2	7	3
AX-169383897	[G/C]	0.375	3	89,600,680	-0.247	0.044	3.496	0	9	3
AX-106748240	[A/G]	0.458	3	94,364,377	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-169392636	[T/C]	0.458	3	94,447,667	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-169387987	[T/C]	0.458	3	94,466,180	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-169426498	[A/G]	0.458	3	94,536,177	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-169376452	[T/C]	0.458	3	94,563,556	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-106741561	[T/C]	0.458	3	102,026,561	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-106757718	[T/C]	0.458	3	103,411,214	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-106746549	[T/C]	0.458	4	17,358,346	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-106759495	[A/G]	0.125	4	22,811,121	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-106740646	[C/T]	0.458	4	49,738,691	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-169426284	[G/A]	0.125	4	105,160,594	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-117086442	[T/C]	0.125	4	105,169,576	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-25787730	[A/G]	0.125	4	106,364,386	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-169408735	[T/G]	0.458	5	10,190,001	-0.247	0.044	3.496	2	7	3

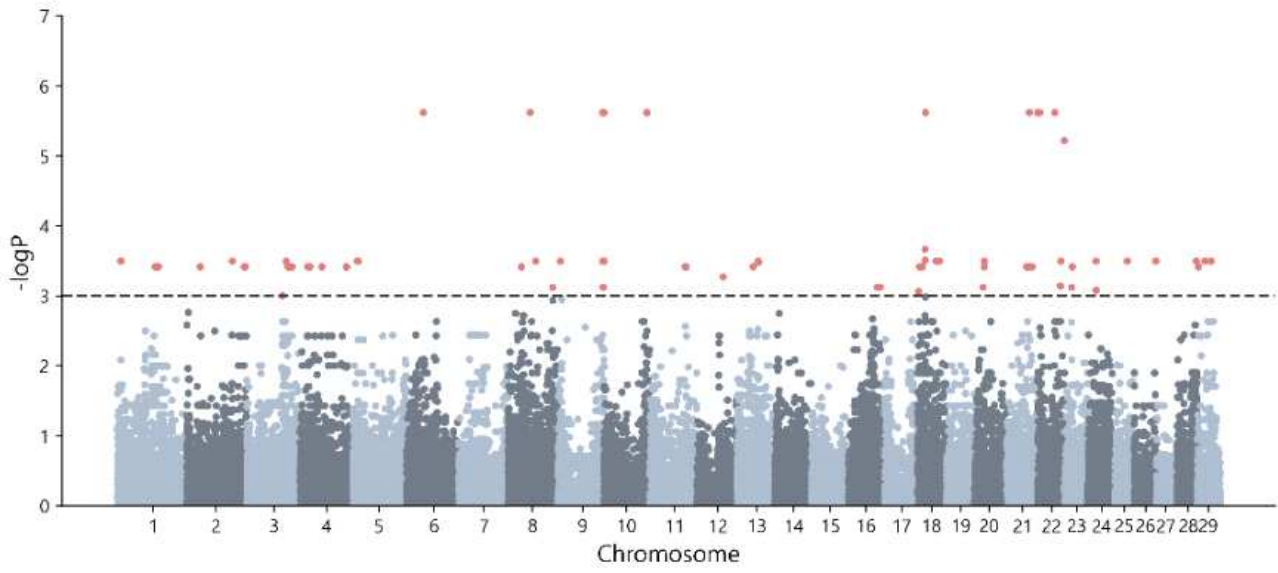
MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169465184	[G/A]	0.458	5	12,159,722	-0.247	0.044	3.496	2	7	3
AX-26466322	[T/C]	0.167	6	38,584,810	0.242	0.023	5.621	0	4	8
AX-106764953	[G/A]	0.125	8	30,129,534	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-124353920	[C/T]	0.167	8	50,189,373	0.242	0.023	5.621	0	4	8
AX-169481691	[A/G]	0.125	8	62,688,929	0.247	0.044	3.496	0	3	9
AX-169475761	[T/C]	0.292	8	101,621,622	-0.204	0.041	3.123	0	7	5
AX-169410603	[T/C]	0.458	9	5,832,949	-0.247	0.044	3.496	2	7	3
AX-106770832	[G/A]	0.208	9	101,726,621	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-106740246	[C/T]	0.250	9	101,966,211	0.242	0.023	5.621	1	4	7
AX-169365894	[C/G]	0.292	9	103,520,998	0.204	0.041	3.123	1	5	6
AX-28070274	[G/A]	0.292	9	103,521,370	0.204	0.041	3.123	1	5	6
AX-106724710	[C/T]	0.208	9	103,646,025	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-106754150	[T/C]	0.292	9	104,586,319	0.247	0.044	3.496	2	3	7
AX-169424913	[A/G]	0.292	9	105,025,570	0.247	0.044	3.496	2	3	7
AX-169372600	[G/C]	0.292	9	105,084,709	0.247	0.044	3.496	2	3	7
AX-169375990	[A/G]	0.250	9	105,431,738	0.242	0.023	5.621	1	4	7
AX-106754715	[G/A]	0.333	10	96,641,408	-0.242	0.023	5.621	0	8	4
AX-106720103	[T/G]	0.333	10	97,372,769	-0.242	0.023	5.621	0	8	4
AX-169474795	[A/G]	0.375	11	80,480,699	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-169400660	[C/G]	0.375	11	80,482,265	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-169468202	[A/G]	0.375	11	80,530,644	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-169476721	[A/G]	0.375	11	81,802,357	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-106742965	[T/C]	0.409	12	59,239,590	-0.277	0.050	3.271	0	9	2
AX-169367837	[G/T]	0.125	13	36,663,680	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-106739912	[A/C]	0.208	13	47,778,392	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-169458532	[A/G]	0.292	13	48,645,052	0.162	0.029	3.482	2	3	7
AX-106738936	[G/A]	0.208	16	64,904,049	0.204	0.041	3.123	0	5	7

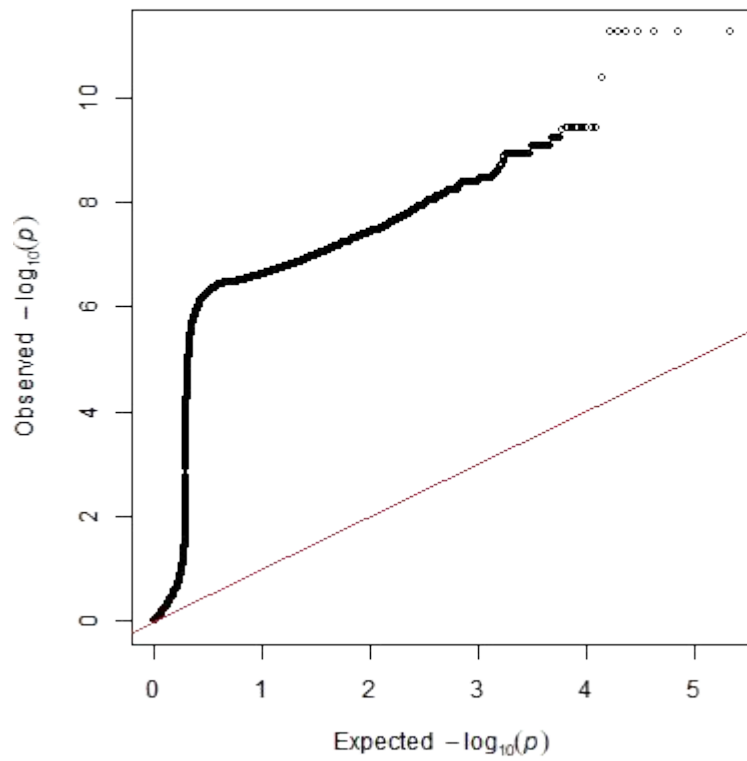
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169457642	[C/T]	0.208	16	71,685,155	0.204	0.041	3.123	0	5	7
AX-169476489	[A/C]	0.458	18	2,267,845	0.140	0.029	3.064	3	5	4
AX-169366066	[C/T]	0.125	18	4,459,504	0.246	0.045	3.416	0	3	9
AX-106760999	[G/A]	0.375	18	10,783,360	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-169406732	[C/T]	0.417	18	17,269,638	0.140	0.025	3.510	3	4	5
AX-106739914	[G/A]	0.375	18	17,343,527	0.127	0.021	3.666	3	3	6
AX-169467998	[C/A]	0.167	18	18,267,721	0.242	0.023	5.621	0	4	8
AX-106719631	[G/A]	0.208	18	42,618,843	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-169478645	[G/A]	0.208	18	44,708,018	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-106739659	[C/T]	0.208	18	49,928,003	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-169376069	[A/G]	0.292	20	19,380,996	-0.204	0.041	3.123	0	7	5
AX-169414327	[G/T]	0.458	20	21,878,278	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-115105522	[G/A]	0.375	20	22,429,967	-0.247	0.044	3.496	0	9	3
AX-169359512	[T/C]	0.375	21	46,720,669	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-169413536	[G/A]	0.375	21	46,734,312	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-169456311	[C/T]	0.375	21	50,945,240	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-106754659	[G/T]	0.333	21	52,702,617	-0.242	0.023	5.621	0	8	4
AX-106734564	[T/C]	0.375	21	59,280,578	-0.246	0.045	3.416	0	9	3
AX-169400402	[C/T]	0.250	22	366,649	0.242	0.023	5.621	1	4	7
AX-169484073	[C/T]	0.250	22	4,923,903	0.242	0.023	5.621	1	4	7
AX-169474735	[G/A]	0.250	22	4,927,418	0.242	0.023	5.621	1	4	7
AX-23293527	[C/T]	0.167	22	39,243,051	0.242	0.023	5.621	0	4	8
AX-169473733	[T/C]	0.292	22	52,003,191	0.119	0.024	3.139	3	1	8
AX-106757466	[G/T]	0.375	22	53,232,159	-0.247	0.044	3.496	0	9	3
AX-169419036	[C/G]	0.375	22	53,235,407	-0.247	0.044	3.496	0	9	3
AX-106757130	[G/A]	0.318	22	60,736,089	-0.236	0.023	5.221	0	7	4
AX-169399331	[A/G]	0.292	23	16,346,176	-0.204	0.041	3.123	0	7	5

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106746815	[G/T]	0.458	23	17,607,286	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-169362850	[T/C]	0.208	24	19,184,952	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-169400636	[C/T]	0.227	24	19,389,353	0.240	0.046	3.080	0	5	6
AX-169364043	[A/C]	0.208	25	27,945,453	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-169389863	[T/C]	0.208	25	27,984,367	0.247	0.044	3.496	0	5	7
AX-115117997	[C/T]	0.292	26	50,273,965	0.247	0.044	3.496	2	3	7
AX-169372264	[T/C]	0.292	28	43,517,833	-0.247	0.044	3.496	0	7	5
AX-169396141	[C/G]	0.458	29	2,359,280	-0.246	0.045	3.416	1	9	2
AX-117084110	[G/C]	0.375	29	17,004,428	-0.247	0.044	3.496	0	9	3
AX-169387543	[C/T]	0.375	29	31,257,793	-0.247	0.044	3.496	0	9	3
AX-106764679	[T/C]	0.375	29	31,271,841	-0.247	0.044	3.496	0	9	3

### Arachidonic\_acid



### Arachidonic\_acid



(㉔) Linoleic acid

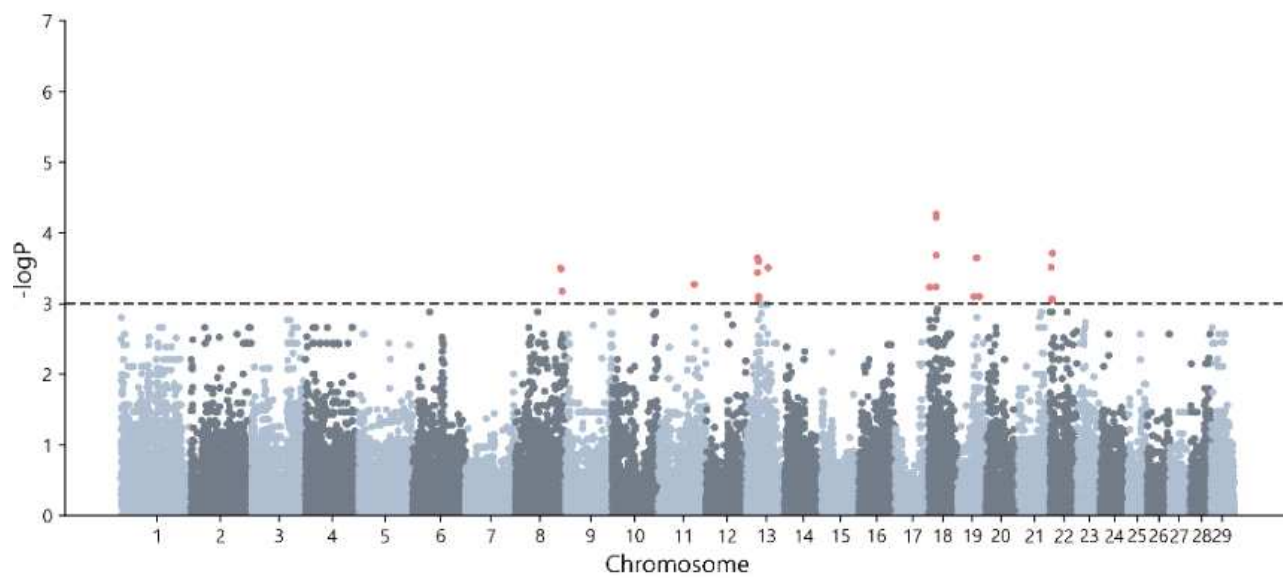
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169385776	[T/C]	0.458	8	101,711,990	0.513	0.091	3.502	3	5	4
AX-115111943	[G/A]	0.500	8	102,992,133	0.673	0.120	3.490	2	8	2
AX-169361706	[T/G]	0.375	8	105,318,914	0.648	0.128	3.176	1	7	4
AX-106743383	[A/G]	0.375	8	105,345,136	0.648	0.128	3.176	1	7	4
AX-169393017	[T/C]	0.417	11	80,616,434	-0.717	0.137	3.271	1	8	3
AX-169365109	[G/T]	0.375	13	24,399,157	0.614	0.104	3.647	2	5	5
AX-169464115	[A/G]	0.450	13	24,527,507	0.639	0.100	3.438	2	5	3
AX-115098952	[T/C]	0.333	13	26,759,801	0.621	0.126	3.100	1	6	5
AX-117085794	[C/T]	0.417	13	26,882,688	0.621	0.126	3.100	3	4	5
AX-169414885	[C/T]	0.417	13	26,899,683	0.621	0.126	3.100	3	4	5
AX-19947242	[G/C]	0.417	13	26,905,910	0.621	0.126	3.100	3	4	5
AX-169416864	[G/A]	0.417	13	26,906,513	0.621	0.126	3.100	3	4	5
AX-169474940	[T/C]	0.417	13	26,935,730	0.621	0.126	3.100	3	4	5
AX-19947518	[C/T]	0.417	13	26,973,504	0.621	0.126	3.100	3	4	5
AX-169464876	[A/G]	0.375	13	27,127,880	0.612	0.105	3.596	2	5	5
AX-169478891	[T/G]	0.333	13	27,141,559	0.619	0.127	3.060	1	6	5
AX-169458532	[A/G]	0.292	13	48,645,052	0.608	0.108	3.508	2	3	7
AX-169476489	[A/C]	0.458	18	2,267,845	0.534	0.103	3.234	3	5	4
AX-169400186	[C/T]	0.500	18	17,169,161	-0.511	0.086	3.238	3	4	3
AX-115116183	[A/G]	0.500	18	17,234,805	-0.585	0.067	4.268	3	4	3
AX-169406732	[C/T]	0.417	18	17,269,638	0.546	0.077	4.221	3	4	5
AX-106739914	[G/A]	0.375	18	17,343,527	0.479	0.080	3.684	3	3	6
AX-169380112	[G/T]	0.333	19	36,538,738	0.621	0.126	3.100	1	6	5
AX-169400228	[T/G]	0.292	19	41,604,486	0.614	0.104	3.647	1	5	6

MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

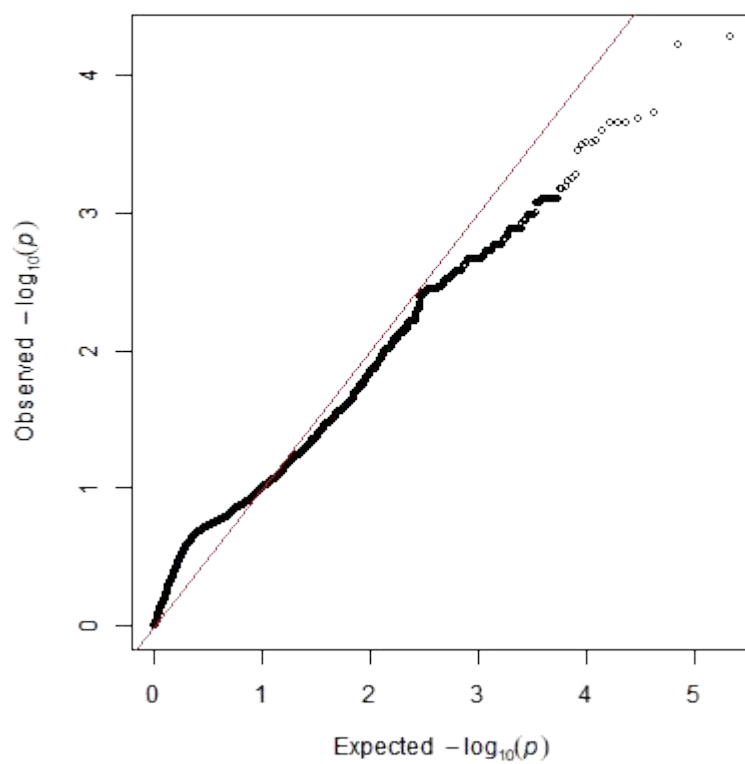


SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169382491	[G/A]	0.292	19	43,673,301	0.614	0.104	3.647	1	5	6
AX-106741154	[G/T]	0.250	19	48,725,899	0.621	0.126	3.100	1	4	7
AX-106754114	[G/A]	0.292	22	3,126,680	0.665	0.117	3.514	1	5	6
AX-169475362	[T/C]	0.250	22	3,937,211	0.619	0.127	3.060	1	4	7
AX-106749563	[T/G]	0.458	22	5,579,646	-0.520	0.086	3.715	4	3	5
AX-169464202	[C/T]	0.250	22	5,826,859	0.619	0.127	3.060	1	4	7

### Linoleic\_acid



### Linoleic\_acid



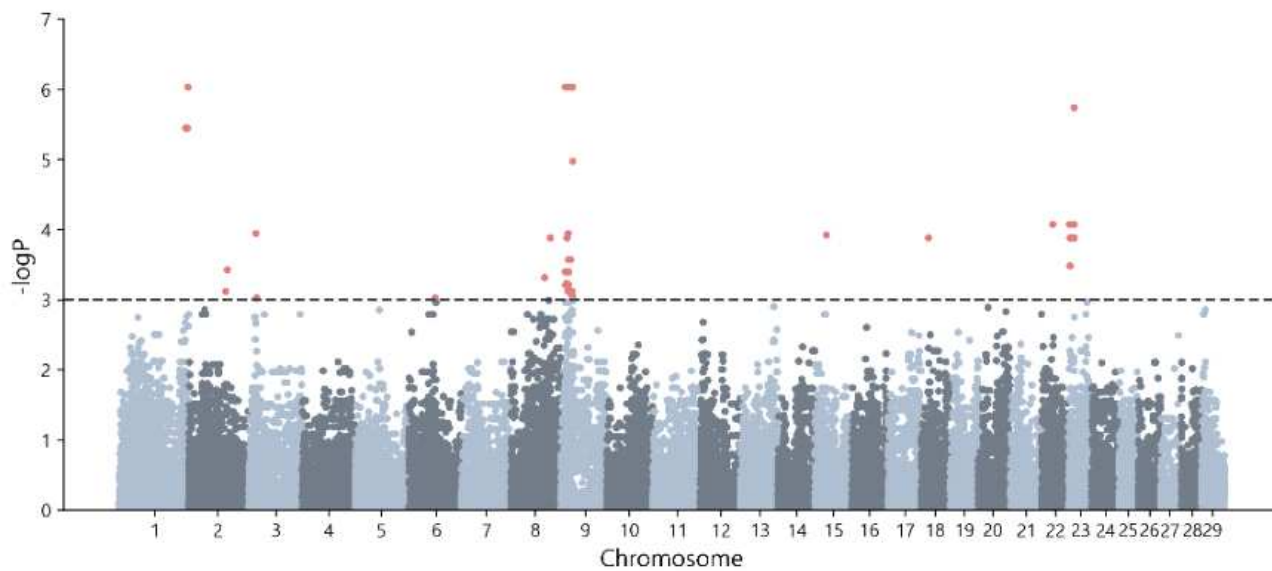
## (라) Myristic acid

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169405241	[T/C]	0.333	1	151,693,959	0.559	0.056	5.448	1	6	5
AX-106761373	[A/C]	0.333	1	155,126,707	0.559	0.056	5.448	1	6	5
AX-169391003	[A/G]	0.375	1	156,802,560	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-169382902	[A/G]	0.278	2	84,311,925	-0.277	0.044	3.120	2	1	6
AX-169458317	[A/G]	0.455	2	88,118,373	-0.308	0.053	3.429	3	4	4
AX-106757251	[T/C]	0.417	3	16,097,418	0.433	0.067	3.944	2	6	4
AX-169471635	[A/G]	0.458	3	17,754,161	0.425	0.088	3.026	3	5	4
AX-106734008	[T/C]	0.375	6	60,247,669	-0.425	0.088	3.026	2	5	5
AX-115108235	[G/A]	0.500	8	76,900,430	0.415	0.078	3.317	3	6	3
AX-169469004	[G/A]	0.375	8	89,636,300	0.589	0.092	3.884	1	7	4
AX-117082133	[A/G]	0.417	9	10,815,700	0.418	0.077	3.398	2	6	4
AX-117083068	[T/G]	0.375	9	10,816,465	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-117091057	[G/A]	0.458	9	11,390,953	0.451	0.088	3.212	2	7	3
AX-169467639	[T/C]	0.292	9	12,916,243	0.473	0.092	3.233	1	5	6
AX-106741061	[T/A]	0.458	9	14,513,289	0.589	0.092	3.884	1	9	2
AX-115104788	[C/A]	0.458	9	14,535,706	0.589	0.092	3.884	1	9	2
AX-106737746	[T/C]	0.458	9	16,768,069	0.372	0.075	3.119	3	5	4
AX-169483137	[C/T]	0.417	9	17,058,131	0.433	0.067	3.944	2	6	4
AX-169423572	[G/A]	0.375	9	17,837,551	0.444	0.077	3.573	2	5	5
AX-169409595	[C/T]	0.458	9	17,856,441	0.451	0.088	3.212	2	7	3
AX-169386350	[A/G]	0.375	9	18,266,169	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-169423949	[C/T]	0.417	9	18,441,672	0.418	0.077	3.398	2	6	4
AX-106754074	[T/C]	0.458	9	21,915,719	0.372	0.075	3.119	3	5	4
AX-169391744	[C/T]	0.375	9	22,421,549	0.444	0.077	3.573	2	5	5

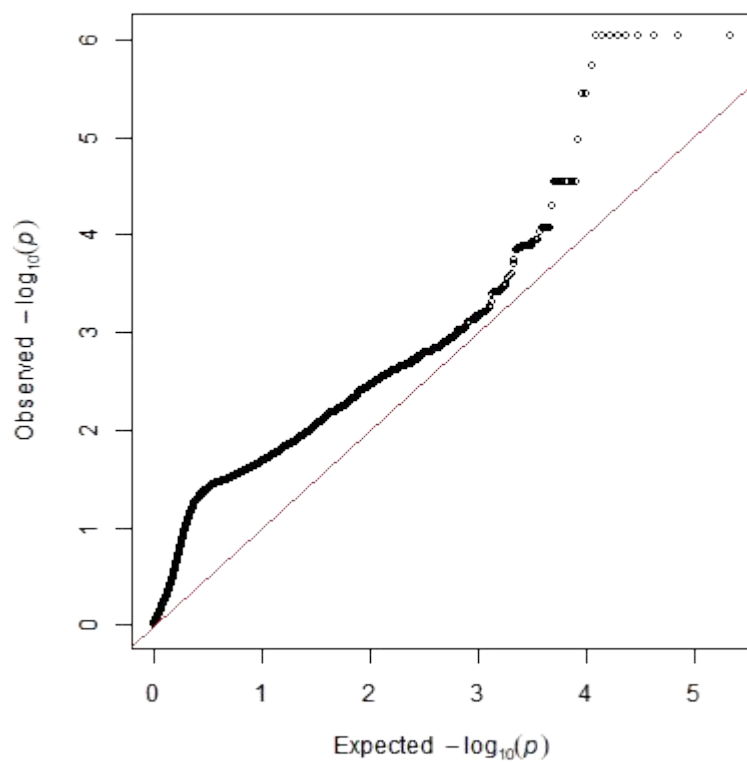
MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106784501	[T/G]	0.318	9	22,473,669	0.455	0.086	3.124	1	5	5
AX-106739636	[T/C]	0.458	9	23,322,608	0.372	0.075	3.119	3	5	4
AX-169423902	[T/C]	0.375	9	25,431,019	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-169423518	[T/C]	0.375	9	25,431,900	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-117081581	[A/G]	0.375	9	25,459,892	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-106726046	[A/C]	0.375	9	25,503,367	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-106733944	[G/A]	0.375	9	25,583,572	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-106751058	[A/G]	0.458	9	25,890,866	0.372	0.075	3.119	3	5	4
AX-169372558	[T/C]	0.458	9	26,806,170	0.426	0.088	3.046	2	7	3
AX-169471991	[C/T]	0.375	9	27,091,294	0.530	0.045	6.033	1	7	4
AX-169481459	[A/G]	0.318	9	27,423,575	0.564	0.058	4.975	1	5	5
AX-106722158	[G/T]	0.227	15	26,629,340	-0.552	0.079	3.923	0	5	6
AX-106745297	[A/G]	0.375	18	16,693,956	0.589	0.092	3.884	1	7	4
AX-169478673	[T/C]	0.417	22	25,967,526	0.549	0.081	4.075	1	8	3
AX-169401411	[A/G]	0.417	23	2,818,038	0.549	0.081	4.075	1	8	3
AX-124344229	[G/A]	0.364	23	3,488,971	0.588	0.098	3.485	1	6	4
AX-169415251	[G/T]	0.375	23	3,587,170	0.589	0.092	3.884	1	7	4
AX-106721382	[C/T]	0.375	23	5,598,043	0.589	0.092	3.884	1	7	4
AX-169374720	[G/A]	0.409	23	12,732,961	0.561	0.046	5.739	1	7	3
AX-169488643	[T/C]	0.417	23	12,735,003	0.549	0.081	4.075	1	8	3
AX-169400737	[G/C]	0.417	23	12,742,591	0.549	0.081	4.075	1	8	3
AX-169456037	[T/C]	0.417	23	12,743,355	0.549	0.081	4.075	1	8	3
AX-169379739	[G/A]	0.458	23	13,440,670	0.589	0.092	3.884	1	9	2
AX-169399900	[G/C]	0.458	23	13,441,672	0.589	0.092	3.884	1	9	2

### Myristic\_acid



### Myristic\_acid



(㉔) Oleic acid

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106720706	[G/T]	0.083	1	73,077,982	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169393040	[C/T]	0.417	1	142,181,725	3.937	0.795	3.105	0	10	2
AX-169464576	[A/G]	0.417	1	146,618,718	3.937	0.795	3.105	0	10	2
AX-106748573	[G/A]	0.500	1	157,948,736	3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169397017	[T/C]	0.500	2	9,692,693	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-106762711	[T/C]	0.500	2	23,904,611	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169409924	[T/G]	0.500	2	23,917,666	3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169456582	[T/C]	0.375	2	58,133,425	2.315	0.456	3.174	1	7	4
AX-169483682	[A/G]	0.083	3	24,607,134	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169422049	[A/G]	0.083	3	26,106,673	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169417043	[G/C]	0.167	3	32,027,903	-3.937	0.795	3.105	1	2	9
AX-25029724	[A/G]	0.083	3	35,573,940	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169376391	[C/T]	0.083	3	117,585,024	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106748938	[T/C]	0.500	5	116,073,984	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169379683	[C/T]	0.208	6	32,350,440	-2.417	0.393	3.774	1	3	8
AX-106747714	[A/C]	0.083	6	45,813,845	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106763426	[A/G]	0.083	8	82,847,525	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169405780	[A/G]	0.083	8	82,850,990	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169364806	[A/G]	0.083	8	89,647,564	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169393973	[C/T]	0.083	8	89,649,065	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169459497	[G/A]	0.083	9	25,652,271	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169455012	[T/C]	0.083	10	8,278,148	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106754088	[T/C]	0.083	10	59,761,240	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106732719	[C/T]	0.125	10	60,954,731	-2.799	0.516	3.380	1	1	10

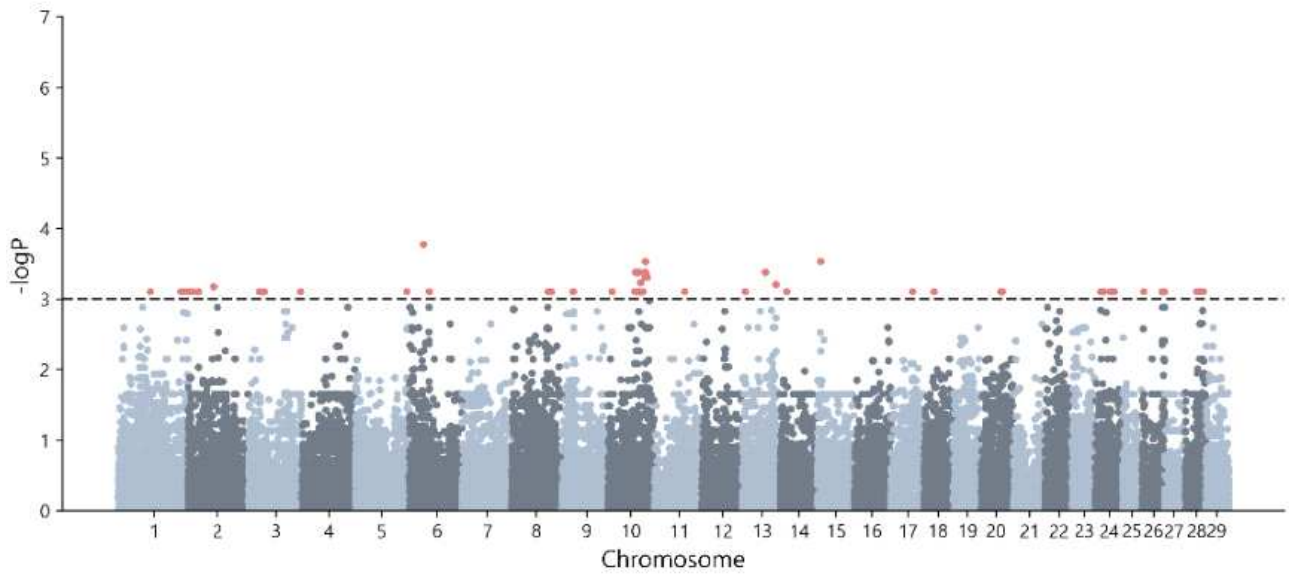
MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106737914	[A/G]	0.083	10	61,567,073	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-124347649	[A/G]	0.083	10	62,918,771	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169400313	[G/A]	0.083	10	63,316,630	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169486393	[G/A]	0.083	10	63,413,660	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169455796	[T/C]	0.083	10	63,502,933	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169396132	[T/C]	0.083	10	63,604,990	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169416950	[G/T]	0.125	10	64,214,788	-2.799	0.516	3.380	1	1	10
AX-169475972	[C/T]	0.125	10	66,023,283	-2.799	0.516	3.380	1	1	10
AX-169456233	[C/T]	0.125	10	69,345,984	-2.799	0.516	3.380	1	1	10
AX-106730151	[C/T]	0.083	10	69,876,199	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-115114919	[G/T]	0.083	10	70,403,973	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169463781	[C/A]	0.083	10	72,299,374	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-115117177	[G/A]	0.091	10	72,624,579	-4.042	0.737	3.234	0	2	9
AX-169488083	[A/G]	0.083	10	72,666,428	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-18911003	[T/C]	0.083	10	75,235,562	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-95731258	[A/G]	0.083	10	75,236,103	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169387290	[T/C]	0.083	10	75,236,286	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169389839	[C/T]	0.083	10	77,584,214	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-117090204	[A/G]	0.125	10	83,296,927	-2.799	0.516	3.380	1	1	10
AX-106727679	[T/C]	0.167	10	83,519,829	-2.498	0.471	3.309	1	2	9
AX-106738698	[C/A]	0.208	10	83,545,161	-1.951	0.342	3.530	2	1	9
AX-169476255	[C/T]	0.167	10	88,379,649	-2.498	0.471	3.309	1	2	9
AX-124374907	[G/C]	0.083	11	67,830,333	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106746122	[T/C]	0.500	13	6,683,656	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169375890	[T/C]	0.125	13	52,118,781	-2.799	0.516	3.380	1	1	10
AX-169426642	[C/A]	0.125	13	52,128,811	-2.799	0.516	3.380	1	1	10
AX-169418048	[G/A]	0.333	13	75,885,429	-1.858	0.362	3.207	2	4	6

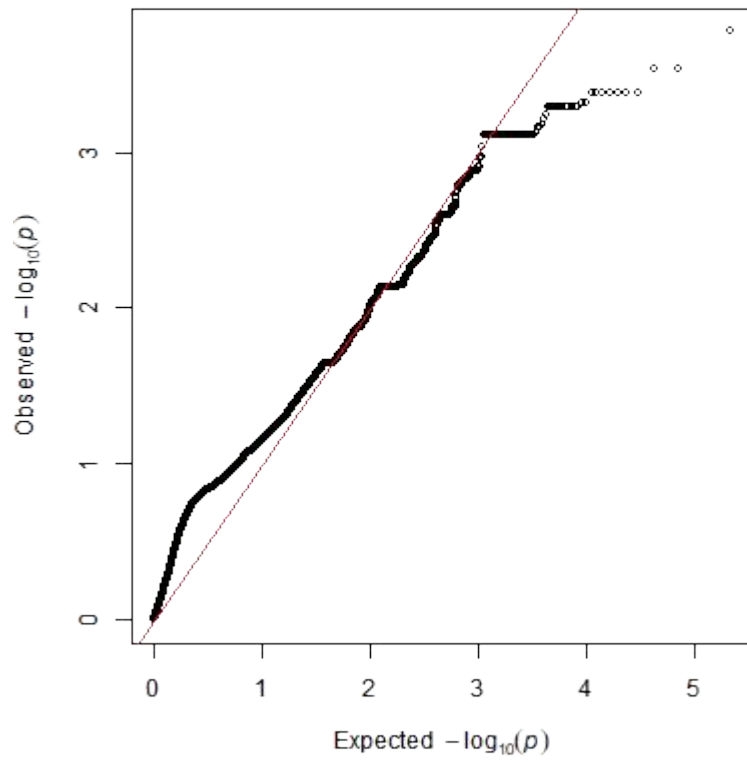
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106754569	[T/C]	0.083	14	15,969,787	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169369484	[G/A]	0.292	15	8,320,875	-2.272	0.398	3.534	1	5	6
AX-169376026	[T/C]	0.500	17	49,081,102	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169367189	[T/C]	0.500	18	22,829,037	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-115105390	[A/G]	0.083	20	43,651,941	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106724246	[A/C]	0.083	20	44,694,564	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169365406	[A/G]	0.083	20	44,709,776	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169478963	[T/C]	0.083	20	44,711,465	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169455585	[T/C]	0.083	20	46,132,612	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106735780	[A/T]	0.083	20	46,500,354	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169396599	[C/T]	0.083	20	46,504,070	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169469392	[G/A]	0.083	20	47,140,419	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169400218	[G/A]	0.083	24	12,852,457	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169476199	[G/A]	0.500	24	14,685,430	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169425539	[A/G]	0.083	24	19,313,753	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169385735	[A/G]	0.083	24	35,001,862	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169376509	[T/C]	0.083	24	39,735,334	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169456707	[G/A]	0.083	24	39,738,833	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169483058	[G/C]	0.083	24	39,738,968	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169417900	[G/A]	0.500	24	42,351,940	3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-106732140	[T/C]	0.500	24	42,420,755	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-106720495	[G/A]	0.083	26	4,397,384	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106727027	[A/G]	0.083	26	45,642,121	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106739822	[T/C]	0.083	26	46,028,299	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-169472897	[A/G]	0.083	26	51,366,175	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106720022	[G/A]	0.083	28	25,609,489	-3.937	0.795	3.105	0	2	10
AX-106763092	[T/C]	0.500	28	32,996,400	-3.937	0.795	3.105	1	10	1
AX-169459270	[T/C]	0.500	28	40,594,921	-3.937	0.795	3.105	1	10	1



# Oleic\_acid



# Oleic\_acid



(㉑) Palmitic acid

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106720706	[G/T]	0.083	1	73,077,982	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169393040	[C/T]	0.417	1	142,181,725	-1.960	0.368	3.325	0	10	2
AX-169464576	[A/G]	0.417	1	146,618,718	-1.960	0.368	3.325	0	10	2
AX-106748573	[G/A]	0.500	1	157,948,736	-1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-169397017	[T/C]	0.500	2	9,692,693	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-106762711	[T/C]	0.500	2	23,904,611	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-169409924	[T/G]	0.500	2	23,917,666	-1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-169483682	[A/G]	0.083	3	24,607,134	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169422049	[A/G]	0.083	3	26,106,673	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169417043	[G/C]	0.167	3	32,027,903	1.960	0.368	3.325	1	2	9
AX-25029724	[A/G]	0.083	3	35,573,940	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169376391	[C/T]	0.083	3	117,585,024	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106748938	[T/C]	0.500	5	116,073,984	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-115111152	[G/A]	0.417	5	120,351,223	1.222	0.256	3.000	1	8	3
AX-106747714	[A/C]	0.083	6	45,813,845	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169415337	[A/G]	0.167	7	86,461,228	1.153	0.135	3.841	1	1	7
AX-106763426	[A/G]	0.083	8	82,847,525	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169405780	[A/G]	0.083	8	82,850,990	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169364806	[A/G]	0.083	8	89,647,564	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169393973	[C/T]	0.083	8	89,649,065	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169459497	[G/A]	0.083	9	25,652,271	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106722319	[G/A]	0.091	9	27,308,839	1.971	0.389	3.013	0	2	9
AX-106748370	[C/T]	0.450	9	94,154,628	0.923	0.170	3.016	1	7	2
AX-169455012	[T/C]	0.083	10	8,278,148	1.960	0.368	3.325	0	2	10

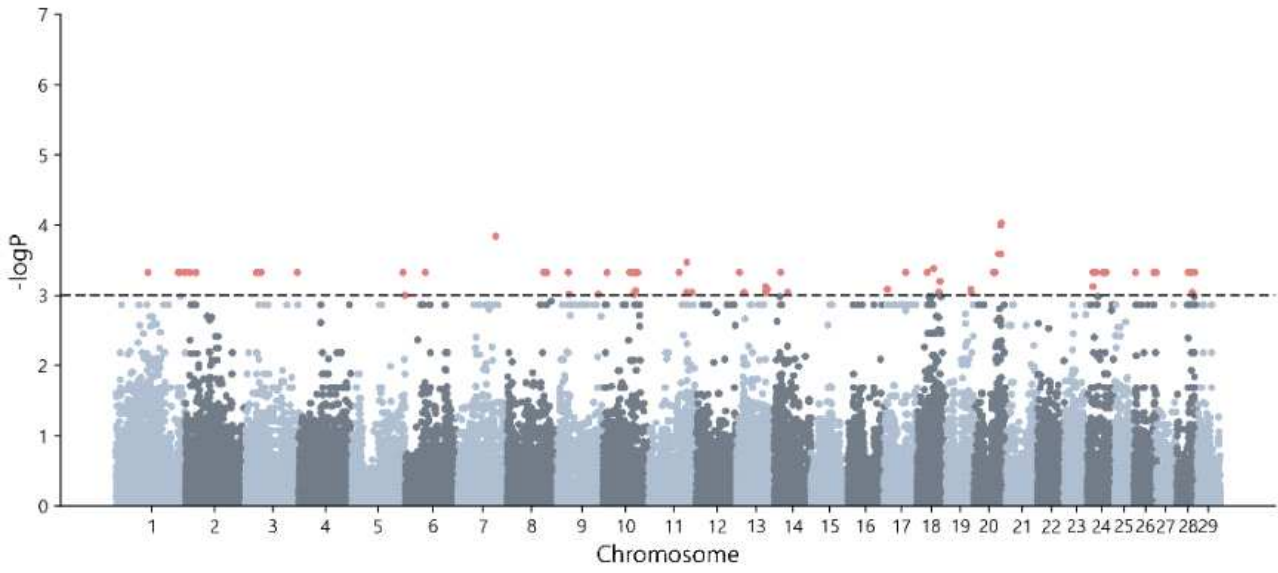
MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106754088	[T/C]	0.083	10	59,761,240	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106737914	[A/G]	0.083	10	61,567,073	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-124347649	[A/G]	0.083	10	62,918,771	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169400313	[G/A]	0.083	10	63,316,630	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169486393	[G/A]	0.083	10	63,413,660	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169455796	[T/C]	0.083	10	63,502,933	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169396132	[T/C]	0.083	10	63,604,990	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106752823	[G/A]	0.091	10	68,352,930	1.971	0.389	3.013	0	2	9
AX-106730151	[C/T]	0.083	10	69,876,199	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-115114919	[G/T]	0.083	10	70,403,973	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169463781	[C/A]	0.083	10	72,299,374	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-115117177	[G/A]	0.091	10	72,624,579	1.980	0.384	3.064	0	2	9
AX-169488083	[A/G]	0.083	10	72,666,428	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-18911003	[T/C]	0.083	10	75,235,562	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-95731258	[A/G]	0.083	10	75,236,103	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169387290	[T/C]	0.083	10	75,236,286	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169389839	[C/T]	0.083	10	77,584,214	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-124374907	[G/C]	0.083	11	67,830,333	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169420704	[C/A]	0.500	11	84,774,075	1.600	0.330	3.041	1	10	1
AX-169471446	[G/A]	0.500	11	85,024,017	-1.600	0.269	3.470	1	9	1
AX-169360160	[T/G]	0.500	11	96,529,131	1.600	0.330	3.041	1	10	1
AX-106746122	[T/C]	0.500	13	6,683,656	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-169484998	[C/T]	0.417	13	16,604,773	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-106750720	[A/G]	0.417	13	65,899,057	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-169376759	[G/A]	0.500	13	65,981,687	-1.987	0.377	3.125	1	9	1
AX-106727175	[T/C]	0.136	13	69,645,687	2.236	0.430	3.088	0	3	8
AX-106754569	[T/C]	0.083	14	15,969,787	1.960	0.368	3.325	0	2	10

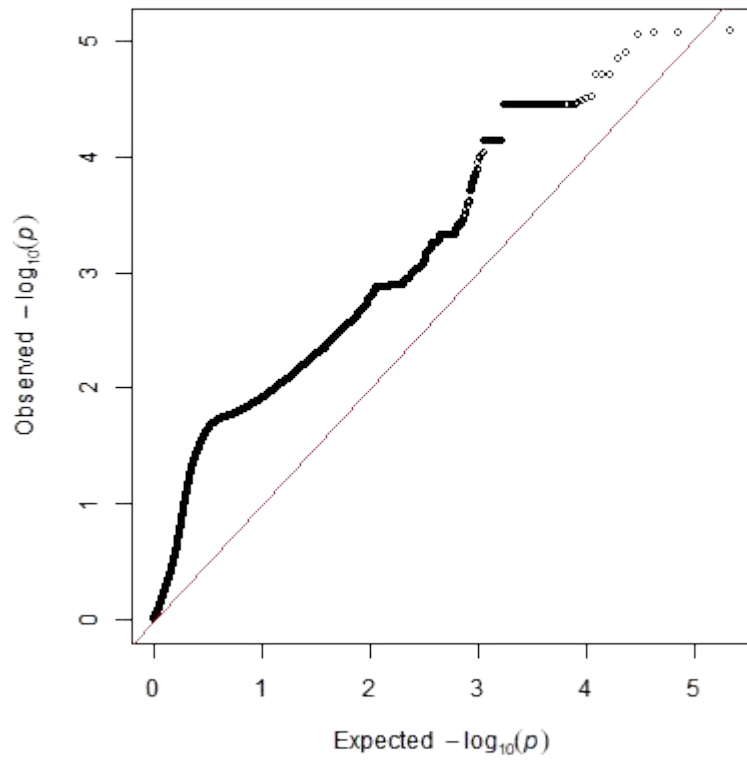
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-169380192	[C/T]	0.417	14	32,174,974	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-169406330	[T/C]	0.455	17	7,557,992	2.236	0.430	3.088	1	8	2
AX-169376026	[T/C]	0.500	17	49,081,102	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-169367189	[T/C]	0.500	18	22,829,037	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-106751274	[C/T]	0.455	18	37,461,150	1.321	0.229	3.381	1	8	2
AX-106737641	[A/G]	0.417	18	48,719,962	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-169417578	[T/C]	0.417	18	50,193,397	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-106732115	[G/A]	0.375	18	51,917,582	1.133	0.222	3.198	1	7	4
AX-169424553	[C/T]	0.417	19	56,539,142	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-117083114	[T/C]	0.417	19	56,544,394	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-117083317	[C/T]	0.455	19	56,551,168	2.236	0.430	3.088	1	8	2
AX-117079691	[T/C]	0.417	19	56,554,454	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-115105390	[A/G]	0.083	20	43,651,941	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106724246	[A/C]	0.083	20	44,694,564	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169365406	[A/G]	0.083	20	44,709,776	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169478963	[T/C]	0.083	20	44,711,465	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169455585	[T/C]	0.083	20	46,132,612	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106735780	[A/T]	0.083	20	46,500,354	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169396599	[C/T]	0.083	20	46,504,070	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169469392	[G/A]	0.083	20	47,140,419	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-124344405	[T/G]	0.458	20	56,088,253	1.168	0.201	3.590	2	7	3
AX-124379739	[T/C]	0.458	20	56,662,612	1.168	0.201	3.590	2	7	3
AX-169468680	[C/T]	0.458	20	60,331,816	1.168	0.201	3.590	2	7	3
AX-106732050	[T/C]	0.500	20	60,447,656	-1.312	0.211	3.590	2	7	2
AX-169407622	[T/G]	0.500	20	60,608,996	-1.314	0.199	4.001	2	8	2
AX-169363992	[C/G]	0.500	20	60,614,775	-1.314	0.199	4.001	2	8	2
AX-106729106	[T/C]	0.458	20	61,704,855	-1.534	0.231	4.028	1	9	2

SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106748201	[T/C]	0.500	24	12,682,668	1.987	0.377	3.125	1	9	1
AX-169400218	[G/A]	0.083	24	12,852,457	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169476199	[G/A]	0.500	24	14,685,430	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-169425539	[A/G]	0.083	24	19,313,753	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169385735	[A/G]	0.083	24	35,001,862	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169376509	[T/C]	0.083	24	39,735,334	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169456707	[G/A]	0.083	24	39,738,833	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169483058	[G/C]	0.083	24	39,738,968	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169417900	[G/A]	0.500	24	42,351,940	-1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-106732140	[T/C]	0.500	24	42,420,755	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-106720495	[G/A]	0.083	26	4,397,384	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106727027	[A/G]	0.083	26	45,642,121	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106739822	[T/C]	0.083	26	46,028,299	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-169472897	[A/G]	0.083	26	51,366,175	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106720022	[G/A]	0.083	28	25,609,489	1.960	0.368	3.325	0	2	10
AX-106763092	[T/C]	0.500	28	32,996,400	1.960	0.368	3.325	1	10	1
AX-106739687	[G/A]	0.417	28	35,036,603	1.600	0.330	3.041	1	8	3
AX-169459270	[T/C]	0.500	28	40,594,921	1.960	0.368	3.325	1	10	1

### Palmitic\_acid



### Palmitic\_acid



(사) Palmitoleic acid

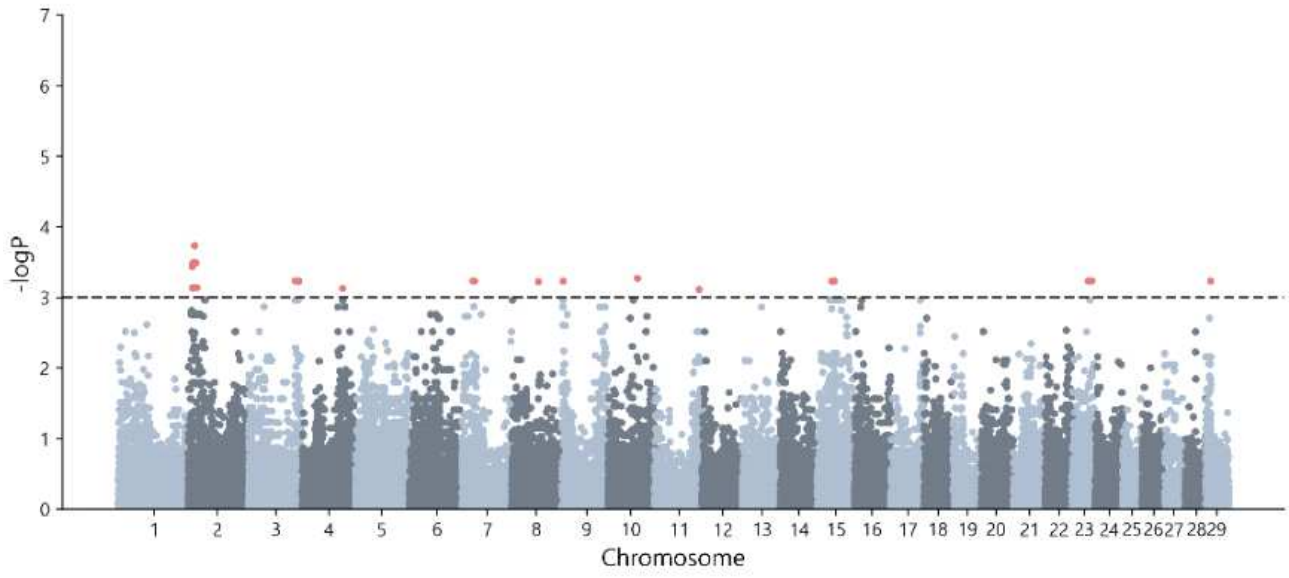
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106722893	[A/C]	0.375	2	9,785,462	0.923	0.167	3.437	1	7	4
AX-169424894	[G/A]	0.458	2	10,616,082	0.694	0.139	3.135	3	5	4
AX-169425484	[C/T]	0.333	2	11,257,294	0.874	0.155	3.489	1	6	5
AX-169408965	[C/T]	0.417	2	12,687,182	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-169377940	[A/C]	0.417	2	12,975,473	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-169462261	[G/A]	0.417	2	14,096,687	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-169405566	[G/T]	0.417	2	14,239,472	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-169411698	[C/T]	0.417	2	14,260,263	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-169460625	[G/A]	0.417	2	14,631,064	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-169401831	[C/T]	0.375	2	14,654,001	0.772	0.127	3.734	2	5	5
AX-169386902	[T/G]	0.333	2	15,134,301	0.874	0.155	3.489	1	6	5
AX-169369007	[T/C]	0.417	2	17,233,042	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-169463717	[C/T]	0.417	2	17,262,993	0.874	0.155	3.489	2	6	4
AX-106721937	[A/C]	0.318	2	19,611,904	-1.135	0.214	3.137	1	5	5
AX-169363215	[C/T]	0.208	3	106,094,850	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-106728006	[A/G]	0.292	3	113,524,798	-1.080	0.209	3.233	1	5	6
AX-25332807	[T/C]	0.292	3	113,525,919	-1.080	0.209	3.233	1	5	6
AX-169456797	[G/A]	0.292	3	113,534,294	-1.080	0.209	3.233	1	5	6
AX-169487832	[T/C]	0.292	3	113,534,398	-1.080	0.209	3.233	1	5	6
AX-106728581	[T/G]	0.458	4	91,417,417	-0.859	0.172	3.128	2	7	3
AX-95699645	[C/T]	0.375	7	25,587,778	1.080	0.209	3.233	1	7	4
AX-169418166	[T/C]	0.375	7	28,080,451	1.080	0.209	3.233	1	7	4
AX-106724580	[C/T]	0.458	8	60,589,007	1.162	0.225	3.224	1	9	2
AX-169362352	[C/T]	0.292	9	3,126,547	1.080	0.209	3.233	0	7	5

MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

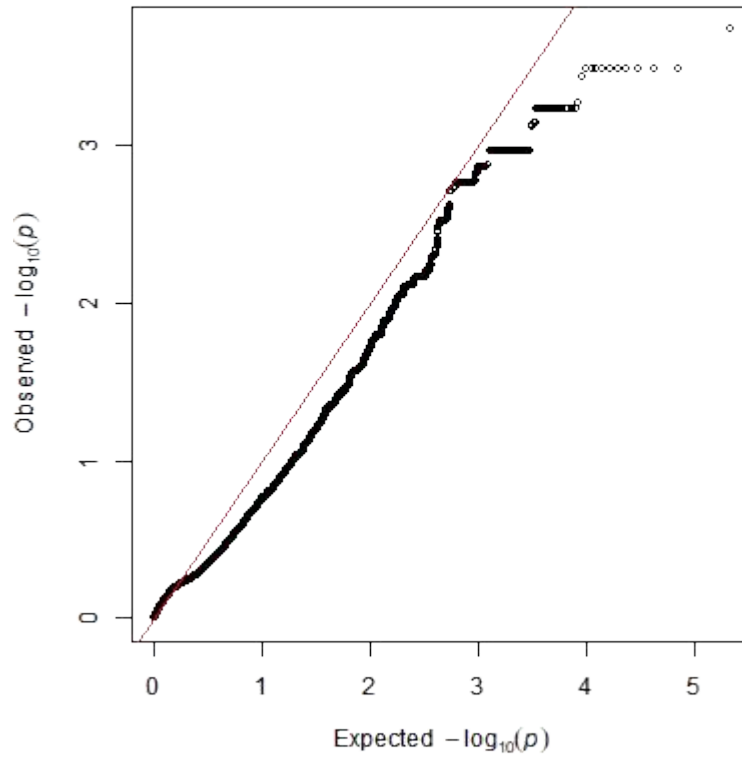
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-117094216	[T/C]	0.375	10	65,657,288	-1.030	0.131	3.270	1	4	3
AX-106737023	[A/G]	0.167	11	100,545,442	-0.848	0.171	3.112	1	2	9
AX-106740220	[C/T]	0.208	15	33,479,232	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-106739901	[T/C]	0.208	15	35,138,494	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-169477861	[C/T]	0.208	15	36,883,922	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-106762090	[A/G]	0.208	15	36,917,900	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-169379269	[A/G]	0.208	15	37,309,941	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-106744819	[A/G]	0.208	15	39,096,970	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-117080969	[C/T]	0.208	23	36,638,469	-1.080	0.209	3.233	0	5	7
AX-106723499	[A/C]	0.375	23	44,754,145	1.080	0.209	3.233	1	7	4
AX-106751834	[G/A]	0.208	29	11,155,886	-1.080	0.209	3.233	0	5	7



### Palmitoleic\_acid



### Palmitoleic\_acid

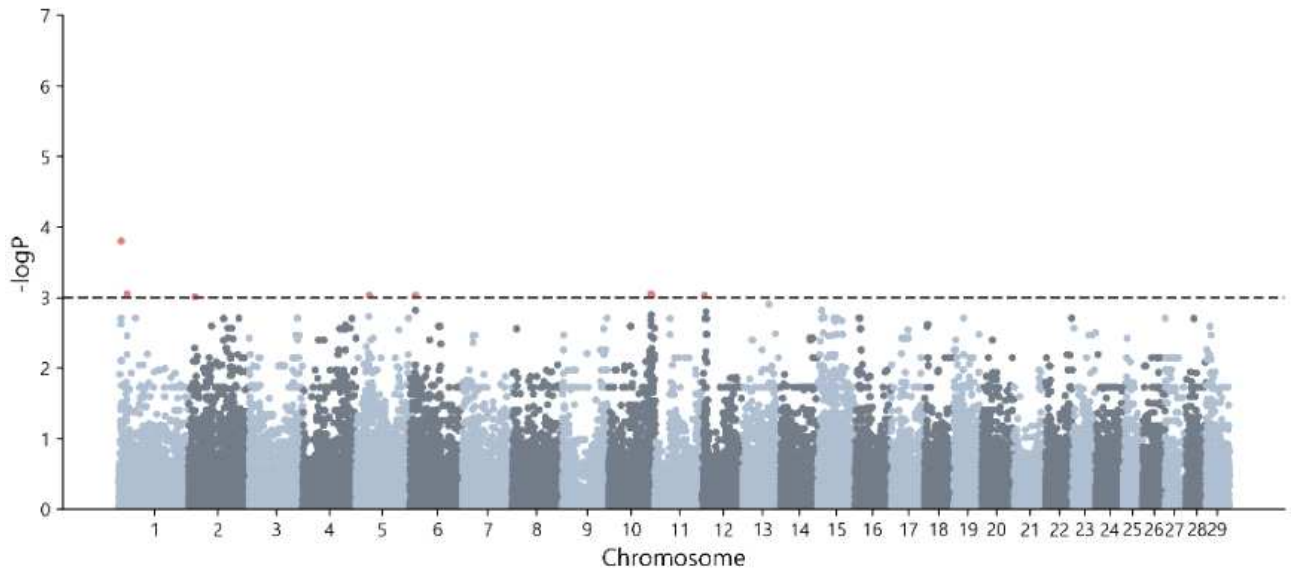


(o) Stearic acid

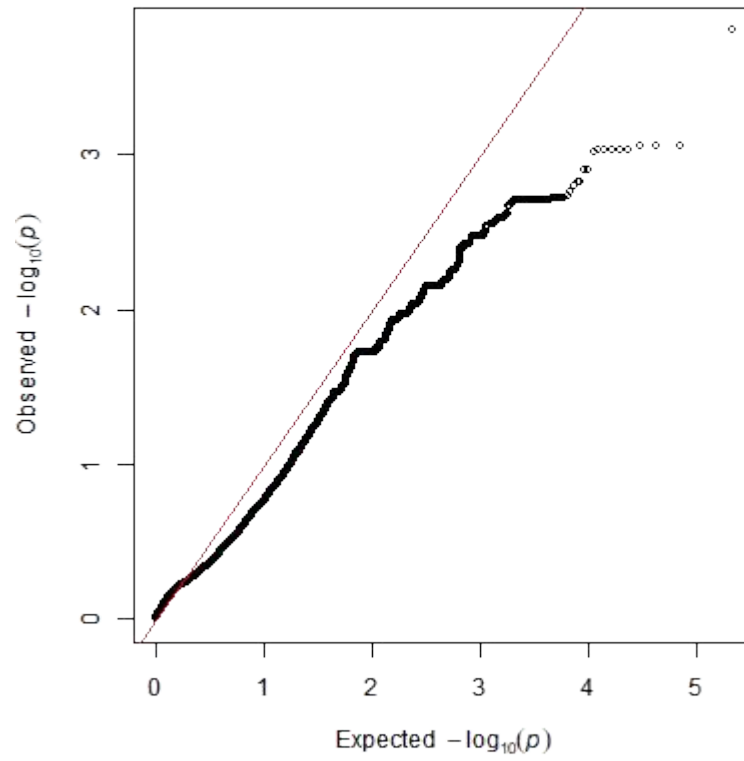
SNP_id	SNP (Minor/Major)	MAF	Chr	bp	Estimate	S.E	$-\log_{10}P$	$N_{AA}$	$N_{AB}$	$N_{BB}$
AX-106758815	[C/T]	0.292	1	5,962,522	-1.534	0.247	3.803	1	5	6
AX-117090187	[G/A]	0.250	1	19,182,174	-1.467	0.301	3.053	1	4	7
AX-106719934	[A/C]	0.250	1	19,431,193	-1.467	0.301	3.053	1	4	7
AX-169401831	[C/T]	0.375	2	14,654,001	-1.241	0.258	3.013	2	5	5
AX-106739908	[A/G]	0.375	5	29,989,860	1.804	0.373	3.032	1	7	4
AX-169421305	[A/C]	0.375	5	29,994,432	1.804	0.373	3.032	1	7	4
AX-106745630	[C/T]	0.208	6	13,145,751	-1.804	0.373	3.032	0	5	7
AX-169466243	[A/G]	0.333	10	94,076,902	1.467	0.301	3.053	1	6	5
AX-169464868	[A/G]	0.375	10	97,342,901	1.804	0.373	3.032	1	7	4
AX-106759997	[G/T]	0.292	12	4,484,840	-1.804	0.373	3.032	1	5	6

MAF : Minor Allele Frequency / S.E : Standard Error

### Stearic\_acid



### Stearic\_acid



5. IT기술을 활용한 제주흑우자료 윈도우·휴대폰 어플리케이션 구축

가. 제주흑우집단 현장 활용 윈도우·휴대폰 웹·앱 프로그램 개발

- 제주흑우 개체정보를 농가현장에서 편리하게 활용할 수 있는 도구
- 해당 정보: 개체자료, 사진, 혈통정보, 고급육 성적, 근친도, 암소 고급육 맞춤형 씨수소 정보, 육종가



나. 육종가기반 우량송아지 생산 위한 암소별 최적 교배조합 설정 및 SNP분석 서비스

○ 2018-2019년 수집되어진 80여 농가 및 기관 소재 제주흑우 1,469두 및 제주도 소재 한우 651두, 총 2,120두에 대하여 개체정보, 육종가, 근친도 및 교배조합 자료에 대한 윈도우 웹 개발

No	농장	총분식두수			농장	총분식두수		
		농가	JJBC	JJHanwoo		농가	JJBC	JJHanwoo
1								
2	김경원	3	1	2	변철희	119	5	114
3	김송진	1	1	0	서귀포시축협	502	502	0
4	김홍주	1	1	0	순관진	2	2	0
5	김인구	3	3	0	송동환	122	115	7
6	김준선	2	2	0	송봉섭	2	2	0
7	김태택	3	3	0	송애인	1	1	0
8	김희수	19	0	19	양경대	6	6	0
9	고기정	1	1	0	양상숙	31	31	0
10	고남식	35	18	17	양영부	5	5	0
11	고남산	5	5	0	양철우	4	4	0
12	고영환	10	10	0	영농조합법인거분회	1	1	0
13	고영준	4	4	0	오영준	2	2	0
14	국립축산과학원	58	58	0	오영범	3	3	0
15	김진수	4	1	3	우성우	1	1	0
16	김진수	164	164	0	우성훈	3	3	0
17	김두봉	17	17	0	이경훈	3	3	0
18	김두환	2	2	0	이문식	2	2	0
19	김수만	11	11	0	이순화	1	1	0
20	김영삼	1	1	0	이영과	1	1	0
21	김영종	3	3	0	이영신	110	110	0
22	김영준	8	8	0	이육신	1	0	1
23	김이정	2	2	0	이왕찬	1	1	0
24	김창남	4	4	0	이용대	42	42	0
25	김중영	1	1	0	이창하	2	2	0
26	랩티포라	1	1	0	이한별	2	2	0
27	미래셀	1	1	0	장대선	79	9	70
28	박이오	3	3	0	장두규	3	3	0
29	박이영	1	1	0	장영농조합법인	29	0	29
30	박기영	2	0	2	정현원	1	1	0
31	박두범	1	1	0	제동목장	61	0	61
32	박민근	1	1	0	제주시축협	3	3	0
33	박성욱	1	1	0	제주축산진흥원	239	196	43
34	박영신	79	0	79	제주흑우영농조합법인	1	0	1
35	박영종	1	1	0	한남식	20	20	0
36	박영준	3	3	0	한석규	1	1	0
37	박남식	3	0	3	현이범	8	8	0
38	박현식	28	0	28	현종배	31	31	0
39	박현우	56	0	56	화일영농조합법인	8	8	0
40	박현진	10	0	10	기타	106	8	98
41	변익희	8	0	8	합계	2,120	1,469	651

○ 제주흑우 개체정보를 농가현장에서 편리하게 활용할 수 있는 도구

○ 해당 정보: 개체자료, 사진, 혈통정보, 고급육 성적, 근친도, 암소 고급육 맞춤형 씨수소 정보, 육종가를 탑재한 윈도우 웹 구축



< 제주흑우 웹 프로그램 메인화면 >



< 제주흑우 웹 프로그램 씨수소 정보 >



< 제주흑우 웹 프로그램 암소개체 정보 >



< 제주흑우 웹 프로그램 맞춤형 정액 정보 >

- SNP chip 분석을 통한 근친도, 고급육 형질 (도체중, 등심단면적, 등지방두께, 마블링) 유전체 육종가 정보는 윈도우 앱에서 제공되어 참여 흑우 농가에게 서비스로 제공함.

(4) 제 2-1 협동과제 : 제주흑우 품종 정립 및 정액 생산 체계 구축  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교육 지도	인력양성			정책활용 홍보		기타	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문			학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명				
가중치																					
최종목표																					
1단계	목표													6				6			
	실적													7				6			
2단계	목표			-										7				8			
	실적			8										9				11			
최종	목표			-										13				14			
	실적			8										16				17			

① 품종등록 (생명자원 기탁)

No	생명정보(자원)명	기탁번호	기탁기관	기탁일
1	제주흑우 종모우 세포주, JBC10-07	KCTC AC40023	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20
2	제주흑우 종모우 세포주, JBC11-11	KCTC AC40024	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20
3	제주흑우 종모우 세포주, JBC44	KCTC AC40017	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20
4	제주흑우 종모우 세포주, JBC45	KCTC AC40018	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20
5	제주흑우 종모우 세포주, JBC46	KCTC AC40018	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20
6	제주흑우 종모우 세포주, JBC50	KCTC AC40020	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20
7	제주흑우 종모우 세포주, JBC51	KCTC AC40021	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20
8	제주흑우 종모우 세포주, JBC63	KCTC AC40022	KRIBB (한국생명공학연구원)	2021.07.20

② 교육지도

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	2016년 소 수정란이식 기술교육	수정란이식 기술에 대한 국내·외 정보 벤치마킹을 통한 양축농가 자질향상	제주축산진흥원	1	3	30
2	2016년 소 수정란 생산 연계 기술교육	원내 공관우 활용 수정란 생산시 관계자에 대한 채란 및 시술에 대한 선진기술 습득	제주축산진흥원	1	23	15
3	초음파기술 활용 제주흑우 개량 전문가 특강 및 기술자문	초음파 측정원리 설명 및 측정기술 시연	제주축산진흥원	1	5	12
4	2017년 소 수정란 생산 기술교육	소의 인공 수정 방법에 대한 교육 및 실습	제주축산진흥원	1	19.5	21
5	2017년 소 인공수정 기술교육	암소 번식생리 이론 교육 동결정액 융해 및 인공수정기 사용 교육	제주축산진흥원	1	4	25
6	2018년 소 수정란이식 기술교육	수정란 이식 수태율 향상 및 대리모 사양관리	제주축산진흥원	1	2.5	23
7	2018년 소(한우, 흑우) 인공수정 기술교육 실시	한, 흑우 농가에 인공수정 기술을 보급	제주축산진흥원	1	2	25
8	2019년 한·흑우 수정란이식 기술교육	자가수정란 이식 방법	축산진흥원	1	2.5	20
9	2019년 소(한·흑우) 인공수정 기술교육	자가수정란이식 방법	축산진흥원	1	2.5	20
10	2020년 소 인공수정 기술교육 I	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원	1	4	42
11	2020년 소 인공수정 기술교육 II	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원	1	4	42
12	소 수정란 이식 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당	1	2	12
13	소 인공수정 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	20
14	소 인공수정 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	20
15	소 수정란 이식 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	12
16	한우 선형검사 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	4	21

③ 정책활용

No	시책명	건의일자	시행일자	주관부서유형	주관부서
1	2016년 제주흑우 증식 및 생산 방안 요청	2016.03.14	2016.03.24	광역자치단체	제주특별자치도
2	제주흑우 혈통등록 관리 효율 향상 요청 간담회	2016.10.10	2016.10.20	광역자치단체	제주특별자치도



3	제주흑우 보존방안 요청	2017.02.08	-	광역자치단체	제주 특별자치도
4	2017년 제주흑우 증식 및 생산 방안 요청	2017.04.20	2017.04.28	광역자치단체	제주 특별자치도
5	제주흑우 검사방법 추가 요청-제주흑우발전위원회	2018.01.10	-	광역자치단체	제주 특별자치도
6	2018년 제주흑우 증식 및 생산 방안 요청	2018.04.22	2018.04.22	광역자치단체	제주 특별자치도
7	제주흑우 증식 및 산업화 추진을 위한 조례개정 추진	2019.09.12	2020.01.14	광역자치단체	제주 특별자치도
8	제주특별자치도 제주흑우발전협의회 개최	2020.01.13	-	광역자치단체	제주 특별자치도
9	제주흑우 인증제 추진	2020.07.31	2020.09.24	광역자치단체	제주 특별자치도
10	제주흑우발전위원회 서면 심의 개최	2021.01.13	2021.01.19	광역자치단체	제주특별자치 도
11	제주흑우와 제주흑우의 정액 또는 수정란 반출 제한 고시	2021.04.02	2021.04.02	광역자치단체	제주 특별자치도
12	제주흑우 인증 1개소 추가지정	2021.06.09	2021.06.16	광역자치단체	제주 특별자치도
13	「제주흑우 검정규정」 고시	2021.07.01	-	중앙행정부처	제주 특별자치도
14	제주특별자치도 흑우발전위원회	2021.09.13	2021.09.13	광역자치단체	제주 특별자치도
15	제주특별자치도 흑우발전위원회	2022.01.24	-	광역자치단체	제주 특별자치도
16	제주특별자치도 흑우발전위원회	2022.06.03	2022.06.07	광역자치단체	제주 특별자치도
17	제주특별자치도 흑우발전위원회	2022.10.13	2022.10.13	광역자치단체	제주 특별자치도

## (나) 정량적 성과

구분		연구목표	주요 연구 성과
1단계	1차년도	· 제주흑우 개체관리 및 혈통 검정관리 기반 조성	· 제주흑우 혈통자료 수집 · 개체관리 및 검정시설 장비 설치 · 초음파 검사를 통한 육질진단(지방함량, 등심단면적, 등지방두께, 둔부지방두께)
	2차년도	· 제주흑우 개체관리 및 혈통 검정관리 기반 조성	· 제주흑우 월령별 체위조사 및 체중조사 · 제주흑우 개체별 혈연관계 기반 교배프로그램 개발
	3차년도	· 제주흑우 종모우 선발 및 정액 생산체계 구축	· 제주흑우 종모우 능력검정을 위한 정액 채취 및 동결 체계 구축 · 제주흑우 암소 6, 12, 24개월령 체형조사
2단계	4차년도	· 제주흑우 종모우 선발체계 구축	· 제주흑우 기초축 증식 · 종모우 선발체계 구축
	5차년도	· 제주흑우 품종정립을 위한 기초축 증식 · 정액 생산체계 구축을 위한 고품질 정액 생산 및 농가 공급	· 200두 이상 제주흑우 보유 · 제주흑우 동결정액 생산 및 농가 보급 · 고품질 정액 생산을 위한 실증시험연구 · 후보종모우 선발을 위한 당대검정
	6차년도	· 제주흑우 품종정립을 위한 지속적인 기초축 증식 · 고품질 정액생산 공급 및 품질향상을 위한 개선방안 연구	· 축산진흥원 내 원종 증식 50두 이상 · 발육성적, 번식성적, 도체성적 및 육질분석 조사 · 제주흑우 동결정액 농가 공급 및 희석제 종류에 따른 정자 운동성 차이 확인 · 제주흑우 당대검정 진행
	7차년도	· 제주흑우 품종정립을 위한 지속적인 기초축 증식 · 우수 씨수소 선발 및 원활한 정액 생산 공급을 통한 정액 생산체계 구축	· 인공수정 및 수정란 이식을 활용한 기초축 확보 및 증식 · 흑우 보호·육성 및 산업화 종합계획 수립 · 흑한우 전산관리 시스템 구축 및 관리 체계 마련 위한 도내 전수조사 실시

### [연구결과]

#### 1. 제주흑우 품종정립

##### 가. 제주흑우 발육성적 조사

- 축산진흥원은 제주흑우 기초축 20두 이상 증식 및 총 250두 이상의 제주흑우 원종을 보유함. 천연기념물 제546호로 지정된 제주흑우의 보존두수 유지 및 증식을 위하여 종모우 15두 및 가임암소 98두의 체계적 번식 관리, 천연기념물 관리지침에 따른 개체별 사양 관리 및 질병관리, 예방접종 등을 통하여 제주흑우의 고유성과 역사성을 유지하고 있음.
- 송아지 출생 시 제주흑우 모색유전자 검사 및 외모심사를 통하여 생후 6개월 이내 혈통등록을 진행하고 있으며, 매달 체중측정을 통하여 제주흑우의 단계별 일당증체량 및 성장률을 조사하여 알맞은 배합사료 및 건초 급여량을 조절하고, 번식용 암소를 선별하는 자료로 활용할 계획임.
- 또한 한우와의 단계별 성장률 비교를 통해 제주흑우의 특성을 규명하고자 함. 표는 월령별 제주흑우와 한우의 체중을 비교한 것으로 제주흑우 암컷과 수컷 체중은 축산진흥원 내 한우 평균체중보다는 낮으나 한우 표준체중보다는 높은 것으로 측정되었음.

표. 제주흑우 및 한우의 수컷 월령별 평균 체중

(단위 : kg)

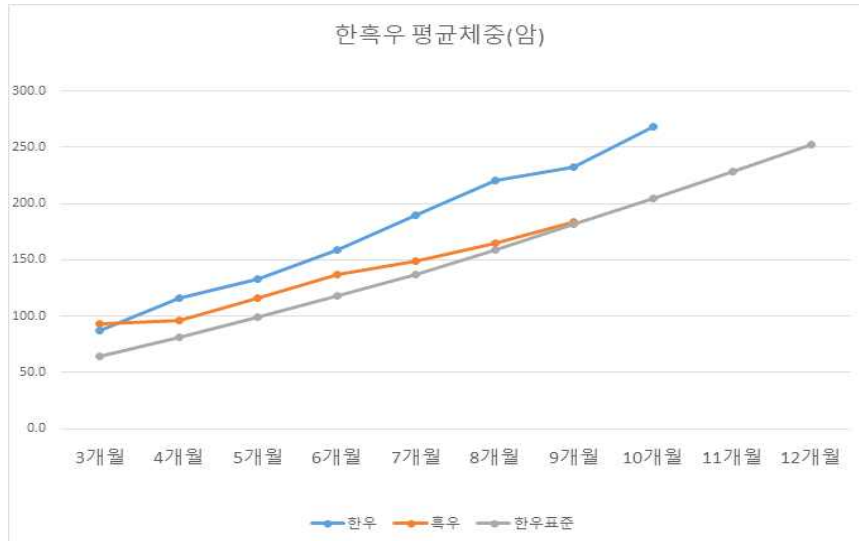
구 분	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월
한우표준	72.1	91.5	112.8	135.6	159.3	183.1	207.7	233	258.6	284.6
한 우	99.2	125.8	166.8	185.5	216.3	233.0				-
제주흑우	86.6	98.8	124.6	152.1	164.5	178.8	193.7	209.8	246.3	-



표. 제주흑우 및 한우의 암컷 월령별 평균 체중

(단위 : kg)

구 분	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	11개월	12개월
한우표준	64.4	81.1	98.9	117.7	137.1	158.5	181.4	204.9	228.6	252.4
한 우	87.3	116.2	133.3	159.0	190.0	220.3	232.0	268.5	-	-
제주흑우	93.3	95.8	115.4	136.6	148.4	164.8	183.5	-	-	-



- 축산진흥원에서 '14년부터 '16년까지 생산되어 사육하고 있는 6, 12개월령 까지의 대상 축 26마리를 선정하여 체중조사를 실시하였음(표). 축산진흥원 내 한우 6, 12개월령 육성 단계 암소 27마리를 대조구로 사용하였고, 측정 자료 오차를 줄이기 위해 각 180, 360일령으로 별도 산정하여 결과를 도출하였음.

표. 제주흑우 및 한우 암소 180일령, 360일령 평균 체중조사

구분	180일령			360일령		
	평균체중	개체수	일당증체량	평균체중	개체수	일당증체량
제주흑우	118	21	0.65	217	14	0.6
한우	149	17	0.83	248	10	0.69

- 한우가 제주흑우에 비해 체중 증가 발육 성적이 우수하였으며, 생시 이후 180일령까지 평균 일당증체량이 제주흑우 대비 0.18kg 높은 것으로 확인되었음.

나. 제주흑우 체위조사

- 축산진흥원에서 사육 중인 제주흑우에 대해 매달 15일 기준으로 6개월령 부터 3개월령 단위로 체위조사를 진행하고 있음. 표는 제주흑우 20마리에 대한 체위조사 결과로 6개월령 기준으로 수송아지의 발육성적이 우수한 것으로 조사되었으며, '14년도부터 '17년도까지 축산진흥원에서 사육된 6 ~ 36개월령 암소 59두에 대한 월령별 체위를 추가로 조사하였음(표.).

표. 제주흑우 체위조사 결과

구분	개월령	체고	십자부고	체장	흉심	흉폭	고장	요각폭	곤폭	좌골폭	흉위	전관위
암	6	97.5	99.0	99.2	50.3	28.8	34.5	30.7	31.9	20.0	122.8	13.7
	12	109.5	113.5	117.0	64.3	39.4	40.7	37.2	36.5	23.7	151.4	15.5
수	6	101.8	104.5	104.8	63.0	31.1	37.3	30.6	33.9	20.8	132.5	16.0

표. 제주흑우 암소 월령별 평균 체위

구분	체고	십자부고	체장	흉심	흉폭	고장	요각폭	곤폭	좌골폭	흉위	전관위
6개월령 (14두)	92	93	98	44	24	32	26	24	15	117	14
12개월령 (24두)	108	111	120	56	33	41	36	33	19	148	16
24개월령 (14두)	118	121	131	63	40	45	42	37	23	174	17
36개월령 (7두)	123	125	137	64	36	47	42	38	24	172	17

다. 제주흑우 번식성적 조사

- 제주흑우 번식우의 번식능력 조사를 위하여 인공수정 수태율과 송아지 생산성적을 조사하였음. 표는 제주흑우와 한우 번식우의 수태율을 비교한 것으로 제주흑우는 한우에 비해 수태율이 20%정도 낮은 것으로 확인되어 제주흑우의 수태율을 높이기 위한 방안을 강구할 필요가 있을 것으로 사료됨.

표. 제주흑우 및 한우 번식우 수태율

(단위 : 마리, %)

구분	인공수정	임신	수태율
제주흑우	51	29	57
한우	48	37	77

- 표는 제주흑우와 한우의 임신기간과 송아지의 생시체중을 측정하여 번식우의 생산성적을 비교한 것임. 제주흑우는 평균 293.5일의 임신기간을 유지하였고 한우는 평균 284.1일로 약 9일 정도 차이가 나는 것으로 확인되었음.

표. 제주흑우 및 한우 번식우 수태율

(단위 : 일, kg)

구 분	임신기간	송아지 생시체중	
		수송아지	암송아지
한 우	293.5	24.1	22.3
제주흑우	284.1	29.8	28.6

- 제주흑우 송아지 생시체중 대비 이유까지의 발육상황을 조사한 결과, 제주흑우 송아지의 이유 시까지 평균 증체는 암송아지 0.54kg, 수송아지 0.63kg으로 한우 송아지 암, 수 각각 0.6kg, 0.78kg보다 작았고 이유 시 체중은 생시체중과의 상관관계는 적을 것으로 사료됨.

표. 제주흑우와 한우 송아지 발육성적

구 분		생시체중(kg)	이유일령	이유체중(kg)	일당증체(kg)
암송아지	제주흑우	22.6	98.6	76.4	0.54
	한 우	23.5	101.1	85.1	0.60
수송아지	제주흑우	23.3	94.3	83.3	0.63
	한 우	23.4	102.1	102.6	0.78

라. 제주흑우 초음파 영상 생체육질 진단

- 제주흑우의 능력검정 평가 방법의 다양한 적용과 우량 암소 선별 기술 정립을 위하여 번식우 암소에 대한 생체 단층촬영을 진행하였음. 축산진흥원 제주흑우와 한우 12개월령 내외인 개체에 대해 지방함량(%), 등심면적, 등지방두께 및 둔부지방두께를 측정하였고 그 결과는 표와 같음.

표. 제주흑우와 한우 암소 초음파 생체단층촬영 결과

구 분	월 령	지방함량(%)	등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	등지방두께 (mm)	둔부지방두께(mm)
제주흑우	12.7	1.7	41.9	2.8	2.4
한 우	11.8	1.9	47.6	3.6	3.2

다. 제주흑우 도체성적 조사

- 축산진흥원에서는 선발과정에서 탈락한 수소를 거세 후 비육하여 출하하고 있음. 제주흑우 비육우에 대한 도체성적 조사를 통하여 암소 후대능력과 종모우의 평가 자료로 활용할 계획임. 표는 비육우 32두의 도체성적을 조사한 자료로 축산진흥원에서 농가에 분양한 한우 278두의 도체성적과 비교하였음. 제주흑우는 만숙종으로 한우에 비해 도축월령이 4개월 정도 길어 비육하는 기간이 길며, 도체중과 근내지방도가 낮은 수준임.

표. 제주흑우 및 한우 도체성적의 비교

구 분	도축월령(개월)	도체중(kg)	등심단면적(cm <sup>2</sup> )	등지방두께(mm)	근내지방도
제주흑우	36.3	349.9	76.0	12.4	2.8
한 우	32.1	411.8	87.1	12.9	6.0

- 제주흑우 원종 거세우 10두 비육 출하 시 등심을 채취하여 농업기술실용화재단에 육질분석을 의뢰하였음. 표는 제주흑우 고기 중 지방산을 분석한 자료로 육질분석을 통하여 제주흑우 고기가 지닌 고유의 특성을 규명하고자 하였음. 2016년 진행하였던 육질분석 결과와 비교하여 보았을 때 한우의 감칠맛을 결정하는 올레인산이 50%이상 함유되어 있으며, 불포화지방산 함량도 높은 것으로 나타남.

표. 제주흑우 고기 중 지방산 성분 분석

지방산(%)	축산진흥원 제주흑우( '16.7)	축산진흥원 제주흑우( '20.8)
올레인산	54.38	51.52
리놀산	1.87	2.31
Y-리놀산	0.04	0.04
리놀렌산	0.12	0.11
포화지방산	37.68	41.77
불포화지방산	62.32	58.24

바. 제주흑우 도체능력 분석

- 제주흑우 도체등급판정성적(도체중, 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도) 분석
- 혈통등록 된 흑우의 도축자료(2009 ~ 2021년)를 조회하여 SAS v9.1.3을 이용하여 분석하였음.

표. 제주흑우 도체성적 평균

성별	도체중 (kg)	등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	등지방두께 (mm)	근내지방도 (점)	도축월령 (개월)
암	290.3	70.7	17.2	2.2	84.6
수	321.7	73.9	4.8	1.3	73.8
거세	382.0	77.4	15.9	4.0	38.6
한우	450.6	95.5	13.6	6.0	
계	340.8	74.4	15.9	3.1	59.5

※출처:축산물품질평가원

- 혈통등록 제주흑우 거세우의 도체성적 평균은 도체중 382kg, 등심단면적 77.4cm<sup>2</sup>, 등지방두께 15.9mm, 근내지방도 4점으로 제주흑우 암컷, 수컷에 비해 도체성적 평균값이 높은 것으로 확인되었음.
- 도축년도별 도체등급판정성적을 조사한 결과, 도체중은 약 3.3kg 증가, 등심단면적 약 0.24cm<sup>2</sup> 증가, 등지방두께 약 0.411mm 증가, 근내지방도 약 -0.13점 감소되었음.
- 36개월령에 가장 많은 혈통등록 거세우가 출하되었고 도축월령별 도체성적을 확인 한 결과 도체중은 약 3.68kg 증가, 등심단면적 약 0.32cm<sup>2</sup> 증가, 등지방두께 약 0.12mm 증가, 근내지방도 약 -0.04점 감소되었음.
- 전반적으로 한우에 비해 육량과 육질 경제형질의 성적이 낮아 모든 도체형질에 대한 개량이 필요함.

## 2. 제주흑우 정액생산체계 구축

### 가. 고품질 제주흑우 정액 생산

- 제주흑우 개체 수를 증식하기 위한 방법으로 주로 인공수정을 이용하는데, 이를 위해서는 수태율을 높일 수 있는 고품질의 동결정액 생산과 보급이 매우 중요함.
- 이에 축산진흥원에서는 동결정액 제조 후 용해 후 정자의 운동성을 높이기 위하여 지속적으로 연구를 수행하고 있음.
- 정액생산 체계 구축을 위하여 제주흑우 고유의 체형과 모색을 가진 개체 중 15개월령 이상의 종모우 15두 중 8두의 종모우의 정액을 35회에 걸쳐 채취, 이 중 활력이 우수한 종모우의 동결정액 1,319본을 생산, 농가에 400본을 공급하였으며 현재 지속적으로 동결정액을 생산하고 있음.



- 동결정액을 생산하기 위하여 종모우 10두의 정액을 인공질법으로 채취하고 사출되는 정액량을 측정하였으며, 결과는 다음의 표와 같음. 총 정액 채취 횟수는 62회이며, 평균 정액량은  $6.6 \pm 1.8\text{ml}$  로 나타났음.

표. 인공질법에 의해 채취한 종모우의 정액량

	정액 채취 횟수	정액량(ml)
JBC - 1	4	$6.3 \pm 3.4$
JBC - 2	1	4
JBC - 3	7	$6.1 \pm 0.9$
JBC - 4	10	$6.6 \pm 0.5$
JBC - 5	12	$7.3 \pm 2.4$
JBC - 6	9	$5.9 \pm 0.6$
JBC - 7	16	$7.6 \pm 1.2$
JBC - 8	0	-
JBC - 9	2	$5.5 \pm 0.5$
JBC - 10	1	7
합계 / 평균	62	$6.6 \pm 1.8$

- 동결정액 제조 시 사용되는 희석제의 종류에 따른 결과를 알아보기 위하여 시판 중인 Optixcell 2와 난황을 20 % 섞은 Triladyl을 사용하였음. 희석제는 미리 제조하여 34°C water bath에 담가 놓아 정액과 희석하였을 때 온도 충격에 의한 영향을 최소화함. 채취한 정액은 은박지로 감싼 후 보온병에 담아 실험실로 즉시 이동하고 두 종류의 희석제를 사용하여  $50 \times 10^6/\text{ml}$  농도로 최종 희석하고, 희석된 정액은 0.5ml straw에 분주하여 밀봉한 후 3시간 이상, 4°C 저온에서 평형시킴. 평형이 끝난 후 액체질소(LN<sub>2</sub>) 증기 7cm 위에서 10분간 예비동결 후 액체질소(LN<sub>2</sub>)에 침수 동결하였음. 침수동결 1시간 후 straw를 꺼내 37°C의 water bath에 30초 동안 넣어 용해시킨 후 CASA II Motility Program을 이용하여 정자의 운동성을 평가함. 그 결과는 표와 같으며, OptiXcell 2를 사용하였을 때, 난황 20% Triladyl을 사용하였을 때보다 다소 높은 운동성과 전진운동성을 보였으나 유의적인 차이는 없었음.

표. 희석제의 종류에 따른 운동성과 전진 운동성

희석제	동결 용해 후	
	운동성 (%)	전진 운동성(%)
Triladyl	$42.2 \pm 7.5$	$36.8 \pm 5.2$
Optixcell 2	$56.6 \pm 6.0$	$50.6 \pm 2.5$

- 인공질의 내부 온도는 42도 정도로 맞추고 적당한 압력을 넣어 젤을 발라줌. 채정튜브에는 스폰지를 끼워 빛을 차단하고 온도를 유지할 수 있도록 준비함. 종모우가 증가할 수 있도록 받침소를 단단히 보정한 후 증가 전 받침소 주변을 충분히 맴돌게 하여 종모우의 흥분을 유도하여 요도구액이 분출되면 증가를 허용하고 재빠르게 정액을 채취함 (사진.).



사진. 종모우 정액채취

표. 제주흑우 종모우 정액생산

	JBC-1	JBC-2	JBC-3	JBC-4	JBC-5	JBC-6	JBC-7	JBC-8
채정(횟수)	4	1	8	4	8	6	3	1
원정액 양(ml)	4.3	4	6.7	6.4	7.3	5.8	8.3	6
희석농도( $10^6/ml$ )	54	76	62	85	55	56	76	56
생산(개)	50	0	142	148	498	101	380	0

- 채취한 정액은 은박지로 감싼 후 보온병에 담아 실험실로 이동. 동결희석액(OptiXcell 2)으로  $50 \times 10^6/ml$  농도로 희석하고, 희석된 정액은 0.5ml straw에 분주한 후 3-4시간 동안 4도 저온에서 평형시킨 후, 액체질소(LN2) 증기 7cm 위에서 10분간 예비동결 후 액체질소(LN2)에 침수동결하였음. 침수동결 1시간 후 straw를 37도의 water bath에 30초 동안 넣어 용해시킨 후 CASA II Motility Program을 이용하여 정자의 운동성을 평가함. 용해 후 정자의 운동성이 60%이상일 경우 영구보존 진행함. 현재까지 8두의 종모우의 용해 후 정자를 분석한 결과 JBC-5 정액이 가장 운동성이 좋게 나타나고 있음.



사진. Straw 4도 평형 및 예비동결

표. 제주흑우 동결정액 용해후 운동성

	JBC-1	JBC-2	JBC-3	JBC-4	JBC-5	JBC-6	JBC-7	JBC-8
Motility, %	72.7	42.5	66.9	65.7	70.3	65.1	65.8	52.4
Progressive Motility ,%	70.2	40.2	63.1	61.0	65.9	61.2	61.1	49.8

○ 농가에 보급된 동결정액으로 인공수정 시행한 암소의 수태율을 지속적으로 조사하여, 차후 동결정액 생산 및 우수 종모우를 선발하기 위한 자료로 활용할 계획이며(표.) 최종적으로는 유전적으로 우수한 종모우 선발 및 집단 관리 시스템을 구축하여 우량 종모우의 정액 생산체계를 구축하여 제주흑우의 개량 기반을 조성하는데 목표를 두었음. 현재 후보종모우 선발을 위한 제주흑우 수송아지 2두에 대한 당대검정을 진행하고 있어 차후 후보종모우 선발이 가능할 것으로 생각됨(표.).

표. 제주흑우 동결정액 수태율 및 분만을

공급기간	공급수량(개)		인공수정(두)	송아지분만(두)	분만을	
2016년	849	제주시	50	86	52	60%
		서귀포시	799	544	174	32%
2017년	1,280	제주시	650	164	90	55%
		서귀포시	630	401	179	45%
2018년	750	제주시	150	86	46	53%
		서귀포시	600	470	163	35%

표. 당대검정우의 선형심사 결과

B C S	선형심사형질																			등급형질				
	일반외모				자질			전구		중구			후구			지제		일반 외모	자질	전구	중구	후구	지제	
	체 고	체 장	체 폭	체 심	피모의색	윤 곽	정감이 두께	가슴 너비	어깨 부착도	갈비 개장도	체 상	체 하	엉덩이 기울기	엉덩이 길이	좌 골 폭	유방 용적	발굽 각도							뒷다 리 비절 기울기
5	5	5	5	6	5	6	4	5	5	4	7	4	5	8	7	9	6	4	19	20	19	19	20	21

- 고품질 동결정액 생산을 위한 개선방안으로 승가 불가한 개체에 대해 전기 자극기를 도입하여 채정을 유도하고 있으며 급격한 냉장 온도, 시간 및 예비 동결에 의한 저온 충격을 완화하기 위해 동결 장비를 도입하여 고품질 동결 정액 생산을 위해 노력하고 있음.

(5) 제 2-2 협동과제 : 제주흑우와 실용축의 육종가 기반 사양표준 정립  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과		교육지도	인력양성			정책활용 홍보		기타
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		SCI	비SCI		학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용	
											SCI			비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명			
가중치																				
최종목표																				
1단계	목표												-	3						2
	실적												2	6						0
2단계	목표												-	4						4
	실적												2	4						2
최종	목표												-	7						6
	실적												4	10						2

① 학술 발표

No	발표명	발표자	발표일시	장소	국명
1	사료급여 형태에 따른 제주흑우 실용축의 성장특성에 미치는 영향	박중국	2017.08.24	제주흑우연구센터	대한민국 (국제)
2	제주 흑우 실용축의 사료급여프로그램 제조정에 따른 발육에 미치는 영향	박중국	2018.05.25	제주대학교 생명자원과학대학 3층 대강당	대한민국 (국제)
3	Difference in Rumen Microbiomes of Korean Native Hanwoo and Jeju Black Cattle under the Same Dietary Condition	김민석	2020.09.23	온라인 개최	대한민국 (국내)
4	Evaluation of in Vivo Rumen Microbiota and in Vitro Rumen Fermentation Characteristics between Hanwoo and Jeju lack Steers Under the Same Dietary Cond	송재용	2021.08.25	전면 비대면 온라인 학술대회	대한민국 (국제)

② 교육지도

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	제주 흑(한)우 발전 방향 세미나	제주 흑(한)우 발전 방향	제주 서귀포축협	1	2	42
2	제주흑우 실증시험 중간연구결과 발표	제주흑우 사양관리 프로그램 개발	제주 서귀포축협	1	2	40

3	한우암소 검정사업농가 기술교육	제주지역의 효율적인 한우개량 방안	제주 서귀포축협	1	2	40
4	제주한우 암소검정사업 기술 교육	제주한우의 현황 및 발전방향	제주 서귀포축협	1	2	50
5	한우번식우 사양관리 기술교육 컨설팅	한우 송아지 및 암소비육 사양관리	제주 서귀포축협	1	2	50
6	자가배합사료를 이용한 한우 고급육 생산기술	자가배합사료를 이용한 고급육 생산방안	제주 서귀포축협	1	2	30
7	2019년 한우 암소 검정사업 참여농가 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주 서귀포축협	2	2	40
8	2020년 한우 암소 검정사업 참여농가 컨설팅 I	센터 주도 현장 방문 민간 컨설팅	제주 서귀포축협	1	2	7
9	2020년 한우 암소 검정사업 참여농가 컨설팅 II	센터 주도 현장 방문 민간 컨설팅	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	2	42
10	2021년 한우 암소 검정사업 참여농가 농가 교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주축협 아라점 회의실	1	2	28

### ③ 홍보전시

<홍보 1-전시회 참가 등>

No	유형	행사명칭	전시품목	장소 및 대상	일시
1	기타	2019 제주 흑한우 축산물 할인 한마당	제주흑한우 축산물	서귀포시 축협 흑한우명품관	2019.09.02
2	박람회	서귀포시축협 '2022 제주 흑한우 축산물 할인 한마당' 개최	제주흑우 축산물	서귀포시 축협 흑한우 명품관	2022.08.26~28

## (나) 정성적 성과

구분	연구목표	주요 연구 성과	
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑한우 실용축의 성장능력 및 도체특성 평가</li> <li>· 흑한우 실용축의 성장곡선 추정 및 성장·섭취 데이터 축적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 제주 흑한우 실용축 사양관리 문제점 도출 및 개선방향 제시</li> <li>· 다항회귀함수식(2차 및 3차) 및 비선형회귀식(Gompertz, Von Bertalanffy 및 Logistic) 모델을 활용한 흑한우 성장곡선 추정</li> </ul>
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑한우 실용축의 세대(순중, F1, F2 및 F3)별 성장능력 평가</li> <li>· 흑한우 실용축의 성장곡선 추정 및 성장·섭취 데이터 축적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑한우의 생산성과 경제적 향상을 위한 실용축 세대 검증 및 제시</li> <li>· 다항회귀함수식 및 비선형회귀식 모델을 활용한 흑한우 성장곡선 추정</li> </ul>
	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사료급여형태에 따른 흑한우 성장 및 도체특성 평가</li> <li>· 흑한우 실용축의 성장곡선 추정 및 성장·섭취 데이터 축적</li> <li>· 흑한우 전용 TMR 사료급여프로그램 작성(안)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 배합사료 및 TMR(TMF)를 활용한 실증시험을 통해 흑한우 성장 및 육질 개선을 위한 사료급여 형태 확정</li> <li>· 다항회귀함수식 및 비선형회귀식 모델을 활용한 흑한우 성장곡선 추정</li> </ul>
2단계	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑한우 육량 및 육질개선을 위한 친환경 첨가제 개발</li> <li>· 흑한우 적정 거세시기 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 친환경 첨가제(식물추출물)별 반추위 발효특성을 통해 0.2% 적정 첨가량 도출</li> <li>· 친환경 첨가제(식물추출물)제 급여전·후 성장 및 육질 비교분석을 통한 효과 입증</li> <li>· 흑한우 최적 성장을 위한 거세시기(생후 7~9개월) 도출</li> </ul>
	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 한우와 흑한우의 반추위 미생물을 NGS 법을 이용하여 분석</li> <li>· 흑한우 사양단계별 TMR 사료 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑한우 미생물 군집 기초자료 확보 및 한우 대비 미생물 군집특성 비교분석</li> <li>· 흑한우 전용 TMR 사료 배합비 설계 및 사료의 화학적 조성 분석</li> </ul>
	6차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 사양단계에 따른 흑우전용 TMR 사료급여프로그램 검증</li> <li>· 흑한우 암소비육을 위한 발정억제기술 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑한우 전용 TMR 프로그램 적용을 통해 흑한우 생체중 및 일당증체량 개선</li> <li>· 발정억제기술(난소적출): 동물윤리 및 코로나로 인한 연구중단</li> </ul>
	7차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흑한우 전용 TMR 사료급여 프로그램 및 사료 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 최종 흑한우 전용 TMR 사료급여프로그램 개발 및 제공</li> <li>· 흑한우 전용 TMR 사료 배합비 리뉴얼</li> </ul>

### [연구결과]

#### 1. 흑한우 실용축 성장능력 및 도체특성 평가와 성장곡선 추정

##### 가. 시험기간, 공시동물 및 데이터 수집

- 본 연구는 2013년 7월부터 2016년도 12월까지 제주도 서귀포시 생축장에 사육중인 거세 흑한우 170두를 이용하였으며, 생후 30개월 기준 누적두수 2,288두의 데이터를 수집하였음. 또한, 흑우 실용축 세대별 성장특성을 알아보기 위해 흑우, F1, F2 및 F3 개체로 나누어 월령에 따른 총 1,781두(흑우: 330두, F1: 781두, F2: 946두 및 F3: 231두)의 성장능력을 비교하였음.

나. 흑한우 사양관리

- 흑한우는 한우 전용 TMR 급여프로그램을 이용하여 사육되고 있었으며, 생후 월령 및 사육단계에 따라 송아지, 육성기, 비육전기, 비육후기 및 마무리 사료로 급여하였음. 흑한우는 우방당 4-6두씩 사육되고 있었으며, 사료는 1일 2회 나누어 급여하였고, 물과 미네랄 블록은 자유롭게 이용할 수 있도록 하였음. 시험사료의 화학적 조성은 표와 같음.

표. 흑한우 실용축 급여 TMF 성분함량

영양소(%)	송아지	육성비육	육성우+	비육전기	비육후기	비육마무리	번식우
수분	12.13	39.89	33.83	39.8	40.63	40.27	44.85
건물	87.87	60.11	66.17	60.2	59.37	59.73	55.15
조단백질	13.51	8.33	10.04	7.9	7.26	6.86	7.1
TDN	65.17	41.99	45.19	43.16	44.12	46.68	37.57
조지방	2.86	2.28	2.44	2.20	2.05	2.10	1.95
조섬유	14.45	13.23	14.01	12.25	11.11	9.27	13.33
조회분	7.61	6.02	7.04	5.57	4.89	4.32	5.63
ADF	19.12	16.52	17.75	15.32	13.82	11.61	16.18
NDF	35.47	26.86	29.02	24.91	22.91	19.48	25.64
Ca	0.96	0.60	1.01	0.55	0.50	0.44	0.53
P	0.49	0.23	0.24	0.22	0.20	0.20	0.21

다. 성장능력 조사

- 흑한우의 체중은 이동식 우형기를 이용하여 매일 측정하였으며, 증체량을 사양일수로 나누어 일당증체량을 계산하였음. 사료섭취량은 pen 단위로 측정하였고 사료 공급량과 잔량의 차이로 계산하였음. 영양소 섭취량은 체중을 150kg으로부터 650kg까지 체중단위(50kg)별 증체 수준에 따라 구분하여 작성하였음.

라. 도체특성 조사

- 도축된 개체의 도체들은 우리나라에서 시행하고 있는 소 도체 등급판정기 준에 따라 도체중, 배최장근 단면적, 등지방 두께에 따라 육량지수를 산정하고, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도 등에 따라 육질등급을 조사한 후 육질 및 육량지수에 따른 도체등급을 평가하였음.
- 도체의 등급 구분은 육질과 육량으로 구분하여 판정하였고, 육질등급은 고기의 질을 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1++, 1+, 1, 2, 3등급으로 판정하고, 육량등급은 도체에서 얻을 수 있는 육량을 도체중량, 등지방두께, 등심 단면적을 종합하여 A, B, C등급으로 판정하여 표와 같이 표시(농림부 고시 2011-112호, 2011)하였음.
- 육량등급은 육량지수[68.184 - (0.625 × 등지방두께, mm) + (0.130 × 배최장근단면적, cm<sup>2</sup>) - (0.024 × 도체중량, kg)]에 의한 계산식에 의하여 67.50이상일 경우 A등급을, 62.00~67.50이면 B등급을 그리고 62.00미만이면 C등급이었음.



- 육질등급은 근내지방도의 번호가 8 또는 9에 해당하면 1++등급을, 근내지방도 번호 6~7이면 1+등급을, 근내지방도 번호 4~5에 해당하면 1등급을, 근내지방도 2~3이면 2등급을 그리고 근내지방도가 1에 해당하면 3등급이었음.

마. 성장곡선 추정

- 성장곡선 함수 추정은 체중을 종속변수로 하고 체중 측정시 월령을 독립변수로 하여 SAS ver 9.1(SAS, 2002)의 PROC REG를 이용하여 다항회귀방정식으로 2차와 3차 회귀함수식을 적용하여 추정하였음.
- Gompertz, Von Bertalanffy 및 Logistic의 비선형 회귀식을 이용한 함수 추정은 SAS(2001)의 PROC NLIN을 이용하였으며, 편도함수 지정이 필요하지 않는 DUD (Doen' t Use Derivative)방법을 이용하여 추정하였음.
- 함수식은 다음과 같음.

- 2차 회귀함수 모형

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + e$$

여기서,  $Y$  : 종속변량(체중),  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  : 회귀계수,  $X$  : 독립변량 (측정월령),  
 $e$  : 임의오차

- 3차 회귀함수 모형

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + e$$

여기서,  $Y$  : 종속변량(체중),  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  : 회귀계수,  $X$  : 독립변량 (측정월령),  
 $e$  : 임의오차

- Gompertz모형

$$W_t = A e^{-be^{-kt}}$$

여기서,  $W_t$  = t시점의 체중,  $b$  = 성장비,  $k$  =성숙률에 관한 모수,

$A$  = 성숙체중에 관한 모수

- Von Bertalanffy모형

$$W_t = A(1 - be^{-kt})^3$$

여기서,  $W_t$  = t시점의 체중,  $b$  = 성장비,  $k$  =성숙률에 관한 모수,

$A$  = 성숙체중에 관한 모수

- Logistic 모형

$$W_t = A(1 + be^{(-kt)})^{-1}$$

여기서,  $W_t$  = t시점의 체중,  $b$  = 성장비,  $k$  =성숙률에 관한 모수,

$A$  = 성숙체중에 관한 모수

바. 시험사료의 화학적 조성

- 사료의 화학 성분은 AOAC(1984)의 방법에 준하였으며, 수분함량은 oven 건조법, 조단백질은 조단백질 증류장치(2200 Kjeltac Auto Distillation, Switzerland), 조지방은 Soxhlet 추출법(Soxtec system HT6, Switzerland), 조회분함량은 electric muffle furnace(Naberphrem, Germany)를 이용하여 800℃로 5시간동안 회화시킨 후 그 함량을 측정하여 백분율(%)로 나타내었음.
- Van Soest(1991)의 분석방법에 따라 NDF는 neutral detergent로 시료를 60분간 끓인 다음 여기에 용해되지 않는 것을 105℃ drying oven에서 건조 후 30분간 desiccator에서 방랭한 후 측정하였음.
- ADF는 조사료의 ligno-cellulose 함량을 결정하는 가장 빠른 방법이며, 시료를 acid detergent 용액에서 60분간 끓인 후 여기에 용해되지 않는 것을 105℃ drying oven에서 건조 후 30분간 desiccator에서 방랭한 후 측정하였음.

사. 흑한우 생후 월령별 성장능력

○ 흑한우 생후 월령별 체중, 일당증체량 및 사료섭취량 변화는 표에 나타난 바와 같음.

표. 흑한우 생후 월령별 체중 및 일당증체량 변화

측정월령	두수	평균	일당증체량	표준편차	최소	최대
6	5	155.50	0.79	55.90	78.00	228.00
7	4	183.75	0.74	29.00	154.00	223.50
8	13	215.00	0.72	19.70	179.00	258.00
9	26	229.62	0.66	23.20	180.00	274.00
10	26	249.60	0.63	21.76	219.00	281.50
11	25	271.24	0.60	25.42	228.50	324.00
12	22	293.36	0.68	55.16	230.00	439.00
13	22	305.80	0.66	40.96	242.50	382.00
14	30	333.50	0.75	51.96	229.50	487.00
15	33	351.94	0.69	44.11	272.50	449.50
16	41	373.94	0.69	40.84	295.50	474.00
17	43	388.03	0.64	52.52	233.50	515.00
18	43	410.58	0.71	54.33	217.50	511.00
19	46	431.55	0.66	49.81	270.50	518.00
20	44	456.09	0.64	50.05	237.00	533.00
21	51	476.28	0.69	58.02	381.00	612.00
22	55	494.74	0.58	52.07	328.00	618.00
23	47	509.20	0.64	68.55	283.00	677.00
24	45	529.36	0.58	59.32	425.00	642.00
25	52	544.27	0.61	58.66	432.50	732.50
26	50	544.38	0.59	64.17	371.00	677.00
27	59	575.57	0.61	76.61	332.50	798.00
28	45	568.86	0.57	68.37	402.00	734.00
29	49	584.15	0.53	65.10	335.00	698.50
30	51	616.80	0.50	73.26	422.00	754.50
31	42	632.96	0.66	83.21	326.00	785.00
32	49	644.17	0.57	78.08	470.50	832.50
33	47	655.83	0.49	93.65	369.50	848.50
34	43	688.33	0.47	82.06	549.50	864.00
35	32	667.97	0.51	81.51	497.50	836.00

표. 흑한우 생후 월령별 사료 및 영양소섭취량 변화

월령	체중	사료 섭취량	섭취량, kg					합량, %				
			건물 섭취량	TDN	CP	Ca	P	DM	TDN	CP	Ca	P
6	139.38	3.90	3.61	2.68	0.57	0.04	0.02	90.69	74.26	15.74	1.17	0.60
7	160.48	5.00	4.29	3.12	0.66	0.05	0.02	85.88	72.67	15.43	1.11	0.50
8	182.21	6.26	4.91	3.52	0.75	0.05	0.02	78.47	71.68	15.19	1.08	0.44
9	204.39	7.39	5.46	3.88	0.82	0.06	0.02	73.85	71.07	14.97	1.11	0.43
10	226.86	8.39	5.93	4.19	0.88	0.08	0.03	70.65	70.69	14.78	1.31	0.44
11	249.47	9.25	6.32	4.46	0.92	0.09	0.03	68.35	70.48	14.59	1.42	0.42
12	272.09	9.98	6.65	4.68	0.96	0.09	0.03	66.61	70.38	14.42	1.39	0.40
13	294.61	10.59	6.91	4.86	0.98	0.09	0.03	65.22	70.38	14.25	1.33	0.39
14	316.92	11.08	7.11	5.01	1.00	0.09	0.03	64.14	70.44	14.09	1.21	0.37
15	338.93	11.47	7.25	5.12	1.01	0.08	0.03	63.24	70.55	13.93	1.12	0.38
16	360.58	11.77	7.36	5.20	1.01	0.08	0.03	62.51	70.69	13.78	1.07	0.37
17	381.78	11.99	7.42	5.26	1.01	0.07	0.03	61.91	70.85	13.64	0.92	0.36
18	402.50	12.14	7.46	5.30	1.01	0.07	0.03	61.44	71.03	13.51	0.93	0.37
19	422.68	12.24	7.47	5.32	1.00	0.07	0.03	61.04	71.21	13.38	0.90	0.37
20	442.29	12.3	7.47	5.33	0.99	0.07	0.03	60.71	71.39	13.27	0.91	0.37
21	461.30	12.32	7.45	5.33	0.98	0.07	0.03	60.48	71.56	13.17	0.92	0.37
22	479.70	12.33	7.43	5.33	0.97	0.07	0.03	60.25	71.71	13.09	0.90	0.37
23	497.47	12.31	7.40	5.32	0.96	0.07	0.03	60.14	71.84	13.02	0.92	0.37
24	514.59	12.28	7.38	5.31	0.96	0.07	0.03	60.09	71.94	12.97	0.90	0.37
25	531.08	12.26	7.36	5.30	0.95	0.07	0.03	60.01	72.02	12.94	0.90	0.37
26	546.92	12.23	7.34	5.29	0.95	0.07	0.03	60.03	72.06	12.92	0.91	0.37
27	562.13	12.20	7.33	5.28	0.95	0.07	0.03	60.10	72.08	12.92	0.91	0.37
28	576.70	12.18	7.33	5.28	0.95	0.07	0.03	60.19	72.06	12.93	0.90	0.37
29	590.65	12.17	7.34	5.28	0.95	0.07	0.03	60.30	72.01	12.97	0.91	0.37
30	604.00	12.17	7.35	5.29	0.96	0.07	0.03	60.43	71.93	13.01	0.92	0.38
31	616.75	12.18	7.38	5.30	0.96	0.07	0.03	60.59	71.82	13.07	0.92	0.37
32	628.91	12.19	7.41	5.32	0.97	0.07	0.03	60.82	71.69	13.14	0.90	0.37
33	640.52	12.22	7.46	5.33	0.99	0.07	0.03	61.02	71.54	13.22	0.92	0.38
34	651.53	12.26	7.51	5.36	1.00	0.07	0.03	61.23	71.37	13.31	0.93	0.40
35	662.11	12.31	7.56	5.38	1.01	0.07	0.03	61.45	71.18	13.40	0.93	0.40

표. 흑한우 체중에 따른 월령별 사료 및 영양소섭취량 변화

체중	일당 증체량	TMF	섭취량, kg					함량, %				
			DMI	TDN	CP	Ca	P	DM	TDN	CP	Ca	P
150	0.82	5.00	3.96	2.91	0.62	0.05	0.02	84.06	73.36	15.57	1.26	0.50
200	0.79	7.39	5.36	3.81	0.80	0.06	0.02	73.73	71.17	15.01	1.12	0.37
250	0.80	9.25	6.33	4.46	0.92	0.09	0.03	70.49	70.47	14.59	1.42	0.47
300	0.81	10.59	6.96	4.90	0.99	0.09	0.03	69.59	70.39	14.21	1.29	0.43
350	0.78	11.77	7.31	5.16	1.01	0.08	0.03	69.77	70.62	13.86	1.09	0.41
400	0.72	12.14	7.46	5.29	1.01	0.07	0.03	70.59	71.01	13.52	0.94	0.40
450	0.63	12.30	7.46	5.33	0.99	0.07	0.03	71.67	71.46	13.23	0.94	0.40
500	0.55	12.31	7.40	5.32	0.96	0.07	0.03	72.74	71.85	13.01	0.95	0.41
550	0.47	12.23	7.34	5.29	0.95	0.07	0.03	73.26	72.07	12.92	0.95	0.41
600	0.42	12.17	7.35	5.29	0.96	0.07	0.03	72.94	71.95	13.00	0.95	0.41
650	0.46	12.26	7.50	5.35	1.00	0.07	0.03	71.38	71.39	13.29	0.93	0.40

- 서귀포축협 생축장에서 사육중인 흑한우의 육성기(생후 6개월) 개시체중 평균은 155.5kg, 비육전기(생후 12개월) 개시체중 293.4kg 및 비육후기(생후 23개월) 개시체중 529.4kg 및 비육종료(생후 35개월) 체중 668.0kg으로 나타났음. 육성기(6~12개월) 평균 일당증체량은 0.65kg(0.60~0.79kg/d), 비육전기(13~23개월) 일당증체량은 0.62kg(0.58~0.75kg/d) 및 비육후기·마무리(24~35개월)
- 일당증체량은 0.52kg(0.47~0.66kg/d)으로 나타났음. 월령별 사료섭취량은 생후 6개월령 3.90kg으로 시작하여 생후 22개월에 12.33kg으로 꾸준히 증가한 후 마무리까지 대부분 12kg 섭취수준에 머물러 있었음.
- 체중대별 사료섭취량의 경우 체중 150kg 기준 5.00kg에서 체중 450kg에 12.30kg으로 지속적으로 증가하였다가 이후에 650kg 까지 12kg 수준에서 유지되고 있었음. 흑한우의 경우 증체가 가장 우수한 구간인 비육전기에서 사료섭취량 증가 미미하며, 비육후기 구간에서도 섭취량이 증가되지 않기 때문에 전반적으로 증체가 감소되는 것으로 판단됨.

아. 흑한우 세대(흑한우 순종, F1, F2 및 F3)별 체중 및 일당증체량 비교

○ 흑한우 세대에 따른 월령별 체중 및 일당증체량은 표에 나타난 바와 같음.

표. 흑한우 실용축 세대에 따른 월령별 체중 변화

측정월령	흑한우		실용화 F1		실용화 F2		실용화 F3	
	평균	관측두수	평균	관측두수	평균	관측두수	평균	관측두수
6	.	.	.	.	155.50	5	.	.
7	.	.	223.50	1	170.50	3	.	.
8	211.88	4	203.00	1	222.42	6	205.00	2
9	223.00	4	237.69	8	230.58	12	204.75	2
10	240.10	5	258.93	7	249.92	13	227.50	1
11	269.50	3	276.80	5	266.81	13	280.00	4
12	368.00	2	326.38	4	282.50	12	255.63	4
13	304.80	5	326.60	5	297.54	12	.	.
14	358.00	6	362.75	4	320.74	17	317.83	3
15	367.79	7	357.00	4	355.63	16	320.25	6
16	374.40	5	390.67	12	372.98	20	328.00	4
17	380.68	11	389.50	9	382.31	18	422.20	5
18	429.07	7	432.25	10	402.64	22	367.75	4
19	411.56	8	435.10	15	439.90	20	411.50	3
20	464.39	9	472.65	10	444.04	23	474.50	2
21	439.63	8	510.93	14	474.55	20	458.83	9
22	511.78	9	498.04	25	488.44	18	453.83	3
23	492.25	4	532.77	13	502.10	26	495.75	4
24	491.50	10	565.84	19	517.86	11	491.70	5
25	539.79	7	564.29	19	530.45	21	532.50	5
26	530.39	9	550.89	14	560.05	19	511.50	8
27	567.83	3	629.14	18	547.57	29	561.22	9
28	542.50	9	599.25	18	558.71	14	526.88	4
29	603.38	4	601.34	19	565.23	20	580.00	6
30	560.80	5	648.13	19	608.78	23	584.13	4
31	665.00	6	661.89	18	584.79	14	623.38	4
32	561.38	4	669.24	21	645.18	20	590.38	4
33	651.50	8	683.67	24	604.83	12	648.67	3
34	612.25	4	722.93	21	660.72	16	698.00	2
35	601.88	4	725.55	11	662.04	13	595.00	4

표. 흑한우 실용축 세대에 따른 월령별 일당증체량 변화

측정월령	흑한우		실용화 F1		실용화 F2		실용화 F3	
	평균	관측두수	평균	관측두수	평균	관측두수	평균	관측두수
6	.	.	.	.	0.30	2	.	.
7	.	.	0.74	1	.	.	.	.
8	.	.	.	.	0.72	3	.	.
9	0.60	2	0.83	2	0.61	4	.	.
10	0.66	3	0.51	3	0.67	8	.	.
11	0.62	3	0.60	4	0.48	9	0.67	3
12	0.51	1	0.35	3	0.70	12	0.60	3
13	0.54	3	0.79	5	0.62	8	.	.
14	0.76	4	0.77	4	0.71	14	1.25	6
15	0.43	4	0.71	4	0.71	15	0.66	5
16	0.63	3	0.65	8	0.72	17	0.52	4
17	0.56	13	0.74	5	0.53	13	0.84	4
18	0.52	6	0.75	8	0.71	14	0.66	4
19	0.77	6	0.64	10	0.63	18	0.74	2
20	0.63	8	0.63	8	0.59	22	0.73	2
21	0.53	7	0.74	10	0.66	17	0.67	8
22	0.22	7	0.60	19	0.49	16	0.33	3
23	0.60	4	0.39	6	0.65	22	0.61	4
24	0.61	8	0.60	11	0.42	11	0.54	4
25	0.66	7	0.65	18	0.50	16	0.53	4
26	0.61	8	0.62	13	0.54	16	0.59	4
27	0.71	3	0.70	14	0.50	19	0.61	6
28	0.52	6	0.50	16	0.50	11	0.61	3
29	0.44	3	0.56	14	0.39	15	0.57	4
30	0.49	5	0.57	15	0.46	20	0.42	4
31	0.62	6	0.69	17	0.44	12	0.66	4
32	0.38	1	0.62	12	0.50	18	0.43	4
33	0.51	6	0.49	18	0.47	13	0.57	3
34	0.54	2	0.54	14	0.35	11	0.58	2
35	0.41	4	0.67	7	0.42	10	0.31	2

○ 생후 8개월령 체중은 F2 > 흑한우 순종 > F1 > F3 순으로 높게 나타났으며, 생후 12개월령 체중은 흑한우 순종 > F1 > F2 > F3 순으로 많음. 하지만 생후 23개월령에는 F1 > F2 > 흑한우 순종 > F3 순으로 체중이 높았으며, 35개월령에도 F1의 체중이 가장 높았고 F3에서 다른 세대에 비해 낮게 나타났음.

○ 일당증체량은 육성기 구간 F1이 0.71kg로 가장 높았고, 흑한우 순종이 0.60g으로 낮게

나타났음. 비육전기에는 F1 및 F3에서 가장 높은 증체를 보였고, 비육후기 일당증체량은 F1이 0.60kg 수준이었고 다른 세대는 0.51~0.54kg으로 급격히 감소되는 것으로 나타났다. 흑한우 순종의 경우 한우에 비해 개체수도 적고 개량속도가 늦기 때문에 한우와 교잡된 F1~F3에 비해 전반적으로 성장이 저하되는 것으로 판단되며, 또한 흑한우의 유전능력이 더욱 강해지는 F2 및 F3도 F1에 비해 성장속도가 늦어지는 것으로 생각됨.

- 따라서, 흑한우를 실용화 하기 위해서는 F1을 활용하여 사육하는 것이 바람직하며, F1 암소의 경우에도 번식우로 활용하지 않고 미경산 암소비육으로 전환하는 것이 효율적인 것으로 판단됨.

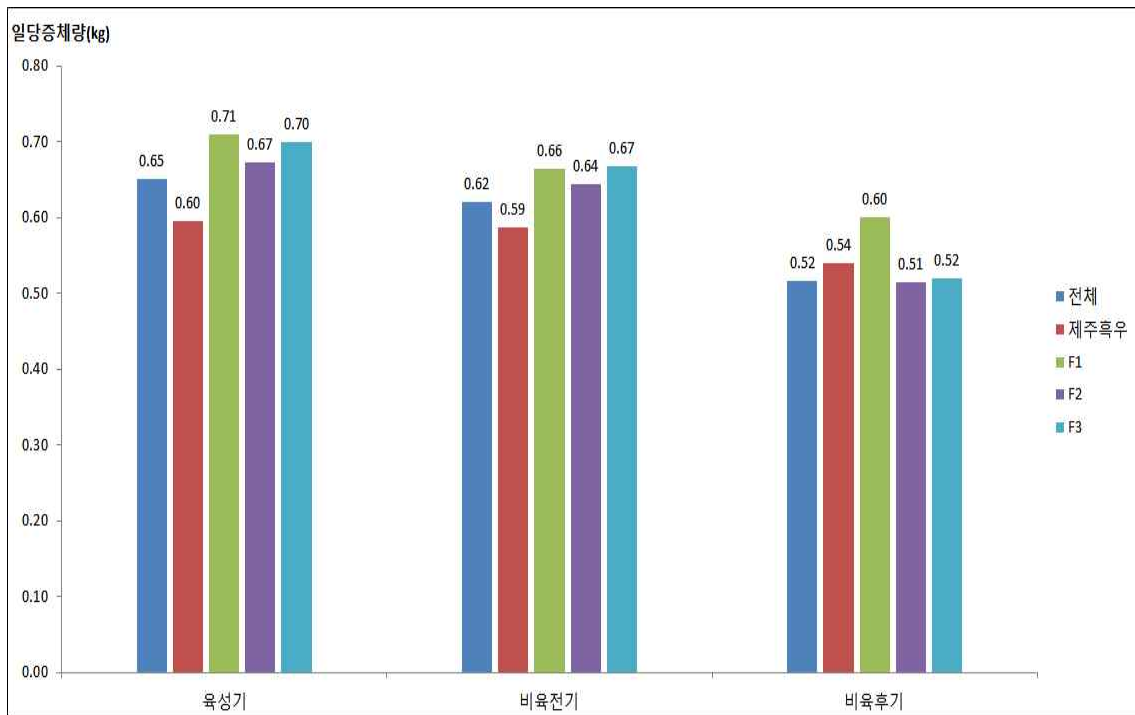


그림. 흑우 실용축 세대별 성장단계에 따른 일당증체량 비교



자. 흑한우 및 거세한우의 생후 월령별 체중비교

○ 서귀포시 생축장에서 사육중인 흑한우 및 거세한우의 월령별 체중비교 결과는 표와 같음.

표. 흑한우 실용축과 한우 체중비교

월령	6	7	8	9	10	11	12	13	14
흑우 실용축	156	184	215	230	250	271	293	306	334
한우	130	150	174	199	226	253	282	312	343
체중차	26	34	41	31	24	18	11	-6	-9
월령	15	16	17	18	19	20	21	22	23
흑우 실용축	352	374	388	411	432	456	476	495	510
한우	376	409	444	479	515	550	583	613	640
체중차	-24	-35	-56	-68	-83	-94	-107	-118	-130
월령	24	25	26	27	28	29	30		
흑우 실용축	529	544	544	576	569	584	617		
한우	662	681	696	711	726	741	750		
체중차	-133	-137	-152	-135	-157	-157	-133		

- 육성기 구간인 생후 6개월령부터 12개월령까지 한우에 비해 흑한우에서 11~41kg 체중이 높게 나타났음. 그러나 비육 구간인 생후 13개월령부터 30개월령까지 흑한우에 비해 한우에서 더욱 높은 체중을 유지하였으며, 특히 비육전기 구간인 생후 13개월부터 23개월 사이에 6~130kg 까지 급격하게 차이가 벌어졌으며, 마무리까지 133~157kg 차이가 지속되었음.
- 일반적으로 한우는 비육전기에 전반적으로 근육 및 등심이 발달하기 때문에 일당증체량이 높은 구간으로 알려져 있는 반면, 흑한우의 경우 육성기에 성장이 뛰어나지만, 비육기간부터는 성장이 감소하는 것으로 판단되며, 한우 TMR 사료급여프로그램을 적용하기에는 바람직하지 않는 것으로 생각됨.

차. 흑한우 및 거세한우의 도체특성 평가

○ 흑한우 및 거세한우(전국평균)의 도체특성 평가 결과는 표에 나타난 바와 같음.

표. 흑한우와 한우 등급판정 항목 평균

Item	서귀포시 축협 생축장			전국평균 (2015)
	2014년도	2015년도	2016년도	
출하두수	77	78	51	716,318
출하월령	42.1	39.5	36.4	31.2
등지방두께, mm	13.26±5.80	18.14±7.28	15.76±6.58	12.9±0.5
등심단면적, cm <sup>2</sup>	78.35±8.87	78.36±9.37	77.77±9.02	91.1±1.3
도체중, kg	380.97±71.64	409.09±52.36	367.50±52.59	386.0±6.2
마블링	3.57±1.53	4.66±1.66	4.35±1.70	5.0±0.2
육색	5.03±0.36	5.02±0.43	4.93±0.37	1.9±0.0
지방색	3.05±0.22	3.02±0.15	3.17±0.41	3.0±0.1
조직감	1.53±0.50	2.40±0.69	3.42±2.09	1.4±0.0
성숙도	3.43±1.77	3.40±1.41	3.33±1.27	3.4±0.1

- 출하월령은 생축장 한우와 전국평균에 비하여 제주흑우에서 월등히 높았으며, 이러한 이유는 목표(출하) 생체중 달성을 위해 출하시기를 연장했기 때문인 것으로 판단됨. 등지방두께는 비교적 한우에 비해 흑한우에서 증가되는 것으로 나타났음.
- 도체중은 출하월령이 길어짐에 따른 체중증가로 흑한우에서 전국평균과 유사한 결과를 보였음. 3년간 자료를 살펴보면, 출하월령은 42개월령에서 36개월령으로 꾸준히 감소하고 있으며, 도체중 및 마블링 성적은 2015년도에서 가장 높게 나타났음.
- 하지만 등지방두께가 높아 육량등급에서 C등급 출현율이 높은 것으로 조사되었음. 2016년도 결과에서도 출하월령은 크게 줄었지만 등지방두께가 한우 평균과 비교하여 높았으며, 도체중은 낮아 향후 육량등급 개선에 대한 대책이 필요할 것으로 판단됨.
- 근내지방도는 전국평균이 평균 5.0으로 가장 높게 나타났고, 흑한우의 경우 3.57~4.66으로 장기간 비육이 진행되었음에도 불구하고 비교적 1등급 수준에 낮은 근내지방도를 보였음.

카. 다항회귀식 및 비선형모델을 활용한 성장곡선 추정

- 흑한우의 월령별 체중을 이용하여 다항회귀식으로 산출한 회귀함수 모형은 표에 나타난 바와 같음.

표. 다항회귀식을 이용한 성장곡선

모형	회귀함수모형	R <sup>2</sup>
2차 회귀함수	$\text{Body weight} = (-0.256196 \times \text{months of age}^2) + (28.24054 \times \text{months of age}) - 13.57696$	0.9982
3차 회귀함수	$\text{Body weight} = (-0.001419 \times \text{months of age}^3) + (-0.16252 \times \text{months of age}^2) + (26.41104 \times \text{months of age}) - 3.5537479$	0.9982

- 2차 회귀모형은  $\text{Body weight} = (-0.256196 \times \text{months of age}^2) + (28.24054 \times \text{months of age}) - 13.57696$ 이었으며, R-square 값은 0.9982으로 높게 나타났음. 3차 회귀모형은  $\text{Body weight} = (-0.001419 \times \text{months of age}^3) + (-0.16252 \times \text{months of age}^2) + (26.41104 \times \text{months of age}) - 3.5537479$ 이었으며, R-square 값은 마찬가지로 0.9982로 조사되었음.
- 회귀함수를 이용하여 흑우 월령별 평균체중을 조사한 결과는 표에 나타난 바와 같음. 2차 회귀식함수에서는 6개월령 평균체중이 146.64kg으로 3차 회귀함수 (148.86kg)와 비교하여 낮게 나타났으며, 단순 평균체중이 155.5kg으로 가장 높았음.
- 비육전기 개시체중인 13개월 체중은 2차 회귀식함수에서 314.4kg, 3차 회귀식함수에서 313.7kg으로 비슷한 수준이었으며, 비육후기 개시체중인 생후 24개월 체중은 2차 회귀식함수에서 521.0kg, 3차 회귀식함수에서 521.5kg으로 비육전기와 마찬가지로 비교적 2kg 이내에서 비슷한 수준으로 나타났지만 단순 평균체중에 비해서는 상대적으로 낮은 체중을 보였음. 생후 35개월령 체중은 3차회귀함수식에서 660.89kg으로 2차 회귀함수식의 661.00kg과 유사하였으며, 회귀함수식 모두 평균체중보다 높은 값을 나타냄.

표. 2차 회귀함수식을 이용한 후우 실용축 월령별 평균체중

개월령	단순 평균체중	2차 회귀		
		하한값	상한값	평균값
6	155.5	128.8	189.4	159.1
7	183.8	149.6	215.2	182.4
8	215.0	170.0	240.7	205.3
9	229.6	189.9	265.9	227.9
10	249.6	209.4	290.8	250.1
11	271.2	228.4	315.4	271.9
12	293.4	246.9	339.8	293.3
13	305.8	264.9	363.9	314.4
14	333.5	282.5	387.6	335.1
15	351.9	299.6	411.1	335.4
16	373.9	316.3	434.3	375.3
17	388.0	332.5	457.2	394.8
18	410.6	348.2	479.8	414.0
19	431.6	363.4	502.2	432.8
20	456.1	378.2	524.2	451.2
21	476.3	392.5	546.0	469.2
22	494.7	406.3	567.4	486.9
23	509.2	419.7	588.6	504.1
24	529.4	432.5	609.5	521.0
25	544.3	445.0	630.1	537.5
26	544.4	456.9	650.4	553.7
27	575.6	468.4	670.5	569.4
28	568.9	479.4	690.2	584.8
29	584.2	490.0	709.7	599.8
30	616.8	728.8	500.1	614.4
31	633.0	509.7	747.7	628.7
32	644.2	518.8	766.3	642.6
33	655.8	527.5	784.6	656.0
34	688.3	535.7	802.6	669.1
35	668.0	543.5	820.3	681.9

표. 3차 회귀함수식을 이용한 후우 실용측 월령별 평균체중

개월령	단순 평균체중	3차 회귀		
		하한값	상한값	평균값
6	155.5	145.4	170.5	160.4
7	183.8	173.1	202.8	183.1
8	215.0	195.7	215.7	205.7
9	229.6	212.9	242.9	227.9
10	249.6	234.8	259.6	249.8
11	271.2	261.4	286.2	271.4
12	293.4	282.7	308.4	292.7
13	305.8	305.7	314.8	313.7
14	333.5	324.4	369.5	334.4
15	351.9	341.9	361.7	354.7
16	373.9	359.7	389.9	374.7
17	388.0	379.3	413.3	394.3
18	410.6	398.6	423.6	413.6
19	431.6	422.6	441.6	432.6
20	456.1	436.1	461.1	451.1
21	476.3	459.3	486.3	469.3
22	494.7	477.1	502.1	487.1
23	509.2	485.5	519.5	504.5
24	529.4	511.4	536.5	521.5
25	544.3	524.3	546.3	538.1
26	544.4	544.4	564.4	554.4
27	575.6	555.6	580.1	570.1
28	568.9	574.4	600.9	585.5
29	584.2	590.4	610.4	600.4
30	616.8	601.9	629.8	614.9
31	633.0	619.0	639.0	629.0
32	644.2	627.8	652.2	642.6
33	655.8	630.7	670.8	655.7
34	688.3	658.4	682.3	668.4
35	668.0	671.0	695.6	680.6

- Gompertz, Logistic 및 Von Bertalanffy 성장곡선 모형을 이용한 추정식은 표에 나타난 바와 같음.

표. 통계분석방법에 따른 성장곡선 평가

Model	Parameters		
	A±SE, kg	b±SE, kg	k±SE, kg
Gompertz	765.9±14.49	2.5518±0.054	0.0787±0.003
Logistic	699.1±9.26	6.5906±0.212	0.1244±0.003
Von Bertalanffy	810±18.53	0.6262±0.001	0.0631±0.003

A : 성숙체중, b : 성장비율, k : 성장률

- 공식을 이용한 성숙체중(A; 성숙체중, 성숙시 최대 크기에 접근하는 값), 성장비(b; 생시 체중에서 최대성숙체중에 대한 비율) 및 성장률(k; 성숙크기에 대한 최대 성장률)을 살펴 보면 성장비율에서는 Logistic 모형이 6.59로 가장 높게 나타난 반면 Von Bertalanffy 모형이 0.62로 가장 낮게 추정되었음. Gompertz 모형은 2.55로 추정되었음. 성장률을 살펴 보면 Gompertz, Logistic 및 Von Bertalanffy 모형 모두 0.06~0.12로 비슷한 수준을 나타내고 있었음.
- Gompertz, Logistic 및 Von Bertalanffy의 체중추정 결과는 표에 나타난 바와 같음. Gompertz 모형을 이용한 월령별 체중 평균은 30개월령 이전까지 단순 평균체중과 비교하여 유사하였으며, 30개월부터 34개월령까지는 단순 평균체중 보다 낮은 특징을 나타냄.
- Logistic 모형의 6개월령 평균체중은 169.5kg으로 단순 평균체중과 비교하여 높았으나, 7개월령에서 35개월령까지 단순 평균체중과 비슷한 패턴으로 증가하였음. 특히 평균체중에서 25개월령 흑우 체중은 24개월령과 비교하여 감소하였으며, 이러한 오차를 통계분석으로 보정이 가능하기 때문에 체중추정치로서 이용하고 있음.
- Von Bertalanffy 모형을 이용한 월령별 체중은 다른 모형과 다르게 육성기 평균체중과 유사한 값을 나타냄. 또한 30개월령 이후 체중증가폭이 크지는 않았지만, Gompertz와 Logistic 모형보다 평균체중과 유사한 값을 나타냄.
- 본 연구에서 3종류 모델을 이용해 체중추정을 조사한 결과, 하한값과 상한값의 편차가 가장 적은 모델은 Logistic 모델이었으나, 사료급여프로그램 적용을 위해서는 목표체중을 단순 평균체중과 비교해 10% 상향 조정해야 하기 때문에 Von Bertalanffy 모델의 상한값을 적용하는 것이 바람직 할 것으로 판단됨.

표. Gompertz 모형을 이용한 월령별 체중 추정

개월령	단순 평균체중	Gompertz		
		하한값	상한값	평균값
6	146.94	152.4	159.8	156.0
7	178.44	170.3	181.9	175.9
8	203.10	188.9	204.9	196.7
9	218.93	208.0	228.6	218.0
10	234.94	227.4	252.8	239.7
11	260.79	247.1	277.3	261.7
12	280.37	266.9	301.9	283.9
13	305.52	286.8	326.4	306.0
14	329.54	306.5	350.7	328.0
15	355.68	326.1	374.6	349.8
16	374.72	345.5	398.1	371.2
17	395.09	364.5	420.9	392.1
18	415.36	383.1	443.1	412.5
19	434.98	401.2	464.5	432.2
20	450.00	418.8	485.0	451.4
21	476.13	435.9	504.7	469.8
22	481.48	452.4	523.6	487.5
23	500.05	468.2	541.5	504.5
24	524.90	483.5	558.5	520.7
25	519.67	498.1	574.6	536.1
26	541.54	512.1	589.8	550.8
27	567.57	525.5	604.2	564.7
28	559.16	538.2	617.7	577.9
29	574.63	550.3	630.3	590.3
30	623.90	561.8	642.2	602.1
31	619.66	572.7	653.3	613.1
32	615.03	583.0	663.7	623.5
33	650.31	592.8	673.4	633.3
34	664.73	602.0	682.5	642.5
35	642.50	610.7	690.9	651.1

표. Logistic 모형을 이용한 월령별 체중 추정

개월령	단순 평균체중	Logistic		
		하한값	상한값	평균값
6	146.94	168.4	171.0	169.5
7	178.44	183.8	188.6	186.0
8	203.10	200.0	207.3	203.5
9	218.93	217.1	227.2	221.8
10	234.94	234.9	247.9	241.1
11	260.79	253.3	269.6	261.1
12	280.37	272.3	291.9	281.8
13	305.52	291.8	314.9	302.9
14	329.54	311.6	338.1	324.4
15	355.68	331.6	361.6	346.1
16	374.72	351.7	385.0	367.8
17	395.09	371.7	408.2	389.4
18	415.36	391.4	431.0	410.7
19	434.98	410.9	453.2	431.5
20	450.00	429.8	474.6	451.8
21	476.13	448.2	495.2	471.3
22	481.48	465.9	514.7	489.9
23	500.05	482.9	533.2	507.7
24	524.90	499.0	550.5	524.5
25	519.67	514.3	566.7	540.3
26	541.54	528.7	581.6	555.0
27	567.57	542.2	595.5	568.7
28	559.16	554.7	608.1	581.4
29	574.63	566.4	619.7	593.1
30	623.90	577.2	630.2	603.8
31	619.66	587.1	639.7	613.6
32	615.03	596.3	648.3	622.5
33	650.31	604.6	656.0	630.6
34	664.73	612.3	663.0	637.9
35	642.50	619.2	669.2	644.5



표. Von Bertalanffy 모형을 이용한 월령별 체중 추정

개월령	단순 평균체중	Von Bertalanffy		
		하한값	상한값	평균값
6	146.94	145.5	156.7	150.9
7	178.44	164.6	181.3	172.7
8	203.10	184.1	206.5	194.9
9	218.93	203.8	232.0	217.5
10	234.94	223.7	257.7	240.2
11	260.79	243.6	283.3	262.9
12	280.37	263.4	308.7	285.4
13	305.52	283.1	333.8	307.8
14	329.54	302.5	358.4	329.8
15	355.68	321.7	382.5	351.3
16	374.72	340.5	405.9	372.4
17	395.09	358.9	428.6	393.0
18	415.36	376.9	450.6	413.0
19	434.98	394.4	471.8	432.4
20	450.00	411.4	492.2	451.1
21	476.13	427.8	511.7	469.2
22	481.48	443.8	530.5	486.5
23	500.05	459.2	548.4	503.3
24	524.90	474.1	565.4	519.3
25	519.67	488.4	581.7	534.7
26	541.54	502.2	597.2	549.4
27	567.57	515.4	611.9	563.4
28	559.16	528.1	625.8	576.8
29	574.63	540.3	639.0	589.6
30	623.90	552.0	651.5	601.7
31	619.66	563.2	663.4	613.3
32	615.03	573.8	674.5	624.3
33	650.31	584.0	685.1	634.8
34	664.73	593.8	695.0	644.7
35	642.50	603.1	704.4	654.1

## 2. 흑한우 실용축의 사양체계 정립

### 2-1. 사료급여 형태가 in vitro 발효특성과 흑한우 성장능력에 미치는 영향

#### 가. in vitro 반추위 발효특성 시험

- In vitro 소화율 실험을 진행하기 위해 반추위 캐놀라가 장착된 건유기 홀스타인 젖소 2마리로부터 아침 사료 급여 전 위액을 채취하였음. 해당 젖소는 6:4의 조농비율로 사료를 급여받았으며, 조사료원으로 티모시, 배합사료원으로 상용 배합사료(12% 조단백(CP), 3.5% 조지방 (EE), 26% NDF, 10% ash)를 1일 2회 급여 받았음.
- 채취된 반추위액은 즉시 보온병에 보관되어 연구실로 옮겨졌으며 4겹의 cheese cloth에 걸러진 뒤 1:4의 비율로 in vitro buffer(Goering and Van Soest, 1970)에 희석되었음. 희석된 반추위액은 serum bottle에 접종될 때까지 O<sub>2</sub> free-CO<sub>2</sub>에 bubbling시켜 완전 혐기 상태를 유지할 수 있도록 하였음.
- 완전 혐기상태에서 공시사료 0.5g이 담겨진 125mL serum bottle에 1:4의 비율로 혼합된 반추위액을 50mL 씩 분주하고 butyl rubber stopper와 aluminum cap을 이용하여 완전 sealing 처리하였음. Sealing된 serum bottle은 39°C incubator에서 0, 3, 6, 12, 24, 48 시간동안 배양 처리를 거친 다음 해당 시간에 개봉되어 소화율과 각종 발효 산물을 측정 하였으며, 측정항목은 DM 소화율, Gas 발생량(ml/사료건물 g), pH, 암모니아(NH<sub>3</sub>-N) 및 VFA 발생량을 조사하였음.
- 각 배양시간에 해당되는 serum bottle은 개봉되기 전, Gas 발생량을 측정하는데 Theodorou 등(1994)의 방법을 이용하여 Gas 압력계(Sun Bee Instruments, Inc.)로 측정하였음. 소화물이 포함된 반추위액은 3000rpm × 10 min 간 원심분리 과정을 거친 후 상등액은 암모니아와 VFA 측정을 위해 일정량을 따로 -4°C 에 보관하였으며, VFA 측정용 배양액 1ml은 25% metaphosphoric acid 200μl를 첨가시키고 혼합한 뒤 30분 정치 후 보관하였음. 원심분리된 고형분은 Whatman No. 541 filter paper에 여과 후 105°C drying oven에서 24시간 건조, 방랭 후 무게를 측정하여 DM 소화율을 측정하였음(Goering and Van Soest, 1970).
- 배양된 반추위액의 pH는 pH meter(Istek Inc.)를 이용하여 측정하였으며, 암모니아 측정은 Cheny와 Malbach(1962)가 제시한 방법에 따라 측정되었음. 또한 건물 분해율 측정 전 보관된 각각의 상층액을 13,000rpm에서 10분 동안 원심분리하였음.
- NH<sub>3</sub> standard와 각각의 시료 0.02ml은 phenol color reagent(phenol 50g, Sodium nitroferricyanide 0.25g, Distilled water 1L)과 alkali-hypochlorite(Sodium hydroxide 25g, Sodium hypochlorite 16.8 ml, Distilled water 1L) 1ml 씩 혼합하였음. 이후 항온 수조(37°C)에서 15분간 반응시킨 후, 8ml 증류수를 넣어 희석시키고 희석된 시료는 spectrophotometer를 이용하여 630nm의 파장에서 흡광도를 측정하였음.
- VFA의 측정은 Erwin(1961)등이 제시한 방법에 따라 측정되었으며, 건물 분해율 측정 전 보관된 각각의 상층액을 13,000rpm에서 10분 동안 원심분리한 다음 상등액을 채취하여 VFA 분석을 위한 30m 길이의 capillary column(NUKOLTM, 0.25mm I.d., Supelco Co.)이 장착 된 gas chromatography (HP-5890 series II)을 이용하여 측정하였음.

나. 시험기간, 공시동물 및 사양관리

- 본 연구는 서귀포시 축협 생축장에서 12개월 동안 실시하였음. 공시동물은 비육전기 24두 및 비육후기 24두를 이용하였으며, 배합사료 및 TMR 사료를 급여하는 2처리로 처리당 6두씩 배치하였음. 모든 시험축은 체중을 고려하여 completely randomized block design법으로 배치하였음. 비육전기 및 비육후기 시험축의 기본정보는 표와 같음.
- 시험구 배치의 경우 비육전기 및 비육후기는 pen 당 6두씩 군사로 수용하여 비육우사에서 사육하였고 각 pen의 규모는 5 × 10m 크기였음. 또한 배합 사료와 조사료는 pen을 기준으로 설치된 사조에 급여하였으며, 사료급여시간은 매일 아침 08:30 및 17:00로 2회에 걸쳐 배합사료와 TMR을 급여하였음.
- 깔짚은 톱밥을 이용하여 우상 약 20cm의 두께로 깔아주었으며, 1개월 간격으로 교체하였음. 급수는 가온 워터컵을 설치하여 겨울철에는 음수를 가온하여 자유급수 하였음. 또한 배합사료 급여구의 경우 비육전기와 비육후기 흑우를 대상으로 오차드그라스를 조사료원으로 사용하였음. 시험사료의 화학적 조성은 표와 같음.

표. 흑우 실용축 공시축 개월령 및 체중

항목	사료급여 형태	
	배합사료	TMR
비육전기		
두수	12	12
개시체중, kg	346.00 ± 30.97	356.33 ± 26.94
개월령, 개월	15.25 ± 0.92	14.67 ± 1.49
거세시기, 개월	7~9	7~9
비육후기		
두수	12	12
개시체중, kg	476.67 ± 49.38	486.25 ± 39.83
개월령, 개월	22.17 ± 2.23	21.67 ± 1.25
거세시기, 개월	7~9	7~9

표. 비육단계별 배합사료 및 TMR 영양성분 함량(원물, %)

영양소(%)	배합사료		TMR		오차드그라스
	비육전기	비육후기	비육전기	비육후기	
수분	12.96±0.45	12.71±0.42	43.14±0.14	40.63±0.34	10.83
건물	87.04±0.52	87.29±0.52	56.86±0.52	59.37±0.52	89.17
조단백	14.25±0.40	10.96±0.40	8.97±0.23	8.49±0.10	4.23
조지방	2.72±0.38	3.43±0.41	2.34±0.34	2.39±0.18	1.84
조섬유	6.85±0.32	6.17±0.32	9.66±0.24	7.91±0.34	34.84
조회분	7.06±0.07	6.77±0.08	4.00±0.25	3.35±0.25	5.38
칼슘	1.16±0.05	1.37±0.05	0.59±0.04	0.38±0.07	0.18
인	0.45±0.02	0.37±0.02	0.26±0.03	0.25±0.05	0.09
ADF	12.26±0.21	9.85±0.18	12.82±0.52	11.16±1.51	40.41
NDF	29.06±0.28	26.93±0.25	27.43±1.25	25.41±2.34	66.58

#### 다. 성장능력 조사

- 흑한우의 체중은 이동식 우형기를 이용하여 2개월 간격으로 측정하였으며, 증체량을 사양일수로 나누어 일당증체량을 계산하였음. 사료섭취량은 pen 단위로 측정하였고 사료 공급량과 잔량의 차이로 계산하였음. 사료요구율은 건물섭취량을 일당증체량으로 나누어 계산하였음.

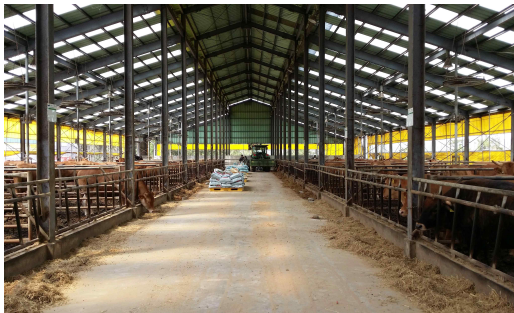


그림. 흑우 공시축 및 체중측정

#### 라. 혈중 대사물질 분석

- 혈액채취는 육성우 및 비육전기 흑우 실용축의 목부위 경정맥에서 시험 개시부터 사양 시험 후 3개월 단위로 6ml를 채취한 후 항응고제 EDTA (ethylenediamine acetate) 및 heparin이 첨가된 진공관을 이용하였음. 혈액화학치(Blood chemical value)의 함량을 분석하기 위하여 시험축의 경정맥에서 항응고제(anti-coagulant; Heparin)가 포함된 진공채혈관(Vacutainer; Becton-Dickinson, NJ)을 이용하여 18 gauge needle로 3ml 씩 채취하였음. 또한 혈구분석용 혈액은 EDTA가 첨가된 진공채혈관에 채취하여 분석하였음.

- 혈액은 ice box에 보관하여 신속히 농협중앙회 축산연구원 분석실로 운반하였음. 특히, 혈액화학성분 분석을 위한 혈액은 채혈 후 12시간 이내 실험실로 이동하여 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 혈청을 분리하였으며, 자동 혈액분석기(Hitachi 7020, Japan)를 이용하여 분석하였음.
- 혈액화학치의 분석항목은 glucose, total cholesterol(TC), albumin, total protein(TP), triglyceride(TG), total bilirubin(TB) blood urea nitrogen(BUN), gamma-glutamyl transpeptidase (GGT), glutamic oxaloacetic transaminase(GOT), glutamic-pyruvic transaminase(GPT), non esterified fatty acid(NEFA), creatinine, Ca, P 및 Mg으로 각각의 혈액성분 분석에 맞는 strip을 이용하여 분석하였음.
- 혈구분석용 진공관은 전혈상태로 실험실로 옮겨와 roller mixer로 균질하게 혼합하여 혈구분석기(IDEXX Procyte Dx, USA)로 적혈구수(RBC), 백혈구수(WBC), 혈색소치(Hb), 적혈구용적(HCT), 평균 적혈구요적(MCV), 평균 적혈구혈색소량(MCH), 평균 적혈구혈색소농도(MCHC), 호중구(NE), 림프구(LY), monocyte가 있는 백혈구 수(MO), monocyte가 있는 백혈구 율(%), eosinophil이 있는 백혈구 수(EO), eosinophil이 있는 백혈구 수(BA) 그리고 혈소판(PLT)을 측정하였음.



그림. 흑우 실용축 혈액 생화학 및 혈구분석

#### 마. 경제성 분석

- 본 시험에서 사용된 사료는 시판 사료비를 기준으로 적용하였으며, 비육전기 및 비육후기 흑우의 시험기간 동안 총 원물 사료섭취 및 증체량 대비 사료비를 계산하였음.

#### 바. 초음파 육질진단

- 초음파로 진단된 경제형질로 등지방두께(ultrasound backfat thickness, BF), 등심단면적(ultrasound eye muscle, UEMA), 근내지방도(ultrasound marbling score, UMS)가 포함되었음. 초음파 진단기기(HS-2000, FHK Co., Japan)는 각 농협중앙회 축산연구원에서 보유하고 있는 2.0 MHz의 real-time B-mode 방식을 이용하였고, 초음파 진단은 현행 도체등급 판정 부위인 소의 좌측 제 13 흉추와 제1 요추 사이의 등심단면에서 실시하였음.
- 생성된 초음파 영상자료는 농협중앙회 한우종합관리시스템으로 전송된 후 농협중앙회에서 개발한 쇠고기 생산성 향상 시스템(ver. 1.0, 2010)에 내재되어 있는 초음파 판독 프로그램을 사용하여 초음파 영상판독 전문가에 의해 소의 등급 판정 요령에 준하여 등심단면적과 등지방두께 및 근내지방도 등을 화상판독을 실시하였음.
- 등지방층(피하지방층) 예측을 위해 공시축 시험 개시(평균 30개월령) 및 종료시(평균 33개월령; 출하 1개월전) 흑우 비육우의 초음파 영상에서는 피부와 피하지방층의 경계면에서 발생된 뚜렷한 강한 반사층 사이의 검은 층이 등지방층으로서 두께의 측정은 도체등급 판정시와 같이 배최장근단면의 후면(복부쪽)을 따라 복부 쪽으로 3분의 2정도 들어간 지점의 등지방층을 mm 단위까지 측정하였음.
- 육량판정(배최장근단면적)은 초음파 생체측정에 의한 배최장근 단면적의 측정은 근육과 흉추(Muscle-bone interface) 사이의 강한 echo 상태와 흉추의 강한 반사파에 의한 비교적 넓은 경계면을 따라서 배최장근의 형태를 추정하면서 면적을 측정하였음.
- 생체판정방법으로는 육안적 판정(visual finding)과 화상분석(pixel analysis), 야외판정(field evaluation)으로 구분하여 실시하였음. 육안적 조기예측 방법(visual finding)은 초음파 영상인 Image pro.(Ver. 4.0)를 이용하여 음파의 반사정도, 음파의 균질상태, 흑백화상정도, 늑골존재유무 등, 생체판정 기준에 의하여 육질등급을 1~6등급(1=도체육질 3등급, 2-3=도체육질 2등급, 4-5=도체육질 1등급, 6=도체등급 1+)으로 분류하였음.
- 육안적 판정(visual finding)은 비교적 숙달된 기술이 필요하며 판정자의 주관적인 요소가 작용하는 바 숙달된 생체판정 능력이 있는 숙련자 3명을 포함한 5인의 판정으로 평가하였음. 초음파 영상에 대한 개인적인 음양, 색감에 대한 주관적인 요소가 작용할 수 있는 바 주관적인 요소를 가능한 한 감소시키고 정확한 기준설정을 위하여 가능한 항상 3~5인 이상으로 구성된 생체판정팀을 구성하여 평가하였음.

#### 사. 도체특성 평가

- 흑우 비육후기 공시축 24두는 실험계획에 따라 사양시험 기간 12개월이 경과한 후 평균 34개월령에 서귀포시 공판장에 출하하였음. 도축된 개체의 도체들은 우리나라에서 시행하고 있는 소 도체 등급판정기준에 따라 도체중, 배최장근 단면적, 등지방 두께에 따라 육량지수를 산정하고, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도 등에 따라 육질등급을 조사한 후 육질 및 육량지수에 따른 도체등급을 평가하였음.
- 도체의 등급 구분은 육질과 육량으로 구분하여 판정하였고, 육질등급은 고기의 질을 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1++, 1+, 1, 2, 3등급으로 판정하고, 육량등급은 도체에서 얻을 수 있는 육량을 도체중량, 등지방두께, 등심 단면적을 종합하여 A, B, C등급으로 판정하여 표시(농림부 고시 2011-112호, 2011)하였음.

아. 통계분석

- 모든 data는 SAS package 9.3 (SAS Institute Inc., Carey, NC, USA)의 GLM procedure에 의해 분석되었으며, 처리구간 유의적 차이는 Tukey 검정에 의해 95% 유의수준으로 분석하였음.

자. 사료급여 형태에 따른 in vitro 소화율 및 발효특성

- 비육전기 TMR과 배합사료의 in vitro 소화율 및 발효특성 결과는 표와 같음.

표. 비육전기 TMR과 배합사료의 in vitro 소화율 및 발효성상\*

Item	TMR	배합사료	SEM	P-value
DM digestibility	43.4	54.8	1.78	<0.01
Gas, mL/g DM	143.3	182.9	2.66	<0.01
pH	6.3	6.2	0.01	<0.01
NH <sub>3</sub> -N, mg/100 mL	15.5	13.4	0.35	<0.05
Total VFA, mM	102.0	109.4	2.19	0.0746
Acetate, %	57.5	56.6	0.05	<0.01
Propionate, %	25.7	26.3	0.07	<0.01
Butyrate, %	12.5	12.9	0.02	<0.01
A:P ratio	2.24	2.15	0.01	<0.01

\*DM 소화율은 총 배양샘플(0, 3, 6, 12, 24, 48 h)의 소화율을 모두 합산하여 통계분석한 결과임. in vitro 발효성상(Gas 발생량, pH, NH<sub>3</sub>-N, total VFA)은 in vitro batch culture system에서 미생물 성장에 영향을 미치지 않는 최대 시점인 24 h에 수거한 샘플의 결과임.

- 흑우 비육전기 배합사료는 모든 배양시간에서 TMR보다 높은 소화율을 나타내었고 이러한 결과는 전체 소화율에서도 높은 결과를 보였음(47.5 < 60.2%). 탄수화물 발효에 의해 증가하는 gas 발생량 역시 소화율에 비례하여 동일한 결과를 보였고 암모니아 발생량은 TMR이 배합사료에 비해 유의적으로 높았음( $P < 0.01$ ).
- 암모니아 발생량은 반추위분해단백질(RDP)의 함량이 높거나 반추 미생물이 암모니아를 효율적으로 이용하지 못할 경우 증가하게 되는데, 본 실험에서는 TMR의 CP함량이 높은 것에 미루어 전자의 경우에 해당하는 것으로 보임.

○ 비육후기 TMR과 배합사료의 in vitro 소화율 및 발효특성 결과는 표와 같음.

표. 흑우 비육후기 TMR과 배합사료의 in vitro 소화율 및 발효특성

Item	TMR	배합사료	SEM	P-value
DM digestibility	47.5	59.6	1.36	<0.01
Gas, mL/g DM	151.3	189.9	1.58	<0.01
pH	6.26	6.15	0.007	<0.01
NH <sub>3</sub> -N, mg/100 mL	16.0	13.2	0.21	<0.01
Total VFA, mM	100.1	113.7	3.09	<0.05
Acetate, %	56.4	55.6	0.12	<0.01
Propionate, %	27.3	27.1	0.03	<0.05
Butyrate, %	12.0	13.0	0.07	<0.01
A:P ratio	2.07	2.05	0.007	0.1890

\*DM 소화율은 총 배양샘플(0, 3, 6, 12, 24, 48 h)의 소화율을 모두 합산하여 통계분석한 결과임. in vitro 발효성장(Gas 발생량, pH, NH<sub>3</sub>-N, total VFA)은 in vitro batch culture system에서 미생물 성장에 영향을 미치지 않는 최대 시점인 24 h에 수거한 샘플의 결과임.

- 비육후기 배합사료는 모든 배양시간대에서 TMR보다 높은 소화율을 보였고 이는 배양시간별 소화율 평균에서도 유의적으로 높은(P < 0.01) 결과를 보였음. 배양샘플의 암모니아 농도는 비육후기 TMR이 후기 배합사료보다 유의적으로 높았는데(16.0 > 13.2 mg/dl, P < 0.01) 이는 비육후기 TMR과 배합사료의 CP 함량은 큰 차이를 보이지 않을 뿐만 아니라 반추위 즉시 발효 부분에 속하는 버퍼용해 단백질(SolP)이 전체 CP에서 차지하는 비율은 오히려 후기배합사료가 높기 때문으로 생각됨.
- 따라서 후기배합사료에서 암모니아의 농도가 유의적으로 낮은 이유는 반추위 내 분해된 단백질의 농도가 낮다기보다 탄수화물 분해와 단백질 분해의 동조화가 효율적으로 이루어져 단백질 분해 산물인 암모니아가 미생물체 단백질로 더 많이 전변되었기 때문으로 보임.



차. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 성장능력 비교

○ 사료급여 형태가 비육전기 흑한우의 성장능력에 미치는 영향은 표에 나타난 바와 같음.

표. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 비육전기 발육특성

Item	Treatments		Pr>   t
	Concentrate	TMR	
1 <sup>st</sup> (1~180 days)			
Initial body weight, kg	346.00±9.34	356.33±8.06	0.9783
Final body weight, kg	485.88±8.05	495.50±6.79	0.7223
Average daily gain, kg	0.78±0.14	0.80±0.21	0.6026
Concentrate, DM	6.81	.	.
Orchardgrass straw, DM	1.80	.	.
TMR, DM	.	7.60	.
Total DM intake, kg	8.61	7.60	.
Feed conversion <sup>1)</sup>	11.04±1.43	9.50±1.95	0.2180
2nd(181~360 days)			
Initial body weight, kg	485.88±8.05	495.50±6.79	0.7625
Final body weight, kg	562.15±10.33	577.45±17.07	0.5602
Average daily gain, kg	0.42±0.07	0.47±0.25	0.3146
Concentrate, DM	7.41	.	.
Orchardgrass straw, DM	1.80	.	.
TMR, DM	.	8.89	.
Total DM intake, kg	9.21	8.89	.
Feed conversion <sup>1)</sup>	21.93±3.10	18.91±3.32	0.1387
Total(1~360 days)			
Initial body weight, kg	346.00±9.34	356.33±8.06	0.9783
Final body weight, kg	562.15±10.33	577.45±17.07	0.3612
Average daily gain, kg	0.61±0.21	0.64±0.28	0.2163
Concentrate, DM	7.10	.	.
Orchardgrass straw, DM	1.81	.	.
TMR, DM	.	8.25	.
Total DM intake, kg	8.91	8.25	.
Feed conversion <sup>1)</sup>	14.70±2.55	12.89±2.26	0.3180

<sup>1)</sup> Calculated DMI/ADG.

- 비육전기 시험개시 체중은 배합사료구  $346.0 \pm 9.34\text{kg}$ 이고 TMR구는  $356.3 \pm 8.06\text{kg}$ 으로 그룹간 시험 설계시 통계적 유의성은 인정되지 않았음. 배합사료구는 건물기준 배합사료  $7.81\text{kg}$ , 라이그라스 건초  $1.80\text{kg}$ 으로 총 사료 건물섭취량은  $9.61\text{kg}$ 을 나타낸 반면, TMR구의 건물섭취량은 배합사료구에 비해  $2.01\text{kg}$  적은  $7.60\text{kg}$ 으로 조사되었음.
- 하지만 일당증체량은 TMR구에서  $0.94\text{kg}$ 으로 배합사료구의  $0.62\text{kg}$ 보다 수치적으로 높은 증체량을 나타냄. 따라서 일당증체량은 통계적 유의성이 인정되지 않았으나, 사료요구율은 TMR구에서 배합사료구와 비교하여 낮은 수준을 나타냈으며, 일당증체량이 사료 건물섭취량보다 사료내 영양소 함량에 영향을 받은 것으로 판단됨.
- 2차 시험개시 체중은 배합사료구  $485.88\text{kg}$ 이고 TMR구는  $495.50\text{kg}$ 으로 그룹간 시험 설계시 통계적 유의성은 인정되지 않았음. 사료급여 후 21~27개월령 흑우의 시험기간 동안 사료섭취량 및 일당증체량의 결과를 살펴보면, 배합사료구는 건물기준 배합사료  $7.41\text{kg}$ , 오차드그라스 짚은  $1.80\text{kg}$ 으로 총 사료 건물섭취량은  $9.21\text{kg}$ 을 나타낸 반면, TMR구의 건물섭취량은 배합사료구에 비해  $0.32\text{kg}$  적은  $8.89\text{kg}$ 으로 조사되었음.
- 하지만 일당증체량은 TMR구에서  $0.47\text{kg}$ 으로 배합사료구의  $0.42\text{kg}$ 보다 수치적으로 높은 증체량을 나타냄. 따라서 일당증체량은 통계적 유의성이 인정되지 않았으며, 사료요구율은 TMR구에서 배합사료구와 비교하여 낮은 수준을 나타내었음.
- 비육전기 흑우 실용축의 시험전체 기간 종합 결과 개시체중은 배합사료구  $346.00\text{kg}$ 이고 TMR구는  $356.33\text{kg}$ 으로 그룹간 시험 설계시 통계적 유의성은 인정되지 않았으며, 종료체중은 배합사료구에 비해 TMR구에서 소폭증가되었지만 유의차는 없었음.
- 사료급여 후 전체 시험기간(시험개시 1~360일)동안 사료섭취량 및 일당증체량의 결과를 살펴보면, 배합사료구는 건물기준 배합사료  $7.10\text{kg}$ , 오차드그라스 짚  $1.81\text{kg}$ 으로 총 사료 건물섭취량은  $8.91\text{kg}$ 을 나타낸 반면, TMR구의 건물섭취량은 배합사료구에 비해  $0.66\text{kg}$  적은  $8.25\text{kg}$ 으로 조사되었음.
- 이러한 사료섭취량은 개월령과 체중이 높은 비육전기임에도 불구하고 육성기 배합사료 섭취량  $8.32\text{kg}$ 과 TMR 섭취량  $8.11\text{kg}$ 보다 낮은 섭취량을 나타냄. 일당증체량은 TMR구에서  $0.64\text{kg}$ 으로 배합사료구의  $0.61\text{kg}$ 보다 수치적으로 높은 증체량을 나타냈으나, 일당증체량은 통계적 유의성이 인정되지 않았으며, 사료요구율 또한 TMR구에서 배합사료구와 비교하여 높은 수준을 나타낸 것으로 조사되었음.

○ 사료급여 형태가 비육후기 흑한우의 성장능력에 미치는 영향은 표에 나타난 바와 같음.

표. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 비육후기 발육특성

Item	Treatments		Pr>   t
	Concentrate	TMR	
1 <sup>st</sup> (1~180 days)			
Initial body weight, kg	476.67±49.38	486.25±39.83	0.7563
Final body weight, kg	569.75 <sup>b</sup> ±60.89	618.00 <sup>a</sup> ±43.29	0.0392
Average daily gain, kg	0.52 <sup>b</sup> ±0.04	0.73 <sup>a</sup> ±0.03	0.0446
Feed intake			
Concentrate, DM	7.95	.	.
Orchardgrass straw, DM	1.81	.	.
TMR, DM	.	7.98	.
Total DM intake, kg	9.76	7.98	.
Feed conversion <sup>1)</sup>	15.54 <sup>a</sup> ±0.46	11.19 <sup>b</sup> ±0.34	0.4980
2nd(181~360 days)			
Initial body weight, kg	569.75 <sup>b</sup> ±60.89	618.00 <sup>a</sup> ±43.29	0.0392
Final body weight, kg	658.55±79.28	701.00±52.15	0.4862
Average daily gain, kg	0.49±0.04	0.46±0.03	0.3146
Feed intake			
Concentrate, DM	7.92	.	.
Orchardgrass straw, DM	1.81	.	.
TMR, DM	.	7.97	.
Total DM intake, kg	9.76	7.97	.
Feed conversion <sup>1)</sup>	15.85±0.46	16.43±0.34	0.3180
Total(1~360 days)			
Initial body weight, kg	476.67±49.38	486.25±39.83	0.9783
Final body weight, kg	658.55±79.28	701.00±52.15	0.0562
Average daily gain, kg	0.54±0.19	0.60±0.17	0.0446
Feed intake			
Concentrate, DM	7.94	.	.
Orchardgrass straw, DM	1.81	.	.
TMR, DM	.	7.98	.
Total DM intake, kg	9.76	7.98	.
Feed conversion <sup>1)</sup>	13.90±3.16	13.49±3.13	0.3180

<sup>1)</sup> Calculated DMI/ADG.

- 비육후기 시험개시 체중은 배합사료구(476.67kg)와 TMR구(486.25kg) 두 그룹간 시험 설계 시 통계적 유의성은 나타나지 않았음. 체중변화는 TMR구에서 618.00kg(131.75kg증체)으로 배합사료구의 569.75kg(93.08kg)에 비해 평균 13.8kg이 향상되었음. 일당증체량 역시 TMR구에서 0.80kg/d으로 배합사료구 0.52kg/d보다 유의하게 높은 특성을 나타냈음 ( $p < 0.05$ ). 특히 총 건물섭취량은 배합사료구와 TMR구에서 각각 9.76kg, 7.98kg으로 배합사료구에서 높은 건물섭취량을 나타냈음에도 불구하고 TMR구의 사료효율이 높은 것으로 조사되었음.
- 2차 시험개시 체중은 배합사료구(569.75kg)와 TMR구(618.00kg) 두 그룹간 시험 설계시 통계적 유의성은 나타나지 않았음. 체중변화는 TMR구에서 618.00kg(83kg증체)으로 배합사료구의 658.55kg(88.8kg)와 비교하여 5.8kg 체중차이를 나타냄. 일당증체량 역시 배합사료구에서 0.49kg/d으로 TMR구 0.46kg/d 비슷한 증체량을 나타냄. 특히 총 건물섭취량은 배합사료구와 TMR구에서 각각 9.76kg, 7.97kg으로 배합사료구에서 높은 건물섭취량을 나타냄. 시험초기와 비교하여 일정한 사료 섭취량을 나타낸 반면 일당증체량을 크게 감소하여 비육후기로 갈수록 사료섭취량과 일당증체량 둔화의 문제점이 발견되었음.
- 비육후기 사양시험의 종합 결과 시험후기 개시체중은 배합사료구(476.67kg)와 TMR구(486.25kg) 두 그룹간 통계적 유의한 차이를 나타내었음( $p < 0.05$ ). 체중변화는 TMR구에서 701.00kg(214.075kg)으로 배합사료구의 658.55kg (181.88kg증체)에 비해 평균 32.87kg이 향상되었음. 전체 시험기간 동안 일당증체량은 TMR구에서 0.60kg/d으로 배합사료구의 0.54kg/d과 비교하여 유의한 차이를 나타냈음( $p < 0.05$ ). 특히 총 건물섭취량은 배합사료구와 TMR구에서 각각 9.76kg, 7.98kg으로 차이를 나타내었으며, 이러한 영향으로 사료요구율 역시 TMR구에서 배합사료구에 비해 개선효과를 나타냄.
- Shinekhuu 등(2013)의 보고에 의하면 TMR 급여로 인하여 상대적으로 높아진 pH가 반추위 내 발효 환경의 안정화로 이어져 NDF 분해율이 증가되었고 아울러 총 VFA 농도 역시 증가되었다고 하였음. 특히 관행사료에 비해 반추위 내에서 사일리지 TMR의 높은 NDF 유효분해율(edNDF)이 전장소화율에서도 높게 나타난 것으로 보여 TMR의 이용성이 반추위 내 발효 환경과 밀접한 관계가 있음을 제시해 줌.
- 한편 조 등(2008)의 보고에 의하면 비육후기에는 육성기 및 비육전기와는 달리 배합사료 급여구의 일당증체량이 섬유질 배합사료 급여구들에 비해 약간 높은 경향을 보였던 원인은 육성기 비육전기 동안 배합사료의 제한급여에서 비육후기에 자유채식으로 전환됨에 따른 보상성장 때문이라고 하였음.
- 김 등(2003)은 비육후기 거세한우에 섬유질 배합사료를 급여시 배합사료 급여구와 일당증체량의 차이가 없었다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서도 섬유질 배합사료구에서 비육후기로 갈수록 시험초기 증체량이 크게 증가한 원인으로 후기(30개월령 이후)에서 증체량이 둔화된 것으로 판단됨.
- 연구보고에 의하면 거세한우 사양시험에서 비육 후기 건물섭취량과 TDN 섭취량은 배합사료구 및 호밀사일리지 TMR 급여구에서 각각 11.69kg과 8.24kg 및 10.12kg과 7.27kg이었으며, 이 기간 동안 총 증체량은 각각 122.3kg 및 125.7kg을 나타냈음(Jin 등, 2012). 사료섭취량과 TDN 섭취량이 배합사료구가 높은 반면 증체량이 낮은 이유는 소의 체내 사료 이용성과 관련 있는데(Qin 등, 2010), 비육 중기 사양시험에서 NDF 유효분해율이 TMR이 관행사료보다 현저히 증가한다고 하였음.

- 본 시험에서는 성장단계별 꾸준한 TMR섭취로 인해 흑우 비육전기 및 비육후기 처리구 모두 반추위 환경이 안정화 되었으며, 이러한 영향으로 배합사료와 비교하여 증체량이 향상된 것으로 판단됨.
- Kim 등(2003)은 섬유질 배합사료가 배합사료와 볏짚을 분리 급여한 관행사료 급여방법에 비하여 반추위액의 pH가 안정적이고, VFA 농도 역시 높았으며 C<sub>3</sub> 조성 비율에도 처리간 차이가 없이 C<sub>2</sub> 함량이 다소 증가됨으로서 전반적인 발효여건이 개선되었다고 보고하였음.
- Hernandez-Urdaneta 등(1976)은 TMR을 급여하면 농후사료의 다량 급여로 인한 산 중독 (Acidosis) 위험을 줄일 수 있다고 하였음. 또한 Ostergaard 등(2000)은 반추동물에서 산 중독 발병이 사료 내 농후사료 비율이 높을 때, 특히 농후사료와 조사료를 분리급여 했을 때 높다고 하였으며, 조사료와 농후사료를 균일하게 섭취하기에 반추위내 pH를 안정화시키며 초산과 프로피온산의 적절한 비율을 유지시켜 생산성을 향상시킨다고 하였음.
- TMR 형태의 사료급여는 조사료와 농후사료를 균일하게 섭취하기에 같은 영양소를 수시로 섭취할 수 있어 생산성을 증진할 수 있을 뿐만 아니라, 노동력 절감과 사양관리의 편리함이 있음(O' Dell 등, 1968; Kaufmann 등, 1976).
- Owen(1979)과 Howard 등(1986)은 TMR은 사료의 자유채식이 전제된 사양관련 시스템이기에 언제든지 조사료와 농후사료를 균일하게 섭취하기 때문에 반추위내의 pH가 일정하게 유지되어 반추위내의 환경조건을 최적으로 맞추어 줌으로써 반추위내 미생물 증가와 섬유소 소화율의 향상 및 NPN이용성 향상과 소화생리상 문제의 발생빈도 감소의 장점이 있다고 하였음. 또한 사료 중 건물 섭취량이 증가되고(Coppock 등, 1972; McGilliard 등, 1983; Nock, 1985; 이 등, 2003), 동물에게 적정 영양소를 공급해 줌으로써 생산성을 증진시키며, 사료의 유통을 단순화시킬 수 있다고 알려져 있음(Rakes, 1969).
- 본 연구결과 in vitro 발효특성에는 TMR에 비해 배합사료에서 건물소화율과 일반적인 발효성상이 개선되는 경향을 보였지만, 실질적인 사양실험에서는 배합사료에 비해 TMR이 흑한우 성장이 증가되는 것으로 나타났음.
- 따라서 흑한우 사육에는 배합사료보다 TMR 사양체계가 알맞은 것으로 판단되지만, 비육후기로 갈수록 사료섭취량이 저하되는 문제도 나타났기 때문에 이를 해결하기 위해 방안도 필요할 것으로 판단됨.

차. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 혈중 대사물질 변화

○ 사료급여 형태가 비육전기 흑한우의 성장능력에 미치는 영향은 표에 나타난 바와 같음.

표. 사료급여 형태에 따른 비육전기 흑우 혈액 생화학 정상

Items	Treatments		SE	Pr>   t
	Concentrate	TMR		
Total protein, g/dl	7.01 <sup>b</sup>	7.35 <sup>a</sup>	0.055	0.001
Albumin, g/dl	3.79 <sup>b</sup>	3.95 <sup>a</sup>	0.035	0.003
Total bilirubin, mg/dl	0.28	0.25	0.037	0.428
AST, IU/L	70.45	73.43	1.350	0.191
ALT, IU/L	24.13 <sup>b</sup>	28.70 <sup>a</sup>	0.851	0.001
Ca, mg/dl	9.31 <sup>b</sup>	9.56 <sup>a</sup>	0.093	0.048
GGT, mg/dl	21.50 <sup>b</sup>	25.63 <sup>a</sup>	1.163	0.004
Glucose, mg/dl	70.21 <sup>a</sup>	64.90 <sup>b</sup>	0.982	0.001
Cholesterol, mg/dl	135.17	140.27	5.664	0.479
Phosphorus, mg/dl	7.79	7.96	0.104	0.235
Total glyceride, mg/dl	16.46 <sup>b</sup>	19.80 <sup>a</sup>	0.633	0.001
BUN, mg/dl	7.56 <sup>b</sup>	9.45 <sup>a</sup>	0.382	0.001
Mg, mg/dl	3.03 <sup>b</sup>	3.16 <sup>a</sup>	0.029	0.011
NEFA, uEq/L	281.21 <sup>b</sup>	358.23 <sup>a</sup>	15.834	0.001

<sup>a,b</sup>Means in a row with different superscripts differ (p<0.05).

- 혈액내 대사물질은 영양소 이용과 대사를 측정할 수 있는 지표임(Vernon, 1992; Choi 등, 2009). 특히 혈액내 간의 손상을 나타내는 지표인 알부민, 크레아티닌, BUN, AST 및 ALT는 TMR구에서 배합사료구보다 유사한 단백질 섭취량에도 불구하고 통계적으로 유의한 차이를 나타냈음(p<0.05). 하지만 정상수치 범위내에서 생리적으로 부정적 영향은 미치지 않았고, 그로 인한 간 및 조직의 손상 또한 없는 것으로 판단됨.
- 장 등(2013)은 cholesterol 및 BUN 농도에서 배합사료 급여구가 섬유질배합사료 급여구에 비해 유의적으로 높았다고 하였음. 혈액 내 BUN의 농도는 체내 질소축적량(Enright 등, 1990; Choi 등, 2009)으로 배합사료 분리급여구가 섬유질 배합사료에 비해 높은 경향을 나타내었음.
- 본 연구의 결과에서 TDN 섭취량이 배합사료구가 TMR구에 비해 통계적으로 높은 영향으로, glucose 수치 또한 배합사료구에서 유의한 차이를 나타냈음(p<0.05). BUN 농도는 일반적 수준범위인 10~15mg/dl(Kwon 등, 2005; Choi 등, 2006)와 비교하여 두 처리구 모든 낮은 수준을 나타내 사료급여량 개선이 필요한 것으로 판단됨.
- 또한 cholesterol의 농도는 에너지 섭취량에 정의 상관관계를 갖는데(Areve 등, 1975), 비육전기의 배합사료구의 TDN 섭취량이 TMR구에 비해 높았음에도 불구하고 두 처리간 통계적 유의성은 나타나지 않았음.

- 사료급여 형태가 비육후기 흑한우의 성장능력에 미치는 영향은 표에 나타난 바와 같음.

표. 사료급여 형태에 따른 비육전기 흑우 혈액 생화학 정상

Items	Treatments		SE	Pr>   t
	Concentrate	TMR		
Total protein, g/dl	7.24	7.26	0.067	0.834
Albumin, g/dl	3.76	3.74	0.041	0.755
Total bilirubin, mg/dl	0.21	0.23	0.012	0.414
AST, IU/L	80.83	88.75	7.587	0.460
ALT, IU/L	17.17 <sup>b</sup>	19.58 <sup>a</sup>	0.962	0.016
Ca, mg/dl	8.96	8.95	0.056	0.909
GGT, mg/dl	40.22	52.75	6.118	0.094
Glucose, mg/dl	59.92 <sup>b</sup>	68.48 <sup>a</sup>	2.775	0.004
Cholesterol, mg/dl	128.65 <sup>b</sup>	160.17 <sup>a</sup>	9.485	0.002
Phosphorus, mg/dl	6.70 <sup>b</sup>	7.15 <sup>a</sup>	0.188	0.022
Total glyceride, mg/dl	13.09	10.88	1.109	0.052
BUN, mg/dl	11.31	13.69	0.551	0.001
Mg, mg/dl	3.15 <sup>b</sup>	3.44 <sup>a</sup>	0.076	0.001
NEFA, uEq/L	259.74 <sup>b</sup>	417.49 <sup>a</sup>	52.425	0.004

<sup>a,b</sup>Means in a row with different superscripts differ (p<0.05).

카. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 등심 초음파 특성

- 사료급여 형태에 따른 비육후기 흑한우의 등심 초음파 특성은 표에 나타난 바와 같음. 시험축 24두의 평균 30개월령 초기체중은 평균 627.0kg으로 종료시 체중(평균 643.8kg)과 비교하여 15.8kg 성장하였으며, 등지방두께는 개시 시 평균 10.9mm에서 종료시 평균 13.3mm로 약 2.4mm 증가하였음. 따라서 체중 10kg 증가할 때 마다 약 1.52mm 증가하는 것으로 조사되었으며, 다른 연구결과와 비교하여 증가폭이 상당히 높게 나타났음(김, 2009).
- 등심단면적과 근내지방도는 TMR구에서 초음파 진단 초기 배합사료구와 비교하여 높았으나, 3개월 후 마블링 점수와 예상육질 등급은 향상되지 않았음. 반면에 예상 육량등급은 배합사료구와 TMR구 모두 초음파 측정 초기보다 낮게 조사되었음.

표. 사료급여 형태에 따른 비육후기 흑한우 초음파생체 육질진단

Item	Treatments	
	Concentrate	TMR
..... Initial period .....		
등지방두께, mm	9.54	12.38
등심단면적, cm <sup>2</sup>	81.95	87.61
마블링, No.1~9 <sup>1)</sup>	3.08	4.25
예상 육량등급 <sup>2)</sup>	2.42	2.33
예상 육질등급 <sup>3)</sup>	2.25	3.00
..... Final period .....		
등지방두께, mm	10.53	15.07
등심단면적, cm <sup>2</sup>	85.89	92.24
마블링, No.1~9	3.83	4.24
예상 육량등급	2.17	1.76
예상 육질등급	2.75	2.90

1) 마블링 : 1(낮음), 9(높음); 2) 육량등급 : A(3), B(2), C(1); 3) 육질등급 : 1++(5), 1+(4), 1(3), 2(2), 3(1).

- Realini 등(2001)은 초음파 생체측정 등지방두께와 출하체중의 변화는 불가식 지방층 양의 변화를 예측하는데 중요한 요인으로 작용한다고 보고하였음. 또한 근내지방도 증가하는 월령이 증가함에 따라 직선적으로 증가하며, 도체성적과 유사한 결과를 나타냄.
- 일반적으로 전체적인 한우 거세우의 등지방층 발달은 체중 500kg을 넘어서면서부터 급격히 발달하기 시작하며, 500kg 수준까지는 등지방 침착이 느리게 나타나는 것으로 조사되었음(김, 2009). 본 연구에서 흑우 비육후기 영향으로 TMR구에서 배합사료구와 비교하여 등지방 침착이 매우 느리게 진행되었으며, 이러한 원인은 TMR구에서 30개월령에 체중 증가가 먼저 나타나 마블링 개선에 도움을 준 것으로 판단됨.
- 또한 TMR구의 등지방 두께는 배합사료구와 비교하여 크게 증가한 것으로 보아 체중에서 불가식 지방의 비중이 높을 것으로 판단되며, 육량등급에 부정적 영향을 줄 것으로 예상된다. 그러나 마블링은 TMR 급여구에서 개선되었으며, 경제적으로 높은 육질등급을 통한 수익성 증대 및 소비자 기호성을 위해서는 TMR 사료를 급여하는 것이 더욱 효과적인 것으로 판단됨.



다. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 경제성 분석

○ 사료급여 형태에 따른 흑한우의 사료비 소요량 분석결과는 표에 나타난 바와 같음.

표. 사료급여 형태에 따른 흑한우 비육전기 및 후기 사료비 소요량

Item	Treatments	
	Concentrate	TMR
	..... Early fattening phase .....	
Feed cost, won/kg	432.8	354.5
Feed cost, won/intake/day	4,330	5,144
Feed cost, won/360days	1,558,800	1,851,795
Total body gain. kg	216.2	221.1
Feed cost, won/kg body gain	7,210	8,375
	..... Late fattening phase .....	
Feed cost, won/kg	446	359.5
Feed cost, won/intake/day	4,856	4,832
Feed cost, won/180days	1,748,160	1,739,480
Total body gain. kg	181.9	214.8
Feed cost, won/kg body gain	9,610	8,098

- 비육전기 동안 급여한 배합사료와 TMR사료의 원물기준 시판 사료단가는 kg당 각각 432.8원과 354.5원으로 배합사료가 약 78.3원 높은 것으로 조사되었음. 하지만 건물기준으로 배합사료와 TMR 사료는 kg당 각각 497.2원과 623.5원으로 TMR사료가 높은 것으로 나타냄. 사료섭취기준 두당 일일 사료비는 배합사료구의 경우 조사료로 사용한 오차드그라스 섭취 비용을 포함해 일일 4,330원으로 TMR구(5,144원)에 비해 약 814원 저렴했다. 전체 시험기간(360일) 동안 두당 사료비는 배합사료구가 697,334원으로 TMR구 710,385원 보다 13,051원 사료비가 절감되었음. 또한 시험기간 동안 증체량을 고려한 사료비는 체중 1kg을 증체시키는데 배합사료구는 4,191원이 소요되었으며, TMR구는 4,213원이 소요되어 배합사료구가 좀 더 사료비가 절감되는 것으로 조사되었음.
- 비육후기 흑한우를 대상으로 급여한 배합사료와 TMR사료의 원물기준 시판 사료단가는 kg당 각각 446원과 359.5원으로 배합사료가 약 86.5원 높은 것으로 조사되었음. 하지만 건물기준으로 배합사료와 TMR 사료는 각각 510.9원과 605.5원으로 비육전기와 마찬가지로 TMR 사료 가격이 높았음. 사료섭취기준 두당 일일 사료비는 배합사료구의 경우 조사료 섭취 비용을 포함해 4,849원으로 TMR구(4,832원)와 비슷하였음. 또한 시험기간(360일) 동안 두당 사료비는 TMR구가 1,739,480원으로 배합사료구 1,748,160원 보다 8,680원 사료비가 절감되었음. 전체 시험기간 동안 증체량을 고려한 사료비는 체중 1kg을 증가시키는데 배합사료구는 9,610원이 소요되었으며, TMR구는 8,098원이 소요되어 비육전기와 다르게 TMR 사료구에서 좀 더 사료비가 절감되는 것으로 조사되었음.
- 따라서 사료비 소요량을 고려할 때 흑우 비육전기에서는 배합사료, 비육후기에서는 TMR 사료가 효율적으로 조사되었으며, 최종적으로 도체성적에서 육량 및 육질등급을 고려해야 할 것으로 판단됨.

과. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 도체성적 분석

- 사료급여 형태에 따른 흑한우의 사료비 소요량 분석결과는 표에 나타난 바와 같음. 등지방두께는 사료급여 형태에 따른 처리간 통계적 유의한 차이는 나타나지 않았음. 공시축의 등지방 두께는 14.43~14.79mm로 비슷한 차이를 나타내었으나, 개체간 편차가 큰 특징을 나타냈으며 사료급여 형태에 따른 등지방두께의 미치는 영향은 없었음.
- 등심단면적 또한 처리간 유의한 차이를 나타내지 않았음. 조 등(2013)의 보고에 의하면 비육후기 사료형태에 따라 도체성적을 조사한 결과 도체중은 396~413kg으로 분리급여와 TMR 급여 처리간 유의적 차이는 없었으며, 등지방 두께는 분리급여구, TMR구 및 혼합구가 각각 16.3mm, 16.2mm 및 16.2mm로 처리간의 유의적 차이는 없다고 하였음.
- 등지방 두께는 사료급여 보다는 출하체중에 더 많은 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있으며(Shin 등, 1995), 비육우를 600kg 이상 사육하게 되면, 600kg 이하에 비하여 등지방 두께는 두꺼워진다고 보고된 바 있음(Garcia-De-Siles 등, 1982).
- 또한 Apple 등(1999) 및 Garcia 등(2008)의 보고에 의하면 거세우의 등지방이 증가하면서 배최장근단면적도 유의적으로 증가한다고 하였으며, 본 연구에서도 비육기간이 장기화 될수록 등지방두께가 증가한 것으로 판단됨. 도체중은 전체구간 TMR급여구에서 372.9kg으로 낮은 반면, 배합사료구에서 높은 수준을 나타내었음. 하지만 두 처리구간 사료급여 형태에 따른 도체중의 상관도는 낮은 것으로 조사되었음.
- 근내지방도(marbling score)에 대한 조사결과, 사료급여 형태에 따른 통계적 유의성은 없었지만, 전반적으로 TMR구에서 좋은 성적을 나타냄. Lee 등(2012)은 배합사료 자유채식 시 근내지방도가 3.38~4.25 범위라고 보고하였으며, 본 연구에서 모든 처리구의 기 보고된 근내지방도 범위보다 높은 것으로 조사되었음. 또한 육색은 분리 급여구에서 TMR구와 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 나타냈음( $p < 0.05$ ).

표. 사료급여 형태에 따른 흑한우의 도체특성

Item	Treatments		p-value
	Concentrate	TMR	
Back fat thickness, mm	14.43±1.14	14.79±1.32	0.853
Rib eye area, cm <sup>2</sup>	79.21±4.06	78.86±1.56	0.932
Carcass weight, kg	379.57±15.10	372.93±6.88	0.684
Meat quantity index	61.07±64.22	63.47±0.92	0.336
Marbling score	5.21±0.39	6.00±0.42	0.174
Meat color	5.14±0.10a	4.86±0.10b	0.040
Texture	1.14±0.10	1.07±0.07	0.583
Maturity	2.36±0.13	2.14±0.10	0.189

- 비육기 흑한우의 사료급여 형태에 따른 연구결과 배합사료 보다 TMR 급여가 흑한의 성장능력 및 도체특성을 개선시키는 경향이 있는 것으로 나타났음. 따라서 흑한우 전용 사료는 TMR로 설계하는 것이 바람직하며 이에 맞는 사료급여프로그램이 필요할 것으로 판단됨.

## 2-2. 흑한우 및 한우 반추위의 미생물 특성 분석

### 가. 흑한우 및 한우 위액채취

- 제주흑우의 반추위 미생물 분석을 위해 stomach tube를 이용하여 흑한우 10두 및 한우 8두의 위액을 채취하고 분석전 까지 -80℃ 냉동고에 저장하였음.



그림. 흑한우 및 한우 위액채취

### 나. 반추위 미생물 염기서열 분석

- 채취한 샘플에서 DNA를 추출한 후, DNA 서열 분석을 위한 미생물 DNA library를 제작하고 박테리아 고유 유전자의 서열분석을 진행하였으며, 이후 분석된 서열정보를 이용해 분변내 우점하는 미생물과 군집분석을 진행하였음. 세부 미생물 분포분석(Next Generation Sequencing)은 (주)마크로젠에서 제시한 방법으로 분석하였음.

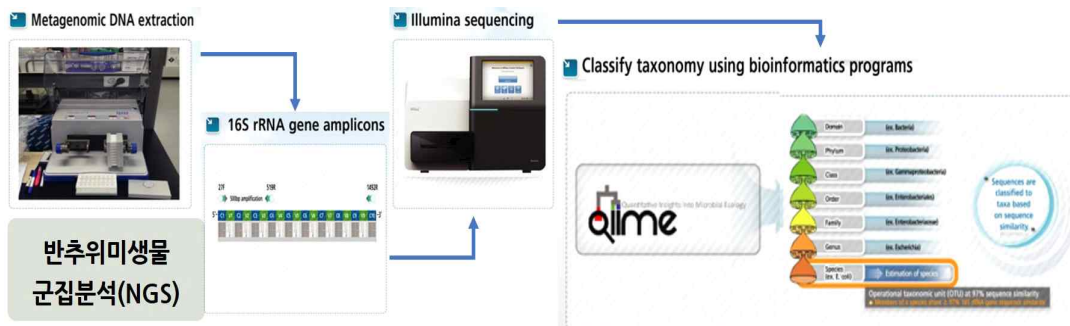


그림. 반추위미생물 군집 분석 방법

다. Phylum(문) 수준에서 반추위 미생물 차이

○ 흑한우 및 한우의 반추위 미생물에 대한 Phylum 수준에서의 분석결과는 그림과 같음.

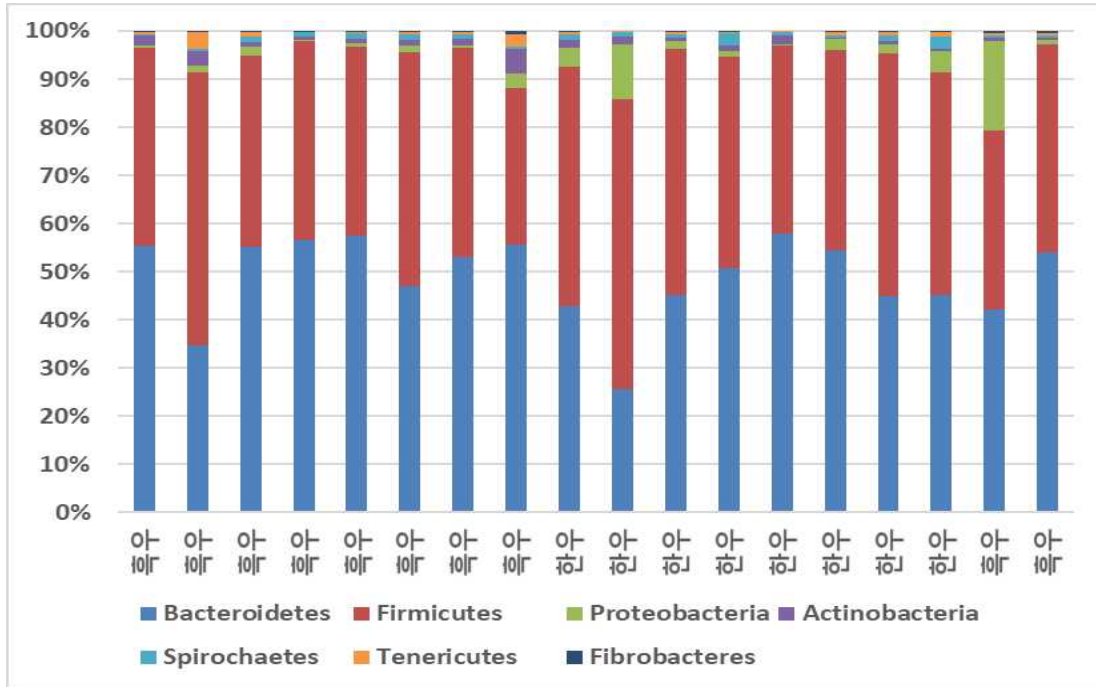


그림. Phylum 수준에서 반추위미생물 군집 변화

○ 전체 미생물 중에서 소의 품종에 상관없이 18마리 평균으로 Bacteroidetes가 48.5%로 가장 우점하였음. 다음으로 Firmicutes가 44.5%로 두 번째로 우점하였고, Proteobacteria(3.1%), Actinobacteria(1.4%), Spirochaetes(1.0%), Tenericutes(0.7%), Fibrobacteres(0.3%)가 순서대로 우점하였음. 나머지 phylum(문)들은 0.2% 이하를 차지하였음. 이러한 phylum 수준의 미생물 그룹 중에서 Firmicutes가 흑우에 비해 한우에서 더 높은 경향성을 보여 주었음( $p < 0.1$ ). 반추위 섬유소분해박테리아뿐만 아니라 대부분의 영양소이용 미생물은 Firmicutes에 속하기 때문에(Kim 등, 2011), 흑우에서 Firmicutes의 감소는 한우에 비해 전반적으로 섬유소를 포함하여 전반적으로 영양소 소화율이 떨어지는 것을 보여줌.

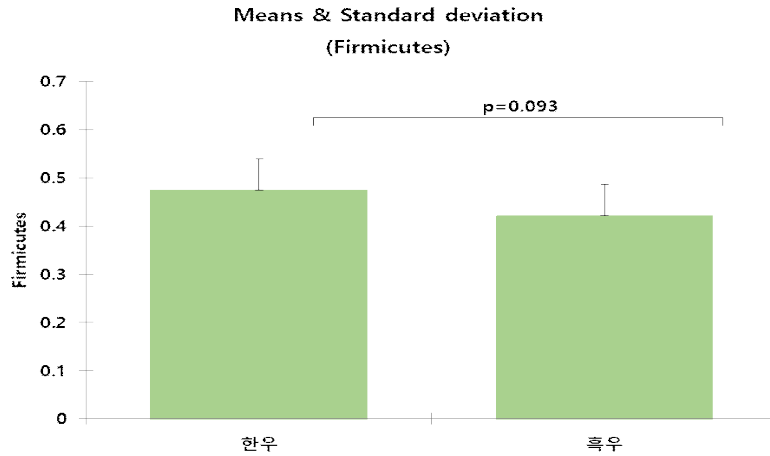


그림. 한우 · 육우 사이의 Firmicutes 군집 차이

라. Family(과) 수준에서 반추위 미생물 차이

- 흑한우 및 한우의 반추위 미생물에 대한 Family 수준에서의 분석결과는 그림과 같음. 한우와 흑우의 반추위 미생물은 두 축종에서 동일하게 *Prevotellaceae*가 한우에서 44%, 흑우에서 57%로 가장 높게 우점하는 것으로 분석되었음. *Ruminococcaceae* 와 *Lachnospiraceae* 가 한우와 흑우에서 각각 23%, 17% 그리고 17%와 13%로 분석되었으며, 이 3개의 균총이 전체 반추위 미생물군의 84%와 87%를 차지하는 것으로 분석되었음. 이 중 *Ruminococcaceae* 균총만 한우와 흑우의 미생물 군집에서 유의적인 차이를 보였음( $P < 0.05$ ).

표. Family(과) 수준에서의 한우와 흑우의 반추위 미생물 군집 비교

항목	한우	흑한우	sig.
<i>Prevotellaceae</i>	0.44	0.57	NS
<i>Ruminococcaceae</i>	0.23	0.17	*
<i>Lachnospiraceae</i>	0.17	0.13	NS
<i>Paludibacteraceae</i>	0.05	0.02	NS
<i>Orbaceae</i>	0.04	0.02	NS
<i>Succinivibrionaceae</i>	0.04	0.02	NS
<i>Flavobacteriaceae</i>	0.04	0.07	NS

\*sig. : significant, NS : Not significant

마. Genus(속) 수준에서 반추위 미생물 차이

- 흑한우 및 한우의 반추위 미생물에 대한 Genus 수준에서의 분석결과는 그림과 같음. 한우와 흑우의 반추위 미생물은 두 축종에서 동일하게 *Prevotella* 가 가장 우점하는 것으로 분석되었으며, 한우에서 38%, 흑우에서 48%를 차지하였음. *Ruminococcus* 가 한우와 흑우에서 각각 17%, 12%로 나타났으며, 이 2개의 균총이 전체 반추위 미생물군의 55%와 60%를 차지하는 것으로 분석되었음.
- 이 중 *Ruminococcus*, *Syntrophococcus*, *Faecalicatena* 균총만 한우와 흑우의 미생물 군집에서 각각 17%와 12%, 7%와 3% 그리고 3%와 1%로 유의적인 차이를 보였음( $P < 0.05$ ). 또한 한우와 흑우의 반추위 미생물 군집에서 2% 이하의 우점율을 보이는 균총이 각각 13.9%와 18.9%로 분석되었으며, *Prevotella* 와 *Ruminococcus*를 포함한 15개 균총이 한우에서 86.1%, 흑우에서 81.1%로 크게 우점하는 것으로 분석되었음.

표. Genus(속) 수준에서의 한우와 흑우의 반추위 미생물 군집 비교

항목	한우	흑한우	sig.
<i>Prevotella</i>	0.38	0.48	NS
<i>Ruminococcus</i>	0.17	0.12	*
<i>Syntrophococcus</i>	0.07	0.03	*
<i>Intestinimonas</i>	0.07	0.07	NS
<i>Paludibacter</i>	0.04	0.02	NS
<i>Gilliamella</i>	0.04	0.02	NS
<i>Succinivibrio</i>	0.03	0.02	NS
<i>Capnocytophaga</i>	0.03	0.05	NS
<i>Faecalicatena</i>	0.03	0.01	*
<i>Christensenella</i>	0.03	0.05	NS
<i>Flintibacter</i>	0.03	0.03	NS
<i>Ethanoligenens</i>	0.02	0.02	NS
<i>Butyrivibrio</i>	0.02	0.03	NS
<i>Succiniclasticum</i>	0.02	0.04	NS
<i>Lactobacillus</i>	0.02	0.02	NS

\*sig. : significant, NS : Not significant

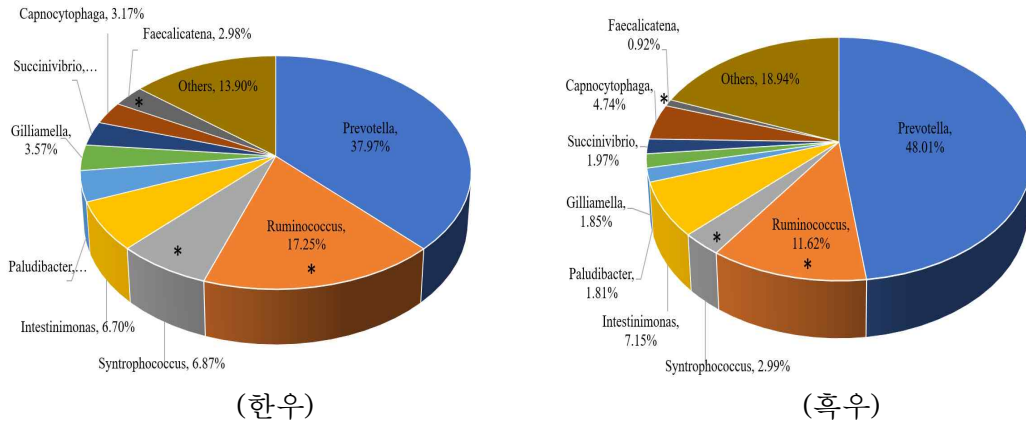


그림. Genus(속) 수준에서의 한우와 흑우의 반추위 미생물 군집 비교

마. Species(종) 수준에서 반추위 미생물 차이

○ 흑한우 및 한우의 반추위 미생물에 대한 Species 수준에서의 분석결과는 그림과 같음.

표. Species(종) 수준에서의 한우와 흑우의 반추위 미생물 군집 비교

	한우	흑한우	sig.
<i>Prevotella ruminicola</i>	0.36	0.44	NS
<i>Ruminococcus bromii</i>	0.18	0.12	*
<i>Syntrophococcus sucromutans</i>	0.07	0.03	*
<i>Intestinimonas butyriciproducens</i>	0.07	0.08	NS
<i>Paludibacter propionicigenes</i>	0.04	0.02	NS
<i>Gilliamella bombicola</i>	0.04	0.02	NS
<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	0.04	0.02	NS
<i>Capnocytophaga cynodegmi</i>	0.03	0.05	NS
<i>Faecalicatena orotica</i>	0.03	0.01	*
<i>Flintibacter butyricus</i>	0.03	0.03	NS
<i>Ethanoligenens harbinense</i>	0.03	0.03	NS
<i>Succiniclasticum ruminis</i>	0.02	0.05	NS
<i>Prevotella brevis</i>	0.02	0.04	NS
<i>Butyrivibrio proteoclasticus</i>	0.02	0.03	NS
<i>Christensenella massiliensis</i>	0.02	0.04	NS

sig. : significant, NS : Not significant

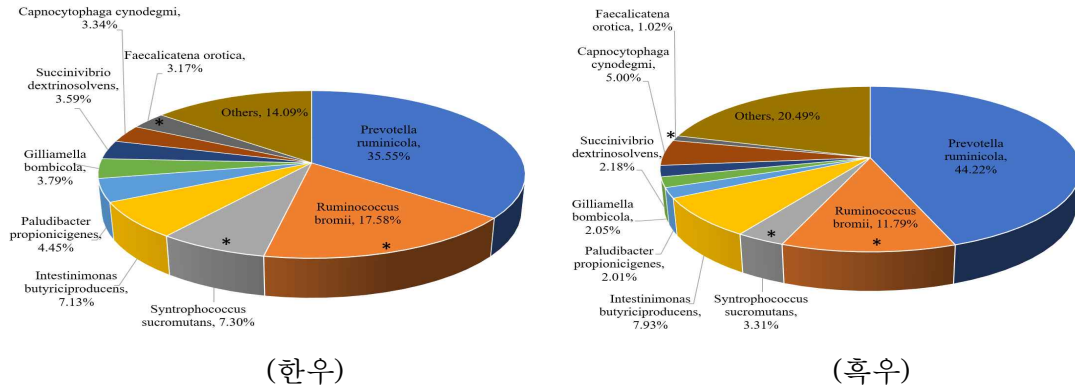


그림. Species(종) 수준에서의 한우와 흑우의 반추위 미생물 균집 비교

- 한우와 흑우의 반추위 미생물은 두 축종에서 동일하게 반추위에서 탄수화물과 질소대사에 관여하는 대표적인 미생물인 *Prevotella ruminicola*가 가장 우점하는 것으로 분석되었으며, 한우에서 36%, 흑우에서 44%를 차지하였음.
- 반추위에서 주요 전분소화 미생물인 *Ruminococcus bromii* 가 한우와 흑우에서 각각 18%, 12%로 두 번째로 우점하는 것으로 나타났으며, 이 2개의 미생물이 전체 반추위 미생물군의 54%와 56%를 차지하는 것으로 분석되었음.
- 이 중 *Ruminococcus bromii*, *Syntrophococcus sucromutans*, *Faecalicatena orotica*가 한우와 흑우의 미생물 균집에서 각각 18%와 12%, 7%와 3% 그리고 3%와 1%로 유의적인 차이를 보였음( $P < 0.05$ ).
- 또한 한우와 흑우의 반추위 미생물 균집에서 2% 이하의 우점율을 보이는 균총아 각각 14.1%와 20.5%로 분석되었으며, *Prevotella ruminicola*와 *Ruminococcus bromii*를 포함한 15개 균총이 한우에서 85.9%, 흑우에서 79.5%로 크게 우점하는 것으로 분석되었음.



사. 전반적인 미생물 분포도 차이

- 흑한우 및 한우의 반추위 미생물에 대한 전반적인 미생물의 분포도 차이는 그림과 같음. 전반적인 미생물 군집 유사도의 분포를 보여주는 Principal Coordinate Analysis(PCoA) 분석을 통해 한우와 흑우 사이의 반추위 미생물 전체균총의 유사도를 비교 분석하였음. PCoA 분석은 결과 시험구별 spot이 거리상으로 떨어져 있기 때문에, 이는 시험구별로 전반적인 분변미생물 분포가 차이가 난다라는 것을 보여줌.
- PCoA 그림이 보여주는 것처럼 전반적으로 한우와 흑우에서 반추위 미생물 분포가 차이가 났음. 이는 현재의 taxonomy 분류체계로 분류되지 못한 알려지지 않은 영양소 분해 관련 미생물(unknown microorganisms)이 두 소의 품종 간 차이가 난 것으로 보임. 향후 미생물 배양 연구를 통해 새로운 미생물을 밝혀내야 할 것임.

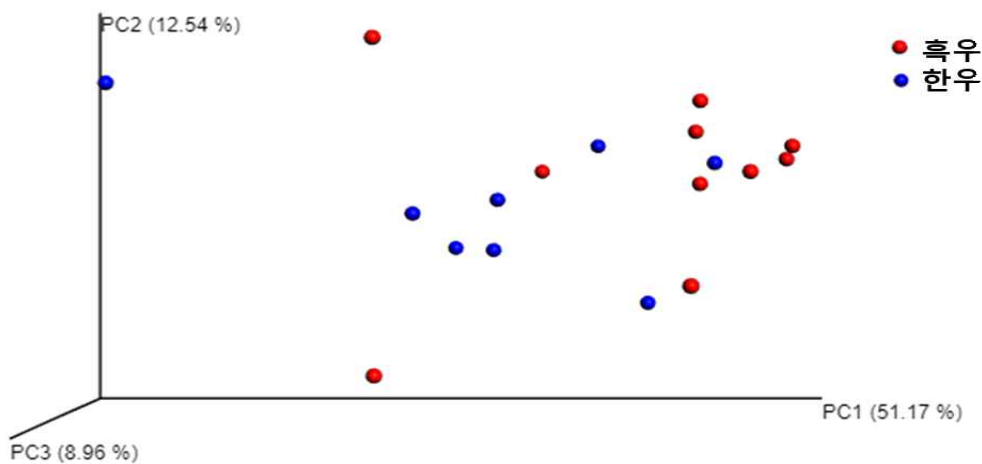


그림. 한우·흑우 사이의 PCoA 분포도

- 본 연구결과 동일한 사료를 급여하였음에도 불구하고 한우 및 흑한우에 따른 반추위 미생물 군집에 차이가 발생하였고, 일부 문, 과, 속 및 종에 따른 미생물 군집에서도 차이가 나타났음.
- 또한, 대부분의 차이는 흑한우 보다 한우에서 미생물 균총이 더욱 높은 결과를 보였으며, 소화율에 영향을 미치는 미생물의 분포가 많았다. 이러한 차이를 볼 때 한우와 흑한우는 사료의 품질을 다르게 조절할 필요가 있으며, 비교적 소화하기 쉬운 원료로 흑한우 사료를 설계하는 것이 효율적인 것으로 판단됨.

## 2-3. 흑한우 성장 및 육질 개선을 위한 친환경 첨가제 연구

### 가. in vitro 반추위 발효특성 시험

- 순천대학교 부설농장에서 사육중인 반추위 누관이 장착된 650kg 한우를 이용하여 in vitro 시험을 위한 위액을 채취하였음. 공시동물인 한우는 이탈리아와 농후사료를 3:2의 비율로 체중의 2% 수준으로 1일 2회 분할 급여하였고 물은 자유 섭취하도록 하였음.
- 사료 급여 2시간 후 cheese cloth를 이용하여 위액을 채취하여 사용하였음. 완충액(Hino 등, 1992)은 basal media로 제조하였음. 반추위액과 완충위액은 1:3(반추위액: 완충액) 비율로 혼합한 후 질소 가스(N<sub>2</sub> gas)로 충전시켰음.
- 모넨신 첨가제(각 20ppm, 30ppm, 40ppm) 및 신규 식물추출물 첨가제(각 0.05%, 0.1%, 0.2%)이며, 기질로 사용한 사료는 서귀포시 축협에서 생산한 TMF(비육전기)로 DM 1.0% 기준으로 160ml serum bottle에 넣은 후 100ml의 혼합반추위액을 접종 후 butyl-rubber stopper와 알루미늄 뚜껑으로 막은 후 39°C, 80rpm상태의 인큐베이터에서 배양하였음.
- 배양시간은 0, 1, 3, 6, 12, 24 및 48시간이었으며 처리구당 3반복으로 수행하였음. 전체 배양시간동안 pH, 총 가스발생량, 암모니아 및 휘발성 지방산(VFA) 생성량을 측정하였음. 시험처리구는 모넨신 및 신규 식물 추출물 첨가제 처리구로 실시하였음.
- 본 실험에서 얻어진 결과들은 SAS package program(2003)의 GLM(General Linear Model)을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 처리평균간 차이는 Duncan 다중검정법(1955)에 의해 95% 유의수준으로 하였음.

### 나. 사양시험

- 본 연구는 서귀포시 생축장에 위치한 흑우비육우를 대상으로 6개월령부터 40개월령까지 친환경 사료첨가제를 탑드레싱 하여 급여 후 사료섭취량과 체중을 측정하였음. 첨가제 급여는 사료급여비율 0.2% 식물추출물을 top dressing 급여(관행TMR + 0.2% 식물추출물)로 하였음.
- 본 연구에서 사용한 식물추출물은 4종의 약용식물로부터 유용 폴리페놀화합물 추출물을 첨가했으며, 만삼(Codonopsis lanceolata), 금은화(Lonicera japonica), 감초(Glycyrrhiza uralensis), 목단피(Paeonia suffruticosa) 추출 화합물로 유용성분은 genticic acid, salicylic acid, quercetin myricetin, glycyrrhizin 등의 유용성분을 함유하고 있었음.
- 시험사료 및 도체성적의 평가는 2-1 연구와 동일한 방법으로 진행하였으며, 사양시험 결과는 전년도 성적과 비교하였음.

다. 친환경 첨가제(식물추출물)가 in vitro 반추위 발효특성에 미치는 영향

- 친환경 첨가제(식물추출물)가 in vitro 반추위 pH 변화에 미치는 영향은 표와 같음. 모든 처리구의 pH 변화는 초기 5.96~5.79 정도의 범위이었으나 24시간 배양이 경과함에 따라 지속적으로 낮아지는 경향을 보였으며, 48시간 배양 후 T3 처리구에서 유의성 있게 가장 낮은 pH를 나타냈음( $p < 0.05$ ).
- 식물추출물을 농도별로 사용한 T1, T2 및 T3구는 배양시간이 경과함에 따라 pH 변화는 낮았으며, 대조구와 비교하여 T3구에서 유의적으로 낮았다( $p < 0.05$ ). 반면 향생물질인 모넨신은 대조구와 비교하여 유의한 차이를 나타내지 않았음. 이 등(2005)의 보고에 의하면 일반적으로 pH 감소 원인은 기질에 첨가되는 물질에 의해 휘발성지방산 생성 증가에 기인한 것으로 보고하였으며, 미생물 활력증가의 현상으로 판단됨.

표. 식물첨가제 및 향생제 첨가에 따른 in vitro 반추위 pH변화

Item (h)	Con	T1	T2	T3	T4	T5	T6	SEM
0	5.94	5.79	5.94	5.89	5.96	5.95	5.86	0.057
1	5.78	5.50	5.68	5.78	5.78	5.57	5.80	0.073
3	5.29 <sup>a</sup>	5.44 <sup>a</sup>	4.98 <sup>b</sup>	4.94 <sup>b</sup>	5.37 <sup>a</sup>	5.43 <sup>a</sup>	5.36 <sup>a</sup>	0.046
6	5.49 <sup>a</sup>	5.12 <sup>bc</sup>	5.40 <sup>a</sup>	5.05 <sup>c</sup>	5.32 <sup>ab</sup>	5.51 <sup>a</sup>	5.49 <sup>a</sup>	0.068
12	5.53 <sup>a</sup>	5.42 <sup>b</sup>	5.36 <sup>b</sup>	5.24 <sup>c</sup>	5.43 <sup>b</sup>	5.43 <sup>b</sup>	5.44 <sup>ab</sup>	0.026
24	5.22 <sup>a</sup>	5.24 <sup>a</sup>	5.15 <sup>b</sup>	5.28 <sup>a</sup>	5.22 <sup>a</sup>	5.24 <sup>a</sup>	5.25 <sup>a</sup>	0.017
48	5.13 <sup>a</sup>	5.14 <sup>a</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	5.06 <sup>b</sup>	5.12 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.12 <sup>a</sup>	0.012

T1 포르멘 0.05%, T2 포르멘 0.1%, T3 포르멘 0.2%, T4 모넨신 20ppm, T5 모넨신 30ppm, T6 모넨신 40ppm. 1) SEM, standard error of means.

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

- 친환경 첨가제(식물추출물)가 in vitro 반추위 가스발생량 변화에 미치는 영향은 표와 같음. 가스발생량은 반추위내 사료의 발효상태를 나타내는 중요한 지표로서 가스발생량이 일정하게 유지된다는 것은 반추위 발효가 일정하게 유지되는 것을 파악하는 자료가 될 수 있음.
- 총 가스발생량은 6시간 배양 동안 가스발생량의 유의성은 없었지만, 배양 후 12시간에 가장 농도가 높은 식물추출물을 사용한 T3구에서 54.67ml를 나타내 대조구(49.67ml) 및 모든 처리구(46~50ml)와 비교하여 유의하게 증가하였음( $p < 0.05$ ).
- 한편, 배양 12시간 이후 모든 처리구에서 총 가스 발생량이 증가하여 48시간 후 대조구와 식물추출물 처리구 사이의 가스발생량은 유의한 차이를 나타내지 않은 반면, 모넨신 처리구는 T4구에서 가장 작은 74.67ml로 대조구와 비교하여 유의하게 낮은 특성을 나타냄( $p < 0.05$ ).

표. 식물첨가제 및 항생제 첨가에 따른 in vitro 반추위 가스발생량 변화(mL)

Item (h)	Con	T1	T2	T3	T4	T5	T6	SEM
0	7.50	8.67	7.00	6.83	6.67	8.33	6.67	0.540
1	13.00 <sup>abc</sup>	12.00 <sup>bc</sup>	13.00 <sup>abc</sup>	11.33 <sup>c</sup>	13.00 <sup>abc</sup>	14.33 <sup>a</sup>	13.67 <sup>ab</sup>	0.581
3	29.00	23.67	18.33	15.00	23.33	17.67	18.00	2.814
6	49.67 <sup>b</sup>	50.00 <sup>b</sup>	46.33 <sup>b</sup>	54.67 <sup>a</sup>	47.33 <sup>b</sup>	47.00 <sup>b</sup>	46.00 <sup>b</sup>	1.157
12	52.33 <sup>b</sup>	55.67 <sup>ab</sup>	63.67 <sup>a</sup>	60.67 <sup>a</sup>	63.67 <sup>a</sup>	64.00 <sup>a</sup>	61.00 <sup>a</sup>	2.198
24	78.67 <sup>a</sup>	76.33 <sup>ab</sup>	77.33 <sup>ab</sup>	76.00 <sup>ab</sup>	74.67 <sup>b</sup>	77.33 <sup>ab</sup>	75.33 <sup>b</sup>	0.788
48	5.13 <sup>a</sup>	5.14 <sup>a</sup>	5.10 <sup>ab</sup>	5.06 <sup>b</sup>	5.12 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.12 <sup>a</sup>	0.012

T1 포르투멘 0.05%, T2 포르투멘 0.1%, T3 포르투멘 0.2%, T4 모넨신 20ppm, T5 모넨신 30ppm, T6 모넨신 40ppm. 1) SEM, standard error of means.

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

- 친환경 첨가제(식물추출물)가 in vitro 반추위 암모니아 발생량에 미치는 영향은 표와 같음. Hristov 등(1998, 2000)에 의하면 원료내 조단백질 함량에 따라 암모니아태 질소 함량의 결과와 일치하는 것으로, 반추위내 미생물 활성의 증가로 인해 사료 단백질 분해가 증가하여 암모니아질소 농도의 증가와 관련이 있음.
- 0시간을 제외한 초기 배양 6시간 까지 모든 처리간 유의한 차이는 없었으며, 배양 12시간에는 T6구에서, 배양 24시간에는 T1구, 배양 48시간에는 대조구에서 각각 암모니아질소가 가장 높은 것으로 조사되었음.
- 따라서 전반적으로 전체 48시간 동안 암모니아태 질소농도는 처리구간 일관적인 차이가 없는 것으로 분석되었음.

표. 식물첨가제 및 항생제 첨가에 따른 in vitro 반추위 암모니아 발생량 변화(ppm)

Item (h)	Con	T1	T2	T3	T4	T5	T6	SEM
0	178.80 <sup>a</sup>	199.91 <sup>a</sup>	158.80 <sup>ab</sup>	161.52 <sup>ab</sup>	158.67 <sup>ab</sup>	122.26 <sup>b</sup>	138.11 <sup>ab</sup>	23.25
1	161.46	152.60	150.37	186.66	170.38	181.65	172.98	14.05
3	281.84	298.68	223.94	203.81	216.39	384.01	309.52	50.07
6	186.54	213.66	184.12	196.57	213.35	197.06	192.67	9.86
12	405.94 <sup>ab</sup>	372.50 <sup>ab</sup>	331.26 <sup>b</sup>	355.10 <sup>b</sup>	378.69 <sup>ab</sup>	345.44 <sup>b</sup>	472.63 <sup>a</sup>	29.15
24	404.51 <sup>b</sup>	486.93 <sup>a</sup>	424.76 <sup>ab</sup>	374.60 <sup>b</sup>	407.36 <sup>ab</sup>	438.38 <sup>ab</sup>	425.44 <sup>ab</sup>	21.58
48	553.56 <sup>a</sup>	431.14 <sup>b</sup>	381.72 <sup>b</sup>	363.08 <sup>b</sup>	407.92 <sup>b</sup>	420.67 <sup>b</sup>	411.88 <sup>b</sup>	26.58

T1 포르투멘 0.05%, T2 포르투멘 0.1%, T3 포르투멘 0.2%, T4 모넨신 20ppm, T5 모넨신 30ppm, T6 모넨신 40ppm. 1) SEM, standard error of means.

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

- 친환경 첨가제(식물추출물)가 in vitro 반추위 휘발성지방산 생성량에 미치는 영향은 표와 같음. 전체적으로 총 휘발성 지방산의 발생량은 48시간 배양 후 모넨신 처리구에서 높았으나, 식물추출물을 0.2% 사용한 T3구는 모넨신 처리구와 유사한 결과를 나타냈음 ( $p < 0.05$ ).
- 반추위내 증가된 acetic acid 농도는 섬유소분해박테리아 군집 증가의 결과(Harrison 등, 1988)와 일치하며, 배양 초기(0~6시간)와 배양 후기(48시간)에서 T2구가 모넨신 처리구와 비교하여 수치적 또는 유의적으로 높은 결과를 나타냈음( $p < 0.05$ ).
- 반면 propionate 농도는 모넨신 처리구가 배양초기 12시간까지 식물추출물 처리구와 비교하여 높았으나, 배양 24시간에는 모든 처리구간 유의한 차이가 없었으며 48시간에는 T3구가 가장 높은 농도를 나타냈음( $p < 0.05$ ).
- Butyrate 농도는 전반적으로 모넨신처리구와 비교하여 식물추출물 처리구에서 낮았다. Williams와 Coleman(1992)은 반추위내 protozoa에 의해서 butyric acid가 증가하거나 감소한다고 보고하였으며, protozoa는 반추위 메탄생성에 영향을 주는 것으로 알려져 있음.

표. 식물첨가제 및 항생제 첨가에 따른 in vitro 반추위 휘발성지방산 생성 변화(ppm)

Item (h)	Con	T1	T2	T3	T4	T5	T6	SEM
Acetic acid								
0	1,791 <sup>b</sup>	1,866 <sup>ab</sup>	1,952 <sup>a</sup>	1,954 <sup>a</sup>	1,801 <sup>b</sup>	1,863 <sup>ab</sup>	1,867 <sup>ab</sup>	25.10
1	1,852 <sup>ab</sup>	1,913 <sup>a</sup>	1,883 <sup>ab</sup>	1,853 <sup>ab</sup>	1,805 <sup>b</sup>	1,872 <sup>ab</sup>	1,849 <sup>ab</sup>	26.35
3	2,034	2,043	2,098	2,048	2,077	2,074	2,102	23.47
6	1,982 <sup>ab</sup>	1,896 <sup>b</sup>	2,025 <sup>a</sup>	2,005 <sup>ab</sup>	1,945 <sup>ab</sup>	1,979 <sup>ab</sup>	1,967 <sup>ab</sup>	22.57
12	1,945	1,929	2,006	1,961	2,049	1,992	2,015	39.16
24	2,004 <sup>a</sup>	1,882 <sup>ab</sup>	1,933 <sup>ab</sup>	1,794 <sup>ab</sup>	1,851 <sup>ab</sup>	1,988 <sup>a</sup>	1,670 <sup>b</sup>	64.24
48	1,354. <sup>b</sup>	1,573 <sup>b</sup>	1,969 <sup>a</sup>	1,680 <sup>ab</sup>	1,585 <sup>b</sup>	1,390 <sup>b</sup>	1,373 <sup>b</sup>	71.75
Propionic acid								
0	368 <sup>b</sup>	381 <sup>b</sup>	381 <sup>b</sup>	373 <sup>b</sup>	374 <sup>b</sup>	440 <sup>a</sup>	444 <sup>a</sup>	7.59
1	564 <sup>ab</sup>	677 <sup>a</sup>	530 <sup>ab</sup>	454 <sup>b</sup>	488 <sup>ab</sup>	687 <sup>a</sup>	552 <sup>ab</sup>	51.60
3	699 <sup>ab</sup>	761 <sup>ab</sup>	666 <sup>b</sup>	756 <sup>ab</sup>	832 <sup>a</sup>	712 <sup>ab</sup>	726 <sup>ab</sup>	33.59
6	745	677	738	724	660	679	683	18.84
12	761 <sup>ab</sup>	690 <sup>b</sup>	688 <sup>b</sup>	746 <sup>ab</sup>	831 <sup>a</sup>	813 <sup>a</sup>	823 <sup>a</sup>	32.84
24	813	695	707	644	683	712	606	65.51
48	658 <sup>c</sup>	760 <sup>b</sup>	766 <sup>b</sup>	853 <sup>a</sup>	784 <sup>ab</sup>	763 <sup>b</sup>	798 <sup>ab</sup>	23.49
Butyric acid								
0	505	476	478	470	ND	ND	ND	10.17
1	576 <sup>b</sup>	638 <sup>b</sup>	578 <sup>b</sup>	536 <sup>b</sup>	ND	1,212 <sup>a</sup>	1,199 <sup>a</sup>	26.13
3	1,135 <sup>a</sup>	1,066 <sup>ab</sup>	925 <sup>b</sup>	917 <sup>b</sup>	962 <sup>ab</sup>	1,157 <sup>a</sup>	1,172 <sup>a</sup>	51.79
6	1,154	1,225	1,105	1,061	1,312	1,293	1,266	64.88
12	1,573	1,813	1,629	1,541	1,379	1,375	1,513	121.49
24	1,868 <sup>abc</sup>	1,876 <sup>abc</sup>	1,758 <sup>bc</sup>	1,688 <sup>c</sup>	2,092 <sup>ab</sup>	2,020 <sup>abc</sup>	2,185 <sup>a</sup>	105.92
48	2,104	1,846	1,858	2,004	2,108	2,139	2,198	114.98
A/P ratio								
0	4.87 <sup>ab</sup>	4.90 <sup>ab</sup>	5.12 <sup>ab</sup>	5.24 <sup>a</sup>	4.82 <sup>b</sup>	4.24 <sup>c</sup>	4.21 <sup>c</sup>	0.102
1	3.28 <sup>ab</sup>	2.83 <sup>b</sup>	3.55 <sup>ab</sup>	4.08 <sup>a</sup>	3.70 <sup>ab</sup>	2.73 <sup>b</sup>	3.35 <sup>ab</sup>	0.276
3	2.91 <sup>a</sup>	2.68 <sup>ab</sup>	3.15 <sup>ab</sup>	2.71 <sup>ab</sup>	2.50 <sup>b</sup>	2.91 <sup>ab</sup>	2.90 <sup>ab</sup>	0.124
6	2.66 <sup>b</sup>	2.80 <sup>ab</sup>	2.74 <sup>ab</sup>	2.77 <sup>ab</sup>	2.95 <sup>a</sup>	2.91 <sup>ab</sup>	2.88 <sup>ab</sup>	0.054
12	2.56 <sup>bc</sup>	2.80 <sup>ab</sup>	2.92 <sup>a</sup>	2.63 <sup>bc</sup>	2.46 <sup>c</sup>	2.45 <sup>c</sup>	2.45 <sup>c</sup>	0.074
24	2.46	2.71	2.74	2.78	2.71	2.79	2.75	0.274
48	2.06 <sup>b</sup>	2.07 <sup>b</sup>	2.57 <sup>a</sup>	1.97 <sup>b</sup>	2.02 <sup>b</sup>	1.82 <sup>b</sup>	1.72 <sup>b</sup>	0.121
Total VFA								
0	2,667 <sup>b</sup>	2722 <sup>ab</sup>	2,811 <sup>a</sup>	2,797 <sup>ab</sup>	2,174 <sup>b</sup>	2,303 <sup>c</sup>	2,311 <sup>c</sup>	35.68
1	2,705 <sup>bc</sup>	3229 <sup>ab</sup>	2,991 <sup>bc</sup>	2,844 <sup>bc</sup>	2,293 <sup>c</sup>	3,771 <sup>a</sup>	2,801 <sup>bc</sup>	174.01
3	3,868	3870	3,689	3,721	3,871	3,943	3,999	81.05
6	3,882	3798	3,869	3,790	3,917	3,951	3,916	93.42
12	4,279	4432	4,323	4,248	4,259	4,181	4,352	127.78
24	4,686	4452	4,398	4,126	4,626	4,720	4,461	162.46
48	4,115 <sup>ab</sup>	4178 <sup>ab</sup>	3,355 <sup>b</sup>	4,537 <sup>a</sup>	4,477 <sup>a</sup>	4,291 <sup>a</sup>	4,369 <sup>a</sup>	220.18

T1 포르투멘 0.05%, T2 포르투멘 0.1%, T3 포르투멘 0.2%, T4 모넨신 20ppm, T5 모넨신 30ppm, T6 모넨신 40ppm.  
 l) SEM, standard error of means.

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

- 한편, 반추위내 조건에서 메탄발생량이 감소될 경우 사료효율 개선 및 휘발성 지방산중 프로피온산의 함량을 높이고 총 휘발성 지방산이 증가 할 수 있다는 이론적 근거가 제시되고 있으며, A/P 비교결과 48시간 배양 후 전반적으로 모넨신 처리구간에서 감소하는 경향을 보였으며 처리구간의 유의적인 차이를 보였음(p<0.05).
- 결과적으로 본 연구에서 사용된 식물추출물은 항생물질인 모넨신과 비교하여 식물추출물의 반추위 발효특성 효과에서 유사한 것으로 조사되었음.

라. 친환경 첨가제(식물추출물)가 흑한우 성장능력에 미치는 영향

- 친환경 첨가제(0.2%)가 흑한우의 월령별 체중변화에 미치는 영향은 표와 같음.

표. 친환경 첨가제 급여에 따른 흑한우의 월령 체중비교

월령	6	7	8	9	10	11	12	13	14
급여전	156	184	215	230	250	271	293	306	334
급여후	162	190	220	240	256	285	310	318	345
체중차	6	6	5	10	6	14	17	12	11
월령	15	16	17	18	19	20	21	22	23
급여전	352	374	388	411	432	456	476	495	510
급여후	360	385	400	422	442	468	483	505	520
체중차	8	11	12	11	10	12	7	10	10
월령	24	25	26	27	28	29	30	31	32
급여전	529	544	544	576	569	584	617	633	644
급여후	543	555	570	585	592	606	620	640	652
체중차	14	11	26	11	23	18	3	7	8
월령	33	34	35						
급여전	656	688	700						
급여후	668	691	708						
체중차	12	3	8						

\*급여전: 2015년도 평균, 급여후 2016년도 평균

- 친환경 첨가제 급여전(2015년) 및 급여후(2016년) 모두 생후 14개월령까지 한우전용 사료급여프로그램의 목표체중보다 높게 조사되었음. 15개월령 이후부터 체중편차가 목표체중과 비교하여 크게 증가하였음. 2016년도 월령별 및 성장단계별 체중변화는 급여전(2015년)와 비교하여 모두 증가하였으며, 육성기 및 비육전기 구간에서 특히 체중증가가 높은 것으로 조사되었음. 하지만 비육후기에서는 체중증가폭이 둔화되어 향후 사양관리

측면에서 성장단계별 사료급여량 조절이 필요할 것으로 판단됨.

- 특히, 비육후기로 갈수록 동일한 개월령임에도 불구하고 한우와 함께 합사하거나, 세대별 유전능력의 차이로 인해 체중편차가 크게 증가하는 문제점도 노출되었음.

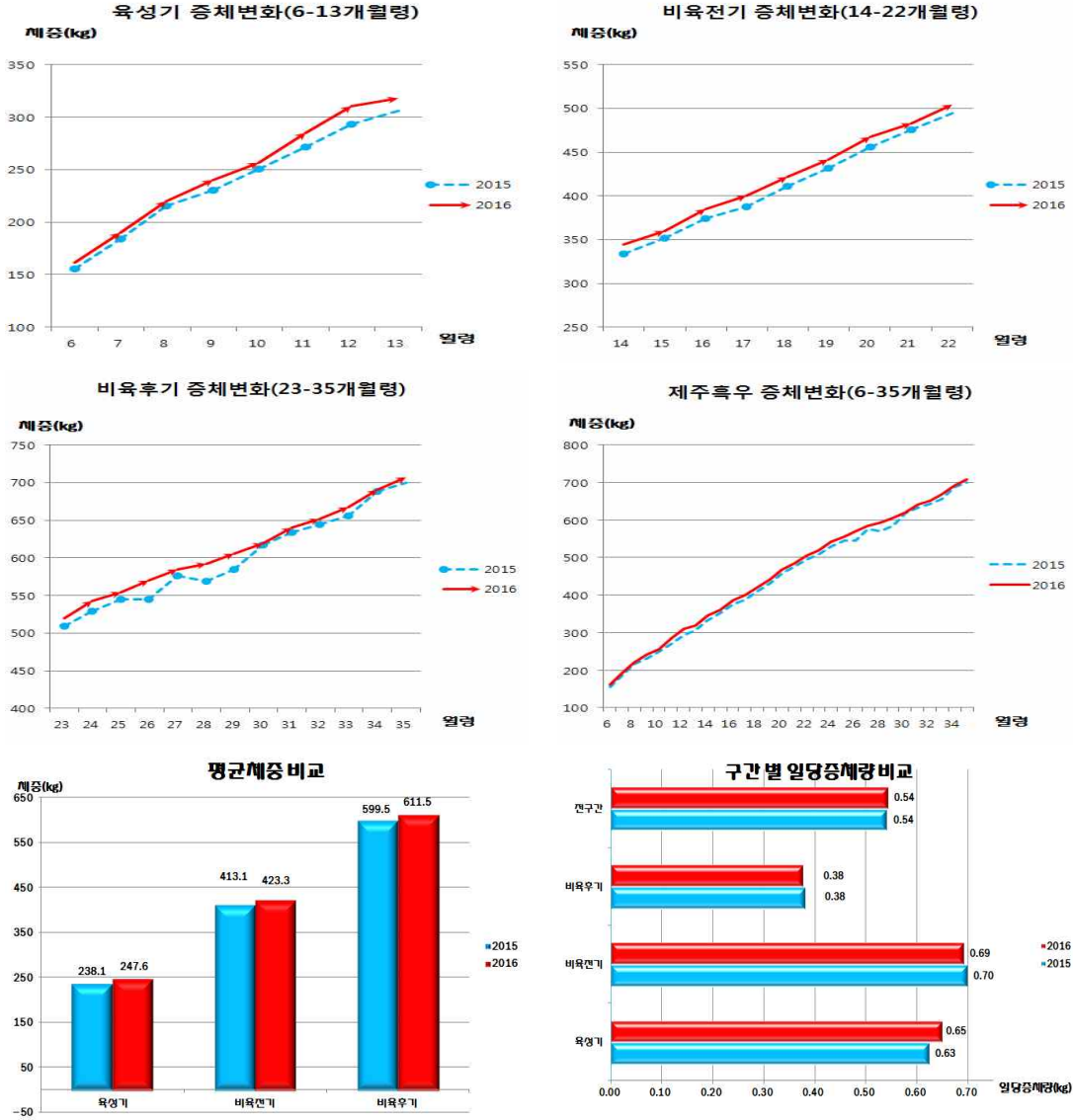


그림. 친환경 첨가제 급여전·후 흑한우 체중 및 증체량 변화

- 친환경 첨가제(0.2%)가 흑한우의 사료섭취량에 미치는 영향은 그림과 같음. 2015년도의 경우 생후 6개월령의 흑우 평균체중은 156kg으로 TMF 사료섭취량은 3.90kg(DM 3.61kg)을 나타냄.
- 월령별 건물섭취량을 살펴보면, 14개월령 7.11kg에서 35개월 7.56으로 불과 0.45kg 건물섭취량이 증가하였으며, 이러한 건물섭취량의 영향으로 총가소화영양소 섭취량은 14개월령 5.01kg에서 35개월령 5.38kg으로 큰 차이를 나타내지 않았음.
- 이러한 결과는 육성기(9개월령~15개월령)에서 일당증체량이 증가하였지만, 이후 비육전기 및 후기에서 증체량이 감소한 원인과 동일한 결과를 나타냄. 반면에 2016년도의



TMF 사료섭취량을 살펴보면 육성기부터 비육후기까지 모두 2015년도와 비교하여 높은 것으로 조사되었음.

- 특히 육성기 구간에서는 자유급역을 통해 사료섭취량이 전년도에 비해 크게 차이가 난 것으로 조사되었음. 전반적으로 사료섭취량은 과거에 비해 크게 증가하였으나, 육성구간 과잉의 영양소 섭취량은 육량등급 저하와 비육후기 사료섭취량 저하와 같은 생리적인 문제점을 유발함.
- 본 연구에서 전체 비육구간 사료섭취량 증가는 체중변화에 직접적인 영향을 준 것으로 판단되며 향 후 도체등급에도 영향을 줄 것으로 판단됨.

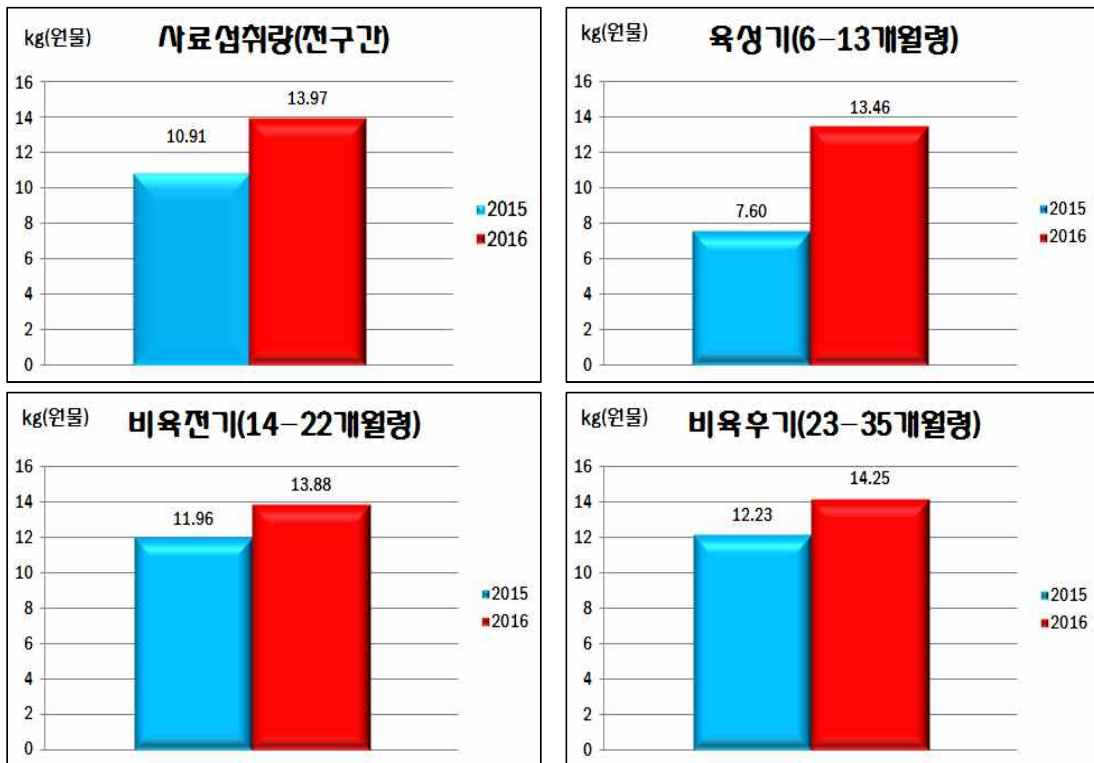


그림. 친환경 첨가제 급여전 · 후 흑한우 사료섭취량 비교

마. 친환경 첨가제(식물추출물)가 흑한우 성장능력에 미치는 영향

○ 친환경 첨가제(0.2%)가 흑한우의 사료섭취량에 미치는 영향은 그림과 같음.

표. 친환경 첨가제 급여가 흑한우 도체특성에 미치는 영향

Item	급여전(2015년)	급여후(2016년)	P value
출하두수	78	51	-
출하월령	39.5	36.4	-
등지방두께, mm	18.14±7.28	15.76±6.58	0.42
등심단면적, cm <sup>2</sup>	78.36±9.37	77.77±9.02	0.82
도체중, kg	409.09±52.36	367.50±52.59	0.08
마블링	4.66±1.66	4.35±1.70	0.22
육색	5.02±0.43	4.93±0.37	0.51
지방색	3.02±0.15	3.17±0.41	0.65
조직감	2.40±0.69	3.42±2.09	0.72
성숙도	3.40±1.41	3.33±1.27	0.65

- 출하월령은 39.5개월령에서 36개월령으로 감소하였으며, 등지방두께는 첨가제 급여후(2016년) 감소한 경향이 있었으며, 등심단면적인 급여전후에 따른 차이는 없었음.
- 도체중은 첨가에 급여후(2016년) 보다 급여전(2015년)에서 높았는데 이러한 차이는 사육기간이 급여전에 더욱 길었던 것이 원인으로 판단됨. 2015년도 서귀포시 생축장에서 출하된 흑우 거세우의 육질등급에서 총 78두 중 1++등급 1두, 1+등급 22두, 1등급 33두와 2등급 22두의 분포를 보였음.
- 2015년도 육질등급의 출현율은 1++등급 1.3%, 1+등급 28.2%, 1등급 42.3%, 2등급 28.2%를 차지하였음. 2016년도 서귀포시 생축장에서 출하된 흑우 거세우의 총 51두 중 육질등급에서 1++등급 2두, 1+등급 16두, 1등급 23두와 2등급 10두의 분포를 보였음. 2016년도의 육질등급 출현율은 1++등급 3.9%, 1+등급 31.4%, 1등급 45.1%, 2등급 19.6%를 차지하였음. 1++등급이 전무하였던 3년 차 중간조사 결과와 달리 1++등급에서 2015년도와 2016년도 각각 1두와 2두의 두 수를 나타내었음.
- 육질등급 출현 두수에서는 2016년도의 도축 개체 수가 2015년도에 비해 두수가 적어 나타나지 않지만 육질등급 출현율에서 1++등급, 1+등급과 1등급 모두 2015년도에 비해 2016년도에 향상된 수치를 나타내었음.

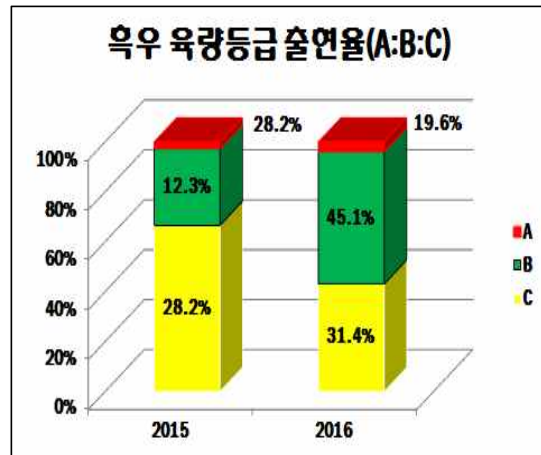
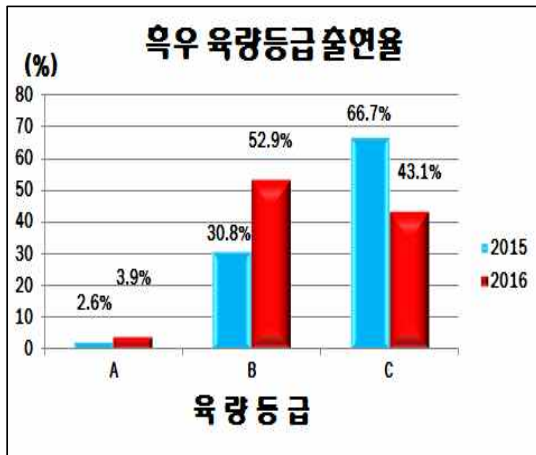
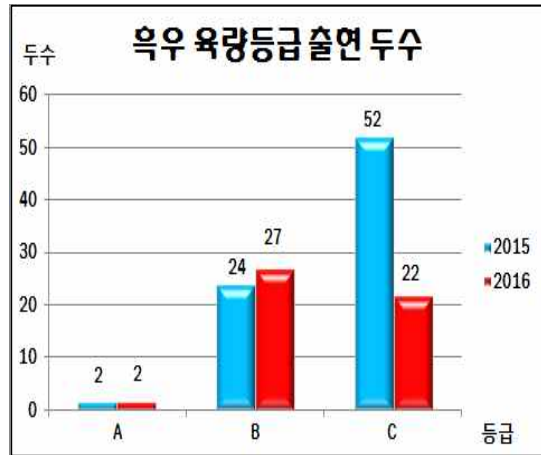
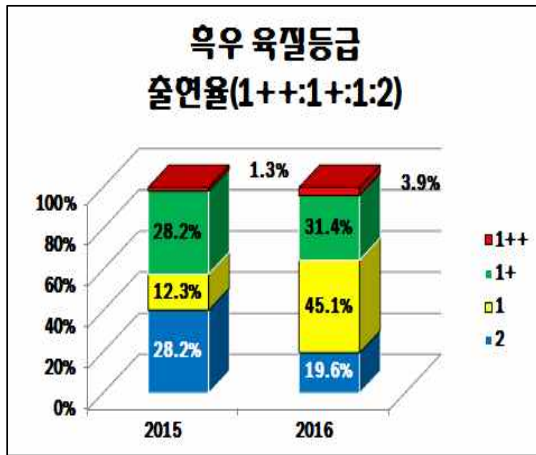
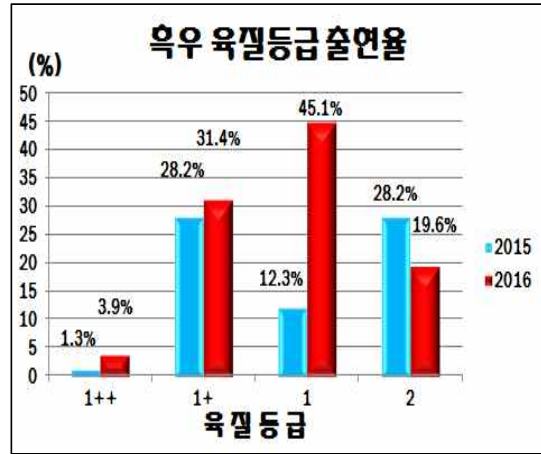
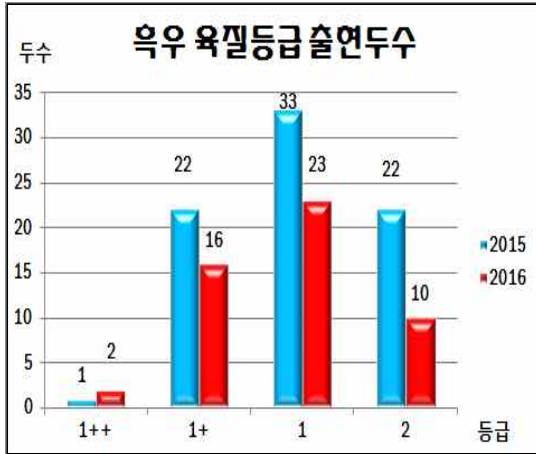


그림. 제주흑우 육질 및 육량등급별 출현두수 및 출현율

- 서귀포시 생축장에서 출하된 흑우 거세우의 육량등급에서 2015년도 총 78두 중 육량 A등급 2두, B등급 24두, C등급 52두의 분포를 보였으며, 육량등급의 출현율은 A등급 2.6%, B등급 30.8%, C등급 66.7%를 차지하였음. 2016년도의 육량등급 출현두수에서는 A등급 2두, B등급 27두, C등급 22두의 분포를 나타내 육량등급 출현율은 A등급 3.9%, B등급 52.9%, C등급 43.1%를 차지하였음.
- 흑우 육량 A등급의 출현율이 한우의 평균에 크게 못 미치는 결과를 나타내었지만 2015년의 육량등급 출현율에 비하여 2016년에 들어 A등급과 B등급의 분포도가 향상된 결과를 보였음. 결과적으로 2016년도 생축장에서 출하한 한우와 흑우의 육질등급에서 1++등급은 전무하였던 과거의 결과에 비추어 향상된 수치를 보였고, 육량등급에서도 2015년도보다 수치상 좋은 출현율을 나타내었음.
- 따라서 과거 3년간 도축성적을 비교한 결과, 육량 및 육질등급에서 모두 개선되는 것으로 조사되었으며, 흑한우에서 식물 추출물 0.2% 첨가는 성장 및 도체특성에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단됨.

#### 2-4. 흑한우의 적정 거세시기에 관한 연구

##### 가. 시험기간 및 공시동물

- 본 연구는 서귀포시축협 생축장에서 20개월 동안 제주 흑한우 27두를 이용하여 수행되었음. 목장의 관행적으로 평균 거세시기는 9개월령으로 설정하여 본 시험설계에서는 조기거세는 7개월령으로, 늦은거세는 12개월령으로 설계하였음.

##### 나. 거세방법

- 시험축의 거세는 전문 수의사가 수행하였음. 외과적 수술시에는 국부마취를 하고 시술하였으며, 각 처리별 거세시기에 맞춰 오전 사료를 급여한 후 10:00에 일괄적으로 하였음. 거세방법은 송아지가 서있는 상태에서 보정틀에 묶은 후 국부 마취를 위하여 2% HCl lidocaine을 2~3ml 고환 피부 및 정소에 주사하였음.
- 마취를 한 뒤 약 15분이 경과했을 때 고환과 고환주변을 1% 베타딘 용액으로 소독하고 고환의 아랫부분 약 3cm를 절개하나 다음 정색(spermatic cord)을 꺼내어 정색 상단부를 봉합사 3호로 결찰한 후 결찰 부위 하단 약 2cm 지점에서 잘라내었음.
- 거세를 위해 절개한 피부와 정색 결찰 부위는 pinkskin으로 소독을 실시하였으며, 거세가 종료된 후 항생제인 terramycin-LA(Pfizer Co.)를 체중 10kg당 1ml씩 근육 주사하였음.

##### 다. 사양관리 및 성장능력

- 흑한우의 사양관리 및 성장능력은 연구 2-1과 같은 방법으로 수행하였음.

라. 거세시기가 흑한우 증체량에 미치는 영향

- 흑한우의 거세시기별 일당증체량은 그림에 나타난 바와 같음. 공시축들의 거세월령에 따른 일당증체량은 9개월령이 가장 높은 수치를 나타내었음. 7개월령과 9개월령에 거세를 실시한 비육우들의 증체량이 각각 0.73kg와 0.74kg로 12개월령에 거세를 실시한 개체(0.67kg)에 비하여 높은 것으로 조사되었으나, 통계적 유의성은 나타나지 않았음.
- Sundby 등(1983)은 혈청 내 testosterone 농도가 높을수록 일당증체량과 체중이 증가한다고 보고하였으며, Yelich 등(1995)은 혈청 내 IGF- I 농도가 높을수록 일당증체량이 증가한다고 보고하여 경제형질에 있어서 호르몬의 중요성을 역설함. 제주 흑한우의 적정 거세월령은 7~9개월 사이가 알맞은 것으로 판단됨.

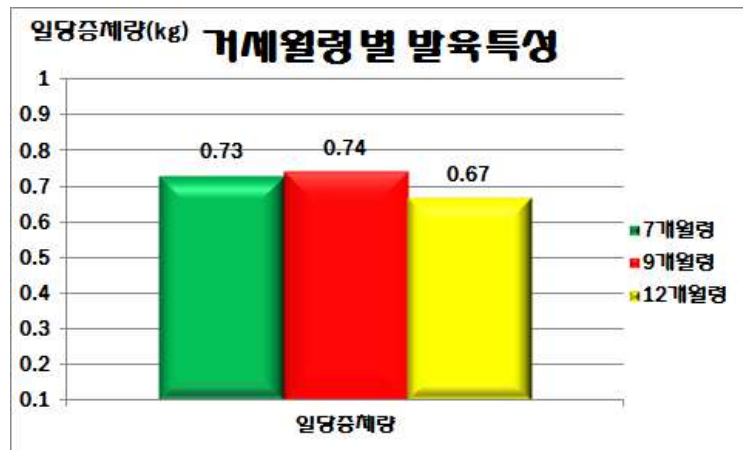


그림. 흑한우 거세시기별 일당증체량 변화

### 3. 흑한우 실용축 전용 TMR 활용한 사양프로그램 개발 및 검증

#### 가. 제주 흑한우 전용 TMR 개발

- 제주 흑한우 전용 TMR의 배합비는 표에 나타난 바와 같음. 서귀포조사료유통센터에서 취급하는 사료원료와 첨가효과가 입증된 첨가제를 활용하여 흑한우의 성장단계별 배합비를 작성하였으며, 사료의 화학적 조성을 제시하였음.

표. 흑한우 전용 TMR의 배합비 및 화학적 조성

원료	육성기	비육전기	비육후기
배합비			
TMF 베이스, %	22.00	23.50	23.50
옥수수(F), %	14.20	17.20	20.00
면실, %	3.00	4.00	5.00
DDGS, %	4.00	4.80	5.00
감귤박, %	15.00	15.00	15.00
당밀, %	5.00	5.00	5.00
티모시, %	2.00		-
알팔파1등급, %	2.00		-
톨페스큐짚, %	4.00	4.00	3.00
오차드짚, %	4.00	3.00	2.00
청보리, %	13.00	11.00	8.00
토탈믹스, %	0.20	0.20	0.20
뉴톡스, %	0.10	0.10	0.10
포루멘, %	0.20	0.20	0.20
물, %	11.30	12.00	13.00
화학적 조성			
건물, %	56.3	64.1	56.5
조단백질, % DM	14.1	14.6	14.8
조지방, % DM	3.9	4.2	4.4
조섬유, % DM	14.6	15.6	12.9
조회분, % DM	7.9	8.0	7.5
Ca, % DM	0.7	0.6	0.7
P, % DM	0.4	0.4	0.4
ADF, % DM	19.2	20.8	17.8

나. 제주 흑한우 전용 프로그램을 적용한 비육우의 성장률 평가

- 제주 흑한우 전용 프로그램은 흑우 실용축 월령별 체중 및 사료섭취량 조사를 바탕으로 한 Von Bertalanffy 모델을 이용하여 개발하였음. 월령별 흑우 실용축 일당증체량과 평균 출하월령을 고려하여 육성기는 체중대비 사료섭취량을 2.0~2.5%를 제시하였으며, 비육전기는 1.7~2.0%, 비육후기는 1.3~1.7%를 제시하였음. 사료프로그램은 표와 같음.
- 본 연구는 서귀포시 축협 생축장에서 진행하였으며, 2~3개월 간격으로 체중을 측정하여 성장률을 평가하였음. 또한 제한사양에 따라 전 처리구에서 잔량없이 사료를 소비함에 따라 사료급여량을 섭취량으로 평가하였음.
- 육성기, 비육전기, 비육후기 시험동물은 각각 22두, 24두 12두를 공시하였으며, 시험기간은 육성기와 비육전기는 201일, 비육후기는 160일 동안 진행하였음. 육성기, 비육전기, 비육후기의 시험축 개시월령은 각각 14, 24, 26 개월 이었으며, 개시체중은 각각  $323 \pm 38$  kg,  $518 \pm 46$  kg,  $632 \pm 34$  kg 이었음. 본 시험은 시험축의 월령보다 현재 체중을 기준으로 배치하여 진행하였음.

표. Von Bertalanffy 모형을 이용한 흑우 실용축 고급육 TMF 사료급여 프로그램

생후월령	송아지		육성기(육성플러스)							비육전기								비육후기										마무리		출하						
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35							
월개시체중(kg)	180	205	230	260	285	310	335	360	385	405	430	450	470	490	510	530	550	565	580	600	610	625	640	650	665	675	685	695	705	720						
일당증체(kg)	0.82	0.82	0.82	0.98	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.66	0.82	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.49	0.49	0.66	0.33	0.49	0.49	0.33	0.49	0.33	0.33	0.33	0.33							
	0.82		0.86							0.70								0.47										0.33								
사료명	급여량(kg/두)																																			
송아지 TMR(건)	5.5	6.0	8.5~12.0							12.5~14.0								14.0~14.5										14.0								
육성우 TMF																																				
비육전기 TMF																																				
비육후기 TMF																																				
마무리 TMF																																				
총급여량(TMI kg)			8.5	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.0	13.5	13.5	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.5	14.5	14.5	14.5	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0						
건물섭취량(DMI kg)			5.5	6.0	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.0	8.3	8.3	8.6	8.6	8.8	8.8	9.0	9.0	9.2	9.2	9.5	9.5	9.5	9.2	9.2	9.0	9.0	9.0	9.0	14.0						
35개월령 이후 평균출하 생체중 kg	720																																			
평균일당증체 kg	0.62																																			



다. 흑한우 성장단계별 사양프로그램 검증

- 흑한우 전용 TMR 및 사양프로그램 적용이 육성기 흑한우의 성장률에 미치는 영향은 그림과 같음. 흑우 전용 TMR을 육성기(평균 14개월령) 제주흑우에 급여한 경우 최초 323 ± 38 kg에서 41일 후 358 ± 45 kg (ADG:0.86), 89일 후 385 ± 41 kg (ADG:0.57), 145일 후 432 ± 45 kg (ADG:0.83), 201일 쯤 470 ± 46 kg (ADG:0.69)로 측정되었음.
- 시험기간동안 평균 147 kg의 체중이 증가하였으며, 0.73 kg/d의 일당증체량을 보였음. 이상의 결과로 육성기 체중증가 추세를 분석한 결과  $y=22.179 \times \text{개월} + 324.36$  kg의 회귀 분석결과를 보였으며 결정계수는 0.9975로 높게 나타났음.

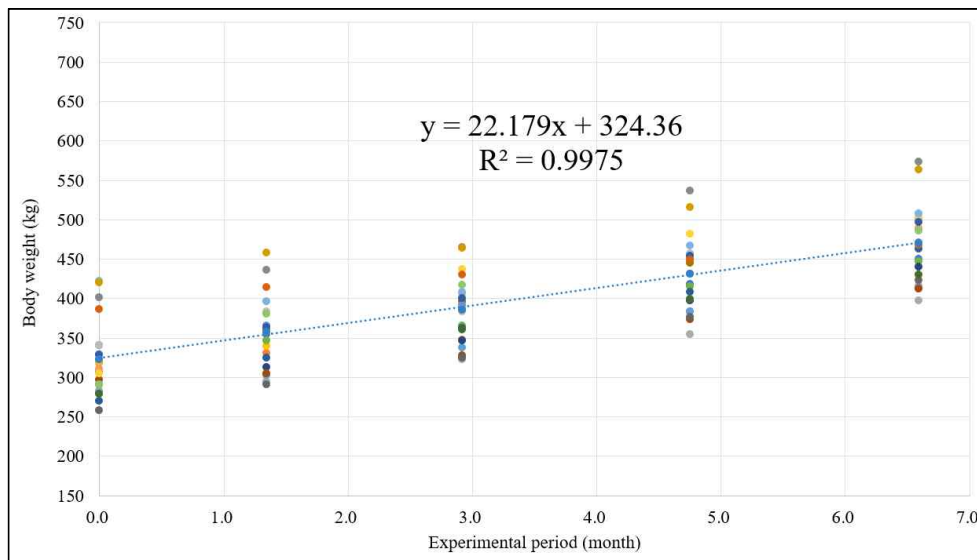


그림. 프로그램 적용에 따른 육성기 흑한우 성장률 변화

- 흑한우 전용 TMR 및 사양프로그램 적용이 비육전기 흑한우의 성장률에 미치는 영향은 그림과 같음. 흑우 전용 TMR을 비육전기(평균 24개월령) 제주흑우에 급여한 경우 최초 518 ± 46 kg에서 41일 후 537 ± 45 kg (ADG:0.46), 89일 후 559 ± 44 kg (ADG:0.46), 145일 후 598 ± 41 kg (ADG:0.69), 201일 쯤 624 ± 42 kg (ADG:0.47)로 측정되었음.
- 시험기간동안 평균 106 kg의 체중이 증가하였으며, 0.52 kg/d의 일당증체량을 보였음. 이상의 결과로 비육전기 체중증가 추세를 분석한 결과  $y=16.153 \times \text{개월} + 515.57$  kg의 회귀 분석결과를 보였으며 결정계수는 0.9942로 높게 나타났음.

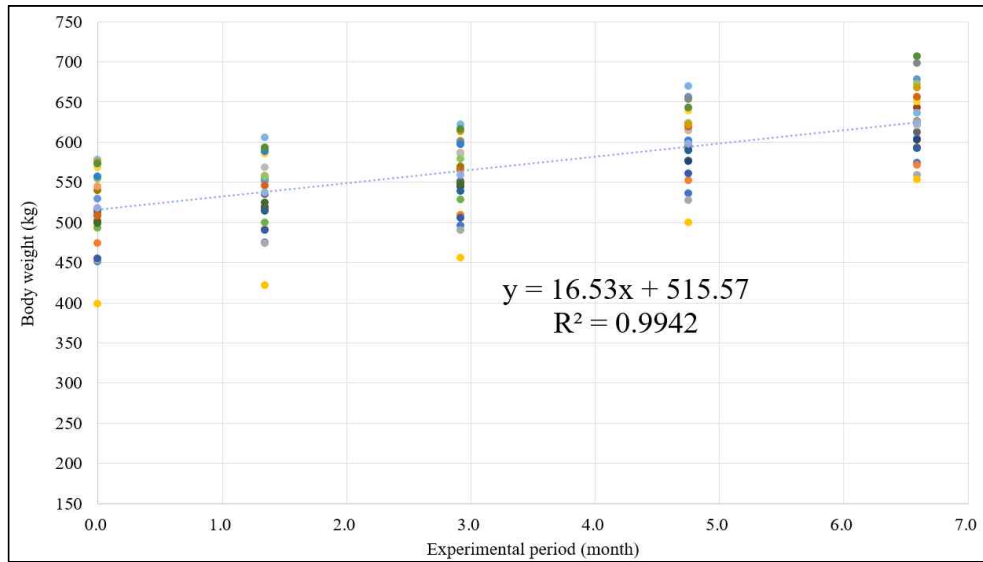


그림. 프로그램 적용에 따른 비육전기 흑한우 성장률 변화

- 흑한우 전용 TMR 및 사양프로그램 적용이 비육후기 흑한우의 성장률에 미치는 영향은 그림과 같음. 흑우 전용 TMR을 비육후기(평균 26개월령) 제주흑우에 급여한 경우 최초 632 ± 34 kg에서 48일 후 652 ± 43 kg (ADG:0.43), 104일 후 685 ± 39 kg (ADG:0.59), 160일 쯤 706 ± 37 kg (ADG:0.37)로 측정되었음.
- 시험기간동안 평균 74 kg의 체중이 증가하였으며, 0.46 kg/d의 일당증체량을 보였음. 이상의 결과로 비육후기 체중증가 추세를 분석한 결과  $y=14.539 \times \text{개월} + 611.84$  kg의 회귀분석결과를 보였으며 결정계수는 0.9924로 높게 나타났음.

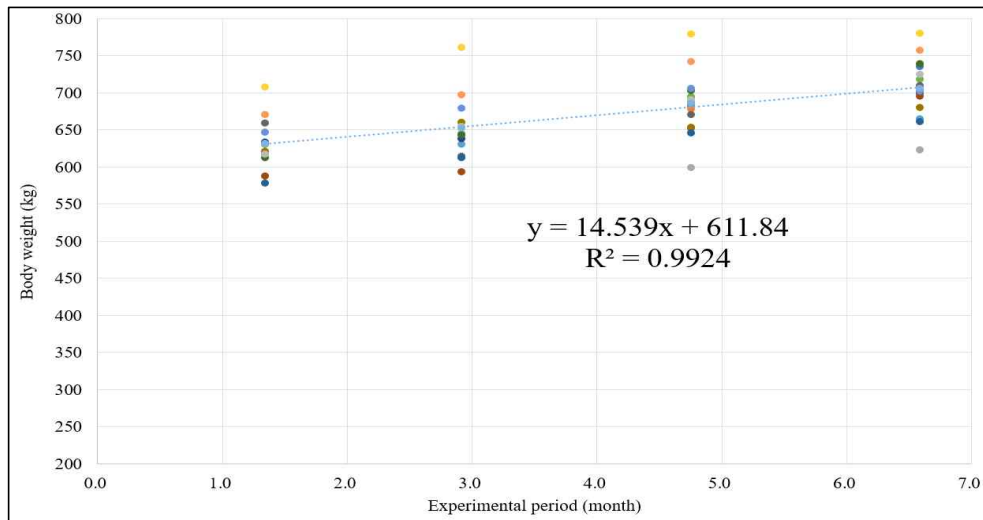


그림. 프로그램 적용에 따른 비육후기 흑한우 성장률 변화

- 흑한우 전용 TMF 및 사양프로그램 적용이 전체기간 흑한우의 성장률에 미치는 영향은 그림과 같음. 각 사양단계를 연결하는 결과는 단계별 시험개시와 시험종료 체중의 일당증체량의 평균으로 계산하여 보완하여 산출하였음.
- 각 사양단계를 종합하여 추세를 분석한 결과 흑우전용 프로그램을 적용한 TMR 급여효과는  $y=16.716 \times \text{개월} + 76.458$  kg의 회귀분석결과를 보였으며 결정계수는 0.9934로 높게 나타났음. 사양단계에 따른 개월별 일당증체량은  $y=-0.0279 \times \text{개월} + 0.8036$  kg의 추세를 보였으며 0.4893의 낮은 결정계수를 보였음.

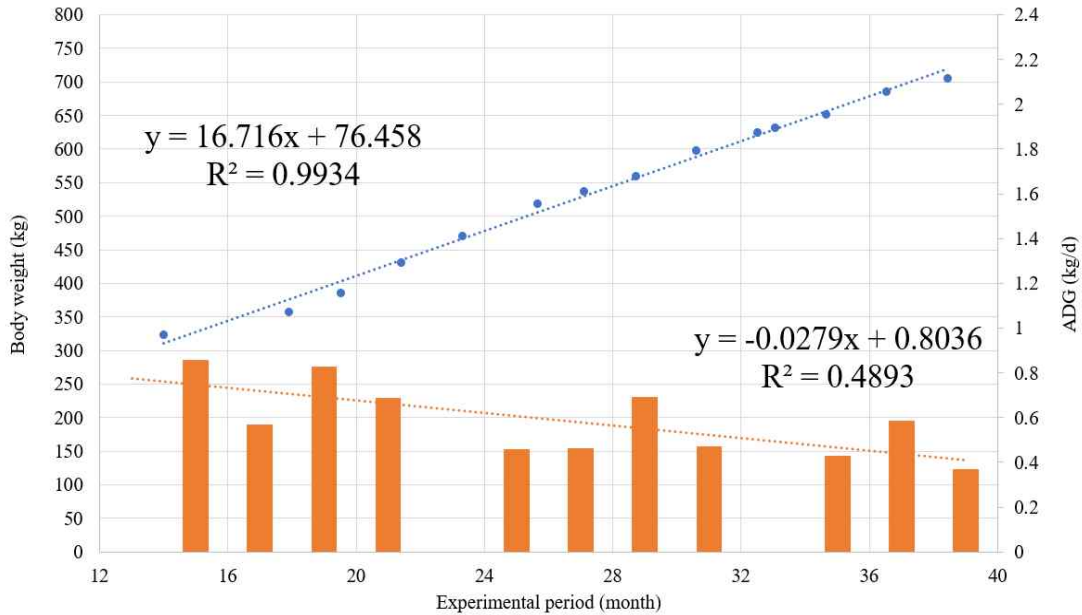


그림. 프로그램 적용에 따른 전체기간 흑한우 성장률 변화

- 본 연구결과 시험기간에 각 사양단계에 따른 시험종료시 최종체중은 각각  $407 \pm 46$  kg,  $624 \pm 42$  kg,  $706 \pm 37$  kg 이었으며, 일당증체량은 육성기, 비육전기, 비육후기에서 각각 0.73 kg/d, 0.52 kg/d, 0.46 kg/d으로 분석되었음.
- 과거 서귀포 축협 생축장에서의 결과(2015~2016년 평균)는 육성기, 비육전기, 비육후기에서 각각 0.64 kg, 0.70 kg, 0.38 kg 로 본 연구와 비교해볼 때 육성기와 비육후기에는 각각 0.09 kg과 0.08 kg 증가한 반면, 비육전기에서는 0.18 kg 감소하는 것으로 평가되었음.
- 따라서, 흑한우 전용 TMF 및 사양프로그램은 흑한우 실용축에 적용하여 사용할 수 있을 것으로 판단됨. 또한 흑한우는 F1으로만 사육하는 것이 바람직하면 지속적인 순종 흑우의 개량이 필요할 것으로 생각됨.

(6) 제 3-1 세부과제 : 제주흑우 브랜드화 전략 기술 개발 및 제품 개발  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교육 지도	인력양성			정책활용·홍보		기타	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문			학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명				
가중치																					
최종목표																					
1단계	목표	1	1		1		1	-				3		2	-				3		
	실적	9	8		0		9	38				4		6	2				14		
2단계	목표	2	1		1	20	3	-				4		3	4				5		
	실적	6	7		1	2	12	131				4		2	1				10		
최종	목표	3	2		2	20	4	-				7		5	4				8		
	실적	15	15		1	2	21	169				8*		8	3				24		

\*7 published, 1 accept

① 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2017	EGF-Loaded Hyaluronic Acid Based Microparticles as Effective Carriers in a Wound Model	Sun-Woong Kang	Ho Yun Chung, Sung-Hwan Moon	Jong-Jin Choi, Ha-Na Kim, Joseph Seo, Soon-Jung Park, Eun-Young Kim, Se-Phil Park, Kang Moo Huh, Hyung-Min Chung	Particle & Particle Systems Characterization	34	국외	SCIE
2017	Intact wound repair activity of human mesenchymal stem cells after YM155 mediated selective ablation of undifferentiated human embryonic stem cells	Keun-Tae Kim	Ho-Chang Jeong, C-Yoon Kim, Eun-Young Kim, Si-Hyun Heo	Seung-Ju Cho, Ki-Sung Hong, Hyuk-Jin Cha	Journal of Dermatological Science	17	국외	SCIE
2018	The pharmacological inhibition of ERK5 enhances apoptosis in acute myeloid leukemia cells	Changhee Kang	Hyung-Min Chung	Jong Soo Kim, C-Yoon Kim, Eun-Young Kim	International Journal of Stem Cells	11(1)	국외	SCIE

2018	Improved Transfection Efficiency and Metabolic Activity in Human Embryonic Stem Cell Using Non-Enzymatic Method	C-Yoon Kim, In-Kyu Hwang	Hyung-Min Chung	Changhee Kang, Eun-Bin Chung, Cho-Rok Jung, Hanseul Oh, Young-Hoon Jeong, Sung-Hwan Moon, Jong Soo Kim, Ki-Sung Hong, Jae-Hak Park	International Journal of Stem Cells	11(1)	국외	SCIE
2019	Allicin protects porcine oocytes against damage during aging in vitro	Yun-Gwi Park, Seung-Eun Lee	Eun-Young Kim, Se-Pill Park	Jae-Wook Yoon	Molecular Reproduction and Development	86(9)	국외	SCIE
2020	Anti-Inflammatory Effects of M-MSCs in DNCB-Induced Atopic Dermatitis Mice	Bokyeong Ryu	C-Yoon Kim, Hyung Min Chung	Jieun Baek, Hana Kim, Ji-Heon Lee, Jin Kim, Young-Hoon Jeong, Seul-Gi Lee, Kyu-Ree Kang, Eun-Young Kim, Min-Seok Oh	Biomedicines	8(10)	국외	SCIE
2020	Hyperthermia Disturbs and Delays Spontaneous Differentiation of Human Embryoid Bodies	Ji Hyun Kwon, Hyun Kyu Kim	Jae Sang Oh, Jaeseok Han, Man Ryul Lee	Tae Won Ha, Jeong Suk Im, Byung Hoo Song, Ki Sung Hong	Biomedicines	8(6)	국외	SCIE
2022	The essential function of miR-5739 in embryonic muscle development	Ji-Heon Lee	Hyung Min Chung	Min Sup Kim, Jin-seop Lee, Dong Hyun Lee, Chansol Park, Dong Hyuk Lee, Eun Young Kim	International Journal of Stem Cells	Accept	국외	SCIE

② 특허 성과

출원된 특허				등록된 특허				
출원 연도	특허명	출원인	출원국	출원 번호	등록 연도	특허명	등록인	등록국
2016	전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2016-0117950	2018	전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 전복을 이용한 흑우 치즈 떡갈비 구이	(주)미래셀 바이오	대한민국

2016	흑우안심 메밀전병 말이 즉석구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우안심	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2016- 0117951	2018	흑우안심 메밀전병 말이 즉석구이의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우안심	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	흑우 힘줄 메밀 무국의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 힘줄 메밀무국	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2016- 0117952	2018	흑우 힘줄 메밀 무국의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 힘줄 메밀무국	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	청출-제40류,제29류, 제35류,제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국	45-2016- 0001936	2017	청출-제40류,제29류, 제35류,제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국
2016	검둥소-제40류,제29 류,제35류,제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국	45-2016- 0005562	2017	검둥소-제40류,제29 류,제35류,제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국
2017	까망쇄-제40류,제29 류,제35류,제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2017- 0012373	2017	까망쇄-제40류,제29 류,제35류,제43류	(주)미래셀 바이오	대한민국
2017	흑우 요리용 모체 소스의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 요리요 모체 소스	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2017- 0085853	2019	흑우 요리용 모체 소스의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우 요리요 모체 소스	(주)미래셀 바이오	대한민국
2017	흑우버거 스테이크의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우버거 스테이크	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2017- 0085852	2018	흑우버거 스테이크의 제조방법 및 이에 의해 제조된 흑우버거 스테이크	(주)미래셀 바이오	대한민국
2018	제주 흑우 육포의 제조방법 및 이에 의해 제조된 제주 흑우 육포	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2018- 0027996	2018	제주 흑우 육포의 제조방법 및 이에 의해 제조된 제주 흑우 육포	(주)미래셀 바이오	대한민국
2019	흑우 사골 추출물의 제조방법 및 그 방법에 의한 추출물	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2019- 0029192	2021	흑우 사골 추출물의 제조방법 및 그 방법에 의한 추출물	(주)미래셀 바이오	대한민국
2019	엠씨비스타 MCB-Star	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2019- 0076776	2020	제주흑우 까망쇄 프렌즈 스티커 디자인	(주)미래셀 바이오	대한민국
2019	엠씨비 MCB	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2019- 0076775	2020	“엠씨비 MCB“ 상표등록	(주)미래셀 바이오	대한민국
2019	상표 스티커 디자인	(주)미래셀 바이오	대한민국	30-2019- 0044311	2020	제주흑우 까망쇄 프렌즈 스티커 디자인	(주)미래셀 바이오	대한민국
2020	제주흑우 태반 추출물을 유효성분으로 함유하는 화장료 조성물 및 이의 제조방법	(주)미래셀 바이오	대한민국	10-2020- 0018265	2021	제주흑우 태반 추출물을 유효성분으로 함유하는 화장료 조성물 및 이의 제조방법	제주대학교 산학협력단	대한민국
2021	제주흑우 화장품 상표등록_Black Pla	(주)미래셀 바이오	대한민국	40-2021- 0108877	2022	제주흑우 화장품 상표등록_Black Pla	(주)미래셀 바이오	대한민국

③ 기술료징수 현황(백만원)

기 징수액	당해연도 징수액	향후 징수액	합계
-	2	-	2

- 기술이전 및 기술지도 내용

기술이전명	기술이전내용	권리권자	실시권자	기술료(원)
흑우사골 추출물의 제조방법	흑우사골 추출물의 제조방법 노하우 기술 이전	(주)미래셀바이오	오렌지푸드	2,000,000

④ 사업화 성과 및 매출 실적

❖ 사업화 성과, 총 21건(제품 완료 8건, 시제품 13건, 매출액 169백만원)

연구기관	제품명	형태	매출료(원)	해당년차
3-1세부	제주흑우 떡갈비	제품	20,713,301	3~6년차
3-1세부	제주흑우 불고기	제품	20,554,895	
3-1세부	제주흑우 육포	제품	67,603,928	
3-1세부	제주흑우 함박스테이크	제품	9,539,517	6년차
3-1세부	블랙플라프레스티지 렉스크림	제품	1,272,728	7년차
3-1세부	블랙플라프레스티지 하이드라크림	제품	2,327,274	
3-1세부	블랙플라프레스티지 렉스 & 하이드라 크림	제품	46,863,640	
3-1세부	제주흑우 태반 추출분말 JBC-PEP	제품	-	
3-1세부	제주흑우 갈비	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 불고기	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 사골 추출물	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 육포	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 패티	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 햄버거	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 떡갈비	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 함박스테이크	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 태반유래 분말형 원료	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 태반유래 수분크림	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 태반유래 액상형 원료	시제품	-	
3-1세부	제주흑우 태반유래 영양크림	시제품	-	
3-1세부	블랙플라프레스티지 렉스 & 하이드라 크림	시제품	-	

❖ 제주흑우 육가공품 개발

항 목	세부 항목	성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2016.01 ~ 2020.11 (5)		
	소요예산(백만원)			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후
			-	-
시장 점유율	단위(%) 국내	현재까지	3년후	5년후
		100	-	-

	국외	-	-	-
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	없음		
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)			
	수출			

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	1.2억원
			향후 3년간 매출	- 억원
		관련제품	개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위

❖ 제주흑우 태반화장품 개발

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2018.10 ~ 2022.12 (4)			
	소요예산(백만원)				
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
			-	-	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	100	-	-
국외		-	-	-	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수출				

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.5억원
			향후 3년간 매출	- 억원
		관련제품	개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %



항목	세부항목			성 과
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위

### ⑤ 학술발표

No	발표명	발표자	발표일시	장소	국명
1	Industrial cooking development and patents using Jeju Black Cattle	전상경	2017.08.24	제주대학교 제주흑우연구센터	대한민국 (국외)
2	Jeju black cattle food grand prize & cooking exhibition of Korea master hand, Korea master chef	문동일	2017.08.24	제주대학교 제주흑우연구센터	대한민국 (국내)
3	Jeju black cattle food grand prize & cooking contest of college student	문동일	2017.08.24	제주대학교 제주흑우연구센터	대한민국 (국외)
4	Jeju Black Cattle Public Relation	문동일	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국외)
5	Searching Trends of Beef Industry & Distribution Market In Japan	오경돈	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국외)
6	Planning of Luxury Brand & Development of Industrial Image for Jeju Black Cattle	김은영	2018.05.25	제주흑우연구센터	대한민국 (국외)
7	Electro Cell Fusion Technique as a New Method for Stem Cell Establishment	박윤귀	2018.11.02	서울대학교	대한민국 (국외)
8	제주흑우 태반 추출물의 원료 표준화를 위한 공정기술 개발	김연옥	2019.12.07	한성대 미래관 지하 1층 DLC홀	대한민국 (국내)

### ⑥ 교육지도

NO	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	정강를 정강동물병원 원장 세미나	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	제주대 흑우연구센터	1	2	17
2	제주흑우 푸드그랑 프리 대학생 요리 경연대회	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	(주)미래셀 바이오	1	2	5
3	천연물로부터 이차대사물의 분리동정 테크놀로지	육종기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	미래셀바이오	1	2	10

⑦ 홍보전시

<홍보 1-전시회 참가 등>

No	유형	행사명칭	전시품목	장소 및 대상	일시
1	박람회	Foodex Japan 2016	축산물, 육가공품	일본 치바현 마쿠하리 메세 박람회장	2016.03.11
2	박람회	Alimentaria 2016	고기 및 육류가공제품	스페인 바르셀로나 피라	2016.04.25
3	전시회	서울 국제 푸드 앤 테이블웨어 박람회	제주흑우 창작요리 전시	한국농수산물유통공사 aT센터 제1전시장	2016.05.28
4	전시회	제주흑우 창작요리 전시회	제주흑우창작요리 시제품 (생육, 육포)	제주흑우연구센터	2016.06.10
5	전시회	2016 제주흑우연구센터 국내심포지엄(샐러드, 스튜, 구이떡갈비, 농뽀 국 등 시식회)	제주흑우창작요리 시제품 (생육, 육포)	제주흑우연구센터	2016.10.21
6	전시회	2016 제주흑우연구센터 국제심포지엄 전시회	포장육 9 종, 육포	제주흑우연구센터	2016.10.20
7	전시회	2016 제주음식문화축제 전시회	제주흑우창작요리 시제품 (생육, 육포)	제주시민복지타운광장	2017.05.19
8	시식회	2017 제주푸드앤와인 페스티벌	제주흑우 농뽀국	제주 메종그랜드호텔 제주도민 및 관광객	2017.05.25
9	전시회	제주흑우 푸드 그랑프리 참가 설문지 조사	일반 소비자 기호성 조사	소공동 롯데호텔 3층 사파이어볼룸, 제주흑우 푸드 그랑프리 참석자	2017.08.24
10	시식회	제주흑우연구센터 국내·외 심포지엄	흑우불고기/흑우 버거	제주흑우 연구센터, 심포지엄 참석자	2017.10.22
11	시식회	제2회 제주음식박람회 전시회	육회, 육포, 흑우버거, 농뽀국, 스테이크샐러드	제주시민복지타운광장 일반인 대상	2018.03.04
12	시식회	2018년 제 21회 제주들불축제 제주흑우 전시	제주흑우 농뽀국	제주도 새별오름, 일반인 대상	2018.03.08
13	박람회	Foodex Japan 2018	축산물, 육가공품	일본 마쿠하리 멧세	2018.05.18
14	시식회	2018 제주 푸드앤와인페스티벌	육가공품	제주 본태박물관, 일반인 대상	2018.10.07
15	전시회	2018년 제 3회 제주음식박람회	흑우 농뽀국	제주시민복지타운, 일반인 대상	2019.03.10
16	전시회	2019년 제 22회 제주들불축제	흑우육포	제주시 새별오름, 일반인 대상	2020.06.01
17	전시회	흑우 '까망쉐'캐릭터 제작 상시 전시 및 홍보	홍보만화	상시 활용	2019.10.05
18	전시회	제4회 제주음식박람회 흑우전시, 해체쇼, 시식 및 요리강좌	흑우 가공품, 흑우생육 부위별 전시	제주시민복지타운 광장, 일반인 대상	2019.10.05.

<홍보 2-매체보도건>

No	홍보유형	매체명	제목	보도 횟수	일시
1	기타	개인 블로그	제3회 제주음식박람회와 함께했던 까망쉐	1	2018.10.30
2	지방일간지	제주의 소리 외	제주흑우 홍보만화 ‘까망쉐는 내친구’ 첫선	7	2019.09.30
3	지방일간지	제민일보 외	제주흑우연구센터 '제4회 제주음식박람회' 참여	4	2019.10.01
4	기타	개인 블로그	제주흑우로 만든 까망버거	1	2020.07.21
5	지방일간지	제이누리 외	제주대 줄기세포연구센터·미래셀바이오 기능성 화장품 출시	15	2022.01.27
6	Internet/PC 통신	네이버 블로그 외	흑우테반크림 블랙플라 프레스티지 릭스크림으로 피부톤개선	10	2022.02.06

(나) 정성적 성과

구분	연구목표	주요 연구 성과
1단계	1차년도 · 제주흑우 브랜드 개발 · 제주흑우 시제품 개발 · 제주흑우 홍보 전략 개발	· 흑우 브랜드 상표출원 2건 및 요리 특허출원 3건 · 브랜드 홍보물 9종 제작 · 흑우 요리개발 및 국제요리경연대회 대상 수상 · 시제품 개발, 제주음식박람회 참여 및 홍보
	2차년도 · 제주흑우 브랜드 개발 · 제주흑우 요리 개발 · 제주흑우 홍보 전략 개발	· 흑우 브랜드 까망쉐 상표출원 1건 및 상표등록 2건, 요리특허출원 2건 · 브랜드 홍보물 30종 제작 · 제주흑우 푸드그랑프리 개최(서울 롯데본점) · 흑우를 이용한 대한민국조리명장.기능장 요리 76종 · 개발 및 대학생 요리경연대회 · 5대 행사 통해 제주흑우 전시, 시식 및 홍보 · 제주흑우 레시피 책 제작 및 배포, 저작권등록
	3차년도 · 제주흑우 홍보 전략 개발 · 제주흑우 제품 개발 · 제주흑우 가공품 산업화	· 까망쉐상표등록 1건, 요리특허출원 1건 및 특허등록 5건 · 가공품 포장 및 홍보물 20종 개발 · 가공품 3종 (육포, 떡갈비, 불고기) 런칭 (2018.05) · 출시 및 판매 (매출액 17.7백만원) · 판매처(온라인, 오프라인) 9군데 확보
2단계	4차년도 · 제주흑우 부산물 유래 원료 개발 · 태반 원료 분석 · 제품화 기술 개발	· 상표출원 2건, 요리특허출원 1건 및 특허등록 1건 · 태반추출물 제조공정기술개발 · 추출물 성분조사, <i>in vitro</i> 효능분석, 화장품 제형 개발 및 안정성 검사 · 흑우사골추출물 제조공정 특허출원 · 태반크림 시제품 개발 · 가공품 3종 판매 (매출액 55.8백만원)
	5차년도 · 제주흑우 태반원료 표준화 · 태반 원료 효능평가 · 제품화 기술 개발	· 태반 제조공정 특허출원 1건 및 상표등록 2건 · 태반추출제조공정 표준화 확립 · 추출물제형 2종 개발(분말, 액상) · 항산화활성, 항염증활성, 항아토피활성, 주름개선, 보습활성 및 재생 효능 확인

		<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국제화장품 원료사전등재</li> <li>· 태반추출물원료 제품화</li> <li>· 까망쉐프렌즈 캐릭터 개발, 디자인 등록 및 홍보물 제작</li> <li>· 가공품 3종 판매 (매출액 29.2백만원)</li> </ul>
6차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 태반화장품 제품화 기술 개발</li> <li>· 태반화장품 시제품 개발</li> <li>· 태반화장품 임상시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 태반 제조공정 특허등록 1건</li> <li>· 태반 원료 시험성적서, MSDS, 제품설명서 개발</li> <li>· 태반원료 나노리포좀 제형 개발 및 안정성 통과</li> <li>· 태반원료 대한화장품협회 원료 등록</li> <li>· 화장품 2종 시제품 개발 및 인체첨포테스트</li> <li>· 4주 임상에서 주름개선, 피부색 밝기, 탄력, 리프팅, 보습 개선 확인</li> <li>· 가공품 3종 판매 (매출액 9.6백만원) 및 단종</li> <li>· 함박스테이크 개발 및 판매 (매출액 9.5백만원)</li> </ul>
7차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 태반화장품 브랜드 개발</li> <li>· 태반화장품 제품화</li> <li>· 태반화장품 홍보 및 판매</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 태반화장품 브랜드 ‘블랙플라’ 상표출원 1건 및 등록 1건</li> <li>· 요리특허등록 1건</li> <li>· 기능성보고 2건 (식약처), 원료목록보고 2건(화장품협회)</li> <li>· 이중기능성 제품 크림 세트 및 단품 2종 개발</li> <li>· 홈쇼핑 구축 및 런칭 홍보</li> <li>· 온라인 판매</li> <li>· 화장품 판매 (매출액 48.1백만원)</li> </ul>

[연구결과]



1. 1단계 (2015.12.02. ~ 2018.08.01.): 제주흑우 브랜드 구축 및 산업화 기술개발

○ 연구의 필요성

- 제주흑우는 임금님 진상품, 천연기념물이며 슬로푸드로 3대 희귀 이미지를 보유함.
- 제주흑우는 제주의 맑은 물, 짙바람, 푸른 초원을 배경으로 자란 청정 축산물이며 재래종 한우로 국내 어떤 소와도 차별화된 고급육으로 한우보다 불포화지방산이 높은 웰빙 블랙푸드임.
- 제주흑우는 증식 개체수가 적어 브랜드 개발 및 가공품 개발이 이루어지지 않았으나 규격화된 고급육 개발과 제품화로 글로벌 상품으로 개발 필요 있음.

가. 제주흑우 브랜드 개발

(1) 명품이미지 개발: 고급화 이미지 브랜드전략으로서 제주흑우의 역사와 차별성을 나타낸 상표 개발

	상표	등록	의미	비고
1		출원: 2016.03.09 등록: 2017.03.20	제주민요 ‘오돌또기’에서 ‘칭출왔데’의 푸른 풀밭을 의미하는 단어로 청정지역 제주에서 나고 자란 제주흑우의 역사, 깨끗함, 고귀함이 함축된 브랜드임. 제주의 너른 들판 위를 뛰놀고, 제주의 짙바람을 맞으며 임금님께 진상되었던 천연기념물 제 546호 제주흑우는 청출에서 자라남을 나타냄.	
2		출원: 2016.07.07 등록: 2017.06.05	삼각형은 제주의 한라산을 상징하며 맨 위의 청색은 백록담의 맑은 물, 중간의 초록은 중산간 지대의 푸른 초원의 풀, 하단의 검은 바탕은 흑우를 나타내어 맑은 물과 싱싱한 풀을 먹고 자란 제주의 흑우를 상징화하였음. 로고 타입은 기하학적인 형태의 사각형과 원형, 삼각형의 조합으로만 이루어져 있으며 이는 첨단 과학의 힘으로 복제, 사육, 관리하는 [제주 청출 검등소] 임.	
3		출원: 2017.01.31 등록: 2017.11.13	삼각형은 제주의 한라산을 상징하며 맨 위의 청색은 백록담의 맑은 물, 중간의 초록은 중산간 지대의 푸른 초원의 풀, 하단의 검은 바탕은 흑우를 나타내어 맑은 물과 싱싱한 풀을 먹고 자란 제주 토종소 흑우를 상징화하였음. 가마강은 블랙을 의미하고 쉼의 소의 제주방언 쇠를 부르기 쉽게 변형한 이름으로 제주스러움을 잘 나타낸 제주흑우의 새로운 이름임.	

(2) 대표 이미지 까망쉐 로고를 변형하여 산업화 제품 및 행사 홍보·관촉물 제작에 활용



○ 흑우의 고유한 색과 형태를 나타냄, 전체적으로 흑우를 옆면에서 바라본 모습을 형상화 하여 앞머리의 뿔과 꼬리를 브랜드 명칭인 까망쉐와 함께 표현함. 곡선과 직선이 어우러진 시각적 이미지의 리드미컬한 변화를 꾀해 현대적이고 진취적인 의미를 부여함.



(3) 까망쉐 이미지를 이용하여 대외 홍보물 총 59종을 제작

년도별 홍보 제작물 1	년도별 홍보 제작물 2
<p><b>제주흑우 까망쉐 브랜드 응용_ 2016 version</b></p> <p>*개발된 로고는 포장재, 홍보 브로셔, 유니폼 및 예코백등 홍보물제작에 사용</p> <p>부위별 스티커      유니폼/ 예코백      보낭백</p>	<p><b>제주흑우 까망쉐 브랜드 응용_ 2016 version</b></p> <p>*센터 홍보자료 브로셔와 흑우요리 4종 소개 간지 제작 - 제 1회 제주음식문화축제 참여</p>
<p><b>제주흑우 까망쉐 브랜드 응용_ 2017 version</b></p> <p>2017 제주흑우 푸드 그랑프리</p> <p>포토존      공중요리      안내      무대배천      코너 현수막      배너</p>	<p><b>제주흑우 까망쉐 브랜드 응용_ 2017 version</b></p> <p>리플렛 2종, 초청장, 포스터, 대봉투, 메뉴지, 설문지, 육포 포장박스, 스티커, 홍보용 물품 (우산, 예코백, 육포), 배너 6종(명장요리, 시식코너), 현수막 7종 (포토존, 안내, 무대, 명장, 학생부, 시식코너, 로컬푸드), 포디움 등 26건</p>
<p><b>제주흑우 까망쉐 브랜드 응용_ 2018 version</b></p> <p>청정 제주흑우 JEJU GGAMANGSWE</p> <p>각종포장을 위한 최소한의 양감은 물론이고 고급한 배색 및 형태와 디자인이 현대적으로 감각을 전달하여 차별화된 이미지를 구축하고 브랜드 가치를 높여 주시길 바랍니다</p> <p>일몰 색조로 가벼워 청정한 느낌과 자연의 생동감을 연출하며 곡선을 의도적으로 처리하고 끝부분을 직선으로 처리하고 착용감이 부드러우며 여름 시용에 매우 적합한, 세련된 청상하의 디자인의 유니폼입니다. 시판의 유니폼의 미묘한 변형을 고려하여 디자인을 완벽하게 구현하였습니다</p>	<p><b>제주흑우 까망쉐 브랜드 응용_ 2018 version</b></p>

- 제주흑우의 적극적인 홍보를 위해, 1차년도 제주음식문화축제 참여에 필요한 흑우 부위별 스티커, 유니폼, 보냉백, 흑우연구센터 브로셔와 흑우요리 4종 소개 간지 등을 준비했으며, 2차년도에는 제주흑우푸드그랑프리 행사 개최를 위해 다양한 현수막 7종, 포디움, 배너 6종, 리플렛 2종, 초청장, 홍보용품 3종 등 대략 30종을 제작하였고, 3차년도에는 가공품 3종 (육포, 떡갈비, 불고기)을 제주푸드앤와인 페스티벌에서 런칭하기 위하여, 각 제품 포장지 및 가방, 스티커, 브로셔, 홍보물품, 유니폼 등을 제작하였음.

**나. 제주흑우 홍보전략 개발**

**(1) 제주흑우 요리 개발 및 국제경연대회 2회 참가**

2016 제13회 서울 국제푸드엔터테인먼트박람회	2017 대한민국 국제요리 경연대회
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제주흑우의 비선호부위와 제주로컬푸드를 이용한 메인 요리 4종 개발 (흑우삼합/흑우안심메밀말이/전복품은흑우치즈떡갈비구이/흑우심줄탕에메밀논뽕국)</li> <li>- 창작한식부문 대상 수상</li> <li>- 홍보 10건</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전채요리, 흑우로스팅 요리, 디저트 (제주해녀 3종 새참/감귤로 와인소스를 곁들인 제주흑우안심 로스팅/제주전통엿이 들어간 3종 티라미수)</li> <li>- 라이브부문 경연 금상 수상</li> <li>- 홍보 5건</li> </ul>

10 2016년 5월 31일 화요일 사람과 사람 제주매일



**구좌농협 여직원회 우도아동센터 방문**

구좌농협 여직원회장은 27일 아사랑 실천을 위해 제주시 우도지역아동센터를 방문해 생필품과 쌀 등을 위문함을 전달했다.



**“제주흑우 이용한 요리로 정상에 서다”**

제주대 흑우연구센터 문동일, 유양봉 대표 푸드그랑프리 경연 '대상'

제주대학교 제주흑우연구센터(센터장 배세일) 소속 특별연구원인 문동일, 배근, 배근교를 문동일, 배근 대표와 유양봉 대표(경연은 서울고양시가 지난 26~28일 한국농수산식품유통공사 aT센터 제1전시장에서 열린 2016 푸드그랑프리경연 창작한식 요리부문에서 제주흑우를 이용한 요리로 대상을 수상했다. 30일 제주대에 따르면 이번 행사는 (사)세계제음식문화연구원과 (사)한국푸드미디어협회와 공동 주최하고 농림축산식품부와 서울특별시, 서울의아름다운환경, 농촌진흥청이 후원했다.

제주대 팀이 경연에 출품한 흑우 창작한식요리는 ▲흑우 3합(흑우안심, 흑우짜면, 한치아재탕) ▲흑우삼줄탕에 메밀논뽕국 ▲전복품은 흑우치즈떡갈비구이 ▲흑우안심 메밀말이 즉석구이이다.

흑우안심 메밀말이 즉석구이를 제외한 3가지 요리는 비선호부위를 재료로 만든 요리로, 제주흑우 재용화의 난제 중 하나인 비 선호부위 효용성을 높여는데 가능성을 제시할 것으로 기대된다.

문동일 기자 <moon@naver.com>

**동정**

**“올라올래” 개관식 격려**

이선화 제주특별자치도의회 의원위원장은 31일 제주시 전농로 올라올래에서 열리는 ‘올라올래, 청소년 열린문화공간 개관식’에 참석해 관계자들을 격려했다.

**서귀포시 노인복지관 개관식식서 축하**

한정화 제주특별자치도의회 보건복지위원회장은 31일 서귀포시 노인복지관에서 열리는 서귀포시 노인복지관 개관식에 참석해 축하사를 전했다.

**평화통일기원제 출정식 참석**

이경용 제주특별자치도의회 예결위원장은 31일 평통 평화통일장에서 열리는 ‘평라에서 백두까지 평화통일 기원제 출정식 및 평화통일 삼일회’에 참석한다.

**탄소포인트제 참여 당부**

왕성중 제주시 간접통장은 30일 주민센터 방문 민원인들을 대상으로 탄소포인트제 가입을 홍보하고 탄소포인트제에 참여를 당부했다.

**부설주차장 이용실태 점검**

- 흑우에 대한 정보 제공 및 인식 확대를 위해 대외 행사에 참여하여 요리를 선보임.

(2) 제주흑우 요리 전시 및 시식회 11회 실시

○ 다양한 행사에 참여하여 제주 흑우를 소개함.

연번	행사	장소	일시	전시	시식	시식인원
1	2016 국내 심포지엄 (연구자대상)	제주흑우연구센터	2016.06.10	생육 9종, 대상수상요리 4종 떡갈비, 육포	샐러드, 스투, 구이, 떡갈비, 뽕배국, 육포	150
2	2016 국제 심포지엄 (연구자)	제주흑우연구센터	2016.10.20	포장육9종, 육포	구이, 뽕배국, 육포	100
3	2016 제주음식문화축제 (일반인대상)	제주시민복지타운	2016.10.21-23	포장육9종, 대상수상요리 4종, 육포	사시미, 뽕배국, 떡갈비, 육회, 육포	1,500
4	2017 제주푸드앤와인페스티벌 (일반인대상)	제주그랜드호텔	2017.05.19		뽕배국	300
5	2017 제주흑우푸드그랑프리 주최 (요리 전문가 대상)	서울 소공동 롯데호텔	2017.05.25	창작요리 76종 (궁중, 한식, 양식, 일식, 중식, 산업화, 특허, 학생요리)	육포, 스시, 사시미, 육회, 구이, 뽕배국	150
6	2017국•내외 심포지엄 (연구자 대상)	제주흑우연구센터	2017.08.24		흑우버거, 불고기	100
7	2017 제주음식박람회 (일반인대상)	제주시민복지타운	2017.10.20~22	12종 요리	사시미, 육포, 뽕배국, 흑우버거	1,500
8	2017 제주대 학술제 (대학생)	제주대 교양동 앞 잔디	2017.11.02		흑우버거	150
9	2018 제주들불축제(일반인대상)	새별오름	2018.03.01-04	육포, 뽕배국		1,500
10	2018 제주푸드앤와인페스티벌 (일반인대상)	본태박물관	2018.05.16		사시미	100
11		제주한라대학교	2018.05.17	생육 10종	사시미, 육포, 불고기, 떡갈비	200
	정량적 성과 합계			7회 139건	10회 32건	5,750인



○ 요리 및 시제품 개발업체: 천지 육가공, 오렌지푸드, 우리육가공, 행운식품, 몬트락, 명일축산, 문동일셰프, 기능장협회, 조리과 대학생, 롯데호텔 본점 조리부, 검은쇠물고오는



(3) 제주흑우 푸드 그랑프리 개최

25th May 2017, Lotte Hotel, Seoul, Korea



11 Korean Master Hands



Poster for '2017 Jeju Black Cattle Food Grand Prize'

\* 행사기획

- 일시: 2017년 5월 25일 (화) 15:00 ~ 20:00
- 장소: 서울 소공동 롯데호텔 3층 사파이어볼룸
- 주최: 제주대 제주흑우연구센터,  
한우자조금관리위원회
- 주관: (사)한국조리기능장협회, (주)미래셀바이오
- 후원: 농림식품부, 서울특별시, 제주특별자치도, 농림수산식품기술기획평가원, MERCK, 농협중앙회 제주지역본부, 제주축협, 제주국제자유도시개발센터

### 1부. 명장·기능장 요리 전시 37종

공중요리	유치기어울림 달인 흑우사육방법 흑우갈비살 향유사양기(가래) 나뉘기나니 제주흑우 향유숙편
한식요리	제주흑우 양사과지 떡국 제주흑우 떡국 제주흑우 찹쌀떡 제주흑우 떡볶이 제주흑우 떡갈비 제주흑우 떡국 제주흑우 떡볶이 제주흑우 떡갈비 제주흑우 떡국 제주흑우 떡볶이 제주흑우 떡갈비
서양요리	제주흑우 앙심스테이크 클로라망조스 제주흑우 스테이크 (흑우 로 할푸드 갈비살) 제주흑우 스테이크 (흑우 로 할푸드 갈비살) 제주흑우 스테이크 (흑우 로 할푸드 갈비살) 제주흑우 스테이크 (흑우 로 할푸드 갈비살) 제주흑우 스테이크 (흑우 로 할푸드 갈비살)
일일요리	제주흑우 샐러드 제주흑우 샐러드 제주흑우 샐러드 제주흑우 샐러드 제주흑우 샐러드 제주흑우 샐러드
부침과 중국요리	제주흑우 오징어튀김 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
한류감동 음식	소고기 전성장조리 제주흑우 전성장조리 제주흑우 전성장조리 제주흑우 전성장조리 제주흑우 전성장조리 제주흑우 전성장조리
흑우 생육	흑우 부위 12종 흑우 부위 12종 흑우 부위 12종 흑우 부위 12종 흑우 부위 12종 흑우 부위 12종
흑우 특이출원	푸드그랑프리 대상 식 푸드그랑프리 대상 식 푸드그랑프리 대상 식 푸드그랑프리 대상 식 푸드그랑프리 대상 식 푸드그랑프리 대상 식
흑우 산업화	간편요리 간편요리 간편요리 간편요리 간편요리 간편요리

### 2부. 대학생 요리 전시 39종 및 경연대회

고려전판대	제주흑우 부리조림 제주흑우 부리조림 제주흑우 부리조림 제주흑우 부리조림 제주흑우 부리조림 제주흑우 부리조림
국동대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
대림대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
대전대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
덕성여고	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
부산대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
서울종합예술실용학교	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
영신대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
제주관광대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
제주국제대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
제주전대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
청운대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살
조현대	제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살 제주흑우 갈비살수육 갈비살

### 3부. 제주흑우 해체쇼 및 시식회

개회사: 제주흑우연구센터장    축하사: 조리기능장협회 이사장    축하사: 한우자조금관리위원회 위원장

객려사: 제주대 최형진 총장    객려사: 제주특별자치도 관희동 도지사    객려사: 서울특별시 박원순 시장

제주흑우 해체쇼

제주흑우 시식회(육회/사시미/구이/농뽕국)

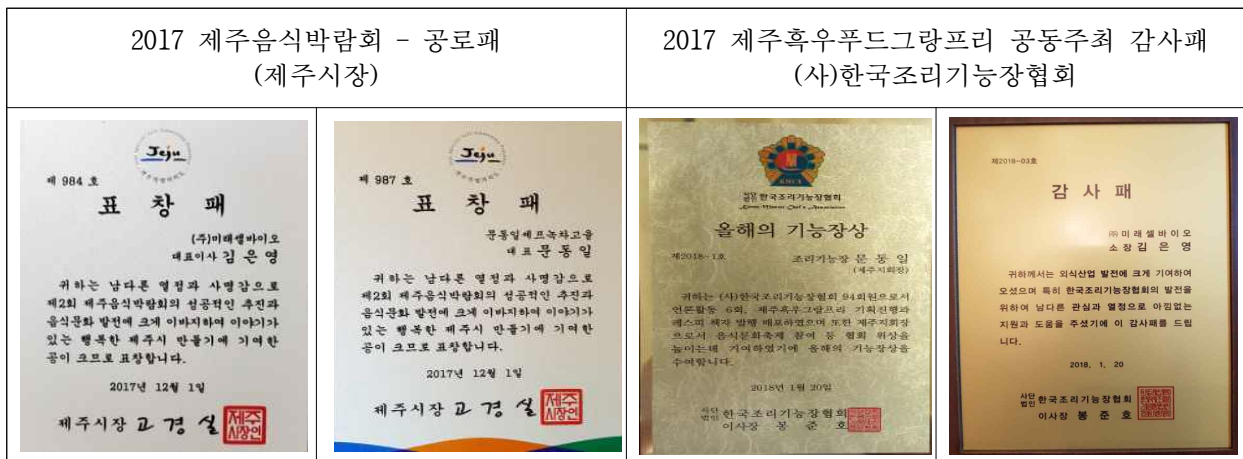
- 제주흑우의 역사성과 품질 우수성을 국내·외 전문가 및 소비자에게 알리고 제주흑우에 대한 관심도를 제고하기 위함.
- 청정지역 제주의 대표 웰빙식으로 소개하고 직접 맛보는 계기를 마련함.
- 제주흑우연구센터 추진 사업 및 연구 내용을 소개함.
- 제주흑우를 관광과 어우러진 6차 산업으로 이끌어 지역경제 활성화 및 글로벌 브랜드로 발전 시키며 농가소득 증대를 위한 미래 사업으로의 방향을 제시함.

(4) 홍보기사 및 수상

- 홍보 기사: 제주푸드앤와인페스티벌, 국제요리경연대회 수상, 제주흑우 푸드그랑프리 행사,기능장협회 MOU, 제주음식박람회 등 95건



- 수상: 제주음식박람회 참여 공로와 제주흑우 푸드그랑프리 공동주최 성공에 대한 감사패



- 제주흑우의 역사와 차별성 및 희소가치를 알리고 제주를 대표할 수 있는 상품으로의 발전가능성을 대외적으로 알리고자 제주음식박람회에서는 제주흑우 해체쇼를 통해 일반인들이 직접 듣고 보고 맛을 느끼는 기회를 제공하였으며, 음식분야를 대표하는 대한민국명장 및 조리기능장들께 제주흑우를 소개하는 제주흑우푸드그랑프리를 개최하여 전국단위로 흑우를 홍보하는 계기가 됨. 청와대 조리장 및 5성급 호텔 조리장도 대거 참여함.

다. 제주흑우 제품개발

(1) 시제품 개발



- 식육 포장 (1-2년차) 및 가공품 5종 (1-3년차) 개발
- 숙성 조사 및 산소포장 세트 구성 개발
- 가공품은 비선호 부위를 이용한 제품 개발 주도

(2) 산업화 제품 개발 및 유통 판매

- 가공품 3종 세트 (육포, 불고기, 떡갈비) 출시
- 7회 시식회를 통해 제주흑우 특징점을 살린 제품 개발에 성공, 고급포장 개발
- 육포는 전문업체에서 제작하였고 불고기와 떡갈비는 3-2협동 오렌지푸드에서 제작함.



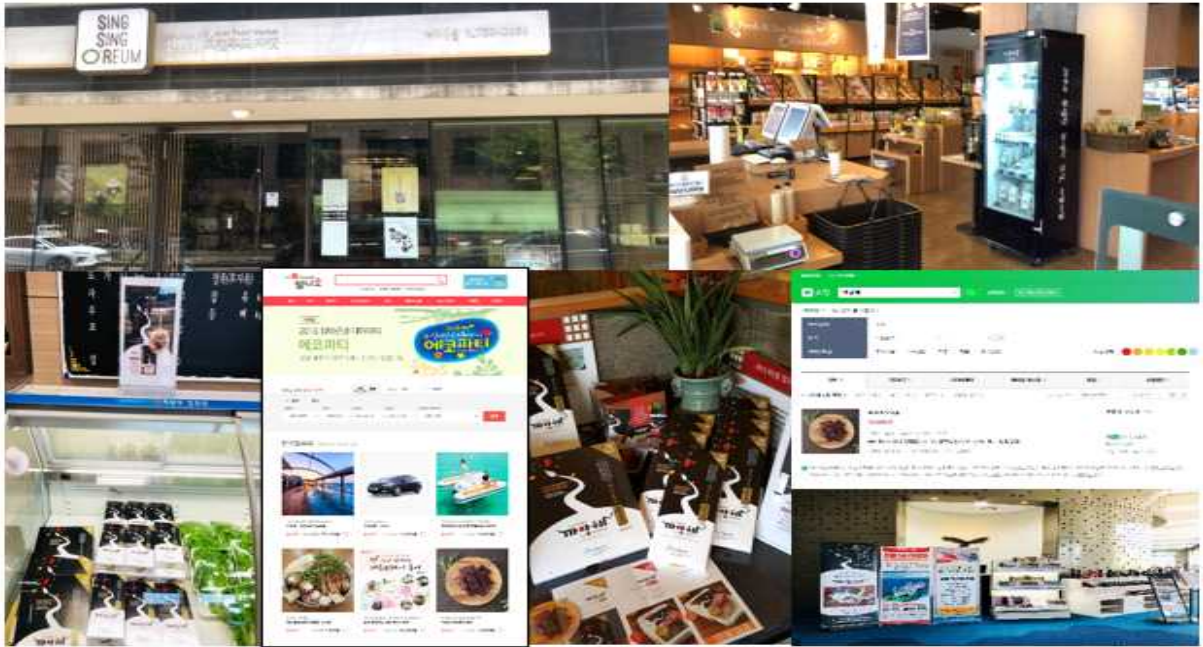
제주흑우 산업화 가공품 3종 세트



제주흑우 산업화 가공품 3종 브로셔

- 온.오프라인 판매처 확보
- 2018 제주푸드앤와인페스티벌에서 런칭

- 사업화 판매처 입점 9군데(서귀포 흑한우명품관, 탐나오쇼핑몰, 네이버쇼핑, 세인트포CC, 제주시 산림조합, 제주시 싱싱오름, 제주시 도나망, 제주시 녹차고을, 제주시 몬트락)



**라. 기타 성과**

- (1) 요리 특허출원 및 등록, 제주흑우 레시피 책자 발행 및 저작권 등록

○ 개발된 요리는 특허를 출원하고, 한데 묶어 제주흑우레시피를 발행하고 대학 및 요리 전문가에게 배포하였으며 저작권을 등록하였음.

<p><b>흑우떡갈비</b> 출원: 2016.09.13 등록: 2018.02.22</p>	<p><b>흑우안심말이</b> 2016.09.13 2018.02.05</p>	<p><b>흑우눔뼈국</b> 2016.09.13 2018.04.25</p>	<p><b>흑우버거</b> 2017.07.06 2018.04.09</p>	<p><b>흑우육포</b> 2018.03.09</p>

<p>제주흑우 레시피</p>	<p>저작권 등록증</p>

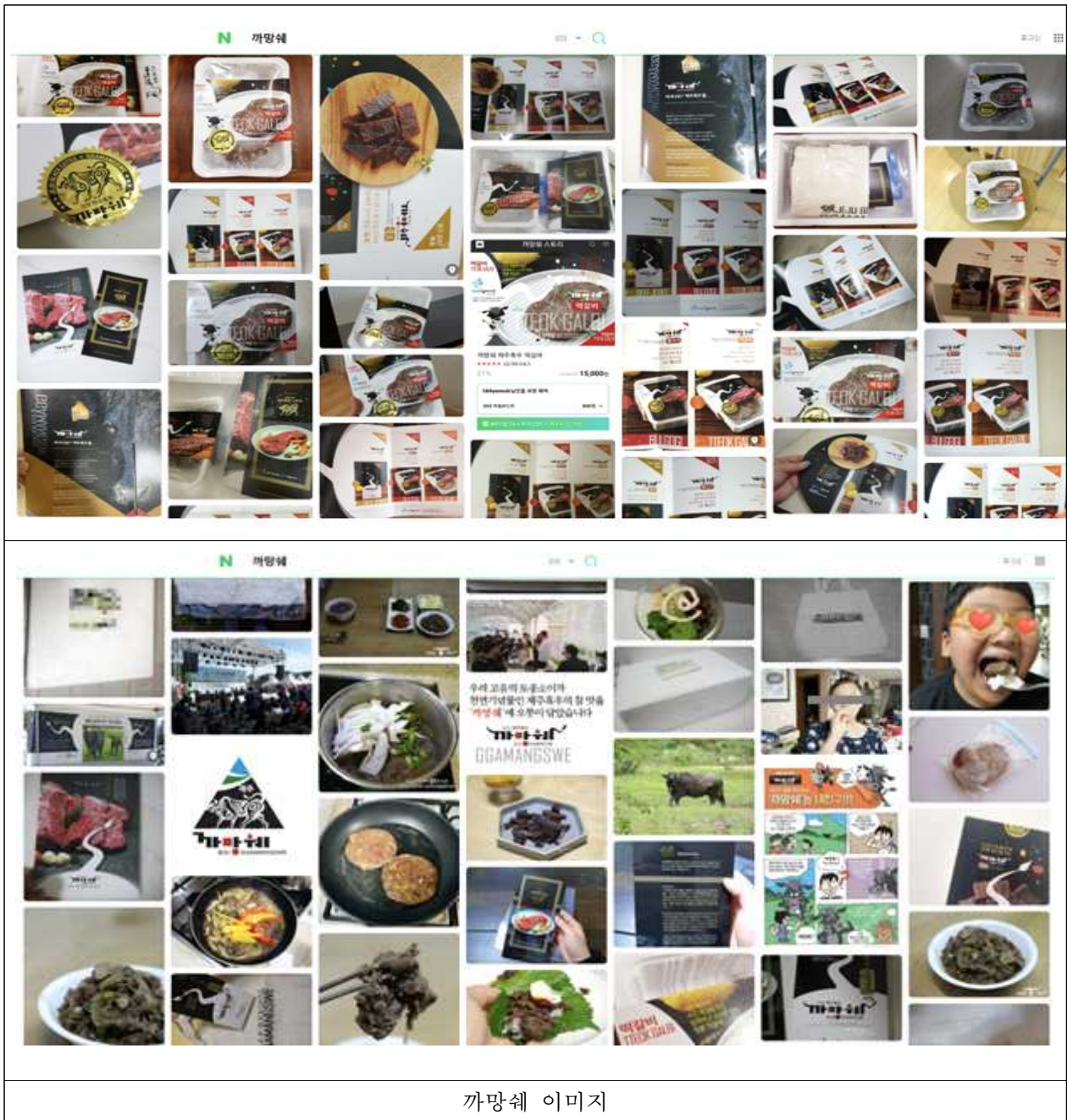
(2) 까망쉐 온라인 검색 결과

○ 까망쉐 이미지를 이용한 다양한 검색 결과를 획득함.

- 제품 출시 및 후우 행사 홍보, 제품 포장지와 홍보물에 대한 다양한 이미지가 노출됨.

<p>까망쉐 동영상</p>	<p>까망쉐 뉴스</p>
<p>까망쉐 동영상</p>	<p>까망쉐 뉴스</p>

<p>까망쉐 통합 검색</p>	<p>까망쉐 블로그</p>
<p>까망쉐 통합 검색</p>	<p>까망쉐 블로그</p>



**마. 1단계 연구 고찰**

- 제주흑우의 명품 이미지를 나타내기 위해서 브랜드이미지(BI) 3개를 개발했으며 그 중 까망쉐 로고를 최종 선정하여 대표 BI로 활용함. 브로셔, 포장지, 홍보물, 행사 등 다양한 제작물에 활용함.
- 제주흑우 홍보 마케팅으로 제주푸드앤와인페스티벌, 제주음식박람회, 국내·외 심포지엄, 제주흑우 푸드 그랑프리 등 일반인 및 요리전문가 등이 참여하는 10회 이상의 제주도내 행사에 참여하고 서울에서 대형 행사를 직접 개최함.
- 제주흑우의 참 맛을 알리고자 흑우 해체쇼 및 전시·시식회를 하였으며 특별연구원으로 문동일셰프를 초빙하여 산업화에 도움이 될 요리를 개발하여 국제경연대회에 참가하고 대상 및 금상을 수상함. 대한민국 명장, 조리장 등 요리 전문가들이 개발한 요리

들은 제주흑우레시피로 출간하였으며 서울 롯데본점에서 개최한 제주흑우푸드그랑프리는 전국단위로 제주 흑우의 우수성과 차별성을 알리는 중요한 계기가 됨. 개발된 요리 5개는 특허를 출원함.

- 제주흑우 제품 개발은 물량과 등급이 중요한데 흑우는 도축 두수가 적고 토종소로 육량이 적은 한계성 때문에 양질의 흑우를 확보하기 어려움. 따라서 고가의 식육 제품화 개발 방향이 아닌 비선호부위를 이용한 가공육 제품화 연구 방향으로 진행함.
- 가공품은 비선호 부위를 이용한 제품 개발이 주도적임. 3-2협동 오렌지푸드와 협업을 통해 7회의 행사 시식회에서 얻은 평가를 바탕으로 제주흑우 특징점을 살린 육포, 불고기, 떡갈비 3종 제품 개발에 성공하였음. 연구 3년차인 2018년 제주푸드앤와인페스티벌에서 런칭하였으며 고급포장의 단품 및 세트 구성으로 홍보물 및 명절선물세트로 활용되었고 온·오프라인 10여군데 매장을 통해 판매되었음.
- 가공육의 명품화를 위해서는 도축, 가공 및 유통에 관한 위해 요소 극복이 요구됨.
  - ① 도축: 제주흑우는 물량이 부족하고 저등급 판정육 비율이 높음. 이러한 문제를 해결하기 위해 근본적으로 육종기반 개량, 사양 전문화 등 고품질의 흑우 생산이 요구됨.
  - ② 가공: 완제품의 품질을 위해서 1차 가공은 제주도에서 하고, 2차 가공은 도외 가공업체를 주로 이용하는데 이에 따른 물류비 증가가 큰 문제임. 제주도 내 가공을 잘하는 기업을 확보하는 것이 요구됨. 제주도내 관광상품들이 대부분 육지 가공업체에서 생산된 제품으로 상품으로서의 가치를 위해 국내에서 인정받는 업체를 선정할 수 밖에 없음. 흑우는 토종소로 본연의 육질감이 강함. 따라서 숙성에 대한 연구가 필요함.
  - ③ 유통: 생육이나 가공품등은 신선도가 중요한데 육지 배송의 경우 비용뿐만 아니라 시간이 더 소요되므로 이에 맞는 포장방법 개발이 요구됨. 또한 대외적으로 제주흑우의 강점을 알리기 위한 제품 차별화 홍보가 지속적으로 요구됨.

## 2. 2단계 (2018.08.02. ~ 2022.12.01.): 제주흑우 고부가가치 원료 및 제품 생산 전략화

### ○ 연구의 필요성

- 제주흑우는 청정 제주의 토종소로 천연기념물이며 희소가치와 그 우수성을 인정받고 있음.
- 태반은 태아와 자궁의 매개체로 태아생명의 근원이며 영양의 보고로 미용·건강에 널리 활용되고 있으며 미백, 보습, 재생, 항염 등 기능적 측면에서 우수성이 알려져 있음.
- 국내·외 다수의 태반화장품이 존재하는데 양, 돈, 마 태반으로 만들어진 것으로 기능제품으로 인식되고 있으며 호주, 뉴질랜드, 일본 여행 시 여행객들의 필수 구입 아이템으로 각광받고 있음.
- 청정지역 제주흑우 태반은 우수 화장품 원료로 기대되며 제주흑우 태반화장품은 제주를 대표하는 관광상품으로 개발 필요 있음.

가. 제주흑우 부산물 유래 원료 개발

(1) 제주흑우 태반추출물 분말 (Jeju Black Cattle -Placenta Extract Powder, JBC-PEP)제조

○ 연구의 필요성4번의 공정 시험을 통하여 Alcalase 효소처리 가수분해로 확립한 조건으로 최적 제조공정을 확립함.


				
태반 분쇄물	효소처리 1%	60°C 효소반응	효소 24시간 후	불활성화
				
원심분리	원심분리 전.후	활성탄처리	감압여과	동결건조 3일

그림. 흑우 태반의 효소처리 가수분해 공정 과정

- 태반 원물은 해동하여 믹서기로 분쇄하고 정제수를 원물 대비 10배 첨가함.
- Novozyme Alcalase를 원물 대비 1%를 첨가하고 60°C 오븐에서 가수분해를 24시간 진행함.
- 90°C에서 30분간 가열하여 효소 불활성화시키고 9,000rpm에서 20분간 원심 분리함.
- 원심분리 후 상층액 회수하고 1리터당 활성탄 2g 투입하고 5분간 혼합함.
- 감압 여과하고 시료는 동결건조함 (평판 트레이 이용).
- 최종 산물: 분말

표. 분말 태반추출물 제조공정

제조공정	최종 제조 조건	비고
생태반 분쇄	분쇄기	칼날형
효소 Alcalase 농도	1% 이내	생태반 중량 대비
효소 가수분해 온도	60°C	Oven
효소 가수분해 시간	24시간	10~24시간
효소 불활성화	90°C, 30분	가열, 효소반응정지
원심분리	9,000rpm, 20분	산업용 연속식 원심분리기
활성탄 처리	1g/1L	5분 교반, 활성탄 투입량 조정
여과	감압, Advantec No.131 filter	산업용 대용량 필터
동결건조	냉동 -40°C, 감압 4.6torr	선반냉동-진공-선반가열 (3일)



○ 4차례의 공정과정을 통해 태반추출물 원료 생산의 표준화를 확립함.

- 원료안정화를 위해 최종 제형을 동결건조 분말로 했으나 분말 제형화에서 동결건조의 추가공정이 필요하고 시간과 비용이 높아지는 문제가 있으며, 대량 동결건조시설에 대한 시설비 증가 등 분말 제형은 산업화에 경쟁력이 낮은 것으로 판단되어 화장품 원료로서 액상 제조에 대한 연구를 추가함.



그림. 제주흑우 태반추출물 분말 시제품 (JBC-PEP)

(2) 제주흑우 태반추출물 액상 (Jeju Black Cattle-Placenta Extract Liquid, JBC-PEL)제조

○ 태반 가수분해 액상물의 원료생산 표준화를 위함 (50L 대량 제조 임가공 실시)

- 선행 연구에서 확립한 아래의 제조공정별 조건에 따라 액상 생산 공정을 확립함.

				
1.태반준비	2.분쇄	3.효소처리	4. 가수분해	5. 불활성화
				
6.원심분리	7.원심분리후	8.활성탄처리	9.감압여과	10.보존제첨가

그림. 5차 흑우 태반의 효소처리 가수분해 공정 과정

- 태반 원물은 해동하여 믹서기로 분쇄하고 정제수를 원물 대비 10배 첨가함.
- Novozyme Alcalase를 원물 대비 1%를 첨가하고 60℃ 오븐에서 가수분해를 24시간 진행함.
- 90℃에서 30분간 가열하여 효소 불활성화시키고 9,000rpm에서 20분간 원심 분리함.
- 원심분리 후 상층액 회수하고 1리터당 활성탄 2g 투입하고 5분간 혼합함.
- 감압 여과하고 시료에 보존제를 1% 첨가함(유효기간 2년).
- 용도: 화장품 원료

표. 액상 태반추출물 제조공정

제조공정별	최종 제조 조건	비고
생태반 분쇄	칼날형 분쇄기	생태반 5Kg + 정제수 5Kg
효소 Alcalase 농도	고형분량 대비 1%	생태반 5Kg의 1% = 50ml
효소 가수분해 온도	60℃	60℃
효소 가수분해 시간	24시간	24시간
효소 불활성화	90℃, 30분	90℃, 30분
원심분리	10,000rpm, 20분	연속식, 분당 약 500ml 처리
활성탄 처리	2g/L	2g/L
여과	Advantec No.131 (pore size 3μm)	감압여과, 3μm Filter
보존제	Saliguard TMO 1%	10 l 당 100ml 첨가



**KOTIT 시범연구원** 문화의 집, 서울특별시 강남구 테헤란로 152, 11층  
 Global Business Partner for Human Safety and Future Technology

**시험성적서**

접수번호: K20190301002-001      발급번호: 0623700664  
 접수일자: 2020년 04월 09일      발급일자: 2020년 04월 09일

검사항목	검사항목	단위	결과	비고
제조업체	제주흑우		합격	합격
제품명	제주흑우태반추출물		합격	합격
용량	200g		합격	합격
인허가	식품안전관리인증번호		합격	합격
소재	생태반		합격	합격

**시험 항목 및 결과**

시험 항목	시험 기준	단위	결과	비고
비	20%이하	g/g	합격	1. 제주흑우태반추출물
산	10%이하	g/g	합격	1. 제주흑우태반추출물
중금속	제주흑우태반추출물 중금속 1000mg/kg 이하	mg/kg	<10	1. 제주흑우태반추출물
중금속	제주흑우태반추출물 중금속 1000mg/kg 이하	mg/kg	<10	1. 제주흑우태반추출물
중금속	제주흑우태반추출물 중금속 1000mg/kg 이하	mg/kg	합격	1. 제주흑우태반추출물
중금속	제주흑우태반추출물 중금속 1000mg/kg 이하	mg/kg	합격	1. 제주흑우태반추출물

\* R.L. : Passing Limit

시험일자: 2020년 04월 09일      시험장소: KOTIT

주요 내용: 본 시험은 제주흑우태반추출물 200g을 대상으로 실시되었습니다. 시험 결과, 모든 항목이 합격 기준을 충족하였습니다. 본 시험 결과에 따라 제주흑우태반추출물 200g을 대상으로 실시된 시험 결과에 따라 합격 여부를 결정합니다. 시험 결과에 따라 제주흑우태반추출물 200g을 대상으로 실시된 시험 결과에 따라 합격 여부를 결정합니다.

(사)KOTIT시험연구원

주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 152, 11층 (06237)      TEL: 02-5481-7142      FAX: 02-5481-7179      URL: www.kotitlab.com

090P-2020      (P.06/1 OF 1)

**미래세반이유** 주소: 서울특별시 강남구 테헤란로 152, 11층  
 TEL: 02-487-4799      FAX: 02-487-4799  
<http://www.futureseban.com>

**제품성적서**

\* 제품명: 제주흑우태반추출물 500g (50% 농도)  
 \* 제조사: FutureSeban (제주흑우태반추출물)  
 \* 제조번호: JBC-PEL-2020-001  
 \* 유효기간: 2020년 04월 09일  
 \* 포장방법: 200ml x 5개입, 냉장보관하여 주시기 바랍니다.

TEST ITEMS	SPECIFICATION	시험용 단위기준
외관	무색/투명/점액	
비율(%)	1.04	
산도(pH)	7.1	
중금속		
- 비소	<10	1000mg/kg 이하
- 납	<10	1000mg/kg 이하
- 카드뮴	합격	합격
- 수은	합격	합격
- 염소	20 mg/kg 이하	
- 염소	10 mg/kg 이하	
중금속(총)	99.0%	
- 1,1-디클로로에탄올, 2,2-디클로로에탄올, 1,1,1-트리클로로에탄올, 1,1,2-트리클로로에탄올, 1,1,2,2-테트라클로로에탄올, 1,1,1,2-테트라클로로에탄올, 1,1,2,2-테트라클로로에탄올, 1,1,1,2,2-펜타클로로에탄올, 1,1,1,2,2,2-헥사클로로에탄올	1.0%	

발급일자: 2020년 04월 09일

미래세반이유 TEL: 02-487-4799

그림. 제주흑우 태반추출물 액상 시제품 (JBC-PEL)

(3) 저온 발효처리를 이용한 태반추출물 제조공정 개발



그림. 흑우 태반의 발효처리 가수분해 공정 과정

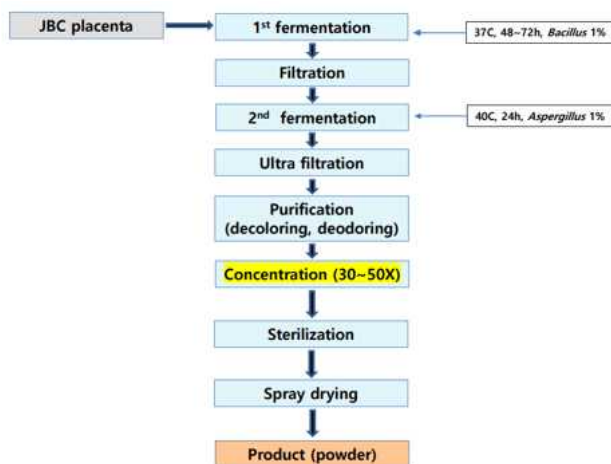


그림. 제주흑우태반추출분말 제조공정도

항목	식품원료 제품화 계획
제품명	발효흑우태반추출물/추출분말
유효성분	콜라겐, 펩타이드, 성장인자(EGF)
효능	피로회복, 간기능개선
제품형태	분말
핵심기술	제주산 흑우태반과 발효균주를 넣고 바이오전환기술로 발효하여 성장촉진 인자, GAG, 콜라겐, 펩타이드 등 인체에 유용한 생리활성물질을 파괴하지 않는 공법으로 추출하고 고순도 정제를 통해 제조한 식품원료



나. 제주흑우 태반추출물 원료 분석

(1) 단백질 및 아미노산 함량 분석

표. 흑우태반 가수분해 추출물 각 2종 용액의 단백질과 중금속 성분분석

분석항목	4차(/100g)		시험 방법
	액상	분말*	
단백질	0.7 g	0.66 g	식품의 기준및 규격 조단백질 분석기 측정법
수은	0.1ug	LOQ 이하	식품의 기준및 규격 수은 원자흡광광도법 금 아말감법
비소	불검출	불검출	식품의 기준 및 규격비소 유도결합플라즈마 측정법

표. 흑우태반 가수분해 추출물 2종 0.1% 용액의 구성 아미노산 성분분석

분석항목	4차(/100g)		시험 방법
	액상	분말	
Asp	52.3mg	50.2 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Thr	19.4 mg	35.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Ser	28.3 mg	60.7 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Gln	77.7 mg	97.7 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Pro	67.6 mg	87.8 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Gly	115.9 mg	101.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Ala	53.0 mg	52.8 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Val	24.0 mg	24.4 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Ile	19.2 mg	41.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Leu	50.8 mg	83.8 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Tyr	11.8 mg	27.7 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Phe	24.2 mg	85.1 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Lys	28.4 mg	29.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
His	114 mg	23.8 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Arg	55.4 mg	42.2 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
총계	<b>742.0 mg</b>	<b>843.5 mg</b>	

표. 흑우태반 가수분해 추출물 2종 0.1% 용액의 유리아미노산 성분분석

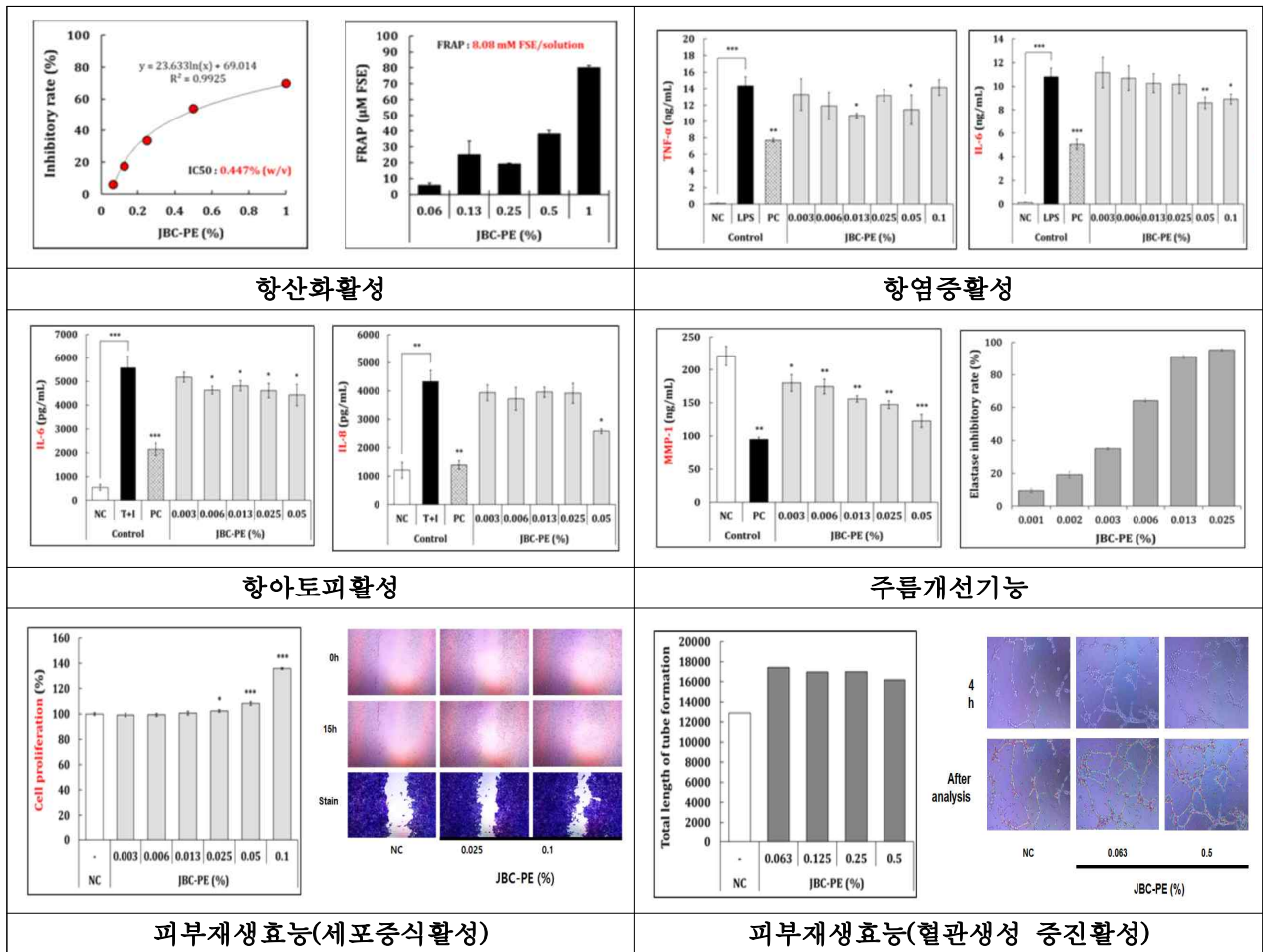
분석항목	4차(/100g)		시험 방법
	액상	분말	
o-Phosphoserine	1.5 mg	26.4 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Taurine	1.2 mg	2.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Aspartic acid	1.8 mg	2.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Threonine	3.3 mg	6.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Serine	4.9 mg	7.9 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Glutamic acid	4.2 mg	8.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-2-Aminoadipic acid	2.5 mg	4.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L(-)-Proline	1.8 mg	0.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
Glycine	5.1 mg	6.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Alanine	10.3 mg	12.5 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Citrulline	1.9 mg	4.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
DL-2-Aminobutyric acid	0.6 mg	5.3 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Valine	8.8 mg	11.2 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L(-)-Cystine	3.7 mg	8.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Methionine	5.0 mg	9.2 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Cystathionine	1.5 mg	5.3 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Isoleucine	8.2 mg	11.9 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Leucine	12.3 mg	14.5 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Tyrosine	11.2 mg	13.9 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Phenylalanine	7.5 mg	10.6 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
$\beta$ -Alanine	0.9 mg	1.3 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
DL-3-Aminoisobutyric acid	0.5 mg	0.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
4-Aminobutyric acid	1.9 mg	3.3 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
2-Aminoethanol	0.7 mg	0.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Ornithine	1.4 mg	2.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Lysine	7.3 mg	11.2 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Histidine	2.5 mg	3.3 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Carnosine	1.9 mg	0.0 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
L-Arginine	16.5 mg	20.5 mg	mg/100g 아미노산 자동분석기측정법
유리아미노산 총계	<b>130.9 mg</b>	<b>190.7 mg</b>	

<고찰>

- 액상과 동결건조 분말 시료 모두 수은 비소 중금속 검사에서 안전함을 확인됨.
- 4차 공정 과정은 액상과 동결건조 분말의 성분을 분석한 것임. 액상을 기준으로 볼 때 분말은 농축된 (5L -> 32.74g, 152.7배) 반면 0.1% (1000배) 희석하여 분석한 것이므로 얻어진 값에 6.6배를 곱해서 액상값과 비교함. 그 결과 단백질은 액상이 약간 높게, 구성아미노산 과 유리아미노산은 분말이 상당량 높은 것으로 확인됨.
- 4차 공정이 최종 확립된 표준화 과정이므로 4차에서 획득된 시료의 결과 값을 기준으로 분석하면, 태반 가수분해추출물에는 100ml 당 대략 0.66~0.7g 단백질, 742~844mg 구성아미노산과 131~191mg 유리아미노산이 함유되어 있음을 확인함.

(2) 원료 기능성 평가

○ 제주흑우 태반추출물(JBC-PE)은 항산화, 항염증, 항아토피, 주름개선, 보습 및 패부재생 효능평가에서 대조군과 대비하여 모두 유의적인 활성을 나타내는 것으로 확인됨.

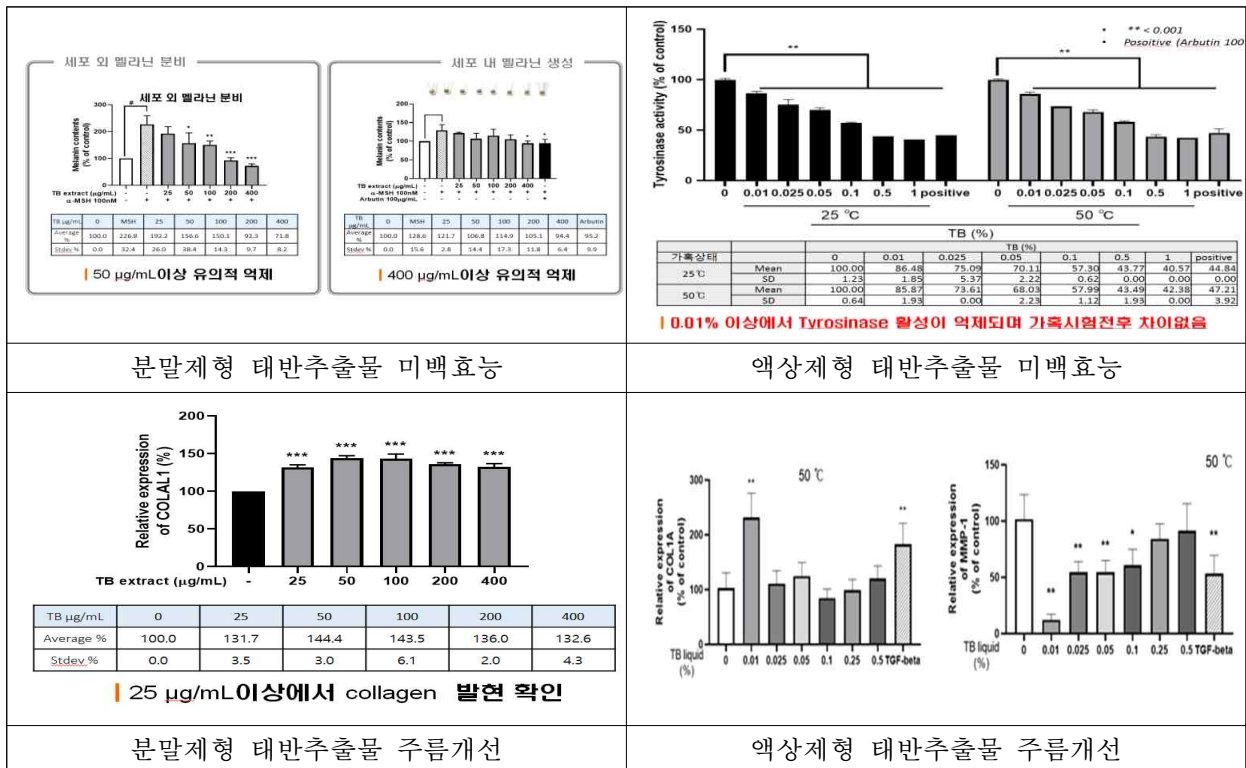


<p>항산화 활성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ABTS 라디칼 소거활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.063~1% 농도범위에서 6.1~69.9%의 농도-의존적인 억제활성을 나타내었으며, 0.047%의 IC50 값으로 확인되었음.</li> <li>- FRAP 활성 평가 결과, JBC-PE 는 8.08 mM FSE/solution 에 해당하는 환원력을 가지고 있는 것으로 확인되었음.</li> </ul>
<p>항염증 활성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포독성 평가 결과, JBC-PE 는 0.003~0.1% 농도범위에서 LPS 가 자극된 RAW 264.7세포에 독성을 나타내지 않았음.</li> <li>- TNF-α 억제활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.013% 및 0.05%의 농도에서 통계적으로 유의한 억제활성(25.6% 및 20.4% 억제)이 확인되었음.</li> <li>- IL-6 억제활성 평가 결과, 0.05~0.1%의 농도범위에서 통계적으로 유의한 억제활성(8.6~8.9% 감소)이 확인되었음.</li> <li>- Nitric oxide(NO) 억제활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.003~0.1%의 농도범위에서 통계적으로 유의한 억제활성(7.4~19.2% 억제)이 확인되었음.</li> </ul>
<p>항아토피 활성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포독성 평가 결과, JBC-PE 는 0.003~0.05% 농도범위에서 TNF-α 및 IFN-γ (T+)가 자극된 HaCaT 세포에 독성을 나타내지 않았음.</li> <li>- IL-6 억제활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.006~0.05%의 농도범위에서 통계적으로 유의한 억제활성(15.1~22.9% 억제)이 확인되었음.</li> <li>- IL-8 억제활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.05% 농도에서 통계적으로 유의한 억제활성 (55.9% 억제)이 확인되었음.</li> </ul>

주름개선 효능	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포독성 평가 결과, JBC-PE 는 0.003~0.05% 농도범위에서 HDF 세포에 독성을 나타내지 않았음.</li> <li>- MMP-1 억제활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.003~0.05%의 농도범위에서 통계적으로 유의한 억제활성(18.7~44.6% 억제)이 확인되었음.</li> <li>- Elastase 억제활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.001~0.025%의 농도범위에서 농도-의존적인 억제활성(9.5~95.3% 억제)이 확인되었음.</li> </ul>
보습활성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hyaluronic acid 생성활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.1% 농도에서 통계적으로 유의한 증진활성(1.97 배 증가)을 나타내었음.</li> </ul>
피부재생효능	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포 증식활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.025~0.1% 농도범위에서 통계적으로 유의한 세포 증식활성(1.02~1.35 배)을 나타내었음.</li> <li>- 혈관 생성 증진활성 평가 결과, JBC-PE 는 0.063~0.5%의 농도범위에서 무처리 대조군 대비 우수한 tube formation (1.26~1.35 배 증가)을 보였으며, 특히 0.063% 농도에서 가장 우수한 것으로 확인되었음.</li> </ul>
결론	<ul style="list-style-type: none"> <li>- JBC-PE 효능 농도; 화장품 생산에 활용할 농도 기준이 될 것임.</li> <li>○ 항산화 - 0.5%,</li> <li>○ 항염증 - 0.05~0.1%</li> <li>○ 항아토피 - 0.05%</li> <li>○ 주름개선 - 0.025~0.05%</li> <li>○ 보습 - 0.1%,</li> <li>○ 피부재생 - 0.1~0.5%</li> </ul>

(3) 태반추출물의 in vitro 효능 분석

○ 확보된 2종의 시료, 즉 태반추출물 분말제형과 액상제형을 ‘KFDA 기능성 화장품의 유효성평가를 위한 가이드라인 (I. 피부의 미백에 도움을 주는 제품의 유효성 또는 기능을 입증하는 자료와 II. 주름개선에 도움을 주는 기능성화장품의 유효성평가를 위한 가이드라인)’ 에 따라 효능을 조사함.





- 흑우태반 분말 제형 시료의 미백효능 분석 및 주름 개선 효과 검증
  - 태반흑우태반의 분말형태 시료는 세포외 분비되는 멜라닌을 억제하여 미백 효능을 가짐. 또한 콜라겐의 mRNA 발현의 증가를 통해 주름개선 효능을 확인함.
- 흑우태반 액상 제형 시료의 미백효능 분석 및 주름 개선 효과 검증
  - 태반TMO를 처리하고 가혹공정의 유무에 따라 흑우 태반 추출물의 처리 농도의 결과에 차이는 있으나 L-DOPA 산화활성을 저해하고 타이로시네이즈 저해 활성을 증가시킴으로써 미백효능을 지님.
  - 태반또한 콜라겐의 증가와 MMP-1의 억제를 통하여 주름 개선 효능을 지니고 있음을 확인함.
  - 태반가혹공정 유무에 따라 비교했을 때에는 가혹공정(50°C)을 거친 흑우태반 추출물이 그렇지 않은 (25°C) 흑우태반 추출물보다 적은 농도로 처리했을 때부터 효과적인 것으로 확인됨.

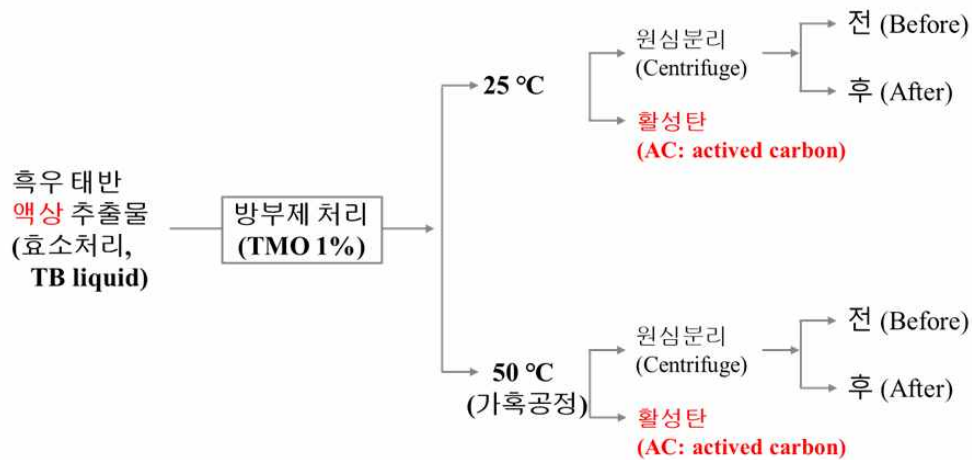
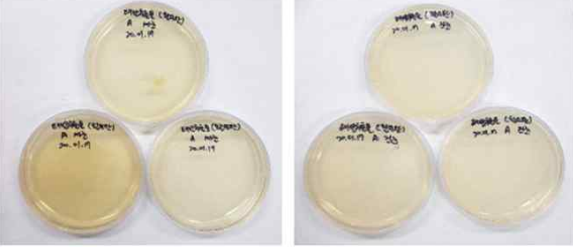

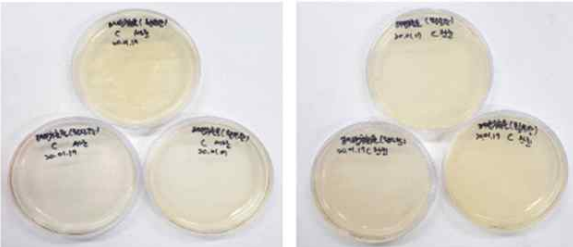
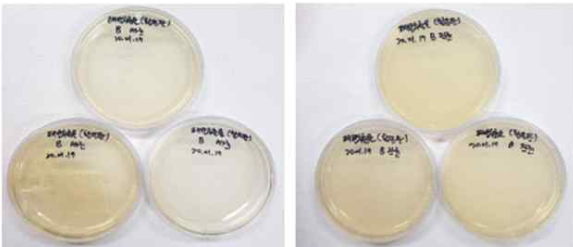


그림. 흑우태반 액상제형 추출물의 가혹공정

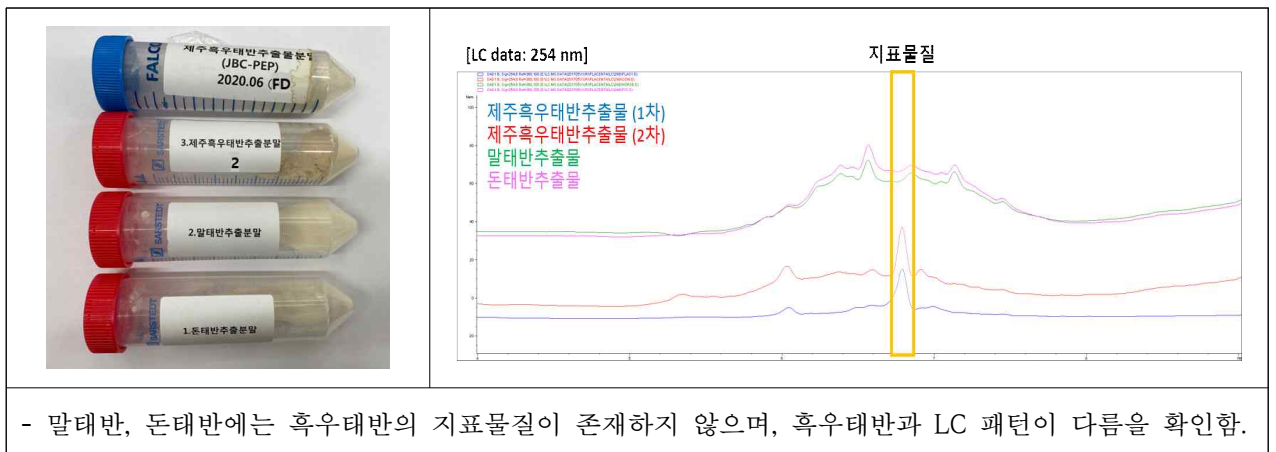
(4) 태반추출물 액상 제형의 미생물 안정성시험

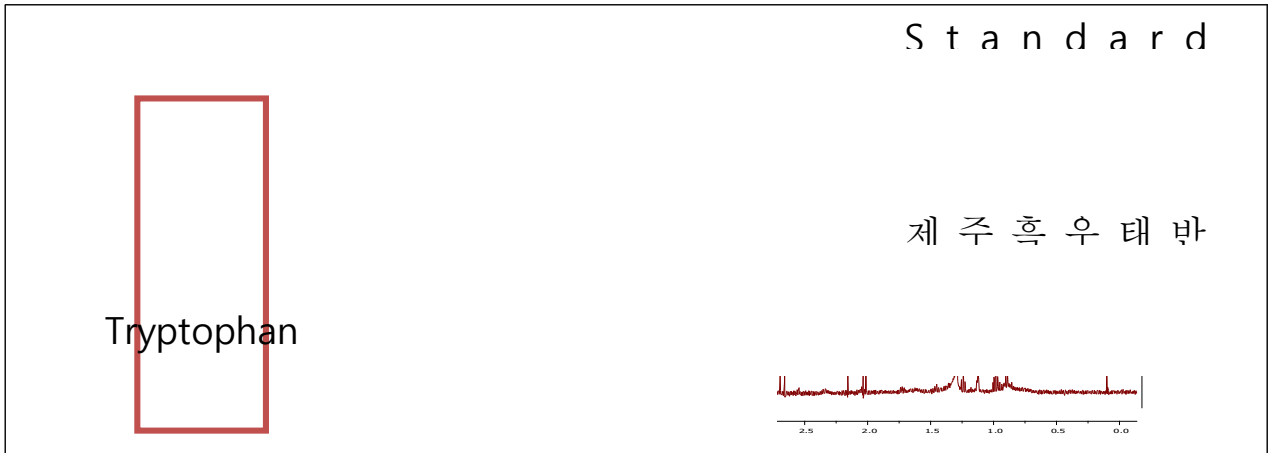
- 액상제형의 흑우 태반추출물에 4가지 방부제를 사용하여 미생물에 대한 안정성을 조사함.
  - 아래 결과에서와 같이 4가지 방부제에 대해 모두 미생물안정성이 확보된 것을 확인하였고 경제성 등을 고려하여 1% TMO 방부제 처리하여 보존하는 것이 합리적인 것으로 판단됨.

<p>시 료 명 : 흑우태반추출물(L2-Hexanediol),활성탄</p> <p style="text-align: center;">시험 결과 사진</p>  <p>[중호기성생균수(세균수) 결과]      [중호기성생균수(진균수) 결과]</p>	<p>시 료 명 : 흑우태반추출물(CM Precide-3),활성탄</p> <p style="text-align: center;">시험 결과 사진</p>  <p>[중호기성생균수(세균수) 결과]      [중호기성생균수(진균수) 결과]</p>
1,2 Hexanediol 2%	M Precide-3 1%
<p>시 료 명 : 흑우태반추출물(MS-Totarol NP),활성탄</p> <p style="text-align: center;">시험 결과 사진</p>  <p>[중호기성생균수(세균수) 결과]      [중호기성생균수(진균수) 결과]</p>	<p>시 료 명 : 흑우태반추출물(Saiguard TMO),활성탄</p> <p style="text-align: center;">시험 결과 사진</p>  <p>[중호기성생균수(세균수) 결과]      [중호기성생균수(진균수) 결과]</p>
MS Totarol NP 1%	Sliguard TMO 1%

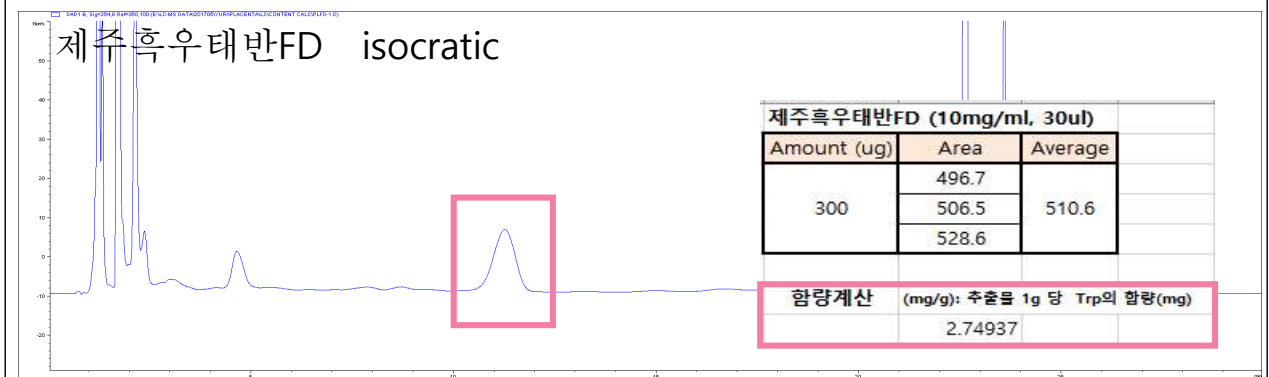
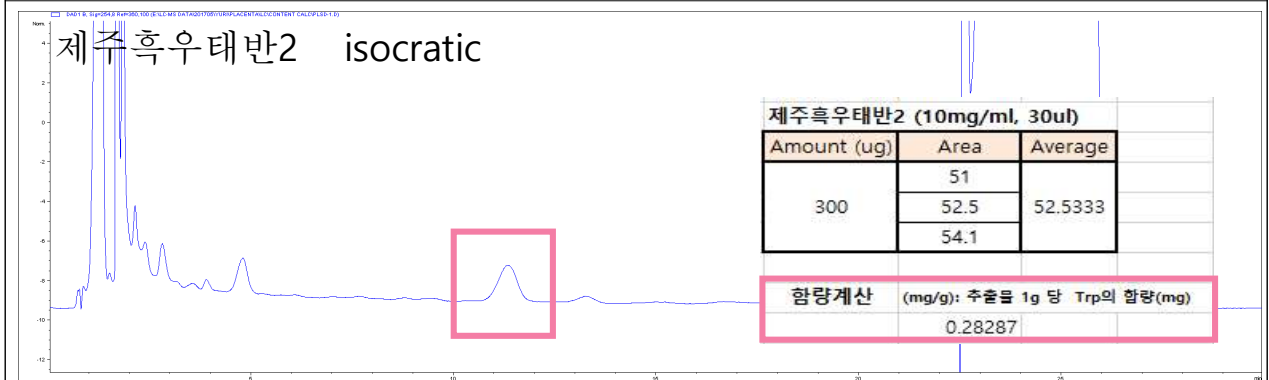
(5) 제주흑우 태반추출물의 지표물질 탐색

- 식품 원료로서 기능성 물질 탐색을 위해 LC-ELSD와 NMR 분석을 실시함.



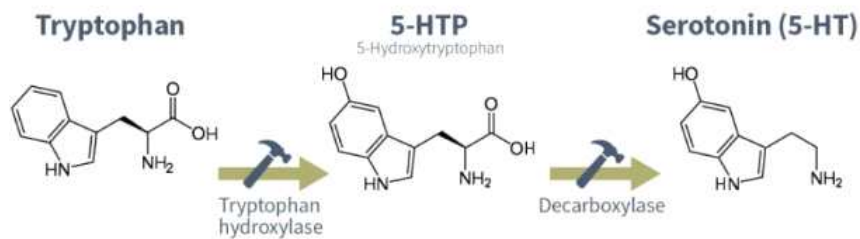


- 제주흑우 태반은 트립토판 물질이 탐색됨.



- 흑우 태반의 제조공정에 따라 트립토판 함량에 차이가 있음을 확인함.

- 트립토판은 행복호르몬으로 불리는 세로토닌을 만드는데 사용되며 불면증, 공격적인 성격, 우울증 및 스트레스 해소에 도움이 되는 것으로 알려져 있음.



다. 제주흑우 태반추출물 원료 제품화

(1) 태반추출물 특허출원

표. 선행기술조사 (2019.12.27)

발명의 명칭 (주발명자)	제주 흑우 태반 추출물 제조방법 및 제주 흑우 태반 추출물을 함유하는 기능성 화장품 조성물
분석자	무한 특허

(가) 발명의 내용

기술분야	바이오·의료 > 의약바이오 > 세포 및 조직치료제	
목적	제주 흑우 태반 추출물의 제조방법 및 항산화, 항염증, 항아토피 및 피부재생 기능을 갖는 제주 흑우 태반 추출물을 함유하는 화장품 조성물을 제공하는 것이 목적임.	<p>[도면]</p>
구성	1. 화장품 조성물의 구성 - ① 제주 흑우 태반 추출물, ② 기능성 화장품 2. 제주 흑우 태반 추출물의 제조방법 - ① 제주 흑우 태반 추출물, ② 기능성 화장품, ③ 단백질 분해효소 (alcalase) ④ 알칼리 처리, 활성탄 처리 단계 ⑤ 동결 건조	
효과	제주 흑우 태반 가수분해 추출물은 항산화, 항염증, 항아토피, 주름개선, 보습 및 피부재생 효능을 갖음.	

(나) 조사 범위

검색일	2019.12.27	검색DB	WISDOMAIN
조사대상국가	한국, 미국, 일본, EP, 중국, PCT		

키워드	태반 추출물, 항산화, 항염, 항아토피, 주름개선	검색건
국문검색식	(태반* or (태반 w/l (추출* or 정제*)) or placenta* or 흑우 or “black cattle”) and (항산화* or (산화 n/l (방지* or 억제*)) or 항염* or 소염 or 항아토피 or 주름개선* or 주름방지*)	351건
영문검색식	(placenta* or ((extract* or abstract* or refin* or purif*) n/l placenta) or “black cattle” or cattle) and (antioxidant* or (anti n/l oxid*) or (prevent* n/l oxid*) or anti-inflammatory* or anti-inflammatory* or (anti w/l inflammatory*) or antiatopic* or anti-atopic* or antiatopy or anti-atopy or anti-winkle or (prevent* n/l wrinkle) or (wrinkle n/l improv*))	1,289건

(다) 가장 유사한 문헌

	유사도	출원번호 (출원일)	출원인	발명의 명칭
1	A	10-2008-0011958 (2008.02.05)	주식회사 프라네오젠	돼지 태반 추출물의 제조방법 및 돼지 태반 추출물을 포함하는 건강식품 및 화장품
2	A	JP2001-039879A (1999.07.30)	MURATA KOJI	태반 추출물의 정제에 의해 이루어진 항 알레르기제 및 그의 제조방법
3	A	10-2017-0021650 (2017.02.17)	주식회사 에스제이인터내셔널	항주름 효능을 가지는 저분자 말태반 효소가수분해물의 제조방법

※ X : 신규성, Y : 진보성, A : 참고문헌

(라) 선행문헌과의 비교

선행기술 1		출원인(주식회사 프라네오젠(KR))	KR 10-2008-0011958 (2008.02.05)
발명의 명칭	돼지 태반 추출물의 제조방법 및 돼지 태반 추출물을 포함하는 건강식품 및 화장품		
목적	생리활성물질의 파괴를 줄이고, 유효성분의 함량을 높일 수 있는 태반 추출물의 제조방법에 관한 것임.		
구성	1. 화장품의 구성 - ① 돼지 태반 추출물 및 ② 기능성 화장품 2. 돼지 태반 추출물의 제조방법- ① 돼지 태반 추출물, ② 기능성 화장품, ③ 프로테아제 및 ④ 돼지 태반을 90 내지 110° C에서 3 내지 7시간 열수 추출 -> 단백질 파괴됨. 본 연구팀은 60도에서 3~24시간으로 유용물질(단백질, 아미노산 등) 회수를 높이기 위한 방법 채택		
효과	프로테아제를 통해 돼지 태반 추출물을 제조할 경우 추출물의 아미노산 함량이 높고 태반의 유효성분의 회수율을 높일 수 있음.		
유사점	1. 화장품 또는 화장료 조성물의 유사점 - 1) 가축의 태반 추출물을 2) 단백질 분해 효소로 가수분해하여 3) 기능성 화장료 조성물에 이용한다는 점이 유사함. 2. 태반 추출물 제조방법의 유사점 - 1) 가축의 태반 추출물을 2) 단백질 분해 효소로 가수 분해하여 추출하는 점이 유사함.		
차이점	1. 화장품 또는 화장료 조성물의 차이점 1) 태반 추출물: 본원의 추출물은 돼지가 아닌 제주 흑우 태반으로부터 추출된다는 점이 상이함. 2) 기능성: 본원의 제주 흑우 태반 추출물은 항아토피, 주름개선, 보습 및 피부 재생 효능을 더 가짐. 2. 태반 추출물 제조방법의 차이점 1) 단백질 분해효소의 차이점: 본원은 단백질 분해 효소로서 알칼리아제를 사용함. 2) 본원은 알칼리 처리 단계, 활성탄 처리 단계 및 동결건조 단계를 포함하는 차이가 있음.		

번호	아미노산 종류	단위	실시에 1	비교예 1	비교예 2
1	L-글리신	mg/ml	0.21	0.10	0.18
2	L-글루탐산	mg/ml	0.54	0.30	0.50
3	L-아르기닌	mg/ml	0.20	0.27	0.31
4	L-알라닌	mg/ml	0.26	0.18	0.23
5	L-아스파르트산	mg/ml	0.35	0.25	0.29
6	L-발린	mg/ml	0.21	0.14	0.18
7	L-트레오닌	mg/ml	0.55	0.52	0.53
8	L-세린	mg/ml	0.25	0.13	0.25
9	L-황산	mg/ml	0.13	0.09	0.13
10	L-프롤린	mg/ml	0.24	0.18	0.21
11	L-티린	mg/ml	0.13	0.13	0.10
12	L-케닐알라닌	mg/ml	0.50	0.25	0.48
13	L-시스테인	mg/ml	0.47	0.40	0.45
14	L-이소류신	mg/ml	0.40	0.35	0.38
15	L-티로신	mg/ml	0.55	0.50	0.52
16	L-히스티딘	mg/ml	0.47	0.32	0.40
17	L-메티오닌	mg/ml	0.45	0.33	0.44

[표 1]

➔ JBC-TE 아미노산 함량이 월등히 높음을 확인함.

선행기술 2		출원인(MURATA KOJI (JP))	JPH11-217299A (1999-07-30)								
발명의 명칭	태반 추출물의 정제에 의해 이루어진 항 알레르기제 및 그의 제조방법		대표도 없음								
목적	항히스타민제의 졸음, 현기증, 권태감 등의 부작용이 생기지 않고, 안정성이 높은 알레르기 치료제를 제공함.										
구성	1. 항 알레르기제의 구성 - ① 인간, 소, 돼지, 양의 태반 추출물 또는 그의 효소 가수분해물, ② 다공성 수지, ③ 항 알레르기제. 2. 태반 추출물로 이루어지는 항 알레르기제의 제조방법 - ① 인간, 소, 돼지, 양의 태반 추출물, ② 단백질 분해효소, ③ 동결건조, 분말 처리 및 ④ 항 알레르기제										
효과	기관지 천식, 아토피성 피부염, 꽃가루 알레르기를 비롯한 염증성 질환의 치료에 효과가 있고, 안정성이 높음.										
유사점	1. 항 알레르기제 또는 화장료 조성물의 유사점 - 1) 소 태반 추출물을 2) 단백질 분해 효소를 통해 가수분해하여 3) 아토피성 피부염 등의 질환치료에 사용하는 점이 유사함. 2. 태반 추출물의 제조방법의 유사점 - 1) 소 태반 추출물을 2) 단백질 분해 효소로 가수분해하여 추출하고 3) 동결건조로 분말 처리하는 것이 유사함.										
차이점	1. 항 알레르기제와 화장료 조성물의 차이점 1) 태반 추출물: 본원의 태반 추출물은 제주 흑우 태반으로부터 추출됨. 2) 기능성: 본원의 제주 흑우 태반 추출물은 항아토피 효능뿐만 아니라 주름개선, 보습 및 피부 재생 효능을 더 가짐. 2. 태반 추출물의 제조방법의 차이점. 1) 단백질 분해효소의 차이점: 본원은 단백질 분해 효소로서 알칼리야제를 사용함. 2) 본원은 선행기술 2와 달리 후처리 단계를 포함하고 있음.										
선행기술 3		출원인(주식회사 에스제이인터내셔널 (KR))	10-2017-0021650 (2017.02.17)								
발명의 명칭	항주름 효능을 가지는 저분자 말태반 효소가수분해물의 제조방법		<table border="1"> <caption>WI38 cell (Human Fibroblast cell) Protein Content</caption> <thead> <tr> <th>Cell Line</th> <th>Protein Content (% Control)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Control</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Protein Control</td> <td>116.2</td> </tr> <tr> <td>Control + 100ng</td> <td>148.2</td> </tr> </tbody> </table>	Cell Line	Protein Content (% Control)	Control	50	Protein Control	116.2	Control + 100ng	148.2
Cell Line	Protein Content (% Control)										
Control	50										
Protein Control	116.2										
Control + 100ng	148.2										
목적	고분자 물질로 이루어져 있어 피부 침투성이 낮은 말태반 추출물의 문제점을 해결하고자, 말태반 추출물을 저분자화 시킬 수 있도록 함.										
구성	말 태반 가수분해물의 제조방법 -① 말의 태반 추출물, ② 알칼리야제, 브로멜라인 및 플라보자임을 처리.										
효과	전처리 및 최적의 효소처리방법을 통해, 말태반 추출물을 효율적으로 저분자화 시킬 수 있음.										
유사점	태반 추출물의 제조방법의 유사점 - 1) 가축의 태반 추출물을 2) 알칼리야제 등으로 가수분해하여 추출하는 점이 유사함.										
차이점	태반 추출물의 제조방법의 차이점 - 본원은 선행기술 2와 달리 알칼리 처리, 후처리 단계를 포함하고 있고 동결건조하는 점이 구분됨.										


(마) 조사결과

유사점	1. 선행기술 1 및 2 모두 1) 가축의 태반 추출물을 2) 단백질 분해 효소로 가수분해하여 추출하고, 3) 기능성 조성물로서 사용하는 점에 있어서 유사함. 2. 태반 추출물의 제조방법에 있어서, 선행기술 1, 2 및 3 모두 1) 가축의 태반 추출물을 2) 단백질 분해효소로 가수분해하여 추출하는 단계를 포함하는 점에 있어서 유사함.
차이점	1. 선행기술 1과의 차이점 -본원의 태반 추출물은 제주 흑우 태반 추출물로서, 선행기술 1의 돼지 태반 추출물과

	<p>구분됨. 본원의 추출물 제조방법에 있어서 알칼라아제를 사용하고 알칼리 처리, 활성탄 처리 단계를 포함하며 동결건조 시키는 점이 상이함.</p> <p>2. 선행기술 2와의 차이점</p> <p>1) 본원의 태반 추출물은 선행기술 2의 일반 소의 태반 추출물과 달리 제주 흑우 태반 추출물로서 차이가 있고, 주름개선, 보습 및 피부 재생 효능을 가짐.</p> <p>2) 본원의 태반 추출물의 제조방법에 있어서 단백질 분해 효소로서 알칼라아제를 사용하고, 활성탄으로 후처리 하는 단계를 더 포함하는 차이가 있음.</p> <p>3. 선행기술 3과의 차이점</p> <p>-본원의 태반 추출물은 제주 흑우 태반 추출물로서, 선행기술 3의 말 태반 추출물과 상이함. 본원의 태반 추출물의 제조방법과는, 알칼리 처리, 활성탄으로 후처리 단계를 포함하며 동결건조시키는 점이 상이함.</p>
<p>결론</p>	<p>선행기술 검색 결과, 제주 흑우의 태반 추출물을 포함하는 화장료 조성물에 관한 발명은 검색되지 않았으나, 본원과 일부 유사한 구성을 개시하는 선행기술 1, 2 및 3가 검색되었음. 심사관은 선행기술 1 내지 3을 조합하여 통상의 기술자가 본원을 쉽게 발명할 수 있다고 지적할 가능성도 있으나, 본원은 제주산 흑우의 태반 추출물이라는 점에 있어서 차이가 있고, 상기 추출물을 포함하는 화장료 조성물의 경우 주름개선, 보습 및 피부 재생효능을 더 갖는 점에 있어서 차이가 있음.</p>
<p>명세서 작성시 고려사항</p>	<p>1. 제주흑우 태반 추출물을 포함하는 화장료 조성물에 관한 청구항으로 설계 경우 가축의 태반 추출물 중 특히 제주 흑우 태반 추출물을 포함하는 선행기술은 발견되지 않음. 다만, 선행기술문헌을 조합하여 본원발명의 진보성을 지적할 가능성도 있음.</p> <p>- 따라서, 제주 흑우와 일반 소 자체의 차이점(예, 제주 흑우의 특이적인 염기서열) 혹은 태반 추출물의 성분차이를 명세서에 기재해 둘 필요가 있을 것으로 판단됨.</p> <p>- 태반 추출물을 포함하는 화장료 조성물로 대표 청구항을 설계할 경우, 태반 추출물이 전성분의 중량 대비 얼마만큼의 중량을 갖는지 중량부를 특정해 두는 것이 바람직할 것으로 판단됨. 태반의 함량에 따른 화장료 조성물의 기능(항산화, 아토피 등)을 구분하여 권리화 할 수 있을 것으로 사료됨.</p> <p>2. 태반 추출물의 제조방법 혹은 태반 추출물을 포함하는 화장료 조성물의 제조방법으로 청구항을 설계할 경우</p> <p>본원의 태반 추출물 제조 시 단백질 분해효소로서 Alcalase를 사용할 경우 가수분해 효율이 높다는 점 등을 권리화할 수 있을 것으로 사료됨.</p>
<p>주요 독립항 초안</p>	<p>[조성물]</p> <p>제주 흑우의 태반 추출물을 유효성분으로 포함하는, 항산화, 항염증, 항아토피, 주름개선, 보습 또는 피부재생용 화장료 조성물.</p> <p>[제주 흑우 태반 추출물의 제조방법] ; 생략 가능</p> <p>(a) 제주 흑우 태반을 분쇄하고 알칼리 처리하는 전처리 단계;</p> <p>(b) 전처리된 제주 흑우 태반에 단백질 분해 효소를 처리하는 단계;</p> <p>(c) 단백질 분해 효소 처리된 태반을 60° C에서 가수분해 시키는 단계; 및</p> <p>(d) 가수분해 추출물을 여과 또는 원심분리하고 활성탄 처리하는 단계;</p> <p>를 포함하는 제주 흑우 태반 추출물의 제조방법</p> <p>[제주 흑우 태반 추출물을 포함하는 화장료 조성물의 제조방법]</p> <p>상기 제주 흑우 태반 추출물의 제조방법에 의해 제조된 추출물을 포함하는 화장료 조성물의 제조방법.</p>

<p>특허 명칭: 제주흑우 태반 추출물을 유효성분으로 함유하는 화장료 조성물 및 이의 제조방법 (제 10-2204495호)</p>
<p>*등록 청구항</p>
<p>[청구항 1] (a) 제주 흑우 태반을 분쇄하고 알칼리 처리하는 전처리 단계;</p> <p>(b) 전처리된 제주 흑우 태반 시료 중량에 대하여 1~10%의 농도로 알칼라아제(Alcalase)를 처리하는 단계; (c) 알칼라아제가 처리된 태반을 50° C 내지 60° C에서 가수분해 시키는 단계;</p> <p>(d) 가수분해물을 여과 또는 원심분리하고 활성탄 처리하여 제주 흑우 태반추출물을 추출하는 단계; 및</p>

(e) 상기 (d) 단계에서 제조된 제주 후우 태반 추출물을 동결건조하여 용매를 제거하고, 최종 가수분해물 분말을 수득하는 단계;를 포함하고, 상기 제주 후우는, 서열번호 1 내지 48의 단일염기다형성 염기서열에 의해 판별된 것인, 제주 후우 태반 추출물 함유 화장료 조성물의 제조방법.
[청구항 2] 제1항의 제조방법에 의해 제조된, 제주 후우 태반 추출물 함유 화장료 조성물.
[청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 제주 후우 태반 추출물은, 상기 화장료 조성물 총 중량에 대하여 0.001 내지 20.0 중량%로 포함되는, 화장료 조성물.
[청구항 4] 제2항에 있어서, 상기 화장료 조성물은, 항산화 활성, 항염증 활성, 항아토피 활성, 주름개선 활성, 보습 활성 및 피부재생 중 어느 하나의 효능을 갖는, 화장료 조성물.
[청구항 5] 제2항에 있어서, 상기 제주 후우 태반 추출물은, ABTS 라디칼 소거능, DPPH 라디칼 소거능 또는 FRAP 활성을 통하여 항산화 활성을 갖는, 화장료 조성물.
[청구항 6] 제2항에 있어서, 상기 제주 후우 태반 추출물은, TNF- $\alpha$ , IL-6 또는 NO 중 어느 하나의 생성억제에 의해 항염증 활성을 갖는, 화장료 조성물.
[청구항 7] 제2항에 있어서, 상기 제주 후우 태반 추출물은, IL-6 또는 IL-8의 생성 억제에 의해 항아토피 활성을 갖는, 화장료 조성물.
[청구항 8] 제2항에 있어서, 상기 제주 후우 태반 추출물은, MMP-1 또는 엘라스타아제(Elastase) 활성 억제에 의해 주름개선 활성을 갖는, 화장료 조성물.
[청구항 9] 제2항에 있어서, 상기 제주 후우 태반 추출물은, 히알루론산(Hyaluronic acid) 생성 활성에 의해 보습 활성을 갖는, 화장료 조성물.
[청구항 10] 제2항에 있어서, 상기 제주 후우 태반 추출물은, 세포 증식 활성 또는 혈관 생성 증진 활성에 의해 피부재생 효능을 갖는, 화장료 조성물.
[청구항 11] 제2항에 있어서, 화장료용 첨가제 또는 부형제를 더 포함하는, 화장료 조성물.
[청구항 12] 제2항에 있어서, 상기 화장료 조성물은, 스킨로션, 스킨 소프트너, 스킨토너, 아스트린젠트, 로션, 밀크로션, 모이스처로션, 영양로션, 맛사지크림, 영양크림, 모이스처크림, 핸드크림, 파운데이션, 에센스, 영양에센스, 팩, 비누, 클렌징폼, 클렌징로션, 클렌징크림, 바디로션 및 바디클린저로 구성된 군으로부터 선택되는 어느 하나의 제형인, 화장료 조성물.

<p style="text-align: center;"><b>출원 번호 통지서</b></p> <p>출원 일자 2020.02.14      특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)      출원 번호 10-2020-0018265 (접수번호 1-1-2020-0158490-36)      출원인 명칭 주식회사 미래셀바이오(1-2006-053453-8)      대리인 성명 특허법인우한(9-2007-100061-4)      발명자 성명 김은영 박세필      발명의 명칭 제주 후우 태반 추출물을 유효성분으로 함유하는 화장료 조성물 및 이의 제조방법</p> <p style="text-align: center;"><b>특 허 청 장</b></p> <p style="text-align: center;">&lt;&lt;인내&gt;&gt;</p> <p>1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.      2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입명수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.      ※ 납부자번호: 0131(기안코드) + 접수번호      3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.      ※ 특허국(patent.go.kr) 접속 &gt; 민원서비스 &gt; 우송서비스 &gt; 특허법서행적 및지 제2호 서식      4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의결서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.      5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.      ※ 제2인내: <a href="http://www.kipo.go.kr">http://www.kipo.go.kr</a> 특허담당-PCT/마드리드      ※ 우선권 인정기간: 특허-실용신안은 12개월, 상표: 디자인은 6개월 이내      ※ 미국특허청의 선출원권 기조로 우리나라에 우선권 주장할 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선 출원인 1개월 이내에 미국특허청 표제지(전자적교원가서(PUSUB39))를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.      6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.      ※ 특허출원 10-2010-00000000, 상표등록출원 40-2010-00000000      7. 출원인이 지우수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 숨겨하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.      8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 통보된 안내서를 참조하시기 바랍니다.</p> <p style="text-align: center;">출원 (2020.02.14.)</p>	 <p style="text-align: center;"><b>특허증</b> CERTIFICATE OF PATENT</p> <p>특허 제 10-2204495 호 Patent Number</p> <p>출원번호 제 10-2020-0018265 호 Application Number</p> <p>출원일 2020년 02월 14일 Filing Date</p> <p>등록일 2021년 01월 13일 Registration Date</p> <p>발명의명칭 Title of the Invention 제주 후우 태반 추출물을 유효성분으로 함유하는 화장료 조성물 및 이의 제조방법</p> <p>특허권자 Patentee 등록사항만에 기재</p> <p>발명자 Inventor 등록사항만에 기재</p> <p>위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다. This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.</p> <p style="text-align: center;">2021년 01월 13일</p> <p style="text-align: center;"><b>특허청장</b> COMMISSIONER KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE 김은래</p> <p style="text-align: center;">특허청 Korean Intellectual Property Office</p> <p style="text-align: center;">등록 제10-2204495 (2021.01.13.)</p>
--	--



(2) 원료등록

- 확보된 제주흑우 태반 가수분해 추출물 원료의 국제화장품원료사전 (International Cosmetic Ingredient Dictionary, ICID) 등재를 위해 제조방법을 정리하여 PCPC에 신청함.
- INCI 수재 내용 (Trade Name : Jeju Black Cattle Placenta Extract)

**International Nomenclature Committee Information:**

**Anticipated Committee Review Date:**

**Ingredient:** Human/Animal

Jeju Black Cattle Placenta Extract is the powder obtained from the acid hydrolysis and freeze-dried of whole Jeju Black Cattle placental tissues.

**Trade Name:** Jeju Black Cattle Placenta Extract

**Suggested INCI Name:** Jeju Black Cattle Placenta Extract

**References:** NA

**CAS Number:** NA

**EINECS/ELINCS Number:** NA

**Chemical Synonyms:** NA

**Composition Statement:** Jeju Black Cattle Placenta Extract 100%

**Manufacturing Method:** (1)Recovery of Jeju Black Cattle Placenta from delivery.  
 (2) Washing of the placental tissues using pure distilled water.  
 (3) Freeze-drying of the whole placental tissues.  
 (4) Wetting of the freeze-dried placenta powder using distilled water.  
 (5) Acid hydrolysis of the wet placental samples using Hcl for 5 hrs.  
 (6) Filtering of the acid treated placental samples.  
 (7) Neutralizing of the acid placental samples using NaOH.  
 (8) Freeze-drying of the final treated placental sample and get yellowish powder, Jeju Black Cattle Placenta Extract.

**Solvents or Diluents:** NA

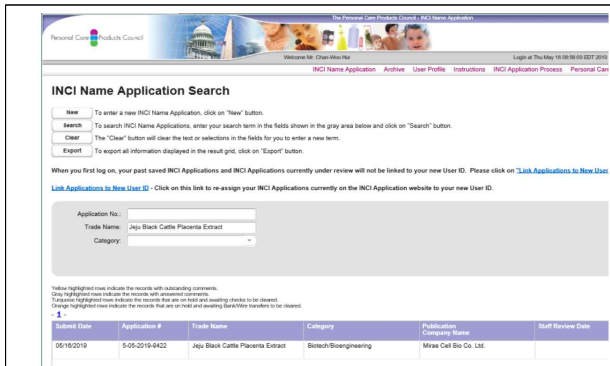
**Function:** Skin-Conditioning Agents - Miscellaneous

**Other Functions:** NA

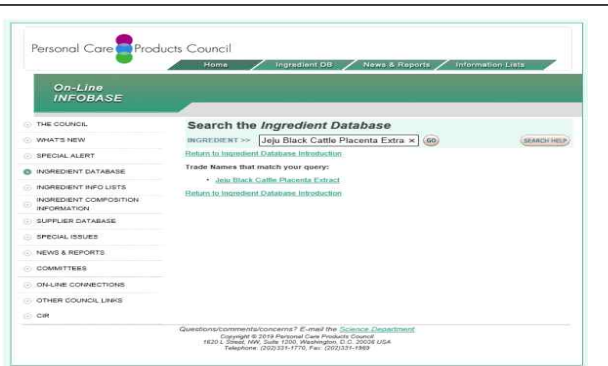
**Protein Information:** NA

**Chemical Structure:** No

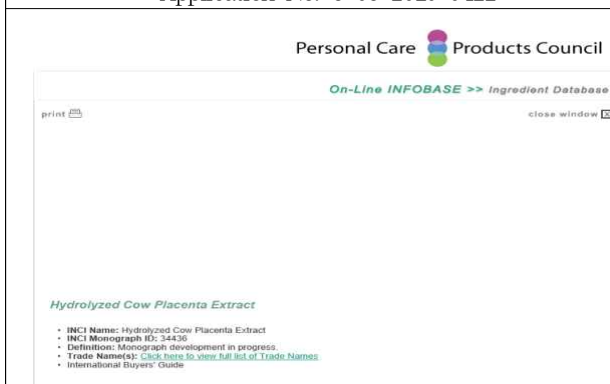
**Attachments (CAS Reports, Literature References, etc.):**



PCPC 신청 (2019.05.16.)  
Application No. 5-05-2019-9422



ICID 등록 결정 (2019.10.21.)



등록내용 - INCI Name : Hydrolyzed Cow Placenta Extract  
 - Trade Name : Jeju Black Cattle Placenta Extract (Mirae Cell Bio Co., Ltd)



○ 대한화장품 협회 원료 등록 (2020.06.31.)

- 아래와 같이 원료 등록 절차를 밟아 하이드롤라이즈드소태반추출물로 등록을 완료함.

등록일자 2020.06.31

**화장품 성분명 표준화 위원회 결과 통보서**

신청서 번호	회사명	(주)미래셀바이오	상품명	표준명
	주소	서울 강동구 길수이로 147 (길수동2가) 18층 201호		
접수번호	200420-10-00005			
표준화 성분명	하이드롤라이즈드소태반추출물			
상품명	제주흑우태반추출물, JBC-PE			

**※유의사항**

귀사에서 신청하신 화장품 성분명에 대해 화장품 성분명 표준화 위원회의 검토를 거쳐 그 결과를 통보하오니 확인하시기 바랍니다. 확정된 표준화 성분명은 성분사전 사이트에서 확인할 수 있습니다.

화장품 성분사전은 '화장품 전성분표시'에 사용하는 표준화 명칭을 제공하기 위한 것으로 성분사전에 등재된 모든 원료들이 반드시 사용할 수 있는 것은 아닙니다.

따라서, 화장품 성분명 표준화 위원회는 신청하신 성분의 안전성, 원료의 사용가능성을 판단하지 않으니, 화장품 원료의 사용가능성은 「화장품 안전기준 등에 관한 규정」, 「화장품 색소종류 기준 및 시험방법」 등을 확인하시기 바랍니다.

2020년 06월 19일

**대한화장품협회**  
성분명 표준화위원회 (직인생략)

**성분 기본정보**

성분코드	22119		
성분명	하이드롤라이즈드소태반추출물	구명칭	
영문명	Hydrolyzed Cow Placenta Extract		
기원 및 정의	이 원료는 소의 태반을 산, 효소 혹은 다른 방법으로 가수분해하고 추출한 것이다.		
배합목적	피부진디서닝제		
화학물분류	협회 회원사 로그인		
성분의 기원	협회 회원사 로그인		
상품명	제주흑우태반추출물, JBC-PE ((주)미래셀바이오)		

(3) 제주흑우 태반추출물 액상제형의 화장품 원료 제품화 서류

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>KOTITI</b> 시험연구원</p> <p style="text-align: center;">시험성적서</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>전화번호</td> <td>02-551-0100~0101</td> <td>팩스번호</td> <td>02-551-0104</td> </tr> <tr> <td>주소</td> <td>02054 서울 강남</td> <td>주소</td> <td>02054 서울 강남</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>제품명</td> <td>JBC-PE</td> <td>검사일자</td> <td>2020.06.19</td> </tr> <tr> <td>제조번호</td> <td>1020-20030-001</td> <td>제조일자</td> <td>2020.03.29</td> </tr> <tr> <td>품질등급</td> <td>2등급</td> <td>검사항목</td> <td></td> </tr> <tr> <td>검출방법</td> <td>공기중입자측정기</td> <td>검출기준</td> <td>2등급</td> </tr> <tr> <td>소재지</td> <td>서울특별시 강남구 테헤란로 147 18층 201호</td> <td>전화번호</td> <td>02-4485-8759</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>시험 항목</th> <th>시험 기준</th> <th>단위</th> <th>결과</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>미</td> <td>0.1mg/m<sup>3</sup></td> <td>40%</td> <td>합격</td> <td>1. 허용 한도 이내 범위 내임</td> </tr> <tr> <td>총 부유물 (총먼질+세균수)</td> <td>0.1mg/m<sup>3</sup></td> <td>CFU/100L</td> <td>&lt;10</td> <td>- 허용 한도 이내 범위 내임</td> </tr> <tr> <td>총 부유물 (총먼질+세균수)</td> <td>0.1mg/m<sup>3</sup></td> <td>CFU/100L</td> <td>&lt;10</td> <td>- 허용 한도 이내 범위 내임</td> </tr> <tr> <td>미생물</td> <td>합격</td> <td>CFU/100L</td> <td>합격</td> <td>- 허용 한도 이내 범위 내임</td> </tr> <tr> <td>내균</td> <td>합격</td> <td>CFU/100L</td> <td>합격</td> <td>- 허용 한도 이내 범위 내임</td> </tr> <tr> <td>총박테리아수</td> <td>합격</td> <td>CFU/100L</td> <td>합격</td> <td>- 허용 한도 이내 범위 내임</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">(사)KOTITI시험연구원</p> </div>	전화번호	02-551-0100~0101	팩스번호	02-551-0104	주소	02054 서울 강남	주소	02054 서울 강남	제품명	JBC-PE	검사일자	2020.06.19	제조번호	1020-20030-001	제조일자	2020.03.29	품질등급	2등급	검사항목		검출방법	공기중입자측정기	검출기준	2등급	소재지	서울특별시 강남구 테헤란로 147 18층 201호	전화번호	02-4485-8759	시험 항목	시험 기준	단위	결과	비고	미	0.1mg/m <sup>3</sup>	40%	합격	1. 허용 한도 이내 범위 내임	총 부유물 (총먼질+세균수)	0.1mg/m <sup>3</sup>	CFU/100L	<10	- 허용 한도 이내 범위 내임	총 부유물 (총먼질+세균수)	0.1mg/m <sup>3</sup>	CFU/100L	<10	- 허용 한도 이내 범위 내임	미생물	합격	CFU/100L	합격	- 허용 한도 이내 범위 내임	내균	합격	CFU/100L	합격	- 허용 한도 이내 범위 내임	총박테리아수	합격	CFU/100L	합격	- 허용 한도 이내 범위 내임	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>미래셀바이오</b></p> <p style="text-align: center;">제품성적서</p> <p>주소: 서울 강동구 길수이로 147 18층 201호 180호 TEL: 02-4485-8759 FAX: 02-4485-8759 http://www.miracellbio.com</p> <p>제품명: 제주흑우 태반추출물 50X (액상용품) * JBC-PE Name : Hydrolyzed Cow Placenta Extract * 제조번호 : JBCPE-200328-001 * 분포일자 : 2020년 03월 29일 * 유효기간 : 그물표고 세출한 곳에서 보관하여 주시기 바랍니다.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TEST ITEMS</th> <th>SPECIFICATION</th> <th>허용 한도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>○ 성분</td> <td>비율비율</td> <td>통제내역</td> </tr> <tr> <td>- 비누(2.0%)</td> <td>1.04</td> <td></td> </tr> <tr> <td>○ pH(2.0%)</td> <td>7.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>○ 미생물시험</td> <td></td> <td>합격</td> </tr> <tr> <td>- 세균</td> <td>&lt;10</td> <td>합격</td> </tr> <tr> <td>- 곰팡이</td> <td>&lt;10</td> <td>합격</td> </tr> <tr> <td>- 효모(대장균, 유산균, 황색포도상구균)</td> <td>불검출</td> <td>합격</td> </tr> <tr> <td>○ 중금속시험</td> <td></td> <td>합격</td> </tr> <tr> <td>- 납</td> <td>불검출</td> <td>20 μg/ml 이하</td> </tr> <tr> <td>- 카드뮴</td> <td>불검출</td> <td>10 μg/ml 이하</td> </tr> <tr> <td>○ 무당성분(%)</td> <td></td> <td>99.0%</td> </tr> <tr> <td>- 제초유리산추출물</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- L-2-Hydroxyacid, Caprylyl Glycol, Glycerine Glycol, Biotin, Nipagin(Acid) Fruit Extract</td> <td>1.0%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>원재료</td> <td>적합</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> </div>	TEST ITEMS	SPECIFICATION	허용 한도	○ 성분	비율비율	통제내역	- 비누(2.0%)	1.04		○ pH(2.0%)	7.2		○ 미생물시험		합격	- 세균	<10	합격	- 곰팡이	<10	합격	- 효모(대장균, 유산균, 황색포도상구균)	불검출	합격	○ 중금속시험		합격	- 납	불검출	20 μg/ml 이하	- 카드뮴	불검출	10 μg/ml 이하	○ 무당성분(%)		99.0%	- 제초유리산추출물			- L-2-Hydroxyacid, Caprylyl Glycol, Glycerine Glycol, Biotin, Nipagin(Acid) Fruit Extract	1.0%		원재료	적합		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;"><b>미래셀바이오</b></p> <p style="text-align: center;">MATERIAL SAFETY DATA SHEET</p> <p style="text-align: center;">(물질안전보건자료)</p> <p>1. 제품과 제조사에 대한 정보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>제품명 : 제주흑우태반추출물50X</li> <li>제조회사명 : 미래셀바이오</li> <li>주소 : 서울특별시 강남구 테헤란로 147 18층 201호</li> <li>전화번호 : 02-4485-8759</li> <li>FAX : 02-4485-8759</li> </ul> <p>2. 위험성</p> <p>3. 물리적·화학적 정보</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>함량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>제주흑우태반추출물 50X Oleic Acid, Cow Placenta Extract</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>L-2-Hydroxyacid, Caprylyl Glycol, Glycerine Glycol, Biotin, Nipagin(Acid) Fruit Extract</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>INCI Name</td> <td>Case Number</td> </tr> <tr> <td>Hydrolyzed Cow Placenta Extract</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>4. 화학적 위험성</p> <p>5. 화재의 위험성</p> <p>6. 폐기처리의 방법</p> </div>	Name	함량	제주흑우태반추출물 50X Oleic Acid, Cow Placenta Extract	99%	L-2-Hydroxyacid, Caprylyl Glycol, Glycerine Glycol, Biotin, Nipagin(Acid) Fruit Extract	1%	INCI Name	Case Number	Hydrolyzed Cow Placenta Extract	-
전화번호	02-551-0100~0101	팩스번호	02-551-0104																																																																																																																					
주소	02054 서울 강남	주소	02054 서울 강남																																																																																																																					
제품명	JBC-PE	검사일자	2020.06.19																																																																																																																					
제조번호	1020-20030-001	제조일자	2020.03.29																																																																																																																					
품질등급	2등급	검사항목																																																																																																																						
검출방법	공기중입자측정기	검출기준	2등급																																																																																																																					
소재지	서울특별시 강남구 테헤란로 147 18층 201호	전화번호	02-4485-8759																																																																																																																					
시험 항목	시험 기준	단위	결과	비고																																																																																																																				
미	0.1mg/m <sup>3</sup>	40%	합격	1. 허용 한도 이내 범위 내임																																																																																																																				
총 부유물 (총먼질+세균수)	0.1mg/m <sup>3</sup>	CFU/100L	<10	- 허용 한도 이내 범위 내임																																																																																																																				
총 부유물 (총먼질+세균수)	0.1mg/m <sup>3</sup>	CFU/100L	<10	- 허용 한도 이내 범위 내임																																																																																																																				
미생물	합격	CFU/100L	합격	- 허용 한도 이내 범위 내임																																																																																																																				
내균	합격	CFU/100L	합격	- 허용 한도 이내 범위 내임																																																																																																																				
총박테리아수	합격	CFU/100L	합격	- 허용 한도 이내 범위 내임																																																																																																																				
TEST ITEMS	SPECIFICATION	허용 한도																																																																																																																						
○ 성분	비율비율	통제내역																																																																																																																						
- 비누(2.0%)	1.04																																																																																																																							
○ pH(2.0%)	7.2																																																																																																																							
○ 미생물시험		합격																																																																																																																						
- 세균	<10	합격																																																																																																																						
- 곰팡이	<10	합격																																																																																																																						
- 효모(대장균, 유산균, 황색포도상구균)	불검출	합격																																																																																																																						
○ 중금속시험		합격																																																																																																																						
- 납	불검출	20 μg/ml 이하																																																																																																																						
- 카드뮴	불검출	10 μg/ml 이하																																																																																																																						
○ 무당성분(%)		99.0%																																																																																																																						
- 제초유리산추출물																																																																																																																								
- L-2-Hydroxyacid, Caprylyl Glycol, Glycerine Glycol, Biotin, Nipagin(Acid) Fruit Extract	1.0%																																																																																																																							
원재료	적합																																																																																																																							
Name	함량																																																																																																																							
제주흑우태반추출물 50X Oleic Acid, Cow Placenta Extract	99%																																																																																																																							
L-2-Hydroxyacid, Caprylyl Glycol, Glycerine Glycol, Biotin, Nipagin(Acid) Fruit Extract	1%																																																																																																																							
INCI Name	Case Number																																																																																																																							
Hydrolyzed Cow Placenta Extract	-																																																																																																																							
<p>시험성적서 (납, 비소, 세균, 진균등 검사)</p>	<p>제품성적서</p>	<p>물질안전보건자료</p>																																																																																																																						

라. 제주흑우 태반화장품 시제품 개발

(1) 나노리포솜 제형 및 안정성

(가) 흑우태반원료함량을 5% 조건으로 하고 polyglycerin 유화제를 사용하여 리포솜제형을 제조하여 MF처리를 통해 리포솜 입자가 선명하게 생성됨을 확인하였고 크림, 에센스, 토너 리포솜 제형 모두 균일하게 생성됨을 확인하였음.

표. Polyglycerin 유화제를 사용한 리포솜 제형제조 조건

목록	L01 크림타입	L02 에센스타입	L03 토너타입
Water	To 100	To 100	To 100
Glycerin	40	30	15
Emulsifier	5	3	2.5
MCT Oil	20	10	5
흑우태반추출물	5	5	5
공정	1. 각 수상Part 계량 후 70°C 가온, 분산. 2. 유화제 및 MCT Oil 용해 후 수상Part에 투입, 온도 유지. 3. 유화 및 Homogenizing. 4. 45°C냉각 후 흑우태반 추출물 투입 및 분산. 5. M.F 가동 (조건 : 2Pass, 1000Bar, 35°C 유출)		

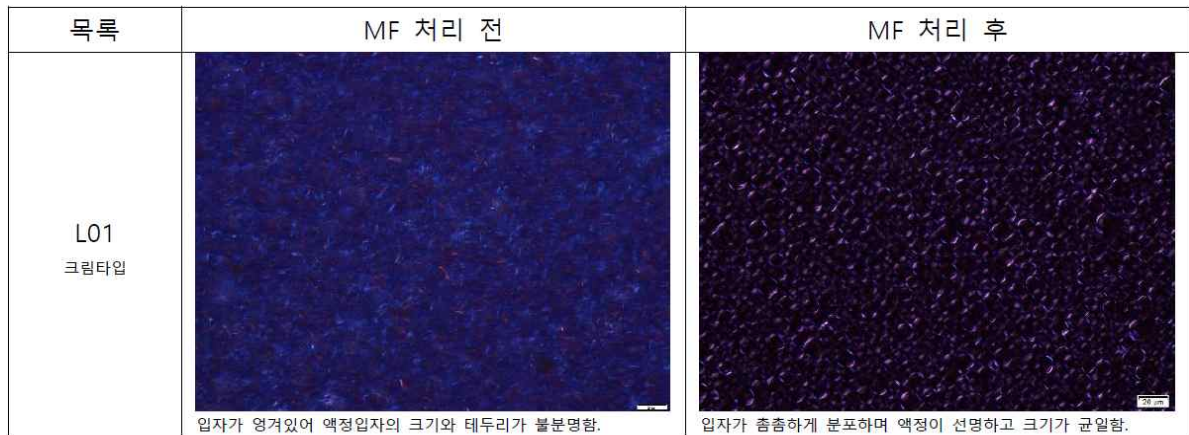


그림 . Polyglycerin을 이용한 크림제형에서 MF처리 전후 리포솜형성입자 사진

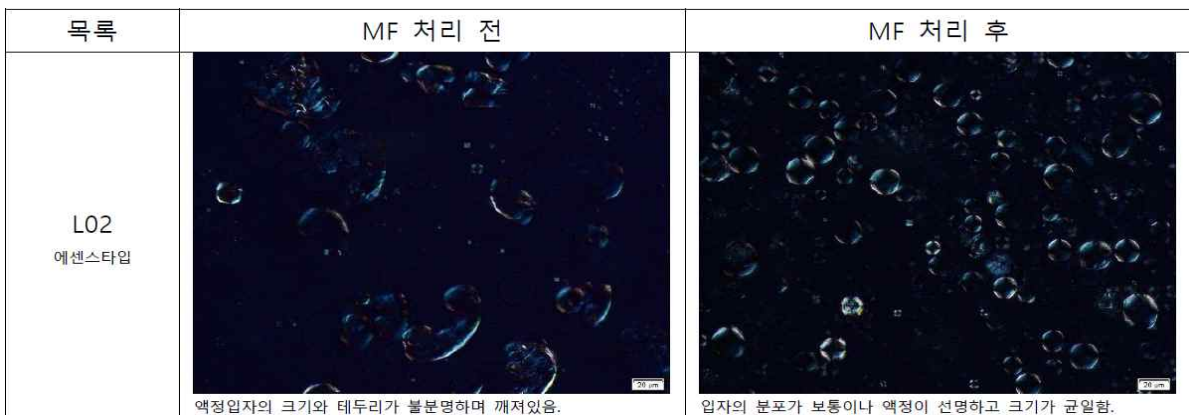


그림 . Polyglycerin을 이용한 에센스제형에서 MF처리 전후 리포솜형성입자 사진

(나) polyglycerin 유화제를 사용하여 제조한 리포솜제형의 물리화학적 안정성을 조사함. 방법은 KFDA 안정성시험 가이드라인에 따라 -20℃, 상온, 50℃의 3가지 온도의 가속조건에서 2주간 가속시험을 통해 사용감, 점도, pH, 비중 변화를 조사하였으나 가속/가속시험에서 두가지 모두 안정한 것으로 나타남.

KRIBS Korea Research Institute of Chemical Technology 한국화학연구원		안정성 체크 리스트														결재	작성	검토	승인	
품명	복우태반추효물 5% MF 저리 (유화제: Polyglycerin Base)														시험목적	안정성 확인			시험기간	2020-11-25 2020-12-09
제조번호 or Lab No.	제조설비	Microfluidizer	제조량												시험자	정수리				
시험항목	시험기준	시험기간															특이사항			
		1일 11월 25일	2일 11월 26일	3일 11월 27일	4일 11월 28일	5일 11월 29일	6일 11월 30일	7일 12월 01일	8일 12월 02일	9일 12월 03일	10일 12월 04일	11일 12월 05일	12일 12월 06일	13일 12월 07일	14일 12월 08일	15일 12월 09일				
내용물 안정도 (가속조건)	50°C (24H)	-	-	-	o	-	-	-	o	-	-	-	o	-	-	-	-	-		
	25°C (24H)	o	-	o	-	o	-	o	-	o	-	o	-	o	-	o	-	-		
	-20°C (24H)	-	o	-	-	-	o	-	-	-	o	-	-	-	-	o	-	-		
사용감	사용감 비교	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	-		
점도	05 ~ 15 dpa.s (1pin, 25°C)	8.0	7.5	8.0	8.0	7.5	8.0	8.0	7.5	7.5	8.0	8.0	8.0	7.5	7.5	8.0	-			
pH	6.00 ~ 7.00 (29→30 Solution, 25°C)	6.67	6.71	6.64	6.68	6.65	6.69	6.69	6.65	6.67	6.7	6.65	6.66	6.67	6.69	6.69	-			
비중	1.10 ~ 1.20 (25°C, 비중병)	1.177	1.175	1.176	1.175	1.177	1.178	1.175	1.176	1.178	1.176	1.177	1.176	1.174	1.175	1.177	-			

### 점도

일	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
점도	8.0	7.5	8.0	8.0	7.5	8.0	8.0	7.5	7.5	8.0	8.0	8.0	7.5	7.5	8.0

### pH

일	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
pH	6.67	6.71	6.64	6.68	6.65	6.69	6.69	6.65	6.67	6.7	6.65	6.66	6.67	6.69	6.69

### 비중

일	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
비중	1.177	1.175	1.176	1.175	1.177	1.178	1.175	1.176	1.178	1.176	1.177	1.176	1.174	1.175	1.177

(다) Turbiscan은 Multiple Light Scattering을 Emission-Near IR (880nm)에서 Transmission & Backscattering Photodiodes 측정장치를 이용하여 분석시료의 Liquid Dispersion (Emulsions, Suspensions and Foams)을 200배 감도로 제형 변화 안정성을 분석할수 있는 장치로 이를 이용하여 화장품 제형의 안정성을 분석함. 3일간 측정을 통해 3 x 200 = 600일, 즉 약 2년 동안의 리포솜 제형안정성을 예측할 수 있었음.

### 5% 함유 Cream 제형

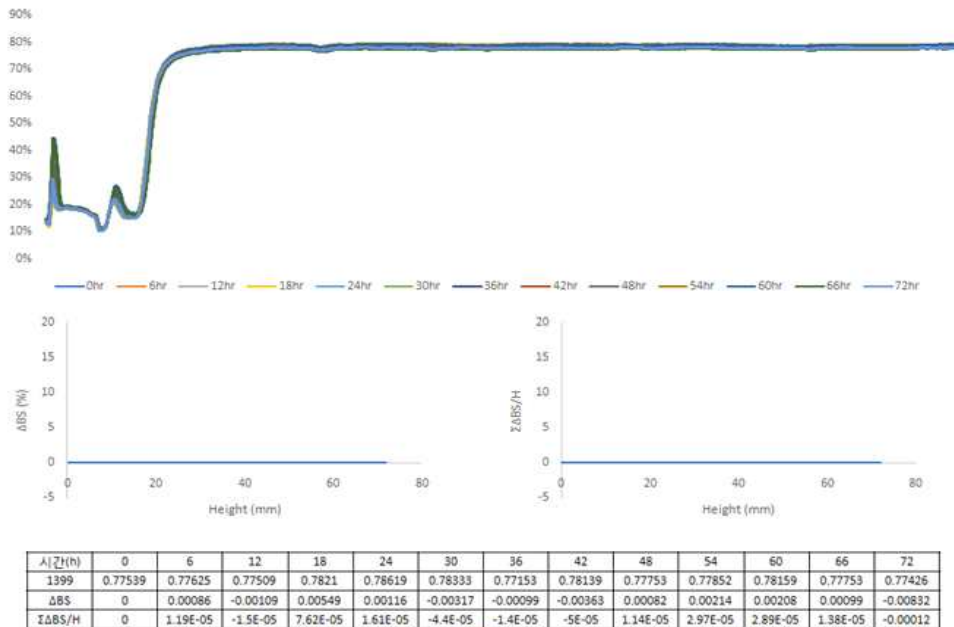


그림. 리포솜 5%가 첨가된 화장품제형의 Turbiscan 측정 안정성 조사

(라) 리포솜 첨가된 화장품제형의 미생물 안전성을 조사함. 방법은 KFDA 화장품 안전기준 등에 관한 규정 중 미생물시험법에 따라 수행함. 1차 미생물시험에서 대조군과 비교 시 미생물의 발견되지 않음을 확인하였고 2주뒤 반복적인 2차 미생물시험에서도 1차 때와 동일하게 미생물이 발견되지 않음으로 미생물 안전성을 확인함.

미생물 시험 결과

시험자: 석주영

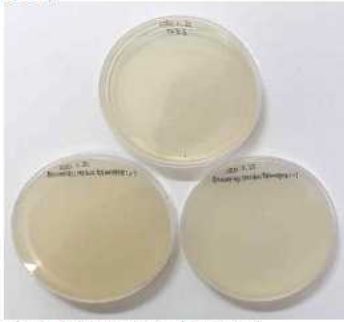
미생물 시험 결과

시험자: 석주영

시험 일자 : 2020.11.26  
 시험 제품명 : 특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 1%)  
 시험 방법 : 화장품 안전기준 등에 관한 규정 중 미생물 시험법에 준함

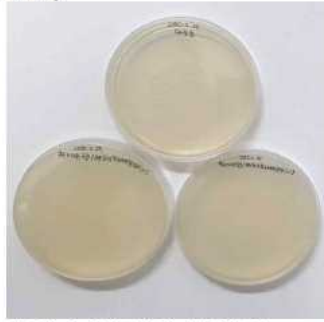
시험 일자 : 2020.11.26  
 시험 제품명 : 특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 5%)  
 시험 방법 : 화장품 안전기준 등에 관한 규정 중 미생물 시험법에 준함

[시험 결과]



- 대조군과 비교하여 미생물이 발견되지 않음.

[시험 결과]



- 대조군과 비교하여 미생물이 발견되지 않음.

[적합 여부]

특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 1%)은 적합합니다.

[적합 여부]

특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 5%)은 적합합니다.

(a) 1차 미생물검사 결과

미생물 시험 결과

시험자: 석주영

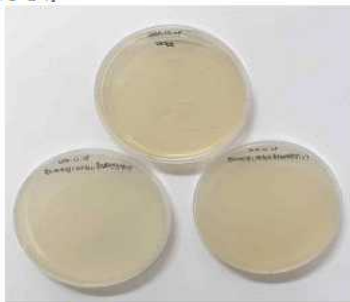
미생물 시험 결과

시험자: 석주영

시험 일자 : 2020.12.09  
 시험 제품명 : 특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 1%)  
 시험 방법 : 화장품 안전기준 등에 관한 규정 중 미생물 시험법에 준함

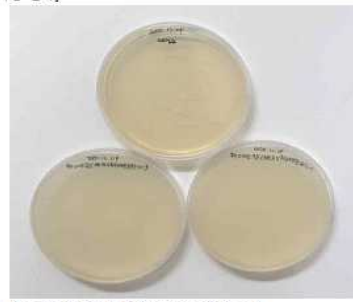
시험 일자 : 2020.12.09  
 시험 제품명 : 특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 5%)  
 시험 방법 : 화장품 안전기준 등에 관한 규정 중 미생물 시험법에 준함

[시험 결과]



- 대조군과 비교하여 미생물이 발견되지 않음.

[시험 결과]



- 대조군과 비교하여 미생물이 발견되지 않음.

[적합 여부]

특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 1%)은 적합합니다.

[적합 여부]

특수태반크림 (MF처리 특수태반함량 5%)은 적합합니다.

(b) 2차 미생물검사 결과


그림. 리포솜 5% 첨가된 화장품 제형의 미생물안전성 조사

(2) 후우태반크림 시제품 전성분

제 품 명	후우 태반크림 (전성분)			작 성 일
				2020.08.13
순 서	INCI NAME	한 글 명	규격	합 량 (%)
1	Water	정제수	ICID	적량
2	Butylene Glycol	부틸렌글라이콜	ICID	적량
3	Neopentyl Glycol Diheptanoate	네오펜틸글라이콜다이헵타노에이트	ICID	적량
4	Glycerin	글리세린	ICID	적량
5	C12-16 Alcohols	C12-16알코올	ICID	적량
6	Niacinamide	나이아신아마이드	ICID	적량
7	Cynanchum Atratum Extract	백미꽃추출물	ICID	적량
8	Cetearyl Alcohol	세테아릴알코올	ICID	적량
9	Butyrospermum Parkii (Shea) Butter	시어버터	ICID	적량
10	Dimethicone	다이메티콘	ICID	적량
11	Sasa Quelpaertensis Extract	제주조릿대추출물	ICID	적량
12	Hydrolyzed Cow Placenta Extract	하이드롤라이즈드소태반추출물	ICID	적량
13	Oryza Sativa (Rice) Extract	쌀추출물	ICID	적량
14	Camellia Sinensis Leaf Extract	녹차추출물	ICID	적량
15	Opuntia Ficus-Indica Stem Extract	보검선인장줄기추출물	ICID	적량
16	Illicium Verum (Anise) Fruit Extract	스타아니스추출물	ICID	적량
17	Hydrolyzed Hyaluronic Acid	하이드롤라이즈드하이알루로닉에씨드	ICID	적량
18	Aloe Barbadosensis Leaf Extract	알로에베라잎추출물	ICID	적량
19	Sodium Hyaluronate	소듐하이알루로네이트	ICID	적량
20	Aloe Barbadosensis Leaf Juice	알로에베라잎즙	ICID	적량
21	rh-Polypeptide-7	알에이치-폴리펩타이드-7	ICID	적량
22	rh-Oligopeptide-1	알에이치-올리고펩타이드-1	ICID	적량
23	Acetyl Hexapeptide-8	아세틸헥사펩타이드-8	ICID	적량
24	Simmondsia Chinensis (Jojoba) Seed Oil	호호바씨오일	ICID	적량
25	Camellia Japonica Seed Oil	동백나무씨오일	ICID	적량
26	Persea Gratissima (Avocado) Oil	아보카도오일	ICID	적량
27	Glycine Soja (Soybean) Oil	돌콩오일	ICID	적량
28	Dipropylene Glycol	다이프로필렌글라이콜	ICID	적량
29	Hydrogenated Lecithin	하이드로제네이티드레시틴	ICID	적량
30	Dipotassium Glycyrrhizate	다이포타슘글리시리제이트	ICID	적량
31	Adenosine	아데노신	ICID	적량
32	Disodium EDTA	다이소듐이디티에이	ICID	적량
33	Carbomer	카보머	ICID	적량
34	Arginine	알지닌	ICID	적량
35	Glyceryl Acrylate/Acrylic Acid Copolymer	글리세릴아크릴레이트/아크릴릭에씨드코폴리머	ICID	적량
36	1,2-Hexanediol	1,2-헥산다이올	ICID	적량
37	Caprylyl Glycol	카프릴릴글라이콜	ICID	적량
38	Palmitic Acid	팔미틱에씨드	ICID	적량
39	Sodium Oleate	소듐올리레이트	ICID	적량
40	Ethylhexylglycerin	에틸헥실글리세린	ICID	적량
41	Phenoxyethanol	페녹시에탄올	ICID	적량
42	Eucalyptus Globulus Leaf Oil	유칼립투스잎오일	ICID	적량
43	Lavandula Angustifolia (Lavender) Oil	라벤더오일	ICID	적량
44	Linalool	리날롤	ICID	적량
				0.000000

○ 사용방법 : 아침, 저녁으로 세안 후 적당량을 얼굴 전체에 골고루 도포 후 부드럽게 문질러 흡수되었음.

○ 태반화장품 시제품 테스트

1차 (200417)	품평결과
	<p><u>*중장년층 (50~60대, 5인)</u>                      A - 1) 따끔거림, 알로에성분있는가?, 2) 발림성 : 좋음, 3) 보습력 : 7시간정도, 4) 향 : 좋음                      B - 1) 대체적으로 만족, 2) 향 : 인삼향?                      C - 1) 마일드함, 2) 향 : 산뜻했으면 좋겠다</p> <p><u>*젊은층 (20~30대, 4인)</u>                      A - 1) 전반적으로 만족, 2) 향 : 바꿨으면                      B - 1) 보습력 : 유분이 많음, 2) 향 : 좋음</p> <p><u>*토의결과</u>                      1. 타겟 : 중장년층                      2. 향 : 조정필요 - 인조향으로 시스리향으로 일단 진행                      3. 사용감 : 보습계 등으로 조절                      4. 컨셉성분 추가 : 제주산 원료                      5. 태반원료 진행 리포솜으로                      6. 제형 2가지로 하여 연령 선택적 또는 병용사용형태로 제품화                      1) 하이드레이션크림 (젊은층) : 수분크림 -&gt; 예) 듀이셀크림                      2) 뉴트리션 크림 (중장년층) : 고영양크림</p>
흑우태반크림 1종	수정 필요

2차 (200513)	품평결과
	<p><u>*중장년층 (50~60대, 5인)</u>                      A - 1) 향: 좋음, 2) 발림성 : 좋음, 3) 보습력 : 보통, 4) 촉촉함                      B - 1) 전반적으로 만족, 2) 향 : 만족 3) 수분크림 알갱이 좋음                      C - 1) 향 약함 2) 발림감 좋고 흡수력 지속성 좋음. 피부톤 맑아지는 듯                      D - 1) 향 좋음 2) 발림감 좋음. 크림 스타일 마음에 듦                      E - 1) 향 거의 없음, 2) 발림감 좋음. 3) 촉촉함 4) 유분감 적어 좋음.</p> <p><u>*젊은층 (30대, 3인)</u>                      A - 1) 전반적으로 만족, 2) 향: 만족, 3) 보습력 더 좋으면                      B - 1) 흡수 : 좋음, 2) 자극 : 없음. 크림 스타일이나 지속성 좋음.                      C - 1) 향: 좋음, 2) 발림감 좋고 자극 없고 수분감 좋고 지속력 좋음.</p>
흑우태반크림/수분크림 2종	
3차 (200625)	
	<p><u>*토의결과</u>                      1. 3차 시제품(제조일: 200625)보다 2차 시제품(제조일:2020513) 만족도 높음.                      2. 향 : 그대로                      3. 사용감 : 2차 시제품의 크림 스타일로                      4. 컨셉성분 추가 : 제주산 원료                      5. 태반원료 진행 리포솜 결과 나오면 다시 적용하기로                      6. 제형 2가지로 하여 연령 선택적 또는 병용사용형태로 제품화                      1) 하이드레이션크림 (젊은층) : 수분크림                      2) 뉴트리션 크림 (중장년층) : 고영양크림</p>
흑우태반크림/수분크림 2종	2차 시제품 조성으로 최종 결정





표. 흑우태반원료 함유 시제품의 인체접촉테스트 임상 시험 결과

No.	Initial	제품명	KRIBS-TB-AW-C-01		
			30분 후	24시간 후	48시간 후
1	KJS	-	-	-	
2	YYT	-	-	-	
3	LBO	-	-	-	
4	HSN	-	-	-	
5	JYS	-	-	-	
6	OUJ	-	-	-	
7	IHJ	-	-	-	
8	MES	-	-	-	
9	JMO	-	-	-	
10	RIS	-	-	-	
11	PMJ	-	-	-	
12	JJH	-	-	-	
13	SAS	-	-	-	
14	KJI	-	-	-	
15	JJI	-	-	-	
16	YJS	-	-	-	
17	JSG	-	-	-	
18	YHH	-	-	-	
19	KJH	-	-	-	
20	CMW	-	-	-	
21	LHJ	-	-	-	
22	LJO	-	-	-	
23	LJY	-	-	-	
24	KMH	-	-	-	
25	LYE	-	-	-	
26	KY	-	-	-	
27	LJA	-	-	-	
28	AIK	-	-	-	
29	SMY	-	-	-	
30	SYM	-	-	-	
반응도	±	0	0	0	
	+	0	0	0	
	++	0	0	0	
	+++	0	0	0	
Mean score :			0.00		
판 정			무자극		

(4) 제주흑우 태반화장품 시제품 임상시험

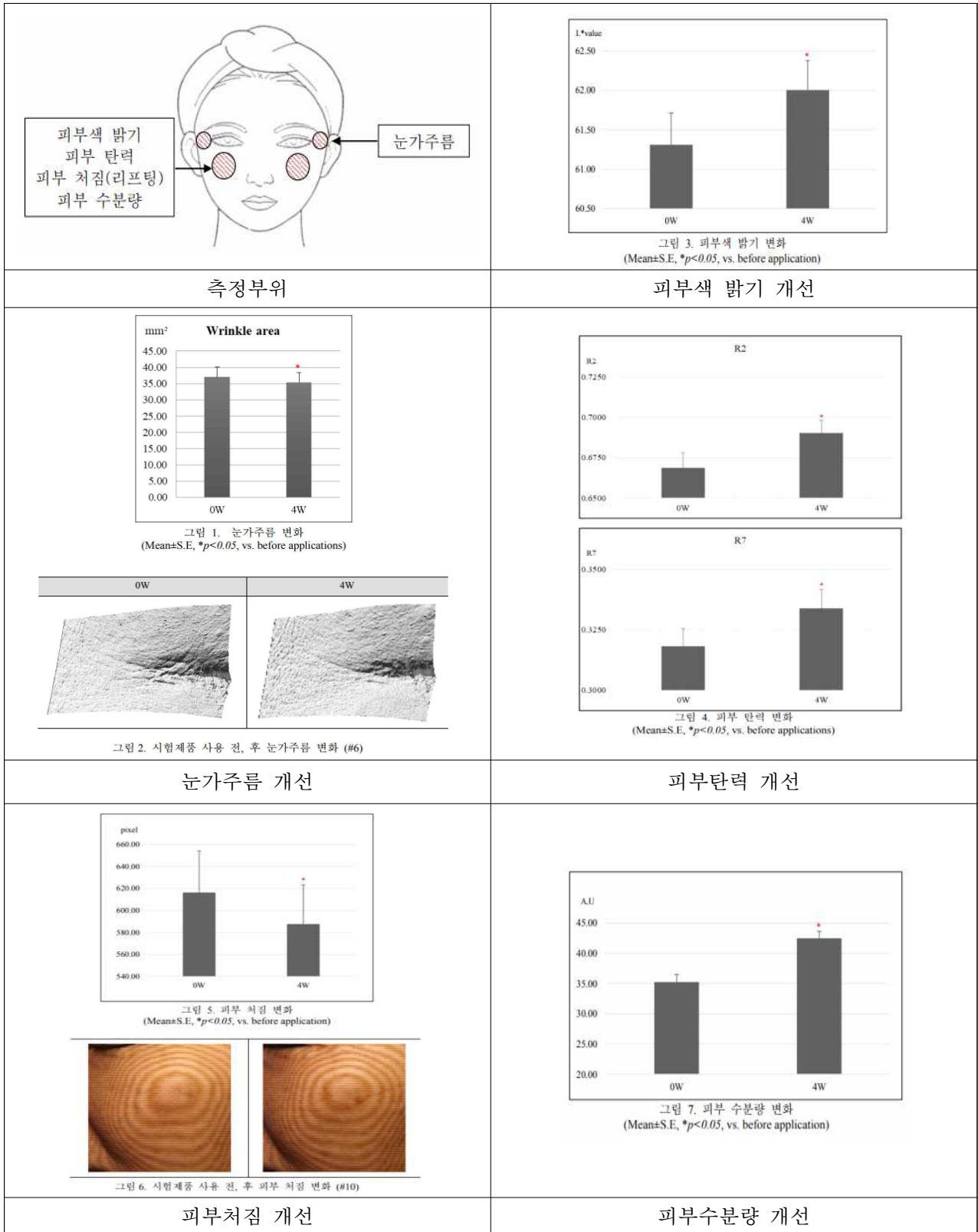


그림. 제주흑우 태반화장품 시제품 임상시험

표. 제주흑우 태반화장품 임상시험 결과 요약

시험명	화장품 1종에 대한 인체피부 개선 효능 평가		
시험번호	KHUSBS 2020-021	시험기간	2020.10.05. ~2020.11.02
의뢰기관/모니터	미래셀바이오/김은영		
시험수행기관	경희대학교 피부생명공학센터		
시험제품	흑우태반크림		
시험방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험대상자: 만 30~59 세의 여성 20 명</li> <li>- 평가시점: 시험제품 사용 전(0W), 4 주 사용 후(4W)</li> <li>- 시험제품사용: 아침, 저녁 세안 후 기초화장품 마지막 단계에서 얼굴 전체에 도포하고 흡수시킴</li> <li>- 시험부위: 눈가, 뺨 (좌 or 우, randomization)</li> <li>- 평가항목: 기기측정 (눈가주름, 피부색 밝기, 피부 탄력, 피부 처짐(리프팅), 피부 수분량, 설문 평가</li> </ul>		
시험결과	<p>1. 시험대상자 특성 본 시험은 만 37~57 세의 선정 및 제외기준에 부합하는 시험대상자 20 명을 대상으로 하였으며, 모든 시험대상자가 시험의 전 과정을 성실히 수행하여 총 20 명 (평균연령: 47.1±5.0 세)이 결과 분석에 포함되었다.</p> <p>2. 기기측정 결과</p> <p>1) 눈가주름 제품 사용 전과 비교하여, 제품 4 주 사용 후 눈가주름(Wrinkle count, Wrinkle volume, Wrinkle area)이 유의하게 감소(개선)하였다(p&lt;0.05).</p> <p>2) 피부색 밝기 제품 사용 전과 비교하여, 제품 4 주 사용 후 피부색 밝기(L*Value)가 유의하게 증가(개선)하였다(p&lt;0.05).</p> <p>3) 피부 탄력 제품 사용 전과 비교하여, 제품 4 주 사용 후 피부 탄력(R2, R7)이 유의하게 증가(개선)하였다(p&lt;0.05).</p> <p>4) 피부 처짐(리프팅) 제품 사용 전과 비교하여, 제품 4 주 사용 후 피부 처짐(Distance)이 유의하게 감소(개선)하였다(p&lt;0.05).</p> <p>5) 피부 수분량 제품 사용 전과 비교하여, 제품 4 주 사용 후 피부 수분량(A.U)이 유의하게 증가(개선)하였다(p&lt;0.05).</p> <p>3. 설문 평가</p> <p>1) 효능에 관한 설문 결과, '피부 탄력이 좋아진 것 같다', 피부가 전반적으로 좋아진 것 같다' 항목에서 80%, '피부가 촉촉해진 것 같다' 항목에서 100%의 긍정적인 응답을 나타냈다.</p> <p>2) 사용성 평가 설문 분석 결과, '제품의 점도는 어떻습니까?', '제품의 발림성은 어떻습니까?' 항목에서 70% 이상 긍정적인 응답을 나타냈다.</p>		
결론	본 시험결과, 시험제품 [흑우태반크림]은 4 주 사용 후 눈가주름, 피부색 밝기, 피부 탄력, 피부 처짐(리프팅), 피부 수분량 개선에 도움을 주는 것으로 판단된다.		

마. 제주흑우 태반화장품 브랜드 개발

(1) 블랙플라 BI (brand image)

- 제주흑우의 우수성과 희소가치를 포함한 프레스티지 럭셔리 바이오 화장품
- 상표출원: 2021.05.27. 등록; 2022.08.25. (제40-0106064호)

	<table border="1"> <tr> <td>Brand Mission</td> <td>세계 자연 유산인 청정 지역 제주에서 자란 흑우의 태반추출물을 통해 각종 영양성분과 기능성분들 뿐 아니라 세포활성 효과를 기대하고, 피부의 재생 및 주름개선, 미백작용에 도움을 주는 고품격 스킨케어 코스메틱입니다.</td> </tr> <tr> <td>Essence</td> <td>천연, 줄기세포, 재생, 생명과학, 투명</td> </tr> <tr> <td>Brand Concept</td> <td>제주 천연기념물 흑우의 태반 추출물을 담은 고품격 스킨케어</td> </tr> <tr> <td>Brand Target</td> <td>304050 여성</td> </tr> <tr> <td>Tone &amp; Manner</td> <td>Black &amp; White/ 고품격, 젠틀, 스마트</td> </tr> </table>	Brand Mission	세계 자연 유산인 청정 지역 제주에서 자란 흑우의 태반추출물을 통해 각종 영양성분과 기능성분들 뿐 아니라 세포활성 효과를 기대하고, 피부의 재생 및 주름개선, 미백작용에 도움을 주는 고품격 스킨케어 코스메틱입니다.	Essence	천연, 줄기세포, 재생, 생명과학, 투명	Brand Concept	제주 천연기념물 흑우의 태반 추출물을 담은 고품격 스킨케어	Brand Target	304050 여성	Tone & Manner	Black & White/ 고품격, 젠틀, 스마트
Brand Mission	세계 자연 유산인 청정 지역 제주에서 자란 흑우의 태반추출물을 통해 각종 영양성분과 기능성분들 뿐 아니라 세포활성 효과를 기대하고, 피부의 재생 및 주름개선, 미백작용에 도움을 주는 고품격 스킨케어 코스메틱입니다.										
Essence	천연, 줄기세포, 재생, 생명과학, 투명										
Brand Concept	제주 천연기념물 흑우의 태반 추출물을 담은 고품격 스킨케어										
Brand Target	304050 여성										
Tone & Manner	Black & White/ 고품격, 젠틀, 스마트										
<p>브랜드 로고 이미지</p>	<p>브랜드 이미지 의미</p>										
											
<p>브랜드 특성 1</p>	<p>브랜드 특성 2</p>										

그림. 블랙플라 BI (brand image)

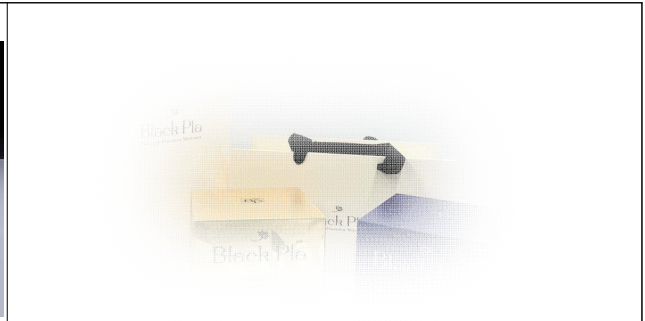
바. 제주흑우 태반화장품 제품화

(1) 기능성화장품 2종 생산

- 영양크림, 수분크림 2종세트
- 주름개선, 미백 2종 기능성 화장품
- 주요원료: 흑우태반추출물, 인체지방줄기세포배양액
- 특수공법: 나노리포솜 제형, 보습 및 원료흡수 극대화



제품 이미지



포장 이미지 (단품, 세트)

### 제주흑우 태반은?



**각종 영양, 기능 성분 포함!**

단백질, 탄수화물, 지방질의 3대 영양소를 비롯하여 아미노산 및 활성 펩타이드 등 각종 영양, 기능 성분들을 포함하고 있습니다.



**세포활성 성분 포함!**

간세포증식인자(HGF), 신경세포증식인자(NGF), 표피세포증식인자(EGF), 섬유세포 증식인자(FGF), 인슐린성장인자(IGF) 등도 포함되어 있어 세포 활성 효과를 기대할 수 있습니다.

주요원료 설명 1

### 인체지방줄기세포배양액 함유

(주)미레셀바이오팜의 독자적인 기술로 만들어진 인체지방줄기세포배양액은 다양한 개선효과를 보여줍니다.

#  
주름개선

#  
보습

#  
피부개선

#  
미백

주요원료 설명 2

## 블랙플라 프레스티지 럭스 크림

바이오와 제주흑우 태반으로  
피부 중심을 잡다



**프레스티지 럭스 크림 (50ml)**

**미백/주름개선 기능성 화장품**

제주흑우의 태반 성분과 인체지방줄기세포 배양액을 함유한 고품격 이중 기능성 영양크림

**전성분**

하이드롤라이즈드스테반추출물, 부틸렌글라이콜, 네오펜틸글라이콜다이헥타노에이트, 글리세린, 정제수, C12-16알코올, 나이아신아마이드, 인체지방세포배양액, 팔미틱에씨드, 세테아일알코올, 시어버터, 다이메티콘, 백미꽃추출물, 포로피리돈 크루엔투스추출물, 알로에베라잎즙, 아세틸헥사펩타이드-8, 알에이치-폴리펩타이드-7, 알에이치-올리고펩타이드-1, 소듐하이알루로네이트, 스타아니스추출물, 다이포타슘글리시리레이트, 폴루란, 호호바씨오일, 동백나무씨오일, 아보카도오일, 들꽃오일, 아데노신, 하이드로제네이티드레시틴, 하이드록시프로필메틸셀룰로오스, 하이드롤라이즈드하이알루로닉에씨드, 카프릴릴글라이콜, 카보머, 알자닌, 폴리글리세릴-3메틸글루코오스다이스테아레이트, 글리세릴아크릴레이트/아크릴릭에씨드코폴리머, 라벤더오일, 유칼립투스오일, 리날롤, 다이소듐 이디티에이, 패녹시에탄올, 소듐올리레이트, 1,2-헥산다이올, 카프릴릭/카프릴트라이글리세라이드

제품 1

## 블랙플라 프레스티지 하이dra 크림

바이오와 제주흑우 태반으로  
피부 중심을 잡다



**프레스티지 하이dra 크림 (50ml)**

**미백/주름개선 기능성 화장품**

제주흑우의 태반 성분과 인체지방줄기세포 배양액을 함유한 고품격 이중 기능성 수분크림

**전성분**

하이드롤라이즈드스테반추출물, 글리세린, 부틸렌글라이콜, 정제수, 사이클로펜타실록세인, 글리세레스-26, 나이아신아마이드, 피이지/피피지-17/6코폴리머, 인체지방세포배양액, 백미꽃추출물, 알로에베라잎추출물, 스타아니스추출물, 판테놀, 알에이치-올리고펩타이드-1, 아데노신, 소듐하이알루로네이트, 글리세릴스테아레이트, 피이지-100스테아레이트, 암모늄아크릴로일다이메틸타우레이트/브이피코폴리머, 세테아일알코올, 다이메티콘, 카프릴릭/카프릴트라이글리세라이드, 카프릴릴글라이콜, 옥수수전분, 토크메필아세티트, 마이크로크리스탈린셀룰로오스, 만니톨, 알란토인, 다이메티콘/비닐다이메티콘크로스폴리머, 폴리글리세릴-3 메틸글루코오스다이스테아레이트, 전란검, 다이소듐이디티에이, 카보머트로메타인, 하이드로제네이티드레시틴, 라벤더오일, 유칼립투스오일, 1,2-헥산다이올

제품 2

그림. 블랙플라 BI

(2) 보고

○ 미백·주름개선 이중기능성 제품 보고는 식약처에, 원료목록보고는 대한화장품협회에 하였음.

기능성화장품 심사 제의 품목 보고서 [ 제2호 ]			
신청인	상 호 (주)미려셀비아도	등록번호	1895
	영 역	관 령	주인등록번호 04년 05월 24일
	스 자 기	주요특성사 항목? (주-수입로 147, 189호 1892, 1908, 1926호) (부-수입로 2기, 수입로연차)	진 화 번 호
제조소(국)	제조회사명	별칭	제조국
	스 자 기	별칭	별칭
보 고 사 항			
제 목 명	뮌막콜라프렌소틴기형아이드크림		
주 비 - 호 구	별칭		
용 량 - 용 량	별칭		
사 용 상 주의 사항	별칭		
호혜 - 호구를 나타내게 하는 원료의 종류	별칭		
호혜 - 호구를 나타내게 하는 원료의 품명	별칭		
관 령 의 pH	7.92		
「화장품법 시행규칙」 제10조제1항제2호의 기능성화장품	고시한 기준 및 시험방법	나인아신아마이드·아데노신 크림	
	호혜-호구를 나타내게 하는 원료의 규격	KFCC	
「화장품법 시행규칙」 제10조제1항제2호의 기능성화장품	이디 심사받은 품목의 품명		
	합성물질명		
「화장품법 시행규칙」 제10조제1항제3호의 기능성화장품	이디 심사받은 품목의 품명		
	합성물질명		
「화장품법 시행규칙」 제10조제2항에 따라 취와 같이 보고합니다.	이디 심사받은 품목의 품명		
	합성물질명		
2021년 09월 06일			
보 고 인 김은영 (서명 또는 인)			
신용의약품안전청장 귀하			
구비서류: 없음			수수료: 없음
접수번호: 2021000138850 (주)2021022036 보고번호: 20210906			

기능성화장품 심사 제의 품목 보고서 [ 제2호 ]			
신청인	상 호 (주)미려셀비아도	등록번호	1895
	영 역	관 령	주인등록번호 04년 05월 24일
	스 자 기	주요특성사 항목? (주-수입로 147, 189호 1892, 1908, 1926호) (부-수입로 2기, 수입로연차)	진 화 번 호
제조소(국)	제조회사명	별칭	제조국
	스 자 기	별칭	별칭
보 고 사 항			
제 목 명	뮌막콜라프렌소틴기형아이드크림		
주 비 - 호 구	별칭		
용 량 - 용 량	별칭		
사 용 상 주의 사항	별칭		
호혜 - 호구를 나타내게 하는 원료의 종류	별칭		
호혜 - 호구를 나타내게 하는 원료의 품명	별칭		
관 령 의 pH	6.41		
「화장품법 시행규칙」 제10조제1항제2호의 기능성화장품	고시한 기준 및 시험방법	나인아신아마이드·아데노신 크림	
	호혜-호구를 나타내게 하는 원료의 규격	KFCC	
「화장품법 시행규칙」 제10조제1항제2호의 기능성화장품	이디 심사받은 품목의 품명		
	합성물질명		
「화장품법 시행규칙」 제10조제2항에 따라 취와 같이 보고합니다.	이디 심사받은 품목의 품명		
	합성물질명		
2021년 09월 06일			
보 고 인 김은영 (서명 또는 인)			
신용의약품안전청장 귀하			
구비서류: 없음			수수료: 없음
접수번호: 2021000138812 (주)2021022042 보고번호: 20210906			

기능성화장품 보고 1\_식약처

기능성화장품 보고 2\_식약처

화장품 원료목록 보고서					
2021년도					
원료번호	원료명	분류명	제조사	제조일자	비고
1	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
2	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
3	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
4	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
5	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
6	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
7	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
8	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
9	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
10	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
11	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
12	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
13	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
14	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
15	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
16	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
17	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
18	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
19	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
20	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
21	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
22	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
23	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
24	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
25	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
26	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
27	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
28	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
29	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	

화장품 원료목록 보고서					
2021년도					
원료번호	원료명	분류명	제조사	제조일자	비고
30	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
31	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
32	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
33	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
34	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
35	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
36	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
37	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
38	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
39	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
40	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
41	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
42	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
43	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
44	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
45	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
46	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
47	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
48	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
49	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	
50	아미노산	아미노산	한국화장품연구원	2021.09.06	

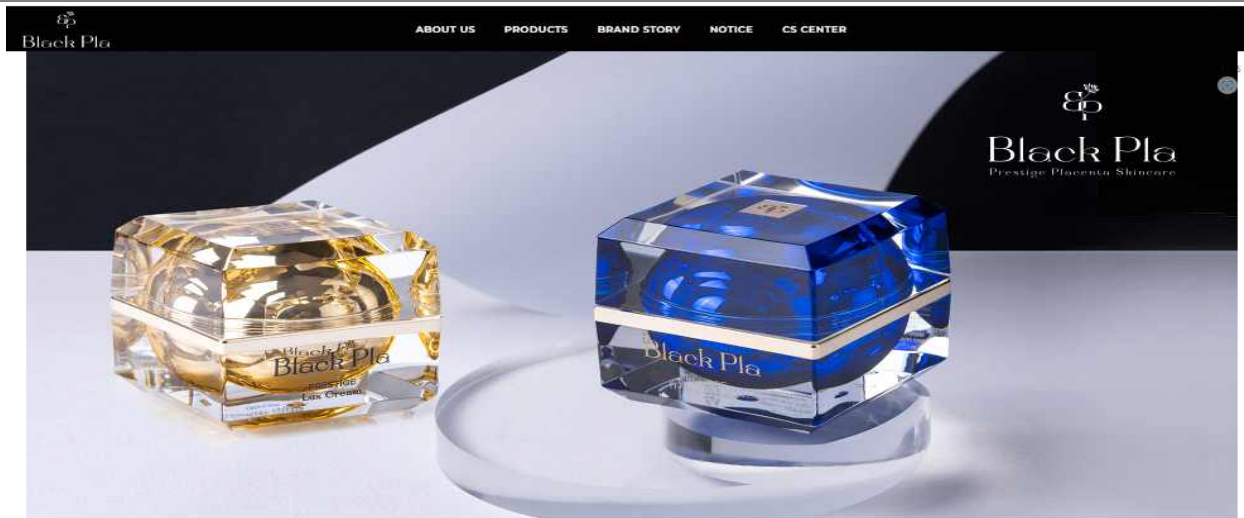
원료목록보고 1\_대한화장품협회

원료목록보고 2\_대한화장품협회

(3) 홍보 마케팅 전략: 뉴스, 기사, 블로그, 홈페이지 구축, 온라인 마켓을 통해 홍보를 진행함.

<p><b>N 태반화장품 블랙플라</b></p> <p>통합 VIEW 이미지 지식IN 인물투언서 동영상 쇼핑 뉴스 여학사전 지도</p> <p>www.jnuri.net - news  <b>죽우 태반 이용한 기능성 화장품 '블랙플라' 나왔다 - 제주를 여는 창! 제이누리</b></p> <p>▲ 블랙플라 프레스티지 렉스 크림(위)과 하이드라 크림(아래) 천연기념물 제546호로 지정된 제주죽우의 태반을 이용한 기능성 화장품이 출시된다. 제주대 줄기세포연구센터는 ㈜미래셀바이오와 공동으로 오는 28일 천연기념물인 제주죽우의 태반추출물과 인체줄기세포배양액이 함유된 화장품 '블랙플라'를 출시한다고 27일 밝혔다. 블랙플라는 ㈜미래셀바이오가 국제화장품 원...</p> <p>2022.01.27.</p> <p>www.headlinejeju.co.kr - news  <b>박세필 교수팀, 제주죽우 특화원료 화장품 '블랙플라' 개발 - 헤드라인제주</b></p> <p>천연기념물인 제주죽우의 특화원료를 기반으로 한 화장품이 개발됐다. 제주대학교 줄기세포연구센터(박세필 센터장)와 ㈜미래셀바이오는 공동으로 개발한 천연기념물인 제주죽우의 태반추출물과 인체줄기세포배양액이 함유된 화장품 '블랙플라'를 오는 28일 출시한다고 27일 밝혔다. 블랙플라는 ㈜미래셀바이오가 국제화장품 원...</p> <p>2022.01.27.</p> <p>www.blackpla.co.kr  <b>블랙플라 - 제주죽우 태반-인체줄기세포 배양액 함유 화장품</b></p> <p>주문연락 PRODUCTS NOTICE CS CENTER (주)미래셀바이오소개          블랙플라는 제주죽우 태반으로 풍부한 영양을 담고 줄기세포 배양액의 생리활성 성분이 더해 건강한 아름다움과 피부 활력을 드립니다.</p> <p>죽우태반효능 - 블랙플라 - 제주죽우 태반-인체줄기세포 배양액 함유 화장품          (죽우태반효능) [인체지방세포 배양액 조성] CS 1577-1234 AM 9:00 - PM 6:00 (주말 및 공휴일 휴...</p> <p>관련문서 더보기 &gt;</p>	<p><b>N 태반화장품 블랙플라</b></p> <p>뉴스</p> <p>세계비즈 2022.01.28.  <b>블랙플라, 제주죽우태반화장품 프레스티지 렉스&amp;하이드라 크림 ...</b>          사진=미래셀바이오 (세계비즈=박보라 기자) 주식회사 미래셀바이오가 제주죽우 태반추출물과 인체줄기세포배양액이 함유된 화장품 '블랙플라'를 출시했다고 28...          [기업이슈] 미래셀바이오, 특화 원료 함유한 화장품 '블... 시선뉴스 2022.01.28.          제주대학교 박세필 교수팀, 제주죽우 화장품 개발 한국강사신문 2022.01.28.</p> <p>헤드라인제주 2022.01.27.  <b>박세필 교수팀, 제주죽우 특화원료 화장품 '블랙플라' 개발</b>          함유 화장품이다. 블랙플라는 생명체의 보호막인 태반에 재생세포인 줄기세포를 더해 바이오 시너지를 이룬 브랜드로 천연기념물 제주죽우 태반으로 풍부한 영...          제주대 박세필 교수팀, 제주죽우 태반 추출물 원료... 서울경제TV 2022.01.27.          제주대 박세필 교수팀 제주죽우 태반 화장품 개발 제주매일 2022.01.27.</p> <p>관련뉴스 전체보기 &gt;</p> <p>연합뉴스 2022.01.27. 네이버뉴스  <b>제주대 줄기세포연구센터·미래셀바이오, 기능성 화장품 출시</b>          제주대 줄기세포연구센터와 미래셀바이오는 오는 28일 제주 죽우 태반추출물과 인체 지방줄기세포 배양액을 함유해 개발한 화장품 '블랙플라(Black Pla)'를 출시...</p> <p>재민일보 2022.01.27.  <b>제주대 박세필 교수팀, 제주 죽우 화장품 '개발'</b>          제주대학교(총장 송석안)는 줄기세포연구센터(박세필 센터장)와 (주)미래셀바이오가 공동으로 개발한 천연기념물인 제주 죽우의 태반추출물과 인체 줄기세포 배양액이 함유된 화장품 '블랙플라'를 출시한다고 27일...</p> <p>뉴스 더보기 &gt;</p>
<p>통합</p>	<p>뉴스</p>
<p><b>N 태반화장품 블랙플라</b></p> <p>VIEW</p> <p>구름위를 등돌로그 2022.02.24.  <b>블랙플라 프레스티지 하이드라 크림, 죽우태반크림으로 피부탄력...</b>          블랙플라는 미래셀바이오가 국제화장품 원료 규격집에 세계 최초로 하이드롤라이드우태반추출물, 인체지방세포배양액을 동축한 브랜딩이기도 한데요. 줄기세포...</p> <p>한국강사신문 2022.01.31.  <b>제주대학교 박세필 교수팀, 제주죽우 화장품 개발</b>          함유 화장품이다. 블랙플라는 생명체의 보호막인 태반에 재생세포인 줄기세포를 더해 바이오 시너지를 이룬 브랜드로 천연기념물 제주죽우 태반으로 풍부한 영양...</p> <p>은비까비's 여행 스토리♥ 인물투언서 2022.02.06.  <b>죽우태반크림 블랙플라 프레스티지 렉스크림으로 피부톤개선</b>          블랙플라 프레스티지 렉스크림으로 천연기념물인 제주죽우인 태반과 인체줄기세포 배양액을 함유한 피부과적 화장품 브랜딩인 블랙플라에서 만들어졌다고 하더라고요...</p> <p>매력 넘치는 순간 2022.02.24.  <b>눈가주름개선하는 블랙플라 프레스티지 하이드라 크림 죽우태반...</b>          블랙플라의 프레스티지 하이드라 크림이더러구요!! 죽우태반크림으로도 불리는 수분크림은... 이밖에 블랙플라 화장품을 알아보면서 정말 화장품이 과학과 비슷하...</p> <p>할포데이니의 스위트 데일리 2022.02.28.  <b>블랙플라 프레스티지 하이드라 크림 죽우태반크림 피부탄력을 위...</b>          제주죽우 태반 + 인체줄기세포 배양액 함유 화장품입니다!! 정말 대단함이 느껴지죠? 이렇게 블랙플라가 원정된 이유는 생명체의 보호막인 태반에 재생세포인 ...</p> <p>뷰티를 핏구! 인물투언서 2022.02.08.  <b>블랙플라 프레스티지 렉스크림 피부톤개선에 좋은 죽우태반크림</b>          죽우인 태반과 인체 줄기세포 배양액을 함유한 피부 과학 화장품 브랜드로 최근 만족도가 높아지고 있다고 하네요! 이 제품을 사용하면 효과가 너무나도 좋은 제...</p> <p>VIEW 더보기 &gt;</p>	<p><b>연합뉴스</b></p> <p><b>제주대 줄기세포연구센터·미래셀바이오, 기능성 화장품 출시</b></p> <p>추고시간   2022-01-27 14:37</p> <p>(제주=연합뉴스) 백나용 기자 = 천연기념물 제546호 제주 죽우 태반을 이용한 기능성 화장품이 출시된다.</p> <p></p> <p>블랙플라 프레스티지 하이드라 크림          [제주대학교 제공. 재판매 및 DB 금지]</p> <p>제주대 줄기세포연구센터와 미래셀바이오는 오는 28일 제주 죽우 태반추출물과 인체 지방줄기세포 배양액을 함유해 개발한 화장품 '블랙플라(Black Pla)'를 출시한다고 27일 밝혔다.</p> <p>출시 제품은 보습크림과 영양 크림 2가지다.</p>
<p>블로그</p>	<p>연합뉴스 기사</p>





### 온라인 판매

1. <http://item.gmarket.co.kr/Item?goodscode=2412905136>(지마켓)

The screenshot shows a product listing on Gmarket. On the left, there are two product images: a gold jar and a blue jar. To the right of the images is the product title: '블랙플라 프레스티지 세트 럭스 하이 드라 크림 기능성'. Below the title, the price is listed as '1,300,000원' and '1,299,900원'. There are several icons and text elements indicating shipping and promotion details, such as '7(일요일) 당일배송 구역에 무료배송', '사은품', '2개 이상 구매 시 개당 200원 할인', '스마일카드 최대 3% 캐시 적립', '카드할인 무이자할부 카드추가혜택', '인증정보', and '본 상품은 국내배송만 가능합니다'.

2. <http://itempage3.auction.co.kr/DetailView.aspx?ItemNo=C575019351&frm3=V2>(옥션)

3. <https://smartstore.naver.com/yeoungpung207/products/6469653891?NaPm> (네이버 스마트스토어 영풍상회)

4. <https://shopping.interpark.com/product/productInfo.do?prdNo=> (인터파크)

5. <https://smartstore.naver.com/bestoffer/products/6536518193?NaPm> (네이버 스마트스토어 베스트오프21)

6. <https://smartstore.naver.com/iyy4200/products/6450068341?NaPm> (네이버 스마트스토어 따듯한가게)

7. <https://smartstore.naver.com/mss3678/products/6449262372?NaPm> (네이버스마트 스토어 봄봄쇼핑)

8. <https://www.coupang.com/vp/products/6453142309?itemId=14016889775>(쿠팡)

9. <https://www.lotteon.com/p/product/LO1730387930?sitmNo=> (롯데ON)

사. 기타 성과

(1) 까망쉐 프렌즈 캐릭터 개발

- 제주흑우의 캐릭터 디자인을 개발하여 등록하고 홍보에 활용함.

<p style="text-align: center;"><b>흑우 캐릭터 디자인 까망쉐 프렌즈 (GGAMANGSWE Friends)</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Character Design 제작 의도</b></p> <p>"제주흑우"는 제주라는 지역적 특성 속에서 강한 생명력을 유지한 우리 고유의 품종 기증의 대표 동물이다. 그러한 강한 생명력을 직선과 기하학적 곡선으로 표현하고자 하였으며, 담백하고 간결한 선의 사용이 제주흑우의 캐릭터를 심플하고 모던한 형상으로 표출하는 데 가장 효과적인 접근이라고 판단하였다.</p> <p>또한 자칫 무관심 속에서 사라져 버릴 우려의 소중한 자원을 되살리고 보존하며 육성하기 위해 노력하는 집단 생명과학의 상징성도 함께 포함하여 드러내고자 하는 것기도 부합한다.</p> <p>경운소를 상징적으로 표현하는 가장 좋은 방법은 흑우의 고유한 색과 형태의 드러냄이다. 흑우가야 본체적으로 캐릭터의 행태를 형성하고 지배하는 색은 블랙이다. 블랙은 가장 강렬한 색상이며 흑우의 행태를 전체적으로 흑백으로 처리하여 흑우 자체의 모습을 형성하고자 한다.</p> <p>또한 입체적이나 질려있는 형태에서 벗어나 다양한 동세로 가변된 동적인 2차원적인 안목의 배려를 구현하여 어둠은 아닌 아이들에게도 귀엽고 친숙한 이미지로 다가갈 수 있도록 하였다.</p> <p>제주흑우를 기반으로 한 고기 및 그릇을 이용한 가공식품까지 앞으로 개발될 다양한 상품에 캐릭터를 적극 활용하여 '까망쉐' 인지도를 높이기 위해 기본 모티브인 우리는 캐릭터만 만 아니라 야구나 축구 등 스포츠, 그리고 생활놀이와 산티 등 여러 용도에 적용 가능한 기본형을 함께 개발하였다.</p> 	
<p style="text-align: center;">캐릭터 디자인</p>	<p style="text-align: center;">제작 의도</p>	<p style="text-align: center;">저작권 등록</p>
 <p style="text-align: center;">홍보 기사</p>	 <p style="text-align: center;">응용 디자인 (홍보물 제작, 포장지)</p>	

그림. 까망쉐 프렌즈

제 4회 제주음식박람회 - 까망쉐 캐릭터를 이용한 제주흑우 홍보

진짜 너무 미안해~ 늦게라도 축하할게. 천연기념물 제주흑우!!!

2013년엔 이탈리아에 본부를 두고 있는 국제 비영리기구인 '슬루푸드 생명다양성 재단은 인간면역역기제로 제주흑우를 '맛의 왕주'에 선정하기도 하였다.



청정 제주흑우

까망쉐, 저를 소개합니다!

천연기념물 제주흑우

**'까망쉐'는 내친구!!!**



이러한 제주흑우를 제주를 대표하는 글로벌 상품으로 개발시키기 위해 제주흑우연구센터에서는



2015년 12월부터 농림축산식품부의 농림축산식품연구센터 지원사업을 수혜 받아

제주흑우 증식, 개량 및 산업화연구를 제주특별자치도와 제주대의

전폭적인 지원 아래 진행하고 있어.



오랜만에 가족끼리 제주도 여행을 오니까 너무 좋다!!! 역시 여행은 제주야!



그런데 아빠~ 푸른 들판에서 뛰노는 까만 동물은 뭐예요?



이런 노력들은 앞으로 차별화된 제주흑우 브랜드화와 농가 소득증대 및 제주 6차산업 활성화에 기여할 거야.



앞서 가는 최첨단 생명공학기술로 제주흑우의 품종 경합과 고품질 제주흑우 생산, 산업화를 위해 더욱 열심히 노력하겠습니다.



제주흑우연구센터 Jeju Black Cattle Research Center 미래세바이오

청정 제주의 맑은 물, 찬바람, 푸른 초원이 키운 천연기념물 청정 제주흑우 까망쉐야!

나?



'까망쉐'가 무슨 뜻이야?

제주 방언으로 '쉐'는 '소'라는 뜻이란다. 그러나 까망쉐는 '까만소'라는 의미지.



와~ 멋지다!!! 제주흑우 까망쉐, 사랑해요!!!



나?

까망쉐?



나로 말하자면 털은 까맣고 체구는 작지만 재질이 아주~ 강해



그래, 찡긐~ 장발, 찡~ 그래도 인정!!!



Jeju Black Cattle GGAMANGSWE Friends

만녕~ 꼬마친구들! 청정 제주흑우 '까망쉐'를 상징하는 캐릭터와 함께 멋진 추억을 만들어 봐요

PHOTO ZONE



제주흑우연구센터 Jeju Black Cattle Research Center 미래세바이오

포토존 홍보물



SNS 홍보 증정물



(2) 제주흑우 포장 세트 개발 및 거래처



\* 4-5년차 연구기간(2018.06 ~ 2020.02) 거래처

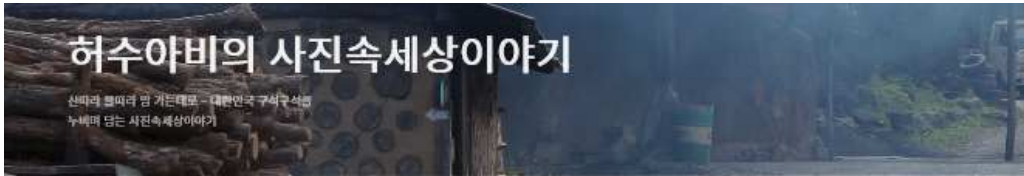
번호	업체명	판매 제품
1	성민상사	육포
2	네이버스토어	육포, 떡갈비
3	제주명품	3종 단품
4	탐나오 (온라인)	3종 단품
5	하남주식회사	명절선물세트
6	췌제주명품	3종 단품
7	제주로컬푸드	3종 단품
8	상심오름친환경로컬푸드마켓	3종 단품
9	농업법인 몬트락 주식회사	육포, 떡갈비
10	한국마사회 대전지사	육포
11	글내음	3종 단품
12	(사)제주특별자치도 관광협회	육포
13	세무법인 위더스	명절선물세트
14	제주로컬푸드 연동점	3종 단품
15	네이버주식회사	3종 단품
16	영어조합법인제주창해수산	떡갈비
17	황보성호	떡갈비
18	굿모닝유통	3종 단품
19	행사 (2018 제주 음식 문화 축제, 2019돌불축제)	3종 단품
20	소비자 다수	3종 단품, 명절선물세트

(3) 제주흑우 가공품 개발(2020.05.20.)

○ 제주흑우 함박스테이크

- 제주흑우와 제주흑돼지 들어간 햄버거 패티, 함박스테이크 용도
- 코로나 19 팬데믹으로 흑우육 확보뿐만 아니라 기존 제품 생산이 어려워 6차년도 2020년 4월까지의 이전에 제작된 가공품 3종을 판매하였고, 이후 6월부터는 제주도내 가공업체에서 함박스테이크를 제작하여 판매함.





홈 제주이야기 담나는 제주 제주도의맛 렌즈로 담은 소중한 이야기들 방영곡

## 제주 흑우로 만든 까망버거 베이커리카페 12월

맛글 1 | 썸렌 그리고 김경진 in jeju/오늘은 뭐먹지(제주도맛두어) | 2020. 7. 21.

#까망버거 #베이커리카페 #제주흑우 #카페12월

제주흑우를 소재로 한 햄버거를 만드는 베이커리카페가 있다는 소식을 듣고 지인들과 함께 한걸음에 달려갑니다. 제주시 도련동에 위치한 베이커리카페 12월에서 까망버거라는 이름으로 판매하네요. 제주흑우는 아직까지도 대중화가 되지 못한 귀한 먹거리 중에 하나이기도 하고 사라져 가는 먹거리라 하여 국제슬로푸드 맛의 방주에 등재된 품목입니다. 아직도 개체 수가 보급할 정도로 많지 않기 때문에 접할 수 있는 곳이 많지 않지요. 그렇기에 햄버거가 나왔다 하니 무척 반갑기만 합니다.



요즘 제주도의 신시까지 삼화지구가 핫해지기 시작하는데 베이커리카페 12월도 그곳에 있는 도련동에 위치하고 있네요. 심봉로 큰 길에 위치하고 있어 찾아가기도 어렵지 않습니다. 제주에 8년을 살았는데 이 곳은 처음 찾아오는 거 같습니다.

### 아. 2단계 연구 고찰

- (1) 2단계는 1단계 연구에서 개발한 가공품 3종 판매는 계속 진행하면서, 제주흑우 부산물을 이용한 고부가가치 원료개발을 목표로 연구를 진행함. 일반적으로 태반화장품은 고기능 제품으로 각광받고 있으며 청정제주 천연기념물 제주흑우 태반화장품은 스토리가 우수하고 제주를 대표하는 관광상품으로 발전할 수 있음.
- (2) 2020년 발생한 코로나19 사태로 가공품 생산이 어려워 3종 세트는 중단되고 제주도내 가공업체에서 햄버거패티를 생산하여 판매를 진행했으나 제주도내 관광객 유입이 어렵고 판매처 확보가 어려워 가공품 생산 및 판매는 6년차에 중단함. 또한 이러한 환경하에서 태반유래 제품 개발 특히 식품으로 개발 가능성은 발효 공법으로 제조 시도는 했었으나

다수 태반 확보 어려움으로 중단됨. 하지만, 흑우태반을 이용한 화장품 개발은 성공적으로 수행하였음.

- (3) 제주흑우 태반 원물 획득은 토종 제주흑우 또는 제주흑우 F1 암소를 대상으로 협조 가능한 농장에 위탁하여 회수하였으며 원산지 증명서를 확보함. 다수의 태반 확보는 어렵지만 소 태반 사이즈가 크기 때문에 화장품 원료 연구용으로 충분히 활용할 수 있었음.
- (4) 제주흑우 태반추출물은 단백질 분해효소로 가수분해하였고 4차 공정을 통해 제조공정 표준화를 확립하였음. 최종산물은 동결건조를 실시하였으나 물량도 적고 동결건조에 따른 비용 지출이 과다한 관계로 분말제형보다는 액상제형으로 화장품 원료 방향을 전환함.
- (5) 제주흑우 태반추출물 원료를 분석했을 때,
  - (가) 수은, 비소 중금속 검사에서 모두 적합으로 판정되었고 단백질 함량과 구성아미노산 및 유리아미노산 함량도 상당량 높은 것으로 확인됨.
  - (나) 기능성 평가에서 항산화, 항염증, 항아토피, 주름개선, 보습 및 피부재생 효능에서 유의적인 활성을 나타냄.
  - (다) *in vitro* 효능평가에서 분말과 액상제형 모두 미백효능과 주름개선 효능을 나타냄.
  - (라) 기능성 지표물질 탐색에서 말태반과 돈태반에서 존재하지 않은 물질이 존재하고 그 물질이 트립토판임을 확인함.
- (6) 제주흑우 태반추출물 원료 제품화를 시도함. 제조기술 특허 출원, 국제화장품 원료사전 등재 및 대한화장품 협회에 등록 절차를 밟았으며, 시험성적서와 제품성적서 및 물질안전보건자료를 준비하였고 연구된 내용을 바탕으로 제품소개서를 준비함.
- (7) 제주흑우 태반화장품 제품화에서 리포솜제형 개발, 2년 안정성 확보, 인체 첩포 자극시험, 임상시험을 실시하고 흑우 태반을 의미하는 black placenta의 블랙플라를 BI로 개발함.
- (8) 제주흑우 태반화장품은 고가의 최우수 원료를 기초로 한 첨단 바이오 화장품으로 자체 개발한 인체지방줄기세포배양액과 제주흑우태반추출물을 넣어 재생과 피부장벽 보호를 위한 고단백 기능성화장품으로 미백과 주름개선 이중기능성을 가지고 있음. 최고급 사양의 용기와 포장재를 사용하였고 홈페이지를 구축하고 런칭 홍보하였으며 코로나19 여파로 제작에 어려움이 많았으며 대외판매가 용이하지 않아 현재 온라인에서 판매를 하고 있음.
- (9) 2단계 연구목표가 육제품 개발에서 부산물 유래 고부가가치 상품 개발로 변경되었고 현재 코로나19 사태로 불투명한 국내·외 시장 상황이어서, 고급육으로 브랜드화된 제주흑우 글로벌 유통기반 전략은 앞으로 계속사업에서 추진해나가야 할 목표가 될 것임. 제주흑우 증식 및 개량 목표가 일정 수준 이루어지면 해외 전시 및 박람회 참여를 통해 제주흑우의 우수성을 알리고 유통 전문업체를 통해 글로벌 진출 가능성을 타진해야 할 것으로 보임.

(7) 제 3-1 협동과제 : 제주흑우 품질 평가 및 제품 개발  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표											연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성			정책활용·홍보		기타
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표		석사	박사	취업인력	정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명				
가중치																					
최종목표																					
1단계	목표	2	1		1	-	-					2		5	5	4	2	6		3	1
	실적	2	0		1	2	1					3		9	7	2	1	3		0	1
2단계	목표	3	1		1	-						4		9	12	5	2	6		4	2
	실적	0	1		1	2						3		12	17	4	2	4		4	1
최종	목표	5	2		2	-	-					6		14	17	9	4	12		7	3
	실적	2	1		2	4	1					6*		21	24	6	3	7		4	2

\*6 published

① 논문게재 성과

게재 연도	논문명	저자			학술지명	Vol. (No.)	국내외 구분	SCI 구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2017	Effects of mushroom extract on textural properties and muscle protein degradation of bovine longissimus dorsi muscle	Kyung-Ha Lee, Ho-Kyoung Kim	Seung-Joo Lee, Youn-Chul Ryu	Sae-Hun Kim, Kyoung-Hwan Kim, Young-Min Choi, Hyun-Hee Jin	Bioscience, biotechnology, and biochemistry	81(3)	국외	SCIE
2018	Estimation of pork quality in live pigs using biopsied muscle fibre number composition	Jun-Mo Kim	Youn-Chul Ryu	Kyu-Sang Lim, Kyung-Bo Ko	Meat Science	137	국외	SCIE
2018	Effects of a Novel p.A41P Mutation in the Swine Myogenic factor 5 (MYF5) Gene on Protein Stabilizing, Muscle Fiber Characteristics and Meat Quality	Youn-Chul Ryu	Jun-Mo Kim	Eun-A Lee, Han-Ha Chai, Jong-Eun Park	Korean Journal for food science of animal resources	38(4)	국외	SCIE



2019	Comparisons of Beef Fatty Acid and Amino Acid Characteristics between Jeju Black Cattle, Hanwoo, and Wagyu Breeds	Seung-Hoon Lee, Chung-Nam Kim	Jun-Mo Kim, Youn-Chul Ryu	Kyoung-Bo Ko, Se-Pill Park, Ho-Kyoung Kim	Food Science of Animal Resources	39(3)	국외	SCIE
2019	Evaluation of Myosin Heavy Chain Isoforms in Biopsied Longissimus Thoracis Muscle for Estimation of Meat Quality Traits in Live Pigs	Min Young Park, Youn-Chul Ryu	Jun-Mo Kim	Chung-Nam Kim, Kyung-Bo Ko	Animals	10(1)	국외	SCIE
2022	Effects of Aging Methods and Periods on Quality Characteristics of Beef	SolJi Kim, GwangHeun Kim	JeeHwan Choe, YounChul Ryu	Chan Moon, Kyoung-Bo Ko, YoungMin Choi	Food Science of Animal Resources	42(6)	국외	SCIE

② 특허 성과

출원된 특허				등록된 특허				
출원 연도	특허명	출원인	출원국	출원 번호	등록 연도	특허명	등록인	등록국
2016	분쇄 육포 제조 방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2016-0129643				
2018	돼지의 근섬유 조성을 이용한 육질 및 육량의 예측방법	제주대학교 산학협력단	대한민국	10-2018-0014788	2020	돼지의 근섬유 조성을 이용한 육질 및 육량의 예측방법	제주대학교 산학협력단	대한민국

③ 기술료징수 현황(백만원)

기 징수액	당해연도 징수액	향후 징수액	합계
2	2	-	4

기술이전명	기술이전내용	권리권자	실시권자	기술료(원)
소고기 분쇄육포 제조방법	1. 소고기를 이용한 분쇄육포 제조양념 레시피 2. 분쇄육포 제조공정 및 노하우	제주대학교 산학협력단	제주돈육 수출센터	1,818,182
숙성육의 안전한 유통을 위한 관리방법	숙성육의 안전한 유통을 위한 관리방법(유통에 이용하는 포장방법에 대한 안전기준 설정 및 물리화학적 안전요소 검출방법 제공) 기술이전	제주대학교 산학협력단	(주)숨비홀딩스	1,818,182

④ 사업화 성과 및 매출 실적

❖ 사업화 성과, 총 1건(시제품 1건)

연구기관	제품명	형태	매출료(원)
3-1협동	제주흑우 분쇄육포	시제품	-

⑤ 국내외 학술회의 개최

No	학술회의명	회의내용	참석인원	개최일자
1	International Symposium and Annual Meeting “Cultures and Ethics of Animal Originated Foods	제주대학교 제주흑우연구센터 주관 국제심포지엄 및 연례회의 “동물 유래 식품의 문화와 윤리“	1000	2018.05.24 ~ 26
2	제주 흑우산업 지속성장을 위한 심포지엄	제주흑우의 유전적 특성 및 개량방향, 우육가공품의 개발현황과 흑우 적용사례에 대해 발표	30	2022.11.02

⑥ 학술발표

No	발표명	발표자	발표일시	장소	국명
1	천연육제를 활용한 우육의 품질향상 연구	김호경	2016.05.26	국립축산과학원	대한민국 (국내)
2	Muscle Protein Degradation And Tenderization Of The Bovine Longissimus Muscle Using Various Mushroom Extracts	김호경	2016.08.14	태국, 방콕	태국 (국제)
3	Estimating meat quality in live pigs using muscle biopsy	고경보	2017.05.18	천안	천안 (국제)
4	Comparisons of Muscle Fiber Type Composition and Pork Quality Traits in Various Pig Breeds	김제석	2017.06.25	Las Vegas, Nevada	미국 (국제)
5	Comparisons of meat quality and nutrient content in Hanwoo (Korean Native Cattle) and Jeju Black Cattle	김제석	2017.06.25	Las Vegas, Nevada	미국 (국제)
6	Effects of Histochemical Characteristics on Economic and Quality Traits in Jeju Black Pigs	민태선	2018.05.24	제주대	대한민국 (국제)
7	Nutritional and Sensory Characteristics of Jeju Black Cattle and Korean Native Cattle	이왕식	2018.05.24	제주대	대한민국 (국제)
8	Animal Source Food Culture of Jeju Island	류연철	2018.05.25	제주대	대한민국 (국제)
9	Comparison of Beef Quality Traits in Jeju Black Cattle, Hanwoo and Australian Wagyu	김충남	2018.08.16	Melbourne, Australia	호주 (국제)
10	Analysis of the Present Status of Slaughter and Quality Grade for propagation of Jeju Black Cattle	고경보	2019.05.23	전남대	대한민국 (국제)
11	Characteristics of Fatty Acid Composition by Grade and Cuts of Jeju Black Cattle	김충남	2019.05.23	전남대	대한민국 (국제)
12	Sensory Characteristics of Jeju Black Cattle Using An Electronic Nose And An Electronic Tongue	강명수	2019.05.23	전남대	대한민국 (국제)

13	제주화산송이를 이용한 식육 숙성방법	김동균	2020.08.27	온라인 학술대회	대한민국 (국내)
14	제주 흑우 및 한우의 교배 조합에 따른 도체성적 및 품질분석	김광훈	2020.08.27	온라인 학술대회	대한민국 (국내)
15	제주 옹기를 이용한 식육숙성 중 영양성분 변화	김솔지	2020.08.27	온라인 학술대회	대한민국 (국내)
16	The Annual Status of Meat Quality of Jeju Black Cattle	김광훈	2021.05.27	온라인 학술대회	대한민국 (국제)
17	Analysis of Oleic Acid Content in Jeju Black Cattle	김솔지	2021.05.27	온라인 학술대회	대한민국 (국제)
18	제주도 축산식품 현황 및 발전방안	류연철	2022.08.25	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
19	Measurement of meat aging and quality changes using dry-aging bag	김광훈	2022.10.24	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
20	Effect of aging methods and time on microbiological safety and physicochemical properties of beef	김솔지	2022.08.24	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)
21	Changes in the quality of pork by packaging method after aging using Jeju scoria pot	문찬	2022.08.25	ICC Jeju, Korea	대한민국 (국제)

⑦ 교육지도

NO	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	제6회 축산물 품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	축산물품질평가원 제주지원	8	16	4
2	제7회 축산물품질평가대회 참석 위한 기술교육	우육의 품질 평가 교육	제주대	2	4	2
3	제7회 축산물품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	제주대	2	4	2
4	관능평가교육	관능평가 입문 및 실습	제주대	2	4	26
5	관능평가교육	관능평가 입문 및 실습	제주대	1	3	25
6	제8회 축산물품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	제주대	5	10	2
7	제8회 축산물품질평가대회	우육의 품질 평가 교육	제주대	5	10	2
8	동물성 식품의 HACCP이야기	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대	2	50	50
9	2019 대학생 직업선택을 위한 관능평가 입문 및 실습교육	관능평가 입문 및 실습	제주대	1	2	20
10	우육의 품질평가 교육	우육의 품질 평가 교육	제주대	1	2	27
11	식육가공기사 특강	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대	1	2	27
12	동물성 식품의 HACCP 교육	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대	1	2	28
13	육가공 실습교육	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대	2	3	25

14	HACCP 개요 및 정책	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	20
15	축산물 HACCP관련 주요 법적 사항	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	20
16	HACCP 7원칙 교육	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	20
17	식육 미생물의 이론과 실습	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	4	20
18	우육가공품의 이론 및 실습	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	4	20
19	제주산 축산물을 활용한 가공실습 교육	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	2	10
20	제주산 축산물을 활용한 가공실습 교육 II	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	2	10
21	식육의 품질분석 1차	우육의 품질 평가 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15
22	HACCP위생교육 2차	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15
23	축산가공품 제조실습	식육 가공 교육 훈련 참가 지원	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15
24	Haccp이론 및 실습	동물성 식품의 HACCP 교육	제주대 친환경 농업연구소	1	2	15

### ⑧ 홍보전시

<홍보 1-전시회 참가 등>

No	유형	행사명칭	전시품목	장소 및 대상	일시
1	전시회	제주대학교 생명자원과학대학 생록제	제주흑우 축산물	제주대학교내 전시	2022.11.18.~19

<홍보 2-매체보도건>

No	홍보유형	매체명	제목	보도 횟수	일시
1	지방일간지	제주일보	에이징!어메이징!숙성고기 전성시대	1	2019.05.14
2	지방일간지	한라일보 외	제주대 김동균 씨, 한국축산학회 학술대회서 최우수상 수상	5	2020.09.02
3	지방일간지	시사종합신문 외	문찬씨 아·태축산학회서 '우수포스터상' 수상	5	2022.09.01

## (나) 정성적 성과

구분	연구목표	주요 연구 성과	
1단계	1차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우의 품질 확인</li> <li>제주흑우의 영양학적 특성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우와 한우 및 수입우 품질 비교</li> <li>지방산 분석 및 아미노산 분석을 통한 제주흑우의 영양학적 가치 확인</li> </ul>
	2차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우의 품질 현황 조사 및 품질 변화 모니터링</li> <li>제주흑우의 영양학적 가치 분석</li> <li>제주흑우를 이용한 건조 우유가공품 특성 분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>관능평가를 통한 제주 흑우의 특징 확인</li> <li>제주흑우, 한우, 수입우의 풍미 차이를 전자혀, 전자코를 이용하여 측정</li> <li>우유가공품 기초 레시피 개발</li> </ul>
	3차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우의 품질 확인 및 유가공품 개발</li> <li>흑우 유가공품의 생산 매뉴얼 확립</li> <li>대량증식에 의한 지속적인 육질 모니터링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>부위별, 등급별 지방산 함량 분석</li> <li>제주흑우 및 한우의 등급에 따른 연도 및 조직감 측정</li> <li>제주흑우를 이용한 우유가공품 레시피 개발</li> </ul>
2단계	4차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우우유의 특성이 가장 잘 발현될 수 있는 생산조건 설정</li> <li>맞춤형 숙성법을 적용한 프리미엄 제주 흑우우유 가공기법 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도체성적 자료 분석</li> <li>연도별 육량, 육질 등급별 분석</li> <li>침지숙성, 습식숙성, 비포장 숙성 방식을 도입하여 흑우 숙성</li> <li>사양프로그램 이후 성적 분석</li> </ul>
	5차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우우유의 산업화를 위한 과학적 전략수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우 도축개체의 중모우를 추적 및 데이터화 하여 개체효과 분석 확인</li> <li>제주흑우의 고유특징인 올레인산과 관능평가사이의 유의적 상관관계확인</li> </ul>
	6차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질인증 기반 구축 및 산업화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>올레인산의 품종, 등급, 숙성기간 및 도축연령에 따른 특이점을 확인</li> <li>2011년부터 2019년까지 도축된 흑우 전수에 대한 데이터화 및 분석</li> </ul>
	7차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>제주흑우우유 품질 특성별 제품군의 산업화 개발 전략 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최신 숙성기법 도입, 저장 안전성, 유통 안전성 확립</li> <li>2011년부터 2021년 제주흑우우유 도축 품질 분석</li> <li>산업화를 위한 저등급 흑우 육제품 개발</li> </ul>

3-1협동	목 차
제주흑우 현황조사 및 품질 모니터링	<b>1. 제주흑우 사육 및 도축 현황</b> <b>2. 제주흑우 등급판정 분석결과(품질 현황)</b> 가. 제주 흑우와 제주한우의 품질 모니터링 나. 제주 흑우 도체형질 분석 다. 제주 흑우 원종과 실용축 비교 <b>3. 제주흑우 부모세대 혈통별 성적 분석(2011년~2019년)</b>
영양학적 흑우 고유 가치 분석	<b>4. 제주흑우의 육질 및 영양학적 특성 분석</b> 가. 제주 흑우와 한우의 지방산 측정 분석결과 나. 제주 흑우와 한우의 유리 아미노산 측정 분석결과 다. 제주 흑우와 한우의 일반성분 분석결과 라. 제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 육질 비교 분석 <b>5. 제주흑우의 근육학적 특성</b> <b>6. 제주흑우의 관능적 특성평가</b> 가. 소비자 관능평가 결과_1차 나. 소비자 관능평가 결과_2차 다. 기계적 측정을 통한 품미 특성 분석(전자코) 라. 기계적 측정을 통한 품미 특성 분석(전자혀)
품질특성 산업화를 위한 차별화 전략	<b>7. 제주흑우의 산업화를 위한 숙성육 활용방안 및 안전성 확인</b> 가. 제주 흑우의 유통과정에서의 숙성변화(습식숙성/일반숙성) 나. 제주 흑우 품미 향상을 위한 최신 숙성 방법 도입(건조숙성/건조포장숙성) 다. 숙성 중 유리 아미노산의 변화 라. 숙성육 관능적 특성 분석 마. 숙성육의 안전한 유통을 위한 위생 안전성 평가 바. 숙성항목, 품질 항목 및 안전성 평가 항목 간 상관관계 분석
산업화 기반 구축	<b>8. 제주흑우육을 활용한 제품개발</b> 가. 분쇄 육가공품 나. 흑우 저등급 부위를 활용한 밀키트 개발



[연구결과]

1. 제주흑우 사육 및 도축 현황

- 사육현황을 보면 2018년 141농가에서 1,405두를 사육했으며 2021년은 58농가와 1,190두로 감소하였음. 그 중 원종은 409두, 실용축은 781두임.
- 세부적으로는 보존연구를 위한 축산진흥원 219두, 난지축산연구소 57두와 산업적으로 이용하기 위한 서귀포시 축협 158두 및 일반농가에서 756두를 사육하고 있음.



그림. 제주 흑우 사육농가

- 2011년부터 2021년까지 도축된 제주 흑우는 3,307두이며, 연간 평균 300두를 도축한 것으로 확인됨.



그림. 제주 흑우 도축 두수

- 흑우 성별에 따른 도축 두수는 2011년 239두 도축되었으며 그중에서 91.2%에 해당하는 218두가 거세흑우이며 암컷의 비율은 약 8.8%였음.
- 2011년 이후로 이러한 거세흑우의 비율은 점차 감소함. 2012년 86.0%를 보였으며, 2013년 65.2% 최근 2019년에 47.3%로 암컷과 수컷의 도축 비율이 더 높아졌음을 확인함.

표. 흑우 성별에 따른 도축 두수(2011~2019)

(두)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
수컷	0	0	2	12	4	18	1	3	22
	0%	0%	0.7%	4.8%	1.5%	5.3%	0.4%	0.9%	5.2%
암컷	21	36	94	105	82	128	116	176	202
	8.8%	14.0%	34.1%	43.9%	31.4%	37.4%	47.5%	55.3%	47.5%
거세	218	221	180	134	175	196	127	139	201
	91.2%	86.0%	65.2%	53.4%	67.0%	57.3%	52.0%	43.7%	47.3%

○ 2011년부터 2019년까지 도축된 전체 두수는 2,613두이며, 성별 비율로 확인해 보면, 수컷 2.4%(62두), 암컷 36.7%(960두), 거세 60.9%(1,591두)로 확인됨.

## 2. 제주 흑우 등급판정 분석결과(품질 현황)

○ 2011년부터 2021년까지 제주 흑우의 육량 등급출현율과 2017년부터 2021년(최근 5년간) 육질등급 출현율을 나타냈음.



그림. 제주 흑우 육량등급 및 육질등급 출현율

- 육량 등급은 육량지수에 따라 A등급, B등급 및 C등급으로 구분하며, 육량지수는 배최장근 단면적, 등지방두께, 도체중량을 측정하여 산출함.
- A등급 출현율을 살펴보면, 2016년에 14.8%로 가장 높은 출현율을 보였으며, 2018년도에 가장 낮은 A등급 출현율을 보였음. 이와 상반되어 2018년도에 가장 높은 C등급 출현율이 나타남.
- 제육질 등급은 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도를 축산물 등급판정 세부기준에 맞춰서 측정한 후 1++, 1+, 1, 2, 3의 5개 등급으로 구분함.
- 제2017년부터 2021년까지 육질 등급 출현율을 살펴보면 2021년에 1++등급 출현율은 6.4%로 가장 높았으며, 2019년도에 가장 낮은 1.2% 출현율을 보였음.
- 육질 등급에서 이상적인 조건인, 1등급 이상 출현율을 살펴보면, 2017년 41.4%, 2018년 37.5%, 2019년 30.6%, 2020년 38.6%, 2021년 43.8%로 2019년 이후 1등급 이상 출현율이 높아지는 것을 확인함.



가. 제주 흑우와 제주한우의 품질 모니터링

표. 제주 흑우와 한우의 연도별 육질 등급 출현율 비교

	전체	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	평균
1++	흑우	5.4% (13두)	10.9% (28두)	4.3% (12두)	3.2% (8두)	1.1% (3두)	2.3% (8두)	4.5% (11두)	4.4% (14두)	1.4% (6두)	4.2%
	한우	12.8% (516두)	18.7% (776두)	17.2% (823두)	18.0% (948두)	13.0% (835두)	12.5% (679두)	17.8% (944두)	20.2% (1,102두)	19.0% (1,104두)	16.6%
1+	흑우	28.9% (69두)	36.6% (94두)	22.8% (63두)	15.5% (39두)	22.6% (59두)	19.3% (66두)	12.3% (30두)	10.1% (32두)	9.6% (41두)	19.7%
	한우	28.9% (1,166두)	33.5% (1,394두)	33.3% (1,595두)	31.8% (1,671두)	33.5% (2,151두)	38.5% (2,089두)	35.4% (1,884두)	33.1% (1,808두)	29.1% (1,692두)	33.0%
1	흑우	32.2% (77두)	25.3% (65두)	27.9% (77두)	26.3% (66두)	37.7% (88두)	31.0% (106두)	24.6% (60두)	23.0% (73두)	20.0% (85두)	27.1%
	한우	27.1% (1,094두)	20.5% (853두)	21.7% (1,038두)	24.6% (1,297두)	28.8% (1,847두)	27.6% (1,498두)	24.5% (1,301두)	23.5% (1,285두)	25.9% (1,508두)	24.9%
2	흑우	27.6% (66두)	19.8% (51두)	38.0% (105두)	33.1% (83두)	31.0% (81두)	29.2% (100두)	37.7% (92두)	40.9% (130두)	38.1% (162두)	32.8%
	한우	24.9% (1,006두)	17.7% (737두)	20.0% (960두)	18.5% (971두)	19.1% (1,226두)	15.5% (842두)	14.6% (777두)	15.3% (837두)	18.6% (1,084두)	18.2%
3	흑우	4.6% (11두)	6.6% (17두)	5.1% (14두)	14.3% (36두)	10.0% (26두)	14.3% (49두)	15.6% (38두)	19.2% (61두)	28.9% (123두)	8.6%
	한우	5.6% (224두)	8.8% (365두)	7.2% (345두)	6.3% (332두)	5.1% (330두)	5.0% (270두)	5.9% (311두)	6.9% (377두)	6.6% (387두)	6.4%
등외	흑우	1.3% (3두)	0.8% (2두)	1.8% (5두)	7.6% (19두)	1.5% (4두)	3.8% (13두)	5.3% (13두)	2.5% (8두)	1.9% (8두)	2.9%
	한우	0.7% (30두)	0.8% (32두)	0.6% (29두)	0.8% (43두)	0.4% (28두)	1.0% (55두)	1.8% (98두)	0.9% (48두)	0.8% (46두)	0.9%

- 제주 흑우의 1++출현율은 2012년도에 가장 높았으며, 2015년에 가장 낮은 출현율을 보임(1.1%). 제주 한우의 1++출현율은 2018년에 20.2%로 가장 높았으며, 2015년에 가장 낮은 출현율을 보임(13.0%), 1++의 평균 출현율은 흑우 4.2%, 한우 16.6%로 나타남.
- 제주 흑우의 육질 판정 결과 1등급과 2등급이 가장 높은 비율로 나타남(1등급:27.1%, 2등급:32.8%).
- 제주 흑우의 3등급과 등외 등급 비율은 각각 8.6%, 2.9%로 한우 3등급 출현율 6.4%보다 약 2.2%높았으며, 등외 판정은 2%정도 높게 나타났음.

표. 제주 흑우와 한우의 육량등급 출현율

	전체	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	평균
A	흑우	6.3% (15두)	3.5% (35두)	3.3% (9두)	4.8% (12두)	6.1% (16두)	3.5% (12두)	0.0% (0두)	2.5% (8두)	6.4% (27두)	4.0%
	한우	15.2% (609두)	14.4% (592두)	12.3% (585두)	14.3% (747두)	14.9% (953두)	23.5% (955두)	18.4% (743두)	16.4% (886두)	12.5% (724두)	15.8%
B	흑우	69.0% (165두)	48.6% (125두)	50.7% (140두)	52.6% (132두)	47.5% (124두)	42.4% (145두)	32.4% (79두)	34.3% (193두)	34.8% (148두)	45.8%
	한우	59.9% (2400두)	60.3% (2487두)	61.2% (2912두)	64.4% (3359두)	59.5% (3802두)	55.9% (2270두)	50.8% (2051두)	51.9% (2808두)	55.2% (3186두)	57.7%
C	흑우	23.4% (56두)	47.1% (121두)	44.2% (122두)	34.7% (87두)	44.4% (116두)	48.8% (167두)	62.3% (152두)	60.7% (193두)	56.9% (242두)	46.9%
	한우	24.9% (977두)	25.4% (1046두)	26.5% (1264두)	21.3% (1113두)	25.6% (1634두)	20.6% (835두)	30.9% (1247두)	31.7% (1715두)	32.3% (1865두)	26.6%

- 제주 흑우의 1++A의 경우 1년에 한 마리 미만으로 판정되는 것을 확인, 2011~2019년 총 6마리가 출현함.
- 제주 흑우의 육량 등급 A의 낮은 출현율로 인하여, 최종등급에서 1++A, 1+A, 1A, 2A의 출현율이 다른 등급 비율 보다 현격히 낮은 것으로 확인됨.
- 제주 흑우에서 높은 출현분포를 보인 등급은 2B이며, 한우에서는 1+B등급과 1B이 가장 높은 분포를 나타냄.
- 2019년도의 흑우의 3등급 출현 비율이 분석 기간 중 가장 높은 28.9%를 차지함.
- 최종등급 판정율을 보면 2011년도에 비하여 2019년도의 흑우 도축 수는 239두에서 425두로 약 1.8배 증가하였으나, 1++, 1+, 1등급의 출현율은 66.5%에서 31.1%로 약 35% 감소한 것을 확인함.

나. 제주 흑우 도체형질 분석

표. 2011년 ~ 2019년에 도축된 제주 흑우의 품질 현황(전체)

전체 (수컷포함)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
도축개월령	38.8 ±17.0	42.8 ±20.9	45.7 ±18.9	54.4 ±36.5	49.0 ±24.1	54.6 ±31.4	53.5 ±26.0	53.3 ±25.2	57.2 ±34.2
도체중 (kg)	373.2 ±53.7	389.9 ±68.2	376.2 ±66.8	340.9 ±71.8	364.7 ±73.4	339.7 ±69.7	350.5 ±81.0	353.1 ±72.8	351.9 ±64.6
등지방두께 (mm)	14.7 ±5.3	15.9 ±5.7	15.9 ±6.4	13.8 ±5.0	16.5 ±6.9	16.2 ±6.1	17.8 ±6.9	18.2 ±7.2	17.3 ±6.5
등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	81.6 ±9.1	79.8 ±11.5	80.1 ±8.0	77.2 ±9.1	77.6 ±10.3	76.8 ±8.8	71.7 ±11.5	75.3 ±12.8	77.6 ±10.2
육량지수	63.7 ±3.7	61.9 ±6.3	62.6 ±4.6	64.1 ±3.5	61.9 ±5.0	62.4 ±4.1	60.5 ±7.0	60.5 ±8.3	61.4 ±5.6
육색	4.9 ±0.4	5.0 ±0.4	5.0 ±0.3	5.0 ±0.4	5.0 ±0.5	5.1 ±0.4	5.1 ±0.4	5.1 ±0.5	5.0 ±0.6
지방색	3.0 ±0.1	3.0 ±0.3	3.1 ±0.4	3.0 ±0.2	3.0 ±0.2	3.2 ±0.4	3.5 ±0.8	3.6 ±0.8	3.4 ±0.8
조직감	1.3 ±0.5	1.2 ±0.4	1.4 ±0.5	1.5 ±0.5	1.4 ±0.5	1.4 ±0.5	1.8 ±0.4	1.7 ±0.5	1.8 ±0.6
성숙도	2.2 ±0.6	2.4 ±0.7	3.3 ±0.9	3.3 ±1.6	2.8 ±1.4	3.1 ±1.8	3.6 ±2.3	4.1 ±2.1	4.6 ±2.5
근내지방도	4.9 ±1.9	5.4 ±2.0	4.3 ±1.9	4.0 ±1.8	4.4 ±1.8	4.5 ±1.8	3.2 ±1.8	3.2 ±1.9	3.2 ±1.8

- 비육의 목적으로 이용되는 거세 흑우의 연도별 육질 항목 결과를 살펴보면, 도축개월령은 37~38개월령으로 확인됨.
- 위 표의 전체 도체중 측정결과는 400kg 미만이었으나, 거세의 경우 12, 13, 15, 17, 18년 모두 평균 400kg 이상으로 측정됨.
- 등심단면적은 11, 12, 13년도가 80cm<sup>2</sup> 이상 값을 보였으며, 17년도가 가장 낮은 73cm<sup>2</sup>로 확인됨.
- 근내지방도는 전체 평균가 비슷한 값을 보였으며, 12년이 가장 높은 점수를 받음(5.5점).

표. 2011년 ~ 2019년에 도축된 제주 흑우의 품질 현황(거세)

거세 (수컷제외)	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
도축개월령	37.0 ±4.1	38.7 ±4.4	38.5 ±5.0	36.6 ±4.9	38.7 ±4.6	38.1 ±4.7	39.7 ±6.2	39.6 ±5.2	38.3 ±5.1
도체중 (kg)	380.6 ±47.7	406.5± 53.9	408.8 ±49.9	384.2 ±47.0	400.1 ±57.0	376.6 ±48.9	401.7 ±60.4	411.7 ±50.6	394.6 ±52.6
등지방두께 (mm)	14.7 ±5.3	15.9 ±5.8	16.3 ±6.2	14.1 ±4.9	17.0 ±6.8	15.8 ±5.8	17.9 ±6.9	18.4 ±7.7	16.1 ±6.0
등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	81.6 ±9.1	80.4 ±11.2	81.2 ±7.6	78.6 ±8.1	78.7 ±9.9	76.8 ±8.9	73.0 ±10.1	79.4 ±9.4	79.9 ±8.9
육량지수	63.6 ±3.7	61.7 ±6.4	61.8 ±4.3	63.5 ±3.5	61.3 ±4.8	62.4 ±4.0	60.3 ±4.8	60.4 ±5.6	61.9 ±4.1
육색	4.9 ±0.4	4.9 ±0.4	5.0± 0.3	5.1 ±0.4	5.0 ±0.5	5.0 ±0.4	5.0 ±0.4	4.9 ±0.4	4.8 ±0.6
지방색	3.0 ±0.1	3.0 ±0.3	3.0 ±0.1	3.0 ±0.1	3.0 ±0.1	3.1 ±0.4	3.2 ±0.6	3.2 ±0.5	3.1 ±0.4
조직감	1.3 ±0.5	1.2 ±0.4	1.3 ±0.5	1.3 ±0.5	1.3 ±0.5	1.3 ±0.4	1.7 ±0.5	1.5 ±0.5	1.5 ±0.5
성숙도	2.1 ±0.4	2.3 ±0.5	2.3 ±0.6	2.4 ±0.5	2.4 ±0.6	2.3 ±0.6	2.2 ±0.6	2.6 ±0.8	2.8 ±0.8
근내지방도	5.0 ±1.9	5.5 ±1.9	4.8 ±1.8	4.7 ±1.7	4.6 ±1.8	4.8 ±1.7	3.6 ±1.8	3.9 ±2.0	3.8 ±1.8

- 제주흑우 암컷의 도축 성적을 살펴보면, 도축개월령이 최소 57.6개월(2011년), 최대 74.9개월(2019년)으로 나타났으며, 연도별 표준편차도 높게 나타난 것으로 확인됨.
- 도체중의 평균이 300kg을 넘긴 연도는 2013, 18, 19년에 유일하게 300kg이상으로 확인되었으며, 나머지 연도에서는 280~90kg의 무게를 나타냄.
- 제주 흑우 암컷의 등심단면적 크기는 2011년 최대 크기(80.2cm<sup>2</sup>)였으며, 11년이 유일하게 평균 80cm<sup>2</sup> 이상이 나왔으며, 2017년에 가장 작은 크기를 보임(69.5cm<sup>2</sup>).

표. 2011년 ~ 2019년에 도축된 제주 흑우의 품질 현황(암컷)

암컷	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
도축개월령	57.6 ±53.3	68.1 ±48.2	59.9 ±26.3	69.1 ±42.2	68.1 ±31.6	78.9 ±35.8	69.4 ±30.3	64.3 ±29.1	74.9 ±40.1
도체중 (kg)	291.8 ±49.0	284.9 ±54.2	315.4 ±50.3	289.1 ±64.8	297.2 ±52.1	288.8 ±58.2	293.7 ±60.9	307.1 ±52.0	311.2 ±47.9
등지방두께 (mm)	14.0 ±4.7	14.8 ±4.9	14.8 ±6.7	13.3 ±5.0	13.0 ±6.9	18.0 ±7.0	17.7 ±6.9	18.1 ±6.9	18.7 ±6.7
등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	80.2 ±9.8	71.2 ±13.4	77.7 ±8.3	74.6 ±10.2	70.8 ±10.4	76.6 ±8.5	69.5 ±13.3	71.9 ±14.2	75.1 ±10.9
육량지수	65.6 ±3.2	64.2 ±2.8	64.4 ±4.5	65.3 ±3.1	65.6 ±4.8	62.5 ±4.6	60.8 ±9.6	60.6 ±10.0	60.8 ±6.9
육색	4.9 ±0.3	5.2 ±0.4	5.0 ±0.3	5.0 ±0.4	5.2 ±0.5	5.3 ±0.5	5.1 ±0.4	5.2 ±0.5	5.2 ±0.6
지방색	3.0 ±0.0	3.1 ±0.3	3.3 ±0.6	3.1 ±0.2	3.2 ±0.5	3.2 ±0.5	3.9 ±0.8	4.0 ±0.9	3.8 ±1.0
조직감	1.4 ±0.5	1.7 ±0.5	1.7 ±0.6	1.8 ±0.4	1.8 ±0.5	1.9 ±0.3	1.9 ±0.3	1.9 ±0.3	2.1 ±0.6
성숙도	3.5 ±1.4	3.8 ±1.5	5.6 ±1.8	4.9 ±1.6	5.1 ±2.4	6.2 ±1.8	5.8 ±2.3	5.3 ±2.1	6.6 ±2.3
근내지방도	4.1 ±2.3	3.1 ±2.0	3.3 ±1.6	2.7 ±1.3	3.0 ±1.7	3.0 ±1.4	2.4 ±1.6	2.6 ±1.5	2.5 ±1.4

- 표는 ‘제주흑우’와 ‘전국 한우’의 2019년 품질 현황에 대해서 비교 분석한 표임, 분석에 사용된 전국 한우와 제주 한우의 평균 값은 2019년 축산물 등급판정 통계연보에 공개된 자료를 이용함.
- 2019년 전국 한우의 총 도축 두수는 765,281두이며, 그중에 제주 한우는 7,352두가 도축되었음(전국 도축 두수의 약 0.9%).
- 제주 흑우의 도축 두수는 2019년 425두가 도축되었으며, 도축 개월령은 약 50.6개월로 전국 한우 41.1개월보다 약 9.5개월 더 사육하는 것으로 확인됨.
- 2019년도 도체중을 비교하면, 제주 한우가 가장 높은 399.8kg으로 나타났으며, 전국 한우가 397.2kg, 제주 흑우가 358.2kg으로 확인됨.
- 등지방두께를 비교하면, 전국한우와 제주 한우는 각각 13.7mm와 13.8mm로 거의 차이가 없으며, 제주 흑우의 전체 평균에서는 16.3mm로 2.5mm두꺼운 것으로 확인됨
- 등심단면적은 전국 한우 89cm<sup>2</sup>, 제주 한우 87.2cm<sup>2</sup>, 제주 흑우 77.7cm<sup>2</sup>로 나타났으며, 거세우에서는 모두 크기가 증가하였음.
- 근내지방도 점수에서는 전국 한우, 제주 한우 모두 5점을 받았으며, 제주 흑우는 4.1점으로 나타났음, 거세우에서도 전국한우 거세와 제주 한우거세는 0.7점 상승한 5.7점을 받았으며, 제주 거세 흑우는 0.4점 하락한 3.7점을 받은 것으로 확인됨.

○ 육량등급의 A급 출현율을 살펴보면, 전국한우와 제주 한우는 13%로 확인되었으며, 제주 흑우 평균은 6.4%로 확인됨, 성별 중 거세우를 따로 비교해 보면, 전국 한우 거세가 19.5%로 전국 한우 평균보다 6.5% 상승하였으며, 제주 한우거세는 0.4% 상승한 13.4%, 제주 흑우 거세는 4점이 하락한 2.4%로 나타남.

표. 2019 제주 흑우, 전국 한우 품질 현황(평균)

품종	두수	도축개월령	도체중	등지방두께	등심단면적	근내지방도	A출현율	1등급 이상
전국 한우	765,281	41.1	397.2	13.7	89.0	5.0	13.0	73.9
제주 한우	7,352	-	399.8	13.8	87.2	5.0	13.0	74.0
흑우	425	50.6	358.8	16.3	77.7	4.1	6.4	31.0
전국한우 거세	413,418	30.5	437.5	13.6	93.9	5.7	19.5	88.8
제주 한우거세	4,988	-	429.8	13.4	90.4	5.7	13.4	89.7
흑우 거세	201	38.3	394.5	16.0	80.0	3.7	2.4	49.3

전국 한우 vs 제주 흑우	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도체중이 제주 흑우가 약 38.4kg 낮음 (▼0.9).</li> <li>- 등지방 두께가 제주 흑우가 2.6mm 두꺼움 (▼1.6).</li> <li>- 등심근 단면적이 제주 흑우가 11.3cm<sup>2</sup> 적음(▼1.4).</li> <li>- A등급 이상 출현율은 전국 한우 대비 49% 수준</li> <li>- 1등급 이상 출현율은 전국 한우 대비 41%수준</li> </ul>
전국 한우 vs 제주 흑우거세	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도체중이 제주 흑우 거세가 약 2.7kg 낮음 (▼0.06).</li> <li>- 등지방 두께가 제주 흑우 거세가 2.3mm 두꺼움 (▼1.4).</li> <li>- 등심근 단면적이 제주 흑우 거세가 9cm<sup>2</sup> 적음(▼1.2).</li> <li>- A등급 이상 출현율은 전국 한우 대비 18.4% 수준</li> <li>- 1등급 이상 출현율은 전국 한우 대비 66.7%수준</li> </ul> <p>※(▼)의 값은 육량지수 공식에 대입하여 비교함.  <math>= 68.184 - (0.625 \times \text{등지방두께}) + (0.130 \times \text{배최장근단면적}) - (0.024 \times \text{도체중량})</math></p>

※한우자료: 2019년 축산물 등급판정 통계연보



그림. 제주흑우의 평균 도축개월 및 도체중

다. 제주 흑우 원종과 실용축 비교



2021	도축두수	흑우원종(61두)		흑한우(194두)	
		도축두수	도축월령	도축두수	도축월령
전국한우	795,432	21	74.8	88	53.1
제주한우	5,043	2	66.0	-	-
제주흑우	255	38	38.4	106	39.5



- 제주 흑우 도축 비율이 과제 시작 전(2015년)보다 4.1%에서 7.3%로 증가함.
- 한우와 비교하면 제주 흑우는 육량 및 육질 등급이 낮음. 하지만, 제주 흑우 실용축 생산 사업 결과 제주 흑우에 보다 실용축의 등심 단면적 1.5cm<sup>2</sup>(1.95%) 증가, 도체중 14.8kg (3.9%) 증가, 근내지방도 0.2 (4.5%) 증가, 1+이상 육량 등급 출현율은 흑우 27.61% 대비 32.59%로 4.98% 증가함.
- ☞ 제주 흑우 실용축 생산을 통한 형질 개량 및 품질향상 가속화됨

### 3. 제주 흑우 부모세대 혈통별 성적 분석(2011년~2019년)

- 이력번호(12자리)를 이용하여 정액 번호, 부모 품종(한우/흑우), 사육개월령, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도, 등지방두께, 도체중, 등심단면적, 육량지수 항목에 대해서 데이터화 하여 통계 분석함.
- 종빈우 품종 및 종모우 품종에 따른 후대도체의 육질 특징을 각각 분석함.
- 흑우 도축 개체 중 암컷의 종빈우에 따른 결과를 살펴보면, 도축일령은 흑우가 66.3개월, 한우가 58.5개월로 나타났으며, 성별이 거세일 경우에는 도축일령은 종빈우에 따른 차이는 나타나지 않음.
- 도체중 분석결과, 흑우 도축 개체의 암컷의 경우에는 종빈우에 따라 30kg가량 차이를 보이며 유의적 차이를 보였으나, 성별이 거세 개체에서는 종빈우 품종에 따른 유의적 차이를 나타내지 않음.
- 등심근단면적 분석결과에서는 도축개체의 성별에 따라서 유의적 차이가 확인되었으며, 거세개체의 등심근 단면적이 암컷보다 높게 나타남.

표. 흑우 도축 개체의 성별 및 종빈우 품종에 따른 도체 및 육질 성적

성별	모 품종 (종빈우)	도축일령(개월)	도체중(kg)	등지방 두께(mm)	육량지수	등심근 단면적(cm <sup>2</sup> )
암	흑우	66.3 <sup>a</sup> ± 6.6	299.1 <sup>c</sup> ± 57.6	16.4 ± 7.7	63.6 ± 5.2	75.3 <sup>b</sup> ± 9.6
	한우	58.5 <sup>b</sup> ± 5.4	320.0 <sup>b</sup> ± 56.7	17.1 ± 6.5	62.8 ± 4.3	71.5 <sup>b</sup> ± 16.7
거	흑우	39.4 <sup>c</sup> ± 14.8	394.1 <sup>a</sup> ± 52.4	15.8 ± 5.9	62.4 ± 4.2	78.4 <sup>a</sup> ± 13.8
	한우	37.0 <sup>c</sup> ± 3.8	403.9 <sup>a</sup> ± 54.3	15.9 ± 6.1	62.5 ± 4.4	77.6 <sup>a</sup> ± 19.4
Significance		***	***	NS	NS	***

\*\*\*P<0.001

- 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 모두 성별에 따른 유의적 차이가 확인되었지만, 모 품종에 따른 차이는 나타나지 않음.

표. 도축개체의 성별 및 종빈우 품종에 따른 도체 및 육질 성적

도축 개체 성별	모 품종 (종빈우)	근내지방도	육색	지방색	조직감	성숙도
암	흑우	2.6 <sup>b</sup> ± 1.4	5.1 <sup>b</sup> ± 0.5	3.6 <sup>a</sup> ± 0.8	2.2 <sup>a</sup> ± 2.6	5.2 <sup>a</sup> ± 2.2
	한우	3.0 <sup>b</sup> ± 1.9	5.1 <sup>b</sup> ± 0.5	3.5 <sup>b</sup> ± 0.8	1.7 <sup>b</sup> ± 0.5	5.3 <sup>a</sup> ± 2.1
거	흑우	4.8 <sup>a</sup> ± 1.9	5.0 <sup>a</sup> ± 0.4	3.0 <sup>c</sup> ± 0.1	1.3 <sup>c</sup> ± 0.5	2.3 <sup>b</sup> ± 0.6
	한우	5.2 <sup>a</sup> ± 2.0	4.9 <sup>a</sup> ± 0.4	3.0 <sup>c</sup> ± 0.2	1.3 <sup>c</sup> ± 0.9	2.2 <sup>b</sup> ± 0.5
Significance		***	**	***	***	***

\*\*\*P<0.001



- 종모우에 따른 후대 흑우의 도체 성적을 성별로 분류하여 표에 나타냄.
- 후대의 성별이 거세로 분류된 흑우 개체는 도축일령, 도체중, 등지방두께, 육량지수 모두 종모우에 영향을 받지 않고 유의적 차이가 없는 것으로 확인함. 후대 성별이 암컷으로 분류된 개체는 JBPN009가 가장 낮은 도축일령을 보였으며, JBPN006이 가장 높은 도축일령을 보임. 하지만, 암컷의 경우에는 이용 용도에 따라서 도축일령이 결정되기 때문에 종모우간에 유의적 차이가 발생하였지만, 개체 특성이라고 할 수 없음.

표. 제주 흑우 성별 및 종모우에 따른 후대 도체 육량형질 분석

후대 성별	정액 번호	도축일령(개월)	도체중(kg)	등지방두께(mm)	육량지수
암	JBPN006	84.9 <sup>a</sup> ± 36.6	311.1 ± 41.2	18.0 ± 4.0	63.5 ± 1.8
	JBPN007	64.1 <sup>ab</sup> ± 25.4	303.2 ± 35.6	18.1 ± 5.0	62.1 ± 3.8
	JBPN008	73.1 <sup>a</sup> ± 28.3	300.8 ± 50.9	21.3 ± 10.4	60.0 ± 7.0
	JBPN009	44.5 <sup>b</sup> ± 11.7	312.1 ± 45.3	18.8 ± 5.7	61.3 ± 3.7
	JBPN010	64.3 <sup>ab</sup> ± 5.0	306.7 ± 27.2	25.3 ± 7.6	57.6 ± 5.2
	significant	***	NS	NS	NS
거세	JBPN006	36.4 ± 3.8	398.3 ± 66.9	16.1 ± 7.1	62.1 ± 4.9
	JBPN007	37.6 ± 4.5	370.4 ± 42.4	19.2 ± 8.9	60.2 ± 6.3
	JBPN008	38.6 ± 4.5	378.8 ± 37.3	14.5 ± 5.4	63.2 ± 3.7
	JBPN009	36.5 ± 3.3	399.8 ± 66.6	18.2 ± 8.1	60.4 ± 5.1
	JBPN010	36.0 ± 3.2	380.5 ± 35.4	16.1 ± 5.6	63.0 ± 4.8
	Significance	NS	NS	NS	NS

\*P<0.05

- 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 항목에 대한 결과는 표에 나타냄.
- 후대 성별이 거세인 개체의 근내지방도, 조직감은 종모우에 따라 유의적 차이를 보임.
- JBPN006이 가장 높은 근내지방도를 보였으며, JBPN009가 가장 낮은 값을 보임.

표. 제주 흑우 성별 및 종모우에 따른 후대 도체 육질형질 분석

성별	부 정액번호	근내지방도	육색	지방색	조직감	성숙도
암	JBPN006	2.2 ± 1.2	5.5 ± 0.5	4.3 ± 1.5	2.2 ± 0.4	7.7 <sup>a</sup> ± 2.3
	JBPN007	1.9 ± 0.8	4.9 ± 0.3	3.9 ± 0.8	2.0 ± 0.0	6.2 <sup>ab</sup> ± 1.7
	JBPN008	2.1 ± 1.3	5.3 ± 0.6	3.8 ± 0.7	2.0 ± 0.0	6.5 <sup>ab</sup> ± 2.4
	JBPN009	2.4 ± 1.2	5.3 ± 0.7	3.8 ± 0.9	2.0 ± 0.0	4.3 <sup>b</sup> ± 1.9
	JBPN010	2.0 ± 1.0	5.3 ± 0.6	4.7 ± 0.6	2.0 <sup>b</sup> ± 0.0	5.7 <sup>ab</sup> ± 1.2
	significant	NS	NS	NS	NS	*
거세	JBPN006	5.1 <sup>a</sup> ± 1.7	5.0 ± 0.4	3.1 ± 0.3	1.2 <sup>b</sup> ± 0.4	2.6 ± 0.6
	JBPN007	4.4 <sup>a</sup> ± 2.0	5.1 ± 0.7	3.1 ± 0.3	1.5 <sup>b</sup> ± 0.5	2.7 ± 0.8
	JBPN008	4.3 <sup>a</sup> ± 1.8	5.1 ± 0.3	3.0 ± 0.0	1.4 <sup>b</sup> ± 0.5	2.5 ± 0.6
	JBPN009	2.8 <sup>b</sup> ± 1.5	4.9 ± 0.7	3.0 ± 0.5	1.6 <sup>b</sup> ± 0.5	2.6 ± 0.7
	JBPN010	5.0 <sup>a</sup> ± 2.0	4.7 ± 0.5	3.0 ± 0.0	3.0 <sup>a</sup> ± 4.4	2.3 ± 0.5
	Significance	*	NS	NS	*	NS

\*P<0.05

- 종빈우 JBPN008의 후대 개체의 도축 성적을 성별로 분류하고 모품종에 따라 2차 분류하여 표에 나타냄.
- 후대의 성별 및 모 품종에 따른 도체 성적은 근내 지방도를 제외하고 차이를 나타내지 않음, JBPN008과 모품종이 한우일 경우 암컷과 거세 모두 상대적으로 높은 값을 보임.

표. JBPN008와 종부된 종빈우 품종에 따른 후대 육량형질 분석(성별)

성별	모 품종	도축일령(개월)	도체중(kg)	등지방두께(mm)	육량지수	등심근 단면적(cm <sup>2</sup> )
암	흑우	72.6 ± 31.8	290.8 ± 56.0	20.6 ± 11.9	60.8 ± 7.9	72.4 ± 7.8
	한우	74.0 ± 20.1	324.2 ± 27.5	23.0 ± 6.2	58.2 ± 4.2	70.5 ± 11.2
거세	흑우	38.7 ± 4.4	377.5 ± 34.8	14.6 ± 5.6	63.0 ± 3.8	74.5 ± 13.1
	한우	38.0 ± 5.2	385.1 ± 48.5	13.8 ± 4.7	63.9 ± 3.2	76.0 ± 8.1

표. JBPN008와 종부된 종빈우 품종에 따른 후대 육질형질 분석(성별)

성별	모 품종	근내지방도	육색	지방색	조직감	성숙도
암	흑우	1.8 ± 0.8	5.3 ± 0.5	3.9 ± 0.8	2.0 ± 0.0	6.6 ± 2.7
	한우	3.0 ± 1.9	5.2 ± 0.8	3.6 ± 0.5	2.0 ± 0.0	6.2 ± 1.3
거세	흑우	4.1* ± 1.8	5.0 ± 0.4	3.0 ± 0.0	1.5 ± 0.5	2.5 ± 0.6
	한우	5.4 ± 1.6	5.1 ± 0.3	3.0 ± 0.0	1.2 ± 0.4	2.4 ± 0.5

- 종모우에 따라 육질 등의 차이가 뚜렷하여 종모우의 영향이 큰 것으로 확인됨. 한우의 씨수소의 도체중, 등심근 단면적, 등지방두께, 근내 지방도의 유전능력(EPD)정보를 제공하는 것처럼 흑우도 시스템으로 갖춰야할 것으로 판단됨.

표. 분석 항목간 상관관계분석 결과

	육색	지방색	조직감	성숙도	등지방 두께	등심 단면적	도체중	육량지수	도축월령	육질등급
근내 지방도	-0.31	-0.12	-0.58	-0.22	0.038	0.264	0.36	-0.08	-0.18	-0.92
육색		0.14	0.21	0.066	-0.15	-0.27	-0.38	0.186	-0.01	0.24
지방색			0.25	0.463	0.357	0.066	-0.31	-0.22	0.48	0.164
조직감				0.283	0.064	-0.16	-0.39	0.022	0.228	0.548
성숙도					0.075	0.195	-0.29	0.065	0.868	0.259
등지방 두께						0.267	0.37	-0.97	0.034	-0.07
등심 단면적							0.565	-0.18	0.23	-0.26
도체중								-0.51	-0.23	-0.38
육량지수									0.093	0.117
도축월령										0.279

- 표는 등급판정 분석 항목에서 도체형질의 표현형 상관관계를 나타내었음.
- 근내지방도와 육색 상관계수는 -0.31, 조직감 상관계수는 -0.58, 육질 등급은 -0.82로 부의 상관관계를 나타냈으며, 등심근 단면적(0.264)과 도체중(0.36)과는 정의 상관관계를 보임.
- 도체중과 근내지방도 간에는 0.36, 도체중과 등지방 두께 간에는 0.37, 도체중과 등심단면적 간에는 0.565의 상관계수가 확인되었으며, 모두 정의 상관관계를 보였음, 또한 도체중과 육색 간에는 -0.38, 도체중과 지방색 간에는 -0.31, 도체중과 조직감 간에는 -0.39, 도체중과 성숙도 간에는 -0.28, 도체중과 육량지수간에는 -0.51의 상관계수가 확인되었으며, 모두 부의 상관관계를 보임.
- 등심 단면적과 등지방 두께간에는 0.267, 등심 단면적과 근내지방도 간에는 0.264의 정의 상관관계가 나타남, 등지방 두께와 육량 지수간에는 -0.97로 높은 부의 상관관계를 보임.
- 기존의 한우의 체형형질과 도체형질에 관련된 연구 논문(sun, 2007)을 살펴보면 도체중과 등심단면적간은 0.530, 도체중과 등지방두께는 0.376, 도체중과 육량 지수 간에는 -0.132의 부의 상관관계를 보임. 또한, 등심근 단면적과 등지방두께간에는 0.092, 등심근 단면적과 육량지수간에 0.382, 등지방 두께와 육량지수는 -0.869로 나타남.

#### 4. 제주 흑우의 육질 및 영양학적 특성 분석

##### 가. 제주 흑우와 한우의 지방산 측정 분석결과

- 일반적으로 소고기의 지방산은 지질의 중요한 구성인자로서, 글리세롤과 에스테르 결합을 이루어 지질을 형성하며, 이러한 지방산의 결합 형태(이중결합 유무)에 따라 포화 지방산(Saturated Fatty Acid, SFA)과 불포화지방산(Unsaturated Fatty Acid, UFA)로 구분함. 불포화 지방산은 이중결합의 수에 따라 단일 불포화지방산(Monounsaturated Fatty Acid, MUFA) 및 다중 불포화 지방산(Polyunsaturated Fatty Acid, PUMA)으로 나누어짐(Jang 등, 2017).
- 반추동물의 근육내 포화지방산은 비반추 동물보다 많고, 다가 불포화지방산/포화지방산 비율이 낮고, 이러한 이유는 반추내에서 미생물의 작용으로 불포화지방산을 포화지방산으로 가수분해시키기 때문임, 소고기의 중요한 지방산은 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), oleic acid(C18:1n9), linoleic acid(C18:2)이며, 이 중에서 oleic acid(C18:1n9)는 고기의 풍미에 영향을 줄 수 있으며, 소고기의 대표적인 주요 지방산으로 알려져 있음(Thu 등2021). 기존의 연구결과를 살펴보면 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), linoleic acid의 함량이 높아지면 고기의 풍미에 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있음(이 등, 2010). 이러한 이론적인 근거를 바탕으로 하여 제주 흑우와 한우의 지방산 측정결과는 표에 나타냄.
- 소고기의 풍미 물질인 oleic acid의 경우 제주 흑우가 약 54.47%, 제주 한우가 48.10%로 측정되었고, 50%가 넘는 수치를 확인함.
- 품종과 성별로 비교해보면, 한우 암컷이 47.20%, 한우 거세 49.75%, 흑우 암컷 56.34% 그리고 흑우 거세가 53.95%로 나타냈으며, 풍미에 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려진 palmitic acid는 제주 흑우가 23.36%, 제주 한우가 27.93% 확인
- 건강과 관련이 있는 포화지방산(SFA)의 함량은 품종간에 비교를 하면, 제주 흑우 35.33%, 한우 42.44%로 차이가 나타났으며, 한우 암컷이 가장 높은 측정값을 보였고, 한우거세, 흑우 암컷, 흑우 거세 순으로 측정됨.
- 불포화 지방산 측정결과, 단일 불포화 지방산(MUFA)의 경우 제주 흑우가 61.08%, 한우가 54.79%를 보였다. 다중 불포화지방산(PUMA)의 측정 결과도 제주 흑우가 한우보다 높게 측정됨(제주 흑우 3.59%, 한우 2.39%).

표. 제주 흑우와 한우의 지방산 측정 결과

	Hanwoo		Jeju Black Cattle		Significant
	Female (n=11)	CM <sup>1)</sup> (n=16)	Female (n=8)	CM (n=17)	
C14:0 (Myristic Acid)	3.44 ± 0.69 <sup>2)</sup>	3.50 ± 0.91	2.35 ± 0.25	2.38 ± 0.56	NS
C14:1 (Myristoleic Acid)	0.91 ± 0.47	0.99 ± 0.42	1.06 ± 0.61	0.93 ± 0.04	NS
C15:0 (Pentadecanoic Acid)	0.25 ± 0.05	0.20 ± 0.08	0.00 <sup>b</sup> ± 0.00	0.22 ± 0.10	NS
C16:0 (Palmitic Acid)	28.74 <sup>a</sup> ± 2.29	26.83 <sup>ab</sup> ± 1.86	22.23 <sup>b</sup> ± 1.87	23.52 <sup>b</sup> ± 1.41	***
C16:1 (Palmitoleic Acid)	5.10 ± 0.49	5.37 ± 0.85	6.07 ± 2.16	5.45 ± 1.07	NS
C17:0 (Heptadecanoic Acid)	0.66 ± 0.18	0.81 ± 0.25	0.72 ± 0.42	0.39 ± 0.20	NS
C17:1 (Cis-10- Heptadecenoic Acid)	0.59 ± 0.06	0.82 ± 0.08	0.94 ± 0.12	0.64 ± 0.07	NS
C18:0 (Stearic Acid)	11.13 ± 0.66	10.37 ± 0.99	9.32 ± 1.73	9.92 ± 1.79	NS
C18:1n-9,Cis (Oleic Acid)	47.20 <sup>b</sup> ± 4.03	49.75 <sup>ab</sup> ± 3.14	56.34 <sup>a</sup> ± 5.66	53.95 <sup>a</sup> ± 4.48	*
C18:2n-6,Cis (Linoleic Acid)	1.95 <sup>b</sup> ± 0.48	1.94 <sup>b</sup> ± 0.39	2.56 <sup>a</sup> ± 0.46	2.66 <sup>a</sup> ± 0.49	*
C20:0 (Arachidic Acid)	0.04 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	NS
C18:3n-6 γ-Linolenic acid	0.05 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.01	NS
C18:3n-3 Linolenic acid	0.10 ± 0.03	0.09 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.13 ± 0.05	NS
C20:1 (Cis-11-Eicosenoic Acid)	0.36 ± 0.23	0.41 ± 0.11	0.47 ± 0.07	0.61 ± 0.29	NS
C20:2 (Cis-11,14- Eicosadienoic Acid)	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.65 ± 1.46	NS
C20:3n-6 (Cis-8,11,14- Eicosatrienoic Acid)	0.15 ± 0.06	0.13 ± 0.08	0.37 ± 0.21	0.28 ± 0.02	NS
C20:4n-6 (Arachidonic Acid)	0.47 ± 0.32	0.25 ± 0.23	0.45 ± 0.40	0.71 ± 0.68	NS
SFA	43.90 <sup>a</sup> ± 3.23	41.22 <sup>a</sup> ± 3.11	33.36 <sup>c</sup> ± 4.17	35.66 <sup>c</sup> ± 3.76	***
MUFA	53.52 <sup>b</sup> ± 3.16	56.44 <sup>b</sup> ± 2.85	63.50 <sup>a</sup> ± 3.79	60.50 <sup>a</sup> ± 3.98	**
PUFA	2.585 <sup>b</sup> ± 0.66	2.32 <sup>b</sup> ± 0.67	3.13 <sup>a</sup> ± 0.68	3.83 <sup>a</sup> ± 1.15	*

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

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

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

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

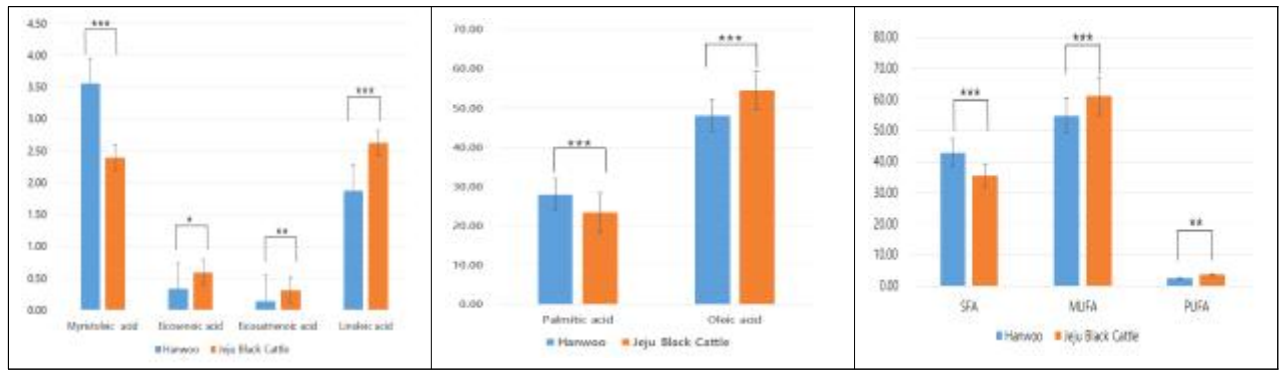


그림. 주요 지방산 분석 결과

○ 제주 흑우의 등급별 지방산 조성에서 palmitic acid는 흑우 1++등급이 가장 높은 조성을 보였으며, 한우 1+등급, 흑우 2등급 순으로 확인됨. Oleic acid는 흑우 1++등급은 45.2, 흑우 1+등급은 13.5, 흑우 2등급 49.9, 한우 1+ 42.4로 흑우는 등급 상관없이 높은 값을 보임.

표. 제주 흑우의 등급별 지방산 조성

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

- 제주 흑우의 부위별 지방산 조성을 표에 나타냈으며 Oleic acid 함량이 우둔이 가장 높았고 안심에서 가장 낮은 것을 확인함.

표. 제주 흑우의 부위별 지방산 조성

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



나. 제주 흑우와 한우의 유리 아미노산 측정 분석결과

- 소 도체는 도축 후 시간이 경과 하면서 근육 중 glycogen이 분해되어 젖산이 축적되고 ATP는 높은 수준을 유지할 수 없고 점차 감소하면서 근소포체의 Ca 이온이 누출되면서 불가역적인 액토마이오신 가교가 형성되며(정 등, 1997; Maltin 등, 2003), 근육이 최대 강직을 일으키는 최저의 pH에서 근육 내 단백질 분해효소가 활성화되어 근육의 단백질은 분해가 되며, 이때 각종 유리아미노산과 peptide 등이 증가함(농촌진흥청, 2007).
- 유리아미노산은 단백질 분해 효소에 의해 생성이 되며 각각의 아미노산은 특유의 맛을 가지고 있음.
- 숙성육의 경우 alanine, taurine, leucine, serine, valine, glutamic acid의 함량이 크게 증가되어 소고기의 풍미가 향상(Koutsidis 등, 2008), Serine, alanine, threonine, proline, glycine은 단맛, aspartic acid는 신맛, leucine, isolucine, methionine, phenylalanine, lysine, valine, histidine, arginine는 쓴맛과 관련 있는 것으로 연구됨(Aoki 등, 2009).
- glutamic acid는 감칠맛과 기호성에 중요한 역할을 함(Dashdorj 등, 2016).

표. 제주흑우와 한우의 지방산 측정 결과

	Hanwoo		Jeju Black Cattle		Significant
	Female (n=12)	CM <sup>1)</sup> (n=15)	Female (n=5)	CM (n=14)	
Alanine	15.00 <sup>b</sup> ± 1.10 <sup>2)</sup>	22.49 <sup>a</sup> ± 3.18	22.21 <sup>a</sup> ± 4.93	24.01 <sup>a</sup> ± 3.65	*
Glycine	5.81 ± 0.20	5.30 ± 1.07	5.05 ± 0.40	6.26 ± 1.64	NS
Valine	6.47 <sup>a</sup> ± 0.41	4.50 <sup>ab</sup> ± 0.92	3.14 <sup>b</sup> ± 0.65	3.93 <sup>b</sup> ± 1.42	*
Leucine	11.07 <sup>a</sup> ± 0.72	6.22 <sup>b</sup> ± 1.36	4.55 <sup>b</sup> ± 0.65	5.59 <sup>b</sup> ± 1.61	***
Isolucine	5.16 <sup>a</sup> ± 0.43	2.96 <sup>b</sup> ± 0.74	2.20 <sup>b</sup> ± 0.38	2.72 <sup>b</sup> ± 0.73	***
Threonine	4.98 <sup>a</sup> ± 0.17	2.82 <sup>b</sup> ± 0.68	1.95 <sup>b</sup> ± 0.28	2.74 <sup>b</sup> ± 1.00	**
Serine	6.05 <sup>a</sup> ± 0.07	3.94 <sup>b</sup> ± 0.60	2.62 <sup>b</sup> ± 0.01	3.81 <sup>b</sup> ± 1.39	**
Proline	1.95 <sup>b</sup> ± 0.04	2.61 <sup>a</sup> ± 0.23	2.42 <sup>ab</sup> ± 0.33	2.65 <sup>a</sup> ± 0.33	*
Asparagine	2.66 <sup>a</sup> ± 0.13	1.70 <sup>b</sup> ± 0.24	1.43 <sup>b</sup> ± 0.08	1.73 <sup>b</sup> ± 0.41	**
Methionine	5.90 <sup>a</sup> ± 0.28)	3.80 <sup>b</sup> ± 0.45	2.47 <sup>c</sup> ± 0.30	3.29 <sup>bc</sup> ± 0.93	***
Glutamic acid	4.74 <sup>a</sup> ± 0.87	2.02 <sup>b</sup> ± 0.36	1.69 <sup>b</sup> ± 0.09	1.96 <sup>b</sup> ± 1.14	**
Phenylalanine	7.27 <sup>a</sup> ± 0.39	4.64 <sup>b</sup> ± 0.75	3.65 <sup>b</sup> ± 0.62	4.30 <sup>b</sup> ± 1.00	**
Glutamine	11.70 <sup>b</sup> ± 1.50	23.76 <sup>a</sup> ± 2.62	33.86 <sup>a</sup> ± 8.41	25.47 <sup>a</sup> ± 7.34	**
Ornithine	1.48 ± 0.44	0.78 ± 0.18	1.87 ± 1.15	0.73 ± 0.39	NS
Lysine	1.54 ± 0.2	1.87 ± 0.50	2.89 ± 0.42	2.37 ± 0.92	NS
Histidine	2.02 ± 0.45	2.59 ± (0.52)	3.53 ± (1.20)	3.34 ± 1.49	NS
Tyrosine	0.54 <sup>b</sup> ± 0.13	2.66 <sup>a</sup> ± (0.63)	2.32 <sup>a</sup> ± (0.06)	1.91 <sup>a</sup> ± 0.64	**

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

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

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

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

- 제주 흑우와 한우의 유리아미노산 측정 결과 단맛에 영향을 미치는 것으로 알려진 threonine, serine의 비율은 한우가 유의적으로 (각각  $P < 0.01$ ,  $P < 0.05$ ) 높게 나타남.
- Alanine과 proline는 제주 흑우가 한우보다 많은 것으로 확인되었으며, 쓴맛에 영향을 미치는 것으로 알려진 valine, leucine, isolucine, methionine는 한우가 제주 흑우와 비교하였을 때 유의적으로 높은 값을 보임.
- 감칠맛을 내며 소고기의 풍미에서 중요한 유리아미노산인 glutamic acid는 한우암컷에서 가장 높게 측정되었으며, 거제한우, 거세흑우, 흑우암컷 순으로 나타남. 유리 아미노산 측정 결과 glutamine이 가장 큰 비율로 측정이 되었으며, 제주흑우암컷이 다소 높은 값을 보임.

다. 제주 흑우와 한우의 일반성분 분석결과

- 일반성분 분석항목 중 수분, 조지방, 조단백질, 조회분, 가용무질소물(NFE), 열량은 품종 및 성별에 따른 효과는 나타나지 않음.
- 콜레스테롤의 함량의 경우 한우가 제주 흑우에 비해 높은 함량을 보임.

표. 제주 흑우와 한우의 영양성분 분석

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

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

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

- 제주 흑우 품질특성은 영양학적으로 감칠맛 성분 지방산인 올레인산 함량이 제주 흑우(거세)의 경우 53.95%로 한우(49.75%)대비 4.2% 높음
- 단맛을 내는 아미노산인 alanine과 proline은 흑우가 한우보다 각각 6.3%, 1.5% 높음, 불포화 지방산은 62.11%로 한우 54.84%보다 7.27% 높았으며, 포화지방산은 제주 흑우가 33.94%, 한우가 42.44%로 8.5% 차이를 보임
- 콜레스테롤 함량은 제주 한우 11.6mg/100g, 제주 흑우는 3.0mg/100g으로 74% 낮음
- ☞ 제주 흑우 영양학적 특성은 맛이 뛰어나고 건강에도 좋아 웰빙푸드로써 우수성이 입증됨

라. 제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 육질 비교 분석

- 소고기의 육색은 소비자에게 가장 중요한 구입요소이며, 고기의 품질과도 관련이 있으며, 육색은 연령, 품종 등에 따라 다르게 나타남.
- 아래 표는 제주 흑우와 한우, 호주산 와규의 품종에 따른 육색, 지방색 및 가열감량을 나타냈으며, 호주산 와규의 경우 냉장육 수입 경로에 따른 숙성일 경과로 도축 후 42일 숙성된 시료를 구입하여 비교함, 정확한 비교를 위해 제주흑우 및 한우의 경우에도 숙성 42일 경과된 시료를 선별하여 비교를 실시



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

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

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

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

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

- 명도(L\*)의 경우 한우와 제주흑우에서 낮은 값을 보였으며, 전체적으로 호주산 와규의 명도값이 높은 값을 나타냄.
- 지방의 명도(L\*)값을 살펴보면 제주흑우, 한우, 호주산 와규 순으로 나타났으며, 제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 육색 명도(L\*)과 지방 명도(L\*)를 종합적으로 살펴보면 전체적으로 명도 값이 낮은 흑우가 색이 좀 더 진하고, 호주산 와규에서 육색과 지방색 중 명도가 높아 좀 더 밝은 것을 확인함.

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

	Hanwoo	Jeju Black Cattle	Wagyu	Significance
Shear force (kg)	3.32 <sup>a</sup> ± 0.68 <sup>b</sup>	3.51 <sup>a</sup> ± 0.31	1.69 <sup>b</sup> ± 0.86	**
Hardness (kg)	2.93 ± 0.43	2.61 ± 0.67	2.61 ± 0.46	NS
Adhesiveness (mJ)	6.30 ± 3.29	5.65 ± 2.36	4.26 ± 2.01	NS
Resilience	0.08 ± 0.01	0.09 ± 0.02	0.09 ± 0.02	NS
Cohesiveness	0.40 ± 0.05	0.39 ± 0.01	0.38 ± 0.04	NS
Springiness (mm)	10.52 <sup>ab</sup> ± 1.93	9.28 <sup>b</sup> ± 2.60	13.37 <sup>a</sup> ± 1.99	*
Gumminess (kg)	1.21 ± 0.21	1.04 ± 0.18	1.01 ± 0.23	NS
Chewiness (mJ)	126.2 ± 34.2	91.8 ± 34.6	124.7 ± 28.1	NS

Level of significance: NS=not significant.

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

- 제주 흑우, 한우 및 호주산 와규의 품종에 따른 전단력과 조직감 측정결과를 표에 나타냄, 식육의 연도를 기계적으로 평가하는 전단력(shear force)의 경우 호주산 와규가 1.69kg으로 가장 낮은 값을 보임. 수입에서 숙성조건이 다소 차이가 있을 것으로 판단되며 한우와 흑우 보다 낮은 연도를 나타냄.
- 한우와 제주흑우 간의 연도 차이는 나타나지 않음. 식육의 견도, 씹힘성 등을 평가하는 조직감 측정결과에서는 품종간 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으며, 탄력성 항목의 경우에서 호주산 와규의 탄력성이 한우와 흑우보다 높은 것으로 확인됨. 탄력성은 식품을 변형시키는 힘이 제거되었을 때 변형되기 전 상태로 돌아가려는 성질을 말함.

표. 제주 흑우의 등급에 따른 전단력 및 조직감 측정결과

	한우 1+등급	흑우 1++등급	흑우 1+등급	흑우 2등급 암컷	흑우 2등급 거세
Shear force (kg)	3.39 ± 0.97	5.71 ± 1.07	5.27 ± 0.67	5.54 ± 0.47	5.39 ± 1.27
Hardness (kg)	2.35 ± 0.23	2.98 ± 0.68	2.82 ± 0.09	3.15 ± 0.79	2.86 ± 0.94
Adhesiveness (mJ)	2.58 ± 0.87	3.15 ± 1.48	1.47 ± 0.40	1.27 ± 0.31	4.53 ± 1.89
Resilience	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.03	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.02	0.10 ± 0.02
Cohesiveness	0.35 ± 0.02	0.39 ± 0.02	0.38 ± 0.05	0.51 ± 0.09	0.49 ± 0.03
Springiness (mm)	8.55 ± 1.27	9.91 ± 0.52	8.48 ± 0.20	7.41 ± 1.81	7.29 ± 0.41
Gumminess (kg)	0.81 ± 0.11	1.13 ± 0.19	1.08 ± 0.22	1.70 ± 0.64	1.39 ± 0.43
Chewiness (mJ)	68.98 ± 18.03	110.45 ± 24.25	89.60 ± 18.65	129.03 ± 65.69	98.37 ± 26.84

- 제주 흑우의 등급에 따른 전단력 및 조직감 측정결과를 표에 나타냄, 전단력 측정 결과 한우 1+등급이 가장 낮은 측정결과를 보였으며, 흑우 1++등급이 예상외로 가장 높은 측정값을 보임.
- 조직감 측정결과에서는 흑우 2등급 암컷이 가장 높은 경도를 보였으며, 한우 1+등급이 가장 낮은 측정 값을 보임.
- 제주 흑우의 육색, 지방색, 가열감량, 전단력 및 조직감 항목간 상관관계를 분석한 결과를 표에 나타냄.
- Carcass weight(도체중)은 Qaulity Score(육질 점수)와, Meat a\*(육색 적색도)와 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, Cooking loss(가열감량)과는 부(-)의 상관관계를 나타냄. 이러한 결과는 도체중이 증가할수록 적색도가 높아 붉은색이 짙고, 육질 점수도 높으며, 보수력 항목인 가열감량은 낮게 측정되어 보수력이 좋아지는 것으로 해석할 수 있음.
- Qaulity Score(육질 점수)는 Meat a\*(육색 적색도), Fat L\*(지방색 명도)와 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, Hardness(경도), Gumminess(점성)와는 부(-)의 상관관계를 나타냄. Meat L\*(육색 명도)와 Meat b\*(육색 황색도)와는 정(+)의 상관관계를 나타냈으며, 이와 반대로 Shear force(전단력)와는 부(-)의 상관관계를 보였음.

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

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

### 5. 제주 흑우의 근육학적 특성

- 제주 흑우의 부위별 가열 감량 결과를 그림에 나타냄. 측정결과 안심, 전각, 도가니, 흥두께 순으로 높은 가열감량을 보였으며, 보섭살이 가장 낮은 가열감량을 보임.
- 제주 흑우의 부위별 육색 및 지방색을 숙성1일과 숙성 16일에 측정하여 표에 나타냄, 숙성 1일차 목심이 가장 낮은 명도값을 보였으며, 숙성 16일 이후에는 치맛살이 가장 낮은 명도 값을 보임.

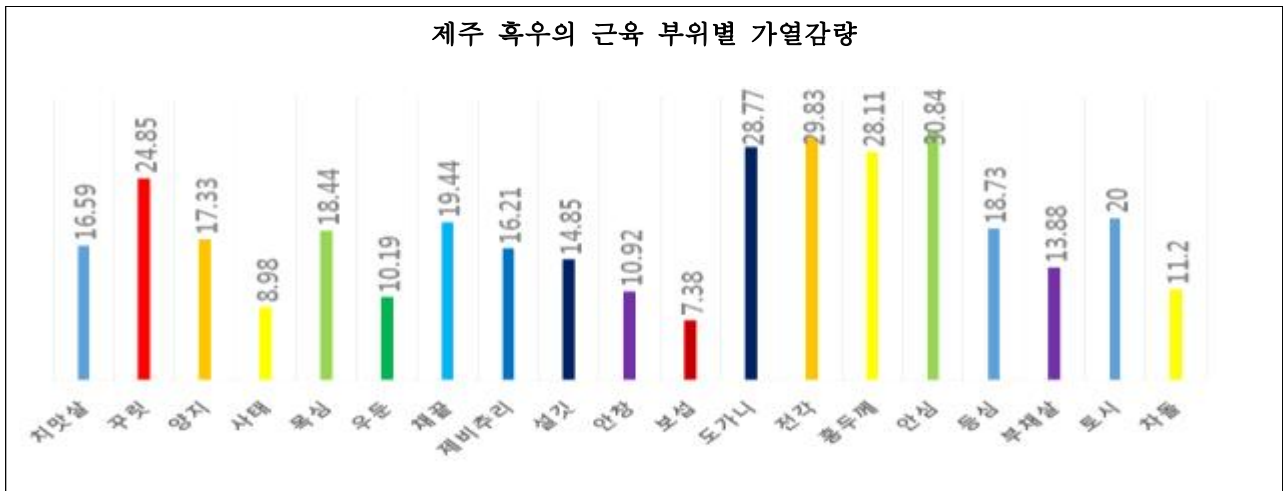


그림. 제주 흑우의 부위별 가열감량 측정 결과

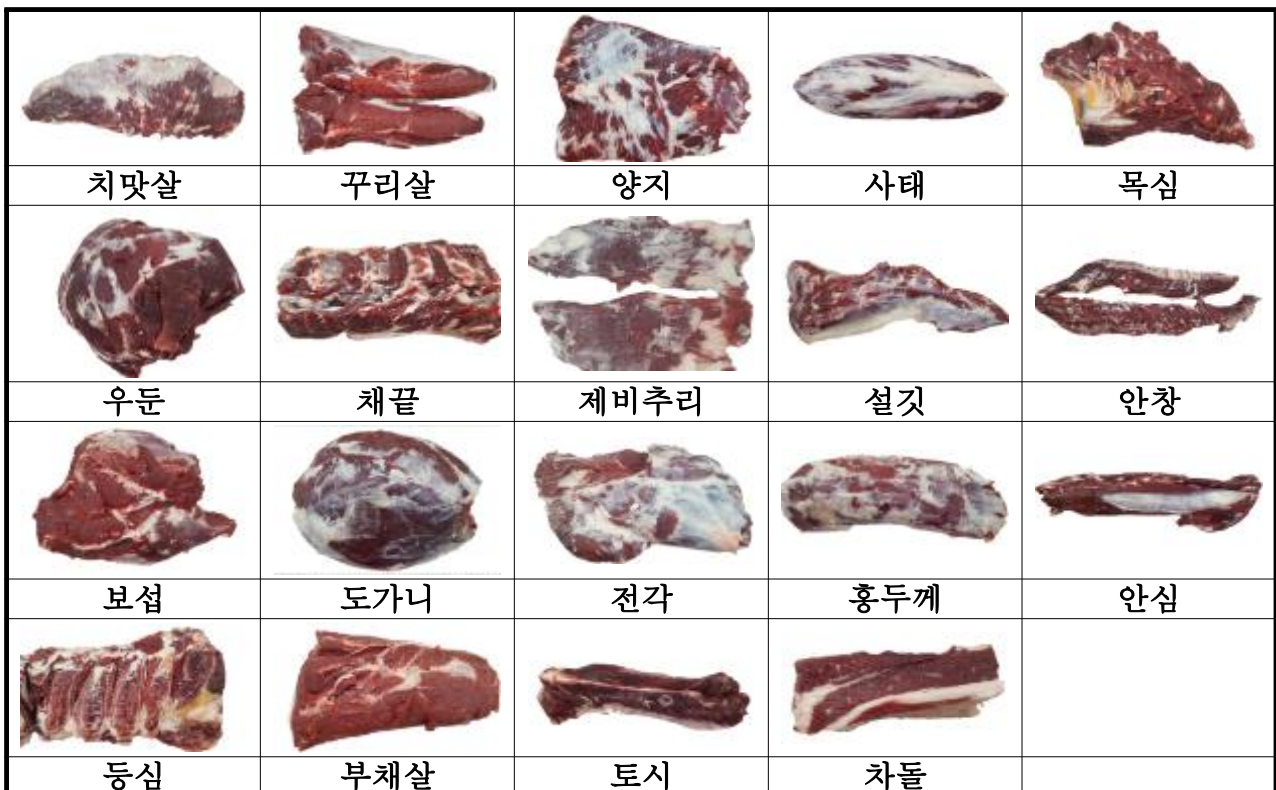


그림. 실험에 사용된 제주 흑우 부위별 사진

표. 숙성일에 따른 제주 흑우의 육색 및 지방색 측정결과

	숙성 1일						숙성 16일					
	육색			지방색			육색			지방색		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
치맛살	31.54	17.70	4.21	56.78	4.86	2.32	29.91	20.64	7.43	45.4	12.78	7.32
꾸릿	33.36	20.43	5.33	65.4	2.67	3.35	33.49	21.32	7.8	52.45	16.95	8.83
양지	30.92	18.89	6.66	73.03	0.40	4.64	32.88	20.68	7.67	60.3	4.29	6.84
사태	27.45	19.17	4.55	66.35	2.56	3.35	30.05	17.37	4.95	56.57	13.96	10.98
목심	25.58	17.9	3.94	73.24	1.80	7.14	31.4	19.32	5.83	48.4	18.64	10.99
우둔	27.26	19.99	6.39	63.71	12.44	11.49	31.14	22.58	8.78	56.00	16.77	13.06
채끝	29.36	21.32	8.11	65.9	2.56	6.6	32.68	22.54	8.21	54.95	12.85	9.90
제비 추리	32.67	19.65	6.95	78.3	0.85	5.47	31.34	19.81	5.75	58.09	11.82	9.39
설깃	31.19	20.70	7.68	62.14	1.46	3.78	33.62	22.08	8.34	46.96	10.65	7.19
안창	34.01	17.65	3.06	64.25	4.28	4.47	33.75	19.13	6.61	51.62	17.47	9.47
보섭	27.71	18.03	4.86	68.93	2.23	5.08	31.77	21.00	8.04	51.48	15.41	9.56
도가니	27.73	19.92	5.23	68.37	0.37	2.03	30.92	19.49	6.37	50.99	11.62	8.48
전각	29.8	21.85	8.76	59.4	5.03	4.4	32.15	20.25	7.25	50.95	12.59	9.06
홍두께	31.61	20.82	8.29	63.07	2.38	2.77	32.47	21.03	8.64	50.51	7.99	6.67
안심	34.02	20.57	8.09	58.73	13.59	11.44	35.32	24.51	10.6	51.45	16.89	8.73
등심	31.17	20.63	7.29	69.01	2.94	6.68	31.71	20.93	7.91	59.07	14.02	9.84
부채살	30.93	19.77	3.93	68.94	2.33	4.45	32.17	20.95	7.29	60.9	12.61	9.73
토시	26.77	17.65	2.81	67.16	7.49	9.02	30.84	21.95	7.88	47.63	14.97	10.99
차돌	32.28	18.89	7.10	61.72	1.17	5.29	32.75	22.51	9.26	56.77	6.98	9.13



표. 제주 흑우의 부위별 조직감 측정 결과

	hardness (kg)	adhesiveness	Resilience	Cohesiveness	springiness	gumminess (kg)	chewiness (mJ)
치맛살	1.59	1.47	0.10	0.46	7.94	0.44	157.97
꾸릿	3.76	3.13	0.13	0.52	6.89	1.56	178.53
양지	5.05	8.07	0.12	0.49	10.15	2.49	248.63
사태	3.74	4.47	0.11	0.47	11.45	1.75	190.87
목심	7.33	2.20	0.17	0.55	9.96	3.91	387.47
우둔	4.65	5.10	0.12	0.58	10.31	2.97	301.87
채끝	2.52	5.2.	0.09	0.39	9.44	0.99	85.60
제비 추리	5.29	7.57	0.10	0.48	10.92	2.44	262.67
설깃	5.56	7.77	0.11	0.50	9.30	2.79	254.20
안창	2.95	2.07	0.12	0.37	9.50	1.09	173.77
보섭	4.34	4.90	0.14	0.55	8.98	2.40	209.37
도가니	4.07	2.33	0.13	0.50	7.08	2.00	174.80
전각	1.32	0.33	0.10	0.43	7.00	0.57	139.30
홍두께	4.73	3.50	0.10	0.48	7.03	2.27	157.60
안심	3.41	3.10	0.10	0.40	10.02	1.37	134.43
등심	4.21	5.10	0.09	0.65	10.95	2.67	302.03
부채살	2.41	1.43	0.09	0.49	11.57	1.18	132.40
토시	2.8	1.57	0.12	0.48	5.77	1.37	145.77
차돌	2.5	3.87	0.12	0.44	8.80	1.06	157.67

- 제주 흑우의 부위별 근육의 조직학적 특성을 확인하기 위해서, 도축 후 24시간 이내 근육 샘플을 채취하여 근섬유 방향으로 절단하여 액체질소에 급속냉동 후 실험실로 옮겨 보관함.
- 조직 절편을 만들기 위하여 시편제작 디스크에 O.C.T(Opimal Cutting Temperature) Compound(Tissue-Tek 4583, Sakura Finetek, Ltd., Toyko, Japan)를 이용하여 biopsy 샘플을 가로로 고정, 미세절편기(CM1950, Leica co., Mannheim, Germany)를 사용하여 10 $\mu$ m 두께로 절편하여 슬라이드 글라이스 부착하여 염색에 이용함.
- 근섬유 염색은 myofibrillar adenosine triphosphatase staining methods(Brooke & Kaiser, 1970)방법에 따라 진행되었으며, 염색 후 현미경(DM2500, Leica, Germany)을 사용하여 촬영
- 부위별 염색 한 결과를 그림에 나타냄.

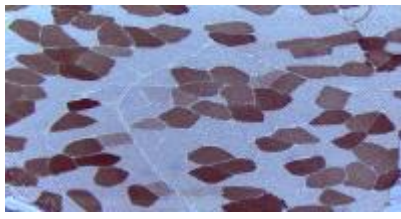
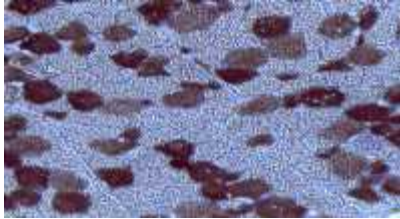
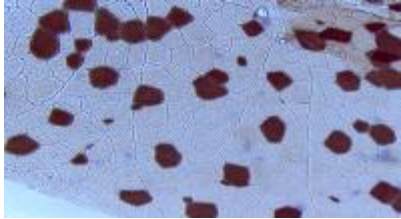
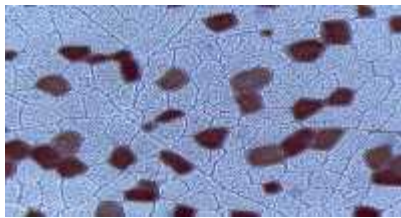
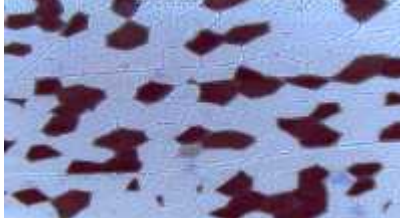

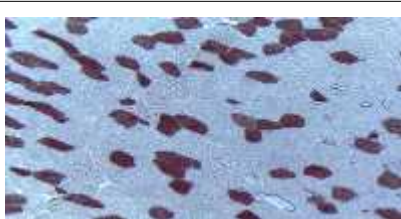
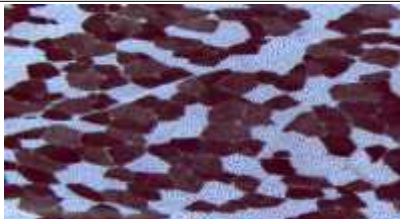
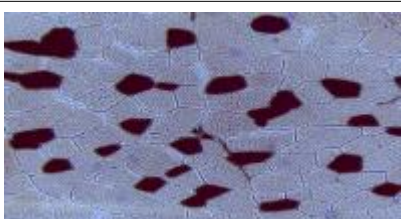
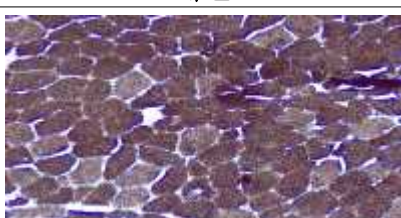
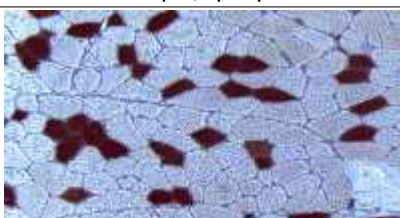
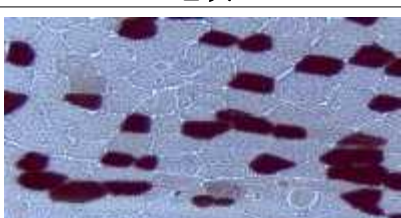
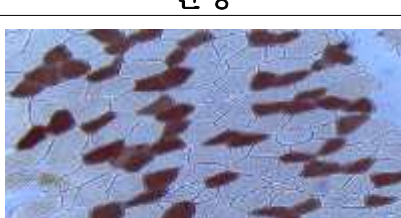
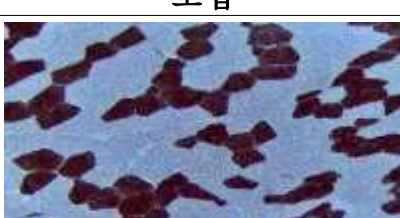
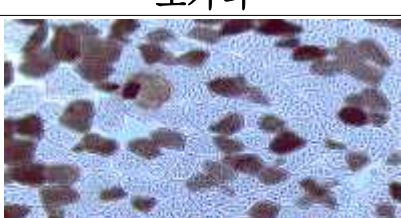



		
차돌	꾸릿살	양지
		
사태	목심	우둔
		
채끝	제비추리	설깃
		
안창	보섭	도가니
		
전각	홍두께	안심
		
등심	부채살	토시살

그림. 제주 흑우의 근섬유 분포

## 6. 제주 흑우의 관능적 특성평가

### 가. 소비자 관능평가 결과\_1차

- 소고기의 맛에 관한 연구가 많이 진행되고 있으며, 소비자들의 기호도 측면에서 보면 소고기의 맛을 결정하는 요인은 연도, 풍미, 다즙성이 있음.
- 관능 평가 연구에 사용한 흑우, 한우 및 수입우는 제주도내 마트 및 흑우 전문점에서 구입하였고, 이력번호를 확인하여, 흑우 4개 등급(1++등급, 1+, 2등급거세, 2등급 암컷), 한우 2개 등급(1+등급, 2등급), 수입우 1종류(냉장 호주산)를 이용함. 관능검사는 제주대학교 학생을 대상으로 실시하였으며, 약 45명에 대해서 관능평가 교육을 실시 한 후에 랜덤으로 시료를 제공하여 평가를 진행함.
- 측정 항목은 조리 전, 조리 후로 나뉘서 진행하였으며, 조리 전 외관, 향, 색을 평가하였으며, 조리 후 외관, 향, 맛, 조직감 항목을 평가하였음. 세부 측정항목은 표와 같음.



그림. 관능평가 교육

표. 관능평가 채점표

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

제주 흑우



< 1++등급, 제주 흑우 >

제주 흑우



< 1+ 등급, 제주 흑우 >

제주 흑우



< 1+등급, 제주 흑우 >

제주 흑우



< 2등급, 제주 흑우 >

제주 흑우



< 2등급, 제주 흑우 >

제주 한우



< 1+등급, 제주 한우 >

제주 한우



< 1+등급, 제주 한우 >

제주 한우



< 2등급, 제주 한우 >

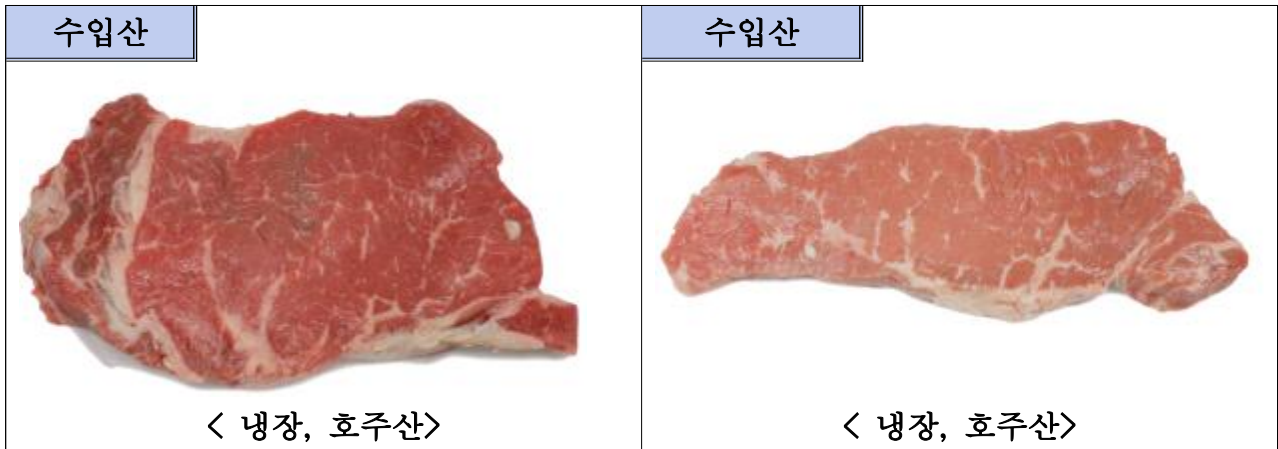


그림. 관능평가에 사용된 제주흑우, 한우 및 수입산 냉장육

- 제주 흑우와 한우 및 호주산 수입우의 관능평가 결과를 살펴보면, 조리하기 전에 표면의 수분상태를 나타낸 ‘표면수분정도’ 는 제주 흑우 1++가 가장 높은 값을 보였으며, 수입우의 경우 3.5점으로 가장 낮은 점수를 보임.
- 섭취전 외관 마블링 검사에서 흑우 1++가 가장 높은 평가를 받았으며, 한우 2등급과 수입우가 가장 낮은 평가점수를 받음.
- 육안으로 신선도를 판단한 결과 흑우 2등급거세, 한우 1+등급, 한우 2등급이 높은 점수를 받았으며, 수입우가 가장 낮은 평가를 받음.
- 조리된 소고기를 입으로 씹었을 때 느껴지는 풍미 항목에서는 제주 흑우 1+등급이 7.3점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 흑우 2등급 거세가 7.2점, 한우 1+등급이 6.81점, 흑우 1+등급이 6.43점으로 확인되었으며, 수입우가 가장 낮은 3.0점으로 평가됨.
- 소고기의 맛(감칠맛)이 항목은 등급이 가장 좋은 제주 흑우 1++등급과 흑우 2등급 거세가 7점대 점수를 받았으며, 흑우 1+등급, 한우 1+등급이 6점대 점수를 받았으며, 수입우가 가장 낮은 3.2점을 받음.
- 육즙과 관련이 있는 다즙성 항목에서는 제주 흑우 1++등급과 흑우 2등급거세가 가장 높은 값을 받았으며, 씹힘성과 연도 평가 결과에서는 흑우 1++가 가장 높은 값을 받음.
- 전체적인 기호도를 살펴 보면, 제주 흑우 1++등급이 8.1점으로 가장 높은 점수를 받았으며, 한우 1+등급이 7점, 흑우 2등급 거세, 2등급 암컷 순으로 평가됨.

표. 품종 및 등급별 섭취 전 관능평가 결과

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

표. 품종 및 등급별 섭취 후 관능평가 결과

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

나. 소비자 관능평가 결과\_2차

- 관능검사는 제주대학교 학생을 대상으로 실시하였으며, 30명에 대해서 관능평가 교육을 실시한 후에 무작위로 시료를 제공하여 평가를 진행함.
- 측정항목은 조리 후 외관, 향, 맛, 조직감 항목을 평가, 채점항목은 관능평가 1차와 같음
- 표는 흑우 등급별 관능평가 결과를 나타냄.
- 등급이 높을수록 윤기, 풍미, 맛, 다즙성, 식감, 연도, 전체적 기호도가 높게 측정되어, 등급에 대한 차이를 일반 소비자가 구분할 수 있을 것으로 판단됨.

표. 흑우 등급별 관능평가 결과

흑우등급	윤기	이취	풍미	맛	다즙성	식감	연도	전체적 기호도
1++ 등급	7.15 ± 0.50	7.50 ± 1.13	8.12 ± 1.50	8.10 ± 1.60	7.55 ± 1.13	8.15 ± 1.51	8.50 ± 0.67	8.50 ± 1.07
1+ 등급	6.51 ± 0.90	7.30 ± 1.10	7.52 ± 1.85	7.52 ± 1.50	7.12 ± 1.16	7.83 ± 1.58	8.14 ± 1.26	7.45 ± 1.92
1 등급	6.36 ± 1.60	7.04 ± 1.77	6.52 ± 1.73	5.31 ± 1.30	6.82 ± 1.32	6.17 ± 1.50	5.17 ± 1.85	5.91 ± 1.13
2 등급	5.15 ± 1.11	7.25 ± 1.15	5.13 ± 1.58	5.55 ± 1.18	5.14 ± 1.60	6.69 ± 1.18	4.82 ± 1.19	5.23 ± 1.20



표. 관능평가 항목과 기계적 측정(색차계)값 사이의 상관관계분석 결과

		조리 전				조리 후								표면육색			
		마블링	이취	금속 상향 기	표면 육색	육안 산선 도	윤기	이취	풍미	맛	다즙 성	식감	연도	전체 적기 호도	L*	a*	b*
조리 전	표면수 분정도	0.216	0.642	0.237	0.891 *	0.492	0.766	0.759	0.901 *	0.835 *	0.876 *	0.815 *	0.704	0.860 *	-0.925 *	0.182	-0.72 0
	마블링		0.115	-0.55 5	0.091	0.383	0.227	0.340	0.451	0.434	0.452	0.441	0.529	0.320	0.084	0.238	0.225
	이취			0.696	0.706	0.911 *	0.970 *	0.959 *	0.833 *	0.892 *	0.863 *	0.909 *	0.844 *	0.917 *	-0.69 7	0.805	-0.07 4
	금속성 향기				0.279	0.554	0.613	0.474	0.301	0.331	0.323	.382	0.370	0.421	-0.42 8	0.446	-0.12 6
	표면육 색					0.443	0.732	0.797	0.813	0.843 *	0.813 *	.781	0.562	0.877 *	-0.96 1*	0.431	-0.49 3
	육안산 선도						0.918 *	0.892 *	0.798	0.828 *	0.826 *	0.882 *	0.937 *	0.814 *	-0.42 0	0.775	0.103
조리 후	윤기						0.971 *	0.927 *	0.938 *	0.941 *	0.964 *	0.928 *	0.955 *	-0.74 3	0.676	-0.23 4	
	이취							0.939 *	0.982 *	0.960 *	0.984 *	0.906 *	0.984 *	-0.74 4	0.762	-0.13 5	
	풍미								0.976 *	0.997 *	0.981 *	0.930 *	0.969 *	-0.78 9	0.508	-0.38 2	
	맛									0.988 *	0.991 *	0.904 *	0.992 *	-0.77 9	0.668	-0.22 8	
	다즙 성										0.992 *	0.936 *	0.980 *	-0.77 8	0.569	-0.32 3	
	식감											0.950 *	0.983 *	-0.73 7	0.661	-0.21 9	
표면육 색	연도												0.881 *	-0.54 6	0.585	-0.15 5	
	전체적 기호도													-0.83 7*	0.653	-0.29 1	
	L*														-0.29 1	0.664	
	a*															0.498	

다. 기계적 측정을 통한 풍미 특성 분석(전자코)

- 관능 평가의 단점들을 보완하기 위해 센서 자체가 여러 맛과 향을 동시에 평가할 수 있는 전자코(electronic nose), 전자혀(electronic tongue)가 개발되어 많은 분야에 이용되고 있음(Bartoshuk, 2000; Tran 등, 2004). 전자코는 냄새를 화학적 성분으로 분석하여 구분하는 전자 장치로 화학 가스 센서 어레이를 사용하며 휘발성 화합물 분석에 이용됨.
- 고기를 가열해서 섭취할 때 다양한 향과 맛을 느낄 수 있으며, 이러한 향과 맛은 고기가 가열되면 아미노산과 당이 분해되고 열에 의해 복잡한 화학반응을 일으켜 향이 생성됨(Macleod, 1994). 소고기에는 탄수화물과 리보핵산, 단백질, 지방산과 티아민 등 다양한 풍미 전구물질이 들어 있으며, 이 성분들은 근육에서 고기로 전환되는 과정에서 효소 반응을 통해 저분자 물질로 전환됨(Mottram, 1998). 이러한 저분자 물질이 향을 만드는 주요 성분이며, 고기 향 중에서 소고기 향이 가장 인기가 있으며, 이에 따라 소고기 향을 만드는 연구까지 진행되어, 인공 소고기 향이 제조되어 널리 이용되고 있음(김 등, 2003).
- 전자 코는 사람의 후각 시스템을 모방한 전자적 장치이며, 냄새 분자를 이용하여 향미를 구분하고, 화학적 성분을 분석하기 위해 이용됨(이 등, 2020). 최근 식품산업에서 다양하게 이용되고 있으며, 커피, 발효주 및 식품의 저장 중에 발생하는 휘발성분 등을 구분하는 연구에 이용되고 있음(Aishima 등, 1991). 식육의 경우에는 전자코를 이용하여 저장기간 중에 부패한 향기를 구분하는 등의 연구에 이용되고 있음(이, 2008).

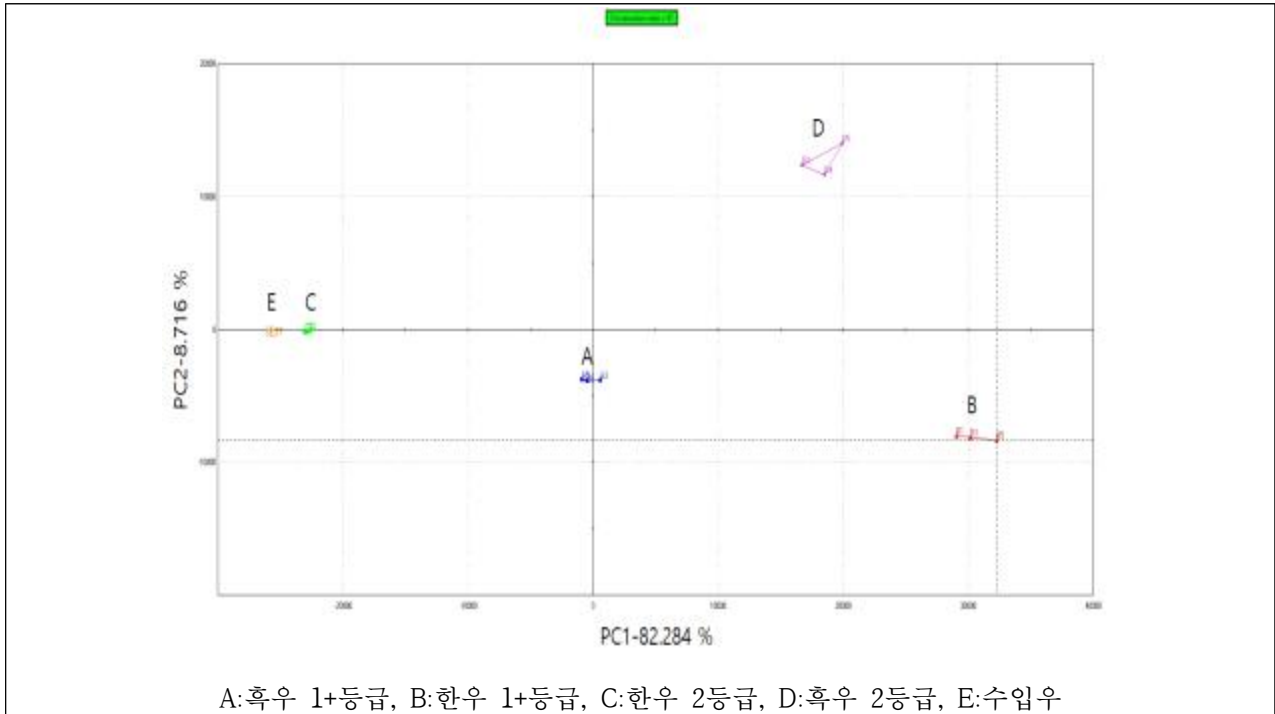


그림. 소고기 품종 및 등급에 따른 전자코 향기 패턴의 PCA(principal component analysis)분석 결과

- 그림은 품종별, 등급별 소고기의 전자 코 주요 측정 결과를 판별함수의 주성분 분석법 (Principal component analysis, PCA)을 이용하여 그래프로 나타냄.
- PCA 분석법은 짧은 시간내에 발생된 많은 데이터를 2차원 또는 3차원의 데이터로 만들고 가장 큰 변화량을 가지고 있는 성분을 1주성분(x축), 그다음으로 큰 변화량을 가지고 있는 주성분을 2주성분(y축)으로 나타냄. 제1 주성분 PC1은 82.284%로 나타났으며, 제 2 주성분은 8.716%로 확인됨.
- 1성분과 2성분의 점유율은 91%가 되며, PC1과 PC2는 추출과정 중에 머무른 시간 (Retention time)을 이용하여, 확인을 할 수가 있음. 하지만 전자 코는 복합적인 향성분의 전기적 화학적 특성을 다중 센서 배열의 선택적 감지를 통해서 얻어지는 데이터를 통계적 기법을 이용하여 패턴분석만 가능하기 때문에 시료간이 풍미 차이만 확인 가능함. 구체적인 풍미 물질 분석을 위해서는 GC를 이용하여 Retention time에 해당하는 물질을 찾아낸 후 분석을 진행해야함.
- 본 실험 결과 흑우 등급에 따른 향미 차이가 나타났으며, 흑우 1+등급의 경우 그래프의 중심에 위치하였으며, 2등급인 경우에는 우측 상단에 분포함.
- 품종별 등급별 분포가 다르게 나타났으며, 이를 통하여 품종별 풍미 차이도 기계적 측정을 통해서 구분할 수 있다는 것을 확인함.

라. 기계적 측정을 통한 품미 특성 분석(전자혀)

- 전자 혀는 인체가 인지하는 후각과 미각 자극을 중추신경계의 도움 없이 전기적 신호로 변환하여 판별하는 것으로 미각 센서인 전자 혀에는 최대 8개의 지질막 센서가 장착되어 있으며, 각 센서는 이온 특성이 다른 분자에 특정한 맛 astringency, bitterness, umami, saltiness, sourness와 지속적인 맛(뒷맛)을 나타내는 aftertaste-A(astringency), aftertaste-B(bitterness), richness(umami) 같은 미각 자극 또는 입안의 느낌을 나타내어 수치로 표현할 수 있는 장치임.
- 액체의 비휘발성 화합물과 유사하게 반응할 수 있는 사람의 미각 센서를 모방하도록 설계되었으며, 맛 품질에 대한 사람의 관능 평가 결과와도 높은 정(+)의 상관관계 가짐 (Kobayashi 등, 2010; Baldwin 등, 2011; 조, 2013). Zhang 등(2015)에 따르면 전자혀의 적용이 소고기의 맛 품질을 결정하는 데 성공적으로 사용되었으며, 식품산업에 매우 활용 가능성이 크다고 보고함.
- 전자 혀는 액체 상태의 시료를 다수의 전자 센서를 이용하여 분석하는 방법이며, 다양한 식음료 산업에 활용되고 있음. 우유, 와인, 맥주 등의 품질을 모니터링에 이용되며, 꿀, 참기름 등의 진위를 판별하는 곳에서도 이용 중임.

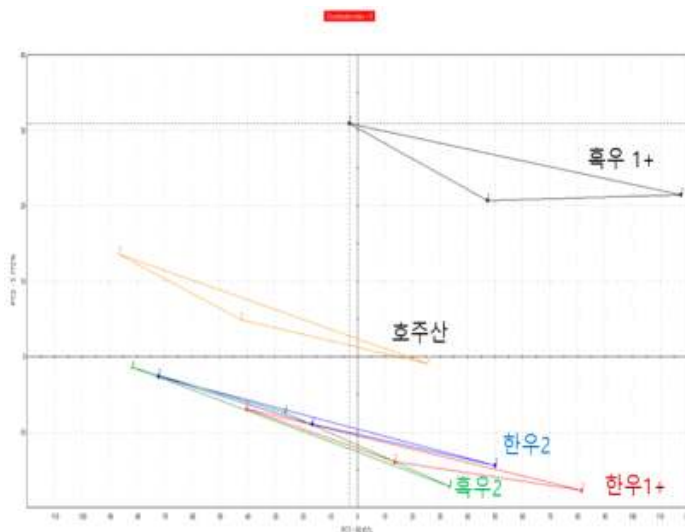


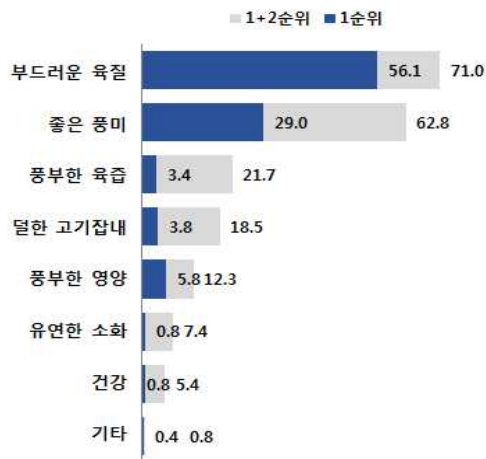
그림. 소고기 등급 및 품종에 따른 전자혀 PCA분석 결과

- 소고기의 품종별 및 등급별 맛의 차이 비교를 위하여 전자혀를 활용하였으며, 소고기를 일정한 온도로 가열(심부온도 70°C\_일반적인 스테이크 굽기온도)을 한 뒤 균질기(homogenizer)를 이용하여 분쇄 후 증류수에 10배 희석하여 액체 상태로 만들어 분석에 이용함.
- 분석에 이용된 센서는 신맛(SRS), 짠맛(STS), UMS(감칠맛), 단맛(SWS), 쓴맛(BRS) 및 표준 센서(GPS, SPS)가 이용됨.
- 제주 흑우(1+등급, 2등급), 제주 한우(1+등급, 2등급), 호주산 수입우의 전자 혀 측정 결과를 그림에 나타냈으며, 모든 측정 결과를 다차원으로 종합한 주성분 분석법(Principal component analysis, PCA)을 이용하여 품종 및 등급에 따른 차이를 확인함.

- 흑우 1+의 전자 혀 측정결과 맛이 다른 품종과 확연하게 구분(그래프 우측 상단에 위치)이 되었으며, 호주산 수입우의 경우에도 다른 품종과 맛 구분이 되는 것으로 확인 한우 2등급 흑우 2등급 한우 1+의 경우 전자 혀 측정결과 비슷하게 확인되었으며, 이 결과 제주 흑우 1+등급은 기계적 측정 결과에서도 다른 품종과 비교하여 맛이 구분되는 확인 됨.
- 전자 코와 전자 혀를 이용하여 소고기 품종 및 등급 간에 향미, 풍미가 다르게 측정되는 것을 확인 할 수 있으며, 이러한 데이터를 이용하여, 소고기의 풍미 물질 및 풍미 전구물질 분석에 활용할 수 있을 것으로 판단됨.

### 7. 제주 흑우의 산업화를 위한 숙성육 활용방안 및 안전성 확인

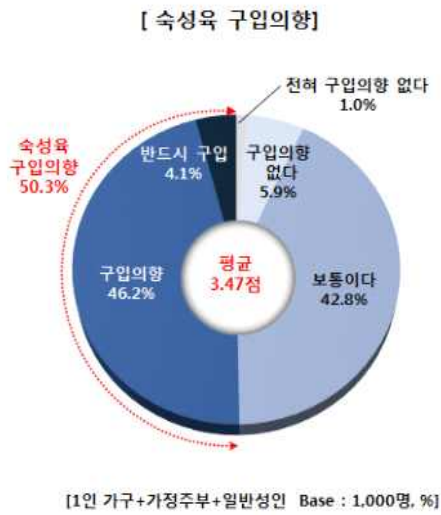
- 소비자들은 우육의 품질을 주로 맛, 향, 육즙(Lopp 등, 2005), 특히 부드러움을 기준으로 평가함(Boleman 등, 1997; Nowak, 2005; Ristic 등, 2012; Nino 등, 2021). 그리고 소비자 들은 풍미와 연도가 좋은 제품에 추가 금액을 지불하며, 이러한 기회는 식육 숙성이라는 새로운 육류 산업을 통해서 수입을 창출 할 수 있음(Benjamin 등, 2019).
- 소비자의 영양가 있는 고품질의 신선육에 대한 요구는 육류 산업에 있어 중요함(Joo 등, 2013). 우육, 양고기와 같은 식육은 숙성을 통해 연도와 풍미가 향상되는 것으로 알려져 있으며(Obuz 등, 2014; Choe 등, 2016; Kim 등, 2018a), 식육의 숙성은 내생성 단백질 분해효소에 의해 근육의 구조가 분해되면서 연도, 다즙성, 향미가 향상되어 식육의 식미가 좋아짐(Kim 등, 2016).



(숙성육 구입 의향 응답자, N=503, %, 복수응답)

그림. 숙성육에 대한 소비자의 구입의사(손, 2019)

- 그림에 따르면 총 50.3%가 저지방 부위 숙성육을 구입할 의향이 있다고 하였고, 고기를 자주 먹는 소비자일수록 구입 의향이 높음. 74.8%가 숙성된 우육을 구입할 경우 기존의 우육보다 비싼 가격을 지불할 의향이 있다고 하였고, 기존 우육 구입비용의 평균 17.7% 가격을 추가 지불할 의향을 보임.



가. 제주 흑우의 유통과정에서의 숙성변화(습식숙성/일반숙성)

(1) 육색 및 지방색

- 육색 및 지방색 측정을 위한 샘플은 숙성기간별로 5cm두께로 진공포장하여 라벨링 후 냉장보관(4℃)후 사용, 육색 및 지방색 측정을 위해서 샘플링 된 채끝등심은 2.5cm두께로 절단하여 30분간 공기 중에 노출시킨 후 Minolta chromameter(Model CR-300, Minolta Camera co. Osaka., Japan)을 이용하여 3번씩 반복하여 L\*값인 명도(Lightness), a\*값을 나타내는 적색도(Redness), b\*값을 나타내는 황색도(Yellowness)를 측정(표준화 작업 Y=91.7, x=0.3138, y=0.3200 인 표준색판사용)
- 육색은 소비자들이 고기 구입의 의사결정을 하는데 가장 중요한 요소, 선육의 육색은 주로 myoglobin과 heme pigment의 농도로 결정되며, 이러한 육색소의 함량은 품종과 연령, 근육 부위에 따라 다르게 나타남.
- 식육 표면에서 빛을 흡수하고 반사시키는 것에 따라 육색은 다르게 나타나며, 육색을 결정하는 가장 중요한 것은 육색소지만, 화학적 상태, 다른 물질과의 반응 등 같은 외부적인 요인에 의해서도 결정됨.
- 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 육색변화를 표에 나타냄, 숙성일(aging day)은 1, 7, 14, 21, 28, 35, 42일로 설정하여 품종별로 숙성기간이 증가함에 따라 변화하는 육색을 측정하였으며, 품종간에도 숙성기간에 따른 차이가 발생하는지 나타냄.
- 제주 흑우의 적색도(a\*)는 숙성기간이 길어질수록 적색도 값이 증가하였으며, 명도(L\*), 황색도(a\*)값은 품종별로 숙성기간에 따른 차이는 나타나지 않음.

표. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 육색변화

Meat Color	숙성기간							Significance
	1	7	14	21	28	35	42	
Total	30.04 <sup>b</sup> (1.18) <sup>1)</sup>	32.47 <sup>ab</sup> (3.38)	33.00 <sup>ab</sup> (3.46)	32.92 <sup>ab</sup> (2.02)	33.30 <sup>a</sup> (2.27)	34.27 <sup>a</sup> (2.59)	34.85 <sup>a</sup> (1.70)	*
L* 한우	31.33 (0.58)	33.35 (3.95)	33.68 (2.65)	33.01 (2.24)	34.16 (2.27)	34.89 (2.77)	35.28 (1.49)	NS
제주흑우 <sup>2)</sup>	29.67 (1.04)	31.57 (2.25)	32.42 (4.17)	32.46 (2.10)	32.45 (2.34)	32.39 (1.17)	32.69 (2.98)	NS
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Total	18.94 (1.18)	20.52 (0.75)	20.98 (1.32)	20.89 (0.90)	21.33 (2.23)	20.56 (2.93)	20.58 (1.78)	NS
a* 한우	18.75 (0.50)	20.83 (0.27)	20.39 (1.22)	21.02 (0.94)	21.69 (2.23)	19.94 (3.25)	20.32 (1.86)	NS
제주흑우 <sup>2)</sup>	18.99 <sup>b</sup> (1.34)	20.21 <sup>ab</sup> (1.02)	21.47 <sup>ab</sup> (1.29)	20.21 <sup>ab</sup> (1.10)	21.02 <sup>ab</sup> (0.94)	22.43 <sup>a</sup> (1.11)	21.84 <sup>ab</sup> (2.14)	*
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Total	5.89 <sup>b</sup> (1.77)	7.47 <sup>ab</sup> (0.93)	7.74 <sup>a</sup> (0.92)	7.68 <sup>ab</sup> (0.57)	8.27 <sup>a</sup> (2.06)	7.68 <sup>ab</sup> (2.32)	7.87 <sup>a</sup> (1.30)	*
b* 한우	5.74 (0.69)	8.13 (0.80)	7.76 (1.16)	7.87 <sup>A</sup> (0.38)	8.78 (2.06)	7.46 (2.80)	7.68 (1.37)	NS
제주흑우 <sup>2)</sup>	5.93 (2.02)	6.81 (0.48)	7.73 (0.78)	6.75 <sup>B</sup> (1.66)	7.76 (1.16)	8.33 (2.11)	8.76 (1.45)	NS
Significance	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	

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

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

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

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

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



- 소도체의 지방은 백색에 가까운 옅은 황색이며, 단단한 견도를 보임, 황색지방의 경우 육질의 불량과 관련을 시킬 순 없지만, 나이 많은 경산우와 관련이 있어, 소비자들에게 외면을 받음.
- 표는 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 지방색 변화를 나타낸 표이며, 측정 결과는 다음과 같음, 제주 흑우는 숙성기간이 길어짐에 따라서 명도(L\*) 값이 낮아지는 것으로 나타났으며, 명도값은 100으로 증가할수록 흰색에 가깝고, 0에 가까워지면 검정색을 나타냄. 즉, 밝기를 나타낸 값으로 숙성기간이 증가하면 지방색이 진해지는 것으로 확인됨.
- 적색도(a\*)값은 숙성기간이 증가하면서 감소하였으며, 한우는 숙성기간에 따른 변화가 확인되지 않음.

표. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 지방색변화

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

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

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

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

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

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

(2) 숙성일에 따른 가열감량 변화

- 도축된 소의 근육은 부드럽고 유연한 신장성 상태이며, 이러한 상태를 유지하기 위하여 근육 내에서 Creatine phosphate와 glycogen을 소모하면서 ATP를 유지함. ATP 수준이 점차 감소하여 일정 수준 이하로 저하되면, actomyosin가교가 형성되어 근육이 강직이 일어남. 사후강직 과정에서는 도축시 24시간이 경과한 후에 사후 강직이 완료되며, 이때는 높은 전단력을 나타내며, 이후에는 저장기간(숙성기간)이 길어짐에 따라 식육내부의 단백질 분해 효소들에 의하여 연도가 향상됨. 가열시 식육 내에서 육단백질의 변화가 일어나며, 단백질과 물분자 사이의 결합력이 약해져 수분을 잃게 됨. 수분의 손실은 단백질의 변성으로만 일어나는 것이 아니라 식육을 구성하고 있는 식육 내부의 수소이온 농도, 내부 이온들의 이온화 강도가 내부에 존재하는 수분의 보수력과 관련됨.
- 조리 후에 유리되는 수분의 양을 측정하기 위하여 채끝등심을 일정한 크기(2×4×6cm)로 절단한 후 무게를 측정하여 polyethylene bag에 잔여 공기가 없도록 감싼 후, 80℃의 항온수조(Kmc-1205SW1, Vision co., USA)에서 심부온도가 73℃에 도달할 때 까지 가열 후 일정시간(30분) 방냉 후 시료의 무게를 측정하여 백분율로 계산하였음. 이에 따른 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 가열감량 변화를 표에 나타냄.
- 숙성기간이 증가함에 따라서 한우의 가열감량에는 변화가 나타나지 않았음. 제주 흑우의 경우 숙성일이 증가함에 따라서 가열감량이 감소하는 것으로 나타남.

표. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 가열감량변화

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

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

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

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

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

(3) 전단력과 조직감 변화 측정 결과

- 전단력은 채끝등심을 3cm 두께로 절단하여 polyethylene bag에 공기가 통하지 않도록 밀폐한 후 항온수조에 넣어 심부온도가 73℃ 까지 가열하여 하여 흐르는 물에 방냉(30분)시켰음. 방냉 한 시료를 13mm(Cork borer No.6 Sigma-aldrich, U.S.A)를 이용하여 근섬유 방향으로 원통형으로 뚫어 채취한 후 물성측정기(Texture Analyzer CT3, U.S.A)를 이용하여 근섬유 방향과 직각 방향으로 절단하여 6회 이상 반복 측정함. Target value는 22.0mm, Trigger load는 0.005kg이며 사용된 probe는 3mm에 전단력 전용틀(TA-SBA)을 고정하여 사용함.
- 표는 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 전단력 변화를 나타낸 표임. 전체적(Total)으로 숙성일이 증가하면서 전단력이 감소하다가 약 28~35 이후에 다시 증가되는 것으로 나타남. 이러한 경향은 한우에서도 나타남. 한우의 숙성기간이 증가함에 따라서 1일차 5.23에서 28일까지 전단력이 감소하다 다시 증가하는 것으로 나타남. 하지만 제주 흑우에서는 숙성일에 따른 전단력 변화는 유의적으로 나타나지 않았음.

표. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 전단력 변화

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

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

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

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

<sup>d</sup>Means  $\pm$  standard deviation.

- 조직감은 채끝등심을 3cm두께로 절단하여 polyethylene bag에 공기가 통하지 않도록 밀폐한 후 항온수조에 넣어 심부온도가 73℃ 까지 가열하여 하여 흐르는 물에 방냉(30분)시켰음. 방냉 한 시료를 일정한 크기(2.5cm x 2.5cm x 2.5cm)로 절단하여 물성측정기(Texture Analyzer CT3, U.S.A)를 이용하여 측정하였음.
- 표는 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 조직감 변화를 나타낸 표임. 모든 항목에서 유의적으로 차이가 나타나지 않았음.

표. 제주 흑우와 한우의 숙성일에 따른 조직감 변화

Texture		숙성기간							Significance
		1	7	14	21	28	35	42	
hardness	Total	3.71 (0.69) <sup>D</sup>	3.06 (1.03)	2.82 (0.63)	2.76 (0.75)	2.36 (0.61)	3.07 (0.27)	2.94 (0.61)	NS
	한우	3.56 (0.69)	3.28 (1.30)	2.70 (0.78)	2.87 (0.78)	2.42 (0.61)	3.07 (0.33)	3.10 (0.52)	NS
	제주	3.86 (0.71)	2.84 (0.90)	2.93 (0.80)	2.21 (0.69)	2.31 (0.71)	3.08 (0.45)	2.12 (0.77)	NS
	흑우								
Significance		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Cohesiveness	Total	0.43 (0.01)	0.40 (0.06)	0.44 (0.07)	0.38 (0.06)	0.37 (0.03)	0.38 (0.01)	0.40 (0.05)	NS
	한우	0.42 (0.01)	0.35 <sup>B</sup> (0.03)	0.41 (0.05)	0.38 (0.07)	0.38 (0.03)	0.38 (0.01)	0.41 (0.06)	NS
	제주	0.45 (0.05)	0.45 <sup>A</sup> (0.05)	0.45 (0.08)	0.36 (0.05)	0.36 (0.05)	0.38 (0.01)	0.40 (0.02)	NS
	흑우								
Significance		NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	
Springiness	Total	10.85 (0.06)	12.00 (2.63)	9.33 (1.83)	9.55 (4.13)	9.94 (0.89)	10.33 (1.35)	10.22 (2.44)	NS
	한우	10.86 (0.06)	13.27 (2.25)	8.22 (1.68)	10.48 (3.86)	9.76 (0.89)	10.06 (1.53)	10.78 (2.27)	NS
	제주	10.84 (2.42)	10.74 (2.72)	10.25 (1.49)	4.90 (0.12)	10.12 (1.23)	11.12 (2.15)	7.44 (0.25)	NS
	흑우								
Significance		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Gumminess	Total	1.45 (0.35)	1.25 (0.52)	1.18 (0.44)	0.97 (0.31)	0.91 (0.22)	1.12 (0.04)	1.21 (0.27)	NS
	한우	1.47 (0.35)	1.17 (0.52)	1.00 (0.49)	1.01 (0.34)	0.92 (0.22)	1.10 (0.04)	1.27 (0.26)	NS
	제주	1.44 (0.58)	1.34 (0.61)	1.33 (0.37)	0.79 (0.05)	0.91 (0.05)	1.17 (0.05)	0.91 (0.04)	NS
	흑우								
Significance		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
chewiness	Total	157.39 (38.09)	141.72 (46.15)	131.27 (41.88)	121.81 (39.86)	78.51 (27.38)	112.10 (13.05)	124.15 (45.67)	NS
	한우	156.06 (38.09)	146.13 (53.06)	106.72 (13.01)	118.76 (43.78)	89.68 (27.38)	110.70 (15.61)	135.52 (40.48)	NS
	제주	158.73 (45.68)	137.31 (49.50)	151.73 (47.61)	137.07 (45.12)	67.35 (10.15)	116.33 (50.12)	118.43 (48.32)	NS
	흑우								
Significance		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

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

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

나. 제주 흑우 품미 향상을 위한 최신 숙성 방법 도입(건조숙성/건조포장숙성)

- 우육 숙성은 3가지 숙성방식을 이용(아래 표)하였으며, 숙성 15일 간격으로 진행함.
- 건식포장숙성에 이용한 숙성 전용 packaging bag(Umai Dry Co., USA)은 PE 재질의 포장 재료 38℃, 상대습도 50% 상태에서 수분 투과도는 8000g/15 $\mu$ /m<sup>2</sup>/24h, 산소 투과도는 2.3mL/m<sup>2</sup>/d임.
- 숙성 전용 packaging bag은 striploin나 boneless ribeye를 포장할 수 있는 크기인 30cm×60cm 사용함.
- 진공포장은 Nylon 재질의 포장재(산소 투과도 0.03g/m<sup>2</sup>/24h, 이산화탄소 투과도 0.1g/m<sup>2</sup>/24h)를 이용함.

	건식숙성	건식포장숙성	습식숙성
숙성 조건	2~4℃의 숙성고(습도: 85~90%)		4℃ 이하의 업소용 냉장고(냉장 보관)
숙성 기간	15일, 30일, 45일, 60일		
포장 방법	비포장	숙성 전용 packaging bag	진공포장

(1) 육색(Meat Color)의 변화

- 표에는 숙성육의 숙성기간에 따른 색상 변화를 나타낸 표이며 육색은 명도(L\*, Lightness), 적색도(a\*, Redness), 황색도(b\*, Yellowness)를 측정하여 나타냄.
- 숙성육 절단면(내부)의 명도는 건식숙성과 건식포장숙성에서 숙성기간이 길어질수록 유의하게 낮아졌으며, 습식숙성은 숙성기간에 따른 변화가 없음(숙성 그림 참고).
- 숙성육 절단면(내부)의 명도는 숙성 45일 차부터 숙성방법 간에 유의적인 차이가 나타났으며(p<0.001), 숙성 60일 차에 건식숙성이 가장 낮은 값(32.21)을 나타냄. 숙성육 표면(외부)의 명도는 습식 숙성의 경우 숙성육 절단면(내부)과 명도 값에 큰 차이는 없었지만, 숙성기간에 따른 변화가 나타남(p<0.001).
- 건식숙성과 건식포장숙성의 표면(외부) 명도는 절단면(내부) 명도보다 낮은 값을 나타냈고, 육안으로도 표면(외부)과 절단면의 육색 차이를 구분할 수 있음(숙성 그림 참고). 숙성육 표면(외부)의 명도는 숙성 15일 차부터 숙성방법 간에 유의적인 차이가 나타났으며(p<0.001), 숙성 60일 차에 건식포장숙성이 가장 낮은 값(22.40)을 나타냄. 절단면(내부)과 표면(외부)의 적색도는 건식숙성과 건식포장숙성에서는 숙성기간에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보임(p<0.001).
- 습식숙성의 경우, 절단면(내부) 적색도는 숙성기간에 따른 변화가 없었으며 숙성육 표면(외부) 적색도는 점차 증가하는 경향을 보임(p<0.001). 숙성육 표면(외부) 황색도는 절단면(내부) 황색도보다 낮은 값을 나타냈으며, 습식숙성에서는 숙성기간에 따른 유의적인 변화가 없었고, 건식숙성과 건식포장숙성의 황색도는 숙성기간에 따라 잠시 증가하지만 유의적으로 감소하는 경향을 보임(p<0.001).

표. 숙성 방법에 따른 육색 측정 결과

	숙성일 (day)	숙성 방법						P-value	
		습식숙성		건식숙성		건식포장숙성			
L*	내부	0	37.13	±2.45	36.01 <sup>A</sup>	±2.77	36.06 <sup>A</sup>	±2.66	NS
		15	38.97	±4.53	36.59 <sup>A</sup>	±2.19	37.98 <sup>A</sup>	±2.95	NS
		30	38.53	±3.26	36.90 <sup>A</sup>	±6.56	36.91 <sup>A</sup>	±2.68	NS
		45	38.94 <sup>a</sup>	±4.49	34.75 <sup>Ab</sup>	±3.04	33.56 <sup>Bb</sup>	±2.04	***
		60	37.01 <sup>a</sup>	±3.44	32.21 <sup>Bb</sup>	±2.53	36.50 <sup>Aa</sup>	±4.31	***
		P-value	NS		***		***		
	외부	0	35.26 <sup>C</sup>	±2.73	35.85 <sup>A</sup>	±3.46	35.93 <sup>A</sup>	±3.12	NS
		15	37.90 <sup>Ba</sup>	±3.70	26.00 <sup>Bb</sup>	±1.93	30.43 <sup>Bc</sup>	±3.71	***
		30	37.87 <sup>Ba</sup>	±3.08	26.82 <sup>Bb</sup>	±2.28	25.77 <sup>Cb</sup>	±2.88	***
		45	37.94 <sup>Ba</sup>	±1.53	25.99 <sup>Bb</sup>	±4.06	23.49 <sup>Dc</sup>	±3.48	***
60		41.90 <sup>Aa</sup>	±4.97	26.53 <sup>Bb</sup>	±3.80	22.40 <sup>Dc</sup>	±2.92	***	
	P-value	***		***		***			
a*	내부	0	22.86 <sup>a</sup>	±2.27	20.54 <sup>Bb</sup>	±2.72	18.84 <sup>Bc</sup>	±2.47	***
		15	23.40 <sup>a</sup>	±1.30	22.71 <sup>Aa</sup>	±2.27	21.35 <sup>Ab</sup>	±1.96	**
		30	23.91 <sup>a</sup>	±2.29	20.74 <sup>Bb</sup>	±2.27	20.90 <sup>Ab</sup>	±2.34	***
		45	23.41 <sup>a</sup>	±1.68	18.97 <sup>Cb</sup>	±1.18	17.83 <sup>Bc</sup>	±1.56	***
		60	23.03 <sup>a</sup>	±2.02	16.11 <sup>Db</sup>	±2.60	16.43 <sup>Cb</sup>	±2.70	***
		P-value	NS		***		***		
	외부	0	18.80 <sup>Cab</sup>	±1.74	19.48 <sup>Aa</sup>	±2.17	17.53 <sup>Ab</sup>	±2.35	*
		15	19.97 <sup>Ba</sup>	±1.82	13.92 <sup>Bb</sup>	±2.86	15.68 <sup>Ab</sup>	±4.72	***
		30	19.74 <sup>BCa</sup>	±1.53	7.27 <sup>Cb</sup>	±3.09	8.18 <sup>Bb</sup>	±2.25	***
		45	20.55 <sup>Ba</sup>	±1.47	5.63 <sup>CDc</sup>	±2.67	8.15 <sup>Bb</sup>	±2.47	***
60		21.61 <sup>Aa</sup>	±1.50	5.48 <sup>Db</sup>	±2.61	4.86 <sup>Cb</sup>	±2.41	***	
	P-value	***		***		***			
b*	내부	0	11.19 <sup>a</sup>	±1.51	9.99 <sup>Bb</sup>	±1.74	9.38 <sup>Bb</sup>	±1.09	***
		15	13.41 <sup>a</sup>	±5.94	11.18 <sup>Aab</sup>	±1.31	10.25 <sup>Ab</sup>	±1.26	*
		30	11.99 <sup>a</sup>	±1.57	10.20 <sup>Bb</sup>	±1.46	10.06 <sup>ABb</sup>	±1.58	***
		45	11.91 <sup>a</sup>	±1.36	8.89 <sup>Cb</sup>	±1.10	7.99 <sup>Cc</sup>	±0.81	***
		60	11.73 <sup>a</sup>	±1.68	7.38 <sup>Db</sup>	±1.42	7.09 <sup>Cb</sup>	±1.11	***
		P-value	NS		***		***		
	외부	0	7.08	±1.50	7.32 <sup>A</sup>	±2.19	6.26 <sup>B</sup>	±1.54	NS
		15	7.73 <sup>a</sup>	±1.36	5.67 <sup>Bb</sup>	±1.77	7.71 <sup>Aa</sup>	±2.56	**
		30	7.06 <sup>a</sup>	±0.99	3.39 <sup>Cb</sup>	±1.46	3.52 <sup>Cb</sup>	±1.73	***
		45	7.19 <sup>a</sup>	±0.94	3.52 <sup>Cb</sup>	±1.74	3.34 <sup>CDb</sup>	±1.33	***
60		7.71 <sup>a</sup>	±1.79	3.00 <sup>Cb</sup>	±1.43	2.29 <sup>Db</sup>	±1.05	***	
	P-value	NS		***		***			

L\*(Lightness), a\*(Redness), b\*(Yellowness)

Result presented Means ± SD.

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

<sup>A-D</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p < 0.05$ ).

NS, Not significant; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .















	건조숙성	건조포장숙성	습식숙성
0일			
15일			
30일			
45일			
60일			

그림. 숙성 방법 및 숙성일에 따른 내부 색 변화
















	건조숙성	건조포장숙성	습식숙성
0일			
15일			
30일			
45일			
60일			

그림. 숙성방법 및 숙성일에 따른 외관



(2) 숙성감량(Aging loss)과 크러스트 두께(Crust thickness)

- 건식숙성은 표면 건조에 따른 크러스트 발생과 미생물 증식이 진행되며 약 30~40%의 숙성감량이 발생함(Dashdorj 등, 2016).
- 건식숙성육과 건식포장숙성육의 크러스트는 공기와 접촉하여 블루밍 이후에도 색이 변하지 않은 부분을 포함하여 건조된 부분을 측정함, 숙성 이전과 숙성 이후의 무게를 측정하여 숙성감량을 측정하여 계산함.
- 크러스트 두께는 숙성기간에 따라 감소하다 증가하는 경향을 보였고, 건식숙성이 건식포장숙성보다 유의적으로 더 큰 값을 가졌으며( $p < 0.05$ ) 숙성 60일 차에는 건식숙성과 건식포장숙성 간의 유의차가 나타나지 않음.
- 숙성감량은 숙성방법에 상관없이 숙성기간에 따라 점차 증가하며( $p < 0.01$ ), 모든 숙성기간에서 숙성방법 간의 높은 유의차가 보임( $p < 0.001$ ). 또한 건식숙성이 모든 숙성기간 동안 가장 높은 값을 보임.

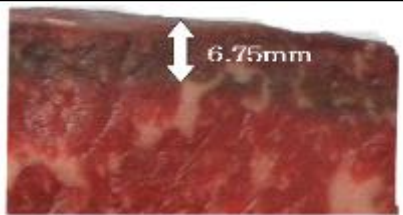



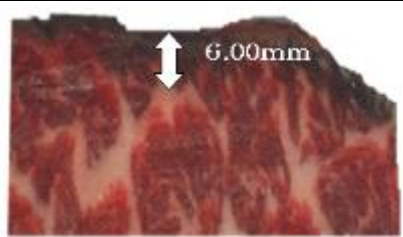
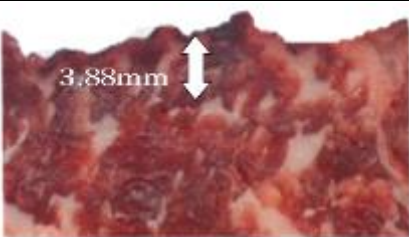

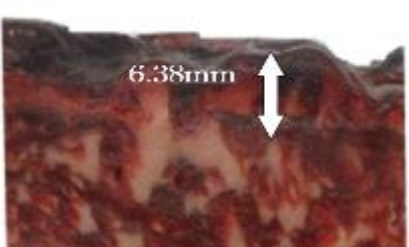
숙성일 (day)	건조숙성	건조포장숙성
15		
30		
45		
60		

그림. 숙성 후 크러스트 두께 측정 결과

표. 숙성방법에 따른 크러스트 두께 및 숙성감량

숙성일 (day)	크러스트 두께(mm)			숙성감량(%)			
	건조숙성	건조포장숙성	P-value	습식숙성	건조숙성	건조포장숙성	P-value
15	6.75 <sup>ABa</sup> ±1.28	3.75 <sup>Bb</sup> ±0.89	***	1.98 <sup>Bb</sup> ±0.44	16.95 <sup>Da</sup> ±1.85	15.06 <sup>Da</sup> ±1.15	***
30	6.13 <sup>Ba</sup> ±0.83	4.00 <sup>Bb</sup> ±1.85	*	2.33 <sup>Bc</sup> ±0.63	29.49 <sup>Ca</sup> ±3.03	24.57 <sup>Cb</sup> ±0.71	***
45	6.00 <sup>Ba</sup> ±0.76	3.88 <sup>Bb</sup> ±1.55	**	3.35 <sup>Ac</sup> ±0.55	35.55 <sup>Ba</sup> ±1.79	31.79 <sup>Bb</sup> ±1.23	***
60	7.75 <sup>A</sup> ±1.04	6.38 <sup>A</sup> ±2.33	NS	3.39 <sup>Ac</sup> ±0.62	43.66 <sup>Aa</sup> ±2.59	39.82 <sup>Ab</sup> ±0.25	***
P-value	**	*		**	***	***	

Result presented Means ± SD.

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

<sup>A-D</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p < 0.05$ ).

NS, Not significant; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

(3) 가열감량(Cooking loss)과 물성의 변화

- 숙성육의 보수력을 측정하기 위해 가열감량(Cooking loss)을 측정하였으며, 가열감량의 결과는 표에 나타냄.
- 가열감량은 0일 차 이외의 숙성기간에서 숙성방법 간의 유의차가 나타났고, 습식숙성이 모든 숙성기간에서 가장 변화를 보임. 습식숙성은 숙성기간에 따라 유의미한 변화가 없었으나 건식숙성과 건식포장숙성은 숙성기간이 길어질수록 점차 감소하였으며 비슷한 값을 나타냄( $p < 0.01$ ).
- 전단력(Shear force)에서 모든 숙성방법이 숙성기간에 따라 유의적으로 감소하였으나 ( $p < 0.001$ ), 건식숙성과 건식포장숙성은 감소하다 증가하는 경향이 반복되었으나 숙성 0일 차보다 낮은 값의 전단력을 보임( $p < 0.001$ ).
- 본 연구결과와 같이 축산물품질평가원 등(2016)의 연구결과, 건식숙성의 전단력이 이와 같은 경향을 보임, 습식숙성에서 숙성 60일 차에 가장 낮은 값(3095.24)을 보였으나, 숙성 0일 차와 숙성 60일 차를 비교하였을 때 건식포장숙성에서 가장 많이 전단력이 감소한 것을 확인함.
- Voges 등(2007)은 미국에서 우육의 연도 조사를 시행하였고 연도에 대한 기준을 제시하였고, Kim 등(2008)은 위 기준을 기초로 하여 한우육 부위별 전단력가 분포를 분석하였는데, 이들은 연합(3.2-3.9kg), 보통(3.9-4.6kg), 질김(4.6kg 이상)으로 전단력가를 분류하였고, Kim 등(2008)은 국내 시판 한우육 중 높은 비율이 4.6kg 이상의 전단력가를 보였다고 보고함.
- 조직감(texture profile analysis)은 경도(Hardness), 부착성(Adhesiveness), 회복성(Resilience), 응집성(Cohesiveness), 탄력성(Springiness), 겹성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness)으로 총 7가지 항목으로 분류하여 측정하였고, 조직감은 식육의 구조, 보수성, 강직 상태 등에 의해 결정되어 객관적인 평가가 어려우며, 소비자들의 감각을 통해 종합적인 감각적 평가로 결정됨(한국식육과학연구회, 2018).
- 연구결과 탄력성, 응집성, 회복성은 모든 숙성기간과 숙성방법에 대한 유의한 차이가 나타나지 않음. 경도는 대부분 숙성기간별 숙성방법 간의 유의적인 차이가 없었으나, 모든 숙성방법이 숙성기간에 따라 점차 유의적으로 감소함( $p < 0.01$ ).
- 경도측정 결과, 숙성 0일 차에서 숙성 60일 차까지의 차이를 비교했을 때 습식숙성은 943.03g, 건식숙성은 463.32g, 건식포장숙성은 636.20g으로 습식숙성에서 경도가 가장 많이 감소하였고, 숙성 60일 차에서 건식포장숙성이 가장 낮은 값(1881.25g)을 보였으나 다른 숙성방법과의 유의차는 확인되지 않음.
- 부착성은 숙성기간에 따른 유의차가 높게 나타났으며( $p < 0.001$ ), 모든 숙성방법의 부착성은 숙성 0일 차에서 숙성 60일 차까지 3분의 2 이상 감소함. 겹성도 모든 숙성방법이 숙성기간에 따라 유의하게 감소하는 경향을 보였고( $p < 0.001$ ), 숙성 60일 차 건식숙성이 가장 낮은 값(665.04)을 보였지만 숙성 0일 차에서 숙성 60일 차까지의 겹성의 차이는 습식숙성이 가장 크게 나타남.
- 씹힘성은 습식숙성과 건식포장숙성에서 숙성기간에 따라 유의하게 감소했지만( $p < 0.05$ ), 건식숙성은 숙성기간에 따라 감소하였으나 유의적 차이가 없었음. 또한, 씹힘성은 전반적으로 숙성방법 간의 유의차도 나타나지 않음.

표. 숙성방법에 따른 가열감량 및 조직감 측정 결과

	숙성일 (day)	숙성방법						P-value
		습식숙성		건조숙성		건조포장숙성		
Cooking Loss (%)	0	20.12	±3.33	18.20 <sup>A</sup>	±5.31	18.44 <sup>A</sup>	±0.10	NS
	15	20.23 <sup>a</sup>	±1.43	11.32 <sup>ABb</sup>	±1.12	11.96 <sup>Bb</sup>	±2.41	*
	30	23.72 <sup>a</sup>	±0.18	5.07 <sup>BCb</sup>	±0.81	6.52 <sup>Cb</sup>	±1.46	***
	45	21.54 <sup>a</sup>	±0.15	4.96 <sup>BCb</sup>	±2.41	4.40 <sup>CDb</sup>	±0.62	**
	60	20.90 <sup>a</sup>	±3.45	1.54 <sup>Cb</sup>	±0.34	2.12 <sup>Db</sup>	±0.24	**
	P-value	NS		**		***		
Shearforce (g)	0	6356.26 <sup>Ab</sup>	±1409.62	6104.12 <sup>Ab</sup>	±2638.50	8321.91 <sup>Aa</sup>	±2749.9 4	***
	15	4012.74 <sup>Bb</sup>	±1087.65	4058.65 <sup>Cb</sup>	±933.85	4696.91 <sup>Ba</sup>	±1404.6 3	*
	30	3501.47 <sup>Cb</sup>	±939.60	4661.80 <sup>BCa</sup>	±1210.41	4951.26 <sup>Ba</sup>	±1579.6 5	***
	45	3358.35 <sup>C</sup>	±1062.66	3839.27 <sup>C</sup>	±1498.28	4042.55 <sup>B</sup>	±1404.4 5	NS
	60	3095.24 <sup>Cb</sup>	±983.84	5507.56 <sup>ABa</sup>	±1985.30	4870.17 <sup>Ba</sup>	±1354.8 2	***
	P-value	***		***		***		
Hardness (g)	0	2978.28 <sup>Aa</sup>	±892.52	2344.57 <sup>ABb</sup>	±710.91	2687.55 <sup>Aab</sup>	±1105.3 0	*
	15	2171.06 <sup>BCb</sup>	±632.09	2601.55 <sup>Aa</sup>	±719.21	2400.58 <sup>ABab</sup>	±679.38	*
	30	2317.84 <sup>BC</sup>	±522.51	2313.96 <sup>AB</sup>	±449.31	2311.50 <sup>AB</sup>	±424.47	NS
	45	2469.68 <sup>B</sup>	±546.83	2117.52 <sup>BC</sup>	±839.16	2177.15 <sup>B</sup>	±386.09	NS
	60	2035.25 <sup>C</sup>	±440.64	1881.25 <sup>C</sup>	±507.67	2051.35 <sup>B</sup>	±412.96	NS
	P-value	***		**		**		
Adhesiveness	0	1.60 <sup>A</sup>	±1.31	1.21 <sup>A</sup>	±1.01	1.52 <sup>A</sup>	±1.40	NS
	15	0.95 <sup>B</sup>	±0.67	1.24 <sup>A</sup>	±1.01	1.17 <sup>AB</sup>	±1.01	NS
	30	0.86 <sup>BC</sup>	±0.59	0.77 <sup>B</sup>	±0.38	0.98 <sup>B</sup>	±0.55	NS
	45	0.85 <sup>BCa</sup>	±0.57	0.42 <sup>Bb</sup>	±0.31	0.52 <sup>Bb</sup>	±0.22	***
	60	0.52 <sup>C</sup>	±0.43	0.35 <sup>B</sup>	±0.24	0.36 <sup>B</sup>	±0.24	NS
	P-value	***		***		***		
Gumminess	0	1236.08 <sup>A</sup>	±497.75	1046.13 <sup>A</sup>	±380.80	1126.65 <sup>A</sup>	±426.27	NS
	15	1010.15 <sup>B</sup>	±436.49	1064.76 <sup>A</sup>	±461.08	1128.39 <sup>A</sup>	±383.98	NS
	30	870.94 <sup>BC</sup>	±336.74	934.13 <sup>A</sup>	±276.92	915.68 <sup>A</sup>	±279.98	NS
	45	944.35 <sup>BCa</sup>	±296.17	717.22 <sup>Bb</sup>	±325.51	1043.42 <sup>Aa</sup>	±496.07	**
	60	761.06 <sup>C</sup>	±234.81	665.04 <sup>B</sup>	±466.57	714.81 <sup>B</sup>	±252.94	NS
	P-value	***		***		***		
Chewiness	0	92.68 <sup>Aa</sup>	±58.37	62.69 <sup>b</sup>	±33.28	77.07 <sup>ABab</sup>	±37.61	*

	15	74.15 <sup>AB</sup>	±47.24	77.05	±53.20	84.62 <sup>A</sup>	±44.00	NS
	30	64.37 <sup>B</sup>	±37.19	68.18	±32.26	65.42 <sup>AB</sup>	±33.30	NS
	45	65.32 <sup>Bab</sup>	±29.24	51.87 <sup>b</sup>	±29.47	85.61 <sup>Aa</sup>	±63.29	*
	60	52.63 <sup>B</sup>	±22.40	56.29	±53.28	54.83 <sup>B</sup>	±25.73	NS
	<i>P</i> -value	**		NS		*		

Result presented Means ± SD.

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

<sup>A-D</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p < 0.05$ ).

NS, Not significant; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

#### 다. 숙성 중 유리 아미노산의 변화

- 표에는 각각 숙성기간에 따른 유리아미노산의 함량과 비율을 나타낸 표임.
- 비단백 아미노산인 taurine과  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA)는 숙성기간이 늘어나면서 45일 차에 함량과 비율이 유의적으로 증가함. Taurine은 단맛을 내며, 인체에서 가장 많이 분포하고 있는 유리아미노산으로, 체내 여러 조직에 분포하면서 항산화 효과, 황함유 아미노산에 대한 해독작용, 삼투압 조절, 신경세포의 성장과 보호 등 다양한 기능을 함.
- $\gamma$ -aminobutyric acid는 혈압 저하, 항산화 효과 등 생리활성 기능이 있으며 glutamic acid의 탈탄산화로 생성된다고 알려져 있음. Aspartic acid와 glutamic acid는 감칠맛을 낸다고 알려져 있으며 숙성기간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 나타나지 않았음. 숙성 0일 차와 60일 차의 함량을 비교했을 때 aspartic acid는 약 200배 증가하였으며, glutamic acid는 약 9배가 증가함.
- Anserine과 carnosine은  $\beta$ -Alanine을 함유한 histidyl dipeptides로 완충 효과, 항산화 활성 등 생체활성의 역할을 하며, carnosine은 고기의 감칠맛에 좋은 영향을 주는 것으로 알려져 있음. Ethanolamine과 ammonia의 함량과 비율은 숙성 45일 차에 유의적으로 증가함.
- Threonine, serine, glycine,  $\beta$ -Alanine, valine, histidine의 함량은 숙성 45일 차에 유의적으로 증가하여 60일 차에 감소하는 경향을 보였고, alanine, proline, isoleucine, leucine 또한, 숙성 45일 차까지 증가하다가 60일 차에 감소하였지만, 숙성 기간별 유의적 차이는 나타나지 않음.
- 총 유리아미노산(TotalFAA)의 함량은 숙성 45일 차에 유의적으로 증가함.

표. 숙성기간에 따른 유리 아미노산 함량

mg/kg	숙성기간(day)					Sig
	0	15	30	45	60	
Taurine	194.88 <sup>b</sup> ± 42.46	212.37 <sup>b</sup> ± 37.01	204.30 <sup>b</sup> ± 34.79	450.45 <sup>a</sup> ± 94.48	532.20 <sup>a</sup> ± 172.24	***
Phospho ethanolamine	5.27 <sup>a</sup> ± 1.20	6.49 <sup>a</sup> ± 1.63	5.27 <sup>a</sup> ± 1.13	0.00 <sup>b</sup> ± 0.00	0.00 <sup>b</sup> ± 0.00	***
Urea	208.48 <sup>ab</sup> ± 54.10	220.77 <sup>ab</sup> ± 43.11	194.71 <sup>b</sup> ± 53.58	306.10 <sup>ab</sup> ± 115.36	315.92 <sup>a</sup> ± 146.10	+
Aspartic acid	0.54 ± 1.32	19.41 ± 11.62	34.41 ± 11.34	51.98 ± 84.70	103.82 ± 119.42	NS
Threonine	50.19 <sup>c</sup> ± 7.64	117.17 <sup>bc</sup> ± 28.19	143.65 <sup>bc</sup> ± 25.95	320.05 <sup>a</sup> ± 184.05	241.75 <sup>ab</sup> ± 248.23	*
Serine	69.27 ± 9.88	165.00 ± 38.68	184.94 ± 35.37	72.23 ± 158.13	203.96 ± 319.86	NS
Asparagine	27.80 ± 3.37	60.10 ± 16.43	71.57 ± 14.52	47.64 ± 86.10	104.96 ± 166.32	NS
Glutamic acid	40.77 ± 18.79	137.00 ± 59.30	168.70 ± 78.24	262.61 ± 330.49	372.85 ± 454.12	NS
Glutamine	421.23 ± 112.01	528.60 ± 176.89	420.15 ± 85.61	112.14 ± 172.22	348.27 ± 571.83	NS
Glycine	74.90 <sup>b</sup> ± 11.55	121.18 <sup>b</sup> ± 24.35	134.63 <sup>b</sup> ± 20.36	324.28 <sup>a</sup> ± 162.33	295.50 <sup>a</sup> ± 176.98	**
Alanine	322.87 ± 45.82	496.48 ± 81.18	493.10 ± 90.92	894.75 ± 685.86	664.38 ± 755.67	NS
Valine	67.10 <sup>c</sup> ± 9.83	172.46 <sup>bc</sup> ± 41.21	209.72 <sup>bc</sup> ± 39.55	528.14 <sup>a</sup> ± 277.98	390.94 <sup>ab</sup> ± 357.71	**
Cystein	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	1.69 ± 4.14	9.32 ± 18.09	NS
Methionine	36.12 <sup>b</sup> ± 8.30	93.05 <sup>ab</sup> ± 24.07	99.87 <sup>ab</sup> ± 20.29	186.88 <sup>a</sup> ± 109.35	176.25 <sup>ab</sup> ± 134.91	*
Isoleucine	50.05 ± 8.56	126.77 ± 30.04	146.40 ± 28.35	234.11 ± 161.39	186.71 ± 261.17	NS
Leucine	96.58 ± 18.39	237.69 ± 58.45	266.73 ± 55.24	465.40 ± 310.68	388.35 ± 508.87	NS
Tyrosine	60.80 <sup>b</sup> ± 10.24	142.77 <sup>a</sup> ± 37.40	149.12 <sup>a</sup> ± 33.47	26.92 <sup>c</sup> ± 32.27	9.64 <sup>c</sup> ± 9.10	***
Phenylalanine	52.36 ± 7.95	134.43 ± 33.66	152.21 ± 33.00	239.07 ± 190.99	207.10 ± 293.31	NS
β-Alanine	7.53 <sup>b</sup> ± 1.52	9.89 <sup>b</sup> ± 2.80	11.35 <sup>b</sup> ± 3.00	30.66 <sup>a</sup> ± 12.38	26.22 <sup>a</sup> ± 10.22	***
γ-aminobutyric acid	0.89 <sup>b</sup> ± 0.75	0.42 <sup>b</sup> ± 0.29	0.63 <sup>b</sup> ± 0.49	6.84 <sup>a</sup> ± 7.15	3.58 <sup>ab</sup> ± 3.67	*
Tryptophan	9.73 <sup>bc</sup> ± 1.66	22.03 <sup>a</sup> ± 6.47	22.51 <sup>a</sup> ± 5.82	17.44 <sup>ab</sup> ± 16.85	0.00 <sup>c</sup> ± 0.00	***
Ethanolamine	0.00 <sup>b</sup> ± 0.00	0.00 <sup>b</sup> ± 0.00	0.00 <sup>b</sup> ± 0.00	12.39 <sup>a</sup> ± 8.74	16.31 <sup>a</sup> ± 12.44	***
Ammonia	98.26 <sup>b</sup> ± 2.95	112.71 <sup>b</sup> ± 16.26	114.84 <sup>b</sup> ± 22.07	489.11 <sup>a</sup> ± 119.74	482.68 <sup>a</sup> ± 103.58	***

Ornithine	12.28 <sup>b</sup> ±7.00	18.16 <sup>b</sup> ±9.46	18.21 <sup>b</sup> ±6.42	83.43 <sup>ab</sup> ±111.40	183.08 <sup>a</sup> ±213.59	*
Lysine	69.89 <sup>c</sup> ±7.21	165.30 <sup>bc</sup> ±38.07	199.88 <sup>bc</sup> ±35.27	264.42 <sup>ab</sup> ±160.42	351.89 <sup>a</sup> ±166.10	**
Histidine	34.37 <sup>b</sup> ±4.25	68.95 <sup>b</sup> ±16.92	73.92 <sup>b</sup> ±12.60	197.78 <sup>a</sup> ±83.81	176.67 <sup>a</sup> ±90.24	***
Anserine	887.75 <sup>bc</sup> ±270.06	933.36 <sup>abc</sup> ±212.20	707.93 <sup>c</sup> ±203.10	1288.67 <sup>a</sup> ±413.11	1148.58 <sup>ab</sup> ±374.39	*
Carnosine	4495.31 <sup>b</sup> ±269.23	4508.87 <sup>b</sup> ±586.25	3299.87 <sup>c</sup> ±262.96	6192.23 <sup>a</sup> ±890.36	5529.36 <sup>a</sup> ±1225.94	***
Arginine	66.89 <sup>b</sup> ±8.53	144.92 <sup>a</sup> ±34.10	152.03 <sup>a</sup> ±36.44	26.09 <sup>bc</sup> ±59.68	3.24 <sup>c</sup> ±5.24	***
Proline	28.01 ±2.93	53.53 ±10.73	65.71 ±16.93	139.37 ±145.31	89.56 ±138.17	NS
TotalFAA <sup>1)</sup>	7490.11 <sup>c</sup> ±479.51	9029.82 <sup>bc</sup> ±1154.11	7746.32 <sup>c</sup> ±718.83	13272.86 <sup>a</sup> ±4106.11	12563.07 <sup>ab</sup> ±6107.09	*

Result presented Means± SD.

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same row significantly differ( $p<0.1$ ).

Sig, Significance.; NS, Not significant.; \*  $p<0.1$ ; \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$

<sup>1)</sup>Total free amino acid

표. 숙성기간에 따른 유리 아미노산 함량비율(%)

(%)	숙성기간(day)					Sig
	0	15	30	45	60	
Taurine	2.59 <sup>b</sup> ±0.46	2.39 <sup>b</sup> ±0.53	2.67 <sup>b</sup> ±0.56	3.64 <sup>a</sup> ±1.15	4.74 <sup>a</sup> ±1.89	**
Phospho ethanolamine	0.07 <sup>a</sup> ±0.02	0.07 <sup>a</sup> ±0.02	0.07 <sup>a</sup> ±0.02	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	***
Urea	2.79±0.71	2.49±0.62	2.51±0.62	2.51±1.42	2.60±1.12	NS
Aspartic acid	0.01 <sup>c</sup> ±0.02	0.22 <sup>bc</sup> ±0.13	0.44 <sup>ab</sup> ±0.12	0.34 <sup>abc</sup> ±0.46	0.63 <sup>a</sup> ±0.49	*
Threonine	0.67 <sup>c</sup> ±0.12	1.29 <sup>bc</sup> ±0.18	1.85 <sup>ab</sup> ±0.22	2.21 <sup>a</sup> ±1.05	1.53 <sup>bc</sup> ±1.01	**
Serine	0.93 <sup>bc</sup> ±0.15	1.81 <sup>ab</sup> ±0.25	2.37 <sup>a</sup> ±0.29	0.42 <sup>c</sup> ±0.88	1.03 <sup>bc</sup> ±1.54	**
Asparagine	0.37±0.06	0.66±0.11	0.92±0.15	0.28±0.49	0.53±0.80	NS
Glutamic acid	0.54±0.25	1.51±0.53	2.13±0.90	1.70±1.74	2.25±1.90	NS
Glutamine	5.66 <sup>a</sup> ±1.59	5.75 <sup>a</sup> ±1.40	5.45 <sup>a</sup> ±1.10	0.67 <sup>b</sup> ±1.02	1.71 <sup>b</sup> ±2.77	***
Glycine	1.00 <sup>b</sup> ±0.16	1.33 <sup>b</sup> ±0.13	1.73 <sup>ab</sup> ±0.16	2.30 <sup>a</sup> ±0.86	2.27 <sup>a</sup> ±1.18	**
Alanine	4.31±0.52	5.48±0.54	6.33±0.73	5.84±3.79	3.97±3.32	NS
Valine	0.90 <sup>c</sup> ±0.16	1.89 <sup>bc</sup> ±0.26	2.69 <sup>ab</sup> ±0.32	3.69 <sup>a</sup> ±1.55	2.62 <sup>bc</sup> ±1.58	**
Cystein	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.01±0.02	0.05±0.09	NS
Methionine	0.49±0.13	1.02 <sup>a</sup> ±0.16	1.28 <sup>a</sup> ±0.17	1.29 <sup>a</sup> ±0.54	1.27 <sup>a</sup> ±0.39	***
Isoleucine	0.67 <sup>b</sup> ±0.14	1.39 <sup>ab</sup> ±0.19	1.88 <sup>a</sup> ±0.24	1.56 <sup>a</sup> ±0.87	1.01 <sup>ab</sup> ±1.22	*
Leucine	1.30 <sup>b</sup> ±0.28	2.61 <sup>ab</sup> ±0.39	3.42 <sup>a</sup> ±0.47	3.12 <sup>a</sup> ±1.67	2.19 <sup>ab</sup> ±2.31	+
Tyrosine	0.82 <sup>c</sup> ±0.15	1.57 <sup>b</sup> ±0.26	1.91 <sup>a</sup> ±0.31	0.23 <sup>d</sup> ±0.32	0.10 <sup>d</sup> ±0.12	***
Phenylalanine	0.70±0.12	1.47±0.22	1.95±0.29	1.55±1.05	1.13±1.34	NS
β-Alanine	0.10 <sup>c</sup> ±0.02	0.11 <sup>c</sup> ±0.02	0.14 <sup>bc</sup> ±0.03	0.25 <sup>a</sup> ±0.13	0.23 <sup>ab</sup> ±0.11	**

$\gamma$ -aminobutyric acid	0.01 <sup>b</sup> ±0.01	0.00 <sup>b</sup> ±0.01	0.01 <sup>b</sup> ±0.01	0.05 <sup>a</sup> ±0.05	0.03 <sup>ab</sup> ±0.02	*
Tryptophan	0.13 <sup>b</sup> ±0.02	0.24 <sup>a</sup> ±0.05	0.29 <sup>a</sup> ±0.06	0.11 <sup>b</sup> ±0.10	0.00 <sup>c</sup> ±0.00	***
Ethanolamine	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.12 <sup>a</sup> ±0.11	0.19 <sup>a</sup> ±0.14	***
Ammonia	1.32 <sup>b</sup> ±0.06	1.25 <sup>b</sup> ±0.09	1.50 <sup>b</sup> ±0.39	3.96 <sup>a</sup> ±1.25	4.88 <sup>a</sup> ±2.76	***
Ornithine	0.17 <sup>b</sup> ±0.10	0.19 <sup>b</sup> ±0.08	0.24 <sup>b</sup> ±0.11	0.53 <sup>ab</sup> ±0.59	1.11 <sup>a</sup> ±0.96	*
Lysine	0.94 <sup>c</sup> ±0.11	1.81 <sup>bc</sup> ±0.23	2.57 <sup>bc</sup> ±0.29	1.95 <sup>ab</sup> ±1.11	2.88 <sup>a</sup> ±1.32	**
Histidine	0.46 <sup>c</sup> ±0.07	0.75 <sup>bc</sup> ±0.10	0.95 <sup>b</sup> ±0.12	1.49 <sup>a</sup> ±0.46	1.42 <sup>a</sup> ±0.59	***
Anserine	11.71±2.95	10.51±2.80	9.17±2.57	9.84±2.01	10.34±4.05	NS
Carnosine	60.09 <sup>a</sup> ±2.77	50.01 <sup>b</sup> ±3.29	42.75 <sup>b</sup> ±3.14	49.36 <sup>b</sup> ±11.24	48.86 <sup>b</sup> ±12.12	*
Arginine	0.90 <sup>c</sup> ±0.13	1.59 <sup>b</sup> ±0.22	1.95 <sup>a</sup> ±0.35	0.17 <sup>d</sup> ±0.37	0.04 <sup>d</sup> ±0.06	***
Proline	0.38±0.05	0.59±0.06	0.84±0.17	0.85±0.87	0.45±0.67	NS

Result presented Means ± SD.

<sup>a-d</sup> Means with different superscripts in the same row significantly differ ( $p < 0.1$ ).

Sig, Significance.; NS, Not significant.; \*  $p < 0.1$ ; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

- 표는 숙성 방법에 따른 유리아미노산의 함량과 비율을 나타낸 표임.
- Glutamine의 함량과 비율은 숙성 45일 차, 숙성 60일 차에 습식 숙성이 건식 숙성과 건식포장 숙성보다 유의적으로 높게 나타났으며, aspartic acid, threonine, serine, asparagine, glutamic acid, alanine, isoleuine, leucine, proline의 함량과 비율은 숙성 45일 차까지 숙성방법 간에 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 숙성 60일 차에 습식 숙성이 다른 숙성방법에 비해 유의적으로 높은 유리아미노산 수준을 나타냈음.
- valine, methionine, phenylalanine, ornithine은 숙성 60일 차에 습식 숙성이 다른 숙성방법보다 유의적으로 높은 함량을 보였으나, 비율에서는 유의적인 차이가 나타나지 않음.
- Lysine, glycine은 숙성 0일 차를 제외하고 숙성방법 간 유의적 차이가 나타나지 않았으며, tyrosine, arginine, histidine, tryptophan,  $\gamma$ -aminobutyric acid의 함량과 비율 또한, 숙성방법 간 유의적인 차이가 나타나지 않음.
- Aspartic acid, glutamic acid는 감칠맛을 낼 수 있고, threonine, serine, glutamine, glycine, alanine, lysine, proline은 단맛을 내며, valine, methionine, Isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine,  $\gamma$ -aminobutyric acid, tryptophan, histidine, arginine은 쓴맛을 낸다고 알려져 있음(Nishimura 등, 1998a; Aoki 등, 2009).
- 총 유리아미노산의 함량은 숙성 45일 차까지 숙성방법 간 유의적인 차이가 없었고 숙성 60일 차에 습식 숙성이 더 높게 나타났음.
- 건식 숙성과 건식포장 숙성방법을 비교했을 때 숙성 15일 차 taurine, 30일 차 ammonia, 45일 차 lysine 세 가지 아미노산을 제외하고 모든 유리아미노산 함량과 비율이 유의적인 차이가 나타나지 않음.



표. 숙성방법에 따른 아미노산 함량

mg/kg	Aging Time(d)																			
	0				15				30				45				60			
Aging Method	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig
Taurine	216 ±34	220 ±20	149 ±34	NS	229 <sup>a</sup> ±16	240 <sup>a</sup> ±14	168 <sup>b</sup> ±22	*	220 ±40	225 ±21	168 ±1	NS	453 ±68	536 ±70	363 ±71	NS	684 <sup>a</sup> ±168	566 <sup>ab</sup> ±52	346 <sup>b</sup> ±12	+
Phospho ethanol amine	5 <sup>ab</sup> ±1	6 <sup>a</sup> ±0	4 <sup>b</sup> ±0	+	7 ±1	8 ±1	5 ±2	NS	6 ±2	6 ±0	4 ±1	NS	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS
Urea	227 ±61	204 ±82	195 ±55	NS	210 ±3	237 ±58	215 ±72	NS	187 ±32	199 ±91	198 ±70	NS	388 ±88	175 ±61	355 ±50	NS	443 ±94	177 ±164	328 ±5	NS
Aspartic acid	2 ±2	0 ±0	0 ±0	NS	16 ±7	20 ±16	23 ±18	NS	34 ±11	28 ±15	42 ±11	NS	128 ±135	15 ±10	13 ±3	NS	257 <sup>a</sup> ±36	27 <sup>b</sup> ±9	28 <sup>b</sup> ±1	**
Threonine	54 ±8	53 ±3	43 ±8	NS	116 ±62	122 ±0	114 ±4	NS	141 ±42	140 ±37	150 ±11	NS	493 ±21	253 ±42	214 ±276	NS	551 <sup>a</sup> ±113	66 <sup>b</sup> ±58	109 <sup>b</sup> ±62	*
Serine	74 ±9	75 ±1	59 ±9	NS	165 ±85	169 ±1	161 ±11	NS	191 ±52	165 ±46	199 ±8	NS	208 ±263	6 ±6	2 ±1	NS	601 <sup>a</sup> ±196	5 <sup>b</sup> ±3	6 <sup>b</sup> ±1	*
Asparagine	31 ±2	26 ±3	27 ±3	NS	63 ±36	60 ±6	58 ±4	NS	78 ±27	65 ±12	71 ±1	NS	143 ±99	0 ±0	0 ±0	NS	309 <sup>a</sup> ±116	0 <sup>b</sup> ±0	6 <sup>b</sup> ±8	*
Glutamic acid	62 ±12	33 ±14	27 ±5	NS	185 ±98	102 ±16	124 ±16	NS	226 ±78	90 ±51	190 ±47	NS	590 ±464	68 ±22	130 ±76	NS	919 <sup>a</sup> ±364	82 <sup>b</sup> ±53	118 <sup>b</sup> ±1	*
Glutamine	403 ±161	519 ±63	341 ±12	NS	492 ±298	657 ±121	436 ±16	NS	444 ±182	399 ±6	417 ±36	NS	334 <sup>a</sup> ±27	2 <sup>b</sup> ±4	0 <sup>b</sup> ±0	***	1045 <sup>a</sup> ±424	0 <sup>b</sup> ±0	0 <sup>b</sup> ±0	*
Glycine	89 <sup>a</sup> ±5	70 <sup>b</sup> ±1	65 <sup>b</sup> ±4	*	123 ±53	123 ±9	117 ±7	NS	135 ±33	128 ±28	141 ±4	NS	421 ±47	281 ±43	271 ±316	NS	470 ±77	121 ±164	296 ±47	NS
Alanine	327 ±6	313 ±80	329 ±61	NS	443 ±151	534 ±23	513 ±24	NS	450 ±59	487 ±165	543 ±41	NS	1340 ±75	445 ±230	899 ±122 2	NS	1632 <sup>a</sup> ±27	157 <sup>b</sup> ±207	204 <sup>b</sup> ±30	**
Valine	74 ±10	68 ±0	59 ±12	NS	172 ±92	172 ±1	173 ±7	NS	209 ±61	197 ±55	224 ±19	NS	713 ±35	456 ±94	415 ±521	NS	815 <sup>a</sup> ±174	163 <sup>b</sup> ±75	194 <sup>b</sup> ±250	+

Cystein	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS	5 ±7	0 ±0	0 ±0	NS	28 ±24	0 ±0	0 ±0	NS
Methionine	42 ±9	35 ±4	31 ±10	NS	97 ±52	90 ±1	92 ±10	NS	104 ±30	92 ±30	103 ±6	NS	291 ±33	130 ±34	140 ±157	NS	340 <sup>a</sup> ±87	82 <sup>b</sup> ±45	107 <sup>b</sup> ±4	*
Isoleucine	57 ±7	48 ±1	44 ±12	NS	127 ±66	127 ±3	126 ±14	NS	147 ±44	137 ±42	155 ±8	NS	389 ±31	137 ±62	177 ±229	NS	504 <sup>a</sup> ±189	18 <sup>b</sup> ±26	38 <sup>b</sup> ±54	*
Leucine	112 ±17	95 ±2	83 ±24	NS	244 ±129	236 ±5	233 ±20	NS	270 ±79	255 ±90	276 ±20	NS	768 ±63	289 ±64	339 ±444	NS	1009 <sup>a</sup> ±349	65 <sup>b</sup> ±68	91 <sup>b</sup> ±111	*
Tyrosine	70 ±9	61 ±6	52 ±10	NS	148 ±82	138 ±7	142 ±12	NS	155 ±57	141 ±45	152 ±11	NS	29 ±18	48 ±53	3 ±4	NS	7 ±1	4 ±6	18 ±13	NS
Phenyl alanine	60 ±7	50 ±2	47 ±9	NS	141 ±74	132 ±2	131 ±8	NS	162 ±50	139 ±47	155 ±12	NS	446 ±35	106 ±42	166 ±218	NS	568 <sup>a</sup> ±196	22 <sup>b</sup> ±18	31 <sup>b</sup> ±22	*
β-Alanine	8 ±2	7 ±1	8 ±2	NS	9 ±6	10 ±0	10 ±2	NS	10 ±4	10 ±3	13 ±2	NS	26 ±8	43 ±7	23 ±12	NS	29 ±4	25 ±22	25 ±2	NS
γ-amino butyric acid	1 ±1	0 ±0	1 ±0	NS	0 ±0	0 ±0	1 ±0	NS	0 ±0	1 ±1	1 ±0	NS	2 ±2	9 ±3	9 ±13	NS	5 ±7	3 ±4	3 ±0	NS
Tryptophan	12 ±1	9 ±1	9 ±1	NS	24 ±14	20 ±1	22 ±3	NS	26 ±9	19 ±6	22 ±0	NS	31 ±8	4 ±6	17 ±24	NS	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS
Ethanol amine	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS	0 ±0	0 ±0	0 ±0	NS	4 <sup>b</sup> ±5	11 <sup>ab</sup> ±1	22 <sup>a</sup> ±4	*	2 <sup>b</sup> ±2	21 <sup>a</sup> ±2	26 <sup>a</sup> ±10	*
Ammonia	98 ±5	100 ±1	97 ±3	NS	100 ±21	124 ±18	114 ±2	NS	92 <sup>c</sup> ±3	141 <sup>a</sup> ±1	112 <sup>b</sup> ±4	***	428 ±141	540 ±70	499 ±184	NS	379 ±15	518 ±10	552 ±141	NS
Ornithine	11 ±7	17 ±11	8 ±1	NS	16 ±10	24 ±15	14 ±1	NS	18 ±9	21 ±10	16 ±1	NS	197 ±152	25 ±9	29 ±18	NS	441 <sup>a</sup> ±135	79 <sup>b</sup> ±88	29 <sup>b</sup> ±15	*
Lysine	78 <sup>a</sup> ±1	69 <sup>ab</sup> ±0	63 <sup>b</sup> ±7	+	164 ±85	162 ±5	169 ±3	NS	201 ±58	188 ±44	211 ±19	NS	422 <sup>a</sup> ±52	278 <sup>a</sup> ±116	93 <sup>b</sup> ±63	+	493 ±55	242 ±256	321 ±63	NS
Histidine	38 ±4	35 ±5	31 ±2	NS	69 ±36	67 ±10	70 ±4	NS	77 ±23	67 ±9	78 ±4	NS	243 ±30	139 ±105	211 ±108	NS	251 ±47	109 ±73	171 ±114	NS
Anserine	931 ±379	921 ±112	812 ±437	NS	878 ±117	1054 ±120	868 ±391	NS	719 ±264	746 ±123	659 ±337	NS	1399 ±493	1297 ±96	1170 ±741	NS	1314 ±533	1177 ±231	955 ±482	NS
Carnosine	4557 ±398	4349 ±104	4579 ±359	NS	4236 ±871	4458 ±749	4833 ±185	NS	3323 ±256	3072 ±300	3505 ±22	NS	6629 ±167	5633 ±565	6315 ±160 7	NS	6881 ±911	4753 ±957	4953 ±495	NS

Arginine	75 ±6	66 ±3	60 ±7	NS	149 ±75	138 ±1	148 ±8	NS	169 ±45	118 ±32	169 ±11	NS	74 ±104	4 ±6	0 ±0	NS	0 ±0	4 ±5	6 ±9	NS
Proline	28 ±2	29 ±5	27 ±3	NS	53 ±23	54 ±1	53 ±6	NS	73 ±20	52 ±20	72 ±8	NS	252 ±15	13 ±18	153 ±217	NS	263 <sup>a</sup> ±69	5 <sup>b</sup> ±8	0 <sup>b</sup> ±0	*
Total FAA <sup>1)</sup>	7742 ±601	7478 ±137	7250 ±726	NS	8678 ±232 7	9276 ±921	9135 ±74	NS	7864 ±385	7329 ±129 9	8046 ±437	NS	16845 ±134 7	10945 ±115 8	12029 ±645 7	NS	20237 <sup>a</sup> ±984	8490 <sup>b</sup> ±258 0	8961 <sup>b</sup> ±139 6	*

Result presented Means ± SD.

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same row significantly differ ( $p < 0.1$ ).

Sig. Significance.; NS, Not significant.; \*  $p < 0.1$  \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

<sup>1)</sup>Total free amino acid

표. 숙성방법에 따른 아미노산 함량비율(%)

%	Aging Time(d)																			
	0				15				30				45				60			
Aging Method	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig	Wet	Dry	Dry bag	Sig
Taurine	2.78 <sup>ab</sup> ±0.22	2.94 <sup>a</sup> ±0.22	2.05 <sup>b</sup> ±0.28	+	2.72 ±0.54	2.61 ±0.40	1.84 ±0.23	NS	2.82 ±0.65	3.09 ±0.25	2.09 ±0.13	NS	2.69 ±0.19	4.89 ±0.13	3.34 ±1.20	NS	3.41 ±1.00	6.90 ±1.49	3.93 ±0.74	NS
Phospho ethanol amine	0.07 ±0.01	0.09 ±0.01	0.06 ±0.01	NS	0.08 ±0.01	0.08 ±0.00	0.06 ±0.02	NS	0.07 ±0.03	0.08 ±0.01	0.06 ±0.02	NS	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS
Urea	2.91 ±0.57	2.72 ±1.05	2.74 ±1.03	NS	2.52 ±0.64	2.60 ±0.88	2.36 ±0.81	NS	2.39 ±0.52	2.65 ±0.78	2.49 ±1.00	NS	2.29 ±0.34	1.64 ±0.74	3.59 ±2.34	NS	2.21 ±0.57	1.89 ±1.36	3.70 ±0.52	NS
Aspartic acid	0.02 ±0.03	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.18 ±0.04	0.22 ±0.20	0.26 ±0.19	NS	0.43 ±0.12	0.37 ±0.14	0.52 ±0.11	NS	0.74 ±0.74	0.14 ±0.11	0.14 ±0.09	NS	1.27 <sup>a</sup> ±0.12	0.31 <sup>b</sup> ±0.01	0.33 <sup>b</sup> ±0.06	**
Threonine	0.71 ±0.16	0.72 ±0.04	0.60 ±0.17	NS	1.29 ±0.37	1.32 ±0.13	1.25 ±0.06	NS	1.78 ±0.45	1.91 ±0.16	1.86 ±0.04	NS	2.94 ±0.36	2.35 ±0.63	1.36 ±1.57	NS	2.71 <sup>a</sup> ±0.42	0.70 <sup>b</sup> ±0.48	1.18 <sup>b</sup> ±0.52	*
Serine	0.96 ±0.18	1.01 ±0.01	0.82 ±0.21	NS	1.84 ±0.49	1.83 ±0.20	1.77 ±0.13	NS	2.42 ±0.54	2.23 ±0.23	2.48 ±0.03	NS	1.18 ±1.47	0.06 ±0.06	0.02 ±0.00	NS	2.95 <sup>a</sup> ±0.82	0.06 <sup>b</sup> ±0.01	0.07 <sup>b</sup> ±0.02	*
Asparagine	0.40 ±0.06	0.35 ±0.05	0.37 ±0.08	NS	0.69 ±0.23	0.65 ±0.01	0.64 ±0.05	NS	0.99 ±0.30	0.89 ±0.00	0.88 ±0.06	NS	0.83 ±0.52	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	1.52 <sup>a</sup> ±0.50	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.06 <sup>b</sup> ±0.08	*
Glutamic acid	0.81 ±0.22	0.44 ±0.18	0.38 ±0.11	NS	2.06 ±0.59	1.12 ±0.28	1.36 ±0.17	NS	2.85 ±0.85	1.19 ±0.49	2.35 ±0.45	NS	3.41 ±2.48	0.64 ±0.27	1.06 ±0.07	NS	4.50 <sup>a</sup> ±1.58	0.92 <sup>b</sup> ±0.35	1.33 <sup>b</sup> ±0.22	+
Glutamine	5.31 ±2.50	6.96 ±0.97	4.72 ±0.31	NS	5.41 ±1.98	7.06 ±0.60	4.78 ±0.22	NS	5.60 ±2.04	5.54 ±1.06	5.20 ±0.74	NS	1.98 <sup>a</sup> ±0.00	0.03 <sup>b</sup> ±0.04	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	***	5.12 <sup>a</sup> ±1.85	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	*
Glycine	1.16 ±0.16	0.94 ±0.04	0.91 ±0.14	NS	1.39 ±0.24	1.33 ±0.04	1.29 ±0.09	NS	1.71 ±0.33	1.74 ±0.08	1.76 ±0.05	NS	2.52 ±0.48	2.56 ±0.13	1.81 ±1.65	NS	2.32 ±0.26	1.19 ±1.57	3.30 ±0.01	NS
Alanine	4.24 ±0.25	4.17 ±0.99	4.51 ±0.40	NS	5.05 ±0.38	5.79 ±0.82	5.61 ±0.21	NS	5.71 ±0.47	6.55 ±1.10	6.74 ±0.14	NS	8.00 ±1.08	3.98 ±1.68	5.56 ±7.18	NS	<sup>a</sup> 8.07 ±0.25	1.55 <sup>b</sup> ±1.97	2.29 <sup>b</sup> ±0.02	*
Valine	0.97 ±0.20	0.92 ±0.02	0.83 ±0.25	NS	1.92 ±0.54	1.86 ±0.17	1.90 ±0.10	NS	2.64 ±0.64	2.67 ±0.28	2.78 ±0.08	NS	4.26 ±0.55	4.15 ±0.42	2.67 ±2.90	NS	4.01 ±0.66	1.88 ±0.31	1.98 ±2.48	NS
Cystein	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.03 ±0.04	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.14 ±0.12	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS

Methionine	0.56 ±0.16	0.47 ±0.07	0.44 ±0.19	NS	1.08 ±0.32	0.97 ±0.08	1.01 ±0.11	NS	1.32 ±0.33	1.24 ±0.20	1.28 ±0.01	NS	1.75 ±0.33	1.18 ±0.18	0.95 ±0.80	NS	1.68 ±0.35	0.93 ±0.25	1.21 ±0.15	NS
Isoleucine	0.75 ±0.15	0.65 ±0.02	0.63 ±0.23	NS	1.42 ±0.37	1.37 ±0.10	1.39 ±0.16	NS	1.85 ±0.47	1.86 ±0.23	1.93 ±0.01	NS	2.32 ±0.37	1.23 ±0.44	1.12 ±1.30	NS	2.47 <sup>a</sup> ±0.81	0.18 <sup>b</sup> ±0.25	0.39 <sup>b</sup> ±0.54	+
Leucine	1.46 ±0.33	1.27 ±0.01	1.18 ±0.45	NS	2.72 ±0.76	2.56 ±0.31	2.55 ±0.24	NS	3.42 ±0.84	3.42 ±0.62	3.43 ±0.06	NS	4.59 ±0.74	2.63 ±0.31	2.14 ±2.55	NS	4.95 <sup>a</sup> ±1.48	0.68 <sup>b</sup> ±0.59	0.93 <sup>b</sup> ±1.10	+
Tyrosine	0.91 ±0.18	0.82 ±0.06	0.73 ±0.21	NS	1.64 ±0.50	1.50 ±0.23	1.56 ±0.14	NS	1.96 ±0.63	1.90 ±0.28	1.89 ±0.04	NS	0.18 ±0.12	0.47 ±0.54	0.04 ±0.06	NS	0.04 ±0.01	0.04 ±0.06	0.22 ±0.18	NS
Phenyl alanine	0.78 ±0.16	0.67 ±0.04	0.66 ±0.18	NS	1.57 ±0.43	1.43 ±0.16	1.43 ±0.10	NS	2.05 ±0.54	1.87 ±0.31	1.93 ±0.05	NS	2.66 ±0.42	0.95 ±0.28	1.05 ±1.25	NS	2.79 <sup>a</sup> ±0.83	0.24 <sup>b</sup> ±0.13	0.38 <sup>b</sup> ±0.30	*
β-Alanine	0.10 ±0.03	0.10 ±0.01	0.11 ±0.02	NS	0.10 ±0.04	0.11 ±0.01	0.12 ±0.02	NS	0.13 ±0.04	0.14 ±0.02	0.17 ±0.02	NS	0.16 ±0.06	0.41 <sup>a</sup> ±0.11	0.19 <sup>a</sup> ±0.00	+	0.14 ±0.01	0.27 ±0.18	0.29 ±0.02	NS
γ-amino butyric acid	0.02 ±0.02	0.01 ±0.01	0.02 ±0.01	NS	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.01 <sup>a</sup> ±0.00	***	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	0.02 <sup>a</sup> ±0.01	0.01 <sup>ab</sup> ±0.00	+	0.02 ±0.01	0.09 ±0.04	0.06 ±0.08	NS	0.03 ±0.04	0.03 ±0.04	0.04 ±0.01	NS
Tryptophan	0.15 ±0.03	0.12 ±0.01	0.12 ±0.03	NS	0.27 ±0.09	0.22 ±0.01	0.24 ±0.03	NS	0.33 ±0.10	0.26 ±0.04	0.23 ±0.01	NS	0.19 ±0.06	0.04 ±0.05	0.11 ±0.15	NS	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS
Ethanol amine	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	NS	0.03 ±0.04	0.11 ±0.02	0.22 ±0.16	NS	0.01 <sup>b</sup> ±0.01	0.26 <sup>a</sup> ±0.06	0.29 <sup>a</sup> ±0.06	*
Ammonia	1.27 ±0.04	1.34 ±0.01	1.34 ±0.10	NS	1.17 ±0.07	1.33 ±0.07	1.25 ±0.04	NS	1.17 <sup>b</sup> ±0.02	1.95 <sup>a</sup> ±0.33	1.40 <sup>ab</sup> ±0.03	+	2.58 ±1.05	4.93 ±0.11	4.37 ±0.81	NS	1.87 ±0.01	6.41 ±2.06	6.36 ±2.57	NS
Ornithine	0.16 ±0.11	0.23 ±0.15	0.12 ±0.03	NS	0.18 ±0.06	0.25 ±0.14	0.16 ±0.01	NS	0.23 ±0.11	0.31 ±0.19	0.20 ±0.00	NS	1.14 ±0.81	0.23 ±0.10	0.23 ±0.03	NS	2.17 ±0.56	0.81 ±0.79	0.35 ±0.22	NS
Lysine	1.01 ±0.09	0.92 ±0.01	0.88 ±0.18	NS	1.83 ±0.49	1.76 ±0.12	1.86 ±0.05	NS	2.54 ±0.62	2.56 ±0.15	2.62 ±0.09	NS	2.50 ±0.11	2.61 ±1.34	0.74 ±0.13	NS	2.43 ±0.16	2.51 ±2.25	3.69 ±1.28	NS
Histidine	0.49 ±0.08	0.47 ±0.08	0.43 ±0.07	NS	0.77 ±0.21	0.73 ±0.04	0.77 ±0.05	NS	0.98 ±0.25	0.92 ±0.04	0.97 ±0.01	NS	1.46 ±0.29	1.23 ±0.83	1.78 ±0.05	NS	1.24 ±0.18	1.21 ±0.49	1.83 ±0.99	NS
Anserine	11.88 ±3.97	12.30 ±1.28	10.95 ±4.93	NS	10.68 ±4.21	11.36 ±0.16	9.49 ±4.21	NS	9.23 ±3.80	10.19 ±0.13	8.09 ±3.75	NS	8.22 ±2.27	11.87 ±0.37	9.44 ±1.09	NS	6.57 ±2.95	14.10 ±1.56	10.37 ±3.77	NS
Carnosine	58.85 ±0.57	58.18 ±2.46	63.23 ±1.39	NS	49.24 ±3.17	47.89 ±3.33	52.92 ±2.45	NS	42.38 ±5.33	42.22 ±3.39	43.64 ±2.64	NS	39.44 ±2.16	51.49 ±0.29	57.15 ±17.3 2	NS	34.16 <sup>b</sup> ±6.16	56.90 <sup>a</sup> ±6.02	55.52 <sup>a</sup> ±3.13	*
Arginine	0.98 ±0.16	0.88 ±0.03	0.83 ±0.18	NS	1.66 ±0.42	1.50 ±0.17	1.62 ±0.10	NS	2.14 ±0.47	1.60 ±0.16	2.10 ±0.03	NS	0.47 ±0.66	0.05 ±0.06	0.00 ±0.00	NS	0.00 ±0.00	0.04 ±0.05	0.08 ±0.11	NS

Proline	0.36 ±0.04	0.40 ±0.06	0.38 ±0.08	NS	0.60 ±0.11	0.59 ±0.05	0.59 ±0.07	NS	0.92 ±0.21	0.70 ±0.15	0.91 ±0.15	NS	1.51 ±0.21	0.11 ±0.15	0.93 ±1.31	NS	1.30 <sup>a</sup> ±0.28	0.05 <sup>b</sup> ±0.07	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	**
---------	---------------	---------------	---------------	----	---------------	---------------	---------------	----	---------------	---------------	---------------	----	---------------	---------------	---------------	----	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----

Result presented Means ± SD.

<sup>a-b</sup> Means with different superscripts in the same row significantly differ ( $p < 0.1$ ).

*Sig.*, Significance.; NS, Not significant.; \*  $p < 0.1$ ; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .

- 표에는 숙성방법과 숙성기간에 따른 각 아미노산 그룹의 함량과 비율을 나타냄.
- 아미노산의 그룹은 sweet(단맛), savory(감칠맛), bitter(쓴맛), functional(기능성)로 분류되며, 분류된 유리아미노산 함량과 비율을 숙성기간 및 숙성방법에 따라 결과를 비교 분석함.
- 습식 숙성방법에서 sweet 그룹 항목의 함량과 비율은 숙성기간이 지남에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 함량의 경우 유의적으로 증가함. 건식 숙성은 45일 차에 유의적으로 감소하였으며 0일 차와 60일 차를 비교했을 때 3배 이상 감소하였음.
- Savory 그룹 항목에서 습식 숙성의 함량과 비율은 숙성기간에 따라 안정적으로 증가하는 경향을 보였고, 건식 숙성, 건식포장 숙성 또한 증가하였으나 건식 숙성은 통계적으로 유의적인 차이는 보이지 않음.
- Bitter 그룹에서 습식 숙성은 숙성기간이 지남에 따라 함량이 안정적으로 증가하였으나, 건식 숙성과 건식포장 숙성의 함량은 숙성 45일까지 증가하다가 60일 차에 감소하였고, 세 가지 숙성방법 모두 0일 차와 비교했을 때 증가하는 경향을 보임.
- 습식 숙성에서 모든 아미노산 그룹의 함량은 숙성기간이 지남에 따라 안정적으로 증가하는 경향을 보였고, 숙성방법 간 비교했을 때 숙성 45일 차 이후부터 functional 그룹을 제외한 아미노산 그룹에서 습식 숙성이 다른 숙성방법보다 높은 함량과 비율이 나타났으며, 60일 차에서는 습식 숙성이 유의적으로 높은 함량 차이를 보임.
- 모든 유리아미노산 그룹에서 건식 숙성과 건식포장 숙성 간의 유의적인 차이는 나타나지 않음.

표. 유리아미노산의 성질에 따른 분류

Sweet	Savory	Bitter	Functional
Alanine	Aspartic acid	Arginine	Ammonia
Asparagine	Glutamic acid	Cysteine	Anserine
Glutamine		Histidine	$\beta$ -Alanine
Glycine		Isoleucine	$\gamma$ -amino butyric acid
Proline		Leucine	Carnosine
Serine		Lysine	Ethanolamine
Threonine		Methionine	Ornithine
		Phenylalanine	Phospho ethanolamine
		Tyrosine	Taurine
		Tryptophan	Urea
		Valine	

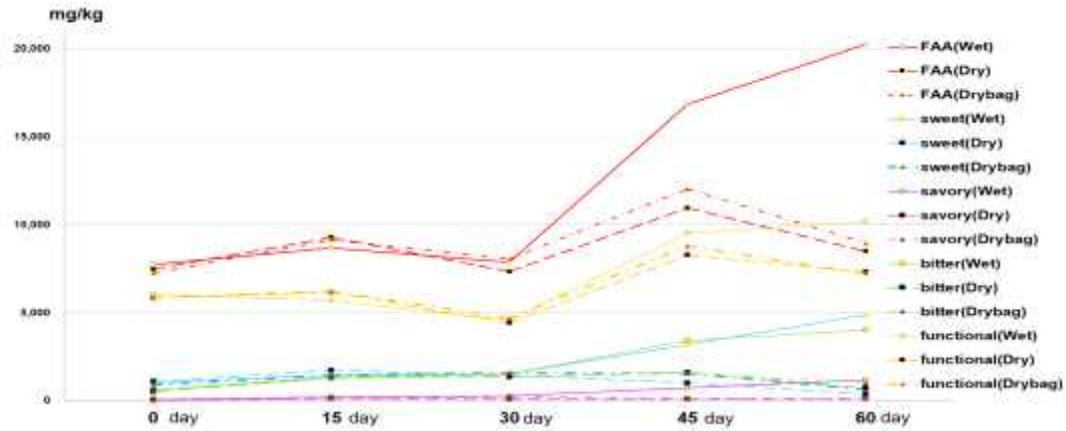


그림. 숙성방법 및 숙성일에 따른 유리아미노산 그룹 변화량

표. 숙성방법과 숙성기간에 따른 각 아미노산 그룹의 함량

Content (mg/kg)	Aging Time(d)	Aging Mehtod			Sig
		Wet	Dry	Drybag	
Sweet	0	1005.95 <sup>C</sup> ± 181.17	1086.02 <sup>AB</sup> ± 21.69	890.84 ± 45.40	NS
	15	1455.19 <sup>C</sup> ± 708.32	1718.19 <sup>A</sup> ± 113.50	1452.74 ± 25.31	NS
	30	1511.48 <sup>C</sup> ± 416.21	1436.56 <sup>AB</sup> ± 302.54	1593.20 ± 19.40	NS
	45	3190.75 <sup>B</sup> ± 231.09	1000.45 <sup>BC</sup> ± 239.51	1540.16 ± 2030.99	NS
	60	4870.51 <sup>Aa</sup> ± 1021.59	354.01 <sup>Cb</sup> ± 439.73	620.60 <sup>b</sup> ± 146.32	*
	Sig	**	*	NS	
Savory	0	63.59 <sup>B</sup> ± 14.41	33.10 ± 14.39	27.23 <sup>B</sup> ± 5.15	NS
	15	200.51 <sup>B</sup> ± 105.88	121.63 ± 31.49	147.10 <sup>A</sup> ± 34.10	NS
	30	259.25 <sup>B</sup> ± 88.88	118.09 ± 66.17	231.97 <sup>A</sup> ± 57.23	NS
	45	718.04 <sup>AB</sup> ± 598.86	83.03 ± 32.85	142.72 <sup>A</sup> ± 73.34	NS
	60	1175.34 <sup>Aa</sup> ± 400.31	108.73 <sup>b</sup> ± 61.89	145.96 <sup>Ab</sup> ± 2.37	*
	Sig	+	NS	*	
Bitter	0	617.66 <sup>B</sup> ± 71.20	534.90 <sup>B</sup> ± 0.84	479.12 ± 94.67	NS
	15	1335.70 <sup>B</sup> ± 703.63	1282.39 <sup>AB</sup> ± 6.25	1306.96 ± 88.12	NS
	30	1519.82 <sup>B</sup> ± 457.74	1353.61 <sup>AB</sup> ± 399.73	1543.71 ± 110.21	NS
	45	3411.48 <sup>A</sup> ± 298.13	1591.09 <sup>A</sup> ± 231.43	1561.28 ± 1761.10	NS
	60	4014.56 <sup>Aa</sup> ± 1122.44	708.76 <sup>Bb</sup> ± 569.33	977.00 <sup>b</sup> ± 426.03	*
	Sig	**	+	NS	
Functional	0	6054.77 <sup>B</sup> ± 868.07	5824.15 <sup>BC</sup> ± 101.60	5853.02 ± 780.45	NS
	15	5686.48 <sup>B</sup> ± 809.25	6154.19 <sup>ABC</sup> ± 832.36	6228.41 ± 153.38	NS
	30	4573.58 <sup>B</sup> ± 578.10	4420.35 <sup>C</sup> ± 530.61	4677.36 ± 250.61	NS
	45	9524.46 <sup>A</sup> ± 815.02	8270.06 <sup>A</sup> ± 719.85	8785.11 ± 2591.75	NS
	60	10177.05 <sup>A</sup> ± 1560.63	7318.99 <sup>AB</sup> ± 1509.19	7217.74 ± 825.64	NS
	Sig	**	*	NS	

Result presented Means ± SD.

<sup>a-b</sup> Means with different superscripts in the same row significantly differ ( $p < 0.1$ ).

<sup>A-C</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p < 0.1$ ).

Sig, Significance.; NS, Not significant; +  $p < 0.1$  \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .



표. 숙성방법과 숙성기간에 따른 각 아미노산 그룹의 함량비율

Percentage (%)	Aging Time(d)	Aging Mehtod			Sig
		Wet	Dry	Drybag	
Sweet	0	13.13 ± 3.36	14.53 <sup>A</sup> ± 0.02	12.32 ± 0.61	NS
	15	16.26 ± 3.80	18.56 <sup>A</sup> ± 0.62	15.91 ± 0.40	NS
	30	19.11 ± 4.36	19.54 <sup>A</sup> ± 0.66	19.82 ± 0.83	NS
	45	18.95 ± 0.14	9.08 <sup>B</sup> ± 1.22	9.66 ± 11.70	NS
	60	23.98 <sup>a</sup> ± 3.88	3.55 <sup>Cb</sup> ± 4.10	6.88 <sup>b</sup> ± 0.57	*
	<i>Sig</i>	NS	**	NS	
Savory	0	0.83 <sup>B</sup> ± 0.25	0.44 ± 0.18	0.38 <sup>C</sup> ± 0.11	NS
	15	2.23 <sup>AB</sup> ± 0.62	1.34 ± 0.47	1.61 <sup>B</sup> ± 0.36	NS
	30	3.28 <sup>AB</sup> ± 0.97	1.56 ± 0.63	2.87 <sup>A</sup> ± 0.55	NS
	45	4.13 <sup>AB</sup> ± 3.22	0.78 ± 0.38	1.20 <sup>BC</sup> ± 0.04	NS
	60	5.77 <sup>Aa</sup> ± 1.70	1.23 <sup>b</sup> ± 0.36	1.65 <sup>Bb</sup> ± 0.28	*
	<i>Sig</i>	NS	NS	**	
Bitter	0	8.04 <sup>B</sup> ± 1.54	7.15 <sup>B</sup> ± 0.14	6.71 ± 1.98	NS
	15	14.84 <sup>AB</sup> ± 4.13	13.89 <sup>A</sup> ± 1.32	14.32 ± 1.08	NS
	30	19.21 <sup>A</sup> ± 4.88	18.28 <sup>A</sup> ± 2.21	19.18 ± 0.33	NS
	45	20.39 <sup>A</sup> ± 3.40	14.51 <sup>A</sup> ± 0.58	10.57 ± 8.97	NS
	60	19.73 <sup>A</sup> ± 4.59	7.68 <sup>B</sup> ± 4.37	10.66 ± 3.10	NS
	<i>Sig</i>	+	**	NS	
Functional	0	78.01 <sup>A</sup> ± 5.15	77.89 <sup>AB</sup> ± 0.06	80.60 ± 2.69	NS
	15	66.68 <sup>AB</sup> ± 8.55	66.23 <sup>BC</sup> ± 2.40	68.18 ± 1.12	NS
	30	58.41 <sup>AB</sup> ± 10.21	60.63 <sup>C</sup> ± 3.51	58.13 ± 0.04	NS
	45	56.53 <sup>B</sup> ± 0.33	75.64 <sup>B</sup> ± 1.43	78.57 ± 20.63	NS
	60	50.54 <sup>Bb</sup> ± 10.17	87.55 <sup>Aa</sup> ± 8.83	80.81 <sup>a</sup> ± 3.37	*
	<i>Sig</i>		+	*	NS

Result presented Means ± SD.

<sup>a-b</sup> Means with different superscripts in the same row significantly differ ( $p < 0.1$ ).

<sup>A-C</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p < 0.1$ ).

*Sig*, Significance.; NS, Not significant; +  $p < 0.1$ ; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

라. 숙성육 관능적 특성 분석

- 숙성으로 달라진 소고기의 관능적 특성에 관해서 비교·분석하기 위하여 숙성육과 비숙성육을 섭취 전·조리 후로 나눠 비교평가 함.
- 관능평가 연구에 사용한 숙성육은 20일 숙성한 소고기와 일반 매장에서 판매하는 것을 사용하였으며, 샘플은 2등급 거세육으로 사용함.
- 관능검사는 제주대학교 학생을 대상으로 실시하였으며, 약 20명에 대해서 관능평가 교육을 실시한 후에 무작위로 시료를 제공하여 평가를 진행함.
- 측정항목은 조리 전, 조리 후로 나눠서 진행하였으며, 조리 전 외관, 향, 색을 평가하였으며, 조리 후 외관, 향, 맛, 조직감 항목을 평가하였음. 세부 측정항목은 표와 같음.

표. 숙성육과 신선육의 조리 전, 조리 후 관능검사 결과

조리 전						
	표면수분정도	마블링	이취	금속성향기	표면육색	육안신선도
숙성육	6.2±1.9	7.3±1.1	6.2±2.6	7.5±1.9	4.9±0.9	7.1±1.1
신선육	7.0±1.1	5.4±1.4	6.9±1.9	7.7±2.0	5.4±1.0	6.8±1.4

- 같은 등급(거세 2등급)의 숙성육과 신선육의 조리 전 관능평가 결과를 살펴보면, 표면수분 정도와 육안 신선도, 이취 평가항목은 신선육이 높은 점수를 받았음.
- 조리 후 풍미, 맛, 다즙성, 연도, 전체적인 기호도가 숙성육이 신선육보다 높은 점수를 받았음.

조리 후							
	윤기	이취	풍미 (고소한향)	맛	다즙성	연도	전체적 기호도
숙성육	7.0±2.0	7.4±1.5	7.2±1.7	7.0±1.4	7.1±1.5	7.3±1.3	7.3±1.1
신선육	7.3±1.9	6.9±1.8	4.9±1.7	6.2±1.7	3.6±1.7	5.0±1.8	4.8±1.6

(1) 숙성방법 및 숙성기간에 따른 전자혀 센서 변화

- 표에는 숙성방법 및 숙성기간에 따른 전자혀 분석결과를 나타냄.
- Sourness는 신맛을 나타내는 센서이며, 건조 숙성과 건조포장 숙성은 숙성기간 숙성이 진행되면서 유의적으로 감소했으며, 습식숙성이 다른 숙성방법 보다 sourness의 수준이 높게 나타나는 경향을 보였고 숙성 15일, 30일, 45일에서 통계적으로 유의적인 차이가 나타남.
- 일반적으로 습식숙성 소고기는 강한 신맛과 금속성 맛, 핏빛의 풍미를 가지고 있다고 알려져 있으며 신맛은 혐기성 조건에서 축적된 젖산의 영향을 받을 수 있음(Warren 등, 1992).
- Foraker 등(2020)의 연구 결과 49일 또는 63일 동안 습식 숙성한 소고기는 독특한 신맛과 퀴퀴한 향이 낮으며, 건조 숙성은 신맛을 감소시켰다고 보고하여, 신맛은 펩타이드의 수가 proteinases(calpain-1, -2 및 cathepsins B, L)로 인해 증가하여 감소함.
- Umami는 감칠맛을 나타내는 센서이며, 세 가지 숙성방법 모두 숙성기간이 경과 함에 따라 umami의 수준이 증가하였으며, 숙성 30일 이후 건조 숙성, 건조포장 숙성이 습식 숙성보다 유의적으로 높은 수준을 나타냈으며, 60일 차에는 건조 숙성, 건조포장 숙성, 습식 숙성의 순으로 높게 나타남.
- Bitterness는 쓴맛(고기의 진함)을 나타내는 센서이며, 모든 숙성방법에서 숙성기간의 경과에 따라 bitterness의 수준이 증가했지만, 통계적으로 유의적인 차이는 나타나지 않음.
- 숙성방법 간 비교했을 때 30일 차에 습식 숙성이 건조 숙성보다 유의적으로 높게 나타남.
- Richness는 umami의 지속성(풍부한 맛)을 나타내는 센서이며, 건조 숙성의 경우 숙성을 진행한 후 감소를 보였다가 45일 차에 유의적으로 증가함. 또한, 숙성 45일 차에는 건조 숙성이 습식 숙성보다 유의적으로 높은 수준을 보임. Zhao 등(2016)에 따르면 richness의 증가는 단백질 분해 과정에서 유리아미노산과 같은 다양한 풍미 물질의 형성으로 인한 것이라고 보고함.
- Saltiness는 짠맛을 나타내는 센서이며, 숙성 30일 차, 45일 차에 건조 숙성방법이 습식 숙성보다 유의적으로 높은 수준을 보였고, 모든 숙성방법에서 숙성 0일 차, 60일 차와 비교했을 때 증가하였지만 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않음.

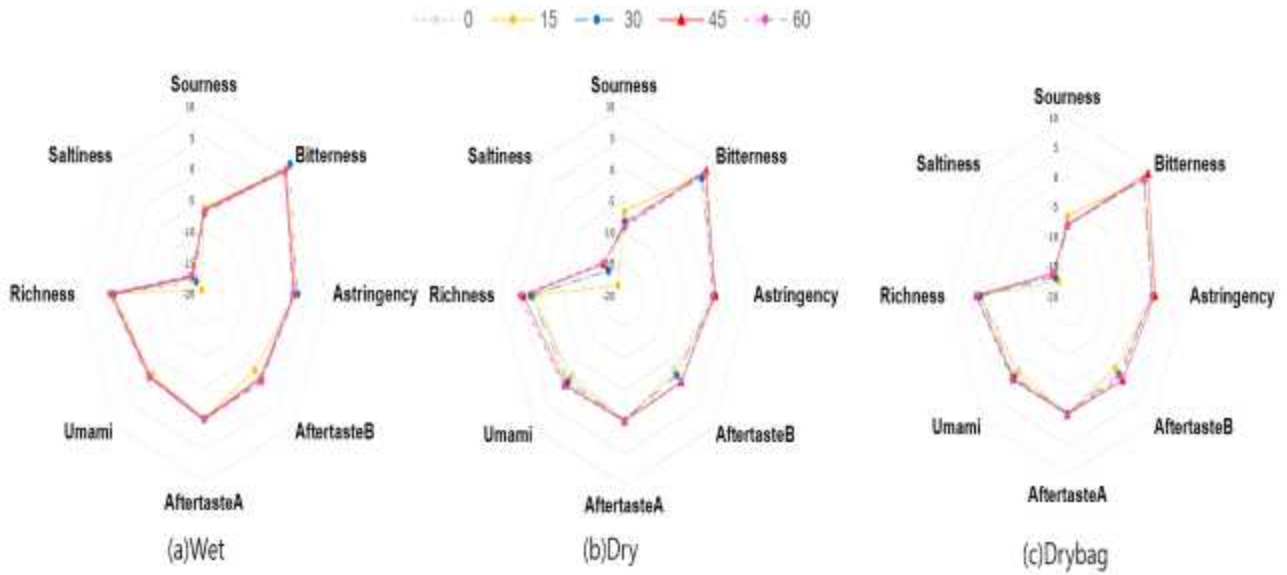


Fig. 3. Results of electronic tongue sensor measurement

	Aging Time(d)	Aging Method			Sig
		Wet	Dry	Drybag	
Sourness	0	$-6.51 \pm 0.57$	$-6.57^A \pm 0.25$	$-6.52^A \pm 0.13$	NS
	15	$-6.23^a \pm 0.13$	$-6.62^{Ab} \pm 0.01$	$-6.58^{Ab} \pm 0.02$	*
	30	$-7.19^a \pm 0.28$	$-8.17^{Bb} \pm 0.01$	$-8.14^{Bb} \pm 0.40$	+
	45	$-6.62^a \pm 0.82$	$-8.81^{Bb} \pm 0.56$	$-8.02^{Bab} \pm 0.28$	+
	60	$-7.09 \pm 1.17$	$-9.28^B \pm 0.78$	$-8.28^B \pm 0.16$	NS
	Sig	NS	**	**	
Bitterness	0	$7.23 \pm 0.48$	$6.80 \pm 0.30$	$6.99 \pm 0.59$	NS
	15	$8.18 \pm 0.28$	$7.54 \pm 0.71$	$7.61 \pm 1.28$	NS
	30	$9.38^a \pm 0.62$	$6.35^b \pm 0.78$	$7.75^{ab} \pm 1.05$	+
	45	$7.65 \pm 1.29$	$8.00 \pm 0.16$	$9.09 \pm 0.69$	NS
	60	$7.91 \pm 2.09$	$7.45 \pm 1.07$	$7.71 \pm 0.69$	NS
	Sig	NS	NS	NS	
Astringency	0	$2.10 \pm 0.31$	$1.14 \pm 1.11$	$1.49 \pm 0.63$	NS
	15	$2.59 \pm 1.36$	$2.01 \pm 0.68$	$2.33 \pm 0.30$	NS
	30	$2.62^a \pm 0.13$	$1.87^{ab} \pm 0.16$	$1.69^b \pm 0.37$	+
	45	$1.87 \pm 1.08$	$1.91 \pm 0.33$	$2.33 \pm 0.78$	NS
	60	$1.49 \pm 0.43$	$1.24 \pm 0.25$	$1.47 \pm 1.56$	NS
	Sig	NS	NS	NS	
AftertasteB	0	$-3.01^B \pm 0.59$	$-3.47^C \pm 0.06$	$-3.34^D \pm 0.87$	NS
	15	$-2.75^B \pm 0.18$	$-2.49^B \pm 0.13$	$-2.54^{CD} \pm 0.34$	NS
	30	$-0.51^{Aa} \pm 0.45$	$-2.11^{Bb} \pm 0.38$	$-1.52^{BCab} \pm 0.57$	+
	45	$-0.97^A \pm 0.34$	$-0.60^A \pm 0.16$	$-0.06^A \pm 0.34$	NS
	60	$-0.16^A \pm 1.19$	$-0.53^A \pm 0.28$	$-0.69^{AB} \pm 0.22$	NS
	Sig	*	**	***	

AftertasteA	0	-0.06±0.13	-0.11 <sup>A</sup> ±0.00	-0.14±0.14	NS
	15	-0.09±0.05	-0.10 <sup>A</sup> ±0.04	-0.10±0.04	NS
	30	-0.12 <sup>a</sup> ±0.02	-0.25 <sup>Bb</sup> ±0.04	-0.22 <sup>b</sup> ±0.01	*
	45	-0.02±0.07	-0.10 <sup>A</sup> ±0.05	-0.10±0.01	NS
	60	0.00±0.11	-0.11 <sup>A</sup> ±0.08	-0.10±0.01	NS
	Sig	NS	+	NS	
Umami	0	-2.26 <sup>B</sup> ±0.30	-2.27 <sup>D</sup> ±0.25	-2.33 <sup>E</sup> ±0.13	NS
	15	-1.60 <sup>A</sup> ±0.05	-1.40 <sup>C</sup> ±0.11	-1.59 <sup>D</sup> ±0.16	NS
	30	-1.21 <sup>Ab</sup> ±0.01	-0.68 <sup>Ba</sup> ±0.18	-0.65 <sup>Ca</sup> ±0.08	*
	45	-1.26 <sup>Ab</sup> ±0.41	0.04 <sup>Aa</sup> ±0.20	-0.31 <sup>Ba</sup> ±0.05	*
	60	-1.23 <sup>Ac</sup> ±0.10	0.46 <sup>Aa</sup> ±0.12	0.04 <sup>Ab</sup> ±0.01	***
	Sig	*	***	***	
Richness	0	2.78±0.04	2.71 <sup>AB</sup> ±0.37	2.36±0.08	NS
	15	1.64±1.31	1.59 <sup>B</sup> ±0.27	2.07±0.23	NS
	30	2.12±0.04	2.50 <sup>B</sup> ±0.43	2.32±0.41	NS
	45	2.56 <sup>b</sup> ±0.08	4.20 <sup>Aa</sup> ±0.02	3.24 <sup>ab</sup> ±0.49	*
	60	2.85±0.52	5.15 <sup>A</sup> ±2.09	3.38±1.35	NS
	Sig	NS	+	NS	
Saltiness	0	-16.17±0.26	-14.54 <sup>AB</sup> ±2.17	-15.26±1.00	NS
	15	-19.11±2.20	-17.62 <sup>B</sup> ±0.29	-16.65±0.81	NS
	30	-17.20 <sup>b</sup> ±0.33	-14.42 <sup>ABa</sup> ±1.12	-15.59 <sup>ab</sup> ±0.51	+
	45	-16.27 <sup>c</sup> ±0.72	-12.93 <sup>Aa</sup> ±0.22	-14.74 <sup>b</sup> ±0.23	*
	60	-15.79±0.40	-12.70 <sup>A</sup> ±1.55	-14.80±1.15	NS
	Sig	NS	+	NS	

Result presented Means ± SD.

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same row significantly differ ( $p<0.1$ ).

<sup>A-E</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p<0.1$ ).

Sig, Significance.; NS, Not significant.; \*  $p<0.1$ ; \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ .

#### 아. 숙성육의 안전한 유통을 위한 위생 안전성 평가

##### (1) pH와 수분활성도(water activity, $a_w$ )

- pH는 보수력, 연도 등 식육의 품질과 밀접한 관계가 있으며, 미생물이 분비한 효소나 식육 내 단백질 분해로 영향을 받는 것으로 알려짐.
- 숙성육의 pH는 숙성 중 단백질 분해로 인해 질소화합물이 생성되어 pH가 증가한다고 보고되었으며, 수분활성도(water activity,  $a_w$ )는 물질 내 수분의 가용성을 말하며, 식육에서 특히 중요한 요소로 화학적 반응에 영향을 미치며 또한 미생물 성장과 관련되어 있음.
- pH는 모든 숙성방법에서 숙성기간이 길어질수록 유의하게 증가하였고( $p<0.001$ ), 숙성 30일 차부터 숙성방법 간의 높은 유의차가 나타남( $p<0.001$ ). pH는 숙성기간에 따라 점차 증가하였으나 식품의약품안전처(2022)에서 지정한 포장육의 부패·신선도 판정 기준(pH 6.2)보다 낮은 값이 측정됨.
- 숙성육의 수분활성도에서 대부분 숙성방법과 숙성기간에 따른 유의차가 없었고, 숙성 45일 차에서 습식숙성이 가장 큰 값(0.95)을 나타냈고 건식숙성이 가장 낮은 값(0.93)을 보임.

표. 숙성방법 및 숙성일에 따른 pH와 수분활성도 결과

숙성 기간 (day)	pH				water activity			
	습식숙성	건조숙성	건조포장 숙성	P- value	습식숙성	건조숙성	건조포장 숙성	P- value
0	5.64 <sup>Cb</sup> ±0.07	5.70 <sup>Ca</sup> ±0.05	5.71 <sup>Da</sup> ±0.08	*	.	.	.	.
15	5.77 <sup>B</sup> ±0.10	5.81 <sup>B</sup> ±0.07	5.80 <sup>C</sup> ±0.13	NS	.	.	.	.
30	5.75 <sup>Bb</sup> ±0.03	5.82 <sup>Ba</sup> ±0.07	5.85 <sup>Bca</sup> ±0.08	***	0.95±0.02	0.94±0.01	0.95±0.01	NS
45	5.75 <sup>Bc</sup> ±0.06	5.96 <sup>Aa</sup> ±0.07	5.91 <sup>ABb</sup> ±0.05	***	0.95 <sup>a</sup> ±0.01	0.93 <sup>b</sup> ±0.01	0.94 <sup>ab</sup> ±0.01	*
60	5.85 <sup>Ab</sup> ±0.11	6.02 <sup>Aa</sup> ±0.12	5.96 <sup>Aa</sup> ±0.06	***	0.94±0.01	0.94±0.01	0.93±0.02	NS
P- value	***	***	***		NS	NS	NS	

Result presented Means ± SD.

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

<sup>A-D</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p<0.05$ ).

NS, Not significant; \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ .

## (2) 안전성 관련 이화학적 특성

- Thiobarbituric acid reactive substance(TBARS), Volatile basic nitrogen(VBN)과 토리미터 (Torry meter)는 건식숙성육과 건식포장숙성육의 표면이 오랫동안 공기에 노출되어 있기에 외부(비가식 부위)와 내부(가식부위)를 나누어 측정

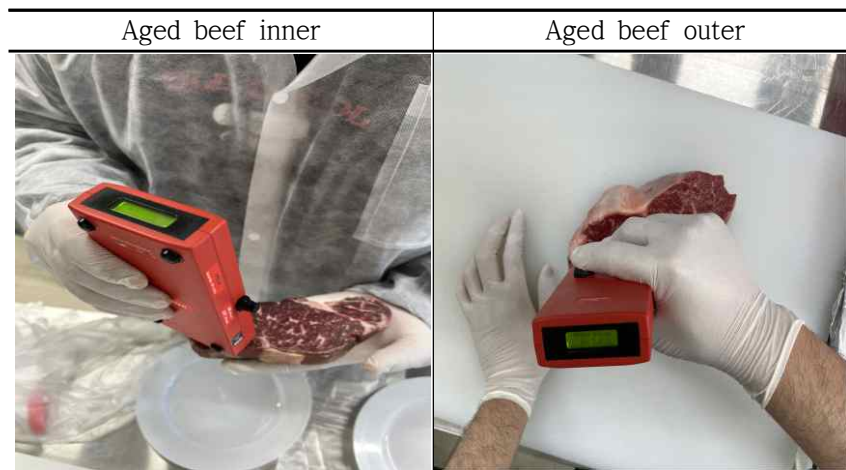


그림. torry meter를 활용한 신선도 측정

- 표에는 숙성기간과 숙성방법에 따른 숙성육의 내·외부 TBARS, VBN과 토리미터의 측정값을 나타냄.
- 숙성육의 외부 VBN이 내부 VBN보다 높게 나타났으며 모두 숙성기간에 따라 유의적으로 증가함( $p<0.001$ ). 숙성육의 외부와 내부 VBN는 모든 숙성기간에서 숙성방법에 따른 유의차가 나타났고( $p<0.001$ ), 모든 숙성기간에서 건식숙성이 가장 큰 값을 나타냄. VBN은 부패도·신선도 판정 기준으로 식품의약품안전처의 포장육 기준 20mg% 이하로 검출

되어야 하며, 습식숙성의 경우 내·외부 VBN 모두 안전기준치를 초과하지 않았으나 건식숙성의 내부 VBN은 45일 차부터 24.68mg%, 건식포장숙성의 내부 VBN은 60일 차에 24.72mg%로 안전기준치(20mg%)를 초과함.

- TBARS는 포장육의 부패도·신선도 판정 기준에는 포함되지 않는 요소이나, Campo 등 (2006)은 TBARS값이 2mg MDA/kg 이상으로 검출되면 식육의 관능적 품질에 부정적인 영향을 준다고 보고됨. 그러므로 식육 내 지질 산화로 인해 식육이 산패되고 이취가 발생해 관능적 품질에 영향을 미칠 수 있으므로 malonaldehyde(MDA) 값을 측정하여 숙성육의 안전성을 평가하였음.
- 연구결과, 숙성 15일 차 이후부터 모든 숙성기간에서 숙성방법에 따른 유의차가 나타났고( $p<0.001$ ), 모든 숙성기간에서 건식숙성의 TBARS값이 가장 높게 나타남. 모든 숙성방법 내·외부 TBARS는 숙성기간에 따라 유의적으로 증가하였으나 TBARS값이 일정하게 증가하는 경향은 나타나지 않았고, 증가하다 감소하는 경향을 보임.
- 토리미터는 어류의 신선도 측정용 기기로 스코틀랜드에서 발명된 기기로, 일본에서는 닭고기의 신선도를 측정하기 위한 토리미터를 연구함. 토리미터는 세포의 임피던스 변화에 의한 전류 차이를 측정할 수 있으며, 오랫동안 저장하거나 동결되어 세포가 파괴되었을 때 1에 가까운 값을 나타내며 신선할수록 큰 값을 나타냄. 또한, 10 이상의 값은 매우 신선함을 나타내며, 6 이상은 신선함, 4 이하는 부패했음을 나타냄. 숙성육의 토리미터 값은 대부분 숙성기간에서 숙성방법 간의 유의적인 차이가 나타나지 않았으며, 내·외부·블루밍(공기 접촉 30분 후 측정) 후에서 모든 숙성방법은 숙성기간에 따라 유의적으로 감소함( $p<0.001$ ).
- 전반적으로 토리미터 값은 유의적으로 감소하는 경향을 보였고, 일부 감소하다 증가하는 경향을 보이기도 했으나 0일 차보다 유의적으로 낮은 값을 보였으며 4 이상의 값을 나타냄.

	숙성일 (day)	숙성방법						P-value	
		습식숙성		건조숙성		건조포장숙성			
VBN	Inside	0	8.43 <sup>Db</sup>	±0.69	9.76 <sup>Ea</sup>	±0.41	9.22 <sup>Eab</sup>	±0.84	*
		15	9.48 <sup>Cdc</sup>	±0.95	13.63 <sup>Da</sup>	±2.25	11.30 <sup>Db</sup>	±0.65	***
		30	11.25 <sup>Cc</sup>	±0.26	19.73 <sup>Ca</sup>	±3.22	14.31 <sup>Cb</sup>	±0.21	***
		45	14.40 <sup>Bc</sup>	±3.13	24.68 <sup>Ba</sup>	±3.10	18.33 <sup>Bb</sup>	±0.37	***
		60	17.67 <sup>Ac</sup>	±1.63	32.08 <sup>Aa</sup>	±3.33	24.72 <sup>Ab</sup>	±1.71	***
		P-value	***		***		***		
	Outside	0	8.43 <sup>Db</sup>	±0.69	9.76 <sup>Ea</sup>	±0.41	9.22 <sup>Eab</sup>	±0.84	*
		15	9.48 <sup>Cdc</sup>	±0.95	13.28 <sup>Da</sup>	±1.40	11.44 <sup>Da</sup>	±0.62	***
		30	11.25 <sup>Cc</sup>	±0.26	21.90 <sup>Ca</sup>	±2.03	14.89 <sup>Cb</sup>	±0.82	***
		45	14.40 <sup>Bc</sup>	±3.13	26.99 <sup>Ba</sup>	±1.88	20.22 <sup>Bb</sup>	±2.09	***
60		17.67 <sup>Ac</sup>	±1.63	32.19 <sup>Aa</sup>	±2.86	24.77 <sup>Ab</sup>	±1.73	***	
	P-value	***		***		***			
TBARS	Inside	0	1.15 <sup>B</sup>	±0.06	1.20 <sup>D</sup>	±0.05	1.19 <sup>B</sup>	±0.08	NS
		15	1.21 <sup>Ab</sup>	±0.06	1.33 <sup>Da</sup>	±0.08	1.20 <sup>Bb</sup>	±0.04	***
		30	1.18 <sup>ABb</sup>	±0.05	1.55 <sup>Ca</sup>	±0.31	1.22 <sup>Bb</sup>	±0.08	***
		45	1.19 <sup>Ab</sup>	±0.05	2.10 <sup>Ba</sup>	±0.34	1.13 <sup>Cb</sup>	±0.09	***
		60	1.20 <sup>Ac</sup>	±0.06	2.25 <sup>Aa</sup>	±0.12	1.29 <sup>Ab</sup>	±0.11	***
		P-value	*		***		***		
	Outside	0	1.15 <sup>B</sup>	±0.06	1.20 <sup>D</sup>	±0.05	1.19 <sup>B</sup>	±0.08	NS
		15	1.21 <sup>Ab</sup>	±0.06	1.57 <sup>Da</sup>	±0.40	1.20 <sup>Bb</sup>	±0.08	***
		30	1.18 <sup>ABc</sup>	±0.05	2.50 <sup>Ca</sup>	±0.36	1.42 <sup>Bb</sup>	±0.14	***
		45	1.19 <sup>Ab</sup>	±0.05	5.38 <sup>Ba</sup>	±1.46	1.41 <sup>Bb</sup>	±0.15	***
60		1.20 <sup>Ac</sup>	±0.06	3.92 <sup>Aa</sup>	±0.74	2.08 <sup>Ab</sup>	±0.85	***	
	P-value	*		***		***			
Torry meter	Inside	0	15.03 <sup>A</sup>	±2.80	13.88 <sup>A</sup>	±3.29	13.47 <sup>A</sup>	±2.77	NS
		15	12.11 <sup>B</sup>	±5.16	10.17 <sup>B</sup>	±5.73	9.24 <sup>B</sup>	±4.64	NS
		30	5.57 <sup>Cb</sup>	±0.78	5.74 <sup>Cb</sup>	±0.95	6.93 <sup>Ca</sup>	±2.55	**
		45	6.53 <sup>C</sup>	±3.90	7.18 <sup>C</sup>	±1.60	5.68 <sup>C</sup>	±2.74	NS
		60	5.97 <sup>Cab</sup>	±1.99	7.52 <sup>Ca</sup>	±4.00	5.62 <sup>Cb</sup>	±1.50	*
		P-value	***		***		***		
	Outside	0	15.03 <sup>A</sup>	±2.80	13.88 <sup>A</sup>	±3.29	13.47 <sup>A</sup>	±2.77	NS
		15	11.29 <sup>B</sup>	±5.07	11.35 <sup>B</sup>	±4.69	12.60 <sup>A</sup>	±4.37	NS
		30	6.04 <sup>Db</sup>	±1.90	8.53 <sup>Ca</sup>	±3.24	7.92 <sup>Ba</sup>	±6.12	**
		45	8.14 <sup>C</sup>	±4.39	10.86 <sup>B</sup>	±3.73	8.70 <sup>B</sup>	±4.35	NS
		60	5.64 <sup>Db</sup>	±1.39	7.21 <sup>Cab</sup>	±4.31	8.59 <sup>Ba</sup>	±3.67	*
		P-value	***		***		***		
	After 30min	0	15.49 <sup>A</sup>	±2.62	13.81 <sup>A</sup>	±2.53	14.44 <sup>A</sup>	±2.72	NS
		15	12.84 <sup>B</sup>	±4.43	9.63 <sup>B</sup>	±5.13	9.89 <sup>B</sup>	±4.55	NS
		30	6.04 <sup>Cb</sup>	±2.04	5.77 <sup>Cb</sup>	±0.90	7.14 <sup>Ca</sup>	±3.11	*
45		6.56 <sup>C</sup>	±3.44	6.42 <sup>C</sup>	±1.16	5.39 <sup>C</sup>	±1.55	NS	
60		5.91 <sup>C</sup>	±2.03	7.10 <sup>C</sup>	±3.67	6.54 <sup>C</sup>	±3.13	NS	
	P-value	***		***		***			

VBN(Volatile basic nitrogen), TBARS(Thiobarbituric acid reactive substance)

Result presented Means ± SD.

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

<sup>A-E</sup> Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p < 0.05$ ).

NS, Not significant; \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ ; \*\*\*  $p < 0.001$ .



### (3) 안전성 관련 미생물의 변화

- 숙성육 외부에서 검출된 미생물 수는 숙성육 내부에서 검출된 미생물 수보다 높게 검출되었으며, 숙성육의 내·외부 일반세균, 대장균, 젖산균, 효모, 곰팡이, *Pseudomonas*를 측정하여 log CFU/g로 계산하여 숙성기간에 따른 변화를 조사함.
- 일반세균(Aerobic bacteria) 수는 숙성육 외부의 모든 숙성기간에서 숙성방법 간의 유의차가 없었고, 습식숙성의 외부 일반세균 수가 모든 숙성기간에서 가장 큰 값을 가지며 숙성기간에 따라 유의적으로 증가함( $p<0.05$ ).
- 습식숙성 외부의 일반세균 수는 숙성 30일 차부터 식품의약품안전처에서 규정한 일반세균 수 값(6.70 log CFU/g)을 초과함.
- 숙성육 내부의 일반세균 수는 건식숙성에서만 숙성기간에 따른 유의적으로 증가하다 감소하는 경향을 보였고( $p<0.05$ ), 숙성 45일, 60일 차에서 숙성방법 간의 유의차가 나타남( $p<0.05$ ).
- 대장균(*E. coli*)수는 숙성육 외부에서 모든 숙성방법과 숙성기간에서 유의차가 없었으며, 대부분 숙성육이 식품의약품안전처(2018)에서 규정한 대장균 수(3.00 log CFU/g)를 초과하지 않았지만, 숙성 15일 차 습식숙성육, 숙성 45일 차 건식숙성육에서 안전기준치를 초과함, 숙성육 내부에서 대장균은 숙성 30일 차 이후부터 검출되지 않았으며, 모든 숙성방법과 숙성기간에 따른 유의차가 발생하지 않음.
- 젖산균(Lactic acid bacteria) 수는 숙성육 외부에서 모든 숙성기간에서 숙성방법 간의 유의차가 없었으며, 습식숙성육이 모든 숙성기간에서 가장 큰 값을 나타냈고, 습식숙성만 숙성기간에 따라 유의적으로 증가함( $p<0.05$ ). 숙성육 내부 젖산균 수는 습식숙성에서 가장 많이 검출되었고, 건식숙성과 건식포장숙성은 비슷한 값을 나타냈으며 숙성방법과 숙성기간에 따른 유의차가 발생하지 않음.
- 효모(Yeast) 수는 숙성육 내·외부에서 건식숙성이 가장 큰 값을 나타냈고 습식숙성에서 가장 낮은 값을 보임, 숙성육 외부의 모든 숙성방법에서 숙성기간에 따른 유의차가 없었으나 숙성 15일, 30일 차에서 숙성방법 간의 유의차가 보임( $p<0.05$ ). 숙성육 내부에서는 습식숙성에서 효모는 거의 검출되지 않았으며, 모든 숙성방법에서 숙성기간에 따른 유의차가 없었으나 숙성 45일 차 외의 숙성기간에서 유의차를 보임( $p<0.01$ ).
- 곰팡이(Mold) 수는 효모 수보다 높게 검출되었고, 효모 수와 같이 건식숙성이 모든 숙성기간 동안 가장 큰 값을 나타냈으며 습식숙성이 가장 낮은 값을 나타냄. 숙성육 외부의 곰팡이 수는 모든 숙성기간에서 숙성방법 간의 유의차가 있었으며( $p<0.01$ ), 건식숙성과 건식포장숙성에서 숙성기간에 따라 유의하게 증가하다 감소하는 경향이 반복됨( $p<0.01$ ). 숙성육 내부의 곰팡이 수는 숙성기간에 따른 유의한 변화는 없었으며, 숙성 15일, 30일 차에 숙성방법 간의 유의차가 발생함( $p<0.01$ ).
- *Pseudomonas*는 신선육이나 부패육에서도 널리 퍼져 있는 저온성균으로 알려져 있음. *Pseudomonas* 수는 숙성육의 내·외부에서 모든 숙성방법과 숙성기간에서 유의차가 없었고, 숙성육 외부 *Pseudomonas* 수는 일반세균 수와 비슷하거나 더 높게 측정됨. 숙성육 내부 *Pseudomonas* 수는 숙성기간에 따라 감소하다 증가하는 경향이 반복되었으나 유의한 차이는 없었음.

표. 숙성방법 및 숙성일에 따른 안전성 관련실험 결과

		외부				내부			
		습식숙성	건조숙성	건조포장 숙성	P- value	습식숙성	건조숙성	건조포장 숙성	P- value
AC	0	3.87 <sup>C</sup> ±0.49	1.99±2.81	3.92±1.05	NS	2.76 <sup>b</sup> ±0.03	0.00 <sup>Bc</sup> ±0.00	2.96 <sup>a</sup> ±0.00	***
	15	5.67 <sup>B</sup> ±0.56	5.37±1.26	4.80±1.86	NS	2.51±3.55	3.11 <sup>A</sup> ±0.89	2.02±2.86	NS
	30	6.87 <sup>AB</sup> ±0.33	5.45±0.70	5.59±1.57	NS	4.83	ND	4.74	.
	45	7.08 <sup>AB</sup> ±0.63	5.83±1.23	5.18±2.01	NS	5.50 <sup>a</sup> ±0.04	3.59 <sup>Ab</sup>	5.70 <sup>a</sup>	*
	60	7.25 <sup>A</sup> ±0.69	5.90±0.72	5.95±0.41	NS	5.98 <sup>a</sup> ±0.27	0.24 <sup>Bc</sup> ±0.34	3.57 <sup>b</sup> ±0.86	**
	P-value	**	NS	NS		NS	*	NS	
EC	0	2.93±0.04	0.95±1.34	2.18±1.55	NS	1.46±0.96	0.39±0.55	0.99±1.40	NS
	15	3.00±2.15	ND	ND	NS	1.54±2.17	ND	ND	NS
	30	ND	ND	1.26±1.78	NS	ND	ND	ND	.
	45	0.98±1.39	3.98±1.14	ND	NS	ND	ND	ND	.
	60	2.11±2.98	2.24±3.16	0.48±0.68	NS	ND	ND	ND	.
	P-value	NS	NS	NS		NS	NS	NS	
LAB	0	.	.	.	.	.	.	.	.
	15	5.60 <sup>B</sup> ±0.27	4.74±1.08	3.47±2.38	NS	3.02±2.24	2.41±0.00	1.77±2.50	NS
	30	7.12 <sup>A</sup> ±0.41	5.92±1.88	5.22±1.32	NS	4.37	2.54±0.65	2.71±1.87	NS
	45	7.14 <sup>A</sup> ±0.05	6.44±0.27	4.71±2.47	NS	4.64±0.37	1.76±1.13	3.14±3.50	NS
	60	6.83 <sup>A</sup> ±0.13	5.77±0.30	4.83±1.83	NS	5.67±1.10	1.72±2.43	4.17±0.75	NS
	P-value	*	NS	NS		NS	NS	NS	
Yeast	0	.	.	.	.	.	.	.	.
	15	1.99 <sup>b</sup> ±0.29	6.02 <sup>a</sup> ±0.64	5.25 <sup>a</sup> ±0.39	**	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	4.10 <sup>a</sup> ±0.55	3.64 <sup>a</sup> ±0.52	**
	30	2.67 <sup>b</sup> ±1.01	7.09 <sup>a</sup> ±0.04	6.43 <sup>a</sup> ±0.36	*	0.00 <sup>a</sup> ±0.00	5.13 <sup>b</sup>	4.71 <sup>c</sup>	***
	45	1.79±2.53	5.98±0.028	5.52±0.80	NS	0.80±1.13	3.48	2.96±1.41	NS
	60	1.82±2.57	6.90±0.38	6.45±0.06	NS	0.00 <sup>b</sup> ±0.00	4.88 <sup>a</sup> ±0.84	3.62 <sup>a</sup> ±0.13	**
	P-value	NS	NS	NS		NS	NS	NS	
Mold	0	.	.	.	.	.	.	.	.
	15	2.76 <sup>b</sup> ±0.13	5.38 <sup>Ca</sup> ±0.07	5.35 <sup>Ba</sup> ±0.03	***	0.24 <sup>b</sup> ±0.34	4.25 <sup>a</sup> ±0.47	3.92 <sup>a</sup> ±0.09	**
	30	3.81 <sup>b</sup> ±0.51	8.04 <sup>Aa</sup> ±0.20	7.21 <sup>Aa</sup> ±0.15	**	0.99 <sup>b</sup> ±1.40	5.70 <sup>a</sup> ±0.03	4.94 <sup>a</sup> ±0.53	*
	45	3.79 <sup>b</sup> ±0.81	7.69 <sup>Ba</sup> ±0.05	7.00 <sup>Aa</sup> ±0.23	**	1.29±1.82	4.78±0.09	4.66±0.65	NS
	60	3.98 <sup>b</sup> ±0.70	7.57 <sup>Ba</sup> ±0.01	7.23 <sup>Aa</sup> ±0.24	**	1.37±1.94	5.50±1.37	4.57±0.02	NS
	P-value	NS	***	**		NS	NS	NS	
Pseudomonas	0	.	.	.	.	.	.	.	.
	15	5.66±1.20	6.41±0.09	5.06±1.87	NS	4.50	4.61	4.96	.
	30	ND	8.02	6.66±1.19	NS	2.98±0.71	ND	6.29	NS
	45	5.73±1.09	6.26±0.67	6.14±2.91	NS	4.49±0.29	2.01±0.09	4.44±2.78	NS
	60	5.31±1.18	6.99±0.98	5.78±0.99	NS	4.47±0.07	1.66±2.35	3.60±1.97	NS
	P-value	NS	NS	NS		NS	NS	NS	

AC(Aerobic bacteria count), EC(*E. coli*), LAB(Lactic acid bacteria)

Result presented Means ± SD.

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

<sup>A-C</sup>Means with different superscripts in the same column significantly differ ( $p<0.05$ ).

ND, Not detected

NS, Not significant; \*  $p<0.05$ ; \*\*  $p<0.01$ ; \*\*\*  $p<0.001$ .

사. 숙성항목, 품질 항목 및 안전성 평가 항목 간 상관관계 분석

- 표는 육질 특성 간의 상관관계를 나타내는 표이며, 육질 분석항목으로는 pH, 숙성 감량 (aging loss), 육색(Lightness, Redness, Yellowness), 토리 미터(Torry meter), 가열감량 (Cooking loss), 전단력 및 조직감, TBA(Thiobarbituric acid reactive substance), VBN(Volatile basic nitrogen), 수분 활성도(Water activity)를 분석함.
- 숙성기간(aging time)은 pH, 숙성 감량, TBA 및 VBN과 정(+)의 상관관계가 나타났으며, 토리 미터, 가열감량, 전단력(Shear force) 및 경도(Hardness)와는 부(-)의 상관관계를 나타냄.
- pH는 육색, 토리 미터 및 가열감량과 부(-)의 상관관계가 나타났으며, 물성 측정항목에서 전단력, 탄력성(Springness)을 제외하고 모두 부(-)의 상관관계가 나타났고, TBA 및 VBN과는 정(+)의 상관관계가 나타남.
- 식육을 숙성 시 숙성기간이 경과 함에 따라 단백질이 분해되어 생성되는 염기성을 가진 암모니아 및 아민류(dimethylamine, trimethylamine 등)가 증가하여 VBN의 수치도 증가하며, 지질의 산화로 인해 malondialdehyde가 생성되어 TBA의 수치도 증가함. 질소화합물의 생성으로 pH가 증가하게 됨.
- 숙성은 연도가 좋은 식육을 얻기 위한 중요한 과정으로 숙성기간의 증가가 근육 내 효소에 의한 근원섬유 단백질의 분해로 식육 연화의 원인이 되고, 전단력 및 조직감이 감소하며, 일반적으로 사후 pH가 근육의 최종 연도에 영향을 미친다고 알려져 있음. Bruce 등(2004)의 연구에 따르면 숙성된 소고기의 pH는 육색 측정값과 부(-)의 상관관계를 갖고 있고, 가열감량과 육색은 정(+)의 상관관계를 갖고 있는 것으로 보고하였으며, 본 연구와 유사한 결과를 나타냄.

표. Correlation coefficient between meat quality analysis

	Aging Time	pH	Aging Loss	Lightness	Redness	Yellowness	Torrymeter	Cooking loss	Shearforce	Hardness	Adhesiveness	Resilience	Cohesiveness	Springiness	Gumminess	Chewiness	TBA	VBN	Water activity
pH	.766 <sup>**D</sup>	1	.820 <sup>**</sup>	-.646 <sup>**</sup>	-.773 <sup>**</sup>	-.727 <sup>**</sup>	-.629 <sup>**</sup>	-.767 <sup>**</sup>	-.221	-.586 <sup>**</sup>	-.699 <sup>**</sup>	-.428 <sup>*</sup>	-.432 <sup>*</sup>	.339	-.626 <sup>**</sup>	-.382 <sup>*</sup>	.573 <sup>**</sup>	.874 <sup>**</sup>	-.581 <sup>*</sup>
AgingLoss	.432 <sup>*</sup>	.820 <sup>**</sup>	1	-.849 <sup>**</sup>	-.973 <sup>**</sup>	-.924 <sup>**</sup>	-.333	-.964 <sup>**</sup>	.604 <sup>**</sup>	-.326	-.531 <sup>**</sup>	-.439 <sup>*</sup>	-.266	.340	-.348	-.156	.594 <sup>**</sup>	.812 <sup>**</sup>	-.497 <sup>*</sup>
Lightness	-.287	-.646 <sup>**</sup>	-.849 <sup>**</sup>	1	.888 <sup>**</sup>	.866 <sup>**</sup>	.329	.873 <sup>**</sup>	.017	.218	.340	.425 <sup>*</sup>	.157	-.234	.224	.070	-.387 <sup>*</sup>	-.555 <sup>**</sup>	.374
Redness	-.476 <sup>**</sup>	-.773 <sup>**</sup>	-.973 <sup>**</sup>	.888 <sup>**</sup>	1	.941 <sup>**</sup>	.454 <sup>*</sup>	.952 <sup>**</sup>	-.060	.339	.498 <sup>**</sup>	.443 <sup>*</sup>	.322	-.361	.411 <sup>*</sup>	.190	-.572 <sup>**</sup>	-.750 <sup>**</sup>	.429
Yellowness	-.519 <sup>**</sup>	-.727 <sup>**</sup>	-.924 <sup>**</sup>	.866 <sup>**</sup>	.941 <sup>**</sup>	1	.471 <sup>**</sup>	.882 <sup>**</sup>	-.031	.343	.537 <sup>**</sup>	.438 <sup>*</sup>	.354	-.197	.433 <sup>*</sup>	.266	-.499 <sup>**</sup>	-.744 <sup>**</sup>	.425
Torrymeter	-.814 <sup>**</sup>	-.629 <sup>**</sup>	-.333	.329	.454 <sup>*</sup>	.471 <sup>**</sup>	1	.439 <sup>*</sup>	.584 <sup>**</sup>	.422 <sup>*</sup>	.686 <sup>**</sup>	.283	.465 <sup>*</sup>	-.119	.545 <sup>**</sup>	.399 <sup>*</sup>	-.275	-.610 <sup>**</sup>	-.137
Cookingloss	-.458 <sup>*</sup>	-.767 <sup>**</sup>	-.964 <sup>**</sup>	.873 <sup>**</sup>	.952 <sup>**</sup>	.882 <sup>**</sup>	.439 <sup>*</sup>	1	.017	.358	.438 <sup>*</sup>	.469 <sup>**</sup>	.279	-.306	.400 <sup>*</sup>	.200	-.516 <sup>**</sup>	-.724 <sup>**</sup>	.450
Shearforce	-.424 <sup>*</sup>	-.221	.604 <sup>**</sup>	.017	-.060	-.031	.584 <sup>**</sup>	.017	1	.322	.375 <sup>*</sup>	-.012	.160	.064	.311	.260	-.002	-.127	-.282
Hardness	-.603 <sup>**</sup>	-.586 <sup>**</sup>	-.326	.218	.339	.343	.422 <sup>*</sup>	.358	.322	1	.782 <sup>**</sup>	-.066	.158	-.211	.753 <sup>**</sup>	.606 <sup>**</sup>	-.458 <sup>*</sup>	-.575 <sup>**</sup>	.488 <sup>*</sup>
Adhesiveness	-.839 <sup>**</sup>	-.699 <sup>**</sup>	-.531 <sup>**</sup>	.340	.498 <sup>**</sup>	.537 <sup>**</sup>	.686 <sup>**</sup>	.438 <sup>*</sup>	.375 <sup>*</sup>	.782 <sup>**</sup>	1	.105	.325	-.350	.703 <sup>**</sup>	.495 <sup>**</sup>	-.462 <sup>*</sup>	-.748 <sup>**</sup>	.705 <sup>**</sup>
Resilience	-.229	-.428 <sup>*</sup>	-.439 <sup>*</sup>	.425 <sup>*</sup>	.443 <sup>*</sup>	.438 <sup>*</sup>	.283	.469 <sup>**</sup>	-.012	-.066	.105	1	.326	.011	.137	.082	-.262	-.408 <sup>*</sup>	.565 <sup>*</sup>
Cohesiveness	-.545 <sup>**</sup>	-.432 <sup>*</sup>	-.266	.157	.322	.354	.465 <sup>*</sup>	.279	.160	.158	.325	.326	1	.243	.746 <sup>**</sup>	.734 <sup>**</sup>	-.406 <sup>*</sup>	-.468 <sup>**</sup>	.242
Springiness	.259	.339	.340	-.234	-.361	-.197	-.119	-.306	.064	-.211	-.350	.011	.243	1	.015	.375 <sup>*</sup>	.264	.325	-.176
Gumminess	-.733 <sup>**</sup>	-.626 <sup>**</sup>	-.348	.224	.411 <sup>*</sup>	.433 <sup>*</sup>	.545 <sup>**</sup>	.400 <sup>*</sup>	.311	.753 <sup>**</sup>	.703 <sup>**</sup>	.137	.746 <sup>**</sup>	.015	1	.909 <sup>**</sup>	-.550 <sup>**</sup>	-.651 <sup>**</sup>	.434
Chewiness	-.512 <sup>**</sup>	-.382 <sup>*</sup>	-.156	.070	.190	.266	.399 <sup>*</sup>	.200	.260	.606 <sup>**</sup>	.495 <sup>**</sup>	.082	.734 <sup>**</sup>	.375 <sup>*</sup>	.909 <sup>**</sup>	1	-.409 <sup>*</sup>	-.431 <sup>*</sup>	.312
TBA	.407 <sup>*</sup>	.573 <sup>**</sup>	.594 <sup>**</sup>	-.387 <sup>*</sup>	-.572 <sup>**</sup>	-.499 <sup>**</sup>	-.275	-.516 <sup>**</sup>	-.002	-.458 <sup>*</sup>	-.462 <sup>*</sup>	-.262	-.406 <sup>*</sup>	.264	-.550 <sup>**</sup>	-.409 <sup>*</sup>	1	.731 <sup>**</sup>	-.205
VBN	.799 <sup>**</sup>	.874 <sup>**</sup>	.812 <sup>**</sup>	-.555 <sup>**</sup>	-.750 <sup>**</sup>	-.744 <sup>**</sup>	-.610 <sup>**</sup>	-.724 <sup>**</sup>	-.127	-.575 <sup>**</sup>	-.748 <sup>**</sup>	-.408 <sup>*</sup>	-.468 <sup>**</sup>	.325	-.651 <sup>**</sup>	-.431 <sup>*</sup>	.731 <sup>**</sup>	1	-.604 <sup>**</sup>

<sup>D</sup>Pearson's correlation coefficient.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

표. Correlation coefficients of free amino acid group and meat quality analysis

	Aging Time	pH	Aging Loss	Lightness	Redness	Yellowness	Torry meter	Cooking loss	Shear force	Hardness	Adhesiveness	Resilience	Cohesiveness	Springness	Gumminess	Chewiness	TBA	VBN	Water activity
Total FAA <sup>1)</sup>	.520 <sup>**2)</sup>	.146	-.366	.280	.272	.203	-.363	.218	-.367*	-.206	-.311	.062	-.265	-.118	-.298	-.320	-.055	.147	.094
mg / kg																			
Sweet	.276	-.106	-.609**	.416*	.474**	.395*	-.257	.428*	-.391*	-.078	-.116	.090	-.136	-.237	-.136	-.229	-.267	-.133	.251
Savory	.445*	.044	-.522**	.423*	.377*	.328	-.285	.371*	-.392*	-.206	-.238	.254	-.261	-.102	-.311	-.314	-.173	-.005	.284
Bitter	.481**	.095	-.524**	.266	.293	.213	-.437*	.276	-.498**	-.211	-.315	.054	-.266	-.160	-.307	-.347	-.099	.081	.169
Functional	.563**	.308	-.005	.101	.042	.000	-.300	-.031	-.172	-.225	-.356	.000	-.271	.009	-.309	-.274	.138	.344	-.106
%																			
Sweet	-.188	-.411*	-.708**	.382*	.534**	.467**	-.052	.515**	-.291	.123	.205	.121	.039	-.375*	.108	-.076	-.420*	-.471**	.382
Savory	.435*	.038	-.612**	.374*	.334	.291	-.344	.357	-.470**	-.247	-.250	.273	-.299	-.090	-.361*	-.333	-.206	-.061	.392
Bitter	.302	.051	-.577**	.081	.148	.088	-.473**	.177	-.555**	-.199	-.248	-.004	-.266	-.182	-.296	-.341	-.081	-.009	.236
Functional	-.101	.180	.696**	-.281	-.383*	-.316	.284	-.390*	.463**	.061	.043	-.096	.142	.285	.129	.238	.277	.251	-.349

<sup>1)</sup>Total free amino acid.

<sup>2)</sup>Pearson's correlation coefficient.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

- 표에는 유리아미노산 그룹 및 육질 분석 항목 간 상관관계를 나타냄.
- 숙성기간은 총 유리아미노산( $r=0.520^{**}$ )과 정(+의 상관관계를 나타내었으며, savory, bitter, functional의 함량과도 정(+의 상관관계를 나타냄(각각  $r=0.445^*$ ;  $r=0.481^{**}$ ;  $r=0.563^{**}$ )).
- pH는 sweet 그룹( $r=-0.563^*$ )의 비율과 부(-)의 상관관계, 숙성감량은 functional 그룹( $r=0.696^{**}$ )의 비율과 높은 정(+의 상관관계를 나타내었고, sweet( $r=-0.609^{**}$ ;  $r=-0.708^{**}$ ), savory( $r=-0.522^*$ ;  $r=-0.612^{**}$ ), bitter( $r=-0.524^{**}$ ;  $r=-0.577^{**}$ ) 그룹의 함량과 비율은 높은 부(-)의 상관관계를 나타냄.
- 토리 미터는 bitter 그룹( $r=-0.437^*$ ;  $r=-0.473^{**}$ )의 함량 및 비율과 부(-)의 상관관계를 나타냄, 가열감량은 sweet 그룹( $r=0.428^*$ ;  $r=0.515^*$ )의 함량 및 비율, savory 그룹( $r=0.371^*$ )의 함량과 정(+의 상관관계가 나타났고, functional 그룹( $r=-0.390^*$ )의 비율과 부(-)의 상관관계가 보임.
- 표에는 전자혀 분석 및 육질 분석 항목 간 상관관계를 나타냄.
- Sourness는 숙성기간, pH, 숙성감량, TBA 및 VBN과 높은 부(-)의 상관관계가 나타나고, 육색, 토리 미터, 가열감량 및 경도와 정(+의 상관관계가 나타남. 이와 반대로 감칠맛을 나타내는 umami, richness의 감각 센서는 숙성기간, pH, 숙성감량, TBA 및 VBN과 높은 정(+의 상관관계가 나타났으며, 가열감량 및 경도 또한, 높은 부(-)의 상관관계가 나타남.
- Saltiness 또한 숙성기간, pH, 숙성감량, TBA 및 VBN과 정(+의 상관관계가 나타났으며, 그 외에 육색, 가열감량 및 수분 활성도와 부(-)의 상관관계가 나타남.
- Bitterness는 소고기의 육질 특성 항목과 상관관계가 나타나지 않았으며, astringency는 수분활성도 항목을 제외하고 상관관계를 보이지 않음.

표. 전자혀 분석항목과 육질 항목간의 상관관계

	Sourness	Bitterness	Astringency	Umami	Richness	Saltiness
AgingTime	-.658** <sup>1)</sup>	.258	-.126	.838**	.522**	.385*
pH	-.767**	.038	-.035	.881**	.603**	.486**
AgingLoss	-.826**	-.223	-.319	.890**	.644**	.777**
Lightness	.604**	.140	.054	-.656**	-.287	-.417*
Redness	.822**	.029	.094	-.823**	-.496**	-.577**
Yellowness	.824**	.074	.176	-.804**	-.502**	-.606**
Torrymeter	.588**	-.235	-.087	-.739**	-.249	-.266
Cookingloss	.765**	.054	.113	-.763**	-.481**	-.531**
Shearforce	.059	-.221	-.270	-.255	.180	.253
Hardness	.565**	-.180	.190	-.613**	-.440*	-.343
Adhesiveness	.686**	-.211	.191	-.816**	-.491**	-.450*
Resilience	.311	.148	.109	-.294	-.217	-.245
Cohesiveness	.431*	-.092	.045	-.492**	-.317	-.164
Springness	-.333	.243	.084	.407*	.238	.178
Gumminess	.621**	-.191	.192	-.695**	-.469**	-.337
Chewiness	.395*	-.023	.296	-.422*	-.319	-.272
TBA	-.691**	-.088	-.181	.642**	.619**	.565**
VBN	-.819**	-.098	-.284	.872**	.763**	.697**
Water activity	.319	.277	.576*	-.423	-.526*	-.603**

<sup>1)</sup>Pearson's correlation coefficient.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

- 표에는 맛관련 아미노산 그룹의 함량 및 비율과 전자혀 분석항목 간의 간 상관관계를 나타낸 표임.
- 총 유리아미노산 및 아미노산 그룹의 함량과 전자혀는 연관성이 나타나지 않았으나, 그 중 functional과 richness는 정(+)의 상관관계 보임( $r=0.427^*$ ).
- Sweet 그룹의 비율은 sourness와 정(+)의 상관관계를 나타내었고, umami, richness, saltiness와 부(-)의 상관관계가 나타남(각각  $r=-0.393^*$ ,  $r=-0.524^{**}$ ,  $r=-0.459^*$ ). 또한, functional 그룹의 비율은 richness, saltiness와 정(+)의 상관관계가 나타남(각각  $r=0.393^*$ ,  $r=0.385^*$ ).

표. Correlation coefficients of free amino acid group and electronic tongue sensor

	Sourness	Bitterness	Astringency	Umami	Richness	Saltiness
TotalFAA <sup>1)</sup>	.060 <sup>2)</sup>	.102	-.058	.121	.128	-.028
mg / kg	Sweet	.293	-.013	-.023	-.131	-.198
	Savory	.129	.122	.026	.035	-.076
	Bitter	.118	.023	-.048	.108	-.045
	Functional	-.146	.186	-.084	.265	.427*
%	Sweet	.447*	-.157	.087	-.393*	-.524**
	Savory	.083	.255	.155	.094	-.184
	Bitter	.043	-.002	.075	.143	-.225
	Functional	-.257	.046	-.099	.121	.393*

<sup>1)</sup>Total free amino acid.

<sup>2)</sup>Pearson's correlation coefficient.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

- 표에는 유리아미노산의 함량 및 비율과 전자혀 분석항목 간의 상관관계를 분석하여 나타낸 표임.
- Sourness의 감각 점수는 phosphoethanolamine( $r=0.552^{**}$ ;  $r=0.492^{**}$ ), glutamine( $r=0.587^{**}$ ;  $r=0.614^{**}$ ), tryptophan( $r=0.391^*$ ;  $r=0.386^*$ ), arginine( $r=0.428^*$ ;  $r=0.368^*$ )의 함량 및 비율과 정(+)의 상관관계가 나타났으며, taurine( $r=-0.471^{**}$ ;  $r=-0.677^{**}$ ),  $\beta$ -alanine( $r=-0.508^{**}$ ;  $r=-0.690^{**}$ ),  $\gamma$ -aminobutyric acid( $r=-0.412^*$ ;  $r=-0.487^{**}$ ), ethanolamine( $r=-0.630^{**}$ ;  $r=-0.619^{**}$ ), ammonia( $r=-0.575^{**}$ ;  $r=-0.676^{**}$ )의 함량 및 비율과는 부(-)의 상관관계가 나타남. 또한, asparagine( $r=0.372^*$ )의 비율과 정(+)의 상관관계, lysine( $r=-0.447^{**}$ ), histidine( $r=-0.482^{**}$ )의 비율과는 부(-)의 상관관계를 보임.
- Astringency는 tyrosine( $r=0.376^*$ )의 함량과 정(+)의 상관관계가 나타났고, umami의 감각 점수는 taurine( $r=0.528^{**}$ ;  $r=0.663^{**}$ ),  $\beta$ -alanine( $r=0.620^{**}$ ;  $r=0.721^{**}$ ),  $\gamma$ -aminobutyric acid( $r=0.405^*$ ;  $r=0.466^{**}$ ), ethanolamine( $r=0.732^{**}$ ;  $r=0.712^{**}$ ), ammonia( $r=0.730^{**}$ ;  $r=0.769^{**}$ ), lysine( $r=0.380^*$ ;  $r=0.535^{**}$ ), histidine( $r=0.423^*$ ;  $r=0.660^{**}$ )의 함량 및 비율과 정(+)의 상관관계가 나타났으며, phosphoethanolamine( $r=-0.622^{**}$ ;  $r=-0.635^{**}$ ), glutamine( $r=-0.541^{**}$ ;  $r=-0.710^{**}$ ), arginine( $r=-0.393^*$ ;  $r=-0.400^*$ )과 부(-)의 상관관계가 나타남.



- 감칠맛을 낸다고 알려져 있는 glutamic acid와 aspartic acid는 umami와 상관관계가 나타나지 않음(각각  $r=0.024$ ;  $r=0.078$ ).
- Richness의 감각 점수는 taurine( $r=590^{**}$ ;  $r=0.648^{**}$ ),  $\beta$ -alanine( $r=0.638^{**}$ ;  $r=0.682^{**}$ ),  $\gamma$ -aminobutyric acid( $r=0.510^{**}$ ;  $r=0.593^{**}$ ), ethanolamine( $r=0.668^{**}$ ;  $r=0.581^{**}$ ), ammonia( $r=0.615^{**}$ ;  $r=0.565^{**}$ )와 고도로 정(+)의 상관관계가 나타나고, phosphoethanolamine( $r=-623^{**}$ ;  $r=-0.566^{**}$ ), glutamine( $r=-555^{**}$ ;  $r=-0.663^{**}$ ), tyrosine( $r=-640^{**}$ ;  $r=-0.609^{**}$ ), tryptophan( $r=-538^{**}$ ;  $r=-0.631^{**}$ ), arginine( $r=-673^{**}$ ;  $r=-0.648^{**}$ )과 고도로 부(-)의 상관관계가 나타났으며, serine( $r=-578^{**}$ ), asparagine( $r=-500^{**}$ ), phenylalanine( $r=-411^{**}$ )의 비율과 부(-)의 상관관계가 나타남.
- Saltiness 감각 점수는 taurine( $r=370^{*}$ ;  $r=0.525^{**}$ ),  $\beta$ -alanine( $r=0.476^{**}$ ;  $r=0.569^{**}$ ),  $\gamma$ -aminobutyric acid( $r=0.368^{*}$ ;  $r=0.469^{**}$ ), ethanolamine( $r=0.528^{**}$ ;  $r=0.482^{**}$ ), ammonia( $r=0.517^{**}$ ;  $r=0.542^{**}$ )와 정(+)의 상관관계가 나타나고, phosphoethanolamine( $r=-514^{**}$ ;  $r=-0.421^{*}$ ), glutamine( $r=-487^{**}$ ;  $r=-0.503^{**}$ ), tyrosine( $r=-568^{**}$ ;  $r=-0.494^{**}$ ), tryptophan( $r=-538^{**}$ ;  $r=-0.565^{**}$ ), arginine( $r=-609^{**}$ ;  $r=-0.550^{**}$ )과 높은 부(-)의 상관관계가 나타났으며, serine( $r=-523^{**}$ ), asparagine( $r=-462^{*}$ ), phenylalanine( $r=-383^{**}$ )의 비율과 부(-)의 상관관계가 나타나, richness 감각 점수 및 유리아미노산의 상관관계와 유사한 결과를 보여줌.

표. 유리아미노산과 전자혀 분석항목간의 상관관계

mg/kg	Sourness	Bitterness	Astringency	Umami	Richness	Saltiness
Taurine	-.471 <sup>**1)</sup>	.218	-.140	.528 <sup>**</sup>	.590 <sup>**</sup>	.370 <sup>*</sup>
Phosphoethanolamine	.522 <sup>**</sup>	-.227	.219	-.622 <sup>**</sup>	-.623 <sup>**</sup>	-.514 <sup>**</sup>
Urea	.014	.183	.061	.059	.089	-.083
Aspartic acid	.033	.144	-.022	.078	-.007	-.104
Threonine	.063	.048	-.105	.141	.062	-.015
Serine	.284	.021	.095	-.182	-.339	-.360
Asparagine	.291	-.017	.022	-.161	-.260	-.287
Glutamic acid	.154	.115	.039	.024	-.094	-.201
Glutamine	.587 <sup>**</sup>	-.236	.050	-.541 <sup>**</sup>	-.555 <sup>**</sup>	-.487 <sup>**</sup>
Glycine	-.120	.038	-.148	.322	.267	.132
Alanine	.184	.074	-.037	-.030	-.065	-.145
Valine	-.037	.064	-.155	.241	.179	.079
Cystein	.183	-.122	-.139	-.022	-.036	-.030
Methionine	.041	.038	-.080	.190	.051	-.047
Isoleucine	.213	-.004	-.055	-.002	-.122	-.157
Leucine	.192	.000	-.077	.020	-.079	-.130
Tyrosine	.297	-.028	.376 <sup>*</sup>	-.286	-.640 <sup>**</sup>	-.568 <sup>**</sup>
Phenylalanine	.253	.014	-.019	-.044	-.172	-.208
$\beta$ -Alanine	-.508 <sup>**</sup>	.044	-.165	.620 <sup>**</sup>	.638 <sup>**</sup>	.476 <sup>**</sup>
$\gamma$ -aminobutyric acid	-.412 <sup>*</sup>	.250	-.064	.405 <sup>*</sup>	.510 <sup>**</sup>	.368 <sup>*</sup>
Tryptophan	.391 <sup>*</sup>	.050	.327	-.257	-.538 <sup>**</sup>	-.538 <sup>**</sup>
Ethanolamine	-.630 <sup>**</sup>	.172	-.226	.732 <sup>**</sup>	.668 <sup>**</sup>	.528 <sup>**</sup>
Ammonia	-.575 <sup>**</sup>	.137	-.179	.730 <sup>**</sup>	.615 <sup>**</sup>	.517 <sup>**</sup>
Ornithine	.045	-.013	-.106	.062	.119	.016
Lysine	-.222	.018	-.043	.380 <sup>*</sup>	.249	.074
Histidine	-.210	.094	-.165	.423 <sup>*</sup>	.349	.194
Anserine	-.146	.272	-.086	.224	.443 <sup>*</sup>	.134
Carnosine	-.024	.145	-.050	.136	.328	.134
Arginine	.428 <sup>*</sup>	-.063	.297	-.393 <sup>*</sup>	-.673 <sup>**</sup>	-.609 <sup>**</sup>
Proline	.245	.059	-.044	-.052	-.116	-.169

<sup>1)</sup>Pearson's correlation coefficient.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

표. 유리아미노산 비율과 전자혀 분석항목 간의 상관관계

%	Sourness	Bitterness	Astringency	Umami	Richness	Saltiness
Taurine	-.677** <sup>1)</sup>	.184	-.153	.663**	.648**	.525**
Phosphoethanolamine	.492**	-.260	.138	-.635**	-.566**	-.421*
Urea	-.009	.080	.166	-.077	-.063	-.066
Aspartic acid	-.095	.238	.034	.217	-.037	-.131
Threonine	-.044	.021	-.063	.231	.016	-.013
Serine	.340	-.008	.218	-.312	-.578**	-.523**
Asparagine	.372*	-.047	.144	-.303	-.500**	-.462*
Glutamic acid	.130	.255	.186	.058	-.221	-.359
Glutamine	.614**	-.321	.089	-.710**	-.663**	-.503**
Glycine	-.328	-.019	-.111	.486**	.327	.216
Alanine	.299	-.036	.052	-.219	-.308	-.306
Valine	-.211	.052	-.175	.402*	.229	.151
Cystein	.180	-.110	-.131	-.021	-.035	-.035
Methionine	-.135	.046	.010	.379*	-.022	-.086
Isoleucine	.233	-.035	.052	-.067	-.324	-.292
Leucine	.204	-.030	.010	-.022	-.253	-.251
Tyrosine	.257	-.058	.319	-.300	-.609**	-.494**
Phenylalanine	.299	.013	.125	-.123	-.411*	-.383*
$\beta$ -Alanine	-.690**	.036	-.116	.721**	.682**	.569**
$\gamma$ -aminobutyric acid	-.487**	.165	-.082	.466**	.593**	.469**
Tryptophan	.386*	-.004	.338	-.356	-.631**	-.565**
Ethanolamine	-.619**	.203	-.170	.712**	.581**	.482**
Ammonia	-.676**	.141	-.136	.769**	.565**	.542**
Ornithine	-.071	-.048	-.108	.150	.233	.103
Lysine	-.447*	-.015	.048	.535**	.245	.130
Histidine	-.482**	.139	-.133	.660**	.459*	.323
Anserine	-.114	.124	-.152	.055	.353	.179
Carnosine	-.039	-.043	-.038	-.139	.169	.247
Arginine	.368*	-.058	.278	-.400*	-.648**	-.550**
Proline	.323	.041	.039	-.171	-.302	-.308

<sup>1)</sup>Pearson's correlation coefficient.

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ .

## 8. 제주 흑우육을 활용한 제품개발

### 가. 분쇄 육가공품

- 제주 흑우 중 등급이 낮은 암소고기를 이용하여 얇게 슬라이스 형태로 포를 떠서, 양념을 한 후 컨벡션 오븐을 활용하여 습도 0%에서 80℃에서 저온 건조를 진행함. 알맞은 건조시간을 확인하기 위하여 3시간, 4시간, 5시간, 6시간으로 건조시간을 조절하여 생산된 육포의 육색을 측정함.
- 제주 흑우의 낮은 등급을 활용하여 분쇄하여 가열 건조시키는 방식의 분쇄육포를 제작함.
- 소고기를 이용한 분쇄육포의 두께설정을 위하여 7mm, 10mm, 12.5mm의 두께로 성형하여 육색, 전단력, 조직감을 측정함.
- 분쇄육포에 사용된 레시피는 다음과 같음.

표. 분쇄육포의 기본 레시피

재료명	용량	재료명	용량
원료육	10kg	멸치액젓	2.5g
비프엑기스분말	175g	인산염	100g
백설탕	1.1kg	야채혼합액	400g
비타에스	2g0.	솔비톨	100g

○ 분쇄 육포의 제조 공정은 다음과 같음.

표. 분쇄육 기본 공정

과정	설명
1. 원료육 손질	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 원료육의 지방부분과 결체조직을 제거함.</li> <li>· 글라인딩에 넣을 수 있는 크기로 절단함.</li> </ul>
2. 글라인딩	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 8mm plate와 3mm plate를 이용하여 원료육을 분쇄함.</li> <li>· 한번에 많은 양을 할 경우 고기가 멍치수도 있음.</li> </ul>
3. 믹싱	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기본양념과 분쇄육을 믹싱</li> <li>· 손으로 믹싱 할 경우 충분이 손에서 고기가 떨어질때까지 반죽함 30분이상</li> <li>· 믹싱기를 이용할 경우 양념을 한번에 넣지 않고 천천히 수동으로 넣음.</li> <li>· 외부 이물질이 들어가지 않게 주의함.</li> </ul>
4. 염지 및 숙성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 결착을 위해서 4℃에서 24시간 숙성을 실시함.</li> <li>· 낙하세균에 대한 오염우려가 있어 보관 시 주의함(비닐패킹).</li> <li>· 성형은 가열 후 탈부착이 용이한 실리콘 패드를 이용함.</li> <li>· 성형은 일정한 크기를 위해 성형틀을 이용하며, 정량의 무게를 측정하여 제작함.</li> <li>· 성형 시 물을 표면에 뿌리면 작업이 용이해짐.</li> </ul>
5. 성형	
6. 가열 및 건조	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가열은 100~120℃에서 하며 시간은 1시간~3시간 가열하며, 원료육의 혼합비율과 표면의 상태를 살펴 확인해야함.</li> </ul> 

표. 건조시간에 따른 건조육포 표면측정 결과

	3시간	4시간	5시간	6시간
L*	45.97	42.88	38.28	32.30
a*	2.74	4.93	6.22	7.3
b*	19.87	21.29	20.06	21.6

표. 분쇄육포의 두께별 육색 측정 결과

두께	L*	a*	b*
7mm	28.07 (2.09)	8.12 (1.93)	6.24 (1.20)
10mm	30.82 (1.02)	10.40 (0.55)	5.55 (1.06)
12.5mm	32.05 (2.00)	11.57 (0.63)	4.52 (0.75)

표. 분쇄육포의 두께별 전단력 및 조직감 측정 결과

	전단력	경도	부착성	복원력	응집성	탄력성	검성	씹힘성
7mm	3.11 (0.58)	3.99 (0.78)	2.37 (1.24)	0.05 (0.01)	0.48 (0.01)	3.58 (0.40)	1.88 (0.33)	70.22 (14.06)
10mm	2.37 (0.45)	3.57 (0.72)	2.05 (1.04)	0.06 (0.01)	0.48 (0.04)	2.98 (0.04)	2.99 (0.46)	58.23 (12.52)
12.5mm	2.45 (0.31)	4.77 (0.96)	2.40 (0.90)	0.05 (0.02)	0.50 (0.05)	3.06 (0.43)	2.50 (0.51)	73.49 (14.76)

- 흑우를 활용한 분쇄육포 제조 결과, 두께가 두꺼워질수록 명도 값이 높아지는 것으로 확인됨. 이는 두께가 두꺼워서 수분의 증발과 빨리 가열이 돼서 표면육색에 영향을 준 것으로 판단됨.
- 두께별 전단력 및 조직감 측정에서 두께가 두꺼워 질수록 전단력 값이 낮아지는 것으로 확인됨.
- 두께가 얇으면, 수분의 증발과 가열이 가속되어, 딱딱하고 표면육색이 매우 진해진 것으로 판단됨.
- 제주 흑우의 경우 워낙 고가에 판매하고 있으며, 1년에 도축 두수가 300두 정도로 한정되어 있어, 구이용으로 판매하기에도 아직 많이 모자란 실정임, 제주 흑우를 이용한 가공육 제조를 통한 부가가치 향상을 위해서는 낮은 등급의 제주 흑우 활용방안을 모색하는 것이 필요함.
- 기존의 슬라이스형 육포 보다는 흑우육과 기타 축종의 원료육을 혼합한 형태의 분쇄형 육제품이 우선 필요할 것으로 판단됨.

(1) 최종 레시피

- 제주 흑우를 활용한 분쇄 육포를 제조하였으며, 원료육 함량 조절을 위하여 흑우 함량을 100%, 75%, 50%, 25%로 조절하여 육포를 제조함.
- 8mm 두께로 고기를 갈아서 사용하였으며, 본 연구팀에서 개발한 레시피를 활용하여 양념을 하여 24시간 냉장고에서 숙성하여 진공 틀을 이용하여 15mm 두께로 성형함.
- 컨벡션 오븐을 활용하였으며, 가열 온도는 85℃에서 5시간 가열하였으며, 이때 습도는 0%로 조절하였음.

		
<p>흑우/한우 흉두께살</p>	<p>8mm 민서기</p>	<p>고기 분쇄</p>
		
<p>양념 반죽</p>	<p>숙성</p>	<p>성형</p>
		
<p>가열</p>	<p>가열 조건</p>	<p>진공 포장</p>

표. 흑우 분쇄 육포 최종 양념 비율

양념	비율	양념	비율
정제염	11.48	고추가루	0.96
비타민씨	0.48	마늘분말	1.44
정백당	47.85	생상분말	0.96
D-소르비톨	19.14	양파분말	0.96
비프분말	7.18	참기름	2.87
흑후추	1.91	긴간장	4.78

나. 흑우 저등급 부위를 활용한 밀키트 개발

- 3-1세부의 놀뼈국 레시피를 기초로하여 밀키트를 개발함.
- 제조방법 확립 및 유통을 위한 미생물 검사를 실시함.







원료 입고



불순물 제거



뼈 불순물 제거



세척



양념 준비



가열



건더기 준비



고기 분쇄



육수 불순물 제거



포장



조리



완성품



그림. 대량화 공정

순서	공정명	제조공정설명
1-1	용수공급	<ul style="list-style-type: none"> <li>해동 및 열처리에 필요한 용수를 공급</li> </ul>
2-1	원료 입고/검수	<ul style="list-style-type: none"> <li>냉장 및 냉동 차량으로 운송되어 입고실을 통해 입고</li> <li>입고검사(육온도, 관능검사), 차량온도기록지 호가인, 미생물 검사 성적서, 수입신고필증 검사, HACCP 지정서, 표시사항 확인을 실시</li> <li>원료입고검수점검표를 작성</li> </ul>
2-2	원료보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>보관실의 청결상태를 유지하고 온도는 냉장 -2~5℃, 냉동 -18℃ 이하로 관리</li> <li>바닥, 벽으로부터 10cm 이상 이격 보관</li> <li>원료의 유통기한, 표시사항라벨 유무를 확인하여 선입선출의 원칙 점검</li> </ul>
2-3	박스개포	<ul style="list-style-type: none"> <li>신속히 박스 개포</li> </ul>
2-4	해동	<ul style="list-style-type: none"> <li>해동수조에서 원료(냉동) 해동 및 방혈(피빼기)</li> <li>해동수조의 물온도는 10~15℃ 이하로 하며 18시간 이상 침지</li> </ul>
2-5	원료정선/세척	<ul style="list-style-type: none"> <li>해동과 방혈이 완료된 원료육의 외관, 색, 기타 이물 등을 제거</li> <li>위의 공정 후 수세</li> </ul>
2-6	열처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>원료(뼈, 고기)를 100℃에서 6시간 이상 열처리</li> </ul>
2-7	필터링	<ul style="list-style-type: none"> <li>기름기 제거 및 불순물 제거</li> <li>원료(고기) 세절</li> </ul>
2-8	열처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>원료에 부원료 첨가하여 100℃에서 30분 가열</li> </ul>
2-9	냉각	<ul style="list-style-type: none"> <li>가열된 제품을 냉각실로 옮겨 10℃ 이하로 냉각 완료</li> </ul>
2-10	포장	<ul style="list-style-type: none"> <li>제품별로 포장지에 담은 후 이물부착여부, 포장상태를 확인</li> </ul>
2-11	금속검출	<ul style="list-style-type: none"> <li>금속혼입여부를 확인하기 위해 금속검출기를 통과</li> </ul>
2-12	급속냉동	<ul style="list-style-type: none"> <li>제품의 상태를 극대화하기 위해 급속 냉동</li> </ul>
3-1	부원료 입고/검수	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용되는 부원료는 냉장고 및 첨가물실로 입고</li> <li>신속한 입고로 외부 공기의 유입 및 오염을 예방</li> </ul>
3-2	부원료 보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>부원료 보관실(첨가물실)에서 재료별, 규격별, 입고일별로 구분보관 하며 외부 공기에 노출되지 않도록 밀폐 보관</li> <li>보관실의 청결상태를 유지하고 온도는 냉장 -2~5℃, 관리</li> <li>바닥, 벽으로부터 10cm 이상 이격 보관</li> <li>부원료의 유통기한, 표시사항라벨 유무를 확인하여 선입선출의 원칙 점검</li> </ul>
3-3	부원료 계량 및 세척	<ul style="list-style-type: none"> <li>첨가물실의 청결상태 및 후드상태를 확인하고 함량에 맞게 계량</li> <li>세척이 필요한 부원료의 경우 외관, 기타 이물질등을 제거</li> <li>위의 공정후 수세</li> </ul>
4-1	포장재 입구/검수	<ul style="list-style-type: none"> <li>사용되는 포장재는 출고실로 입고되며, 신속한 입고로 외부 공기의 유입 및 오염을 예방</li> </ul>
4-2	포장재 보관	<ul style="list-style-type: none"> <li>날인실에서 재료별, 규격별, 입고일별로 구분하여 보관하며 외부 공기에 노출되지 않도록 밀폐보관</li> </ul>

○ 포장방법에 따른 스테이크 밀키트 안전성 검사



그림. 포장방법에 따른 위생 안전성 검사

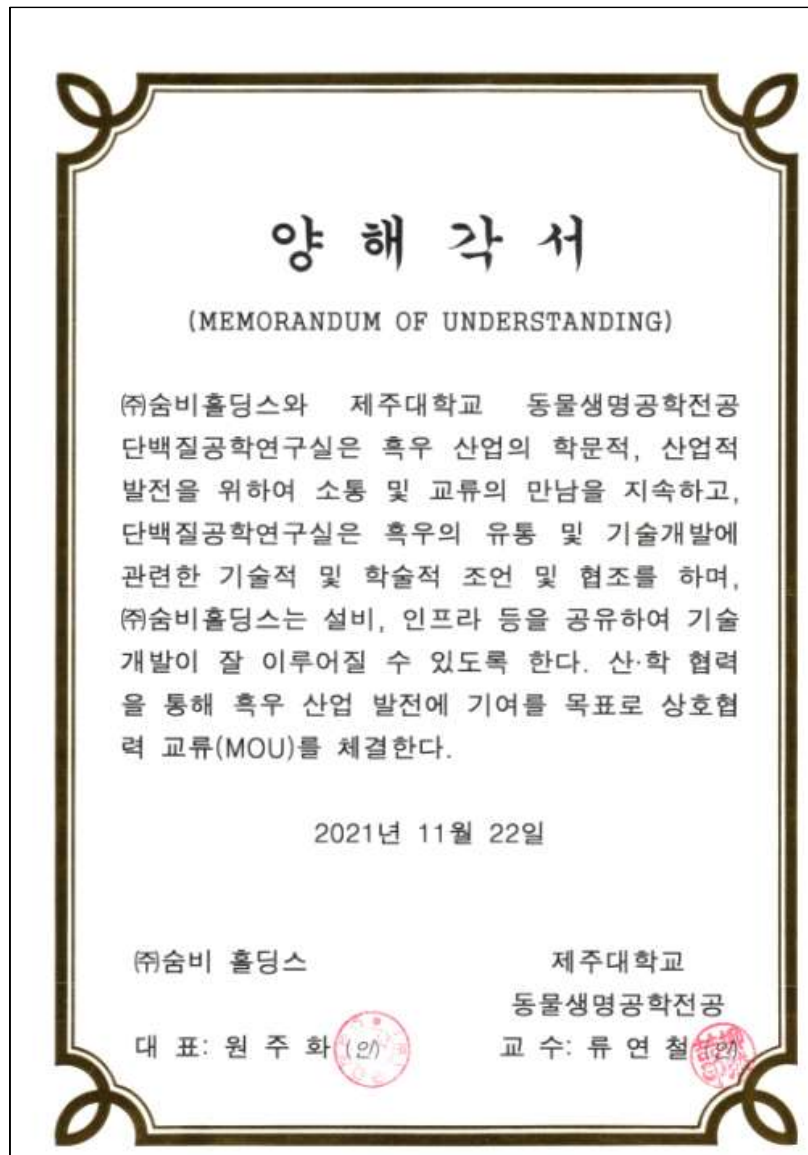
○ 제주 흑우의 밀키트 개발을 위한 포장 방법에 따른 위생안전성 검사 결과를 표에 나타냄.

○ Haccp 모니터링 기준 일반세균 6.70CFU/g, 대장균 4.00CFU/g 초과하면 안 됨.

	저장일	AC	EC	LAB	Yeast	Mold	Pseudomonas
랩포장	7	3.73	1.94	4.29	4.51	5.22	4.94
	14	7.28	4.47	5.37	5.28	4.07	
	21	8.92	1.48	7.64	6.27	6.25	
	28	9.01	0.00	6.18	5.74	6.07	
스킨포장	7	4.98	0.95	4.31	4.57	0.00	
	14	5.06	1.48	4.51	3.56	0.00	6.09
	21	6.84	3.32	7.31	3.61	3.86	
	28	7.68	4.31	8.25	5.73	4.69	
진공포장	7	3.38	1.96	4.38	0.00	2.45	0.00
	14	7.11	0.48	4.86	1.62	4.42	
	21	7.03	0.78	6.19	3.93	4.25	
	28	7.08	2.21	8.03	5.16	3.08	

## (다) 기타 주요연구 성과 (자유 기술)

○ 흑우 유통 및 기술개발에 관련된 MOU체결



(3) 제 3-2 협동과제 : 제주흑우 가공 및 유통  
(가) 정량적 성과

성과지표	사업화지표										연구기반지표										
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교육 지도	인력양성			정책활용·홍보		기타	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문			학술발표	석사	박사	취업인력	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI								
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		명	명	명				
가중치																					
최종목표																					
1단계	목표					-					2				2			2	2	2	
	실적					5					0				1			0	3	0	
2단계	목표					-					1				2				3		
	실적					9					0				2				9		
최종	목표					-					3				4			2	5	2	
	실적					14					0				3			0	12	0	

① 사업화 성과 및 매출 실적

❖ 사업화 성과, 총 14건(시제품 14건)

연구기관	제품명	형태	매출료(원)
3-2협동	제주흑우 갈비	시제품	-
3-2협동	제주흑우 버거	시제품	-
3-2협동	제주흑우 분쇄육포	시제품	-
3-2협동	제주흑우 불고기	시제품	-
3-2협동	제주흑우 소시지	시제품	-
3-2협동	제주흑우 카츠	시제품	-
3-2협동	제주흑우 함박스테이크	시제품	-
3-2협동	제주흑우 갈비탕 밀키트	시제품	-
3-2협동	제주흑우 겹겹이 카츠	시제품	-
3-2협동	제주흑우 겹겹이 치즈카츠	시제품	-
3-2협동	제주흑우 매콤 불고기/매콤 갈비	시제품	-
3-2협동	제주흑우 샤브샤브	시제품	-
3-2협동	제주흑우 오향장육	시제품	-
3-2협동	제주흑우 육전 밀키트	시제품	-

## ② 교육지도

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개최회수	총교육시간	총교육인원
1	제주도 흑우 버거 개발 교육	육종 기술을 이용한 산업화 기술 교육 과정	오렌지푸드	2	4	4
2	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	오렌지푸드	1	4	5
3	국내 밀키트 시장분석 및 동향	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	오렌지푸드	1	4	5

## ③ 홍보전시

<홍보 1-전시회 참가 등>

No	유형	행사명칭	전시품목	장소 및 대상	일시
1	시식회	Foodex Japan 2017	축산물, 육가공품	일본 치바현 마쿠하리 멧세 박람회장	2017.03.12~19
2	시식회	제주도 흑우 물회, 흑우 야채무침 시식회	제주 흑우 물회, 흑우 야채무침	오렌지푸드 공장 및 일대, 천안시 일대 음식점 및 급식업체, 유통업체 관계자	2017.08.18
3	시식회	2017 천안 흥타령 축제	흑우버거	천안 삼거리 공원 우수중소기업홍보관, 흥타령 축제 참석자	2017.09.17
4	시식회	제주흑우 시식행사	겍겍이카츠, 매콤불고기, 매콤갈비	오렌지푸드	2020.04.29
5	시식회	제주흑우 시식행사, 품평회	제주흑우 오향장육	오렌지푸드	2021.01.20~22
6	시식회	제주흑우 시식행사, 품평회	제주흑우 버거	오렌지푸드	2021.01.20~22
7	시식회	제주흑우 시식행사, 품평회	제주흑우 함박스테이크	오렌지푸드	2021.01.20~22
8	시식회	제주흑우 시식행사, 품평회	제주흑우 소시지	오렌지푸드	2021.01.20~22
9	시식회	제주흑우 시식행사, 품평회	제주흑우 오향장육, 소시지	오렌지푸드	2021.11.24~26
10	시식회	제주흑우 시식행사, 품평회	제주흑우 구이	오렌지푸드	2021.11.24~26
11	시식회	제주흑우 시식행사, 품평회	제주흑우 불고기, 갈비	오렌지푸드	2021.11.24~26
12	시식회	제주흑우 시제품 시식회	제주흑우 시제품(제주흑우 매콤갈비, 육회 등)	오렌지푸드	2022.11.07

## (나) 정성적 성과

구분		연구목표	주요 연구 성과
1단계	1차년도	· 제주흑우 유통시장 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전국 소 생산, 제주지역 흑우 생산 및 유통 현황 조사</li> <li>• 국내 육가공품 현황조사</li> </ul>
	2차년도	· 육가공품 생산공정확립 및 시제품 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제주흑우 정형작업 및 수율조사</li> <li>• 시제품 개발 2건 (육포, 떡갈비)</li> </ul>
	3차년도	· 제주흑우 비선호 부위 제품 개발과 소비자 반응 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비선호 부위를 활용한 제주흑우버거 개발</li> <li>• 대중적인 제주흑우 불고기, 제주 갈비 레시피 개발</li> <li>• 전문식당 및 유통, 급식 전문가를 대상으로 한 시식회등을 통하여 의견 청취</li> </ul>
2단계	4차년도	· 제주흑우 홍보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블로그 홍보 3회</li> <li>• 천안 흥타령 축제 흑우버거 만들기 체험행사 운영</li> <li>• 설문지 조사</li> </ul>
	5차년도	· 제주흑우 비선호 부위육가공품 사업 가능성 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비선호 부위를 활용한 제주흑우 양장 소시지와 제주 흑우 핫도그 개발</li> <li>• 제주흑우 핫도그 상품 규격 개발</li> </ul>
	6차년도	· 제주흑우 분쇄육 제품 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흑우 분쇄 육포 레시피 개발</li> <li>• 흑우 함박스테이크 레시피 개발</li> </ul>
	7차년도	· 제주흑우 브랜드 시장 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흑우 겹겹이 카츠 (겹겹이 치즈 카츠)개발</li> <li>• 제주흑우 매콤 불고기 개발</li> </ul>



[연구결과]

1. 제주 흑우 유통시장 분석 및 상품화 연구

가. 전국 소 생산 및 유통 관련 지역별 현황

- 현재 전국에는 도축장 84개소, 도계장 51개소가 운영 중이며, 제주도에에는 도축장과 도계장 각각 1개씩 운영 중에 있음.

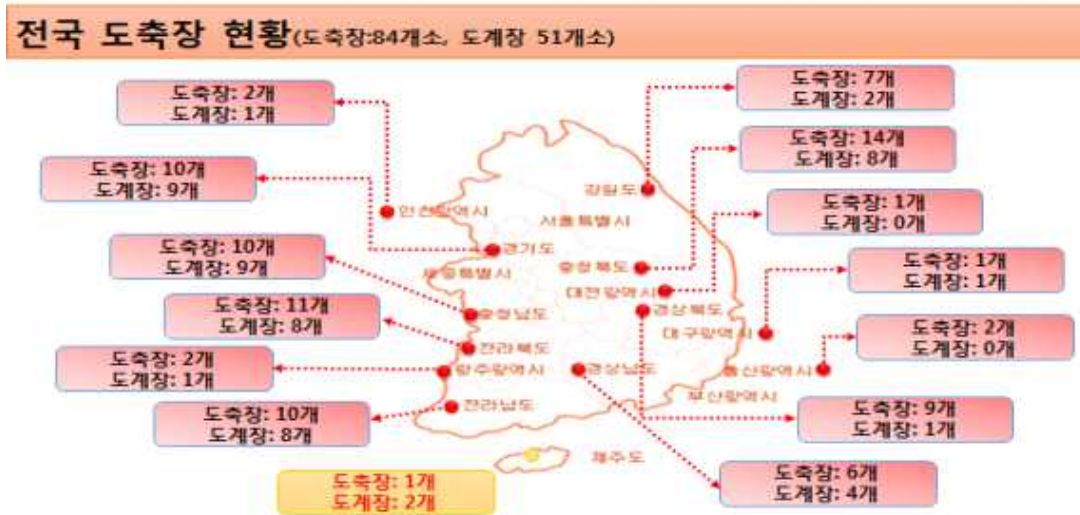


그림. 전국도축현황

- 전국의 도축현황을 보면 많은 양의 한우와 육우가 도축 및 가공되고 있음. 제주도는 많은 물량은 아니지만 도축장 1개소에서 제주도에에서 생산되고 있는 모든 물량을 감당하고 있음.



그림. 전국도축현황 및 한우 도축 체중

## 도축 현황(젖소, 육우)



그림. 전국 육우 도축현황 및 평균 체중

### 나. 제주 지역 흑우생산 및 유통 관련 현황

- 2015년 전국 한우 도축 현황을 보면, 전국 한우 도축두수는 883,593두임. 이중 제주는 전국 생산량의 0.7%에 해당하는 약 6,417두를 생산하였음. 전국적으로 1등급 이상의 한우의 출현율이 67.8%인 반면, 제주에서는 75.53%가 1등급 이상의 한우를 생산하였음.

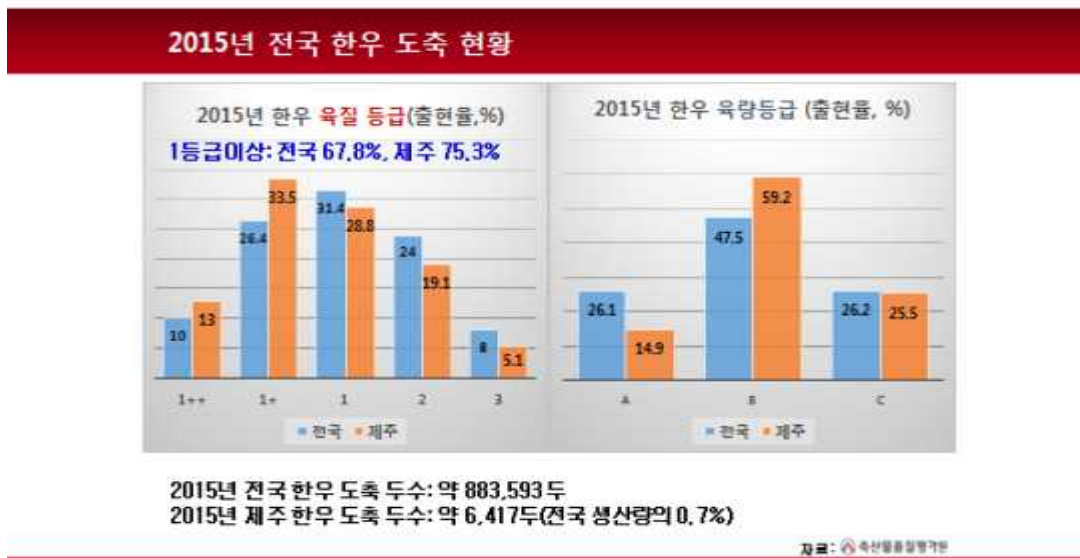


그림. 2015년 전국 한우 도축 현황 및 육량등급

- 2014년 기준 제주 한우의 품종으로 구분되는 흑우의 도축현황임. 제주흑우는 한우의 전체 도축두수 중 4.8%에 해당하는 252두를 생산하였음. 제주 흑우는 평균 생체량이 603kg, 평균 지육육량은 340kg로 측정되었음.

## 2014년 제주 한우/흑우 도축 현황

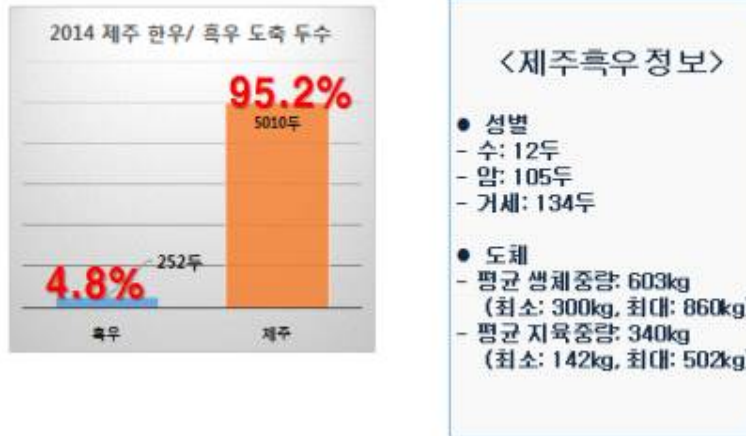


그림. 제주 한우/흑우 도축현황

- 제주도내 한우와 흑우의 사육현황은 성별비율에 따라 차이가 나타남. 제주한우의 경우 거세(78.6%)의 개체수가 높은 비율을 차지함. 암컷(20.8%), 수컷(0.6%)로 증체량이 높고, 성장률이 높은 거세를 선호하여 사육함을 알 수 있음. 제주 흑우의 경우 거세(53.4%), 암컷(41.8%)로 많은 차이가 나타나지 않았으며, 수컷의 경우도 4.8%로 제주 한우의 비해 높은 사육비율을 나타내고 있음. 제주 흑우의 경우 개체수가 사육규모의 확대를 위하여 암컷의 비율이 높고, 이에 따라 수컷의 비율도 제주 한우의 비해 높다고 사료됨.

## 제주도내 한우/흑우 성별 출현율

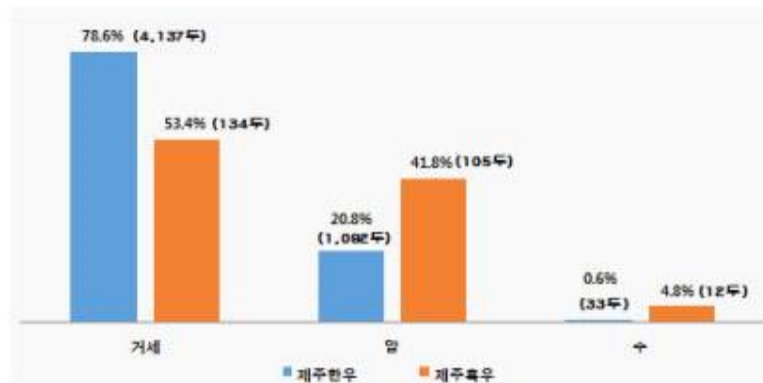


그림. 제주도내 한우/흑우 성별출현율

- 제주 흑우는 제주 한우의 비하여 1++등급, 1+등급의 비율이 낮았으며, 2등급, 3등급의 비율은 높게 나타남. 이는 육량등급의 현황에서도 A등급은 제주 한우가 높은 반면, B등급, C등급은 제주 흑우가 높게 나타남.

## 2014년 제주 한우/흑우 등급 현황

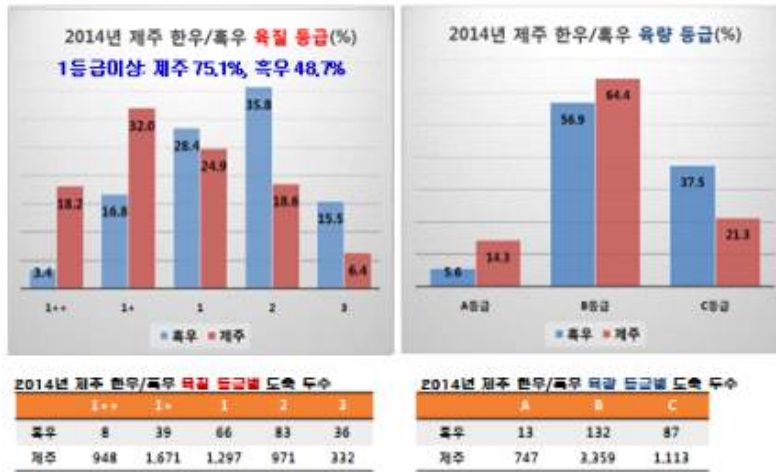


그림. 2014년 제주 한우/흑우 등급현황

- 도내에는 도축업, 집유업, 축산물 가공업, 축산물 보관업, 축산물 운반업, 축산물 판매업 등 축산물 관련 업체가 다수 운영되고 있음. 이 중 대부분은 제주시 지역으로 집중되어 축산물 운반업을 통해 서귀포시와의 교류가 진행되고 있는 실정임.

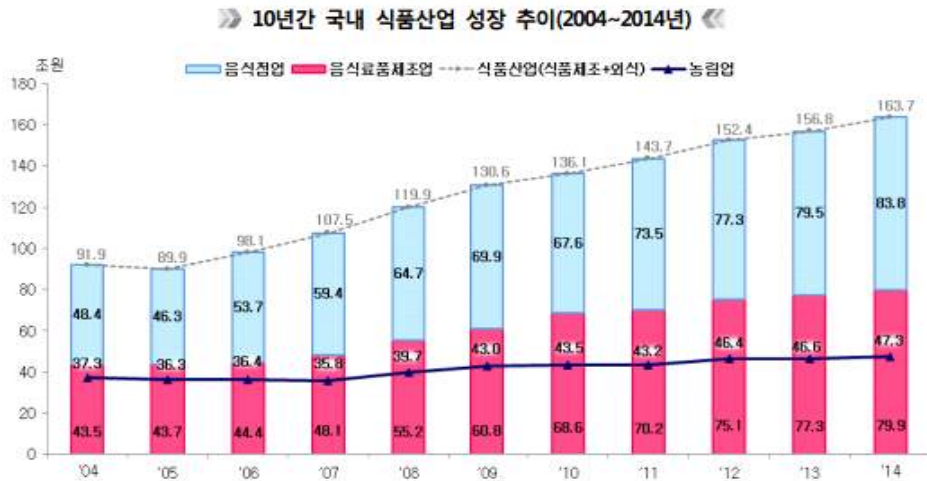


그림. 도내 주요 축산물 위생관련 업소

2. 제주흑우 고급육 시장진입을 위한 시장조사

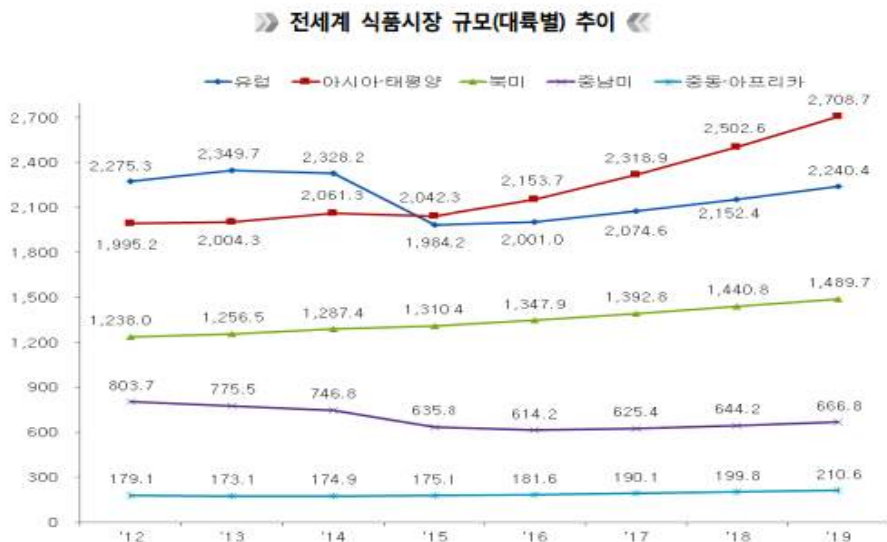
가. 우육가공품 생산을 위한 식육가공업태의 현황 및 전망

○ 세계적으로 지난 10년간 식육가공품의 소비는 크게 늘어났음. 소득의 증가와 소비 패턴의 간편화, 다양화에 맞춰 발전하고 있으며, 우리나라 또한 많은 발전과 변화가 일어남. 이는 현재진행형에 있으며, 앞으로 1인과 2인가구의 비중이 증가 할 것이라 예상되며, 이에 맞춰 소량 판매, 간편식품에 대한 선호도가 높아 질 것이라 판단됨. 이에 식육가공품의 향후 전망은 매우 밝을 것이라 판단됨.



식품산업보고서. 농림축산식품부. 2015

그림. 국내식품산업 성장추이(2004~2014)



식품산업보고서. 농림축산식품부. 2015

그림. 전 세계 식품시장 규모

- 식육가공식품산업은 빠른 성장을 거치며, 식용을 목적으로 하는 가공분야에서 다양한 형태를 이루며 성장하고 있음. 우리나라 축산물 가공법에서 식육은 ‘식용을 목적으로 하는 가축의 지육, 정육, 내장, 기타 부분’ 이라 하며, 육가공은 ‘판매를 목적으로 하는 햄류, 소시지류, 베이컨류, 건조저장육류, 양념육가공, 분쇄육가공, 냉동식품가공 등 기타 식육을 원료로 하여 가공한 것’ 이라 정의 하고 있음.
- 현재도 다양한 문화와 접목하여 여러 형태의 제품이 개발되어지고 판매되고 있음. 몇 년 전 부터 캠핑에 대한 관심이 높아지며, 소시지에 대한 관심이 늘어 판매가 급증한 것처럼 식육가공품의 다양한 개발과 판매는 앞으로도 꾸준히 인기가 있을 것이라 판단됨.

표. 업종별 종사자, 사업체, 매출액 현황

» 세분류 업종별 종사자 규모별 사업체수, 종사자, 매출액 «

(단위 : 개 명 10억 원)

구 분	사업체수(2014년)			종사자수(2014년)			매출액(2010년)		
	전체	10인 이상	(비중)	전체	10인 이상	(비중)	전체	10인 이상	(비중)
<b>음식료제조업 (A+B)</b>	<b>57,711</b>	<b>4,988</b>	<b>(8.7)</b>	<b>323,209</b>	<b>195,946</b>	<b>(60.6)</b>	<b>74,252</b>	<b>65,446</b>	<b>(88.0)</b>
<b>식료품 제조업 (A)</b>	<b>56,267</b>	<b>4,730</b>	<b>(8.4)</b>	<b>305,592</b>	<b>181,939</b>	<b>(59.6)</b>	<b>68,304</b>	<b>57,596</b>	<b>(84.0)</b>
도축, 육류 가공 및 저장 처리업	2,055	800	(38.9)	41,773	36,321	(86.9)	11,223	10,480	(93.4)
도축업	296	199	(66.6)	15,239	14,820	(97.3)	4,959	4,885	(96.5)
육류 가공 및 저장 처리업	1,757	601	(34.2)	26,534	21,501	(81.0)	6,264	5,396	(86.1)
수산물 가공 및 저장 처리업	3,626	697	(19.2)	39,093	27,518	(70.4)	5,392	4,323	(80.2)
수산물 가공 및 저장 처리업	2,511	601	(23.9)	27,473	20,449	(74.4)	4,321	3,579	(82.8)
수산물 가공 및 저장 처리업	1,115	296	(26.5)	11,620	7,069	(60.8)	1,071	744	(69.4)
과실, 채소 가공 및 저장 처리업	2,849	540	(19.0)	24,245	16,092	(66.4)	2,768	2,203	(79.6)
과실, 채소 가공 및 저장 처리업	2,849	540	(19.0)	24,245	16,092	(66.4)	2,768	2,203	(79.6)
동물성 및 식물성 유지 제조업	3,265	63	(1.9)	7,592	1,898	(25.0)	2,718	1,007	(37.1)
동물성 및 식물성 유지 제조업	3,265	63	(1.9)	7,592	1,898	(25.0)	2,718	1,007	(37.1)
낙농제품 및 식품빙과류 제조업	210	115	(54.8)	10,515	10,122	(96.3)	6,233	6,197	(99.4)
낙농제품 및 식품빙과류 제조업	210	115	(54.8)	10,515	10,122	(96.3)	6,233	6,197	(99.4)
곡물가공품, 전분 및 전분제품 제조업	5,680	287	(5.1)	21,773	8,448	(38.8)	8,175	4,917	(60.1)
곡물 가공품 제조업	5,471	260	(4.8)	19,897	7,203	(36.2)	6,947	3,797	(54.7)
전분제품 및 당류 제조업	209	27	(12.9)	1,876	1,245	(66.4)	1,228	1,120	(91.2)
기타 식료품 제조업	37,774	1,774	(4.7)	149,939	73,250	(48.9)	21,134	18,372	(86.9)
떡, 빵 및 과자류 제조업	15,566	524	(3.4)	57,626	23,775	(41.3)	6,293	5,347	(85.0)
술류 제조업	3	2	(66.7)	313	307	(98.1)	1,359	0	(0.0)
연유, 마카로니 및 유사식품 제조업	555	94	(16.9)	8,325	6,895	(82.8)	2,473	2,395	(96.8)
조미료 및 식품 첨가물 제조업	4,515	352	(7.8)	22,773	12,622	(55.4)	4,165	3,279	(78.7)
기타 식료품 제조업	17,135	802	(4.7)	60,902	29,651	(48.7)	6,845	5,737	(83.8)
동물용 사료 및 조제식품 제조업	808	263	(32.5)	10,662	8,340	(78.2)	8,661	8,326	(96.1)
동물용 사료 및 조제식품 제조업	808	263	(32.5)	10,662	8,340	(78.2)	8,661	8,326	(96.1)
<b>음료 제조업 (B)</b>	<b>1,444</b>	<b>259</b>	<b>(17.9)</b>	<b>17,617</b>	<b>13,960</b>	<b>(79.2)</b>	<b>8,048</b>	<b>7,850</b>	<b>(97.5)</b>
알콜음료 제조업	935	102	(10.9)	8,867	6,469	(73.0)	4,043	3,922	(97.0)
발효주 제조업	851	69	(8.1)	5,860	3,624	(61.8)	1,950	1,423	(73.0)
증류주 및 합성주 제조업	84	33	(39.3)	3,007	2,845	(94.6)	2,093	1,335	(63.8)
비알콜음료 및 알음 제조업	509	157	(30.8)	8,750	7,491	(85.6)	4,005	3,675	(91.8)
비알콜음료 및 알음 제조업	509	157	(30.8)	8,750	7,491	(85.6)	4,005	3,675	(91.8)

자료 : 통계청 한국사업체조사(2014), 경제총조사(2010), 10인 이상부터는 광업제조업조사기준(다년방)은 근로자 포함으로 제시함  
 주 1) 종사자수 10인 이상 사업체에 대한 통계는 통계청 경제총조사 특성연의 '광업제조업 조사'를 기준으로 수록함  
 2) 소분류 카테고리내 세부류간의 값이 일치하지 않을 수 있음. 이는 카테고리 내 사업체 수가 3개 이하로서 사업체 식별이 가능한 경우는 비균등 처리하기 때문임

표. 음식제조업 상위 생산품목 30

» 음식료품 제조업 상위 30위 생산 품목 (2014) «

(단위 : 개, 백만원)

사업체 기준	사업체수	출하액	출하액 기준	출하액	사업체수
1 김치	249	1,120,614	1 배합사료(양우용)	4,034,614	123
2 김	235	857,367	2 육지동물 포장육	3,557,227	214
3 육지동물 포장육	214	3,557,227	3 시유	2,711,172	37
4 기타 향류(제조도매)	155	953,466	4 배합사료(양돈용)	2,589,445	64
5 기타 혼합조제조미료	154	828,022	5 맥주	2,543,932	11
6 가공류 포장육	135	934,871	6 닭고기	2,332,345	53
7 기타 고기가공품	134	641,459	7 라면	1,771,412	17
8 배합사료(양우용)	123	4,034,614	8 소주	1,698,837	21
9 떡(제조도매)	115	302,978	9 발효유	1,636,594	48
10 기타 냉동조리식품	110	1,110,205	10 쌀(도정한 것)	1,574,314	93
기타 식사용 조리식품(제조도매)	110	482,763	11 배합사료(양계용)	1,500,099	50
12 도시락(제조도매)	99	468,071	12 돼지고기(도축)	1,336,176	54
13 기타 과일 및 채소 절임식품	95	207,169	13 밀가루	1,309,319	19
14 쌀(도정한 것)	93	1,574,314	14 배합사료(기타 동물)	1,294,886	47
15 두부	92	462,326	15 아이스크림	1,146,514	34
16 기타 가공류 가공품	86	471,184	16 김치	1,120,614	249
17 어육(신선 및 냉동한 것, 동백 제거)	79	349,012	17 기타 냉동조리식품	1,110,205	110
18 혼합 조미료	74	873,837	18 정제당	1,034,289	6
기타 건강기능식품	74	565,819	19 기타 향류(제조도매)	953,466	155
20 어육 및 유사가공품	73	452,830	20 가공류 포장육	934,871	135
21 기타 채소가공품	69	216,935	21 혼합 조미료	873,837	74
22 재래용 혼합분말 및 반죽	67	636,533	22 스낵류	868,590	40
23 된장	66	233,679	23 과실음료	866,804	50
24 국수	64	263,725	24 초콜릿류	865,197	57
26 배합사료(양돈용)	64	2,589,445	25 김	857,367	235
27 단무지	63	285,725	26 커피 음료	849,048	20
27 케이크(제조도매)	58	510,353	27 기타 비알콜성 음료	831,229	58
기타 식품첨가물	58	344,191	28 기타 혼합조제조미료	828,022	154
기타 비알콜성 음료	58	831,229	29 커피믹스	801,953	19
30 초콜릿류	57	865,197	30 레토르트 식품	732,393	49
기타 가공차	57	112,079	31 식빵(제조도매)	691,481	31

자료 : 통계청 광업제조업조사 품목별(종사자 10인 이상 사업체 기준)

주 1 포장육 : 닭고기 등 가공육을 제외한 소고기, 돼지고기 등의 고기를 양념, 진공포장 등의 과정을 거쳐 제품(포장갈비 등)

2 시유 : 우유를 가열 살균하여 소비자가 안전하게 마실수 있도록 한 일반적인 우유를 의미

3 제조도매 : 해당제품을 제조하여 직접 도매상에게 넘기는 것으로 집객창소가 없는 곳을 대상으로 함

식품산업보고서. 농림축산식품부. 2015

표. 주요생산품별 출하액

» 주요 생산품목별 출하액(2014) «

(단위 : 백만원)

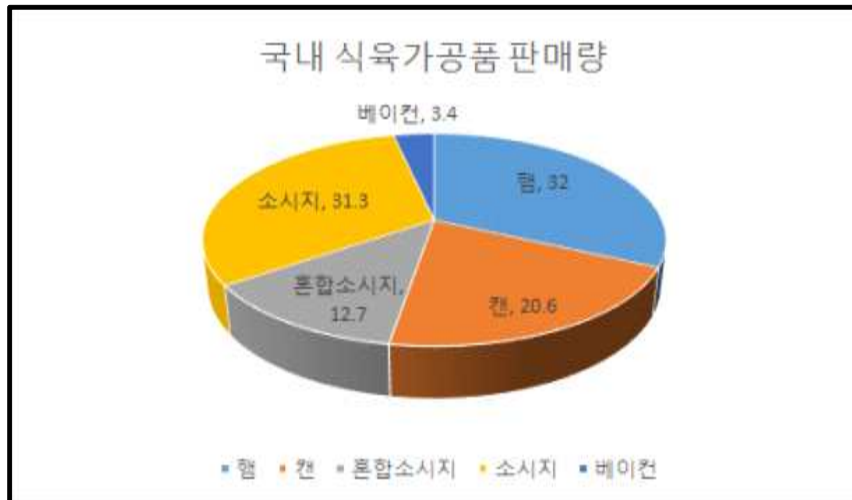
생산품목	출하액	생산품목	출하액
<b>□ 식품류 제조업 (10)</b>		기타 수산동물 및 부산물 견제품	7,389
<b>○ 도축육류가공 및 저장처리업 (101)</b>		얼치젓류	8,026
쇠고기(도축)	359,277	영란젓 및 참란젓	62,026
돼지고기(도축)	1,336,176	기타 젓갈류	75,774
닭고기	2,332,345	어류 얼장품	170,165
오리고기	132,980	냉동 청치	260,138
원피	-	냉동 고통어	83,913
도축고기 부산물	93,174	동태	17,950
가금고기(소동물포함)부산물	71,173	기타 어류 및 부산물의 냉동품	168,876
가금류소시지,훈조림및병조림	8,906	감각류 냉동품	63,617
가금류 포장육	934,871	연체동물 냉동품	184,149
기타 가금류 가공품	471,184	어육(신선및냉동한것,등분제거)	349,012
베이컨	134,793	비식용 어분	23,545
햄(가축)	616,347	기타 수산동물 가공품	29,600
소시지(축육)	467,310	어류부산물(신선및냉동한것)	26,961
기타 육지동물 소시지 유사제품	186,862	김	857,367
육지동물 훈조림 및 병조림	16,987	미역	169,434
육지동물 포장육	3,557,227	젓	23,157
기타 고기가공품	641,459	기타 해조류 가공품	74,809
<b>○ 수산물 가공 및 저장 처리업 (102)</b>		<b>○ 과일,채소가공 및 저장처리업 (103)</b>	
어육 및 유사가공품	452,830	김치	1,120,614
어육 소시지 및 어육햄	185,102	단무지	285,725
조미오징어	228,238	기타 과일 및 채소 절임식품	207,169
조미튀치포	19,711	오렌지환액	18,385
기타 조미조제식품 및 어류혼제품	110,845	농축 과일즙	149,701
기타 수산동물 조리가공품	87,192	농축 채소즙	126,761
청치훈조림	354,655	과실주스	110,065
굴병어훈조림	59,724	채소주스	69,488
굴 훈조림	18,110	과실 병조림	51,243
공치훈조림	17,875	편 및 찹쌀 병조림	165,319
기타 수산동물 훈조림	22,284	냉동 과일	54,121
영태 견제품	128,329	기타 과일가공품	69,883
얼치 견제품	128,062	채소 병조림	7,007
오징어류 견제품	23,551	건조 채소	70,043
어류의채(건조한것)	53,137	기타 채소가공품	216,935
기타 소건품	11,962	건과 가공품	186,304
기타 자건품	21,742		

자료 : 통계청, 2014 광업제조업조사 품목편  
주: 9차 표준산업분류에 따라 회사자수 30인 이상 사업체를 조사한 수치임.

식품산업보고서. 농림축산식품부. 2015

- 현재 국내에서는 다양한 식육가공품이 판매되고 그 종류 또한 셀수 없을 정도로 다양함. 그중에서도 햄, 캔, 소시지, 혼합소시지, 베이컨 등의 순으로 소비되고 있으며, 트렌드에 따라 매우 다양한 식자재가 합쳐지고, 다양한 모습으로 개발되고 판매되어지고 있음.





2015. 한국농촌경제연구원. 농업전망  
그림. 국내 식육가공품 소비현황

#### 나. 국내 육가공품 현황

- 제주도는 지리적으로나 환경적으로 아주 우수한 식자재를 보유하고 있으며, 청정이미지를 활용한 다양한 제품들이 출시되고 있음. 대기업에서도 많은 연구와 제품개발을 하고 있음. 제주도는 현재 흑돼지를 활용한 식육가공품들이 매우 인기가 높고, 판매도 잘 되고 있음. 흑돼지 육포, 돈까스, 소시지, 햄 등 흑돼지를 활용한 육가공품은 지금도 많은 업체에서 개발을 하고 있음. 이는 전국적으로 소비되고 있는 식육가공품과의 경쟁에서도 밀리지 않고 좋은 성적을 내고 있어, 앞으로도 많은 투자가 이루어질 것이라 사료됨.
- 전국에서 판매되는 제품에는 소를 이용한 떡갈비, 육포, 햄, 장조림 등 다양하고, 경쟁력 있는 제품들이 출시되고 판매됨. 이에 비해, 제주 소를 이용한 식육가공품은 매우 미흡한 실정임. 이는 육지지역에서 사육하는 소에 비해 체구가 작고, 생산농가의 규모가 작아 제주도내에서 원료육 수급만으로도 충분한 공급과 소비가 이루어져, 가공식품의 필요성을 느끼지 못해 가공품으로의 생산으로 이어지지 못 한 것이라 사료됨.
- 하지만, 현재 제주도의 청정이미지는 제주도에서 생산하는 제품들에 매우 긍정적인 효과를 주고 있으며, 예전에 비해 소에서 나오는 비선호 부위도 늘고 있는 실정임. 이러한 시기에 제주에서 생산되는 한우, 흑우 등의 비선호 부위를 활용하여, 떡갈비, 육포 등의 식육가공제품을 생산한다면 매우 경쟁력 있는 제품이 생산 될 것이라 판단됨.

(1) 국내 판매되고 있는 육제품 분류

사진	
햄류	
소시지류	
혼합 소시지류	
떡갈비류	
육포류	

그림. 국내 육가공품

(2) 국내 판매되고 있는 우육을 이용한 육제품

사진	
말린육	
소시지류	
프라이드류	

<p>불고기류</p>		
<p>육포류</p>		
<p>장조림류</p>		

그림. 국내 우육가공품

(3) 제주도에서 생산 되고 있는 육제품 분류

사진	
햄류	 
소시지류	 
뽕갈비류	 
육포류	 
돈까스류	 

그림. 제주도내 육가공품

(4) 제주도에서 생산 되고 있는 소고기 이용 육제품

사진	
햄류	
소시지류	
뚝갈비류	

그림. 제주도내 우육가공품

3. 육가공제품 생산 공정 확립








(1) 육가공제품 생산공정 확립을 위한 제주흑우 정형 작업

표. 정형작업 공정도







사진	
생간이표 생간이표 본계	 
리브 아 계	 
	 
	 
	 

(2) 제주 흑우 부위별 정형도

표. 제주 흑우 정형도

부위	사진	
안심		
등심		
목심		
앞다리		

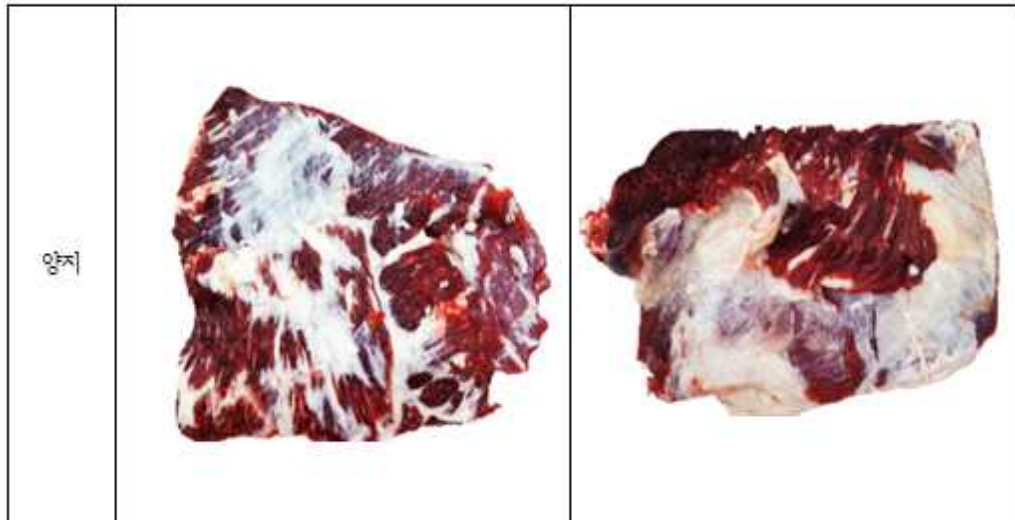


		
우둔		
홍두깨살		
절도		

		
	<p>도가니살</p>	<p>보천살</p>

<p>사태</p>	
-----------	---

<p>사태</p>	
-----------	--



다. 제주 흑우 생산 수율도

(1) 제주 한우와 제주 흑우의 수율비교

- 표는 제주 흑우와 제주 한우의 도체수율을 비교한 표임.
- 표를 살펴보면 다소 유사한 비율을 보이고 있지만, 갈비 부분의 수율을 분석해보면 많은 차이가 있음을 확인할 수 있음. 소의 지육에서 가장 높은 가격으로 판매되는 부분은 등심과 갈비 부분임. 이러한 점에서 제주 흑우와 제주 한우의 갈비 부분 수율이 차이가 크다는 것은 많은 문제가 있는 것이라 판단됨. 이 부분은 더 많은 제주 한우와 흑우의 도체 수율을 분석하여 문제점을 찾고, 개선책을 강구해야 하는 아주 중요한 부분이라 생각됨.

표. 제주 흑우, 제주 한우 수율 비교

대분할 부위	무게(kg)	비율(%)	
	흑우	흑우	한우
목심	17.60	2.47	3.99
앞다리	16.84	4.74	7
등심	34.18	9.78	10.12
채끝	8.51	2.44	2.39
갈비	47.84	13.66	34.9
안심	7.03	2.00	4.6
설도	30.92	8.91	9.6
우둔	19.52	5.62	6.05
양지	42.80	12.28	10.42
사태	14.84	4.26	4.44
사골	15.42	4.40	5.8
잡뼈	12.82	3.63	5
꼬리	8.99	2.57	4.2
로스	86.08	23.95	
합계	345.79	100	

한우자료: 축산품질평가원 통계자료. 2015.

(2) 제주 흑우의 체중별 수율비교

- 표는 제주 흑우의 체중에 따른 도체의 수율을 분석한 표임.
- 표를 보면 도체의 크기가 클수록 모든 부위의 크기는 커짐. 하지만, 크기가 커질수록 가격이 높은 선호부위인 갈비와 등심의 비중이 높아지는 것은 아님. 전체적인 비율을 유지하며, 오히려 체중이 적게 나가는 흑우의 도체에서 갈비와 안심의 비중이 더 높게 측정됨. 400kg 이상 체중이 나가는 도체에서는 목심의 비중이 매우 높게 측정됨. 200kg 체중대의 도체에서는 등심과 갈비의 비율이 높게 측정됨. 체중이 다소 낮은 도체일수록 체중이 높게 나가는 도체에 비해 설도와 우둔과 같은 하체부분의 비율이 높게 나타남.

표. 제주 흑우 체중별 수율 비교\_1

수율 비율(%)	400kg이상	300kg이상	200kg
목심	3.05	2.92	0.66
앞다리	4.74	5.07	3.83
등심	9.22	9.64	10.74
채끝	2.18	2.43	2.73
갈비	13.94	13.23	14.54
안심	1.69	2.09	2.06
설도	8.27	8.54	10.56
우둔	5.26	5.45	6.44
양지	12.67	11.17	14.92
사태	4.15	4.24	4.44
사골	4.44	4.22	3.31
잡뼈	3.69	3.64	2.48
꼬리	2.52	2.39	2.08
로스	25.90	24.79	13.89

표. 제주 흑우 체중별 수율 비교\_2

수율 무게(kg)	400kg이상	300kg이상	200kg
목심	21.90	16.48	13.80
앞다리	19.81	18.12	10.38
등심	39.26	34.43	28.41
채끝	9.29	8.70	7.23
갈비	59.56	47.16	37.95
안심	7.19	7.55	5.46
설도	35.12	30.45	27.99
우둔	22.32	19.40	17.03
양지	54.13	39.90	39.34
사태	17.70	15.00	11.54
사골	17.96	15.71	12.17
잡뼈	15.00	13.52	8.96
꼬리	10.17	9.02	7.54
로스	104.42	91.79	52.24

#### 4. 제주흑우 제품 개발

##### 가. 제주흑우 갈비와 불고기

- 제주흑우 갈비, 제주 흑우 불고기는 가장 보편적인 메뉴로써 기존 식당의 추가 메뉴나 급식 업체, 일반 가정식에 대응하기에 용이함.
- 제주 흑우 갈비 3종 ( 달콤, 매콤, 저염 갈비) 상품 개발 완료
- 제주 흑우 불고기 3종 ( 2mm, 1.2mm 저염 불고기) 상품 개발 완료
- 불고기 3종 \* 갈비 3종의 구성으로 총 9가지의 세트 메뉴 구성, 개발



그림. 흑우 갈비 개발 공정



그림. 흑우 불고기 개발 공정

나. 제주흑우 버거 3종 (모닝, 메가, 미니 흑우버거)



그림. 흑우 버거 개발 공정



그림. 흑우 버거 상품 개발 현황



그림. 까망쉐 이미지를 이용한 포장 디자인



다. 제주흑우 소시지 개발

(1) 제주 흑우 소시지

- 양장 3종 (보통맛, 매운맛, 불고기맛)
- “제주 흑우 핫도그” 용에 맞추어 제품 외형 사이즈 선정



(2) 제주 흑우 소시지 - 돈장 3종(보통맛, 매운맛, 불고기맛)

- 돈장 소시지의 경우 외형이 커서 술안주, 부대찌개, 반찬용, 꼬치용으로 판매 목표 선정





라. 제주흑우 분쇄 육포 및 함박스테이크 개발

### 제조 메뉴얼 - 오렌지푸드



작성일자 2019.05.14

원재료명	제주 흑우 분쇄 육포
총재량 구성	제주 흑우 기타 부위(알타리살...)
백당	제주산 유기농 사탕 시럽 (제주도)
제품 단위	3.6 Kg
포장 단위	1~15 개 롤이
제조 기법	4일간 건조 숙성, 유장 비르트데 건조

재료	분량	단위	비율	세부 사항	기타사항	
1. 주재료	흑우 (알타리살)	3,000	g	83.3%	10mm 조립	
	염지액	600	g	16.7%	막상유 24시간 숙성	
				0.0%		
				0.0%		
	소 계	3,600	g	100.0%		
2. 염지 및 첨가물	염지액	30	g	5.0%		
	태딘	30	g	5.0%		
	연산염	15	g	2.5%		
	간장	50	g	8.4%		
	고추장	10	g	1.7%		
	고추가루	30	g	5.0%		
	물엿/옥살당 1:1	260	g	43.7%		
	마늘 분말	40	g	6.7%		
	양파분말	80	g	13.4%		
	정제수	50	g	8.4%		
소 계	595	g	100.0%			

재료 유형	목적 (Goal)	중요 사항
원료육 준비	제조 메뉴얼에 따라 원육과 시즈닝을 준비한다.	천차 저출
원료육 온도 확인	원산지 및 라벨 재확인	온도계
믹싱	염지의 믹싱, 수분의 생기지 않도록 주의	믹싱기, 타미어
숙성	24시간 냉장 숙성	
성형 및 1차 건조	100g 중량에 100mm 성형기로 성형 55도 건조기에서 12시간 건조	성형기
숙성 비료기	건조기 55도에서 12시간 건조 후 유장/참깨/참깨유 1:1을 백당과 섞여서 6시간 건조 유장비료기를 2번 반복한다.	참깨, 참깨, 분
포장	제품 외형에 변형이 생기도록 가지런히 정렬 10~30개 단위로 중분히 직면 냉각후 포장	실온 저장고

### 제조 메뉴얼 - 오렌지푸드



작성일자 2019.05.14

원재료명	제주 흑우 할방스테이크
총재량 구성	제주 흑우 기타 부위(우둔, 알타리살...)+ 염지 알타리살
백당	가공용 당류 (원료)
제품 단위	4.9 kg
포장 단위	1~20 개 롤이
제조 기법	피드 비르트데/ 육상 시간 준수 제품 외형 유지 위해 가열후 냉동

재료	분량	단위	비율	세부 사항	기타사항	
1. 주재료	제주 흑우	1,500	g	30.6%	10mm 조립	
	돼지 알타리	1,500	g	30.6%	10mm 조립	
	양념	870	g	17.7%	사용전 중분비 작성해준다	
	참깨유	350	g	7.1%	양념 투입후 첨가	
	복합양념	600	g	12.2%	마지런에 붙인다	
	장황염	20	g	0.4%		
	태딘	50	g	1.0%		
소 계	4,905					
2. 소스	참고기 양념장	380	g	43.7%	사골 육수 테이블스에 첨가	
	흑살양	120	g	13.8%		
	마늘	10	g	1.1%		
	양주	10	g	1.1%		
	참기름	20	g	2.3%		
	요리당	70	g	8.0%		
	양파	100	g	11.5%	양파와 감마늘은 펄 대지릭에 첨가	
	사골육수	100	g	11.5%		
	간마늘	60	g	6.9%		
	소 계	870	g	100.0%		

재료 유형	목적 (Goal)	중요 사항
원료육 준비	제조 메뉴얼에 따라 원육과 시즈닝을 준비한다.	천차 저출
원산지 및 라벨 재확인	원산지 및 라벨 재확인	온도계
원료육 온도 확인	원육 작성 전 반드시 온도를 체크 일지에 기록한다.	온도계
믹싱	흑우 분쇄육과 흑우 분쇄육 + 소스 + 양념료를 순으로 잘 섞어준다.	믹서, 워셔/믹서
성형	저출을 이용하며 저출후 순으로 정렬하게 놓아서 모양을 잡아준다.	워셔/믹서/트레이
가열	익히면서 가열하며 적의 모양이 나오게 가열한다. 가열후 냉각하며 유통시 모양이 틀어지는것을 방지한다.	그릴 냉동고
포장 / 냉동	제품 외형에 변형이 생기도록 가지런히 정렬 10~30개 단위로 냉각, 냉동고 투입	냉동고

그림. 제주흑우 분쇄육포/ 함박스테이크 레시피 개발 완료

마. 제주흑우 겹겹이 카츠 개발

		
원료육 슬라이드/ 겹겹이 쌓기	성형 / 숙성	튀김옷 입히기/ 튀기기

바. 제주흑우 곱곶이 치즈카츠 개발



사. 제주흑우 매콤 불고기 / 매콤 갈비 제품 개발



\* 제품 개발 완료 제품 사례

○ 돈제주 흑우 겹겹이 카츠/ 치즈 카츠 조리 및 플레이팅 사례



○ 돈제주 흑우 매콤 불고기 / 매콤 갈비 유통, 판매용 개발 및 포장 완료



아. 제주흑우 오향장육 개발



그림. 제주 흑우 오향장육 개발 과정

제주흑우 오향장육

구분	품목	중량(KG)	구성비	단가/KG	원가	비고
주원료	제주흑우	32.00		38,000	1,216,000	원료액 처리
						1. 원료육을 찬물에 담근 것들을 제거한다. (약 40분 전후) 2. 간지 수분을 제거 3. 제조 방법 4. 물과 부원료 대체품을 넣고 팔팔 끓을때까지 가열 (약 40분 정도) → 우육원료 5. 중탕로 끓여서 원료육 넣고 가열 (약 1시간 10분)
부원료	설탕	14,000	44.1%	3,000	42,000	1. 양념 혼합 (설탕, 소금, 식염수) 2. 양념 혼합 3. 양념 혼합 4. 양념 혼합 5. 양념 혼합
	간장	6,500	20.5%	1,200	7,800	
	식염	5,500	17.3%	1,500	8,250	
	미원	0.300	0.9%	3,500	1,050	
	소주	0.360	1.1%	3,500	1,260	
	노두유	1,000	3.1%	7,000	7,000	
	카리델	0.100	0.3%	12,000	1,200	
	대파	1,500	4.7%	4,000	6,000	
	양파	2,000	6.3%	3,000	6,000	
	마늘	0.200	0.6%	6,000	1,200	
야채	생강	0.100	0.3%	9,000	900	
	메트넬홍고추	0.050	0.2%	12,000	600	
	파각	0.150	0.5%	8,000	1,200	
	소계	31.760	100%		84,460	
	총계				1,300,460	

그림. 제주 오향 장육 레시피

자. 제주흑우 샤브샤브 개발



그림. 제주 흑우 샤브샤브 개발 과정



그림. 제주 흑우 샤브샤브 개발품

차 제주흑우 밀키트 개발 1 (제주흑우 육전 개발)


	
<p>- 원료육 준비</p>	<p>- 원료육 포장</p>
	
<p>- 슬라이드 / 시즈닝</p>	<p>- 부침 가루 입히기</p>
	
<p>- 육전 만들기</p>	<p>- 조리에(육전/육전 냉면)</p>

그림. 육전 밀키트

카. 제주흑우 밀키트 개발 2 (제주 갈비탕 개발)



- 원료육 준비



- 부재료 준비



- 1차 삶기



- 불순물 제거



- 2차 삶기



- 곁감 준비



- 조리예



- 포장 예

그림. 갈비탕 밀키트

## 5. 제주흑우 시제품 시식회

### 가. 제주 흑우 물회, 흑우 야채무침 시식회

- 기간 : 2017. 08. 18
- 장소 : 오렌지푸드 공장 및 일대
- 참석 대상 : 천안시 일대 음식업 및 급식 업체, 유통 업체 관계자



그림. 제주 흑우 물회, 흑우 야채무침 시식회

- 천안시 일대 음식업 및 급식 업체, 유통 업체 담당자와의 사전 미팅으로 요청받은 흑우 물회
- 흑우 야채 무침 메뉴 개발후 레시피와 조리 시연, 시식 행사 진행.
- 제주 흑우 상품화를 위한 관련 업계 담당자들과의 정보 교류 및 Need 확인

### 나. 2017 천안 흥타령 축제

- 우수 중소기업관 초대
- 흑우버거 만들기 체험장 운영
- 기간 : 2017. 09. 13 ~ 09. 17.(5일)
- 천안 삼거리 공원 우수중소기업홍보관





그림. 천안 흥타령 축제



그림. 우수 중소기업관 입점 선정

구분	기업명	주요사업	연혁	인원	매출액	영업이익	자산총액	부채총액	영업이익률	매출액증가율	영업이익증가율	자산증가율	부채증가율	평가
1	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
2	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
3	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
4	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
5	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
6	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
7	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
8	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
9	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	
10	충청남도농업기술원	농업기술개발사업	1962년 설립	1,200명	1,500억 원	300억 원	1,000억 원	500억 원	20%	10%	15%	5%	우수	



그림. 흑우버거 체험장



그림. 흑우버거 레시피



그림. 흑우버거 만들기 체험객(천안 시장)



그림. 흑우버거 만들기 체험객(파워 블러거)



그림. 흑우 불고기 시식



그림. 흑우 불고기 시식 행사



그림. 설문지 조사

다. 제2회 제주흑우 국제심포지움 흑우 버거 시식행사

○ 기간 : 2017. 08. 24

○ 장소 : 제주대학교 흑우 연구센터 세미나실

The 2nd International Symposium in  
Jaja Black Cattle Research Center



- ▶ Date : August 24, October, 2017
- ▶ Place : Grand Conference Room, Jaja Black Cattle Research Center
- ▶ Participants : Participants from all over the world
- ▶ Location : Jaja Black Cattle Research Center, 1020 Jaru-Gil, Jeju-City, Korea



그림. 제주 흑우 국제 심포지움



그림. 제주흑우 버거 시식 행사

- 흑우 버거 시식 행사 (100명)
- 제주 흑우 국제 심포지움 회의 참석 인원 에 대한 흑우버거 시식회 운영

라. 제주흑우 오향장육 시식회

시식회 준비	제주 흑우 오향장육	부재료
시제품	시식회	시식회

그림. 제주흑우 시제품 품평회 (제주 흑우 오향장육)

마. 제주흑우 버거 시식회

시식회 준비	제주 흑우 버거 패티	수제 버거 만들기	
시제품	시식회	시식회	

그림. 제주흑우 시제품 품평회 (제주 흑우 버거)

바. 제주흑우 함박스테이크 시식

시식회 준비	제주 흑우 함박스테이크 패티	시식회
시식회	시식회	시식회

그림. 제주흑우 시제품, 품평회 (제주흑우 함박스테이크)

사. 제주흑우 소시지 시식

제주 흑우 소시지	시식회 준비	시식회 준비
시식회 준비	시식회	시식회

그림. 제주흑우 시제품, 품평회 (제주 흑우 소시지)

아. 제주흑우 제주 흑우 불고기 / 갈비



그림. 제주흑우 시제품, 품평회 (제주 흑우 불고기 / 갈비)

자. 제주흑우 구이 시식



그림. 제주흑우 시제품, 품평회 (제주흑우 구이)

차. 제주흑우 오향장육 / 소시지 시식



그림. 제주흑우 시제품, 품평회 (제주흑우 오향장육 / 소시지 시식)

카. 제주흑우 매콤갈비 / 육회 / 겹겹이카츠 시제품 시식

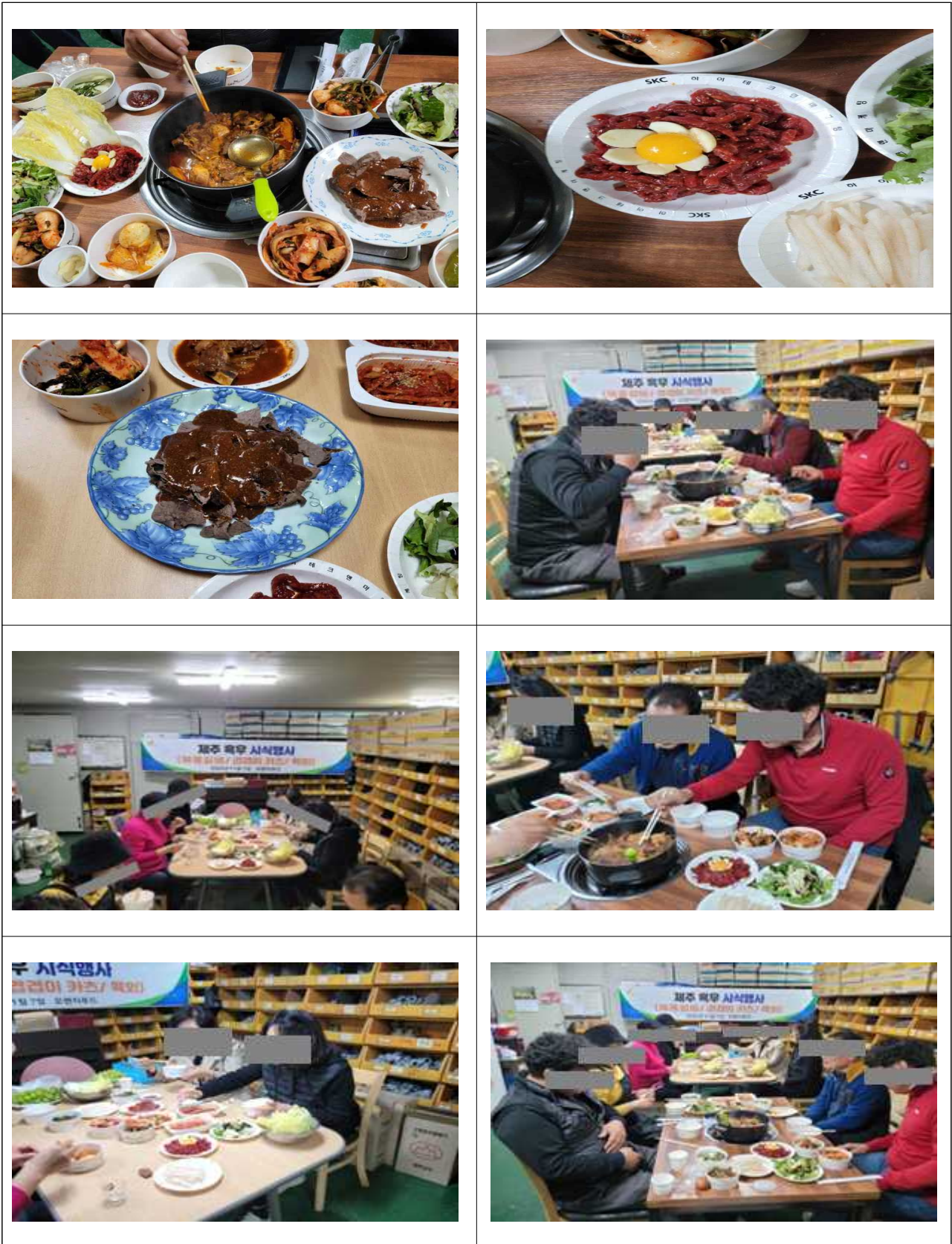


그림. 제주흑우 시제품, 품평회 (제주흑우 매콤갈비 / 육회 / 겹겹이카츠 )



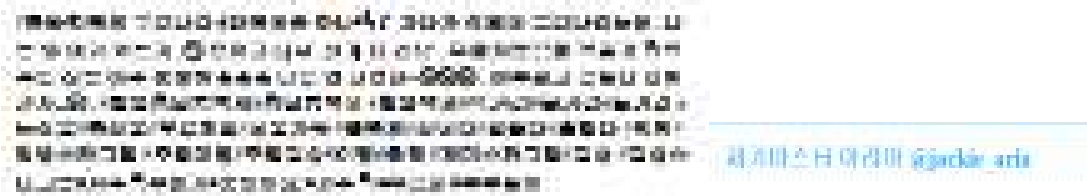


7. 홍보

가. 2017 천안 흥타령 축제 블로그 홍보자료-3건

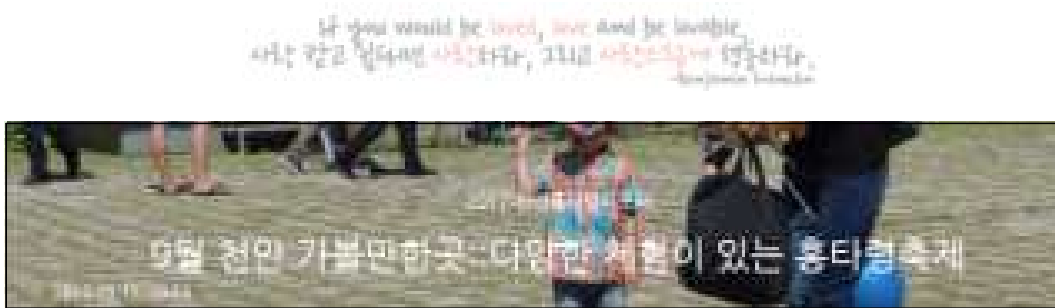
(1) 인스타그램

- [https://www.ipopam.com/jackie\\_aria/p/1605616014190627120](https://www.ipopam.com/jackie_aria/p/1605616014190627120)



(2) 블로그

- <http://blog.naver.com/kseol1223/221096197396>



(3) 블로그

- <http://blog.cheonan.go.kr/221096689362>



서리호문헌부장님  
 2017.05.11  
 흥타령춤이 곱다하니



## 8. 전문가 초청 교육

### 가. 흑우버거 개발

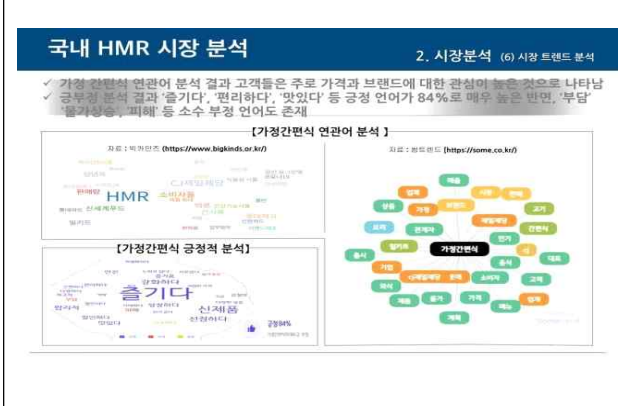
- 기간 : 2017. 05. 20
- 발표자 : (주) 토담 이정희 대표
- 내용 : 흑우 버거 연구 개발



그림. 제주도 흑우 버거 연구 개발

- 토담 이정희 대표의 인기 버거의 비법 강의
- 가장 대중적인 모닝 버거 레시피 연구 개발
- 특색 있는 메가버거의 레시피 연구 개발

나. 제주흑우 밀키트 개발 세미나



## 9. 해외 전시회 참관

- Foodex Japan 2017 참관.
- 기간 : 2017. 03.19 ~2017. 03. 12
- 장소 : 일본 동경
- 목적
  - 선진국의 식육 문화와 2차 가공식품에 대한 동향 조사
  - 일본 선진 육가공 시장 동향 조사
  - 육가공 회사 및 로컬 푸드 판매점 견학



그림. Foodex Japan 2017



그림. 선진 가공 업체 견학



그림. 현지 로컬푸드 판매점 견학 및 전시회 견학

## 4-2. 인력양성 및 활용성과

### (1) 인력양성 주요 성과

○ 전문인력 51명 배출(석사 39명, 박사 12명), 목표대비 109%

- 제주흑우 대량증식 기술 전문가
- 제주흑우 유전체 육종 기반 품종개량 전문가
- 제주흑우 이력제 구축 및 고품질·고기능성 품질 평가 전문가

<석사 졸업자 39명 명단>

No	해당년차	연구기관	학위구분	성명	졸업일자
1	1년차	1-1세부	석사	현혁	2016.8.25
2	1년차	3-1협동	석사	임도훈	2016.2.19
3	1년차	3-1협동	석사	박행철	2016.2.19
4	2년차	1-1세부	석사	손여진	2017.8.25
5	2년차	2-1세부	석사	아프린 쉬라바나	2017.2.19
6	3년차	1-1세부	석사	신민영	2018.2.13
7	3년차	1-1세부	석사	박윤귀	2018.2.13
8	3년차	1-1세부	석사	정상기	2018.8.21
9	3년차	1-1협동	석사	정은빈	2018.2.22
10	3년차	1-1협동	석사	정영훈	2018.8.22
11	4년차	1-1세부	석사	김원재	2019.2.15
12	4년차	1-1협동	석사	송운호	2019.2.22
13	4년차	2-1세부	석사	손효정	2019.2.22
14	4년차	2-1세부	석사	백성용	2019.2.22
15	5년차	1-1세부	석사	윤재욱	2020.2.21
16	5년차	1-1협동	석사	김권중	2020.2.20
17	6년차	1-1세부	석사	박찬오	2020.8.27
18	6년차	1-1세부	석사	오승환	2021.2.22
19	6년차	2-1세부	석사	김나경	2021.2.22
20	7년차	1-1세부	석사	박효진	2021.8.20
21	7년차	1-1세부	석사	편다빈	2021.8.20
22	7년차	1-1세부	석사	김선아	2021.8.20
23	7년차	1-1세부	석사	이도건	2022.2.18
24	7년차	1-1세부	석사	민윤희	2022.2.18
25	7년차	1-1세부	석사	김소희	2022.8.19
26	7년차	1-1세부	석사	김민건	2023.2.17
27	7년차	1-1세부	석사	허윤지	2023.2.17
28	7년차	1-1협동	석사	서현석	2022.8.18
29	7년차	1-1협동	석사	박상훈	2023.2.16
30	7년차	1-1협동	석사	김윤아	2023.2.16
31	7년차	2-1세부	석사	임유진	2022.2.22

32	7년차	2-1세부	석사	류예지	2022.2.22
33	7년차	2-1세부	석사	한정현	2022.2.22
34	7년차	2-1세부	석사	배해창	2023.2.22
35	7년차	2-1세부	석사	엄태은	2023.2.22
36	7년차	3-1협동	석사	김동균	2022.2.18
37	7년차	3-1협동	석사	김솔지	2022.8.19
38	7년차	3-1협동	석사	강명수	2023.2.17
39	7년차	3-1협동	석사	문찬	2023.2.17

<박사 졸업자 12명 명단>

No	해당년차	연구기관	학위구분	성명	졸업일자
1	1년차	1-1협동	박사	박순정	2016.8.22
2	2년차	2-1세부	박사	아크발 아시프	2017.2.19
3	3년차	1-1세부	박사	박민지	2018.2.13
4	3년차	1-1협동	박사	최종진	2018.8.22
5	3년차	3-1협동	박사	고경보	2018.2.13
6	4년차	2-1세부	박사	김유삼	2018.10.3
7	4년차	3-1협동	박사	강동근	2019.2.15
8	5년차	1-1협동	박사	이주호	2020.2.20
9	5년차	2-1세부	박사	아람모하마드자한길	2020.2.21
10	6년차	3-1협동	박사	김정현	2020.8.27
11	7년차	1-1세부	박사	김지원	2022.2.18
12	7년차	2-1세부	박사	하쿠에엠디아지줄	2023.2.22

○ 전문인력 38명 취업(석사 28명, 박사 10명), 목표대비 211%

- 취업 학생 모두 국내외 우수 연구기관 및 기업에 취업·생명공학연구 및 농업관련 회사 및 대학, 연구소 등 취업 연계 100%로 취업 현황 및 진출 분야 분석에 따른 질적 우수성 확인

<석·박사 취업 38명 명단>

No	해당년차	연구기관	학위구분	성명	취업기관명	기관형태	취업일
1	1년차	1-1세부	석사	현혁	제주마유(주)	중소기업	2016.08.16
2	1년차	1-1협동	박사	박순정	건국대 줄기세포교실	대학교	2016.09.01
3	1년차	3-1협동	석사	임도훈	동물위생시험소	국가기관	2015.01.02
4	1년차	3-1협동	석사	박행철	서귀포시청	지자체	2016.10.20
5	2년차	1-1세부	석사	손여진	미래셀바이오	중소기업	2017.08.28
6	2년차	2-1세부	박사	아크발 아시프	Shahjalal University of Science & Technology	대학교	2017.03.01
7	2년차	2-1세부	석사	아프린 쉬라바나	방글라데시 재정부	국가기관	2017.03.01

8	3년차	1-1세부	박사	박민지	제주흑우연구센터	대학교	2018.01.01
9	3년차	1-1세부	석사	신민영	차의학여성병원	병원	2018.06.01
10	3년차	1-1세부	석사	정상기	마리아의료재단	병원	2019.02.18
11	3년차	1-1세부	석사	박윤귀	미래셀바이오	연구소	2018.02.01
12	3년차	1-1협동	박사	최종진	바이온(주)	중소기업	2017.12.01
13	3년차	1-1협동	석사	정영훈	건국대 줄기세포교실	대학교	2018.09.01
14	3년차	1-1협동	석사	정은빈	바이온(주)	중소기업	2017.12.01
15	3년차	3-1협동	박사	고경보	제주대 생명자원과학대학 생명공학부	대학교	2018.03.01
16	4년차	1-1세부	석사	김원재	분당차병원	병원	2019.11.06
17	4년차	2-1세부	박사	김유삼	(주)티엔티리리씨치	연구소	2019.01.01
18	4년차	2-1세부	석사	손효정	(주)인실리코젠	연구소	2019.01.07
19	4년차	2-1세부	석사	백성용	(주)디앤에이링크	중소기업	2018.12.17
20	4년차	3-1협동	박사	강동근	제주해협	중소기업	2016.12.29
21	5년차	1-1세부	석사	윤재욱	제주흑우연구센터	대학교	2018.03.01
22	5년차	1-1협동	석사	김권중	선진기술연구소 혁신센터	중소기업	2020.04.22
23	5년차	2-1세부	박사	아람 모하마드 자한길	Genetic Engineering & Biotechnology	대학교	2020.03.01
24	6년차	1-1세부	석사	박찬오	시엘병원	병원	2020.07.25
25	6년차	1-1세부	석사	오승환	제주흑우연구센터	대학교	2021.03.01
26	6년차	2-1세부	석사	김나경	한국생명공학원구원	출연연	2021.02.07
27	6년차	3-1협동	박사	김정현	사)제주마을소도리문 화연구소	중소기업	2021.06.01
28	7년차	1-1세부	박사	김지원	제주대학교 아열대 열대생물 유전자 연구센터	대학교	2022.03.01
29	7년차	1-1세부	석사	박효진	제주흑우연구센터	대학교	2020.08.28
30	7년차	1-1세부	석사	편다빈	(주)미래셀바이오	대학교	2021.09.01
31	7년차	1-1세부	석사	김소희	(주)미래셀바이오	중소기업	2022.09.01
32	7년차	2-1세부	석사	임유진	(주)인실리코젠	중소기업	2021.12.27
33	7년차	2-1세부	석사	류예지	(주)디앤에이링크	중소기업	2022.01.03
34	7년차	2-1세부	석사	한정현	(주)쓰리텍스	중소기업	2022.01.03
35	7년차	2-1세부	석사	배해창	(주)쓰리빅스	중소기업	2023.01.02
36	7년차	2-1세부	석사	엄태은	(주)쓰리빅스	중소기업	2023.01.02
37	7년차	3-1협동	석사	김동균	농업회사법인(주)	중소기업	2022.04.06
38	7년차	3-1협동	석사	문찬	KG프레시	중견기업	2023.01.25



## (2) 정량적 성과

지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
51	12	39			30	21	5		46

구 분	목표 ( ' 16~ ' 22)	실 적								
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	6차년도	7차년도	합계	
우수 연구 인력	박사(명)	12	1	1	3	2	2	1	2	12
	석사(명)	35	3	2	5	4	2	3	20	39
	취업(명)	18	4	3	8	4	4	4	11	38

## (3) 장·단기 인력양성 프로그램 활용성과

장기 (2월 이상)		단기 (2월 미만)	
국내	국외	국내	국외
		196	91

## (4) 산업기술인력 양성 성과

No	프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육개 최회수	총교육 인원
1	제주 흑우/한우 번식 사양관리 기술 교육 및 토론회	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	40
2	한우 및 제주흑우 고품질을 위한 KPN종모우 등급 출현률 관련 워크숍	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	20
3	생식세포 채취 및 배양 (난자 채취 및 조작)	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	20
4	체외수정 이론 및 실습교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	6	22
5	제주흑우 체외수정 효율 증대 방안	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	41
6	제주흑우 대량증식 및 산업화 관련 간담회	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지엄	제주흑우연구센터	5	30
7	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	2	26

8	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나2	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	2	25
9	제주흑우의 우수성과 지역적 특화성, 역사성에 관한 세미나4	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	2	25
10	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육 안내	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	27
11	한우와 제주흑우의 수태율 개선방안을 위한 세미나	제주 농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	20
12	한우와 제주흑우의 분만간격 단축을 위한 수태율 개선 방안	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주흑우연구센터	1	25
13	초음파를 이용한 육질평가 방법 현장교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	한남리 공동목장	1	5
14	제주흑우 역사이야기와 산업화 방향 I	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	20
15	제주흑우 역사이야기와 산업화 방향 II	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	17
16	정자실습 교육	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	10
17	미발정우 발정동기화시 마사지법 이용한 수태율 개선방법	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	10
18	제주흑우의 역사와 산업화 방향 I	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	20
19	제주흑우의 역사와 산업화 방향 II	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	20
20	제주흑우의 역사와 산업화 방향 III	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	20
21	흑우 및 한우 분만 후 수태율 개선을 위한 방법	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	2	25
22	제주흑우 역사 이야기와 산업화 방향 IV	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	13
23	제주흑우 역사 이야기와 산업화 방향 V	제주농업마이스터 대학과 연계하여 교육 실시	제주흑우연구센터	1	15
24	웹 기반 제주흑우 개량정보 시스템 설명회 및 사용법 교육	제주흑우의 교배조합 및 근치도 설명, 제주흑우 개량정보 시스템 ( <a href="http://www.jbcinfo.org/">http://www.jbcinfo.org/</a> ) 스마트폰 사용법 교육	영남대학교	1	40

25	2016년 소 수정란이식 기술교육	수정란이식 기술에 대한 국내·외 정보 벤치마킹을 통한 양축농가 자질향상	제주축산진흥원	1	30
26	2016년 소 수정란 생산 연계 기술교육	원내 공란우 활용 수정란 생산시 관계자에 대한 채란 및 시술에 대한 선진기술 습득	제주축산진흥원	1	15
27	2017년 소 수정란 생산 기술교육	소의 인공 수정 방법에 대한 교육 및 실습	제주축산진흥원	1	21
28	2017년 소 인공수정 기술교육	암소 번식생리 이론 교육 동결정액 용해 및 인공수정기 사용 교육	제주축산진흥원	1	25
29	2018년 소 수정란이식 기술교육	수정란 이식 수태율 향상 및 대리모 사양관리	제주축산진흥원	1	23
30	2018년 소(한우, 흑우) 인공수정 기술교육 실시	한, 흑우 농가에 인공수정 기술을 보급	제주축산진흥원	1	25
31	2019년 한·흑우 수정란이식 기술교육	자가수정란 이식 방법	축산진흥원	1	20
32	2019년 소(한·흑우) 인공수정 기술교육	자가수정란이식 방법	축산진흥원	1	20
33	2020년 소 인공수정 기술교육 I	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원	1	42
34	2020년 소 인공수정 기술교육 II	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원	1	42
35	소 수정란 이식 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당	1	12
36	소 인공수정 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	20
37	소 인공수정 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	20
38	소 수정란 이식 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	12
39	한우 선형검사 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	21
40	제주 흑(한)우 발전 방향 세미나	제주 흑(한)우 발전 방향	제주 서귀포축협	1	42
41	제주흑우 실증시험 중간연구결과 발표	제주흑우 사양관리 프로그램 개발	제주 서귀포축협	1	40
42	한우암소 검정사업농가 기술교육	제주지역의 효율적인 한우개량 방안	제주 서귀포축협	1	40
43	제주한우 암소검정사업 기술 교육	제주한우의 현황 및 발전방향	제주 서귀포축협	1	50
44	한우번식우 사양관리 기술교육 컨설팅	한우 송아지 및 암소비육 사양관리	제주 서귀포축협	1	50

45	자가배합사료를 이용한 한우 고급육 생산기술	자가배합사료를 이용한 고급육 생산방안	제주 서귀포축협	1	30
46	2019년 한우 암소 검정사업 참여농가 기술교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주 서귀포축협	2	40
47	2020년 한우 암소 검정사업 참여농가 컨설팅 I	센터 주도 현장 방문 민간 컨설팅	제주 서귀포축협	1	7
48	2020년 한우 암소 검정사업 참여농가 컨설팅 II	센터 주도 현장 방문 민간 컨설팅	축산진흥원 2층 강당 및 계류장	1	42
49	2021년 한우 암소 검정사업 참여농가 농가 교육	한·흑우 농가 대상 기술 교육	제주축협 아라점 회의실	1	28
50	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	오렌지푸드	1	5
51	국내 밀키트 시장분석 및 동향	제주흑우 가공품 보관과 유통 개선	오렌지푸드	1	5
52	제주흑우 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	100
53	제2회 국내 제주흑우 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50
54	제2회 제주흑우 국제 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50
55	제3회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50
56	제3회 제주흑우 국제 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50
57	제4회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50
58	제 5회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50
59	2020 한우협회 공동 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50
60	제 6회 제주흑우 국내 심포지움	제주흑우 및 한우 사육 종사자를 위한 심포지움	제주흑우연구센터	1	50

### (5) 인력양성의 경제사회 파급효과

산업지원 성과 (단위 : 건)				고용창출 성과 (단위 : 명)			
기술지도	기술이전	기술평가	합계	창업	기업 취업	기타	합계
	8		8				

## 5. 목표달성도 및 관련분야 기여도

### 가. 목표달성도

#### (1) 1단계

구분	연구목표	가중치	평가 착안점 및 기준	주요 연구 수행 평가	달성도
1년차	제주흑우 전수 샘플링	30 %	원종 및 실용축 포함 전 두수	원종 및 실용축 포함 전 두수 샘플링 진행 완료	100 %
	제주흑우 SNP 분석	30 %	분석 진행 여부	제주흑우 및 비교 개체군 분석 진행 완료	100 %
	암소핵군 및 종모우 선발	15 %	실용축 생산 활용 여부	실용축 생산용 제주한우 암소 및 종모우 선발	100 %
	제주흑우 브랜드 기획	15 %	기획 여부	기획 완료	100 %
	제주흑우 시제품 제작	10 %	시제품 제작 여부	11종 시제품 제작	100 %
2년차	암소핵군 및 송아지 샘플링	15 %	실용축 모계 및 실용축 송아지	실용축 모계 및 실용축 송아지 혈액 샘플링 완료	100 %
	SNP 분석	30 %	분석 진행 여부	제주흑우 전두수 및 비교 개체군 분석 완료	100 %
	수태율 분석 및 HACCP 도입	20 %	실용축 증식 통계 및 농장 HACCP 도입 여부	실용축 증식 통계 및 농장 HACCP 도입	100 %
	제주흑우 우량 유전자원보존	20 %	원종 및 우량 흑우 체세포동결	원종 및 우량 흑우 체세포동결 20두 완료	100 %
	육질평가 및 육가공품 개발	15 %	평가시스템 마련 및 육가공품 개발 여부	평가시스템 마련 및 흑우 육가공품 개발 완료	100 %
3년차	육종가 기반 교배프로그램 구축	30 %	실용축 생산에 적용 여부	원종 및 실용축 생산에 적용 가능한 웹 기반 프로그램 개발 완료	100 %
	이력제 구축	30 %	이력제 실시 여부	흑우개별 정보 웹 개발완료 및 친자감별 진행	100 %
	제주흑우 엘리트 수정란 생산	15 %	수정란 생산 및 이식 여부	3년간 누적 92개 스트로 수정란 생산 완료	100 %
	제주흑우 줄기세포 수립	15 %	줄기세포수립여부	초기 배양 단계의 제주흑우 줄기세포 수립	100 %
	고급육 생산 및 육가공품 생산	20 %	생산 여부	육가공품 3종 개발 및 생산	100 %
1단계	제주흑우 전수 SNP 분석	20 %	분석 여부	송아지 및 한우 비교 개체군 분석 진행	100 %
	육종기반 교배프로그램 구축	20 %	활용 여부	웹 기반 육종가 교배 프로그램 완료 및 농가 교육 실시	100 %
	이력제 구축	20 %	실시 여부	흑우개별 정보 웹 개발완료 및 친자감별 진행중	100 %
	실용축 증식 및 수태율 조사	20 %	증식 통계 조사 여부	주요 실용축 생산 농가 수태율 모니터링 완료	100 %
	브랜드 기획 및 제품 개발	20 %	브랜드 개발 및 제품 생산 여부	까망쉐 브랜드 개발 및 사업화실적 3종 개발 완료	100 %

(2) 2단계

구분	연구목표	가중치	평가 착안점 및 기준	주요 연구 수행 평가	달성도
4년차	제주흑우 수태율 증진기술 및 근육세포 배양기술 개발 전략화	30 %	수태율 증진 여부	수태율 증진 확인	100 %
			제주흑우 근육세포 배양 성공 여부	근육세포 배양 성공	100 %
	제주흑우 종모우선발, 비육우 사양표준 및 품종판별 SNP kit 산업화	35 %	종모우용 대리모 선발	20두 대리모 선발	100 %
			전용사료 검증 여부	월령별 조사 진행	100 %
			품종판별 kit 개발	마커 개발 완료	100 %
	제주흑우 원료별 특성 및 활용도 조사	35 %	부산물 원료 파악	대반내 원료 특성 분석	100 %
			맞춤형 숙성기법 성공	숙성법 완료 특허 진행	100 %
			육제품 제작 여부	분쇄육제품 기술 개발	100 %
	5년차	실용축 대량증식 및 근육세포 증식 기술 구축을 통한 전략화	30 %	계획교배 여부	유전체 선발 교배 진행
근육세포의 증식 여부				3D 공법 이용 근육세포의 증식 성공	100 %
정액공급 및 고급육 예측 SNP chip 분석 서비스		35 %	실용축 육량·육질 개선 관련 유전체 분석 개체 선발·교배	육량·육질 결과 개체 선발 및 교배 진행	100 %
			정액 공급 여부	정액 공급 서비스화 실시	100 %
			사료 현장 적용	발정억제술, 기호성, 사료 섭취량, 발육특성 진행	100 %
제주흑우 원료 분석 및 가공기술 개발		35 %	부산물 유래 원료 안정성 검사	대반 유효성분 및 안정성 확인	100 %
			육질관련 D/B 이용 산업화 수립 여부	육질관련 개체 D/B 구축하여 개체 선별에 활용될 방안 마련함.	100 %
			육제품 가공 성공	비분쇄육제품 제작	100 %
6년차		실용축 비육체계 확립과 근섬유화 원천기술 확보	30 %	실용축 비육체계 시스템 개발 여부	제주 맞춤형 전주기 관리 프로그램 확립하여 정책 제안함.
	근섬유화 유도 여부			Bioenvironment 조건 활용하여 근섬유화 유도 성공	100 %
	제주흑우 암소선발, 유전맞춤형 사양표준 및 고기능성육 SNP chip 서비스	35 %	실용축 고기능성 유전체 선발 여부	실용축 고기능성·건강육 개선을 위한 유전체 분석 실시 완료	100 %
			우수한 암소선발 여부	유전체 분석 이용하여 원우/실용축 집단에서 고급육/번식 성적 우수 개체 선발함.	100 %
	제주흑우 원료 등록 및 품질 인증	35 %	부산물 유래 제품 개발 여부	원료 등록 및 시제품 4종 제작 완료	100 %
			흑우육 품질 인증법 개발 여부	품질 인증 제도 모색하여 지리적 표시제 진행 시도	100 %

			육가공 제품군 개발	샤브샤브, 오향장육의 시제품 개발을 완료함.	100 %
7년차	실용축 종모우 선발 및 근조직 생산 기술 실용화	30 %	종모우 선발 여부	SNP를 이용한 실용축 종모우 생산할 대리모에 인공수정 실시후 생산	50 %
			제주흑우 배양육 조직화 여부	공배양 기술로 근조직 형성 유도 성공	100 %
	제주흑우 맛·영양성분 육종가 맞춤형 사양시험 및 IT기반 도우·휴대폰 어플리케이션 서비스	35 %	IT기반 어플리케이션 서비스 실행 여부	흑우 혈통 정보 등 활용한 교배 조합 프로그램 업데이트 및 농가 컨설팅	100 %
			사료급여 프로그램에 따른 성적 확인	발육성적, 도체특성결과에 따라 사료급여프로그램 조정하여 확인함.	100 %
	제주흑우 원료별 제품군 개발	35 %	부산물 유래 원료 기능성 제품 생산	3종의 제품 생산하여 매출액 0.5억 발생	100 %
			가공 기술 적정화 여부	밀키트 방식의 가공법 확립하여 2종의 시제품 제작함.	100 %
2단계	제주흑우 수태율 증진 및 미래 원천 기술 시스템 구축을 통한 전략화	30 %	수태율 증식 기술개발	개발된 프로그램 농가에 보급하고 정책 제안함.	100 %
			실용축 종모우 선발	SNP를 이용한 실용축 종모우 생산할 대리모에 인공수정 실시후 생산	50 %
			배양육 생산기술 구축	세포기반 기술로 조직화 까지 성공하여 배양육 생산 기술 개발 성공함.	100 %
	제주흑우 품종 정립 및 생산성 향상을 위한 육종·사양기술 산업화	35 %	유전체 정보 활용제주흑우종 판별용 SNP kit 개발	품종 판별 kit 업데이트 완료하여 7개 마커를 통한 kit 제작 완료	100 %
			IT기술 활용 제주흑우 육종 기술 활용 여부	윈도우, 휴대폰 어플리케이션 서비스 및 농가 컨설팅 진행 완료	100 %
			정액 생산 체계 구축 및 공급	공급 서비스 진행함.	100 %
	제주흑우 프리미엄 상품 개발	35 %	고부가가치 원료 개발 및 제품화	태반 유래 수분, 보습 기능성 화장품 3종 생산하여 제품 판매함.	100 %
			프리미엄 흑우 가공기술의 산업화 전략 수립 여부	기존 육제품, 육가공품 개발과 더불어 부산물이용 화장품 생산까지 가공기술 적정하여 제품을 생산함.	100 %
			제주흑우육 가공기술 개발	가공기술 적합한 다양한 시제품을 총 35종 제작	100 %

## 나. 관련분야 기여도

구 분	내 용
<p>제1-1 세부</p> <p>제주흑우 실용축 대량증식 기술개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 체외수정란 생산 기술, 발달 효율 향상 기술을 개발하여 이를 SCI급 논문이 게재하고, 농가지원형 실용축 증식 사업으로 제주흑우 보존과 대량 증식을 위한 안정적인 공급에 기여함.</li> <li>▪ 질병예방 프로그램 및 수태율 증진 기술, 수정란 이식 효율증진을 위한 발정동기화 프로토콜 개발, 종모우 정자 평가, 유전자원 보존용 종모우 체세포 확보를 통하여 제주흑우 생산 기반 구축, 우수 형질 보존 및 품종 개량에 활용될 수 있음.</li> <li>▪ 유전체 정보를 활용하여 우수 한우 핵군은 선정하여 실용축 종모우 선발을 통해 우수 경제형질 획득 및 활용에 따른 축산농가 소득 증대에 기여함.</li> </ul>
<p>제 1-1협동</p> <p>세포 활용 기술을 이용한 고품질 흑우 생산 시스템 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 제주흑우의 근육세포를 이용한 세포배양육 기술개발에 기여함.</li> <li>▪ 기초 연구자료를 체계적으로 확보하고 해외 세포배양육 선도 국가들의 기술수준에 상응하는 연구결과를 확보하여 국제수준의 SCI급 논문게재 및 학술발표 그리고 지식재산권의 확보가 수행되어 국내 세포배양육 기술개발 수준을 국제수준으로 끌어 올리는데에 기여함.</li> </ul>
<p>제 2-1 세부</p> <p>유전체정보기반 육종 및 산업활용 시스템 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 유전체분석을 통한 제주흑우종 과학적 정체성 확립에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우 전수 유전체분석을 통한 유전체선발은 타 상용 소 품종집단에서 유래가 없으며 이로 인한 효율적인 제주흑우 개량체계 기반 구축에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우종 현장판별 SNP칩을 제작·이용하여 국내산수입육 둔갑방지를 통한 제주흑우육 시장 보호에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우 개체혈통육종가교배정보를 DB/앱 구축을 통한 농가 활용 편리성 제고에 기여함.</li> </ul>
<p>제 2-1 협동</p> <p>제주흑우 품종정립 및 정액 생산 체계 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 제주흑우 보호·육성 및 혈통관리 체계 확립을 통한 개량기반 구축함에 기여함.</li> <li>▪ 고품질 제주흑우 동결정액 생산 시스템을 구축하고 우수 정액을 선발하여 원활한 공급으로 수태율을 증진시켜 제주흑우 육성사업 추진에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우 개량증식과 생산 확대 기반을 마련함.</li> </ul>
<p>제 2-2 협동</p> <p>제주흑우와 실용축의 육종가 기반 사양표준정립</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 국내 한우 품종간 교잡은 흑한우 실용축이 유일하며, 흑한우 실용축 세대(흑우순종, F1, F2 및 F3)별 성장능력을 평가하고, 가장 효율적인 실용축 세대(F1:흑우순종×한우순종)를 선발함으로써 기초자료 제공 및 선발기준 확립에 기여함.</li> <li>▪ 흑한우 실용축 전용 TMR 및 사료급여프로그램은 현재까지 연구된 바 없으며, 본 연구에서 성장곡선 추정, 사료섭취량, 사료형태, 거세시기 및 첨가제 연구결과를 종합하여 최초 개발을 통해 흑한우의 성장능력 및 육질개선으로 생산성 향상과 대중화에 기여함.</li> </ul>
<p>제 3-1 세부</p> <p>제주흑우 브랜드화 전략 기술개발 및 제품개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 제주흑우의 역사와 차별성을 나타낸 명품 이미지 까망쉐 브랜드는 제품 포장지, 홍보자료, 행사 등에 다양한 제작물에 활용되어 소비자들에게 제주흑우의 고급이미지를 알리는데 기여함.</li> <li>▪ 대한민국 명장과 기능장, 요리전문가 및 일반인들이 참여하는 제주흑우 요리 개발 행사 및 시식회(11회)는 전국단위로 제주흑우의 우수성을 소개하고 지속적인 관심과 구매를 유도하는데에 기여함.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 요리 개발에 대한 특허 6개가 등록되었으며 제품화에 기여하였고 개발된 요리 76종을 담은 제주흑우레시피 책자는 대학 및 전문기관에 모두 배포하여 제주흑우 요리 발전에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우 최초의 가공품 3종은 우수한 품질로 인정받았으며 1.2억의 매출을 달성하였고, 특히 제주흑우 육포는 대한항공 면세점 기프트로 선정되어 제주를 대표하는 관광상품으로 역할에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우 태반을 이용하여 세계 최초 우태반 유래 화장품 원료 개발 공정을 표준화하고 유효성을 평가하여 국제화장품원료사전 및 대한화장품 협회에 등록하였으며 고부가가치 원료 산업화에 기여함.</li> <li>▪ 효소공법 및 발효공법을 개발하고 액상 및 분말 형태로 개발하여 화장품 원료뿐만 아니라 식품 원료로의 제품화에 필요한 시스템을 구축하여 산업화 제품 확대 가능성에 기여함.</li> <li>▪ 흑우태반추출물 제조방법 및 항산화, 항염증, 항아토피 및 피부재생 효능을 포함한 특허를 보유함.</li> <li>▪ KFDA 기준 모든 검사와 임상을 통해 원료 안정성 및 효능을 확보하고 프리미엄급 제주흑우태반유래 기능성 화장품 2종을 개발하여 산업화에 성공하였으며 5천만원의 매출을 달성하였고, 우수한 품질로 인정받고 있으며 본 연구는 제주를 대표하는 상품으로 발전에 기여할 수 있을것으로 기대됨.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">제 3-1 협동 제주흑우 품질평가 및 제품개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 제주 흑우의 맛 관련 성분분석, 향미 분석, 관능적 분석을 지속적으로 실시하여 다른 품종보다 올레인산 함량이 높고, 기계적 측정을 통한 맛의 차이를 밝혀 육질 우수성 홍보에 기여함.</li> <li>▪ 10년간의 흑우 도축자료 및 이력자료를 통합하여 육량·육질의 변화를 분석하고, 전체 부모세대 추적을 통한 우수개체 선별에 기여함.</li> <li>▪ 다양한 시제품을 개발하여 대량증식 이후 산업화를 위한 기초 마련</li> <li>▪ 흑우를 활용한 분쇄 육포 기술과 숙성육 유통관리 방법에 대한 기술은 도내 육가공업체에 기술이전함.</li> <li>▪ 학교 내 교과과정 개편과 교육 프로그램을 개최하여 특강, 실습 및 기술교육 등을 통하여 축산 위생 안전, 축산물 가공 실습 등을 교육 전파에 기여함.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">제 3-2 협동 제주흑우 가공 및 유통</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 흑우 가공품에 대한 소비자의 인식부족과 개발된 제품이 소비자에게 판매되는 유통망이 취약하여 시식 매장 오픈을 통해 제주흑우 개발 제품에 소비자가 쉽게 접근할 수 있는 환경 개발에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우라는 특수한 식재료를 이용하여 생산된 흑우 가공제품이라는 귀한 먹거리를 먹는다는 소비자의 감성을 일으키는데 기여함.</li> <li>▪ 다양한 흑우요리 개발로 산업화에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우의 품질과 포장의 고급화에 기여함.</li> <li>▪ 제주흑우 비선호 부위를 이용한 가공품 2종 개발은 제주도 내 일반 소비자와 제주도를 여행하는 관광객이 부담없는 가격으로 흑우 제품을 접하게 하여 제주흑우의 인지도 상승하는데 기여함 (흑우 불고기/떡갈비 2종 공동개발: 생산 3-2협동, 판매는 3-1세부).</li> </ul>

## 6. 연구성과의 활용계획

○ 핵심기술 개발(1단계)와 산업화 전략(2단계)에 따른 산업화 실행으로 활용

1핵심: 제주흑우 대량증식 기술개발	
추가연구 필요성	실용축 대량생산 및 배양육 생산 원천기술 확보를 통한 사업화
활용계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전주기 관리 검증 시스템 개발 및 배양육 기술 특허권 확보</li> <li>- 브랜드육 판매루트 구축 및 배양육 기술 공신력 확보</li> <li>- 실용축 증식 사업 및 배양육 기술 사업화</li> </ul>
활용내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 송아지 생산후 질병관리-사양관리-사료급여프로그램 전주기 사육프로그램 매뉴얼 개발</li> <li>- 배양육 생산 단계별 기술의 국내 특허 출원</li> <li>- 생산된 실용축 종모우 정액 생산 및 검사</li> <li>- 원천기술에 대한 해외 특허권 출원 및 국제 저널 논문 발표</li> <li>- 대량 생산된 제주흑우 실용축의 일괄 사육 가능 기업 선정</li> <li>- 전문 기업으로의 기술이전</li> </ul>
자립화/기업화 추진방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산 네트워크 구축 및 판매 통로의 구심점으로서 센터 자립화 기획</li> <li>- 제주흑우협동조합을 통한 수출 가능 전문 매장 확보</li> <li>- 농가 컨설팅에 따른 센터 자립 방안 확보</li> <li>- 제주흑우 정액생산 전문 센터로 자립화 진행</li> </ul>

2핵심: 제주흑우 품종 정립 및 육종·사양 기술 개발	
추가연구 필요성	육종시스템 산업화 및 경제성 형질 육종가기반 전용사료 프로그램 개발
활용계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우수 종모우 선발, 제주흑우 판별 SNP kit 산업화 및 육종가 기반 출하일령 단축 사료급여프로그램 개발</li> <li>- 우수 종모우 정액생산, 고급육/고기능성육 SNP chip 분석 산업화 및 제주지역 부산물 활용 사료개발</li> <li>- 우수암소/송아지 생산 및 현장활용 윈도우·휴대폰 어플리케이션 서비스 산업화 및 신 사양기술을 활용한 기능성 쇠고기 개발</li> </ul>
활용내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농가, 축산진흥원, 생체비육장소에서 개체식별, 품종판별 SNP kit 적용</li> <li>- 도축장, 대형정육점, 백화점에서 제주흑우육 판별 SNP kit 적용</li> <li>- 우수 종모우선발 분석 및 컨설팅</li> <li>- 거세시기 조정 및 단백질 강화사료 개발 적용</li> <li>- 제주 사육농가 실용축 소득효과 극대화를 위한 최신 배합기술 적용</li> <li>- 우수 암소 선발 및 교배 분석 및 컨설팅</li> <li>- 사료내 지방원료 및 첨가제 급여에 따른 등심내 이화학적 조성 변화 조사</li> </ul>
자립화/기업화 추진방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 농가, 축산진흥원, 생체비육장에서 개체의 고급육능력 분석 서비스</li> <li>- 농가 또는 생산자 단체(예: 축협, 영농조합)별로 계약체결 및 윈도우 휴대폰 어플리케이션 분석 서비스</li> <li>- 종모우 정액 생산, 선발 및 공급 서비스</li> </ul>

3핵심: 제주흑우 산업화 기술 개발	
추가연구 필요성	제주흑우 브랜드 구축 및 산업화
활용계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제주흑우 시장 확대 및 홍보 마케팅 전략 구축</li> <li>- 제주흑우 육가공품과 고부가가치 제품 판매 및 산업화</li> </ul>
활용내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제주흑우 명품 브랜드 구축 및 제품 판매 마케팅 구축</li> <li>- 제주흑우 제품 고도화 및 홍보마케팅 구축</li> <li>- 품질현장평가 및 QA/QC 전문기관 구축</li> <li>- 제주흑우 품질 고도화 검증</li> <li>- 규격화된 고품질 제주흑우를 이용한 프리미엄 제품 개발</li> <li>- 사업화를 위한 품질인증 및 정보확인 시스템 실용화</li> <li>- 제주흑우 6차 산업 실현 환경 개발</li> </ul>
자립화/기업화 추진방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 홍보 마케팅 및 전문 판매점 설치</li> <li>- 품질현장평가 및 QA/QC 전문기관 구축</li> <li>- 부산물 유래 프리미엄 기능성 제품 산업화</li> <li>- 온/오프라인 시장 확대</li> </ul>

○ 제주흑우협동조합 설립 및 운영을 통한 전주기 산업화

- 위의 핵심별 개발된 기술은 제주흑우 산업화를 위한 1) 3핵심에서 고품질 제주흑우 육제품 생산 및 판매를 위한 개량 목표 설정에 따라 2) 2핵심에서 SNP 유전체 분석 결과를 활용하여 육종 기술 개발과 품종 판별용 KIT 제작, 앱 프로그램 활용한 제주흑우 교배 체계 3) 1핵심에서 이를 대량 증식하고, 엘리트 수정란 보급을 하는 3핵심들의 연계를 통하여 전체적인 관리 및 핵심별 역량에 따른 역할 분담으로 전주기 산업화 실현

## 7. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

○ 대동물 산업화축 대량증식을 위한 BT를 이용한 수정란 및 정액 생산 기술

- 체외성숙 동안 열 스트레스에 노출된 소 난모세포에 대한 lycopene 보충의 효과로 여름 더위 스트레스와 관련된 출산을 감소는 주로 고열과 관련된 다인성 문제로 여겨짐. 열 스트레스는 스테로이드 호르몬 생산을 감소시켜 난포 발달의 다양한 단계에 영향을 주어 난모세포의 성장을 방해가 되어짐.
- 미성숙 상태의 소 난자를 열 스트레스를 받지 않은 그룹 (non-heat shock, NHS; 38.5° C) 과 열 스트레스를 준 그룹 (heat shock, HS; 40.5° C) 을 체외성숙용 배양액에서 22시간 동안 배양했음. 이때, 배양액에 lycopene(500 μL IVM + 1 μL lycopene) 첨가하여 0.2 μM lycopene의 농도에서 열 스트레스에 효과를 확인하기 위하여 실험을 진행함.
- NHS와 비교하였을 때, HS에서 체외성숙 중 높은 수준의 산화 스트레스가 존재하며 배반포 비율 및 배아 품질이 악화됨을 보여줌. NHS 그룹 내에서 lycopene의 보충은 더 높은 배반포율과 배아 품질을 가졌음. 이러한 결과는 체외성숙용 배양액에 대한 항산화제 보충이 체외 배반포 결과를 개선하기 위해 일상적으로 사용될 수 있음. 또한 HS에서 리코펜 보충은 난자 ROS 생성을 감소시키고 핵 성숙률을 향상하는 것을 보여줌.

## ○ 배양육 생산 기술

- 미래의 육류 부족 문제를 해결하기 위한 방안으로 최근 배양육이 주목받고 있음. 배양육은 1990년대 초반 미국과 네덜란드를 위주로 연구가 진행되었으며 최근에는 이스라엘, 일본, 중국 등 중동과 아시아 지역에서도 스타트업 형태의 창업과 연구개발로 점차 확대 발전되고 있음 [choi et al.].
- 네덜란드 정부는 배양육 및 세포 농업 육성을 위한 지원금을 대규모 투입하였고 2022년 배양육 시식을 허용하는 법안이 통과되는 등 연구가 활발히 이뤄지고 있음. 또한 기존 배양육 업계에서는 세포를 성장시키는 배양액에 FBS를 첨가해 사용했으나, 환경과 윤리, 가격 등 문제가 있는 FBS를 대체하기 위한 연구가 진행되고 있음. 그중, 네덜란드의 배양육 스타트업인 모사미트(Mosa Meat)에서는 배양육 개발에 필요한 FBS(Fetal Bovine Serum)를 사용하지 않고 미트볼 생산에 성공함 [Messmer et al.].
- 2022년 한국에서 조사한 보고서에 따르면 2021년 미국 실리콘밸리의 배양육 개발업체 잇저스트(Eat JUST)는 2020년 말 싱가포르에서 세계 최초로 세포 배양육의 식품허가를 얻어내고 배양육 치킨을 판매하는 것으로 알려짐

## ○ 유전체 분석 이용한 품종 개량 기술

- 기존의 육종 프로그램은 능력이 우수한 동물을 선발하기까지 시간이 오래 걸리고, 선발의 정확도가 그다지 높지 않다는 문제점이 있어, 이를 해결하려는 노력이 계속되어옴. 유전적 다양성 지표는 가축 개체군의 보존 및 개선 전략과 특정 환경에 대한 적응에 중요한 정보를 제공함. 미국과 유럽 등 축산 선진국에선 2000년대부터 가축의 개량을 위해 경제성이 높은 유전체에 대해 집중 연구를 진행해왔으며, 어떤 유전체가 어떠한 역할을 하는지 확인할 수 있는 SNP chip 개발에 성공함.
- 2012년 한국에서 조사한 보고서에 따르면 캐나다의 최대 정액 수출기관인 씨맥스사와 네덜란드의 최대 가축개량기관인 씨알브이(CRV) 등에서는 홀스타인 젖소의 씨수소를 선발하는데 유전체 선발 기술인 SNP chip을 활용함. 씨맥스사에 따르면 SNP chip을 통하여 씨수소를 선발할 경우 기존의 방법에 비하여 약 2년을 단축할 수 있을 뿐 아니라 비용도 50% 정도 절감할 수 있고, 개량 속도는 30% 이상 가속화할 수 있다고 함.
- 최근 중국의 경우, 멸종 위기 종인 알타리 흰머리 소에 대한 유전적 변이 및 개체군 구조를 연구함. 100k SNP chip을 사용하여 알타리 흰머리 소의 유전적 군집 분석을 통해 분자유전학적 구조가 독특함을 알아냈으며, 이는 향후 보존 및 육종 연구에 사용될 수 있음 [Liu, B et al.].

## ○ 사료 개발 기술

- 최근 가축의 건강을 보장하기 위하여 사료 속에 소량 또는 미량의 영양소를 뿌려 넣고 있으며, 이는 영양물질을 보충하고 생산성능을 향상시키고 생장변식을 촉진함. 비타민은 체내에서 필요로 하면서 영양을 지배하고 정상적인 생리기능을 조절하는 중요한 물질임. 일본의 한 교수는 소의 사료에 지방세포의 발달을 촉진하는 비타민 C를 첨가하자 미세마블링이 잘 형성되었다고 밝힘.
- 돼지는 사료를 섭취할 때 충분한 양의 위액이 분비되는데 이때 분비되는 위액에 비하여 사료량이 많으면 소화장애가 일어남. 따라서 중국의 한 기업에서 사료에 구연산을 첨가

해 위장 내 pH 값이 내려가, 새끼돼지 설사의 발생이 방지되었고 새끼돼지의 생장이 촉진되는 것을 확인함.

- 미국의 한 스타트업 기업이 해초류를 이용한 사료 첨가제를 가축 사료에 넣은 결과, 가축에서 발생하는 메탄 배출량이 80% 감축된 것으로 확인됨. 이러한 사료 첨가제를 통해, 전 세계 온실가스의 절반 이상을 감축할 수 있을 것으로 봄.

#### ○ 산업화를 위한 먹거리 제품 개발 및 인증 시스템 구축

- 대동물 산업화를 위한 먹거리 제품 개발 중 일본은 1985년 1인 가구의 비율이 20.8%였으나 2015년은 34.5%로 1인 가구의 비율이 빠르게 증가하고 있는 나라 중 하나임. 과거 4인 가구의 경우 소고기는 구이나 찜, 국물 요리를 했으나, 최근 1~2인 가구들의 경우 조리법이 간단한 스테이크를 주로 해먹는다고 분석됨. 따라서 최근 일본에서는 간편하게 먹을 수 있는 1인 가구용 스테이크가 제품화 되고 있음.
- 대동물 산업화를 위한 인증 시스템으로 덴마크의 경우 돼지고기 유통은 돼지고기 생산량의 80%를 100여개국으로 수출하여 수출 위주의 유통 구조로 되어 있음. 덴마크는 꾸준한 수출을 위한 육종, 돈육품질, 돈육안전성, 이력시스템, 질병통제 등의 시스템을 관리하여 축산물 안전성을 높게 유지하고 있음. 덴마크는 돈군의 건강도(질병통제)를 위해 SPF(Specific Pathogen Free) 시스템을 1971년부터 운영하고 있음. SPF에는 18가지 병원체가 포함되고, 덴마크의 73%의 모든돈군이 SPF 모돈임. 덴마크 농가가 SPF 인증을 받으려면 폐쇄돈군으로서 감염 통제 규정, 건강 통제 규정, 돈군간 돼지이동 규정을 따라야 함 [Olsson et al.].

#### ○ 동물을 이용한 고부가가치 제품 개발

- 이전까지 대부분 낙농 분야에서는 식품으로만 사용됨. 그러나 현재는 대동물을 이용하여 제품을 생산하여 고부가가치 제품 개발에도 이용되고 있음. 소와 돼지의 췌장에서 분비되는 인슐린은 인간과 동일함. 그러므로, 소에서 추출한 인슐린은 인간의 당뇨병 치료에 사용됨. 최근에는 대부분 인슐린은 인간의 장에서 박테리아를 포함하는 과정을 사용하여 실험실에서 합성으로 생성됨. 그렇지만 여전히 소수의 제약 회사에서 제조됨.
- 부신은 모든 포유동물(소뿐만 아니라)에서 발견되며 스트레스, 신진대사 및 혈압을 조절하는 호르몬을 생성함. 그중에서 소의 부신에서 발견되는 화학물질을 사용하여 일부 스테로이드와 같은 기타 의약품이 만들어짐. 소와 돼지의 부드러운 연골과 인대는 인간과 개와 고양이 같은 다른 동물의 이식이 불가능한 국소 피부에 이용됨. 또한 연골은 관절염 치료제에 이용되며, 폐에서는 헤파린과 같은 혈액 희석제 제작됨.
- 소의 뼈, 인대, 힘줄, 피부 및 가죽에서 발견되는 결합 조직에서 젤라틴은 특유의 고무같은 질감을 부여하여 젤리 스낵의 핵심 구성요소로 이용됨. 소의 뼈, 발굽, 뿔 및 피부에서 추출되는 케라틴은 많은 산업 공정에 사용됨. 케라틴은 머리카락과 손톱을 건강하게 유지하는 데 돕기에 샴푸 제조업체가 제품에 이 유용한 단백질을 포함시킴. 또한 난연성 물질이 액체 대신 유용한 거품으로 분사되도록 도와주기에 소화기에도 이용됨
- 소의 창자에서 발견되는 천연 섬유로 테니스 라켓 제작됨. 이러한 유형의 라켓은 섬유질이 발견되는 소의 창자 이름을 따서 거트 스트링 라켓이라고 불림. 더 저렴한 합성 현도 사용할 수 있지만 거트 스트링 라켓은 더 탄력적이고 전반적인 성능이 더 좋기 때문에

프로 테니스 선수들 사이에서 인기가 많음. 빛에 반응할 때 화학적으로 상호 작용하여 사진 필름에 영구적인 이미지를 생성함.

- 오늘날 많은 비누 제조업체는 동물성 지방 대신 합성 오일이나 왁스를 사용하지만 많은 제조업체는 소듐 텔로웨이트(소금과 혼합된 동물성 지방) 로 만든 “Ivory” 와 같은 일부 유명 브랜드를 포함하여 비누에 수지 또는 단단한 동물성 지방을 계속 사용됨.
- 자동차 타이어를 만들기 위한 고무의 공업적 가공에서 스테아릭산이라는 특수 화학물질을 사용하여 고무를 함께 유지하고 고무가 스스로 달라붙도록 유도함. 스테아린산은 대부분의 식물과 동물(인간 포함)에서 찾을 수 있지만, 스테아린산이 30%로 구성된 동물성 지방에서 가장 일반적으로 추출됨.
- 소와 다른 가축의 동물성 지방이 기름으로 바뀌면 생성된 글리세롤은 빙점이 매우 낮은 용액을 형성하기 위해 물과 혼합되는 부동액을 포함하여 모든 종류의 제품에 사용됨. 동액, 유압식 브레이크액 및 제트 엔진의 윤활유이며, 심지어 미 공군 항공기의 바이오 연료로 이용 중이며, 스웨덴 브라텐스항공(BRA)이 세계에서 처음으로 '지속 가능한 연료'(SAF) 만으로 시험비행에 성공하며 세계적으로 많은 관심이 보여짐.

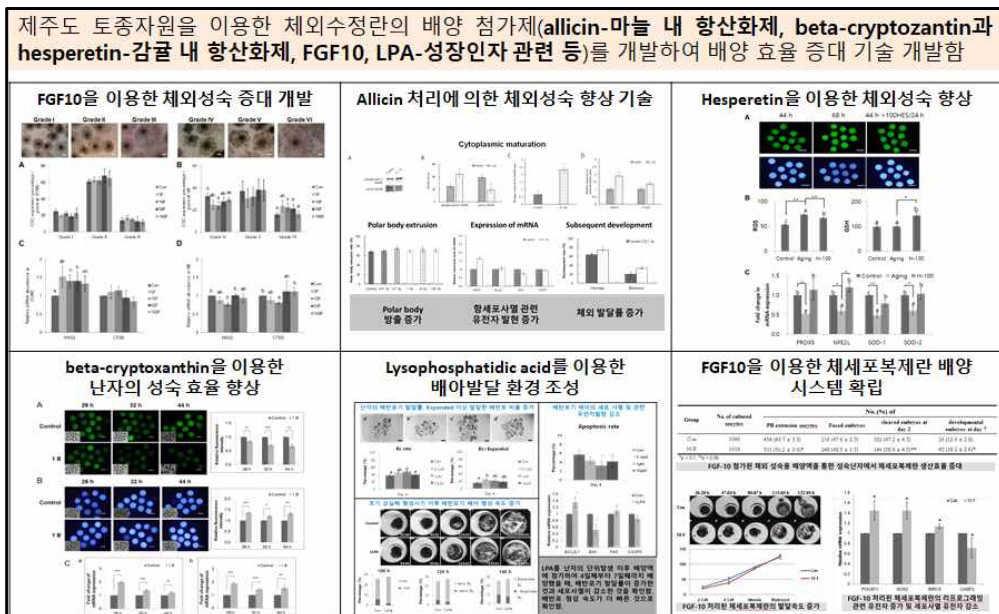
## 8. 연구개발결과의 보안등급

- 일반과제, 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의 4에 해당하지 않음.

## 9. 연구개발과제의 대표적 연구실적

### 1) 제주흑우 대량증식 기술기반 구축 및 실용축 생산 농가 지원사업 실시

- 체외수정란 및 체세포복제란 배양기술이 크게 개선되었으며, 이를 통하여 실용축 생산 농가 지원 사업을 실시하여 535두 신청, 344두 선정, 326두 인공수정, 230두 임신, 137두 출산(마지막 4년차의 임신과 출산은 계속 진행중)으로 흑우 농가에 인센티브를 지원함.



※ Mol Reprod Dev. 2017 Jan;84(1):67-75, Zygote. 2017 Aug;25(4):480-488, Zygote. 2017 Aug;25(4):480-488, Reprod Fertil Dev. 2018 Aug;30(9):1204-1213, Cell Reprogram. 2018 Jun;20(3):196-204, Mol Reprod Dev. 2019 Jan;86(1):32-41, Mol Reprod Dev. 2019 Sep;86(9):1245-1254, Anim Biosci. 2021 Apr;34(4):546-557, Mol Reprod Dev. 2021 May;88(5):349-361, Theriogenology. 2022 Jun;185:97-108, Zygote. 2022 Aug;30(4):561-570.



4) 제주흑우 산업의 특성화 기반 구축

- 기존에는 제주흑우가 일반 한우와 구분되지 않았으나 20년 9월부터 축산물품질평가원 '소도체 등급판정결과' 서류에 '제주흑우'를 명기하도록 하여 일반 한우산업과 차별화할 수 있는 특성화 기반이 마련되었음.

- ✓ '20년 9월부터 축산물품질평가원은 '소도체 등급판정결과'서에 '제주흑우'를 표기하도록 관련제도 정비
- ✓ 생산자 및 유통업자는 전산화되어있는 '거래증명종합포털' 시스템을 통해 '한우(제주흑우)' 표기 정보를 조회할 수 있음
- ✓ 유통-소비단계에서 별도의 표기가 없던 제주흑우의 품종 표기를 추진하여 제주흑우 산업화 전주기 관리의 최종 단계인 유통 단계 문제점을 근본적으로 해소

**개선된 품종 정보 안내서 표기 견본**

※ 제주흑우는 품종정보란에 '한우(제주흑우)'로 표기

5) 제주흑우 전용 사양관리시스템 개발

- 흑우 전용사료 개발 및 사양관리 시스템이 확립되었음.

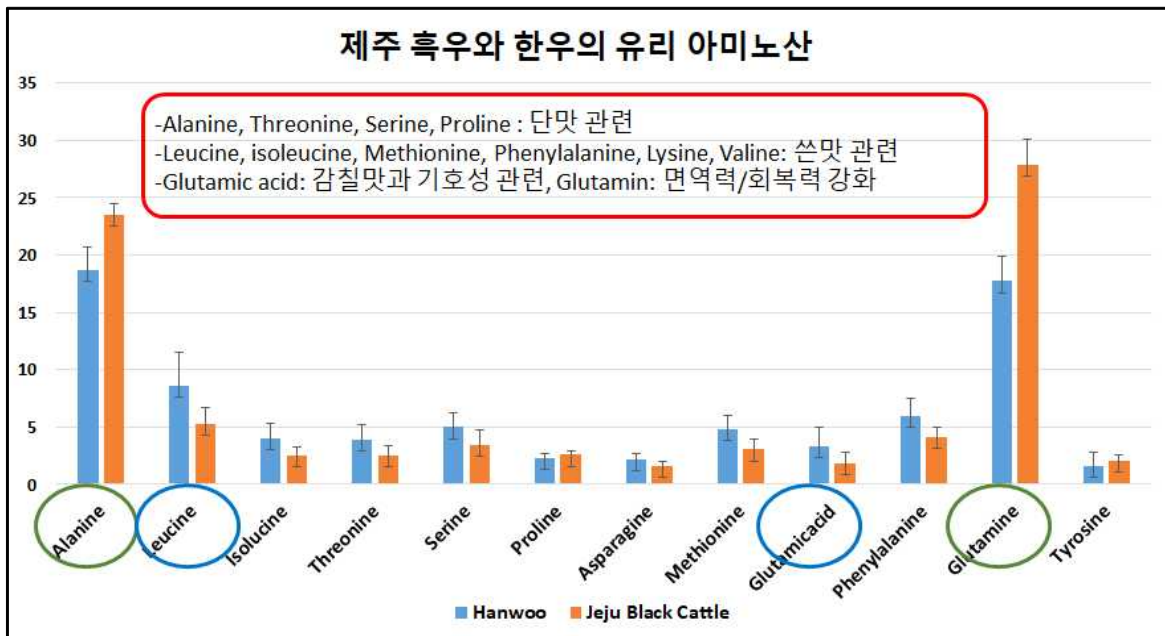
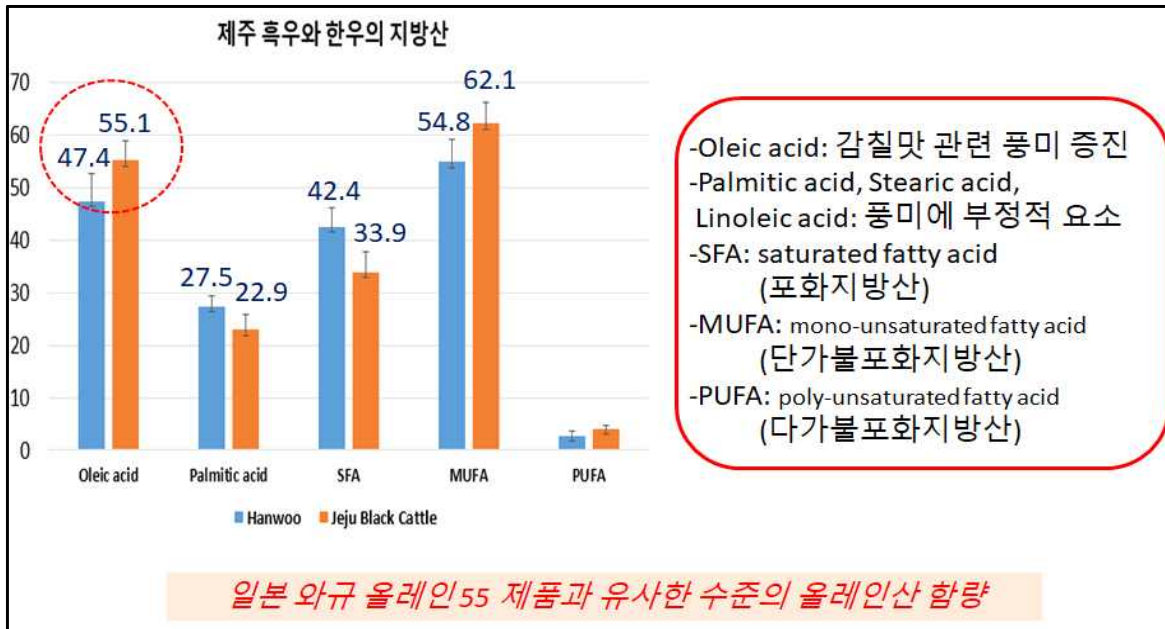
**✓ 사료급여 형태에 따른 비육후기 흑한우(22개월령) 발육 특성 평가**

<발육성적 (1 ~180 days)>				<생화학분석 결과-혈액성상>			
Items	Treatments		Pr>  t	Items	Treatments		Pr>  t
	Formula feed	TMR			Concentration	TMR	
Initial body weight, kg	476.67±49.38	486.25±39.83	0.7563	Total protein, g/dl	7.01 <sup>b</sup>	7.35 <sup>a</sup>	0.001
.....1 ~ 180 days .....				Albumin, g/dl	3.79 <sup>b</sup>	3.95 <sup>a</sup>	0.003
Final body weight, kg	569.75 <sup>b</sup> ±60.89	618.00 <sup>a</sup> ±43.29	0.0392	Total bilirubin, mg/dl	0.28	0.25	0.428
Average daily gain, kg	0.52 <sup>b</sup> ±0.04	0.73 <sup>a</sup> ±0.03	0.0446	AST, IU/L	70.45	73.43	0.191
Feed intake				ALT, IU/L	24.13 <sup>b</sup>	28.70 <sup>a</sup>	0.001
Concentrate, DM	7.95	.	.	Ca, mg/dl	9.31 <sup>b</sup>	9.56 <sup>a</sup>	0.048
Ryegrass, DM	1.81	.	.	GGT, mg/dl	21.50 <sup>b</sup>	25.63 <sup>a</sup>	0.004
TMR, DM	.	7.98	.	Glucose, mg/dl	70.21 <sup>a</sup>	64.90 <sup>b</sup>	0.001
Total DM intake, kg	9.76	7.98	.	Cholesterol, mg/dl	135.17	140.27	0.479
Feed efficiency <sup>1)</sup>	15.54 <sup>a</sup> ±0.46	11.19 <sup>b</sup> ±0.34	0.4980	Phosphorus, mg/dl	7.79	7.96	0.235
				Total glyceride, mg/dl	16.46 <sup>b</sup>	19.80 <sup>a</sup>	0.001
				BUN, mg/dl	7.56 <sup>b</sup>	9.45 <sup>a</sup>	0.001
				Creatine, mg/dl	1.43	1.36	0.061
				Mg, mg/dl	3.03 <sup>b</sup>	3.16 <sup>a</sup>	0.011
				NEFA, uEq/L	281.21 <sup>b</sup>	358.23 <sup>a</sup>	0.001



6) 제주흑우의 품질 우수성 규명(Food Sci Anim Resour. 2019 Jun;39(3):402-409)

- 제주흑우는 풍미의 주요인자 올레인산 함량이 높고, 면역증강인자 글루타민이 많아 일반 한우에 비해 품질이 우수하고, 와규에 비해서도 손색이 없다는 것을 규명하였음.



7) 제주흑우의 고부가가치 산업화 가능성 검증

- 태반 유래 화장품 등 선도제품의 개발로 제주흑우산업의 고부가가치화 가능성을 확인하였음.



## 10. 기타사항

- [건의사항] 본 사업은 당초 흑우산업육성을 위한 산업전주기 기술의 연구개발에 목적을 두고 출발했지만 중도에 인재양성사업으로 핵심사업의 목적이 변경됨에 따라 연구현장에서는 상당한 혼란이 야기되었음. 물론 전문 인력양성 부문은 당초계획에 포함되어 있으나 평가비중이 크게 변경되어 사업추진에 예상치 않은 어려움이 발생했음. 인력양성은 프로그램개발 -> 제도개선 -> 사업추진 -> 인력배출을 거쳐 이루어지기 때문에 단기간에 가시적 성과를 내는 것은 불가능했음에도 불구하고 학교당국과 연구진들이 혼연일체가 되어 제주흑우관련 6개의 교과목을 개설함으로써 전문 인력양성에 따른 연구개발 사업을 수행하여 소기의 목적을 달성할 수 있었음. 인력양성과 같이 중·장기적인 기간을 요구하는 내용을 중도에 변경하도록 하는 것은 차후에는 개선되어야 할 것으로 사료됨.
- [정책제언] 제주특별자치도의 제주흑우 산업은 제주흑우 보호·육성 및 산업화를 위한 노력을 하고 있으며, 제주흑우 원종의 보호와 더불어 실용축에 대한 산업화를 위하여 본 과제를 포함하여 새로운 정책 방향들을 제시하고 있음. 특히, 본 센터에서는 제주흑우의 산업화를 위한 기존에는 제주흑우가 일반 한우와 구분되지 않았으나 20년 9월부터 축산물품질평가원 ‘소도체 등급판정결과’ 서류에 ‘제주흑우’를 명기하도록 하여 일반 한우산업과 차별화할 수 있는 특성화 기반 구축하였다. 제주도만의 특유의 산업 육성을 도출하려면 제주흑우의 품종 정립을 통한 실질적인 전주기 산업화를 위하여 제주흑우 품종을 소고기이력 시스템에 별도 품종 표기를 제안하는 바임. 또한, 개량 및 번식의 유전적 측면에서의 선발 작업이 현대 과학 기술과 접목하여 이루어지지 않고 있으므로, 본 사업에서 개발된 유전체 정보 기반의 육종 체계 구축이 활용되었으면 함. 생산 측면에서도 제도권내의 행정적 기반에만 국한하지 않고 본 사업 성과를 활용하여 대량 증식을 할 수 있는 BT 기반 기술을 접목하여 속도감있는 증식을 진행하기 위한 제주도의 조례나 행정적 규정 완화 등이 수반된다면 가시적인 성과가 보여질 것으로 생각되어짐. 따라서, 제주흑우 산업화에 필요한 제도 개선 및 완화, 재정 지원, 핵심 기술 접목을 통한 기술력 확산 등의 진행을 위해서 멸종 위험 가축 유전자원의 국가적인 정책지원 요청을 제언드리는 바임.

## 11. 참고문헌

Aishima, T. (1991). Aroma discrimination by pattern recognition analysis of responses from semiconductor gas sensor array. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(4), 752-756.

Aoki, Y., Tani, H., Shimizu, N., Yamaguchi, S., Iwamoto, E., Fuzita, K. (2009). Influence of the formula feed which contained mainly full-fat rice bran, barley bran, rough ground barley and broken rice on the productivity and meat quality in fattening Japanese Black cows. *Bulletin of Beef Cattle Science*, 87, 19-28.

Bartoshuk, L. M. (2000). Comparing sensory experiences across individuals: recent psychophysical advances illuminate genetic variation in taste perception. *Chemical Senses*, 25(4), 447-460.

Boklund, A., Alban, L., Mortensen, S., & Houe, H. (2004). Biosecurity in 116 Danish fattening swineherds: descriptive results and factor analysis. *Preventive Veterinary Medicine*, 66(1-4), 49-62.

- Boleman, S.J., Boleman, S.L., Miller, R., Taylor, J., Crpss, H., Wheeler, T., Koohmaraie, M., Shackelford, S., Miller, M., West, R., Johnson, D., Savell, J. (1997). Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*, 75(6), 1521-1524.
- Campo, M.N., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D., Richardson, R.I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72, 303-311.
- Choe, J.H., Stuart, A., Kim, Y.H.B. (2016). Effect of different aging temperatures prior to freezing on meat quality attributes of frozen/thawed lamb loins. *Meat Science*. 116, 158-164.
- Choi, M., & Shin, H. (2019). State-of-the-art of cultured meat research and engineering task. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, 34(3), 127-134.
- Dashdorj, D., Tripathi, V. K., Cho, S., Kim, Y., & Hwang, I. (2016). Dry aging of beef; Review. *Journal of animal science and technology*, 58(1), 1-11.
- Dinh, T. T., To, K. V., & Schilling, M. W. (2021). Fatty acid composition of meat animals as flavor precursors. *Meat and Muscle Biology*, 5(1).
- Foraker, B. A., Gredell, D. A., Legako, J. F., Stevens, R. D., Tatum, J. D., Belk, K. E., Woerner, D. R. (2020). Flavor, tenderness, and related chemical changes of aged beef strip loins. *Meat and Muscle Biology*, 4(1), 1-18.
- Holman, B. W., Ponnampalam, E. N., Kilgannon, A. K., Collins, D., Plozza, T., & Hopkins, D. L. (2019). Moisture content, fatty acid profile and oxidative traits of aged beef subjected to different temperature-time combinations. *Meat science*, 157, 107876.
- Joo, S.T., Kim, G.D., Hwang, Y.H., Ryu, Y.C. (2013). Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. *Meat Science*, 95, 828-836.
- Kim, J.H., Kim, J.H., Yoon, D.K., Ji, D.S., Jang, H.J., Lee, C.H. (2018). A comparison of dry and wet aging on physicochemical and sensory characteristics of pork loin with two aging times. *Food Science And Biotechnology*, 27(6), 1551-1559.
- Kim, J.H., Seong, P.N., Cho, S.H., Jeong, D.W., In, T.S., Jeong, J.H., Park, B.Y., Lee, J.M., Kim, D.H., Ahn, C.N. (2008). Tenderness survey of branded Hanwoo beef-2007: Assessment of Warner-Bratzler shear for Hanwoo beef by quality grade and subprimal cuts. *Food Science of Animal Resources*, 28(3), 283-288.
- Kim, Y.H.B, Kemp, R., Samuelsson, L.M. (2016). Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. *Meat Science*, 111, 168-176.
- Koutsidis, G., Elmore, J. S., Oruna-Concha, M. J., Campo, M. M., Wood, J. D., Mottram, D. S. (2008). Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of post-mortem conditioning. *Meat Science*, 79(2), 270-277.
- Liu, B., Tao, W., Feng, D., Wang, Y., Heizatuola, N., Ahemetbai, T., & Wu, W. (2022). Reveal

- ing Genetic Diversity and Population Structure of Endangered Altay White-Headed Cattle Population Using 100 k SNP Markers. *Animals*, 12(22), 3214.
- Lopp, A., Weber, H. (2005). Untersuchungen zur Optimierung der Zartheit von Rindfleisch. *Fleischwirtschaft (Frankfurt)*, 85(3), 111-116.
- Macleod, G. (1994). The flavour of beef. *Flavor of meat and meat products*. 4-37.
- Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., Delday, M. (2003). Determinants of meat quality: tenderne ss. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 337-347.
- Messmer, T., Klevernic, I., Furquim, C., Ovchinnikova, E., Dogan, A., Cruz, H., Flack, J. E. (20 22). A serum-free media formulation for cultured meat production supports bovine satellite ce ll differentiation in the absence of serum starvation. *Nature Food*, 3(1), 74-85.
- Mottram, D. S. (1998). Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chemistr y*, 62(4), 415-424.
- Nagata, M. B., Egashira, J., Katafuchi, N., Endo, K., Ogata, K., Yamanaka, K., ... & Yamashita, K. (2019). Bovine sperm selection procedure prior to cryopreservation for improvement of post -thawed semen quality and fertility. *Journal of animal science and biotechnology*, 10(1), 1-14.
- Nowak, D. (2005). Methods for improving the tenderness of beef-Influence metal ions and te mperatures. *Fleischwirtschaft(Frankfurt)*, 85(11), 109-111.
- Obuz, E., Akkaya, L., Gok, V., Dikeman, M.E. (2014). Effects of blade tenderization, aging me thod and aging time on meat quality characteristics of longissimus lumborum steaks from cull Holstein cows. *Meat Science*, 96, 1227-1232.
- Residiwati, G., Azari-Dolatabad, N., Tuska, H. S. A., Sidi, S., Van Damme, P., Benedetti, C., ... & Pascottini, O. B. (2021). Effect of lycopene supplementation to bovine oocytes exposed to h eat shock during in vitro maturation. *Theriogenology*, 173, 48-55.
- Ristic, M., Miscevic, B. (2012). Survey of the tenderness of meat of beef, pork, poultry and r abbit - A comparison. *Fleischwirtschaft(Frankfurt)*, 92(2), 100-104.
- Stuart. (2021). 17 Everyday Products You Won' t Believe are Made from Cows. *faunafacts*. ht tps://faunafacts.com/cows/cow-products.
- Terjung, N., Witte, F., & Heinz, V. (2021). The dry aged beef paradox: Why dry aging is som etimes not better than wet aging. *Meat Science*, 172, 108355.
- Tran, T. U., Suzuki, K., Okadome, H., Homma, S., Ohtsubo, K. i. (2004). Analysis of the tastes of brown rice and milled rice with different milling yields using a taste sensing system. *Food Chemistry*, 88(4), 557-566.
- Voges, K. L., Mason, C. L., Brooks, J. C., Delmore, R. J., Griffin, D. B., Hale, D. S., Henning, W. R., Johns, D. D., Lorenzen, C. L., Maddock, R. J., Miller, R. k., Mogen, J. B., Baird, B. E.,

Gwartney, B. L., Savell, J. W. (2007). National beef tenderness survey-2006: Assessment of Warner-Bratzler shear and sensory panel ratings for beef from US retail and foodservice establishments. *Meat science*, 77(3), 357-364.

Warren, K. E., Kastner, C. L. (1992). A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins. *Journal of Muscle Foods*, 3(2), 151-157.

Zhao, C. J., Schieber, A., Gänzle, M. G. (2016). Formation of taste-active amino acids, amino acid derivatives and peptides in food fermentations-A review. *Food Research International*, 89, 39-47.

강진욱. (2022년 6월 22일). 스웨덴 항공사 “세계 최초로 ‘지속가능 연료’ 100%로 비행 성공”. 연합뉴스. <https://www.hankyung.com/international/article/202206228187>.

김기원, 백형희. (2003). Reaction flavor 기술을 이용한 구운 쇠고기향 개발. *Korean Journal Food Science Technology*, 35(6), 1045-1052.

김환이. (2022년 6월 25일). 스타트업 심브로시아, 해초사료 첨가제로 소 메탄 배출 80% 감축, impacton. <https://www.impacton.net/news/articleView.html?idxno=4345>.

농촌진흥청. (2007), 식육의 테마상식.

손지용. (2019). 숙성육 관련 소비자 인식과 마케팅 대응방안. 농촌진흥청 국립축산과학원 기술지원과.

신정섭. (2020) 소고기 소비성향 변화와 숙성육 인식에 관한 연구. *한국산학기술학회논문지*. 21(9), 373-379.

이연정, 김천제, 김진형, 박범영, 성필남, 강근호, 김동훈, 조수현. 한우육의 육질등급 및 부위별 지방산 조성 비교 (2010) *한국축산식품학회지*. 30(1),110-119

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

이희영, 김종찬. (2020). E-sensing 기술 응용 건조 숙성육 품질 평가. *축산식품과학과 산업*, 9(2), 46-52.

장혜림, 박서연, 이종현, 황명진, 최용민, 김세나, 김진형, 황진봉, 서동원, 남진식. 한우육 및 돈육의 부위별 지방 함량 및 지방산 조성 비교 (2017). *한국식품영양과학회지*. 46(6),703-712

정인철, 김미숙, 강세주. (1997). 저장기간에 따라 추출된 쇠고기 Actomyosin 의 생물활성 변화. *한국식품영양학회지*, 10(3), 401-406.

최정균. (2017년 7월 7일). 사료에 비타민C 넣으면 미세 마블링 형성, 농민신문. <https://m.nongmin.com/246616>.

축산물품질평가원, 서울대학교. (2016). 한우고기 건식숙성 방법 설정 연구. 한우자조금위원회.

한국식육과학연구회. (2018). 식육과학. 선진문화사.

농림축산식품부. (2018), 한우 6차 산업화 활성화 방안.

문성호. 2010. 제주흑우 마케팅을 위한 육질 등급판정 비교분석. 한국종축개량협회. 10월호.

양영훈. 2000. 한우의 개량체계와 제주흑우의 개량 여건. 동물과학논총. 15:89-101.

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품기술융합창의인재양성사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품기술융합창의인재양성사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.