

발간등록번호

76-6480095-000002-10

청렴  세상

잘게 만드는 완전히 새로운 경남

# 2019년도 축산시험연구·사업보고서





## 발 간 사

우리나라의 축산업은 안전한 먹거리를 생산하는 중요한 산업입니다. 지난 50년 동안 약 20배의 비약적인 양적 성장을 하였고, 전체 농업소득 1위를 차지하는 산업입니다. 그러나 현재 수입 축산물 증가와 가축질병, 환경문제 등이 대두 되면서 축산업을 지속 발전시키는데 많은 어려움을 겪고 있습니다. 이러한 어려움 속에서도 축산관련 기관, 단체, 농가에서는 축산업의 경쟁력을 높이기 위해 많은 노력을 하고 있습니다. 앞으로 축산업은 친환경, 동물복지, 축산냄새 저감, 수입육에 대한 경쟁력 확보를 위한 품질개선에 주력하여 할 것 입니다,

경남 축산연구소에서는 한우 생산기반 확충을 위해 우량한우 수정란을 2016~2019년까지 2,934개를 보급 하였으며, 한우농가에 수정란공급 사업을 점차 확대하기 위해 수정란 이식센터 1동을 완공하였습니다. 2020년부터는 매년 1,300개 이상의 수정란을 농가에 보급하여 우량한우 개량을 위한 생산기반을 구축하도록 할 것입니다. 그리고 양돈농가 경영에 도움이 되고자 그동안 우수한 유색계통(두록, 버크셔) 종돈을 분양하는 웅돈 분양 전문 종돈장으로 자리매김 하였고, 2004년부터 2019년 까지 총 2,600두를 도내 양돈농가에 보급하여 농가현장에서 생산성향상과 돈육 품질의 부가가치를 상승시켜 농가로부터 좋은 평가를 받고 있습니다.

그리고 축산농가의 기술수준향상, 생산성제고, 농가 애로사항 해소를 위해 한우, 양돈농가를 대상으로 실습 위주의 심화 기술교육을 매년 실시하고, 농가 맞춤형 컨설팅도 한우와 양돈농가를 대상으로 매년 실시하고 있습니다. 또한 축산농가 애로기술 해소와 실용화 기술을 개발하기 위하여 한우수정란 생산보급 관련 연구, 돼지 생산성 향상 기술연구, 가축분뇨자원화 및 축산냄새 감소 시험연구, 조사료 품질 향상을 위한 조사료 품질평가 사업 등을 꾸준히 실시하고 있습니다.

우리 연구소는 앞으로도 우량 한우와 종돈 개량으로 우수 핵군을 조성하여 농가에 우량 종축을 보급하고, 축산농가가 실제 피부로 느낄 수 있는 실용화 기술개발 시험 연구 사업을 추진하여 농가 소득증대에 기여 할 수 있도록 더욱 향상된 축산기술 서비스를 구현해 나가겠습니다. 앞으로도 도내 축산농가 여러분의 지속적인 관심과 격려를 당부드립니다.

2020년 4월 축산연구소장 이진우



## - 차 례 -

<b>I. 일반현황</b> .....	<b>3</b>
○ 연혁, 기구 및 인력, 부지현황 .....	3
○ 시설현황, 보유가축, 주요기능 .....	4
<b>II. 2019년 주요성과 및 과제</b> .....	<b>6</b>
○ 주요성과 .....	6
○ 과제 .....	6
<b>III. 2020년 정책목표 및 이행과제</b> .....	<b>7</b>
<b>IV. 2019년 예산개요</b> .....	<b>9</b>
<b>V. 담당별 주요업무 및 연락처</b> .....	<b>10</b>
<b>VI. 축산시험연구 및 사업보고서</b> .....	<b>11</b>
○ 한우 수정란 생산 및 이식 .....	13
- 공란우의 OPU 난포란 채취 및 수정란 생산 향상 방안 연구 -	
- 한우수정란 동결생존율 향상 연구 -	
○ 한우생산성 향상 기술 연구 .....	31
- 초음파를 활용한 한우 생산성 향상 기술 연구 -	
○ 수정란 이식 한우 수태율향상을 위한 사양기술 개발연구 .....	39
- 보호베타카로틴 개발 및 이의 적정급여량 결정연구 -	
○ 축산미생물 활용 기술 연구 .....	61
- 발효탄수화물 처리에 따른 돈사 슬러리 미생물군집 변화 분석 -	
○ 돼지 경제형질 유전육종 연구 .....	73
- 특정 유전자 마커와 표현형 형질 사이의 연관성 연구 -	
○ 돼지 생산성 향상 기술 연구 .....	89

- 향산화제 첨가가 돼지 정액성상에 미치는 영향 -	
○ 가축분뇨 자원화 시험연구 .....	103
- 첨가제를 활용한 축분처리시설 악취저감 연구 -	
○ 한우 능력 개량 농가보급 .....	119
○ 우량암소 수정란 이식 지원사업 .....	129
○ 조사료 품질관리 지원 사업 .....	135
○ 종돈 능력 개량 농가보급 .....	141
○ 축산농가 서비스 제공 .....	157
- 축산농가 종합 컨설팅 -	
- 축산농가 심화 기술 교육 -	

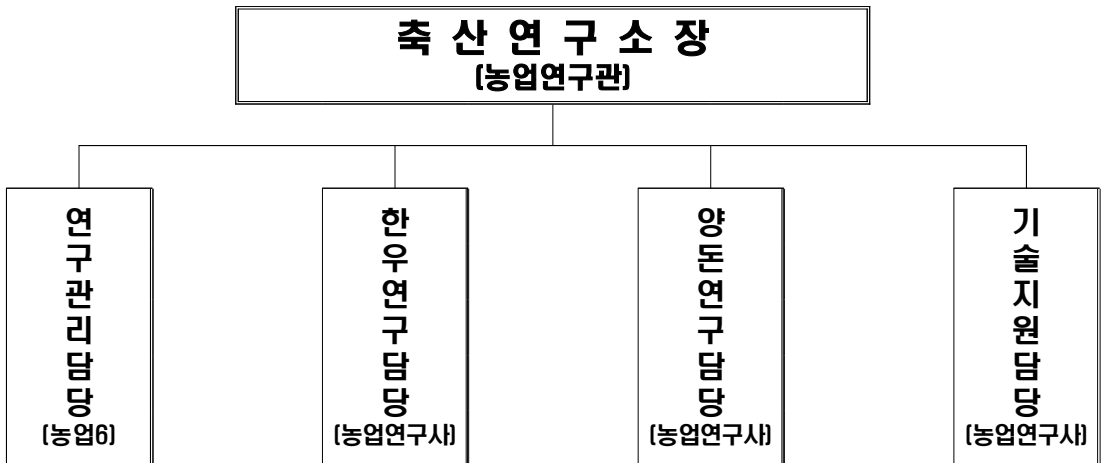
# I. 일반 현황

## 연혁

- 1946. 4. 1 경상남도 종축장 설치
- 2001. 8. 9 경상남도 첨단양돈연구소 설치
- 2007. 7. 1 축산진흥연구소 + 첨단양돈연구소 통폐합
  - ➔ 축산진흥연구소 산청청사
- 2008. 7. 3 축산진흥연구소 2개과(신기술응용, 생명공학) 폐지
  - ➔ 축산진흥연구소 축산시험장
- 2017. 11. 2 축산진흥연구소 기관명칭변경
  - ➔ 동물위생시험소 축산시험장
- 2019. 1. 2 축산진흥연구소에서 기관분리(독립)
  - ➔ 경상남도 축산연구소

## 기구 및 인력

- 기 구 : 4 담당



○ 인 력 : 정원 20명 / 현원 19명

(2020년 3월 기준, 정원/현원)

구분	계	일 반 직											연구 직 (농연)	
		소계	농업 농연 수연 (5급)	농업 농연 (6급)	행정 농업 (7급)	수의 (7급)	시설 관리 (7급)	행정 (8급)	운전 (8급)	시설 관리 (8급)	농업 (9급)	운전 (9급)		위생 (9급)
정원	20	11	1	1	1	2	-	-	-	2	2	1	1	9
현원	19	11	1	1	3	1	2	-	-	-	2	-	-	9

- 공무원 : 정원 6명(청사관리 1, 종축관리 4, 단순노무1)

### 부 지 현 황

○ 총면적 : 67.8ha(시설부지 24ha, 목초지 29.8ha, 임야 등 14ha)

### 시 설 현 황

○ 시설현황 : 27동, 연면적 9,540㎡

계	본관 및 관리사	우사	돈사	창고 및 기계실	차량소독	축분처리	교육돈 사
27동 9,540㎡	2동 2,109㎡	6동 2,178㎡	7동 2,936㎡	5동 727㎡	2동 87㎡	4동 1,260㎡	1동 243㎡

### 보 유 가 축

○ 한우사육현황(2020년 03월 기준)

구분	합 계				황 우				흰 우			
	계	성우	육성	자우	계	성우	육성	자우	계	성우	육성	자우
계	111	74	11	26	99	65	10	24	12	9	1	2
암	94	69	10	15	88	65	10	13	6	4	0	2
수	17	5	1	11	11	-	-	11	6	5	1	0



○ 중돈사육현황(2020년 03월 기준)

구 분	합 계				미국듀록				미국흑돈				일본흑돈			
	계	성돈	육성	자돈	계	성돈	육성	자돈	계	성돈	육성	자돈	계	성돈	육성	자돈
계	705	104	313	288	424	61	185	178	226	33	106	87	55	10	22	23
암	389	89	160	140	237	52	96	89	123	29	54	40	29	8	10	11
수	316	15	153	148	187	9	89	89	103	4	52	47	26	2	12	12

**주요기능**

- 우량 종축 개량보급 및 실증실험
- 친환경 축산기술 시험연구 및 실용화
- 가축유전자원 관리 및 축산생명공학 연구
- 고능력 한우 수정란 생산보급 및 핵이식 연구
- 첨단기술의 현장적용연구 및 양축농가 사양기술 지도
- 산학연 컨소시엄 및 공동연구 추진 등

## Ⅱ. 2019년 주요성과 및 과제

### 1. 주요성과

---

#### 우수 한우수정란 보급 기반 마련 및 우량 종돈 보급 시스템 구축

- 우수 한우수정란 농가보급을 위한 기반 구축
  - 수정란 생산 및 이식 지원사업 시행 : 6개 시·군(진주, 합천, 함양, 거창, 고성, 산청)
  - '19년 한우 수정란 농가공급 : 1,062개
- 우수 종돈개량 및 농가분양으로 고품질의 양돈 생산 기반 구축
  - 종돈 개량을 위한 능력검정 : 1,040두
  - 우수 종돈 농가 분양 : 133두

#### 맞춤형 축산기술 서비스 지원

- 축산농가 맞춤형 기술교육 관심 고조 및 신기술 정보 신속 제공
  - 축산농가 심화기술교육 : 7회/63명(한우 : 63명)
- 조사료 품질평가를 통한 도내 조사료 품질 향상 및 균일화 도모
  - 경남 도내 생산 조사료 품질 검사 및 등급화 : 102건 / 3개 시·군
- 축산농가의 애로사항 해소를 위한 농가컨설팅 지속 추진 : 44회

### 2. 과 제

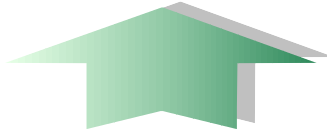
---

#### 축산환경변화에 대응하고 경쟁력 있는 축산연구기관 활성화 박차

- 한우개량 및 수정란사업 역량강화를 통한 가시적인 성과 도출
- 종돈 개량강화 및 우량자원 확보로 신뢰받는 종돈분양 유지
- 맞춤형 축산기술교육 강화(한우 인공수정) 및 연구사업 확대추진 필요

### Ⅲ. 2020년 정책목표 및 이행과제

우량종축 생산과 친환경 축산기술 개발 보급



#### 이행과제

- 우량 한우 생산 및 개량기술 촉진
- 우량 종돈 생산 및 개량 보급
- 축산 신기술 개발 활용
- 맞춤형 축산기술 서비스 제공

## 우량종축 생산과 친환경 축산기술 개발 보급

### ① 우량 한우 생산 및 개량기술 촉진

- 우량 한우 핵군 조성을 통한 청정 한우 생산 기반 구축
  - 한우 핵군 조성 및 우량 한우 생산·매각 : 핵군 102두, 생산 36두, 분양 26두
  - 한우 능력개량 농가 보급 : 우수 한우수정란 1,300개, 최소 정액 100개

### ② 우량 종돈 생산 및 개량 보급

- 원종돈 품종 유지와 우수 종돈 분양으로 고품질의 양돈 생산 기반 구축 및 특성화된 경남 돼지 기반 구축
  - 우수 종돈 농가 보급을 위한 능력검정 : 1,200두
  - 종돈생산 1,331두, 분양 150두, 검정종료 1,200두 등

### ③ 축산 신기술 개발 활용

- 축산 새기술 개발 역량 강화 및 농가 애로사항 해소를 위한 자체 및 공동 시험·연구 추진
- 축산연구 : 8과제
  - 한우·돼지 생산성 향상 관련, 한우 수정란 관련, 가축분뇨자원화 등

### ④ 맞춤형 축산기술 서비스 제공

- 축산농가 맞춤형 기술교육확대 및 신기술 정보 신속 제공
  - 축산농가 심화기술교육(한우, 양돈) : 7회, 70명
  - 시험연구보고서 및 소식지 발간 : 2,100부
- 축산농가의 애로사항 해소를 위한 기술보급 및 컨설팅 : 40회
- 조사료 품질 향상 및 균일화 도모를 위한 조사료 품질평가 추진 : 100건

## IV. 2019년 예산개요

### □ '19년도 세입예산 : 476백만원

(단위 : 천원)

구 분	계	사업장 생산수입		
		한우 생산수입	돼지 생산수입	퇴비 매각수입
축산연구소	476,300	96,900	376,595	2,805
비 중(%)	100%	20%	79%	1%

※ 한우·돼지 생산수입(자우·육성우·성우매각, 농가분양·미선발돈·도태돈 매각)

### □ '19년도 세출예산 : 2,885백만원

(단위 : 천원)

구 분	계	사업예산	행정운영	비고
축산연구소	2,884,699	1,270,327	1,614,372	
비 중(%)	100%	44%	56%	

### □ 주요사업별 예산현황

(단위 : 천원)

단 위 사 업 별		사 업 비		
		계	국비	도비
합 계		2,884,699	167,350	2,717,349
가축능력개발 및 우수종축 보급	- 한우능력개발 농가보급 - 한우젓소개발 지원 - 종돈능력개발 농가보급	934,033	159,000	775,033
축산농가서비스 제공 및 축산기술시험	- 한우수정란 생산 및 이식 - 조사료 품질관리 지원 - 한우 생산성 향상 기술연구 - 축산농가 종합 컨설팅 제공 - 돼지 생산성향상 기술연구 - 축산 미생물 활용 기술 연구 - 돼지 경제형질 유전육종 연구 - 가축분뇨자원화 시험연구	208,363	1,850	206,513
청사관리 및 환경개선	- 청사 유지보수 및 정비	127,931	0	127,931
인력운영비	- 인력운영비	1,440,444	6,500	1,433,944
기본경비	- 기본경비	173,928	0	173,928

## V. 담당별 주요업무 및 연락처

대표전화 : (055)254-3111, FAX : (055)254-3119

부서명	직급	성명	전화번호	주요담당업무
소 장	농업연구관	이 진 우	254-3110	축산연구소 업무총괄
연구관리 담 당	농업6급	민 훈 식	254-3112	연구관리담당 업무총괄
	농업연구사	김 혜 진	254-3113	급여, 수당, 조사료품질평가
	운전7급	신 중 오	254-3115	차량 및 시설물 관리
	농업7급	이 병 석	254-3116	공유재산 및 기록물관리, 보안
	행정7급	박 보 하	254-3114	예산, 지출, 계약, 보안
한우연구 담 당	농업연구사	신 년 학	254-3142	한우연구담당 총괄
	농업연구사	천 혜 영	254-3123	한우수정란 생산 연구
	농업연구사	양 영 록	254-3125	한우사 제반관리 운영 및 감독
	수의7급	이 희 근	254-3125	한우질병 진료 및 치료
양돈연구 담 당	농업연구사	이 성 훈	254-3132	양돈연구담당 총괄
	농업연구사	정 미 애	254-3133	돈사 현장 관련 제반 업무
	농업연구사	김 남 주	254-3134	돼지 육종 관련 시험 연구
	시설관리7급	이 만 달	254-3173	분만돈, 자돈, 시험돈 관리
	지방농업서기보	서 정 준	254-3173	양돈사 관리
	지방농업서기보	하 경 철	254-3173	양돈사 관리
기술지원 담 당	농업연구사	안 창 섭	254-3132	기술지원담당 총괄
	농업연구사	강 철 훈	254-3143	자료발간, 분뇨자원화 시험연구
	시설관리7급	김 치 수	254-3145	분뇨자원화 및 매각

## VI. 축산시험연구·사업보고서





# 한우 수정란 생산 및 이식

(공란우의 OPU 난포란 채취 및 수정란 생산 향상 방안 연구)





과제구분	시험연구과제		참여기관	경상남도 축산연구소	
수행시기	2019년	연구기간	2018-2019	예산	5,000천원
연구과제명	한우 수정란 생산 및 이식				
세부과제명	공란우의 OPU 난포란 채취 및 수정란 생산 향상 방안 연구				
구분	소속	성명	전화번호	담당 임무	
연구책임자	축산연구소	신년학	254-3122	연구업무총괄	
공동연구자	〃	양영록	254-3124	OPU 채란 및 보조	
〃	〃	천혜영	254-3123	난자 선별 및 수정란 배양	
〃	〃	이희근	254-3125	공시축 마취 및 질병관리	
〃	〃	김선진	254-3172	현장업무협조(공시축 관리·보정)	
〃	〃	이호영	254-3172	현장업무협조(공시축 관리·보정)	
〃	〃	이진우	254-3110	연구업무지도	

## I. 연구목적

- 공시축의 OPU(Ovum Pick-Up) 채란 실시 후 휴지기 없이 인공수정을 통한 수태가 가능(분만 후 재 채란)하기 위해서는 공시축 번식능력 또는 생식기능 향상으로 공란우의 활용방안을 증대시킬 방안을 강구해야한다.
- 국내는 체계적인 수정란 생산 프로그램의 부재로 수정란 이식 효율이 외국에 비해 현저히 낮고, 우량 한우 생산 체계가 수소 위주로 되어있어 계량의 속도가 더디다. 따라서 유전능력이 우수한 공란우의 활용성 향상을 위해 OPU 초음파기를 이용하여 난자를 채취하고, 우수한 수정란을 생산하고자 하는데 목적이 있다.

## II. 연구배경 및 기술현황

- 한우의 가격은 육질 및 육량 등급에 의하며, 육질은 60% 이상의 높은 유전력으로 우량 유전자 확보하는 것이 필요하고 건강육에 대한 관심 증대로 육량을 높이는 것이 농가의 경제성 향상에 필수적이다.

- 수정란 생산에 필요한 우량 공란우(Elite cow)의 확보가 매우 어렵고, 확보된 공란우로부터 수정란의 대량생산을 위한 OPU 반복사용은 생식기능의 악화를 초래한다.
- 비타민 E가 결핍되면 자궁 내에서 수정란의 착상 후 발육이 방해되며 생식기능이 저하되며, 유산 및 불임증이 생기거나 근위축으로 운동마비를 일으킨다고 알려져 있다.
- 1차년도에 실시한 난포란 회수율과 배반포 발달율은 84회 실시하여 각각 63.4%와 29% 나타났다. 2차년도(2019년)에는 공시축의 생식기능 향상으로 난자 회수율과 난자등급을 높여 많은 수의 배반포(이식가능 수정란)를 생산하는 등 공란우의 장기사용 방법 강구가 필요하다.
- 따라서 본 연구에서는 공란우에 적절한 비타민제 처리로 난자 회수율 향상, 질 좋은 난자의 회수로 배반포 발달율을 향상, OPU 체란 효율성을 높여 공란우의 사용기간을 늘리고자 한다.

### III. 수행방법

Table 1. OPU 유래 수정란 생산 과정

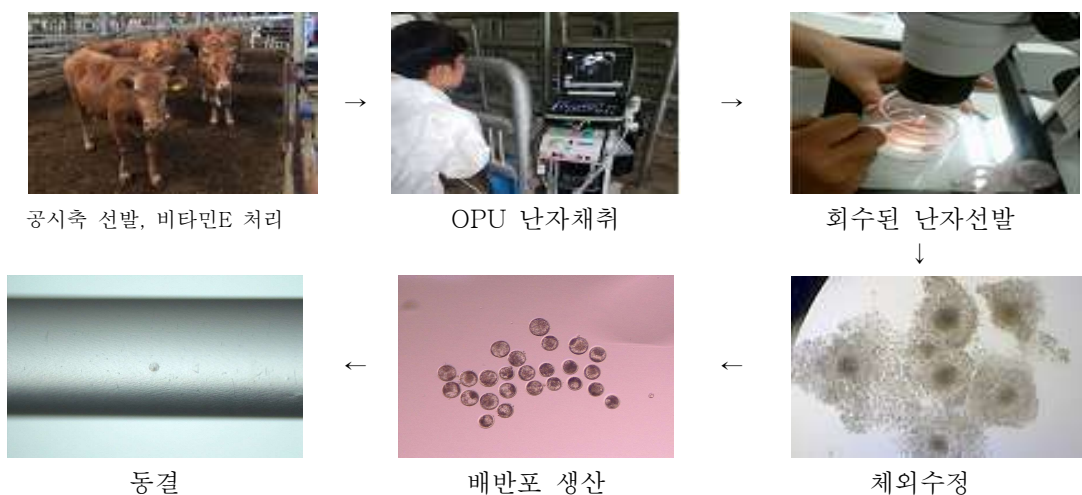


Table 1은 OPU 유래 수정란 생산과정을 나타낸 표이다. 본 실험은 OPU 채란 부터 수정란 생산까지 전 과정을 축산연구소에서 진행하였다. OPU 채란 실시 전 공시축 생식기 검사를 실시하여 채란 가능한 개체를 선발하였고, 생식기 검사 후 난소 유착, 난포가 극소수 인 경우 및 채란 실시 후에는 공시축을 즉시 인공수정으로 전환하였다. 처리구는 대조구(control)와 비타민E 처리구(treatment)로 나뉘서 실시하고, 처리구 5두로 2~3주마다 채란 실시 1주 전 비타민 E 투여하였다.

Table 2. OPU 채란과 처리구에 사용된 재료

물 품	종 류
OPU 초음파기	초음파 화상진단기, 프로브, 진공펌프 등
OPU 관련 물품	전용 주사바늘, Aspiration Line, 채란액 등 관련 소모품
비타민제	비타민E

Table 3. OPU 난포란 채취 및 비타민제 처리방법

방 법	과 정
OPU 난자 회수	공시축 보정 → 마취(리도카인, 자일리진) → 난소 견인 → 프로브 주입, 난포 확인 → 니들 주입 및 회수 → 자궁 세척
비타민제 처리	공란우 선정 → 처리구별 배치 → 비타민E 처리 → OPU → 비타민E 처리 → OPU

#### IV. 결과 및 고찰

Table 4. OPU 난포란 채취에 사용된 공시축 내역

번호	연번							형매도축성적					유전능력	비고				
	바코드	생년월일	KPN	등록	계대	체형	산차	후대 도축성적										
1	002081-999912	2012-12-10	757	고등	6	A	5	465(1++)	528(1)			511(1++)	401(1++)	449(1++)	378(1+)	431(1+)	aada	대조구
2	002309-900067	2015-01-12	881	고등	5	A	1					503(1++)	576(1+)	450(1)			dbab	
3	002308-384127	2014-0216	771	고등	4	A	2	574(1+)									ccdd	
4	002074-608865	2012-03-31	654	고등	6	A	5	585(1++)	430(1+)								ccca	
5	002051-412399	2010-02-10	658	고등	3	A	4	495(1++)				507(1++)					dcad	
6	002061-152960	2011-01-08	685	혈통	5		5	483(1+)	450(1)	400(1)							abdb	
7	000199-702174	2006-12-08	494	고등	2	B	10	489(1++)	452(1++)	400(1+)	390(1+)	483(1++)	462(1++)				ccdc	처리구
8	002005-932838	2008-02-25	431	고등	3	B	6	422(1++)	335(1+)			438(1+)					ddcd	
9	000194-434728	2006-04-16	388	고등	2	D	7	491(1++)	388(1++)	487(1+)	388(1+)	384(1+)	446(1+)	439(2)			ddbd	
10	002048-112869	2009-08-03	626	혈통	2		7	472(1++)	588(1++)			442(1+)					daaa	
11	002107-445711	2016-04-18	872	고등	6	A	1										aabb	

축산연구소에서 선발되어 채란에 사용되는 공란우는 현재 19두(구입우 포함)이다. 임신, 분만, 포유 등 여러 가지 이유로 모든 개체의 채란 사용은 불가능 하고, 임신에 관여하지 않고 난소상태가 좋은 개체에 한하여 연간 10두 정도 채란에 사용한다. OPU 난자 채취 시술 중 난포수 및 채취된 난자수가 눈에 띄게 감소하거나 난소에 무리가 가는 상황이 발생하면 즉시 채란을 멈추고 인공수정 및 일반 사양관리로 전환된다. 2019년 본 연구사업에 사용된 공시축은 축산연구소 공란우 8두와 시험우 3두, 총 11두의 공시축으로 시험 연구를 진행하였다. 공란우는 Elite cow 또는 그에 준하는 후대도축성적이 있거나 형매 도축성적을 확인하였고, 시험우는 인공수정을 하지 않은 암소 중 난소 상태가 좋은 개체를 선발하였다. 축산연구소에서 공란우 선발할 당시 Elite cow 기준은 육질등급 1++, 등심단면적 110cm<sup>2</sup> 이상의 후대를 생산해 본 경험이 있는 암소였지만 최근에 한국종축개량협회에서 그 기준을 상향시켰다. 상향된 기준은 후대 도축성적 중 육질등급 1++, 육량등급 B 이상, 도체중 450kg 이상, 등심단면적 110cm<sup>2</sup> 이상이다. 향후 축산연구소에서 생산되는 수정란의 공란우 선발 및 구입은 바뀐 기준을 적용하여 선발 할 계획이다.

Table 5. 처리구별 개체내역, 채란회수, 난포수, 난자수, 평균회수난자 및 회수율 비교

구분	개체 번호	OPU 난자 채란					
		채란횟수 (회)	채란 난포 (개)	채란 난자 (개)	회수난자 (개)	평균회수 난자(개)	회수율 (개)
대조구 (비타민 E 비투여)	9991	11	205±2.04	205±2.04	123±1.57	11.1	60.0
	0006	21	306±1.52	306±1.52	171±1.16	8.1	55.9
	8412	6	129±2.10	129±2.10	87±1.82	14.5	67.4
	0886	6	105±1.57	105±1.57	74±1.32	12.3	70.5
	1239	3	112±0.46	112±0.46	80±2.24	26.7	71.4
	5296	3	31±2.01	31±2.01	24±1.83	8	77.4
	계	50	888±2.38	888±2.38	559±1.96	11.2	63.0
처리구 (비타민 E 투여)	0217	21	314±1.73	314±1.73	212±1.50	10.1	67.5
	3283	16	228±2.03	228±2.15	120±1.17	7.5	52.6
	3472	12	174±1.22	174±1.22	91±1.02	6.5	52.3
	1286	13	247±1.54	247±1.54	186±1.69	14.3	75.3
	4571	4	76±1.59	76±1.59	62±2.21	15.5	81.6
	계	66	1,039±1.76	1,039±1.76	671±1.64	10.2	64.6
총계		116	1,927±2.06	1,927±2.06	1,230±1.78	10.6	63.9

OPU 난포란 채란에 따른 처리구별 개체내역, 채란 횟수, 채란 난포수, 회수된 난자수, 회당 회수된 난자수 및 회수율은 Table 5에 나타나있다. 대조구와 처리구는 각각 50회, 66회 실시하여 본 실험은 총 116회 채란을 실시하였다. 6두로 실시한 대조구는 총 888개의 난포가 관찰되었고, 그 중에 559개의 난자가 회수되어 63.0%의 회수율을 보였다. 처리구는 1,039개의 난포 중에 671개의 난자가 회수되어 회당 회수된 난자는 10.6개였고, 회수율은 64.6%였다. 모든 내역이 개체별로 차이가 많이 났지만 평균 회수율은 처리구가 대조구에 비하여 조금 높게 나타났음을 알 수 있다. 특히 0217과 1286은 많은 채란을 실시하였지만 회수율은 67.5%와 75.3%로 채란을 10회 이상 실시한 다른 개체들 보다 월등히 높았음을 알 수 있었다. 비타민 E 처리는 채란시작 시점에 난소 상태 등 번식능력이 좋은 개체에서는 회수율이 어느 정도 효과가 있는 것으로 보아 향후 더 깊은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Figure 1은 처리구별 채란 회수에 따른 회수율 비교를 나타내었다. 대조구와 처리구는 전반적으로 채란이 지속될수록 회수율은 낮아지는 경향을 보여진 등(2010)의 보고와 비슷한 양상을 나타내었다. 하지만 비타민 E 처리를 한 시점 이후에는 회수율이 증가하는 경향을 보이다 다시 감소하는 시점에 투여를 하면 증가하는 경향을 보였다. 암소의 번식능력, 특히 난소상태와 채란기간 등에 따라서 개체별로 많은 차이는 있겠지만, 비타민 E가 항산화 물질로서 번식능력 향상에 도움이 된다는 것을 알 수 있다.

Figure 1. 처리구별 채란 회수에 따른 회수율 비교

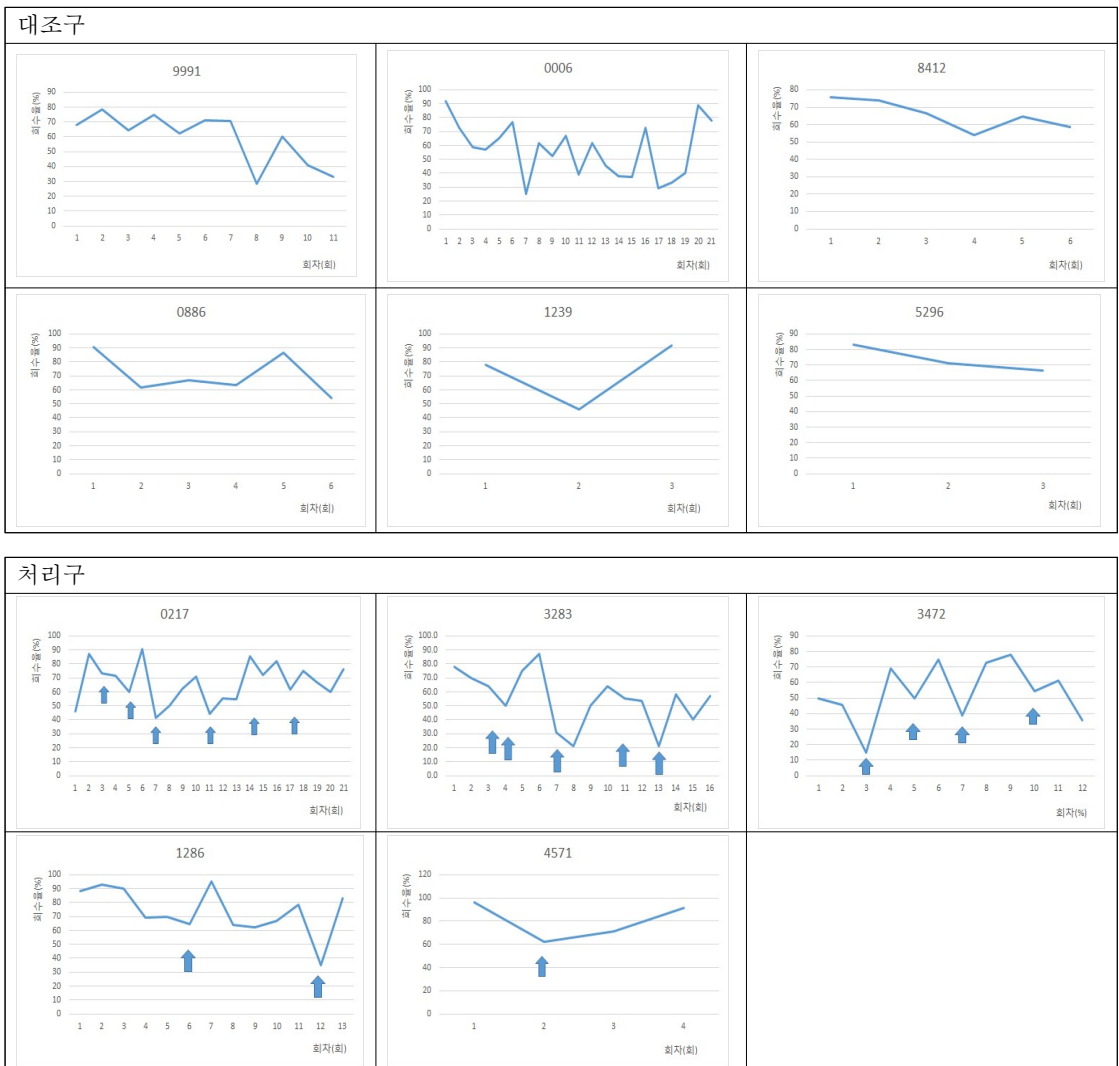




Table 6. 처리구별 난자 등급 비교

구분	개체번호	난자등급						계
		상		중		하(폐기)		
		개수(개)	비율(%)	개수(개)	비율(%)	개수(개)	비율(%)	
대조구	9991	30	24.4	64	52.0	29	23.6	123
	0006	30	17.5	75	43.9	66	38.6	171
	8412	16	18.4	47	54.0	24	27.6	87
	0886	12	16.2	38	51.4	24	32.4	74
	1239	8	10.0	45	56.3	27	33.8	80
	5296	10	41.7	12	50.0	2	8.3	24
	계	106	<b>19.0</b>	281	50.3	172	30.8	559
처리구	0217	64	30.2	90	42.5	58	27.4	212
	3283	35	29.2	45	37.5	40	33.3	120
	3472	25	27.5	46	50.5	20	22.0	91
	1286	45	24.2	120	64.5	21	11.3	186
	4571	19	30.6	27	43.5	16	25.8	62
	계	188	<b>28.0</b>	328	48.9	155	23.1	671

Table 6은 처리구별 난자 등급을 비교한 표이다. 본 연구에서 가장 중점적으로 체크 한 부분이며 총 등급은 3단계(상, 중, 하)로 나누었다. 상급은 난구세포가 충실히 부착되어있고 세포질이 균일한 난자, 중급은 난구세포가 적당히(2겹 정도) 분포되어있고 세포질이 균일한 난자, 하급은 난구세포가 없고 세포질이 비정상적인 난자(성숙 난자 포함)으로 분류하였다. 대조구와 처리구의 상급은 106개(19.0%) 및 188개(28.0%)로 처리구에서 난자 등급이 좋게 나타났다. 처리구별 중급은 큰 차이가 없었던 반면, 하급에서 처리구(23.1%)가 대조구(30.8%)보다 월등히 낮았다.

## V. 결론

OPU 유래 난자의 채취가 진행됨에 따라 최초의 채란 이후 난소의 기능저하와 생산 난포수 감소 등으로 채란율이 저하되고, 난자의 등급 또한 저하되기 때문에 이를 향상시키기 위해서 비타민 E 처리를 하였다. 생식기능의 향상으로 채란 횟수를 줄이면서 난자 회수율을 향상시켜 공란우의 장기사용 방법 강구가 필요하여 본 실험을 실시하였으나 난포수 감소 시점(2~4주 간격)에 비타민 E 투여 실시한 결과 처리구(64.6% vs. 63.0%)가 약간 높았다. 비타민 E 투여군인 0217, 3283은 2018년 하반기 까지 채란 집중 실시하고 2~3개월의 휴지기를 주었으나 충분한 난소 회복이 되지 않았을 것으로 판단된다. 또한 3472는 경상대학교와 공동으로 추진한 연구에서 공시축으로 1년 이상 사용했기 때문에 이 개체 또한 생식기가 충분히 회복되지 않은 상태에서 채란을 실시하였기에 효과가 없었다.

따라서 하반기에는 처리구를 바꿔서 실시하려고 하였지만 상반기에 많은 채란 실시로 난소상태는 악화되어 비타민제 효과가 없을 것으로 판단하였다. 본 연구에서 가장 비중 있게 본 난자 등급에서는 처리구가 대조구에 비해서 확실히 효과가 있었음을 알 수 있었다. 처리구가 하급의 비율(23.1%)은 낮은 반면 상급의 비율(28.0%)이 아주 높았다. 비타민 E의 처리는 OPU 채란 전 생식기능에 도움을 주어 대조구보다 건강하고 질 좋은 난자가 채취되었음을 알 수 있다. 향후 OPU 채란 전 비타민 E 처리하는 것은 채란 효율성 향상에 도움을 주고 최종적으로 경남한우 개량에 많은 도움을 줄 수 있을 것이라 기대된다.

## VI. 기대효과 및 향후계획

1. 난포발달유도 처리에 의한 난자 채란 기술 개발 · 확립
2. 우수 난자를 활용한 수정란 생산기술의 확립
3. 높은 육질관련 유전형질을 보유한 개체를 선택하여 우량 후대축 양산
4. 우수유전자를 갖고 있는 한우의 수정란 이식을 통한 품종개량 및 대량생산
5. 향후계획
  - 수정란 이식 효율 향상을 통한 고능력 공란우의 활용 범위를 확대

# 한우 수정란 생산 및 이식

(한우 수정란 동결생존율 향상 연구)





과제구분	시험연구과제	참여기관	경상남도 축산연구소		
수행시기	2019년	연구기간	1년	예산	15,000천원
연구과제명	한우 수정란 생산 및 이식				
세부과제명	한우 수정란 동결생존을 향상 연구				
구분	소속	성명	전화번호	담당 임무	
연구책임자	축산연구소	천혜영	254-3123	연구업무총괄	
공동연구자	〃	송유미	254-3123	연구수행	

## I. 연구목적

한우 체외 수정란 이식은 유전적으로 우수한 공란우로부터 난자를 채취하여 우수 KPN정액과 체외수정을 통해 생산된 수정란을 수란우에 이식하여 임신시키는 기술이다. 이는 개량시간을 단축시킬 뿐만 아니라 우량형질을 신속하게 보급할 수 있는 장점이 있어 최적의 가축개량기술로 각광받고 있다.

본 사업은 경상남도 한우수정란센터 설치 및 운영 조례(2014-04-03 조례 제 3900호)와 우량 암소 수정란 이식 지원 사업에 따라 수정란의 대량생산을 위한 기반조성을 구축, 축산 경쟁력 제고 및 한우 육종개량 기지화를 위하여 추진되었다.

## II. 연구배경 및 기술현황

동결란은 발정동기화가 필요치 않아 이식이 용이하고 장거리 농가로의 공급이 가능한 장점을 가진다. 하지만 동결 스트레스를 거치므로 신선란에 비해 수태율이 낮아 농가에서 이식을 꺼리는 실정이다. 이에 우리 연구소는 2018년도 「한우 체외수정란 동결보존에 관한 연구」를 통해 평균 37.6%(최대 43.2%)의 배반포 생산율과 평균 81%(최대 100%)의 동결생존율에 도달하였고, 수정란의 동결생존율을 보다 향상시키기 위해 2019년도 「한우 수정란 동결생존율 향상 연구」를 추진하였다.

동결생존율 향상을 위한 prefreezing additive로는 불포화지방산인 Linoleic acid (18:2n-6)를 선정하였다. Linoleic acid는 수정란 배양에서 에너지저장, 주요생리활성물질의 전구체, 세포질 구조를 형성하는 물질로 중요한 기능 수행하며 세포막 구성 인지질의 10% 차지(Zeron et al. 2001)한다는 연구결

과가 있다. 또한 체내수정란에서 Linoleic acid를 포함하는 Phosphatidylcholine의 함량이 체외수정란과 비교 시 4.5배 높으며(Sudano et al. 2012) Linoleic acid 처리 시 세포질내의 지방함량이 감소되어 동결보존능이 증가(Monica ea al. 2015) 된다는 보고가 있다. 따라서 linoleic acid가 혈장 단백질인albumin에 결합된 형태의 Linoleic acid albumin(LAA) 처리를 통하여 동결생존율 향상 정도를 확인하고자 하였다.

### Ⅲ. 수행방법

#### 1. 난소 준비

매주 경상대학교 동물발생공학연구실로부터 5~10개가량의 난소를 제공받아 식염수로 수차례 세척하여 1회 실험에 사용하였다.

#### 2. 미성숙 난자 회수

운반된 난소는 세척 후 18 gauge syringe와 HEPES가 포함된 washing medium을 이용하여 난포액을 회수하였다. 난포의 직경이 2-6mm인 정상난포에서 난포액을 흡입 및 채취한 후 일정시간 정치시킨다. 침전물을 실체현미경을 사용하여 형태적으로 정상이며 세포질이 균일하고 난구세포가 균일하게 붙어있는 난자를 선별한다.

#### 3. 체외성숙(In Vitro Maturation , IVM)

선별된 미성숙 난자는 체외성숙 과정을 거쳐 체외수정이 가능한 상태로 만든다. 회수된 난자는 IVM medium (MK Biotech, Korea)로 2~3회 세척한 후 6 well dish (IFP, Japan)에 분주하여 인큐베이터(5% CO<sub>2</sub>, 39℃)에서 20시간 배양하였다.

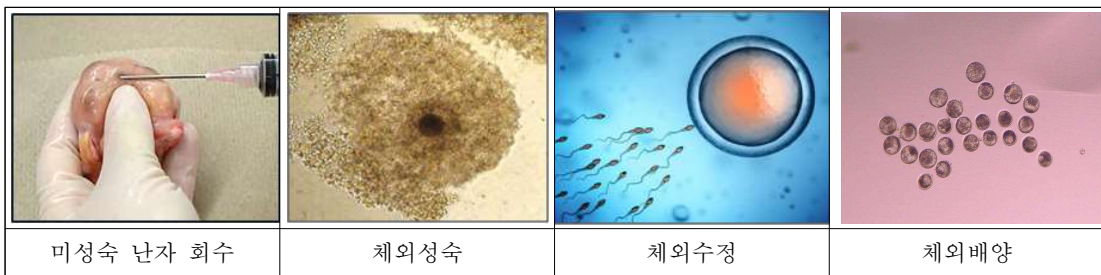
#### 4. 체외수정(In Vitro Fertilization, IVF)

Density centrifugation (nadacon, Sweden) 방법을 사용하여 우수 정자를 선별하여 sperm-washing medium (ART, Australia)으로 정자를 세척(centrifuge at 500g for 10min)하고 150~200ul의 volume으로 희석하였다. 성숙을 마친 수정란을 IVF medium (ART, Australia)으로 2~3회 세척하면서 난구세포를 늘려준

다. 회석한 정자를 15~20ul 주입하여 39℃의 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 20~24시간 체외 수정을 실시하였다.

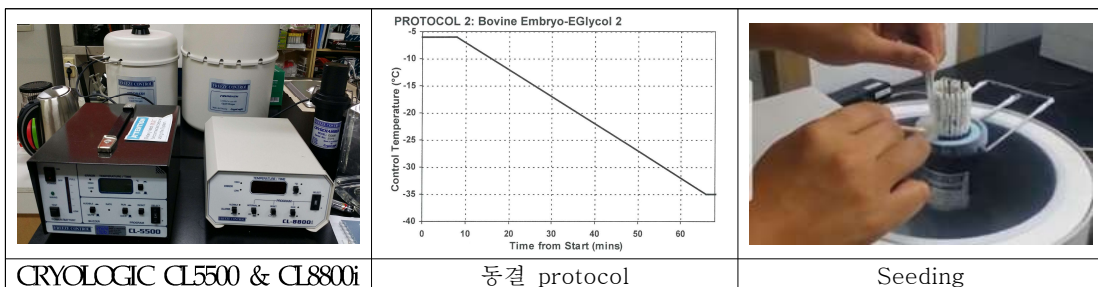
### 5. 체외배양(In Vitro Culture, IVC)

수정란을 IVC1 medium (ART, Australia)으로 2~3회 세척한 뒤 39℃의 6% CO<sub>2</sub>, 7% O<sub>2</sub>, 조건에서 체외배양을 실시하였고 96시간 뒤 IVC2 medium (ART, Australia)으로 교체하였다. 실험군에 따라 IVC 배양액 내 linoleic acid albumin (Sigma, Germany)을 처리하였다.



### 6. 수정란 동결(Embryo Freezing)

수정 후 7일차 수정란을 동결에 사용하였으며, 확장된 배반포 형태를 선별하였다. Holding medium (IMV technologies, France)에 선별된 배반포를 collection하여 2M ethylene glycol Freezing medium (IMV technologies, France)에 옮겨 10분 내에 0.25mm straw에 수정란을 충전하였다. CRYOLOGIC CL5500, CL8800i 동결기를 사용하였으며, -6℃에서 seeding을 시행하였다. -35℃까지 0.5℃/min의 rate로 온도를 하강하였으며 -35℃에서 동결 프로그램이 완료된 straw는 액체질소에 1분간 침전하여 동결시켰다.



7. 수정란 해동

액체질소에 침전되어있는 straw를 상온에 10초, 36℃에 1분 처리하여 해동 시킨다. Straw를 cutting하여 주사기를 이용, IVC2배양액 내에 수정란을 방출시키고 2~3회 세척을 마친 뒤 39℃의 6% CO<sub>2</sub>, 7% O<sub>2</sub>조건하에서 48시간 동안 hatching을 관찰한다.

IV. 결과 및 고찰

2018년 한우 수정란 동결보존에 관한 연구로 동결시스템에 구축되어 평균 37.6%(최대 43.2%)의 배반포 생산율과 평균 81%(최대 100%)의 동결생존율을 보였다. 보다 높은 동결생존율 확보를 위한 LAA처리 결과는 다음과 같다.

Table. 1은 LAA의 처리 적기를 확인한 결과이다. 수정란의 난할이 진행되는 IVC1 처리 시기와 배반포생산 및 확장이 진행되는 IVC2시기, 또한 전 배양과정에 LAA를 처리한 결과 IVC1 시기에 LAA를 첨가하였을 때 배반포 생산율 46%로 제일 높게 나타나고 전 과정에 첨가하였을 때 36.7%로 매우 낮게 나타났다. Hatched BL 또한 동일한 패턴을 보였다.

Table 1. Effect of linoleic acid supplementation period on the development of blastocysts

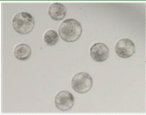

Group	No. of oocyte	No. of embryos Developed to BL	BL production rate (% ± SD)	No. of hatched embryos	Hatched rate (%)
(A) IVC1	50	23	46.0 ± 3.44	20	78.3
(B) IVC2	50	21	42.0 ± 4.21	16	66.7
(C) IVC1 ~ IVC2	49	18	36.7 ± 2.73	14	61.1

Data are the mean ± standard deviation. Treatments were repeated in four replicates. Group (A) treated and cultured with LAA during the cleavage period of 96 hours after IVF, group (B) during blastocyst formation period after IVC1 and group (C) during all period of culture.



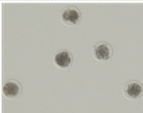
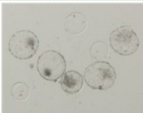
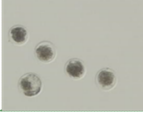
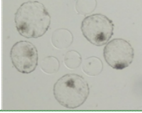
LAA 처리 적기를 IVC1으로 확인하고 무처리군(control)과 배반포 생산율과 동결생존율을 비교한 결과는 Table.2~3 와 같다. 19회차 배반포생산율 비교실험 및 9회차 동결생존율 비교실험을 진행한 결과, LAA처리구에서 평균 배반포생산율이 42.7%, 동결생존율이 87.2%로 control 그룹에 비하여 높게 나타났다.

**Table 2. Effect of linoleic acid supplementation on the development of blastocysts**

Group	No. of oocyte	No. of embryos Developed to BL	BL production rate (% ± SD)	Figure of BL
Control	424	160	37.7 ± 7.57	
LAA	422	180	42.7 ± 11.88	

Data are the mean ± standard deviation. Treatments were repeated in nineteen replicates.

**Table 3. Effect of LAA in IVC on survival and hatching of frozen/thawed blastocysts**

Group	No. of BL	Hatched BL within 48h after freezing & warming (% ± SD)	Figure	
			Immediately	Hatching (48h)
Control	45	36 (80.0 ± 2.98%)		
LAA	47	41 (87.2 ± 11.48%)		

Data are the mean ± standard deviation. Treatments were repeated in nine replicates.

현미경 상 LAA 처리구에서 수정란의 표면이 보다 어두운 것을 확인할 수 있었으며 이는 인지질층의 불포화지방산 축적에 의한 효과로 보인다. linoleic acid가

수정란의 발달과 동결능에 분자생물학적 기작으로 영향을 미치는지, 단지 배양액에 녹아있는 세포막의 재료로 사용되는지는 알 수 없으나 결론적으로 배반포 생산율과 동결생존율을 향상시킨다는 점은 확실히 확인할 수 있었다. 또한 Linoleic acid를 IVC1에 처리하였을 때 배반포생산율과 hatching율이 증가한 것으로 보아 배반포 발달시기보다 수정란의 난할 과정에 중요한 역할을 하는 것으로 보인다.

## V. 결론

LAA 처리에 따른 배반포 생산율 및 동결 생존율 비교 실험 결과, LAA 처리구에서 배반포 생산율 및 동결 생존율이 향상된 것을 확인하였다. LAA처리에 따른 배반포 생산율은 LAA처리구에서 42.7%, 대조구에서 37.7%로 5%의 상승효과를 보였고, 동결 생존율의 경우 LAA처리구에서 87.2%, 대조구에서 80.0%로 7.2%의 상승효과를 보였다. LAA가 동결생존율 뿐만 아니라 배반포 생산율에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

## VI. 기대효과 및 향후계획

Linoleic acid가 oleic acid를 합성하는 효소 Stearoyl-coenzyme A desaturase (SCD)의 발현을 억제한다는 연구 보고가 있다. Oleic acid는 oxidative stress에 대한 저항성을 가지고 cell growth, signaling을 주도하는 역할을 통해 수정란 발달에 중요한 작용 수행하는 또 다른 주요 불포화 지방산의 한 종류이다. 따라서, linoleic acid와 oleic acid가 함께 결합한 LOA(Linoleic acid and Oleic acid-albumin) 처리를 통해 배반포 생산율 및 동결생존율 향상을 확인해보고자 한다.

또한 '19년도 시험연구에서 hoechst dye를 사용한 수정란 형광염색을 시행하였으나, 최적의 실험 조건이 세팅되지 않아 총세포수를 확인할 수 없었다. 현 연구소에서 보유하고 있는 형광현미경 및 소프트웨어에서 지원하는 해상도가 낮고, 형광 활성이 빨리 사라지면서 최적의 결과를 얻을 수 없었다. 추후 장비 점검과 기술 구축으로 수정란 총세포수 조사를 시행하고자 한다.

이를 통해 우수 한우 수정란을 이용한 암소개량으로 경남의 한우 생산성과 품질 고급화를 촉진하여 축산경쟁력 강화와 농가소득 증대를 기대해 본다.

# 한우 생산성 향상기술 연구

(초음파를 활용한 한우 생산성 향상 기술 연구)





과제구분	시험연구과제	참여기관	경상남도 축산연구소		
수행시기	2019년	연구기간	1년	예산	5,000천원
연구과제명	한우 생산성 향상 기술 연구				
세부과제명	초음파를 활용한 한우 생산성 향상 기술 연구				
구분	소속	성명	전화번호	담당 임무	
연구책임자	축산연구소	양영록	254-3124	연구업무총괄	
공동연구자	〃	김선진	254-3118	연구수행	
〃	〃	이호영	254-3172	연구수행	
〃	〃	신년학	254-3122	연구업무지도	
〃	〃	이진우	254-3110	연구업무지도	

## I. 연구목적

- 초음파를 이용한 생체 정보 수집은 소를 도축하지 않고서 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도와 같은 도체형질이 측정 가능 하므로, 초음파 정보를 활용하여 능력 평가 및 선발에 활용하고자 함.

## II. 연구배경 및 기술현황

- 한우의 유전능력 개량은 거의 수소 위주로 진행되었으나 최근 암, 수소 동시 개량을 위하여 많은 연구가 진행 중.
- 일생 동안 많은 후손을 생산 할 수 있는 수소는 후대검정을 통해 종축으로 선발할 수 있지만 암소는 생산되는 자손의 수가 제한되어 있으므로 자손의 검정자료를 이용한 종축 선발이 쉽지 않음.
- 암소 선발은 외모 및 혈통에 의존하고 있으며 후대검정을 위해서는 여러 마리 후대 자손의 도축자료를 확보해야 하지만 5년 이상의 기간이 필요하며 후대검정을 통하여 종축으로 선발되어도 그 활용 기간은 짧다고 할 수 있음.
- 미국, 호주, 캐나다 등 개량 선진국에서는 우리나라와는 달리 출하하기 전에 초음파를 측정하는 것이 아니라 측정한 초음파 성적을 이용하여 선발 및 태 기준을 정하는 방법으로 개량 분야에 활용이 보고 됨.

### Ⅲ. 수행방법

#### 1. 장소 및 공시축

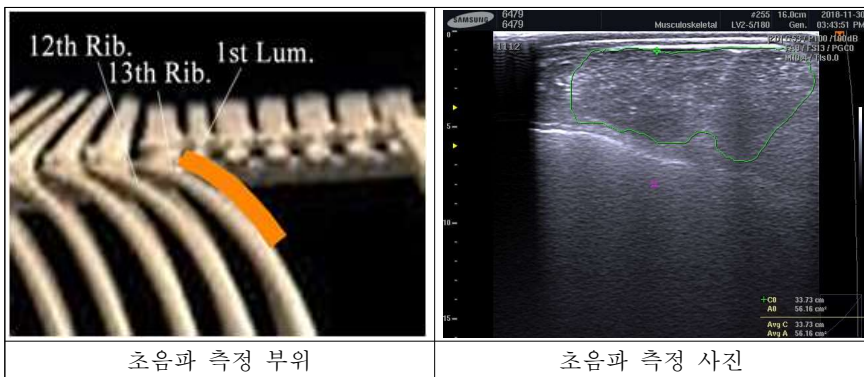
본 연구는 축산연구소 한우사에서 수행되었으며 공시축은 개체의 나이, 체중, 신체충실지수(BCS), 산차 등을 고려하여 40두를 선발하였으며 상반기와 하반기를 나누어 총 2번 초음파 촬영을 하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 1) 초음파 촬영

초음파 촬영은 삼성 메디슨에서 제조된 동물용 범용초음파영상진단 장치(SONOVET R3\_50/60Hz)를 활용하여 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도를 촬영하였으며 제13늑골과 제1요추 사이를 아래의 사진과 같이 측정하였다.

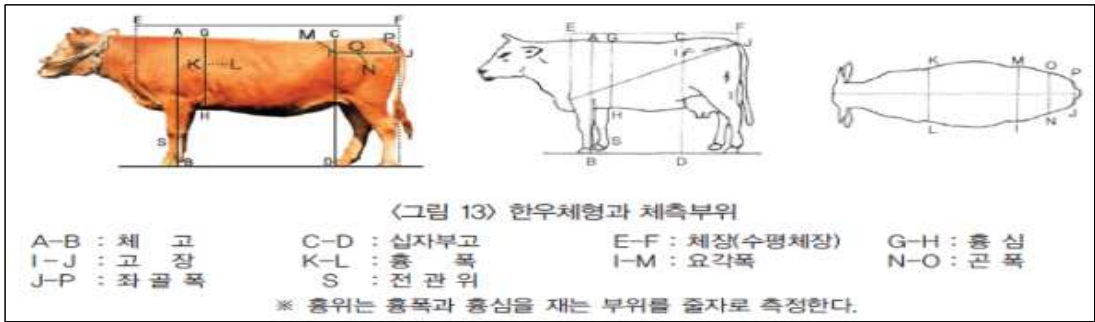
〈초음파 촬영〉



##### 2) 체형 및 체중

공시축에 대하여 발육 성적을 조사하기 위하여 우형기에 대상우의 자세를 일정하게 고정 시킨 뒤 체고, 십자부고, 수평체장, 흉심, 고장, 흉폭, 요각폭, 곤폭, 좌골폭, 전관위 등과 같은 체형 측정을 실시하였으며 체중은 우형기의 체중값이 일정할 때 측정을 하였다.

<체형 측정부위>



IV. 결과 및 고찰

Table 1. 2019년도 상반기 및 하반기 초음파 결과 비교

조사 시기	등심단면적(cm <sup>2</sup> )	등지방두께(cm)	근내지방도
상반기	67.5±10.2	0.3±0.5	1.5±0.7
하반기	68.2±10.2	0.4±0.4	2.5±1.0

- 상반기와 하반기를 나누어 초음파를 측정하였으며, 상반기와 하반기의 등심 단면적, 등지방두께는 비교적 일정하게 측정되었다. 이는, 개체의 사양관리나 초음파의 반복력이 일정한 것으로 사료된다. 다만, 근내지방도의 경우 초음파 판독자나 초음파 프로브의 부착 압력 등과 같이 고려사항 등이 존재하기 때문에 지속 검정을 통하여 정밀도를 높여야 할 것이다.

Table 2. 연령별 초음파 촬영 비교

연령	등심단면적(cm <sup>2</sup> )	등지방두께(cm)	근내지방도
1~2 미만	55.6±13.6	0.2±0.1	1.6±0.5
2~4 미만	65.7±6.9	0.1±0.1	1.4±0.7
4~7 미만	74.6±10.0	0.3±0.2	1.8±0.8
7~10 미만	66.4±6.5	0.5±1.0	1.4±0.7
10~13 미만	67.4±6.3	0.2±0.1	1.0±0.0

- 초음파 측정 자료를 통해 연령별 관측치를 조사하고자 하였다. 4 ~ 7세 미만 그룹에서 등심단면적과 근내지방도가 가장 높게 나타났으며, 4 ~ 7세 미만까지

는 연령이 증가함에 따라 초음파 결과 값이 증가하는 경향이 나타났다. 한우 암소의 육량 및 육질관련 초음파 측정 도체 형질은 72개월령까지 증가하는 추세를 나타내는 것으로 보고되었으며, 이러한 추세는 본 조사의 결과와 유사하게 관찰되었다.

**Table 3. 산차별 초음파 촬영 비교**

산차	등심단면적(cm <sup>2</sup> )	등지방두께(cm)	근내지방도
0	58.5±11.2	0.2±0.1	1.5±0.5
1	71.3±13.9	0.3±0.3	1.6±0.7
2	69.9±3.7	0.2±0.1	1.3±0.5
3~4	66.0±6.2	0.8±1.3	1.5±0.8
5~6	73.7±7.5	0.2±0.1	1.6±0.9
7~11	67.7±8.1	0.2±0.1	1.5±0.8

- 산차별 초음파 촬영을 비교하였을 때, 등심단면적과 등지방두께, 근내지방도의 산차별 영향은 없는 것으로 사료된다. 미경산우와 초산우를 대상으로 등지방두께, 등심단면적, 근내지방도에 대한 산차의 영향은 없다고 보고되었으며 본 조사의 결과와 비슷하지만 품종과 사양관리 등의 차이가 존재 할 것이므로 지속적인 검정이 필요 할 것이라 사료된다.

**Table 4. 체형 수치에 따른 초음파 촬영 비교**

Group	등심단면적(cm <sup>2</sup> )	등지방두께(cm)	근내지방도
1	65.7±11.4	0.5±0.6	2.8±0.7
2	58.1±5.3	0.3±0.2	1.6±0.8
3	64.9±3.1	0.2±0.1	2.2±0.8
4	73.3±10.7	0.4±0.3	2.8±1.3

- 공시축의 체측 자료를 활용하여, 체형에 따라 4 group (group 당 10두)으로 분류하였고 체형 수치가 높을수록 1⇒2⇒3⇒4 순으로 나타내었다. 특정 체형 형질과 육량 사이에 정의 상관관계가 보고됨에 따라, 초음파 자료뿐만 아니라 체형 자료 또 한 고려해야 할 것으로 사료된다.



Table 5. 초음파 측정 암소 평균 체형

체중(kg)	체고(cm)	십자부고(cm)	체장(cm)	흉심(cm)	흉폭(cm)
487.4±53.5	133.3±4.1	134.7±5.0	150.7±7.0	72.4±2.8	44.7±5.1
고장(cm)	요각폭(cm)	곤폭(cm)	좌골폭(cm)	흉위(cm)	전관위(cm)
53.9±2.7	51.0±2.9	47.8±3.1	26.6±2.6	190.9±7.2	18.6±1.0

- 공시축에 대한 암소 평균 체형 측정 결과를 나타낸 것이며 이 중 60개월령 자료를 도출하면 체중은 461.8kg, 십자부고 139.3cm, 체장 154cm, 흉심 72.3cm, 고장 55.3cm, 요각 50.8cm, 곤폭 47.8cm, 흉위 186.5cm로 측정 되었고 한우개량 추세조사(2016)에 따르면 60개월령 체중 489.5kg, 십자부고 130.4cm, 체장 154.2cm, 흉심 71.7cm, 고장 52.8cm, 요각 49.1cm, 곤폭 46.7cm, 흉위 188.5cm로 축산연구소의 60개월령의 암소가 체형적으로 수치상으로 약간 우수하였다.

## V. 결론

1. 초음파를 활용한 선발은 개체간의 차이가 뚜렷하게 구분되는 시기를 정해서 선발하는 방법이 고려되어야 한다. 암소의 경우 1산 후 부터, 발육 상태를 고려하여 4 ~ 7세 미만 시기 때 초음파 자료를 활용하는 것이 바람직할 것이라 사료된다.
2. 체형과 체중은 정의 유전상관이 보고되고 있으며 체형도 육량과 밀접한 관계가 있으므로 초음파 자료와 더불어 체고, 십자부고, 체장 및 흉위 등의 체형 형질도 선발자료로 활용 되어야 할 것이다.
3. 초음파 측정시 개체의 나이, 체중, 신체충실지수(BCS)와 초음파 측정자의 숙련도(화상판독, 측정 압력)와 같이 고려야 되어야 할 사항이 많기 때문에 지속검정을 통하여 자료의 신뢰를 높여야 할 것이다.
4. 초음파 자료를 활용하여 기초데이터를 축적해 나가고, 이 데이터를 기반으로 하여 상위 그룹을 선정하여 선발 자료로 활용하면 개량이 증진 될 것이라 사료된다.

## Ⅵ. 기대효과 및 향후계획

1. 우량 암소 선발 기준 확립 및 개체 능력평가
2. 가축개량을 통한 우량가축 생산으로 생산성 향상
3. 데이터의 정확성 및 신뢰도를 높이기 위하여 지속검정

# 수정란이식 한우 수태율향상을 위한 사양기술 개발연구

(보호베타카로틴 개발 및 이의 적정급여량 결정연구)





과제구분	시험연구과제	지원기관	농림축산식품부 농림식품기술기획평가원		
수행시기	2019년	연구기간	2017 - 2019	예산	50,000천원 (정출)
연구과제명	수정란이식 한우 수태율향상을 위한 사양기술 개발연구				
세부과제명	보호베타카로틴 개발 및 이의 적정급여량 결정연구				
구분	소속	성명	전화번호	담당임무	
연구책임자	축산연구소	이성훈	3132	연구총괄	
참여연구원	〃	김혜진	3113	사양시험준비 및 시료관리	
참여연구원	〃	양영록	3124	연구협조	
참여연구원	〃	천혜영	3123	연구관리 및 지출업무	
참여연구원	〃	이희근	3125	채혈	
참여연구원	〃	전영명	정년퇴직	사양관리	
참여연구원	〃	김선진	3172	〃	
참여연구원	〃	이진우	3110	연구협조	

## - 베타카로틴 적정급여수준 결정 사양시험 -

### I. 연구목적

- 최적의 반추위 보호 베타카로틴제제(hydrogenated fat coated BC)를 수준별로 급여하여 한우 암소의 장내 흡수 및 혈중 대사물질을 조사하여 최적의 급여수준을 결정하고자 함.

### II. 연구배경 및 기술현황

- 베타카로틴은 비타민 A전구물질로서, 베타카로틴 1 mg은 비타민 A 400 IU의 활성을 가진다. 이는 시각, 성장, 번식 및 상피조직의 유지에 필수적이며, 특히, 번식과 관련하여 난소의 황체에 많이 존재할 때 수태율이 향상되는 것으로 알려져 있음(Hurley and Doane, 1989).
- 하지만, 대리모(번식우)에서 베타카로틴의 요구량과 반추위내 안정성이 거의 보고된 바 없거나, 명확하지 않아, 본 연구진의 1년차 연구에서 현행 시판되는 베타카로틴 첨가제제(보조사료)의 효능을 검증해 본 결과, 무급여구와 비

교하여 혈중 농도의 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 비타민A로의 전환을 통한 혈중 retinol농도 증가현상도 나타나지 않음에 따라, 섭취하는 대부분의 베타카로틴 보조사료는 반추위에서 분해되던지, 또는 소장내 흡수가 이루어지지 않고 대부분이 분변으로 배설되는 것으로 생각됨.

- 또한, 보조사료형태의 베타카로틴은 반추위내 보호되지 않은 상태에서 반추위내 분해율이 약 50% 이상의 높은 수준으로 분해되는 것으로 보고되어(Nozière, 2006), 반추위 및 십이지장이후 소장까지 안정적으로 이행할 수 있도록 하는 보호처리가 요구됨.
- 2년차결과에서  $\beta$ -carotene농도가 보호처리구(protected BC 및 BC+Vitamin A)에서 각각 131.96 및 133.44  $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 무첨가구 및 비보호처리구보다 유의하게 높게 나타남에 따라 베타카로틴 단독 보호처리효과가 최적인 것으로 나타났다.

### Ⅲ. 수행 방법

#### 1. 공시축 배치 및 사양관리

- 공시축으로 임신한우 12두(개시체중;  $431.4 \pm 15.4\text{kg}$ )를 선정한 후, 처리구간 개시체중의 차이가 크지 않도록 총 4개의 우방( $4 \times 8\text{m}$ )에 각 3두씩 배치하였고, 물은 자유롭게 섭취할 수 있게 하였다.
- 처리구는 본 연구에 의해 개발된 반추위 보호 베타카로틴제제(대한민국 특허출원 제10-2019-0085129)를 활용하여 1일 두당 200, 400, 600mg 급여구의 총 3개의 처리구로 배치하였으며, 한 pen(우방)당 3두의 임신우를 공시하여 동일한 우방 내에 있는 소는 같은 처리구의 사료를 섭취하도록 개체별로 관리하였으며, Change-over design으로 사양시험을 실시하였다. 각 period는 28일로 하였고, 총 3 period 12주간 사양시험을 실시하였다.
- 사양시험이 진행되는 동안, 사료는 1일 2회 아침, 저녁으로 나누어 급여하였고, 매일 급여량과 잔량을 기록하여 사료섭취량을 조사하였다. 그리고 영양소 섭취량을 조사하기 위하여 매주 1회 급여사료를 채취하여 수분과 영양소함량을 분석하였다.
- 본 연구의 실험사료는 시판 섬유질배합사료(TMR)에 정해진 양의 베타카로틴제제 및 에너지제제를 활용하여 에너지와 단백질함량이 동일하도록 배합하

였으며, 이들의 원료배합량 및 영양소성분함량은 표 1과 2에 나타내었다.



Fig 1. Appearance of rumen undegradable  $\beta$ -carotene (Korea Patent pending No. 10-2019-0085129)

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets

Items	Ingredients		
	TMR <sup>1)</sup>	BC supplement <sup>2)</sup>	Non BC supplement <sup>3)</sup>
		% of dry matter	
Dry matter, %	59.06	99.87	97.40
Crude protein, %	13.13	4.72	4.68
ADF <sup>4)</sup> , %	25.40	-	-
NDF <sup>5)</sup> , %	47.15	-	-
Ether extract, %	6.42	86.19	87.43
Crude fiber, %	20.51	-	-
Crude ash, %	9.50	5.51	5.23
Beta-carotene, mg/kg	1.23	2,002.60	2.36
Vitamin A, IU/kg	5,822.25	-	-

<sup>1)</sup>Commercial total mixed ration was purchased from Hapcheon Livestock Cooperatives feed mill, Gyeongnam province of S. Korea; <sup>2)</sup> $\beta$ -carotene supplement that is double-coated with hydrogenated fat; <sup>3)</sup>hydrogenated fat without  $\beta$ -carotene; <sup>4)</sup>acid detergent fiber; <sup>5)</sup>neutral detergent fiber

○ 실험이 진행되는 동안, 베타카로틴 및 전장 영양소소화율을 측정하기 위하여 chromium sesquioxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )를 지시물질로 사용하였고, 실험기간 전기간

에 걸쳐서 1일 두당 5 g을 급여사료와 혼합하여 공급하였다.

Table 2. Feed intake (g/d) and chemical composition of experimental diets

Items	Treatments, mg of $\beta$ -carotene/d		
	200	400	600
Feed intake (g/d)	as-fed		
Commercial total mixed ration <sup>1)</sup>	9,000	9,000	9,000
BC supplement <sup>2)</sup>	100	200	300
Non-BC supplement <sup>3)</sup>	200	100	-
	% of dry matter		
Dry matter, %	60.33	60.37	60.40
Organic matter, %	90.68	90.66	90.66
Crude protein, %	12.67	12.67	12.67
ADF <sup>4)</sup> , %	24.04	24.02	24.01
NDF <sup>5)</sup> , %	44.65	44.62	44.60
Ether extract, %	10.65	10.66	10.67
Crude fiber, %	19.42	19.40	19.39
Non-fibrous carbohydrate, %	22.71	22.72	22.73
Crude ash, %	9.32	9.34	9.34
Calcium, %	1.68	1.68	1.68
Phosphorus, %	0.54	0.54	0.54
Beta-carotene, mg/kg	36.88	72.42	107.94
Vitamin A, IU/kg	5,619	5,619	5,619
TDN <sup>6)</sup> , %	73.03	73.04	73.05
DE <sup>7)</sup> , Mcal/kg of DM	3.22	3.22	3.22
ME <sup>8)</sup> , Mcal/kg of DM	2.64	2.64	2.64

<sup>1)</sup>Commercial total mixed ration was purchased from Hapcheon Livestock Cooperatives feed mill; <sup>2)</sup> $\beta$ -carotene supplement that is double-coated with hydrogenated fat; <sup>3)</sup>hydrogenated fat without  $\beta$ -carotene; <sup>4)</sup>acid detergent fiber; <sup>5)</sup>neutral detergent fiber; <sup>6)</sup>total digestible nutrients; <sup>7)</sup>digestible energy; <sup>8)</sup>metabolisable energy; DE and ME values were calculated as described in Korean Feeding Standard for Hanwoo (2007).



- 각 period의 첫 17일간은 임신우를 실험사료에 적응시켰고, 18일부터 22일까지 연속 5일간 아침저녁으로 1일 2회씩 개체별로 직장축진을 통하여 신선한 분을 채취하였으며, 26, 27일 및 28일째 채혈을 각 1회씩 총3회에 걸쳐 실시하였고, 채취된 혈액은 아이스박스에 넣어 실험실로 운반하였고, 빛이 차단된 환경에서 혈장을 분리하였다.
- Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 이용한 분으로 배설되는 양의 추정은 다음의 식을 활용하여 계산되었다(Bondi, 1987).
  - 분 건물량 (g/일) = [사료중 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(mg/건물 g) × 건물섭취량]/[분중 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(mg/건물 g)]
  - 영양소소화율은 배설되는 분양에 분영양소비를 곱하여 배설 영양소합량을 결정하고, 섭취 영양소합량대비 흡수되는 영양소합량의 비율로 나타내었다.

## 2. 채혈, 비타민 A, 베타카로틴 및 혈액성분 분석

### 1) 채혈

- 모든 공시축의 혈액(10ml)을 채취하였으며, 혈액은 경정맥을 통하여 채취하였다. 채취된 혈액은 빛과 온도에 의한 베타카로틴 및 비타민 A의 파괴를 막기 위하여 즉시 알루미늄호일(aluminum foil)로 튜브를 감싼 후 얼음박스에 넣어 실험실로 운반하였다.
- 운반된 혈액샘플은 외부 빛이 완전 차단된 실험실에서 원심분리기를 이용하여 3,000×g에서 10분 동안 원심분리 후 상층액 2ml를 튜브에 저장한 후, 즉시 -80°C 저온냉장고에 분석 시까지 보관하였다.

### 2) 비타민 A 분석

- 비타민 A는 혈중 retinol을 분석하였으며, HPLC(Perkinelmer, Series 200, USA)를 이용하여 분석하였으며, 분석방법을 요약하면 다음과 같다.
- 혈청 200μl, internal standard 20μl 및 kit 용액 I 25μl을 갈색병에서 혼합시킨 후 400μl의 kit 용액 II를 혼합하여 9,000×g에서 10분간 원심분리 후 상층액 50μl를 HPLC에 주입하여 분석하였다.

### 3) 혈중 베타카로틴 분석

○ 혈중 베타카로틴은 Schweigert 등 (2007)의 방법에 따라 one-step denaturation 및 유기용매 추출 후, iEX™ assay system에 의하여 소 혈액 전용 carotene photometer (iCheck™; BioAnalyt GmbH, Germany)를 이용하여 분석하였다.

4) 사료 및 분중 베타카로틴 분석

○ 시료 1g을 50 ml 삼각플라스크에 취해 6.25% NH<sub>4</sub>OH 용액 5 ml와 protease(Sigma, P-4032) 12.5 mg을 첨가하고 55℃ 항온수조에서 1시간가량 놓아둔 뒤 실온 암소에서 1시간 방치하였다. 방냉 후 에틸알콜 10 ml와 Cyclohexane 25 ml를 정확히 넣고 30분간 shaking후 방치하여 층을 분리시킨 다음 상층액을 취하고 syringe filter(0.45 um)로 여과한 것을 분석용 시료로 하였으며, Table 3과 같은 조건으로 HPLC로 분석하였다.

○ 표준용액은 β-carotene(Sigma C9750) 표준물질을 사용하였고 최종 100~300 mg/kg 농도가 되도록 cyclohexane에 녹여 준비하였다.

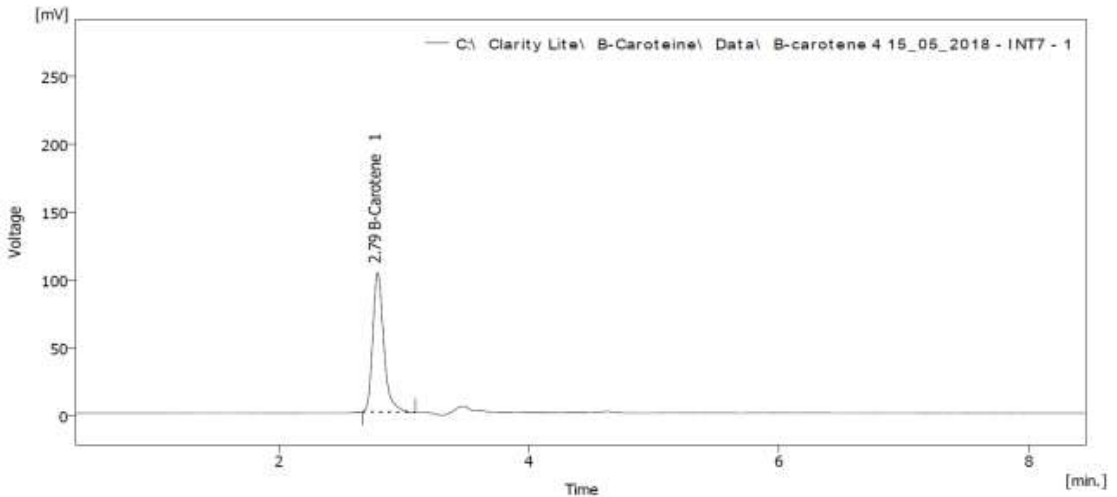


Fig 2. Beta carotene chromatogram for sample

5) 혈액 지질대사물질 분석

○ 혈장 내 지질성분인 triglyceride, total cholesterol, HDL 및 LDL-cholesterol 및 non-esterified fatty acid농도는 자동혈액분석기를 이용하여 분석하였다.

Table 3. Analytical conditions of HPLC for the determination of  $\beta$ -carotene

Items	Conditions
Instrument	Waters Isocratic(510 pump, 486 UV/VIS detector)
Column	Alltima Silica(4.6x250 mm)
Mobile phase	Cyclohexane : Ethylacetate = 8 : 2
Detector	UV450 nm
Flow rate	1.0 ml/min
Column temp.	30
Injection volume	20 $\mu$ l

### 3. 통계분석

- 모든 자료는 SAS(SAS Institute, 2000)의 MIXED procedure를 이용하여 분석하였다.
- 모델식은 다음과 같다. 반복적으로 혈액을 채취하여 분석한 항목(retinol,  $\beta$ -carotene 및 혈액대사물질)에 대하여는 다음의 모델 repeated measures를 적용하였다. 아울러 공분산구조(covariance structure)는 AR(1)을 적용하여 분석하였다.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \tau_l + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ 는 종속변수,  $\mu$ 는 전체평균값,  $\alpha_i$ 는 change-over design의  $i$ 번째 임신우 배치순서,  $\beta_j$ 는  $j$ 번째 period효과,  $\gamma_k$ 는  $k$ 번째 처리구효과,  $\tau_l$ 는  $l$ 번째 시간효과,  $e_{ijkl}$ 는 잔차

- 평균값은 LSMEANS procedure를 이용하여 산출하였다. 공통요소 자유도 (denominator degrees of freedom/DDF)는 Kenward-Roger법을 이용하여 계산하였고, polynomial orthogonal contrast는 IML procedure를 이용하여 계수를 도출하여 L(1차) 및 Q(2차)효과를 검정하였다. 유의성은 P값 0.05 이하일 때 유의성이 인정되고, 경향은 0.10이하로 인정하였다.
- 혈중 베타카로틴 농도에 대한 적정섭취량을 산출하기 위한 단순회귀분석은 REG procedure를 이용하여 결정계수( $R^2$ )와 intercept 및 linear slope의 추정값을 구하였고, 그에 따른 직선식의 모델은 다음과 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_L \chi_j + \rho_k + \delta_l + \varepsilon$$

Y는 혈중 베타카로틴 농도,  $\beta_0$ 는 절편(intercept),  $\beta_{Li}$ 는 직선기울기(linear slope),  $\chi_j$ 는 j번째 베타카로틴 섭취량,  $\rho_k$ 는 k번째 period,  $\delta_1$ 는 1번째 임신우,  $\epsilon$ 는 잔차를 나타낸다.

○ 분중 베타카로틴농도 및 전장 영양소소화율의 모델식은 다음과 같다.

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \tau(\alpha)_{il} + e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ 는 종속변수,  $\mu$ 는 전체평균값,  $\alpha_i$ 는 i번째 change-over법에 의한 동물배치 순서효과,  $\beta_j$ 는 j번째 period효과,  $\gamma_k$ 는 k번째 처리구효과,  $\tau(\alpha)_{il}$ 는 임의효과로서 i번째 동물순서내 l번째 동물개체,  $e_{ijkl}$ 는 잔차

○ 평균값은 LSMEANS procedure를 이용하여 산출하였다. 유의성은 P값 0.05 이하일 때 유의성이 인정되고, 경향은 0.10이하로 인정하였다.

#### IV. 결과 및 고찰

##### 1. 혈중 $\beta$ -carotene 및 비타민 A 농도

표에서 보는 바와 같이  $\beta$ -carotene농도는 베타카로틴 급여수준이 증가함에 따라 400mg 이상 급여구가 200 mg 급여구보다 유의하게 높았고( $P < 0.001$ ), 전처리구에서 1.5 mg/L이상으로 높게 나타나 반추위 비분해 베타카로틴이 양호한 장내 흡수상태를 나타내었다. 베타카로틴의 정상수준은 3내지 12 mg/L, 준정상수준은 1 - 2 mg/L 및 결핍수준은 1 mg/L이하로 보고되고 있다(Can 등, 1986; Puls, 1994). 하지만, 최근 연구에서는 1.5 mg/L이상은 되어야 만족하는 것으로 보고된다(Immig, 2009).

그림에서 나타난 바와 같이, 사료를 통한 베타카로틴 섭취수준을 달리하였을 때, 혈중 베타카로틴농도를 적용하여 그림으로 나타낸 것이며, 이를 통해 단순직선회귀식은 그림과 같이 산출되었고, 혈중 1.5 mg/L이상의 베타카로틴을 유지하기 위해서 필요한 베타카로틴 두당 최소 섭취량은 130mg [제품기준 : 65 g]인 것으로 추정되었다. 산출된 회귀식은 50%( $R^2=0.4987$ )의 설명력을 갖추는 것으로 조사되었다.

하지만, 혈중 레티놀농도는 베타카로틴 급여수준이 증가하여도 혈중 농도에 영향을 받지 않았고, 실질적으로 베타카로틴이 비타민 A의 전구물질이어도 사료로 섭취되는 비타민 A가 부족되지 않는 한, 베타카로틴이 비타민 A로 전환되지 않고, 체내에 저장시키는 것으로 생각된다. 베타카로틴은 간조직과 지

방조직에 주로 저장되고, 생식기의 난소나 자궁에 고농도로 유지하고 있어 비타민A와는 별개로 암컷 가축의 발정, 임신유지 및 유사산감소에 관여한다 (Schweigert 등, 1986; Haliloglu 등, 2002; Schweigert, 2003).

Table 4. Plasma lipid metabolites as fed varying levels of  $\beta$ -carotene to Hanwoo gestating cows

Items	Treatments (mg/cow/d)			SEM	Contrasts, <P	
	200	400	600		L	Q
$\beta$ -carotene, mg/L	1.54 <sup>b</sup>	2.52 <sup>a</sup>	2.92 <sup>a</sup>	0.1915	0.0004	0.2392
Retinol	0.2452	0.2435	0.2577	0.0065	0.1890	0.3066
Triglyceride	39.62	41.13	40.15	2.1087	0.8641	0.6214
Total cholesterol	197.10	193.56	196.36	7.9741	0.9493	0.7396
HDL cholesterol	175.66	170.85	174.28	6.4344	0.8834	0.5932
LDL cholesterol	59.78	70.03	69.82	5.9478	0.2493	0.4630
Non-esterified fatty acid	130.50	116.58	126.55	6.2002	0.6664	0.1131

<sup>a,b</sup>Means with the same superscripts are not significantly different at a level of  $P < 0.05$ ;  
L : linear effect; Q : quadratic effect

## 2. 혈중 대사물질농도

상기 표에서 보는 바와 같이, 지방대사물질은 베타카로틴 섭취수준이 증가함에 따라 유의한 영향을 미치지 않았다. 베타카로틴은 소수성의 비극성물질로서 동물이 섭취후 다양한 지방단백(lipoprotein)에 의해 각 조직으로 운반되고, 특히 지방대사에 상당히 관여하는 것으로 알려져 있다(Shete와 Quadro, 2013).

Chew 등(1993)은 송아지 때 베타카로틴의 섭취는 LDL-콜레스테롤에 부착되어 높은 수준의 베타카로틴을 운반한다고 보고한 반면, Ashes 등(1984)은 베타카로틴의 혈중 운반체는 HDL-콜레스테롤이라고 보고하였다. 하지만, 본 연구에서는 지질의 대사물질에는 어떠한 영향도 나타나지 않았다.

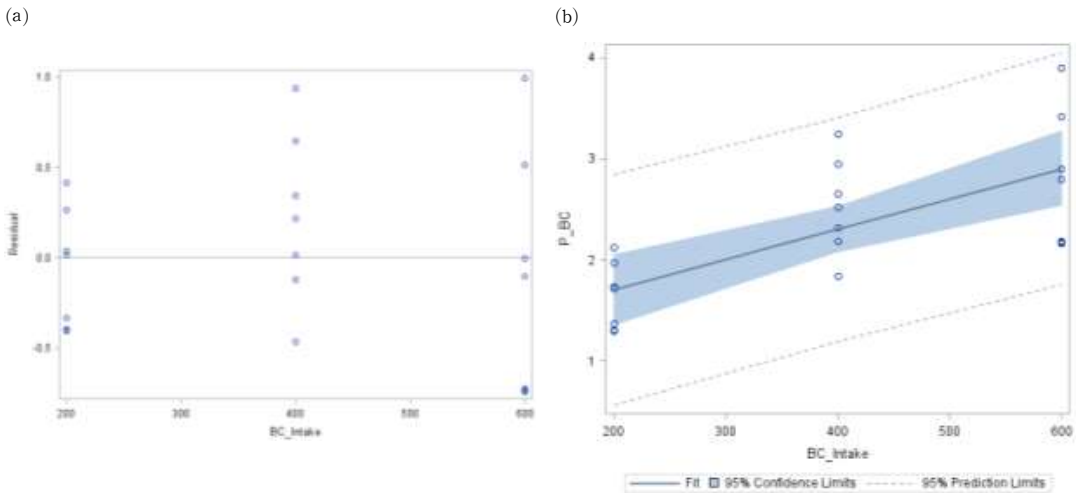


Fig 3. Residual (a) and fit plot (b) for plasma beta-carotene (mg/L) against varying levels of beta-carotene intake (mg/d).

Regression equation :  $P\_BC = 1.10237(\pm 0.285) + 0.003(\pm 0.00067)BC\_Intake$  ( $P < 0.0002$ ;  $R^2 = 0.4987$ ;  $MSE = 0.2707$ );  $P\_BC$  = plasma beta-carotene concentration (mg/L);  $BC\_Intake$  = beta-carotene intake (mg/d).

### 3. 분중 베타카로틴 농도 및 전장 영양소 소화율

분중 베타카로틴 농도는 베타카로틴 섭취수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였고( $P < 0.05$ , 직선효과), 400 및 600 mg 급여구는 200 mg 급여구보다 유의하게 높았으나( $P < 0.05$ ), 400과 600mg 급여구 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 본 결과는 섭취수준 증가에 따른 배설 베타카로틴의 증가에 기인한 결과이며, Mora 등(2001)의 연구에 의하면, 사료 kg당 5.5, 44 및 352 mg의 베타카로틴을 홀스타인 거세우에 급여하였을 때, 분 건조 g당 4.03, 14.91 및 90.64  $\mu\text{g}$ 으로 유사한 양상을 나타내었다.

또한, 전장 영양소소화율은 비섬유성탄수화물을 제외한 전 영양소에서 베타카로틴 섭취수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다( $P < 0.05$ ; 1차 및 2차 효과). 또한, 조단백질 및 베타카로틴 소화율은 공히 1차 및 2차적으로 섭취수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다( $P < 0.05$ ).

베타카로틴 소화율은 200, 400 및 600 mg 섭취구에서 각각 73.7, 82.1 및 83.8%로 나타났고, 이들 소화율은 실험여건 상 십이지장 캐놀라 장착 소가 부재하여 반추위내 분해 정도 및 십이지장 하부소화기관의 흡수정도를 평가

할 수 없지만, 전반적으로 70%이상으로 높게 나타났고, 이들은 Mora 등(2001)의 연구에서 나타난 66.25~88.14%의 전장소화율 결과와 유사하였고, 섭취수준이 증가함에 따라 베타카로틴 소화율도 유의하게 증가하여 본 연구와 일치하였다.

한편, Wing(1969)은 조사료에 함유되어 있는 베타카로틴 및 건물의 소화율시험을 유용종 거세우를 대상으로 실시하였을 때, 그의 연구에서 카로틴과 건물소화율은 각각 77.7% 및 55.3%로 나타났고, 카로틴의 소화율은 조사료생산월, 조사료형태(사일리지, 건초, 절단초, 방목초), 초종(화본과 및 콩과) 및 조사료내 건물함량의 영향을 받는 것으로 보고되었다.

Table 5. Fecal beta-carotene concentration and whole tract digestibility of nutrients as fed varying levels of beta-carotene to gestating Hanwoo cows

Items	Treatments (mg of $\beta$ -carotene/cow/d)			SEM	Contrasts, <P	
	200	400	600		L	Q
Dry fecal $\beta$ -carotene ( $\mu$ g/g)	14.33 <sup>b</sup>	25.65 <sup>a</sup>	26.15 <sup>a</sup>	3.5503	0.0313	0.2139
Whole tract digestibility (%)						
Dry matter	42.02 <sup>b</sup>	44.67 <sup>ab</sup>	45.47 <sup>a</sup>	1.0095	0.0276	0.4497
Organic matter	47.72 <sup>b</sup>	50.09 <sup>a</sup>	50.67 <sup>a</sup>	0.7255	0.0104	0.3107
Crude protein	46.96 <sup>b</sup>	50.05 <sup>a</sup>	49.18 <sup>ab</sup>	0.7771	0.0614	0.0438
Ether extract	51.74 <sup>b</sup>	53.30 <sup>ab</sup>	56.18 <sup>a</sup>	1.6061	0.0101	0.6092
Beta-carotene	73.72 <sup>b</sup>	82.14 <sup>a</sup>	83.81 <sup>a</sup>	4.8829	<0.0001	0.0192
Neutral detergent fiber	44.05 <sup>c</sup>	47.46 <sup>b</sup>	50.42 <sup>a</sup>	0.9693	0.0003	0.8354
Non-fibrous carbohydrate	52.73	53.18	53.94	3.1396	0.4568	0.9098

<sup>a,b,c</sup>Means with the same superscripts are not significantly different at a level of P<0.05.

특히, 중성세제불용성섬유소 소화율은 섭취수준이 증가함에 따라 전 처리구간 유의하게 직선적으로 증가하여, 반추위에서 일부 분해된 베타카로틴에 의하여 반추위내 서식하는 섬유소분해박테리아의 활력에 유리하게 작용한 것으로 판단된다. Hino 등(1993)은 홍화씨유 존재 하에 베타카로틴 첨가로 셀룰로스 분해와 반추위 박테리아성장을 증가시켰다고 보고하여 베타카로틴의 섬유소분해 향상가능성을 제시하였다.

건조분 중 베타카로틴 농도 및 영양소소화율과 섭취되는 베타카로틴량과의 단순직선회귀식을 분석한 결과, 단순직선회귀모델의 분중 베타카로틴을 제외한 소화율과의 관계식은 유의성이 나타나지 않았고, 분중 베타카로틴농도와 섭취 베타카로틴 간의 관계식은 16%( $R^2 = 0.1605$ )에 불과한 설명력을 나타내었다.

Table 6. Simple linear regression analysis for variables against beta-carotene intakes

$\hat{y} =$	Variable	Parameter Estimate	SE	P-value	RMSE	$R^2$
Fecal beta carotene ( $\mu\text{g/g}$ )	Intercept	10.5944	5.774	0.0231	12.4218	0.1605
	[BC] <sub>Intake</sub>	0.0325	0.014			
DM digestibility (%)	Intercept	43.9122	2.231	0.7834	4.7991	0.0026
	[BC] <sub>Intake</sub>	0.0015	0.005			
OM digestibility (%)	Intercept	48.7785	1.762	0.6030	3.7912	0.0091
	[BC] <sub>Intake</sub>	0.0022	0.004			
CP digestibility (%)	Intercept	49.1473	1.943	0.9919	4.1788	0.0000
	[BC] <sub>Intake</sub>	0.0000	0.005			
EE digestibility (%)	Intercept	53.5321	2.746	0.9239	5.9063	0.0003
	[BC] <sub>Intake</sub>	0.0006	0.006			
BC digestibility (%)	Intercept	72.2752	4.614	0.0739	9.9065	0.1060
	[BC] <sub>Intake</sub>	0.0201	0.011			
NDF digestibility (%)	Intercept	43.3060	2.565	0.1394	5.4595	0.0738
	[BC] <sub>Intake</sub>	0.0093	0.006			
NFC digestibility (%)	Intercept	56.6508	3.633	0.3021	7.3146	0.0367
	[BC] <sub>Intake</sub>	-0.0086	0.008			

$\hat{y}$  = estimated dependent variable; DM : dry matter; OM : organic matter; CP : crude protein; EE : ether extract; BC : beta-carotene; NDF : neutral detergent fiber; NFC : non-fibrous carbohydrate; SE : standard error; RMSE : root mean square error; [BC]<sub>Intake</sub> : beta-carotene intake.



## - 농가실증시험 : 수정란 이식 수태율 조사 -

### I. 연구목적

본 연구진에 의해 개발된 보호 베타카로틴제제를 수정란이식농가를 대상으로 실제 급여를 통하여 수태율이 증가하는지 검증하기 위하여 실시하였다.

### II. 수행 방법

#### 1. 공시축 배치 및 사양관리

본 연구기관에서 시행하는 『우량한우 수정란이식지원사업』에 참여하는 경남 합천군 소재 ○○혈통사업장의 분만전후 번식한우 71두를 선정하여 급여 실증시험을 수행하였다. 베타카로틴 비급여구와 급여구로서 급여구는 경화유기반 보호베타카로틴 및 교차결합소립자기반 베타카로틴(DSM Nutritional Products Korea Ltd)으로 하였으며, 이들 처리구는 각각 20두, 27두 및 24두로 공시하였고, 급여구는 수정란이식 전 60일부터 매일 두당 400mg의 베타카로틴이 함유된 제제를 각각 섭취시켜 임신여부 확인 시(이식 후 60일)까지 급여하였다.

시험에 참여하는 한우 대리모는 합천축협에서 생산된 발효TMR사료를 1일 2회 매일 두당 9kg을 급여하였다.

#### 2. 대리모의 수정란이식 시술, 임신감정

대리모의 수정란이식 시술은 자연발정이 확인된 개체에 대하여 이식 전(발정확인후 7일) 난소내 황체상태를 확인한 후 신선수정란을 이식하였다. 임신감정은 이식 후, 45일 전후로 직장촉지 및 육안상 재발정 여부로 임신여부를 확인하였다.

#### 3. 채혈, 베타카로틴 분석

##### 1) 채혈

○수정란 이식예정우에 대하여 이식 시행하기 전 혈액(10ml)을 채취하였으며, 혈액은 경정맥을 통하여 채취하였다.

○ 채취된 혈액은 빛과 온도에 의한 베타카로틴의 파괴를 막기 위하여 즉시 알루미늄호일(aluminum foil)로 튜브를 감싼 후 얼음박스에 넣어 실험실로 운반하였다.

○ 운반된 혈액샘플은 외부 빛이 완전 차단된 실험실에서 원심분리기를 이용하여 3,000×g에서 10분 동안 원심분리 후 상층액 2ml를 튜브에 저장한 후, 즉시 -80℃ 저온냉장고에 분석 시까지 보관하였다.

#### 4. 혈중 베타카로틴 분석

○ 혈중 베타카로틴은 Schweigert 등 (2007)의 방법에 따라 one-step denaturation 및 유기용매 추출 후, iEX™ assay system에 의하여 소 혈액 전용 carotene photometer (iCheck™; BioAnalyt GmbH, Germany)를 이용하여 분석하였다.

#### 5. 통계분석

○ 모든 자료는 SAS(SAS Institute, 2000)의 Freq procedure를 이용하여 카이스퀘어검정법으로 분석하였다.

○ 평균값은 LSMEANS procedure를 이용하여 산출하였다. 유의성은 P값 0.05 이하일 때 유의성이 인정되고, 경향은 0.10이하로 인정하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

본 연구진에 의해 개발된 보호베타카로틴제제를 농가에 실제 급여해본 결과, 수태율은 무급여구 및 급여구간에 유의한 차이가 나타나지 않았고, 이들은 각각 40%, 40.7% 및 41.66%로 거의 유사하여 수정란이식을 통한 수태율향상 효과에는 미흡하였다. 하지만, 혈중 베타카로틴농도는 무급여구보다 급여구에서 각각 3.0 및 4.4 mg/L로 3.9내지 5.8배 유의하게 높았다(P<0.001). 본 결과로 미루어 개발된 반추위 비분해성 베타카로틴은 장내 흡수효율이 양호한 것으로 판단되었고, 교차결합기법 소립자를 이용한 베타카로틴은 경화유소재 코팅을 통한 개발베타카로틴보다 유의하게 높게 나타나, 본 연구의 개발품보다 우수하게 평가되었다.

Table 7. Effects of feeding rumen undegradable beta-carotene supplements on pregnancy rates and plasma concentrations in Hanwoo cows as recipient cows for embryo transfer

	Treatments			SEM	< P
	Control <sup>1)</sup> (n = 20)	HF-coated BC <sup>2)</sup> (n = 27)	Cross-linked beadlet based BC <sup>3)</sup> (n = 24)		
Parity	2.73	2.38	2.70	0.4541	0.8198
Age, month	52.21	45.26	50.67	5.6292	0.6475
Supplementation to ET <sup>4)</sup> (d)	-	90.46	101.21	5.5680	0.1785
No. cows with pregnancy <sup>5)</sup>	8 / 20	11 / 27	10 / 24	-	0.9937
Pregnancy rate, %	40.00	40.74	41.66		
Plasma beta-carotene, mg/L	0.76 <sup>c</sup>	3.00 <sup>b</sup>	4.40 <sup>a</sup>	0.2677	<0.0001

<sup>a,b,c</sup>Means with the same superscripts are not significantly different at a level of  $P < 0.05$ ; <sup>1)</sup>No supplemental  $\beta$ -carotene; <sup>2)</sup>hydrogenated fat coated  $\beta$ -carotene; <sup>3)</sup>cross-linked beadlet based  $\beta$ -carotene, which is donated from DSM nutritional products Korea Ltd.; <sup>4)</sup>ET = embryo transfer; <sup>5)</sup>number of pregnant cows per number of total cows for embryo transfer.

하지만, 수정란이식 전날 혈액을 채취하여 혈중 베타카로틴 농도를 분석함에 따라, 교차결합에 의한 베타카로틴제제가 섭취기간이 10.8일 가량 더 길게 섭취한 시점에 채혈하여 교차결합에 의한 베타카로틴이 더 높은 농도로 나타난 것으로 판단된다.

본 연구에서 급여군 및 비급여군간에 수태율성적이 1차 실증시험(남해 실증시험)과 달리 나타난 것은 아마도 실험에 참여한 번식한우의 두수가 부족하여 유의한 결과로 도출하기에는 미흡하였다. Aréchiga 등(1998)은 젖소에 90일 이상 베타카로틴을 급여하였을 때, 분만 120일의 수태율이 대조구 대비 급여구에서 유의하게 높게 나타났을 뿐만 아니라(35.4% vs 21.1%), 유량도 증가하였다고 보고하였다. Tekpetey 등(1987)은 계절에 따라 우사에서 키우는 겨울/봄에 비하여 목초를 섭취하는 여름/가을철 홀스타인 암소가 혈중 베타카로틴 농도를 적정하게 유지하였고( $240 \pm 14 \sim 339 \pm 19 \mu\text{g dL}^{-1}$ ), 이들은 분만후 자궁퇴축, 초종부간격 및 공태일수가 유의하게 개선되었다고 보고하였다. 그림 4는 2종의 베타카로틴제제 각각을 급여한 우군과 무급여한 우군의 수정란이식 수태여부에 따른 혈중 베타카로틴 농도를 보여주는 것으로, 베타카로

틴 급여군과 무급여군 그리고, 베타카로틴의 제조방식에 의하여 유의한 혈중 농도 차이를 보여주었다. 하지만, 각 처리구내 수태여부에 따른 혈중 농도 차이는 거의 나타나지 않았지만, 수태군이 비수태군에 비하여 수치적으로 극히 조금 높아지는 것으로 나타나, 시험참여 조사두수가 더 많았다면, 수태율에 긍정적인 효과의 가능성을 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

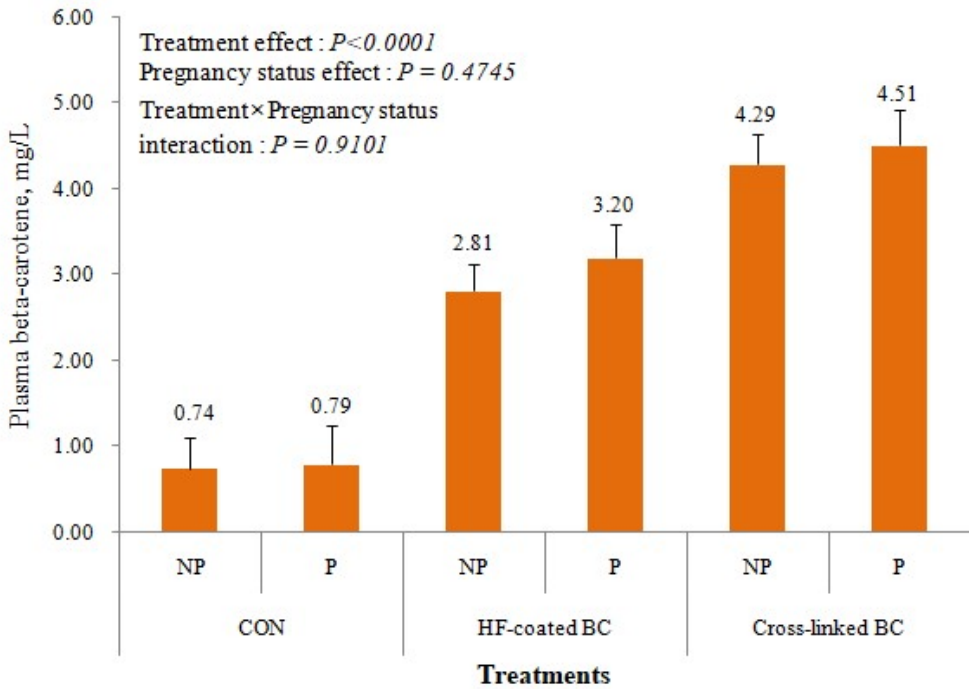


Fig 4. Plasma beta-carotene concentration (mg/L) depending on pregnancy status of Hanwoo cows fed rations with or without beta-carotene supplements ; CON = no supplements ; HF-coated BC = hydrogenated fat coated beta-carotene; Cross-linked BC = cross-linked beadlet based beta-carotene ; NP : non-pregnancy; P : pregnancy.

#### IV. 결론

1. 사료를 통한 베타카로틴 섭취수준을 달리하였을 때, 혈중 1.5 mg/L이상의 베타카로틴을 유지하기 위해서 필요한 베타카로틴 두당 최소 섭취량은 130 mg [제품기준 : 65 g]인 것으로 추정되었다.
2. 혈중 레티놀농도는 베타카로틴 급여수준이 증가하여도 혈중 농도에 영향을 받지 않았고, 혈중 지방대사물질은 베타카로틴 섭취수준이 증가함에 따라 유의한 영향을 미치지 않았다.
3. 분중 베타카로틴 농도는 베타카로틴 섭취수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였고(P<0.05, 직선효과), 전장 영양소소화율은 비섬유성탄수화물을 제외한 전 영양소에서 베타카로틴 섭취수준이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다.
4. 베타카로틴 소화율은 200, 400 및 600 mg 섭취구에서 각각 73.7, 82.1 및 83.8%로 나타났고, 중성세제불용성섬유소 소화율은 섭취수준이 증가함에 따라 전 처리구간 유의하게 직선적으로 증가하였다.
5. 본 연구진에 의해 개발된 보호베타카로틴제제를 농가에 실제 급여해본 결과, 수태율은 무급여구 및 급여구간에 유의한 차이가 나타나지 않았고, 이들은 각각 40%, 40.7% 및 41.66%로 거의 유사하여 수정란이식을 통한 수태율 향상 효과에는 미흡하였다.
6. 하지만, 혈중 베타카로틴농도는 무급여구보다 급여구에서 각각 3.0 및 4.4 mg/L로 3.9내지 5.8배 유의하게 높았다.

#### V. 기대효과 및 향후계획

1. 베타카로틴농도에 의한 적정 사료급여수준 도출로 경제적 급여수준 결정
2. 수태율향상을 위한 보조자료 개발로 수정란이식효율 극대화 및 농가소득증진
3. 일정기간 급여 후 혈중 베타카로틴 지속기간 탐색을 위한 내성시험 실시예정
4. 농가교육자료 활용 및 국내외 전문학술지 발표예정

## VI. 참고문헌

1. Aréchiga, C. F., C. R. Staples, L. R. McDowell, and P. J. Hansen. 1998. Effects of timed insemination and supplemental  $\beta$ -carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. *J. Dairy Sci.* 81:390-402.
2. Ashes, J. R., Burley, R. W., Sidhu, G. S., Sleight, R. W., 1984. Effect of particle size and lipid composition of bovine blood high density lipoprotein on its function as a carrier of beta-carotene. *Biochim. Biophys. Acta* 797:171-177.
3. Can, R., Yilmaz, K., Gul, Y. 1986. Une recherche sur les quantites de beta-carotene et de vitamine A plasmatiques chez les vaches infertiles. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* D1 10:18-23.
4. Chew, B. P., Wong, T. S., Michal, J. J., 1993. Uptake of orally administered beta-carotene by blood plasma, leukocytes, and lipoproteins in calves. *J. Anim. Sci.* 71:730-739.
5. Haliloglu, S., Baspinar N., Serpek, B., Erdem, H., Bulut, Z., 2002. Vitamin A and beta-carotene levels in plasma, corpus luteum and follicular fluid of cyclic and pregnant cattle. *Reprod. Domst. Anim.* 37:96-99.
6. Hino, T., N. Andoh and H. Ohgi. 1993. Effects of  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol on rumen bacteria in the utilization of long-chain fatty acids and cellulose. *J. Dairy Sci.* 76:600-605.
7. Hurley, W.L., and R.M. Doane. 1989. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *J. Dairy Sci.* 72:784-804.
8. Immig, I. 2009. Beta-carotene and cow reproductive performance. *AllAboutFeed* 17(5):28-31.
9. Korean feeding standard for Hanwoo, 2007. National Institute of Animal Science, RDA, Korea.
10. Mora, O., J. L. Romano, E. González, F. J. Ruiz, R. Gómez, and A. Shimada. 2001. Presence of fed  $\beta$ -carotene in digesta, excreta, blood and hepatic and adipose tissues of Holstein steers. *Can. J. Anim. Sci.* 81:133-139.
11. Nozière, P., B. Graulet, A. Lucas, B. Martin, P. Grolier, M. Doreau. 2006. Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131:418-450.
12. Puls, R., 1994. Serum vitamin levels. In: *Vitamin Levels in Animal Health*, edited

- by R. PULS, Canada, Sherpa International Publishing House, pp. 11-33.
13. SAS/STAT<sup>®</sup>, 2011. User' s Guide, Version 9.3, SAS Inst., Inc., Cary, NC.
  14. Schweigert, F. J., 2003. Research note: changes in the concentration of beta-carotene, alpha-tocopherol and retinol in the bovine corpus luteum during the ovarian cycle. Arch Tierernahr 57:307-310.
  15. Schweigert, F. J., Engalbert, F., Mothes, R., Hurtienne, A., Immig, I., 2007. Cooperative European study for the validation of a novel cow-side  $\beta$ -carotene assay in serum and blood. In: Program of 13th International Conference on Production Disease in Farm Animals, Leipzig, Germany (abstract 162).
  16. Schweigert, F. J., Lutterbach, A., Rambeck, W. A., Zucker, H., 1986. Vitamin A- and beta-carotene concentrations in bovine follicular fluid in relationship to follicle size. Zentralbl Veterinarmed A 33:360-364.
  17. Shete, V., L. Quadro. 2013. Mammalian metabolism of  $\beta$ -carotene: Gaps in knowledge. Nutrients 5:4849-4868.
  18. Tekpetey, F. R., W. M. Palmer, and J. R. Ingalls, 1987. Seasonal variation in serum  $\beta$ -carotene and vitamin A and their association with postpartum reproductive performance of Holstein cows. 67:491-500.
  19. Wing, J. M., 1969. Effect of source and season on apparent digestibility of carotene in forage by cattle. J. Dairy Sci. 52(4):479-483.





# 축산미생물 활용 기술 연구

(발효탄수화물 처리에 따른 슬러리 미생물군집 변화분석)





과제구분	시험연구과제		수행기관	경상남도 축산연구소	
수행시기	2019년	연구기간	2018-2019	예산	20,000천원
연구과제명	축산 미생물 활용기술 연구				
세부과제명	발효탄수화물 처리에 따른 돈사 슬러리 미생물군집 변화 분석				
연구원별 임무					
구분	소속	성명	담당 임무		
연구책임자	축산연구소	정미애	연구업무 총괄 및 수행		
참여연구원	〃	안창섭	연구수행		
참여연구원	〃	김남주	연구협조		
참여연구원	〃	이만달	〃		
참여연구원	〃	이성훈	〃		
참여연구원	〃	이진우	연구업무 지도		

## I. 연구목적

돈사 슬러리 내 발효탄수화물 처리가 슬러리 내 미생물군집 및 축산냄새 물질에 미치는 영향을 조사하고, 메타지노믹 데이터를 이용하여 축산냄새 연관 미생물군 구명 및 제어방법을 모색하고자 한다.

## II. 연구배경 및 기술현황

돈사 축산냄새는 매우 복잡적이며 주로 미소화 사료, 소화액, 내생배설물, 장내 미생물 등이 섞인 분이 배설 후 미생물에 의해 분해되면서 발생한다.(Williams and Evans, 1981) 또한 슬러리의 장기 저장에 의해 부패되어 발생한다고 알려져 있다. 악취의 주 원인물질로는 VFA, 알콜류의 저급 탄화수소계 화합물과 페놀류, 인돌류, NH<sub>3</sub>, 황합유화합물 등의 질소대사 유래 물질이 대표적이다.(Schaefer, 1977; Le et al., 2005)

한편, 슬러리 내 미생물군이 에너지원으로 발효탄수화물이 아닌 단백질을 이용하는 경우 축산냄새 원인 물질이 많이 생성된다고 보고된 바 있다.(Leid and Hillman, 1999; Sutton et al., 1999)

최근 메타지노믹 연구를 통해 특정 환경에 존재하는 미생물군집을 분석할 수 있으며 기존의 culture based bacteria count 방법으로는 확인할 수 없었던 배양 불가능한 미생물 뿐 아니라 대량 미생물군집의 분석이 가능하다.

2019년(2년차) 시험연구에서는 1차년도 추가 실험으로 계절별(봄, 겨울) 발효탄

수화물 처리에 따른 자돈사 슬러리 미생물군집 및 축산냄새 물질을 분석하였고, 발효탄수화물을 처리가 비육돈사 슬러리 내 미생물 군집과 축산냄새 물질에 미치는 영향을 조사하였다.

### Ⅲ. 수행방법

#### 1. 공시재료

1차년도 추가 실험은 축산연구소 자돈사 슬러리를 이용하였으며 시험은 2019년 2월에서 4월에 걸쳐 2회 수행하였다. 발효탄수화물로 건조 치커리뿌리 분말과 벚짚 분말을 이용하였으며 각각 대조구를 포함하여 2%, 5%로 처리하였다. 비육돈사 슬러리의 경우 치커리뿌리 분말, 벚짚 분말을 각각 0.1%, 0.2% 처리하였으며 3회 수행하였다. 저장기간별 슬러리 미생물군집 및 축산냄새물질을 분석하기 위해 처리 1주 후, 3주 후에 시료를 채취하였으며 채취한 시료는 실험에 사용하기 전까지  $-70^{\circ}\text{C}$ 에 보관하였다.

#### 2. 방법

슬러리 미생물군집 분석은 NGS analysis를 실시하였으며 16s rRNA region(V3-V4)을 이용하였다. MiSeq raw data는 sequencing이 완료된 후 MCS(MiSeq Control Software v2.2)와 bcl2fastq(v1.8.4)를 사용하여 FASTQ 파일을 생성하고, BWA를 통해 PhiX 서열을 제거하였다. 각 샘플별로 구분된 paired-end data는 FLASH(1.2.11)를 사용하여 120-160bp가 겹치면서 길이가 약 440-465bp인 고품질의 서열만을 추려내도록 하였다. 얻어진 서열은 CD-HIT-EST기반의 OTU 분석프로그램인 CD-HIT-OTU를 이용하여 sequencing error로 간주되는 낮은 품질의 서열, Ambiguous서열, chimera서열 등을 제거한 후, 97% 이상의 서열 유사성을 갖는 서열끼리 clustering하여 종수준의 OTU를 형성하였다. 각 OTU의 대표서열은 Reference DB(NCBI 16S Microbial)에 BALSTN(v2.4.0)을 수행하여, 유사성이 가장 높은 subject의 organism 정보로 taxonomic assignment를 수행하였다. 위의 OTU 정보로 QIIME(v1.8)을 이용하여, 다양한 미생물군집 비교분석을 수행하였다. 환경시료 내 미생물군집의 종 다양성 및 균등도를 확인하기 위해, Shannon Index와 Inversed Simpson Index를 구하고, Rarefaction curve와 Chaol값을 통해 alpha diversity 정보를 확인하였으며 PCoA를 통해 샘플사이의 유연관계를 시각화하였다.

발효탄수화물을 처리한 후 슬러리 pH는 pH meter로 측정하였으며 축산냄새 물질 농도 분석은 GC-MS, 암모니아는 Gastec을 이용하여 측정하였다.

#### IV. 결과 및 고찰

##### 1. 발효탄수화물 처리가 겨울철 자돈사 슬러리에 미치는 영향

Table 1. 발효탄수화물 처리 후 슬러리 pH 변화

	Control	Chic(%)		RS(%)	
		2	5	2	5
4-1W	8.20	4.62	4.08	7.17	5.27
4-3W	8.99	6.23	4.03	7.72	6.26

※ Chic: 치커리뿌리 분말, RS: 벵골분말, 1W: 처리 1주 후, 3W: 처리 3주 후

Table 2. 발효탄수화물 처리 후 축산냄새물질 농도(unit:ppbv)

	Control		Chic2		Chic5		RS2		RS5	
	4-1w	4-3w	4-1w	4-3w	4-1w	4-3w	4-1w	4-3w	4-1w	4-3w
Acetic acid	0.40	2.35	61.60	0.06	164.10	75.36	16.70	16.06	46.65	0.88
Propionic acid	0.00	11.23	148.85	26.26	242.50	198.21	71.06	33.09	145.09	5.21
IsoButyric acid	0.19	0.00	6.03	0.71	19.42	8.27	3.02	1.88	6.02	0.18
n-Butyric acid	0.40	1.28	89.78	3.18	210.42	115.05	33.17	14.80	69.12	0.83
isovaleric acid	0.00	0.00	3.75	0.00	12.59	6.98	1.96	0.84	4.12	0.12
Valeric acid	0.00	0.66	42.72	4.65	107.24	65.67	16.62	9.03	41.04	0.21
Phenol	6.09	3.09	12.12	10.34	12.98	21.05	10.92	8.30	12.65	5.82
p-Cresol	0.00	0.16	3.92	3.76	5.59	5.87	1.83	2.89	3.66	1.38
Indole	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
skatole	0.33	0.11	0.40	1.86	0.22	1.16	0.34	1.32	0.34	0.13
NH <sub>3</sub> (ppm)	46	66	0	0	0	0	13	28	0	0

1) 발효탄수화물 처리 후 슬러리 내 미생물군집 분석

Table 3. Pyrosequencing 결과 요약

Samples	No. of reads	OTUs	Chao1	Diversity index		Good's Coverage
				Shannon	Inverse Simpson	
4.1W.Control	33,052	256	340.000	3.079	0.627	0.998
4.1W.Chic2	37,704	208	257.789	3.871	0.844	0.999
4.1W.Chic5	32,343	203	242.808	3.377	0.789	0.999
4.1W.RS2	35,289	192	282.053	1.912	0.432	0.998
4.1W.RS5	34,735	210	247.625	3.518	0.714	0.999
4.3w.Control	33,874	271	322.042	4.504	0.903	0.999
4.3w.Chic2	29,342	109	172.000	3.771	0.896	0.999
4.3w.Chic5	31,155	166	222.000	2.900	0.779	0.998
4.3w.RS2	35,878	336	377.778	5.630	0.954	0.999
4.3w.RS5	36,907	193	243.647	4.480	0.915	0.999

<97% sequence similarity cut-off>

Table 4. Phylum 수준에서의 슬러리 내 미생물군집 분포

Phylum	C		Chic2		Chic5		RS2		RS5	
	4.1W	4.3W	4.1W	4.3W	4.1W	4.3W	4.1W	4.3W	4.1W	4.3W
<i>Bacteroidetes</i>	15.8%	59.0%	39.8%	33.6%	46.3%	20.7%	18.5%	27.3%	65.8%	55.2%
<i>Firmicutes</i>	17.3%	11.8%	54.1%	15.7%	38.0%	47.3%	4.4%	15.9%	31.7%	28.8%
<i>Proteobacteria</i>	65.6%	23.4%	5.5%	50.6%	15.0%	31.7%	76.5%	24.2%	1.9%	14.5%
<i>Spirochaetes</i>	0.2%	0.3%	0.3%	0.0%	0.4%	0.1%	0.1%	4.7%	0.1%	0.1%
<i>Synergistetes</i>	0.5%	3.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.7%	0.0%	0.0%
<i>Tenericutes</i>	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%
<i>Actinobacteria</i>	0.1%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.4%	0.2%
<i>unknown</i>	0.4%	2.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.4%	18.8%	0.1%	1.2%

2. 발효탄수화물 처리가 분철 자돈사 슬러리에 미치는 영향

Table 5. 발효탄수화물 처리 후 슬러리 pH 변화

	Control	Chic(%)		RS(%)	
		2	5	2	5
5-1W	7.59	5.23	4.22	6.39	5.73
5-3W	8.91	6.14	4.74	7.69	6.65

Table 6. 발효탄수화물 처리 후 축산냄새물질 농도(unit:ppbv)

	Control		chic2		chic5		RS2		RS5	
	5-1w	5-3w	5-1w	5-3w	5-1w	5-3w	5-1w	5-3w	5-1w	5-3w
Acetic acid	0.77	0.56	1.75	1.04	66.42	6.94	43.72	1.13	36.02	15.91
Propionic acid	3.04	4.40	97.92	14.28	120.34	75.87	71.41	20.99	100.88	28.47
IsoButyric acid	0.00	1.55	6.83	5.21	21.74	20.02	4.68	3.52	8.08	4.27
n-Butyric acid	5.27	0.74	179.74	27.72	306.23	169.20	110.69	35.66	145.06	49.33
isovaleric acid	0.16	1.02	4.90	4.62	14.39	6.81	3.04	2.26	4.77	3.37
Valeric acid	1.46	1.74	13.22	1.02	48.48	39.29	12.44	4.32	22.11	10.23
Phenol	16.44	1.19	9.77	5.35	8.24	6.10	10.98	2.94	11.83	8.81
p-Cresol	6.78	0.00	5.19	4.73	3.11	3.51	4.13	0.88	4.76	9.02
Indole	0.47	0.00	0.24	0.00	0.01	0.00	0.18	0.06	0.13	0.31
skatole	4.53	1.12	2.73	2.05	0.71	1.13	0.87	2.19	0.63	4.35
NH <sub>3</sub> (ppm)	27	70	0	0	0	0	1	40	0	1.2

1) 발효탄수화물 처리 후 슬러리 내 미생물군집 분석

Table 7. Pyrosequencing 결과 요약

Samples	No. of reads	OTUs	Chao1	Diversity index		Good's Coverage
				Shannon	Inverse Simpson	
5.1W.Control	42,719	226	249.903	3.447	0.790	0.999
5.1W.Chic2	37,988	200	221.136	3.612	0.808	0.999
5.1W.Chic5	24,223	193	229.120	3.448	0.788	0.998
5.1W.RS2	36,946	228	261.000	3.839	0.866	0.999
5.1W.RS5	43,411	252	285.000	4.383	0.901	0.999
5.3w.Control	23,269	234	245.700	4.972	0.933	0.999
5.3w.Chic2	37,934	149	164.615	3.535	0.868	0.999
5.3w.Chic5	32,747	158	203.120	1.969	0.495	0.999
5.3w.RS2	32,489	244	277.176	4.071	0.823	0.999
5.3w.RS5	56,729	189	206.103	3.148	0.798	0.999

<97% sequence similarity cut-off>

Table 8. Phylum 수준에서의 슬러리 내 미생물군집 분포

Phylum	C		Chic2		Chic5		RS2		RS5	
	5.1W	5.3W	5.1W	5.3W	5.1W	5.3W	5.1W	5.3W	5.1W	5.3W
<i>Bacteroidetes</i>	30.7%	40.9%	56.0%	43.5%	25.3%	7.1%	43.3%	30.3%	59.6%	44.5%
<i>Firmicutes</i>	4.3%	16.3%	29.6%	16.6%	31.6%	22.1%	11.2%	12.1%	35.4%	20.7%
<i>Proteobacteria</i>	61.1%	29.8%	14.2%	39.6%	42.8%	70.6%	45.2%	52.9%	4.6%	34.3%
<i>Spirochaetes</i>	1.9%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%
<i>Synergistetes</i>	0.1%	9.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.6%	0.0%	0.0%
<i>Tenericutes</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Actinobacteria</i>	0.0%	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.0%	0.1%	0.3%	0.1%
<i>unknown</i>	1.9%	2.8%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.2%	1.7%	0.1%	0.4%

겨울철 및 봄철 자돈사 슬러리에 치커리뿌리 분말과 볏짚 분말(2%, 5%)을 처리한 결과 처리 1주차에서는 대조구에 비해 처리구의 pH는 감소하였고 저장기간이 길어질수록 슬러리 pH는 증가하였으나 Chic 5% 처리구는 1주차와 비슷한 pH를 유지하였다.

겨울철 슬러리에 발효탄수화물을 처리한 결과 축산냄새물질 중 VFAs와 페놀류는 1주차에서 처리구에서 증가하였다. 인돌은 검출되지 않았고 스카톨은 Chic5% 처리구에서 33% 감소하였다. 봄철의 경우 VFAs는 1주차에서 처리구에서 증가하였고 페놀류는 감소하는 경향을 보였다. 인돌과 스카톨은 모두 처리구에서 감소하는 것으로 나타났다. NH<sub>3</sub>는 겨울철 및 봄철 슬러리에서 대조구와 RS2% 처리구에서만 검출되었다.

슬러리 미생물 메타지놈 분석 결과 처리에 따라 겨울철 슬러리 내 평균 214종의 미생물 OTUs가 확인되었으며 phylum 수준에서 대조구와 RS2% 처리구에서 *Proteobacteria*가 우세하였고 나머지 처리구에서는 *Firmicutes*, *Bacteroidetes*가 우세하였다. 봄철 슬러리에는 평균 207종 미생물 OTUs가 확인되었고 대조구에 비해 처리구에서 *Proteobacteria*가 감소하였다. *Firmicutes*는 모든 처리구에서 증가하였고 *Bacteroidetes*는 대조구에 비해 chic 5% 처리구에서 감소, 나머지 처리구에서는 증가하는 경향을 보였다.



3. 발효탄수화물 처리가 비육돈사 슬러리에 미치는 영향

Table 9. 발효탄수화물 처리 후 슬러리 pH 변화

	Control	Chic(%)		RS(%)	
		0.1	0.2	0.1	0.2
1W	7.59	7.50	7.34	7.62	7.53
3W	8.30	8.30	8.28	8.26	8.22

※ Chic: 치커리뿌리 분말, RS: 벧짚분말, 1W: 처리 1주 후, 3W: 처리 3주 후

Table 10. 발효탄수화물 처리 후 축산냄새물질 농도(unit:ppbv)

	Control		Chic0.1		Chic0.2		RS0.1		RS0.2	
	1W	3W	1W	3W	1W	3W	1W	3W	1W	3W
Phenol	12.66	1.20	12.00	0.97	11.56	1.18	11.64	0.16	7.41	0.48
p-Cresol	15.91	3.51	16.65	4.20	17.79	5.16	14.16	0.75	11.63	0.91
Indole	0.23	0.12	0.28	0.19	0.26	0.22	0.26	0.04	0.18	0.05
skatole	3.14	2.04	3.56	2.38	3.75	2.60	3.38	0.80	2.78	0.81
Phenols	28.57	4.71	28.65	5.17	29.35	6.35	25.80	0.90	19.04	1.39
Indoles	3.37	2.16	3.84	2.57	4.00	2.82	3.65	0.84	2.96	0.86
NH <sub>3</sub> (ppm)	122.0	134.0	121.3	156.0	111.3	150.0	110.3	127.3	116.3	124.0

1) 발효탄수화물 처리 후 슬러리 내 미생물군집 분석

Table 11. Pyrosequencing 결과 요약

Sample Name	No. of reads	OTUs	Chao1	Diversity Index		Good's Coverage
				Shannon	Inverse Simpson	
Control	36,222	437	484.348	5.136	0.904	0.998
Chic0.2	36,530	450	538.023	5.532	0.946	0.997
RS0.1	33,736	420	491.203	5.215	0.906	0.997
RS0.2	35,377	427	481.275	5.227	0.915	0.998

<97% sequence similarity cut-off>

Table 12. Phylum 수준에서의 슬러리 내 미생물군집 분포

	Control	Chic0.2	RS0.1	RS0.2
<i>Proteobacteria</i>	39.07%	22.94%	30.66%	31.14%
<i>Firmicutes</i>	11.76%	13.47%	11.15%	10.04%
<i>Bacteroidetes</i>	22.06%	29.53%	26.01%	24.11%
<i>Spirochaetes</i>	6.76%	12.18%	8.76%	10.76%
<i>Synergistetes</i>	1.36%	0.38%	0.12%	0.11%
<i>Tenericutes</i>	0.84%	1.23%	0.97%	1.15%
<i>Fibrobacteres</i>	0.08%	0.07%	0.12%	0.14%
<i>Lentisphaerae</i>	0.07%	0.08%	0.09%	0.13%
<i>Planctomycetes</i>	0.05%	0.03%	0.03%	0.03%
Unknown	17.88%	20.02%	22.03%	22.30%

비육돈사 슬러리에 치커리뿌리 분말과 벧짚 분말을 각 0.1%, 0.2% 처리했을 때 슬러리 내 미생물군집과 축산냄새 물질의 변화를 확인하고자 19년 8월~10월에 걸쳐 3회 실험을 실시하였다.

발효탄수화물 처리 1주 후 대조구 슬러리 pH는 7.59였으며 처리구는 7.34~7.62로 비슷한 경향을 나타내었다.

저급 탄화수소계 화합물(VFAs)은 대조구와 처리구에서 모두 검출되지 않았으며 VOCs 중 페놀류는 대조구에 비해 벧짚분말 0.1% 처리구에서 9.7%, 벧짚분말 0.2% 처리구에서 33.4% 감소하였고 인돌류는 대조구에 비해 벧짚분말 0.2% 처리구에서 12.1% 감소한 것으로 나타났다. 암모니아의 경우 대조구와 비교했을 때 치커리뿌리 분말 0.2% 처리구에서 8.7% 감소, 벧짚 분말 0.1%, 0.2% 처리구에서 각 4.6%, 9.6% 감소되었다.

비육돈사 슬러리에 치커리뿌리 분말 0.2%, 벧짚분말 0.1%, 0.2% 처리 후 미생물 메타지놈을 분석한 결과 대조구에서 437종의 OTUs가 확인되었으며 치커리뿌리 분말 처리구에서 450종 OTUs, 벧짚 분말 처리구에서 420~427종 OTUs가 확인되었다. 발효탄수화물 처리에 따른 종 다양성을 확인한 결과 (Shannon index) 대조구에 비해 치커리뿌리 분말 처리구에서 미생물종 다양성이 증가하는 경향을 보였다.

비육돈사 슬러리 내 미생물군집은 phylum 수준에서 *Proteobacteria* 39.07%, *Bacteroidetes* 22.06%, *Firmicutes* 11.76% 순으로 우점하였으며 이는 자돈사 슬러리 내 우점하고 있는 미생물군과 유사한 패턴이었다. 그러나 아직 밝혀지

지 않은 unkonwn 미생물군이 대조구 및 처리구에서 17.88%~22.30%의 비율로 우점하고 있는 것으로 나타나 이에 대한 추가 자료수집 및 분석이 필요할 것으로 보인다.

발효탄수화물 처리 후 미생물군집 변화를 조사한 결과 대조구에 비해 *Proteobacteria*, *Synergistetes*는 감소하였으며 *Bacteroidetes*, *Spirochaetes*, *Tenericutes*, *Fibrobacteres*, *Unknown*은 증가하는 경향을 보였다. 한편 *Firmicutes*의 경우 대조구에 비해 치커리뿌리 분말 0.2% 처리구에서 15% 증가하였으나 벚짚 분말 0.2% 처리구에서 14.6% 감소하는 것으로 나타났다.

## V. 결론

본 연구에서는 양돈장 내 축산냄새 저감을 위해 메타지노믹 툴을 활용한 미생물군집 정보와 발효탄수화물을 이용하였다. 슬러리 내 미생물군집은 발효탄수화물 처리 전 *Proteobacteria*, *Bacteroidetes*, *Firmicutes* 순으로 우점하였으나 처리 후에는 *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Proteobacteria* 순으로 우점도가 달라지는 것을 확인하였다. 본 실험에서 사용된 치커리뿌리 분말과 벚짚 분말은 처리 수준에 따라 자돈사와 비육돈사 슬러리 내 축산냄새물질 중 인돌류, 암모니아에 대해 저감 효과가 있는 것으로 나타났다.

## VI. 기대효과 및 향후계획

자돈사 및 비육돈사 슬러리 내 발효탄수화물 처리 실험결과를 토대로 발효탄수화물 및 적정 처리농도를 결정하여 2020년 비육돈사 현장 실증시험을 수행할 예정이며 슬러리 미생물 메타지노믹 데이터를 활용하여 축산냄새 물질과 미생물군집 간 상관관계에 대한 지속적인 Reference 조사를 실시할 계획이다. 또한 농업 부산물을 이용하여 저렴하면서도 이용가치가 높은 발효탄수화물 추가 발굴을 추진하여 축산냄새 저감에 활용하고자 한다.

## VII. 참고문헌

1. Williams, A.G. and Evans, M.R. 1981. Storage of piggery slurry. *Agricultural Wastes*. 3:11-321.
2. Schaefer, J. 1977. Sampling characterization and analysis of malodours. *Agricultural Environment*. 3:121-127.
3. Le, P.D., Aarnink, A.J.A., Ogink, N.W.M., Becker, P.M. and Verstegen, M.W.A. 2005. Odour from animal production facilities: Its relationship to diet. *Nutrition Research Review*. 18:3-30.
4. Reid, C.A. and Hillman, K. 1999. The effects of retrogradation and amylose/amylopectin ratio of starches on carbohydrate fermentation and microbial population in the porcine colon. *Animal Science*. 68:503-510.
5. Sutton, A.L., Kephart, K.B., Verstegen, M.W., Canh, T.T. and Hobbs, P.J. 1999. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. *Journal of Animal Science*. 77:430-439.

# 돼지 경제형질 유전육종 연구

(특정 유전자마커와 표현형 형질 사이의 연관성 연구)





과제구분	시험연구과제	참여기관	경상대학교 농업생명과학대학 축산생명학과		
수행시기	2019년	연구기간	1년	예산	5,000천원
연구과제명	돼지 경제형질 유전육종 연구				
세부과제명	특정 유전자 마커와 표현형 형질 사이의 연관성 연구				
구분	소속	성명	전화번호	담당업무	
연구책임자	축산연구소	김남주	254-3134	연구 업무 총괄	
공동연구자	축산연구소	이진우	254-3110	연구 수행 및 협조	
“	축산연구소	안창섭	254-3142	“	
“	축산연구소	정미애	254-3133	“	
“	축산연구소	이만달	254-3173	“	
“	경상대학교	임현태	772-1940	연구 업무 지도	
“	경상대학교	김윤주	772-1940	연구 수행 및 협조	
“	경상대학교	선두원	772-1940	“	
“	경상대학교	김현권	772-1940	“	

## I. 연구목적

양돈 산업에서 종돈은 산업의 바탕을 구성하는 기반이다. 우수한 종돈은 생산비를 절감시켜 양돈 산업의 경쟁력을 높인다. 특히 일반 비육돈 농가에서는 종돈을 직접 사육하지 않고 구매하여 사용하기 때문에 GGP, GP농장에서는 우수한 종돈을 선발하는 것이 중요하다. 종돈은 주로 경제적으로 주요한 형질을 고려하여 선발하며 그 중 성장형질이 가장 기본적인 요소이다.

따라서 이번 연구는 경남 축산연구소의 순종 버크셔와 듀록 품종 돼지를 대상으로 유전자 마커와 성장형질 사이의 연관성을 조사하였다. 이를 통해 *MCAR*, *H-FABP*, *LEPR*, *FTO* 유전자의 유전자 마커가 유전적 지표로써 가능성이 있는지 알아보고, 향후 버크셔와 듀록 품종 돼지의 선발과 개량에 결과를 활용하고자 실시하였다.

## II. 연구배경 및 기술현황

전통적으로는 유전적으로 우수한 돼지를 선발하기 위해서 돼지의 표현형 자료에 통계적인 처리를 하는 방식을 사용해 왔지만, 최근 분자유전학이 급속도로 발달하며 유전자를 활용하는 새로운 선발 방법이 등장하기 시작했다.

분자유전학적 방법을 이용한 가축 선발 방법은 가축의 형질에 영향을 미치

는 유전자들의 위치인 양적형질유전자좌위(quantitative trait loci, QTL)를 기반으로 하고 있으며, 가축 선발 방법은 크게 마커도움선발(Marker-assisted selection, MAS)과 유전체 선발(genomic selection, GS) 두 가지로 나눌 수 있다. 두 방법 모두 가축의 유전자와 형질 간 연관성을 밝히는 사전 연구가 기초가 된다.

\**H-FABP*, *MC4R*, *LEPR*, *FTO* 유전자는 동물에서 보전성이 아주 높고 동물의 지방 대사와 에너지 항상성에 관여하며, 돼지에서는 체중, 등지방두께, 근내지방 등 육질 및 성장형질과 연관되어 있다고 보고되어 있다.

\* *H-FABP*: 근내지방, 등지방두께 등과 연관, *MC4R*: 일당증체량, 110kg도달일령, 등지방두께 등과 연관  
*LEPR*: 근내지방, 일당증체량 등과 연관, *FTO*: VIF(visible intermuscular fat) 등과 연관

### Ⅲ. 수행방법

#### 1. 시험장소

- 1) 경상남도 축산연구소
- 2) 경상대학교 농업생명과학대학 축산생명학과 동물유전실험실

#### 2. 공시동물 및 DNA 추출 방법

공시동물은 경남 축산연구소에서 사육중인 듀록과 버크셔 순종을 사용. 버크셔 수컷 90두, 암컷 71두, 듀록 수컷 118두, 암컷 143두로 총 422두의 혈액을 채취하여 DNA를 추출 및 통계 분석에 사용하였다. DNA 추출 방법은 Sucrose-Proteinase K법을 이용하였다.

#### 3. 표현형 자료 수집

생시체중, 이유체중, 개시체중, 종료체중, 도체중, 도체등지방두께로 총 6개의 형질을 측정하여 사용하였다. 생시체중은 자돈이 태어난 직후, 이유체중은 25~28일경 이유를 시작하며, 개시체중은 약 70일령, 종료체중은 약 180일령에 측정하였다. 도체중과 도체등지방두께는 출하된 돼지의 등급판정 결과로 확하였다. 실험에 사용한 돼지 성장형질의 평균과 표준편차는 Table 1과 2에서 제시하였다.



Table 1. Mean and standard deviation of growth traits in boars.

Traits	Numbers	Mean	Standard Deviation
Birth weight(kg)	208	1.57	0.30
Weaning weight(kg)	208	8.52	1.63
Initial weight(kg)	208	23.35	3.99
Final weight(kg)	208	116.86	12.53
Carcass weight(kg)	208	88.45	10.01
Carcass backfat thickness(mm)	208	17.62	5.40

Table 2. Mean and standard deviation of growth traits in gilts.

Traits	Numbers	Mean	Standard Deviation
Birth weight(kg)	214	1.50	0.27
Weaning weight(kg)	214	8.12	1.87
Initial weight(kg)	214	23.21	4.17
Final weight(kg)	214	113.91	13.87
Carcass weight(kg)	214	88.00	11.11
Carcass backfat thickness(mm)	214	22.93	5.71

#### 4. PCR(DNA 증폭)

PCR 반응액 조성은 Genomic DNA 1 $\mu$ l, 10 x buffer 2.5 $\mu$ l, dNTP 1.5 $\mu$ l, 10p mol forward primer 1 $\mu$ l, 10p mol reverse primer 1 $\mu$ l, Taq DNA polymerase 0.1 $\mu$ l, DW 17.9 $\mu$ l를 첨가하여 총 반응액이 25 $\mu$ l로 하였다. PCR 조건은 94° C에서 5분간 denaturation, 35cycle로 94° C 30초, Table 3에 따른 각 유전자별 annealing 온도에서 30초, 72° C 1분간 extension을 반복 수행 후 마지막으로 72° C에서 10분간 최종 extension 과정을 수행하였다.

5. PCR-RFLP를 통한 유전자형 분석

기존에 보고된 논문을 참고하여 GenBank에서 primer sequence를 확인한 후 Table 3과 같이 유전자 primer를 결정하였다. PCR product 3µl, Table 4의 각 유전자별 제한효소 0.2µl, 10 x buffer 0.6µl, DW 2.2µl를 넣어 총 반응액이 6µl이 되도록 하였다. 37° C(*Hinf*I, *Map*I/*Hae*III) 혹은 65° C(*Taq*I, *Tal*I) 항온수조에서 overnight 후 3% metaphor와 1% agarose를 첨가한 gel에서 전기영동을 실시한 후 유전자형을 결정하였다.

Table 3. PCR primers and conditions.

Gene	Forward and reverse primers (5' →3' )	PCR product size(bp)	Restriction enzyme	Annealing temp. (°C)	Reference
<i>MCAR</i>	TACCCTGACCATCTTGATTG ATAGCAACAGATGATCTCTTTG	226	<i>Taq</i> I	56°C	Kim <i>et al.</i> , 1999
<i>H-FABP</i>	GGACCCAAGATGCCTACGCCG CTGCATCTTTGACCAAGAGG	693	<i>Hinf</i> I	57°C	Chen <i>et al.</i> , 2014
	ATTGCTTCGGTGTGTTTGAG TCAGGAATGGGAGTTATTGG	816	<i>Map</i> I/ <i>Hae</i> III		
<i>LEPR</i>	CCACTAAAAAAGAGAGGAATATCACGCTG ATGGCAGAGTCCAGAAATGACT	54	<i>Ape</i> K I	57°C	Hirose <i>et al.</i> , 2014
<i>FTO</i>	ACAGGCCCTGAAGAGGAAAG AGTAACCTGGAGTTCCTGTGG	397	<i>Tal</i> I	60°C	Fontanesi <i>et al.</i> , 2008

6. 통계분석

SAS package(version 9.4)를 이용하여 일반선형모형(GLM)분석 하였다. 유전자 변이와 품종의 효과가 유의한 형질들에 대해 최소 유의차 검정으로 평균간 차이에 대한 유의성 통계 분석을 실시하였다. 사용한 식은 아래와 같다.

$$Y_i = \mu + (MB)_i + e$$

$Y_i$  = 형질의 측정치,  $\mu$  = 전체 평균,  $(MB)_i$  =  $i$ 번째 변이와 품종,  $e$  = 임의 오차

#### IV. 결과 및 고찰

##### 1. 전년도 연구 수행(2018)

- 1) '18년 2월 연구소 돼지 전 두수 채혈, 이후 약 일주일 1회 채혈: 총 958두
- 2) DNA(Genomic DNA) 추출 후 전기영동으로 추출된 DNA 확인
- 3) 성장관련 유전자 선정(*H-FABP*, *MC4R*, *LEPR*, *FTO*) 및 프라이머 제작
- 4) PCR-RFLP 방법으로 각 돼지의 유전자형 결정(Figure 1 ~ 5, 실험결과 *LEPR* 유전자의 경우 전 두수 동형접합하여 분석에 사용하지 않음)

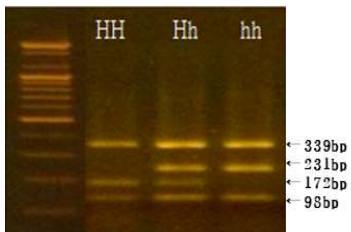


Figure 1. PCR-RFLP electrophoretic patterns of the porcine *H-FABP* I(*Hinf*I). The genotypes are indicated at the top of each lane

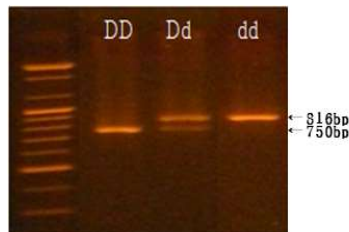


Figure 2. PCR-RFLP electrophoretic patterns of the porcine *H-FABP* II(*Msp*I). The genotypes are indicated at the top of each lane

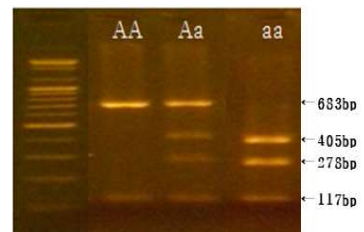


Figure 3. PCR-RFLP electrophoretic patterns of the porcine *H-FABP* III(*Hae*III). The genotypes are indicated at the top of each lane

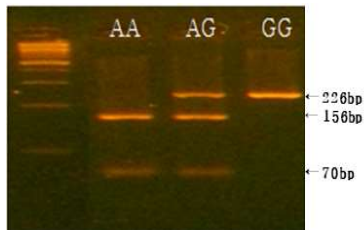


Figure 4. PCR-RFLP electrophoretic patterns of the porcine *MC4R*(*Taq*I). The genotypes are indicated at the top of each lane

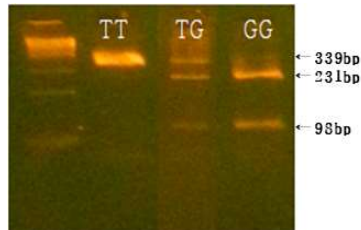


Figure 5. PCR-RFLP electrophoretic patterns of the porcine *FTO*(*Tat*I) The genotypes are indicated at the top of each lane

2. 2019년 연구 수행 결과

1) PCR-RFLP 실험 결과 유전자 빈도, 유전자형 빈도(Table 4, 5)

Table 4. Gene and Genotype frequencies of each markers in boars.

Gene	breed	no	Gene frequencies		Genotype frequencies		
			<i>H</i>	<i>h</i>	<i>HH</i>	<i>Hh</i>	<i>hh</i>
<i>H-FABP I</i>	Berkshire	90	0.11	0.89	0.02	0.17	0.81
	Duroc	118	0.91	0.09	0.83	0.15	0.02
<i>H-FABP II</i>	Berkshire	90	0.82	0.18	0.66	0.32	0.02
	Duroc	118	0.42	0.58	0.13	0.59	0.28
<i>H-HABP III</i>	Berkshire	90	0.82	0.18	0.66	0.32	0.02
	Duroc	118	0.44	0.56	0.13	0.62	0.25
<i>MC4R</i>	Berkshire	90	0.87	0.13	0.76	0.22	0.02
	Duroc	118	0.36	0.64	0.14	0.45	0.42
<i>FTO</i>	Berkshire	90	0.99	0.01	0.99	0.01	
	Duroc	118	0.30	0.70	0.30	0.70	

Table 5. Gene and Genotype frequencies of each markers in gilts.

Gene	breed	no	Gene frequencies		Genotype frequencies		
			<i>H</i>	<i>h</i>	<i>HH</i>	<i>Hh</i>	<i>hh</i>
<i>H-FABP I</i>	Berkshire	71	0.09	0.91	-	0.18	0.82
	Duroc	143	0.96	0.04	0.92	0.08	0.00
<i>H-FABP II</i>	Berkshire	71	0.84	0.16	0.73	0.21	0.06
	Duroc	143	0.33	0.67	0.06	0.54	0.41
<i>H-HABP III</i>	Berkshire	71	0.84	0.16	0.73	0.21	0.06
	Duroc	143	0.33	0.67	0.06	0.53	0.41
<i>MC4R</i>	Berkshire	71	0.83	0.17	0.66	0.34	-
	Duroc	143	0.29	0.71	0.08	0.41	0.50
<i>FTO</i>	Berkshire	71	1.00	-	1.00	-	
	Duroc	143	0.33	0.67	0.33	0.67	

2) PCR-RFLP 실험 결과

*H-FABP I* 유전자 변이는 수컷 버크셔종의 생시체중, 도체중에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었으며( $p < 0.05$ ), 종료체중과 도체중에서 품종 간 차이를 관찰할 수 있었다. 또한 암컷 버크셔종의 생시체중, 이유체중에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었고( $p < 0.05$ ), 종료체중과 도체중에서 품종 간 차이를 관찰할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 양돈 산업의 수익성과 직결되는 최종적인 체중인 종료체중과 도체중을 비교했을 때, 수컷 버크셔종이 *hh*, 듀록종이 *Hh/hh*, 암컷 버크셔와 듀록종은 모두 *Hh* 유전자형이 가장 무거운 체중을 보여 *hh* 동형 접합 할수록 체중이 무거워지는 경향이 있었다. 특히 수컷 버크셔의 도체중에서는 *HH*가 확연히 적은 도체중을 보였다( $p < 0.05$ ). (Table 6, 7)

Table 6. Associations between *H-FABP I* and growth traits in pigs(boar).

Trait	<i>H-FABP I</i>					
	Berkshire			Duroc		
	Mean $\pm$ SE			Mean $\pm$ SE		
	<i>HH</i> (2)	<i>Hh</i> (15)	<i>hh</i> (73)	<i>HH</i> (98)	<i>Hh</i> (18)	<i>hh</i> (2)
Birth weight(kg)	1.93 <sup>a</sup> $\pm 0.21$	1.6 <sup>ab</sup> $\pm 0.08$	1.48 <sup>b</sup> $\pm 0.03$	1.59 <sup>a</sup> $\pm 0.03$	1.71 <sup>a</sup> $\pm 0.07$	1.70 <sup>ab</sup> $\pm 0.21$
Weaning weight(kg)	6.70 $\pm 1.16$	8.41 $\pm 0.42$	8.56 $\pm 0.19$	8.49 $\pm 0.17$	8.83 $\pm 0.39$	8.18 $\pm 1.16$
Initial weight(kg)	18.85 $\pm 2.82$	23.09 $\pm 1.03$	23.83 $\pm 0.47$	23.31 $\pm 0.4$	22.66 $\pm 0.94$	20.30 $\pm 2.82$
Final weight(kg)	97.50 <sup>b</sup> $\pm 8.47$	111.87 <sup>b</sup> $\pm 3.09$	113.07 <sup>b</sup> $\pm 1.4$	119.96 <sup>a</sup> $\pm 1.21$	121.28 <sup>a</sup> $\pm 2.82$	120 <sup>ab</sup> $\pm 8.47$
Carcass weight(kg)	71.50 <sup>c</sup> $\pm 6.78$	83.13 <sup>bc</sup> $\pm 2.47$	86.04 <sup>b</sup> $\pm 1.12$	90.6 <sup>a</sup> $\pm 0.97$	92.28 <sup>a</sup> $\pm 2.26$	93.0 <sup>ab</sup> $\pm 6.78$
Carcass backfat thickness(mm)	16.50 $\pm 3.86$	17.33 $\pm 1.41$	17.52 $\pm 0.64$	17.96 $\pm 0.55$	16.61 $\pm 1.29$	17.0 $\pm 3.86$

Values with different superscripts in the same row are significantly different( $P < 0.05$ )

Table 7. Associations between *H-FABP* I and growth traits in pigs(gilt).

Trait	<i>H-FABP</i> I genotype			
	Berkshire		Duroc	
	Mean ± SE		Mean ± SE	
	<i>HH</i> (13)	<i>hh</i> (58)	<i>HH</i> (131)	<i>HH</i> (12)
Birth weight(kg)	1.55 <sup>a</sup> ±0.07	1.37 <sup>b</sup> ±0.03	1.56 <sup>a</sup> ±0.02	1.49 <sup>ab</sup> ±0.08
Weaning weight(kg)	9.21 <sup>a</sup> ±0.52	7.98 <sup>b</sup> ±0.24	8.07 <sup>ab</sup> ±0.16	8.05 <sup>ab</sup> ±0.54
Initial weight(kg)	24.33 ±1.16	22.36 ±0.55	23.49 ±0.36	23.05 ±1.2
Final weight(kg)	110.31 <sup>ab</sup> ±3.7	107.69 <sup>b</sup> ±1.75	116.45 <sup>a</sup> ±1.16	120.17 <sup>a</sup> ±3.85
Carcass weight(kg)	84.46 <sup>bc</sup> ±2.98	83.57 <sup>c</sup> ±1.41	89.85 <sup>ab</sup> ±0.94	93.17 <sup>a</sup> ±3.1
Carcass backfat thickness(mm)	21.0 ±1.58	22.12 ±0.75	23.56 ±0.5	22.0 ±1.64

Values with different superscripts in the same row are significantly different(P<0.05)

*H-FABP* II, III 유전자는 수컷 버크셔종의 개시체중, 종료체중, 도체중에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었으며(p<0.05), 듀록종에서는 생시체중에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었다(p<0.05). 종료체중에서는 품종 간 차이를 관찰할 수 있었다. 또한 암컷 버크셔종의 개시체중, 도체등지방두께에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었고(p<0.05), 듀록종에서는 도체등지방두께에서 유의적인 차이를 발견할 수 있으며(p<0.05), 종료체중과 도체중에서 품종 간 차이를 발견할 수 있었다. 최종적인 종료체중과 도체중에서는 수컷 버크셔종은 *DD*, 듀록이 *DD/Dd*, 암컷 버크셔와 듀록 모두 *DD* 유전자형이 가장 무거운 체중을 보이며 *DD* 동형접합 할수록 체중이 무거운 경향을 나타냈다. 특히 수컷 버크셔의 도체중에서 *dd*가 확연히 가벼운 유의성을 나타냈다 (p<0.05).(Table 8, 9)

Table 8. Associations between *H-FBAP* II, *H-FABP* III and growth traits in pigs(boar).

Trait	<i>H-FABP</i> II, <i>H-FABP</i> III genotype					
	Berkshire Mean ± SE			Duroc Mean ± SE		
	<i>DD</i> (59)	<i>Dd</i> (29)	<i>dd</i> (2)	<i>DD</i> (15)	<i>Dd</i> (70)	<i>dd</i> (30)
Birth weight(kg)	1.49 <sup>b</sup> ±0.04	1.52 <sup>b</sup> ±0.05	1.9 <sup>ab</sup> ±0.21	1.61 <sup>ab</sup> ±0.08	1.66 <sup>a</sup> ±0.04	1.51 <sup>b</sup> ±0.05
Weaning weight(kg)	8.26 <sup>ab</sup> ±0.21	8.94 <sup>a</sup> ±0.3	8.93 <sup>ab</sup> ±1.14	8.40 <sup>ab</sup> ±0.42	8.79 <sup>ab</sup> ±0.19	8.05 <sup>b</sup> ±0.28
Initial weight(kg)	22.93 <sup>b</sup> ±0.51	25.19 <sup>a</sup> ±0.73	20.18 <sup>ab</sup> ±2.79	23.76 <sup>b</sup> ±1.02	23.36 <sup>b</sup> ±0.47	22.47 <sup>b</sup> ±0.69
Final weight(kg)	113.36 <sup>b</sup> ±1.54	112.38 <sup>b</sup> ±2.2	90.0 <sup>c</sup> ±8.38	120.60 <sup>a</sup> ±3.06	120.79 <sup>a</sup> ±1.42	118.64 <sup>a</sup> ±2.06
Carcass weight(kg)	85.66 <sup>b</sup> ±1.23	85.79 <sup>b</sup> ±1.76	64.5 <sup>c</sup> ±6.7	91.07 <sup>ab</sup> ±2.45	91.50 <sup>a</sup> ±1.13	89.55 <sup>ab</sup> ±1.65
Carcass backfat thickness(mm)	16.85 ±0.7	19.03 ±1	13.0 ±3.81	18.87 ±1.39	17.39 ±0.64	17.97 ±0.94

Values with different superscripts in the same row are significantly different(P<0.05)

Table 9. Associations between *H-FABP* II, *H-FABP* II and growth traits in pigs(gilt).

Trait	<i>H-FABP</i> II, <i>H-FABP</i> III genotype					
	Berkshire Mean ± SE			Duroc Mean ± SE		
	<i>DD</i> (52)	<i>Dd</i> (15)	<i>dd</i> (4)	<i>DD</i> (8)	<i>Dd</i> (77)	<i>dd</i> (58)
Birth weight(kg)	1.37 <sup>b</sup> ±0.04	1.5 <sup>ab</sup> ±0.07	1.58 <sup>ab</sup> ±0.13	1.57 <sup>a</sup> ±0.09	1.54 <sup>a</sup> ±0.03	1.57 <sup>a</sup> ±0.03
Weaning weight(kg)	7.97 ±0.26	8.8 ±0.48	8.97 ±0.94	7.7 ±0.66	8.05 ±0.21	8.15 ±0.25
Initial weight(kg)	22.08 <sup>b</sup> ±0.58	24.84 <sup>a</sup> ±1.07	23.21 <sup>ab</sup> ±2.07	24.62 <sup>ab</sup> ±1.47	23.2 <sup>ab</sup> ±0.47	23.62 <sup>ab</sup> ±0.54
Final weight(kg)	108.83 <sup>bc</sup> ±1.84	106.53 <sup>bc</sup> ±3.43	105.75 <sup>c</sup> ±6.64	124.25 <sup>a</sup> ±4.7	115.14 <sup>ac</sup> ±1.51	117.88 <sup>ac</sup> ±1.74
Carcass weight(kg)	84.19 <sup>bc</sup> ±1.49	83.33 <sup>c</sup> ±2.77	79.25 <sup>c</sup> ±5.36	96.0 <sup>a</sup> ±3.79	89.12 <sup>ac</sup> ±1.22	90.66 <sup>a</sup> ±1.41
Carcass backfat thickness(mm)	21.75 <sup>b</sup> ±0.78	22.6 <sup>a</sup> ±1.45	21.5 <sup>ab</sup> ±2.81	22.88 <sup>a</sup> ±1.99	22.26 <sup>b</sup> ±0.64	25.05 <sup>a</sup> ±0.74

Values with different superscripts in the same row are significantly different(P<0.05)

*MC4R* 유전자는 수컷 버크셔종의 생시체중, 개시체중, 종료체중, 도체섭에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었으며( $p < 0.05$ ), 듀록종에서는 종료체중, 도체중, 도체등지방두께에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 도체중에서는 품종 간 차이를 관찰할 수 있었다. 또한 암컷 듀록종의 도체등지방두께에서 유의적인 차이를 발견할 수 있었다( $p < 0.05$ ). 최종적인 종료체중에서는 수컷 버크셔와 듀록이 모두 *GG*, 암컷 버크셔는 *AA*, 암컷 듀록은 *GG* 유전자형이 종료체중에서 가장 무거운 체중을 보였다. 암컷 돼지는 품종별로 상반된 결과가 나와 추가적인 실험이 필요할 것으로 예상된다. 암컷 버크셔를 제외한다면 *GG* 동형접합 할수록 체중이 무거운 경향을 보였으며, 특히 수컷 듀록의 도체중에서 *GG* 유전자가 가장 무거운 경향을 보였다.(Table 10, 11)

Table 10. Associations between *MC4R* and growth traits in pigs(boar).

Trait	<i>MC4R</i> genotype					
	Berkshire			Duroc		
	Mean ± SE			Mean ± SE		
	<i>AA</i> (68)	<i>AG</i> (20)	<i>GG</i> (2)	<i>AA</i> (16)	<i>AG</i> (53)	<i>GG</i> (49)
Birth weight(kg)	1.50 <sup>b</sup> ±0.04	1.54 <sup>a</sup> ±0.07	1.57 <sup>a</sup> ±0.21	1.68 <sup>a</sup> ±0.07	1.6 <sup>a</sup> ±0.04	1.6 <sup>a</sup> ±0.04
Weaning weight(kg)	8.64 ±0.2	8.04 ±0.37	8.23 ±1.16	8.42 ±0.41	8.37 ±0.22	8.75 ±0.23
Initial weight(kg)	24.18 <sup>a</sup> ±0.48	21.49 <sup>b</sup> ±0.88	24.72 <sup>ab</sup> ±2.79	22.88 <sup>ab</sup> ±0.99	22.76 <sup>ab</sup> ±0.54	23.68 <sup>a</sup> ±0.56
Final weight(kg)	114.25 <sup>b</sup> ±1.41	105.85 <sup>c</sup> ±2.61	120.5 <sup>ac</sup> ±8.25	116.94 <sup>ab</sup> ±2.92	118.3 <sup>b</sup> ±1.6	123.22 <sup>a</sup> ±1.67
Carcass weight(kg)	86.47 <sup>b</sup> ±1.15	80.95 <sup>c</sup> ±2.12	86.0 <sup>abc</sup> ±6.7	87.44 <sup>b</sup> ±2.37	89.87 <sup>a</sup> ±1.3	93.14 <sup>a</sup> ±1.35
Carcass backfat thickness(mm)	17.69 <sup>a</sup> ±0.64	16.90 <sup>ab</sup> ±1.19	15.50 <sup>ab</sup> ±3.75	14.06 <sup>b</sup> ±1.33	17.38 <sup>a</sup> ±0.73	19.33 <sup>a</sup> ±0.76

Values with different superscripts in the same row are significantly different( $P < 0.05$ )



Table 11. Associations between *MC4R* and growth traits in pigs(gilt).

Trait	<i>MC4R</i> genotype				
	Berkshire		Duroc		
	Mean ± SE		Mean ± SE		
	<i>AA</i> (47)	<i>AG</i> (24)	<i>AA</i> (12)	<i>AG</i> (59)	<i>GG</i> (72)
Birth weight(kg)	1.41 <sup>b</sup> ±0.04	1.4 <sup>b</sup> ± 0.05	1.68 <sup>a</sup> ±0.08	1.54 <sup>a</sup> ±0.03	1.54 <sup>ab</sup> ±0.03
Weaning weight(kg)	8.5 <sup>ac</sup> ±0.27	7.62 <sup>c</sup> ± 0.38	9.08 <sup>a</sup> ±0.53	7.95 <sup>bc</sup> ±0.24	8.01 <sup>ac</sup> ±0.22
Initial weight(kg)	23.34 <sup>ab</sup> ±0.6	21.52 <sup>b</sup> ± 0.84	25.4 <sup>a</sup> ±1.19	22.99 <sup>ab</sup> ±0.54	23.5 <sup>a</sup> ±0.49
Final weight(kg)	108.26 <sup>bc</sup> ±1.94	108 <sup>c</sup> ± 2.71	116.83 <sup>ac</sup> ±3.84	114.44 <sup>a</sup> ±1.73	118.65 <sup>a</sup> ±1.57
Carcass weight(kg)	83.98 <sup>b</sup> ±1.56	83.25 <sup>b</sup> ±2.18	88.33 <sup>ab</sup> ±3.09	88.37 <sup>a</sup> ±1.39	91.86 <sup>a</sup> ±1.26
Carcass backfat thickness(mm)	21.49 <sup>b</sup> ±0.82	22.75 <sup>ab</sup> ±1.15	23.33 <sup>ab</sup> ±1.63	22.27 <sup>b</sup> ±0.74	24.39 <sup>a</sup> ±0.67

Values with different superscripts in the same row are significantly different(P<0.05)

*FTO* 유전자는 수컷 버크셔종의 생시체중에서 유의적인 차이가 발견되었으며(p<0.05), 듀록종의 이육체중에서 유의적인 차이를 볼 수 있었다(p<0.05). 또한 암컷 돼지에서는 품종 간 차이가 발견되었다.(Table 12, 13)

Table 12. Associations between FTO and growth traits in pigs(boar).

Trait	<i>FTO</i> genotype			
	Berkshire Mean ± SE		Duroc Mean ± SE	
	GG(89)	TT(1)	GG(35)	TT(83)
Birth weight(kg)	1.50 <sup>b</sup> ±0.03	2.10 <sup>a</sup> ±0.29	1.57 <sup>ab</sup> ±0.05	1.63 <sup>a</sup> ±0.03
Weaning weight(kg)	8.50 <sup>a</sup> ±0.17	7.80 <sup>ab</sup> ±1.62	7.99 <sup>b</sup> ±0.27	8.77 <sup>a</sup> ±0.18
Initial weight(kg)	23.64 ±0.42	22.91 ±0.68	19.40 ±4	23.26 ±0.44
Final weight(kg)	112.7 <sup>bc</sup> ±1.27	97.0 <sup>c</sup> ±11.95	118.49 <sup>ac</sup> ±2.02	120.87 <sup>a</sup> ±1.31
Carcass weight(kg)	85.38 <sup>bc</sup> ±1.02	72.0 <sup>c</sup> ±9.61	89.69 <sup>ac</sup> ±1.62	91.41 <sup>a</sup> ±1.06
Carcass backfat thickness(mm)	17.43 ±0.57	21.0 ±5.42	16.89 ±0.92	18.10 ±0.6

Values with different superscripts in the same row are significantly different(P<0.05)

Table 13. Associations between FTO and growth traits in pigs(gilt).

Trait	<i>FTO</i> genotype		
	Berkshire Mean ± SE	Duroc Mean ± SE	
	GG(71)	GG(47)	TT(96)
Birth weight(kg)	1.41 <sup>b</sup> ±0.03	1.55 <sup>a</sup> ±0.04	1.56 <sup>a</sup> ±0.03
Weaning weight(kg)	8.2 ±0.22	7.88 ±0.27	8.16 ±0.19
Initial weight(kg)	22.72 ±0.49	22.97 ±0.61	23.69 ±0.43
Final weight(kg)	108.17 <sup>b</sup> ±1.58	117.81 <sup>a</sup> ±1.94	116.25 <sup>a</sup> ±1.36
Carcass weight(kg)	83.73 <sup>b</sup> ±1.27	91.0 <sup>a</sup> ±1.57	89.7 <sup>a</sup> ±1.1
Carcass backfat thickness(mm)	21.92 ±0.68	23.55± 0.83	23.36 ±0.58

Values with different superscripts in the same row are significantly different(P<0.05)

## V. 결론

이번 연구에서 4종의 유전자(*H-FABP*, *MC4R*, *LEPR*, *FTO*)의 유전자 마커에서 두록과 버크셔 두 품종의 유전자형 구성을 확인하고, 유전자와 성장형질 간 연관성을 알 수 있었다. 특히 *H-FABP* I 유전자와 같이 두록과 버크셔 품종의 유전자형이 상반되게 나온 경우가 있었는데, 이 경우 품종 간 차이가 있을 것으로 추측된다. 이처럼 표현형 형질과 유전자 간의 유의성 등을 확인하기 위해 추가적인 연구가 필요할 것이다.

또한 이번 연구에서는 모든 유전자 마커에서 성장형질과 유의적인 결과를 관찰할 수 있었다. 따라서 6개의 유전자 마커모두 돼지의 성장형질을 결정지를 유전적 지표로써 이용될 수 있을 것이라 생각된다. 특히 수컷 버크셔종과 두록에서 차례로 *H-FABP* I, *H-FABP* II, *MC4R*, *FTO* 유전자의 *hh/DD/GG/GG* 유전자형을 고려하여 선발한다면, 성장형질이 우수한 집단으로 개량할 수 있을 것으로 사료된다.

## VI. 기대효과 및 향후계획

유전자 마커를 이용한 선발을 실시하기 위해서는 연구소 돼지의 유전 정보를 파악할 수 있는 추가적인 연구가 필요하다. 따라서 지속적인 연구소 돼지의 유전자와 표현형 간 관계를 알아볼 필요가 있으며, 더불어 다수의 유전자 마커를 확인할 수 있는 SNPchip 데이터를 축적할 필요가 있다. 앞으로도 축산연구소 돼지가 가지고 있는 경제형질과 연관된 유전자를 연구하여 종돈 유전능력개량을 위한 자료로 활용하고 우수한 종돈을 선발할 수 있도록 연구할 것이다.



# 돼지생산성 향상 기술 연구

(항산화제 첨가가 돼지 정액성상에 미치는 영향)





과제구분	시험연구과제	참여기관	경상남도 축산연구소		
수행시기	2019년	연구기간	1년	예산	9,000천원
연구과제명	돼지 생산성 향상 기술 연구				
세부과제명	항산화제 첨가가 돼지 정액성상에 미치는 영향				
구분	소속	성명	전화번호	담당 임무	
연구책임자	축산연구소	안창섭	254-3142	연구업무 총괄	
공동연구자	〃	정미애	254-3133	연구 수행 및 협조	
〃	〃	강철훈	254-3143	〃	
〃	〃	김남주	254-3135	〃	
〃	〃	이만달	254-3173	〃	
〃	〃	김치수	254-3144	〃	
〃	〃	이진우	254-3110	연구업무 지도	

## I. 연구목적

활성산소에 의한 산화스트레스로 야기되는 정자 DNA 손상, 운동성, 생존율 감소 등은 결국 기형, 사산 증가 및 산자수, 수태율 감소와 같은 돼지 번식에 직접적인 영향을 미치게 되며, 따라서 본 연구에서는 항산화제로 알려진 lycopene,  $\alpha$ -tocopherol, betaine을 돼지 액상 및 동결정액 제조 시 일정 농도를 첨가하여 액상정액 보존기간별 활력 유지 정도, 동결정액 제조 및 용해 시 동결(저온) 스트레스 경감을 통한 활력 유지 등 정액 성상에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

## II. 연구배경 및 기술현황

1. 돼지의 액상정액 제조 후 활력 유지 기간은 3~7일 정도이며, 이 기간 동안 활성산소(reactive oxygen species)가 발생한다. 이러한 활성산소는 지속적으로 정자의 DNA 및 크로마틴(염색질) 손상, 생존성과 운동성을 저하시키는 것으로 알려져 있다. 또한 동결정액 제조 시에도 저온충격으로 인해 활성산소가 발생하고, 산화스트레스에 의해 정액 성상에 악영향을 미치게 된다.
2. 정액 처리 시 항산화제 첨가는 활성산소에 의한 정자 기능장애, DNA 손상 등의 의인성 정자 손상을 막는 것으로 나타났으며, 특히 lycopene은

$\beta$ -caroteine보다 2배 이상,  $\alpha$ -tocopherol 보다 10배 이상의 항산화능력을 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

### 3. 선행연구 결과 (이전년도 및 타문헌 참고)

- 1) 돼지 동결정액 제조 및 활용 기술 연구(2017년, 축산시험장)
- 2) 항산화제 첨가는 생존율, 침체 온전성, 미토콘드리아 온전성 등에 효과가 있으며 대표적 항산화제로 vit E, L-cystein, melatonin, silymarin, curcumin 등이 있음
- 3) 라이코펜은 강력한 항산화제로 LDL 산화를 저하시켜 내피 세포의 과산화를 막음. human, bull 정자 활력이 증가되었다고 보고되었으나, 돼지에 적용한 사례는 없음

## Ⅲ. 수행방법

1. 시험장소 : 경상남도축산연구소
2. 시험기간 : 2019년
3. 연구내용 및 방법
  - 1) 항산화제가 액상정액 성상에 미치는 영향
    - (1) 축산연구소 프로토콜에 따른 액상정액 제조 시 농도별 항산화제 첨가
    - (2) 항산화제 처리 후 보존기간별 액상정액 성상 조사
  - 2) 항산화제가 동결정액 성상에 미치는 영향
    - (1) 축산연구소 프로토콜에 따른 동결정액 제조 시 농도별 항산화제 첨가
    - (2) 용해 후 정액성상 변화 조사
  - 3) 조사항목
    - (1) 항산화제 첨가에 따른 액상 및 동결정액 정자 운동 성상 CASA 분석
      - total motility
      - progressive motility



## IV. 결과 및 고찰

### (실험1) 항산화제 첨가가 돼지 정액 성상에 미치는 영향

#### 1. 실험방법

##### 1) 돼지 액상정액 제조

- (1) 응돈 신선정액 채취, Modena 1:3 희석 및 17°C 2시간 정치
- (2) 항산화제(betaine,  $\alpha$ -tocopherol, lycopene)를 각각 희석액에 농도별 첨가
- (3) 기간별(1일, 3일, 5일, 7일, 10일) 정자 운동성상 CASA 분석

##### 2) 돼지 동결정액 제조

- (1) 신선정액 채취, Modena 1:3 희석 및 17°C 2시간 정치
- (2) Modena 희석액(정액 포함) 정자 1,300rpm 조건 10분간 원심분리 후 희석액1 용액으로 교체
- (3) 항산화제(betaine,  $\alpha$ -tocopherol, lycopene)를 각각 희석액1에 처리구 농도별 첨가
- (4) 간이동결방식으로 스티로폼 용기(얼음 포함)에 정액을 17°C 에서 5°C 까지 점진적으로 온도 강하(2시간 소요)
- (5) 5°C 유지 조건에서 희석액2 용액 제조 및 정액(희석액1 포함)에 희석(30분 소요)  
- 동결정액 희석 비율→정자(원심분리 후) : 희석액1 : 희석액2=1:1:1
- (6) 0.5ml straw 에 정액 봉입( $5 \times 10^8$ 개/st) 및 간이동결기와 액체 질소를 이용하여 동결정액 제조 및 보관
- (7) 보관 된 동결정액 용해 후 활력 측정
- (8) 희석액 1 구성 : 희석제 A<sup>1)</sup>+DW(80% v/v),난황(20% v/v),kamamycin 100ug/ml
- (9) 희석액 2 구성 : 희석제 B<sup>2)</sup>+DW(80% v/v),난황(20% v/v),Glycerol(8.1% v/v), Equex-STM(1.6% v/v)
- (10) 동결 용해 후(희석 비율 androhep 1ml+straw 0.5ml)정자 운동성상 CASA 분석

1) 희석제 A(IMV boarciphos A)

2) 희석제 B(IMV boarciphos B)

2. 실험결과

Table 1. 돼지 액상/동결정액 실험을 위한 응돈 정액 채취 18회(누계: 18회)

구분	구분	채정일자	개체번호	정액 채취량 (ml)	액상정액 활력 (%)	정상 정자수 (10 <sup>8</sup> /ml)	비고
1	액상	19/4/15	DB39-12	168	80	2.3	
2	액상	19/4/15	DC17-5	189	80	1.3	
3	액상	19/4/22	J97-3	110	90	4.7	
4	액상	19/4/22	DB75-23	192	85	0.7	
5	액상	19/8/19	DB95-17	185	90	1.9	
6	액상	19/8/19	DC17-5	212	85	2.8	
7	액상	19/8/19	BA59-13	198	85	1.9	
8	액상	19/9/24	BA68-9	134	90	3.1	
9	액상	19/9/24	DB95-17	151	90	2.8	
10	액상	19/9/24	DC10-3	237	90	2.1	
11	액상	19/10/11	BA59-13	245	90	0.9	
12	액상	19/10/11	DB74-42	58	95	1.0	
13	동결	19/5/9	DC10-3	186	85	3.3	
14	동결	19/6/5	BA59-13	150	90	0.9	
15	동결	19/6/5	DC10-3	130	90	2.8	
16	동결	19/6/5	DC17-5	170	80	1.9	
17	동결	19/11/7	DB95-17	104	90	3.2	
18	동결	19/11/7	BA72-11	123	90	2.1	

1) 돼지 액상/동결정액 제조 및 항산화제 처리 실험

신선정액 희석액은 modena를 활용하였고, 동결정액용 동결 희석액은 IMV사에서 제조 및 판매 중인 Boarciphos A, B(preservation medium for boar semen)를 사용하였다.

액상/동결정액에 항산화제 농도별 첨가하여 CASA 분석을 하였고, 다음과 같은 결과를 나타내었다.

## (1) 돼지 액상정액 제조 및 항산화제 처리 실험

Table 2. 항산화제 처리에 따른 개체별 액상정액 motility 변화 (단위: motility%)

용돈	처리 방법		기 간				
			1일 후	3일 후	5일 후	7일 후	10일 후
DB39-12	control		57.9	63.0	74.4	54.4	27.8
	betaine	50mM	45.6	60.1	57.8	52.8	26.7
		100mM	45.0	46.8	56.0	48.4	24.5
	lycopene	250uM	44.0	56.6	75.4	59.4	24.9
		500uM	51.2	71.4	79.4	50.8	21.8
DC17-5	control		76.9	86.8	88.3	59.0	21.3
	betaine	50mM	58.0	83.5	88.6	58.1	16.6
		100mM	46.9	73.0	75.8	58.1	16.0
	lycopene	250uM	62.2	87.5	89.5	62.3	15.6
		500uM	56.6	90.7	93.4	62.6	16.3
DB75-23	control		92.5	88.5	81.2	42.8	38.1
	betaine	50mM	83.5	89.5	87.5	45.2	37.7
		100mM	68.9	74.9	83.0	47.8	30.7
	α-tocopherol	100uM	81.0	91.3	89.8	66.3	34.3
		500uM	69.4	72.9	87.4	44.1	33.3
J97-3	control		83.7	96.5	90.6	38.1	19.7
	betaine	50mM	88.1	94.7	89.0	41.6	18.6
		100mM	82.6	75.7	85.7	32.8	17.1
	α-tocopherol	100uM	88.1	95.6	88.9	33.5	20.1
		500uM	54.6	89.1	87.1	25.7	20.7
DB95-17	control		98.3	98.2	97.7	91.6	59.2
	lycopene	250uM	97.7	97.0	96.7	93.7	74.8
		500uM	98.5	97.2	98.1	90.9	76.2
DC17-5	control		97.2	94.6	97.8	80.0	30.7
	lycopene	250uM	98.7	96.7	96.7	88.6	73.2
		500uM	99.1	96.8	98.1	89.9	71.9
BA59-13	control		98.7	98.7	98.8	64.0	44.4
	lycopene	250uM	99.3	99.0	98.1	74.9	42.6
		500uM	98.9	98.8	96.9	67.9	45.6
BA68-9	control		86.5	98.3	98.2	98.1	68.9
	lycopene	250uM	97.6	96.1	97.9	98.0	71.2
		500uM	82.9	98.2	98.6	97.1	70.0
DB95-17	control		80.2	98.1	97.1	92.2	67.5
	lycopene	250uM	92.6	98.2	97.5	94.6	80.2
		500uM	85.1	97.7	96.2	96.6	75.1
DC10-3	control		91.2	93.8	98.0	97.7	84.2
	lycopene	250uM	98.5	96.9	97.7	98.4	80.4
		500uM	95.3	97.4	96.6	97.4	81.8
BA59-13	control		98.8	96.8	96.9	51.1	23.5
	α-tocopherol	100uM	98.0	97.7	97.6	56.5	19.1
		500uM	97.8	98.3	97.5	59.5	23.1
DB74-42	control		97.1	95.9	82.2	47.7	27.0
	α-tocopherol	100uM	93.9	98.0	80.2	48.7	22.6
		500uM	88.6	90.6	72.8	38.6	19.0

Table 3. 항산화제 처리에 따른 개체별 액상정액 progressive motility 변화

단위: progressive motility(%)

응돈	처리 방법		기 간				
			1일 후	3일 후	5일 후	7일 후	10일 후
DB39-12	control		51.3	55.9	66.3	44.3	20.5
	betaine	50mM	40.5	52.6	50.0	41.7	18.9
		100mM	37.8	39.7	47.9	39.7	17.1
	lycopene	250uM	37.4	49.8	68.5	50.4	17.5
500uM		44.0	64.8	71.8	41.2	14.0	
DC17-5	control		70.5	77.9	78.7	49.2	13.9
	betaine	50mM	50.7	74.6	78.2	48.4	10.7
		100mM	40.3	64.9	64.6	47.2	9.3
	lycopene	250uM	56.5	78.2	78.8	50.7	9.6
500uM		50.4	81.1	84.5	50.1	9.2	
DB75-23	control		84.7	80.9	72.5	35.5	29.4
	betaine	50mM	76.5	80.4	78.6	37.4	30.4
		100mM	60.9	65.6	75.0	38.2	24.8
	α-tocopherol	100uM	73.3	82.2	81.3	57.2	27.0
500uM		62.1	64.0	77.9	34.6	26.4	
J97-3	control		76.1	86.2	80.7	30.9	13.0
	betaine	50mM	80.3	84.9	79.5	33.4	12.9
		100mM	73.7	67.5	77.2	24.8	11.6
	α-tocopherol	100uM	78.8	85.9	79.1	26.3	14.0
500uM		45.9	79.9	77.7	18.3	13.4	
DB95-17	control		69.2	66.9	66.4	58.4	28.6
	lycopene	250uM	70.4	67.0	64.7	60.3	45.6
		500uM	71.9	68.1	65.7	57.8	41.1
DC17-5	control		68.2	64.4	64.9	48.8	14.5
	lycopene	250uM	72.7	67.2	65.6	60.1	39.2
		500uM	70.1	68.4	66.5	59.4	41.0
BA59-13	control		71.1	73.2	67.4	38.8	23.0
	lycopene	250uM	72.1	72.4	70.5	49.4	23.1
		500uM	72.8	77.1	68.8	46.3	23.1
BA68-9	control		62.7	65.4	62.1	63.9	38.8
	lycopene	250uM	72.2	63.8	65.4	66.7	40.2
		500uM	61.4	67.3	66.0	62.1	38.5
DB95-17	control		58.2	66.5	65.4	62.1	39.0
	lycopene	250uM	66.0	68.1	68.1	63.2	50.6
		500uM	60.7	70.8	67.9	65.8	44.7
DC10-3	control		69.1	64.3	66.5	64.7	44.8
	lycopene	250uM	74.5	68.6	69.9	68.9	48.3
		500uM	76.4	69.3	69.0	66.1	45.4
BA59-13	control		71.3	69.4	67.9	28.1	7.9
	α-tocopherol	100uM	73.9	72.4	67.5	32.8	5.6
		500uM	72.6	69.6	68.1	34.1	8.1
DB74-42	control		74.9	68.8	55.7	27.2	9.6
	α-tocopherol	100uM	71.8	68.1	55.3	22.7	7.9
		500uM	64.2	68.7	49.0	19.7	6.1

Table 4. 항산화제별 액상정액 첨가에 따른 평균 motility 변화

단위: motility(%)

구분	처리 방법		기 간				
			1일 후	3일 후	5일 후	7일 후	10일 후
1	control		77.8	83.7	83.6	48.6	26.7
	betaine	50mM	68.8	82.0	80.7	49.4	24.9
		100mM	60.9	67.6	75.1	46.8	22.1
2	control		93.0	94.4	87.7	44.9	27.1
	α-tocopherol	100uM	90.3	95.7	89.1	51.3	24.0
		500uM	77.6	87.7	86.2	42.0	24.0
3	control		85.9	91.4	93.8	79.6	50.5
	lycopene	250uM	86.3	91.0	93.7	83.7	57.9
		500uM	83.5	93.5	94.7	81.7	57.3

Table 5. 항산화제별 액상정액 첨가에 따른 평균 progressive motility 변화

단위: progressive motility(%)

구분	처리 방법		기 간				
			1일 후	3일 후	5일 후	7일 후	10일 후
1	control		70.7	75.2	74.6	40.0	19.2
	betaine	50mM	62.0	73.1	71.6	40.2	18.2
		100mM	53.2	59.4	66.2	37.5	15.7
2	control		76.8	76.3	69.2	30.4	15.0
	α-tocopherol	100uM	74.5	77.2	70.8	34.8	13.6
		500uM	61.2	70.6	68.2	26.7	13.5
3	control		65.0	66.8	67.2	53.8	27.9
	lycopene	250uM	65.2	66.9	68.9	58.7	34.3
		500uM	63.5	70.9	70.0	56.1	32.1

(2) 돼지 동결정액 제조 및 항산화제 처리 실험

Table 6. 동결 전 희석액 1에 betaine 농도별 첨가 및 동결융해 후 motility 변화

단위: motility(%)

구 분		control	50mM	100mM
순서	응돈			
1	DC10-3	48.0	37.9	21.9

Table 7. 동결 전 희석액 1에 betaine 농도별 첨가 및 동결융해 후 progressive motility 변화

단위: progressive motility(%)

구 분		control	50mM	100mM
순서	응돈			
1	DC10-3	42.0	32.8	17.6

Table 8. 동결 전 희석액 1에  $\alpha$ -tocopherol 농도별 첨가 및 동결융해 후 motility 변화

단위: motility(%)

구 분		control	100uM	500uM
순서	응돈			
1	DC10-3	48.0	49.4	24.1

Table 9. 동결 전 희석액 1에  $\alpha$ -tocopherol 농도별 첨가 및 동결융해 후 progressive motility 변화

단위: progressive motility(%)

구 분		control	100uM	500uM
순서	응돈			
1	DC10-3	42.0	43.7	20.5

Table 10. 동결 전 희석액 1에 lycopene 농도별 첨가 및 동결융해 후 motility 변화

단위: motility(%)

구 분		control	250uM	500uM
순서	응돈			
1	BA59-13	21.1	16.6	17.7
2	DC10-3	52.8	57.8	28.7
3	DC17-5	39.5	55.2	25.6
4	DB95-17	36.0	36.7	35.9
5	BA72-11	25.6	40.8	31.7

Table 11. 동결 전 희석액 1에 lycopene 농도별 첨가 및 동결융해 후 progressive motility 변화

단위: progressive motility(%)

구 분		control	250uM	500uM
순서	응돈			
1	BA59-13	8.9	8.2	7.2
2	DC10-3	34.6	35.8	15.5
3	DC17-5	22.2	35.4	13.1
4	DB95-17	20.8	22.7	18.4
5	BA72-11	18.3	31.6	22.2

**(실험2) 돼지 생산성 향상 및 동결정액을 활용한 유전자원 보존 및 증식**

1. 실험기간 : 19. 1. 1. ~ 19. 12. 31.

2. 실험방법

1) 동결정액 용해 및 인공수정

(1) 사용 정액 : 외래 정액(미국)

가. 용해 : 50℃, 45초(항온수조 내)

나. 인공수정 : 발정모돈 1개체 당 2회 수정

(승가허용 30시간 후 1회, 36시간 후 2회)

1회 수정 시 5ml straw(50X10<sup>8</sup>개/st) 1개 사용

3. 실험결과

Table 12. 돼지 동결정액 활용 인공수정 및 임신확인

(누계: 인공수정 12건, 임신확인 7건)

구분	품종	모돈 번호	웅돈 번호	동결 정액	예상 산차	종부일	임신 감정 (예정)	임신 확인	분만일 (예정)	기타
1	두록	DB68	HOU138-2	외래	6	19/1/29	19/2/26	X	19/5/23	
2	두록	DC24	Hou138-2	외래	3	19/1/29	19/2/26	O	19/5/23	
3	두록	DB90	RED119-2	외래	5	19/3/12	19/4/9	O	19/7/4	
4	두록	DC28	RED119-2	외래	3	19/4/9	19/5/7	O	19/8/1	
5	두록	DB85	RED119-2	외래	5	19/4/9	19/5/7	O	19/8/1	
6	두록	DC16	RED119-2	외래	4	19/4/30	19/5/28	X	19/8/22	
7	두록	DC33	RED119-2	외래	3	19/4/30	19/5/28	O	19/8/22	
8	버크셔	BA86	NAMA3-4	외래	2	19/6/18	19/7/16	O	19/10/11	
9	두록	DC64	HOU138-2	외래	2	19/6/18	19/7/16	X	19/10/11	
10	버크셔	BA77	NAMA3-4	외래	4	19/7/9	19/8/6	O	19/10/27	
11	버크셔	BA53	NAMA3-4	외래	7	19/7/9	19/8/6	X	19/10/31	
12	두록	DC68	RED119-2	외래	2	19/7/23	19/8/20	X	19/11/15	



Table 13. 분만 및 산자수 조사 9회, 실산자수 52두(암22, 수30) : 평균 실산자수 5.8두

구분	품종	모돈 번호	응돈 번호	동결 정액	모돈 산차	중부일	임신 감정	임신 확인	분만일	총산 자수	실산 자수	기타
1	두록	DB69	RED119-2	외래	5	18/11/27	18/12/25	○	19/3/21	8	암1, 수5	사산 2
2	두록	DC19	RED119-2	외래	3	18/12/4	19/1/1	○	19/3/28	9	암5, 수3	사산 1
3	버크셔	BA73	UNO29-3	외래	3	18/12/11	19/1/8	○	19/4/4	3	암1, 수2	-
4	두록	DC24	HOU138-2	외래	3	19/1/29	19/2/26	○	19/5/23	8	암4, 수3	기타 1
5	두록	DB90	RED119-2	외래	5	19/3/12	19/4/9	○	19/7/4	10	암4, 수6	
6	두록	DB85	RED119-2	외래	5	19/4/9	19/5/7	○	19/8/1	3	수2	기타 1
7	두록	DC33	RED119-2	외래	3	19/4/30	19/5/28	○	19/8/22	7	암5, 수1	기타 1
8	버크셔	BA86	NAMA3-4	외래	2	19/6/18	19/7/16	○	19/10/11	4	암1, 수3	
9	버크셔	BA77	NAMA3-4	외래	4	19/7/9	19/8/6	○	19/10/27	7	암1, 수5	사산 1

## V. 결론

1. '19년 총 18개체의 응돈의 정액을 채취하여 향산화제 첨가실험 총 23회를 진행하였으며(액상 16회, 동결 7회), table 2~3는 개체별로 향산화제 처리에 따른 액상정액 motility와 progressive motility(%) 분석 결과를 나타낸 결과이며, 이를 토대로 table 4~5는 첨가한 향산화제별로 분류하여 그 평균값의 motility와 progressive motility(%)를 나타내었다.
2. 액상정액 향산화제 첨가 실험의 경우 전반적으로 기간별 정액 성상(운동성) 분석 결과, 개체별 차이가 존재하였으며, betaine 처리구의 경우 motility, progressive motility 가 대조구에 비해 좋지 않은 결과를 보였다.  $\alpha$ -tocopherol 처리구의 경우 100uM 처리구에서 대조구 대비 기간 3~7일 경과 평균 motility가 1~7%로 상승하였고, 또한 직진운동성을 나타내는 progressive motility의 경우도 평균 1~4% 상승하는 결과를 나타내었다. lycopene 처리구의 경우 대조구 대비 lycopene 250uM 처리 시 1일 ~ 10일 전반적으로 대조구 대비해서 motility와

progressive motility가 높게 유지되었다. 액상정액 제조 후 7일과 10일 경과 후 결과는 5~7% 이상 항산화제 무처리구에 비해 motility가 높은 상태가 유지되어, 활성산소 억제 효과를 나타낸 것으로 보인다. lycopene 500uM 처리구 또한 3~10일 전반적으로 대조구 대비 평균 2~7% 이상의 높은 motility와 progressive motility를 유지하였다.

3. 액상정액 상태 및 환경 등 제조 시 변수가 크게 작용하는 동결정액에서의 항산화제 첨가의 경우도  $\alpha$ -tocopherol과 lycopene에서 좋은 결과를 보였는데,  $\alpha$ -tocopherol은 100uM에서 1.4~1.7% 상승, lycopene은 250uM 처리구가 5회 중 4회 대조구 대비 0.7~15% motility와 progressive motility가 높게 나타나는 일관된 결과를 보였다.
4. 액상정액 제조 후 항산화제 처리 후 저장기간별 motility와 progressive motility 변화를 보았을 때, 무처리구에 비해 항산화제 농도  $\alpha$ -tocopherol 100uM과 lycopene 250uM, 500uM에서 1~7% 상승하였고, 동결정액에서도 대조구 대비  $\alpha$ -tocopherol 100uM과 lycopene 250uM에서 0.7~15% 활력 증가한 결과를 토대로 활성산소에 대한 항산화제의 작용으로 정자의 산화스트레스 경감 효과를 볼 수 있었으며, 추후 현장 항산화제 첨가를 통한 액상/동결정액 제조 후 현장 실증(모든 인공수정)을 통해 수태율 및 산자수 증가 등 번식 성적 향상도 가능하리라 생각된다.
5. '19년 종돈 개량 및 보존을 위해 외국 동결정액을 인공수정하였으며, 임신감정 확인 한 개체를 대상으로 수정률은 58.3%를 나타냈고, '19년 상반기 분만한 모돈은 9개체로 평균 실산자수 5.8두를 분만하였다. 또한 '19년 상반기 동결정액을 통해 생산된 자돈 중 3두(두록 암2, 수1)은 축산연구소 후보돈으로 선발하였으며, 종돈으로 활용하고 있다.

## VI. 기대효과 및 향후 계획

1. 웅돈 사용기간 연장 및 정액 활력 증가로 인한 번식 성적 향상
2. 웅돈 항산화제(lycopene) 급이 현장 실증 실험, 액상정액 제조 시 항산화제( $\alpha$ -tocopherol) 첨가를 통한 모든 인공수정 및 수태율, 산자수 등 번식성적 조사. 끝.

# 가축분뇨 자원화 시험연구

(첨가제를 활용한 축분처리시설 악취저감 기술 연구)





과제구분	시험연구과제	수행기관	경상남도 축산연구소		
수행시기	2019년	연구기간	1년	예산	15,000천원
연구과제명	가축분뇨 자원화 시험연구				
세부과제명	첨가제를 활용한 축분처리시설 악취저감 연구				
구분	소속	성명	전화번호	담당 임무	
연구책임자	축산연구소	강철훈	254-3143	연구업무총괄	
공동연구자	“	신년학	254-3122	연구업무협조	
“	“	안창섭	254-3142	“	
“	“	김치수	254-3144	“	
“	“	이진우	254-3110	연구업무지도	

### I. 연구목적

국내 축산업은 축산냄새로 인한 민원이 끊임없이 제기되고 있다. 축산냄새 저감 방법으로 다양한 기술들이 소개되고 있지만 아직까지 대부분의 농장에서는 가축사육과정에서 발생하는 냄새로부터 자유롭지 못한 것이 현실이다.

축산냄새의 발생원 중에는 축사 내부에서 발생하는 것과 축사 외부에서 발생하는 것으로 크게 나누워 볼 수 있다. 축사 내부 슬러리 피트에서 발생하는 냄새 저감기술은 많은 연구와 검증으로 효과적인 방법들을 최근 선보이고 있으나 축사 외부의 가축분뇨 저장시설이나 슬러리보관 장소 등에서 발생하는 냄새는 외부로 노출되어 있는 경우가 많아 냄새민원에 취약한 실정이다.

따라서 가축분뇨 저장시설이나 액비와 과정에서 발생하는 냄새물질 저감을 위한 시험을 진행하여 냄새민원 감소방안을 모색하고자 진행하였다.

### II. 연구배경 및 기술현황

국내 가축분뇨 발생량의 약 90%정도는 퇴비·액비의 자원으로 활용되고 있다. 그러나 자원으로 활용하는 과정에서 많은 냄새를 유발하여 인근 지역에 불쾌감을 주게되고 나아가 축산업 전반의 부정적인 이미지를 심어주게 되어 축산업 발전에 큰 걸림돌로 작용하고 있다.

냄새저감 방법으로 다양한 첨가제가 활용되고 있으며 그 중에서도 염기성을 나타내는 물질이 냄새 저감에 효과적인 것으로 보고된바 있다. 축산슬러

리의 pH조절을 위해 주로 염화물(Chloride), 질산염(Nitrate), 마그네슘 및 칼슘을 이용된바 있고(2011,조선대학교), 혐기 침전 염을 이용하여 축산분뇨 및 슬러리로부터 암모니아 배출을 약 37% 감소시킨 연구결과도 있었다(1991.Wittr). 따라서 축산연구소에서는 가축분뇨저장시설에서 발생하는 대표적인 냄새 원인물질인 암모니아, 황화수소, 메틸메르캅탄 저감 시험을 위하여 탄산칼슘을 이용한 분뇨처리시설의 대표적 냄새물질 저감 시험을 진행하게 되었다.

### Ⅲ. 수행방법

#### 1. 시험장소 및 공시재료

본 시험은 축산연구소 가축분뇨처리시설에서 수행 하였으며 시험에 공시된 가축분뇨는 자돈사, 육성사, 비육사, 임신, 분만사에서 배출된 슬러리(Slurry)를 모두 취합하여 1차 고액분리 과정을 거친 액상물을 사용하였다.

#### 2. 시험 방법

##### 1) 시험장치

시험에 사용된 저장조는 지름110mm, 높이100mm의 400L 용량이며 PVC(polyvinyl chloride)재질의 원통형 저장조 4개를 이용하였고 저장조 하부에는 용기내부의 폭기발효를 위한 파이프 라인을 설치 하였다.

외부에는 폭기발효를 위한 20마력의 브로워(송풍량 16m<sup>3</sup>/분)모터를 설치하여 간헐적으로(8시간/일) 공기공급이 이루어 지도록 설치 하였다.

<공기공급 및 저장조>



##### 2) 측정방법

고액분리된 돈분뇨 슬러리 액상물을 저장조(PVC)로 이송하여 액상물 400L

를 채운 후 각각의 저장조에 첨가제(탄산칼슘)를 20g, 50g, 100g씩 1회 첨가하여 호기발효를 진행 하였다.

호기발효를 위한 공기공급은 매 주마다 5일간 (8시간/일)간헐적으로 가동하였고 각각의 저장조에 일정하게 공기공급이 지속될 수 있도록 하였다.

시험은 1회당 20일간 실시하였으며 액상물의 샘플(Sample)은 매 5일마다 채취하여 시험 1회당 4회(20일 중)의 시료를 채취 후 시료분석기관에 의뢰하였다. 시험은 계절별로 4회(겨울, 봄, 여름, 가을) 실시하여 시료를 채취 후 분석 하였다.

<시험저장조 내부 사진>



### 3) 액상분뇨 성분분석 및 측정방법

#### (1) 액상물 성분분석

액상물의 시료는 저장조 바닥을 기준으로 30cm 높이에서 채수하였으며 채수 및 보관과 이동은 200ml 용량의 무균 채수병을 이용하였다. 생물학적산소요구량(BOD), 부유물질(SS), 총질소(T-N), 총인(T-P) 및 대장균은 수질오염공정시험방법에 준하여 분석업체에 의뢰하여 분석하였으며 대장균은 그람음성균으로 총대장균을 말하며, 평판집락법으로 측정되었다.

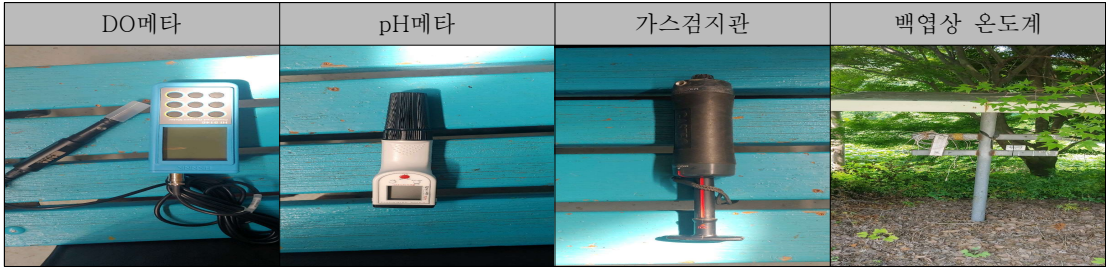
#### (2) 유해가스

유해가스 측정은 암모니아(NH<sub>3</sub>), 황화수소(H<sub>2</sub>S), 메틸메르캅탄(CH<sub>4</sub>S)을 측정하기 위해 가스검지관을 이용하였으며 각각 1회 측정하여 분석하였다.

#### (3) pH, 온도

pH측정은 측정기를 이용하여 회당 1회 측정 하였고 내부 온도와 외부온도를 측정하기 위해 TR-71U의 온도계를 시험조외부 백엽상에 설치 후 측정하였다.

<계측기 사진>



IV. 결과 및 고찰

1. 탄산칼슘처리가 겨울철 돈분뇨 슬러리에 미치는 영향

Table 1. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 유해가스 발생량(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
암모니아	7	5	5	5	7	6	5	5
황화수소	2	5	1	1	0	0	0	0
메틸메르캡탄	1	0	0	0	0	0	0	0
구분	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
암모니아	8	4	5	6	6	4	3	3
황화수소	0	0	0	0	0	0	0	0
메틸메르캡탄	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 2. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 pH, 온도 변화

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
pH	4	7.2	5.9	6.1	4.4	7.9	7.5	7.7
내부온도(℃)	6.4	3.5	4.0	4.5	4.5	3.2	4.2	4.6
외부온도(℃)	11	2.7	4.5	8.4	11	2.7	4.5	8.4
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
pH	4.8	8.0	7.9	7.9	5.5	7.9	7.8	7.9
내부온도(℃)	4.7	3.5	5.2	5.3	5.4	5.7	5.8	5.4
외부온도(℃)	11	2.7	4.5	8.4	11	11	4.5	8.4



Table 3. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 수질성분 농도(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	31,385	28,285	23,243	24,343	27,985	28,285	22,143	22,843
SS	13,500	22,500	22,000	15,000	26,500	26,000	17,500	18,000
T-N	3,698	3,123	3,029	854	3,223	3,141	2,377	2,274
T-P	119	120	120	123	126	127	123	114
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	34,500	34,500	32,600	43,600	21,850	13,450	22,850	24,250
SS	20,500	20,500	19,500	15,000	14,750	14,000	14,500	5,500
T-N	3,063	2,134	2,797	2,638	2,825	2,968	2,821	1,965
T-P	213	173	235	224	138	187	209	144

Table 4. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 대장균 농도

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
대장균 (CFU,ml)	95,000	88,000	76,000	70,000	72,000	130,000	71,000	45,000
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	1,300	2,200	1,100	950	500	180	290	110

2. 탄산칼슘처리가 봄철 돈분뇨 슬러리에 미치는 영향

Table 5. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 유해가스 발생량(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
암모니아	5	20	17	14	5	22	17	9
황화수소	0	100	40	40	0	100	40	20
메틸메르캡탄	0	1	1	1	0	1	1	1
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
암모니아	4	8	8	10	6	4	5	10
황화수소	0	100	41	8	0	100	20	2
메틸메르캡탄	0	1	1	0.5	0	1	1	0.5

Table 6. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 pH, 온도 변화

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
pH	7.7	7.16	7.8	7.94	7.71	7.28	7.92	7.97
내부온도(℃)	17.7	21.7	16.9	20.3	17.7	21.8	16.7	20.4
외부온도(℃)	20	23.8	18	23	20	23.8	18	23
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
pH	7.81	7.34	8.03	8.06	8.02	7.26	8.17	8.16
내부온도(℃)	17.7	22.2	16.6	20.2	18	22.4	16.8	20.3
외부온도(℃)	20	23.8	18	23	20	23.8	18	23

Table 7. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 수질성분 농도(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	22,700	40,048	28,248	19,485	26,800	34,448	15,824	19,385
SS	11,500	5,000	6,000	7,900	10,500	6,000	5,500	7,300
T-N	3,226	3,283	5,871	1,897	4,068	4,164	3,388	2,279
T-P	337	263	250	189	262	282	246	189
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	30,500	30,048	15,474	18,085	28,600	6,000	16,224	20,735
SS	13,000	5,500	5,500	7,600	14,500	34,448	6,500	8,900
T-N	6,052	3,066	3,237	1,976	5,763	3,937	5,137	2,002
T-P	189	260	240	161	425	293	272	222

Table 8. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 대장균 농도

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
대장균 (CFU,ml)	2,300	140	260	8	6,200	200	180	7
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	2,000	150	100	9	2,600	94	50	9

Table 9. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 용존산소 농도

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
용존산소 (mg/L)	2.35	1.07	2.0	1.79	1.87	0.98	1.75	1.86
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	1.39	0.92	1.43	1.14	0.97	0.79	1.16	1.07

3. 탄산칼슘처리가 여름철 돈분뇨 슬러리에 미치는 영향

Table 10. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 유해가스 발생량(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
암모니아	3	18	16	12	3	13	11	10
황화수소	120	120	120	80	120	120	120	82
메틸메르캅탄	1	1	1	1	1	1	1	1
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
암모니아	3	13	12	10	3	13	12	9
황화수소	120	120	120	75	120	120	120	74
메틸메르캅탄	1	1	1	1	1	1	1	1

Table 11. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 pH, 온도 변화

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
pH	6.79	7.37	7.91	8.78	6.87	7.39	7.71	8.76
내부온도(℃)	29.7	28.1	27.8	22.0	29	28.4	27.2	21.8
외부온도(℃)	35	30	30	26	35	30	30	26
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
pH	6.77	7.41	7.77	8.77	6.77	7.45	7.71	8.76
내부온도(℃)	29.1	28.2	26.9	22	28.9	28.5	26.8	22
외부온도(℃)	35	30	30	26	35	30	30	26

Table 12. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 수질성분 농도(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	16,509	8,190	6,530	8,057	14,709	8,390	5,890	8,577
SS	4,400	4,300	5,400	4,400	6,200	4,400	4,400	6,200
T-N	1,463	1,358	1,257	1,458	1,431	1,482	1,546	1,963
T-P	190	152	201	131	328	183	149	147
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	14,509	7,790	6,630	7,717	14,759	6,790	6,030	8,937
SS	6,600	4,400	6,200	7,600	5,400	5,400	8,000	6,000
T-N	1,443	1,461	1,637	1,962	1,336	1,448	1,294	1,434
T-P	295	183	219	174	290	207	294	141

Table 13. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 대장균(농도)

대장균 (CFU,ml)	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	770	14,000	120,000	330,000	540	11,000	79,000	340,000
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	630	18,000	130,000	100,000	500	17,000	100,000	440,000

Table 14. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 용존산소(농도)

용존산소 (mg/L)	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	2.86	2.7	1.7	1.7	2.35	2.94	2.87	1.95
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	2.48	2.25	1.93	1.43	2.49	2.21	1.59	1.48

4. 탄산칼슘처리가 가을철 돈분뇨 슬러리에 미치는 영향

Table 15. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 유해가스 발생량(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	암모니아	8	7	5	5	8	7	5
황화수소	20	10	8	5	21	10	8	5
메틸메르캡탄	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	암모니아	7	6	4	3	6	5	3
황화수소	18	11	5	5	18	10	5	4
메틸메르캡탄	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

Table 16. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 pH, 온도 변화

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	pH	7.01	7.3	7.54	7.71	7.46	7.07	7.53
내부온도(℃)	21.3	20.3	19	14.5	20.8	20.2	18.8	15.3
외부온도(℃)	22	19	17	11	22	19	17	11
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	pH	7.51	7.05	7.51	7.65	7.47	7.27	7.59
내부온도(℃)	20.9	19.7	18.7	15.0	20.9	20.1	18.6	15.2
외부온도(℃)	22	19	17	11	22	19	17	11

Table 17. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 수질성분 농도(단위:ppm)

	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	16,355	18,955	11,493	14,055	11,823	18,955	16,905	11,253
SS	11,800	12,400	12,800	9,000	13,600	12,000	13,200	8,666
T-N	3,098	2,227	3,242	1,991	3,289	2,224	2,394	2,032
T-P	469	252	237	187	352	309	247	170
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
BOD	19,155	18,905	17,705	11,463	16,105	18,105	17,905	11,553
SS	13,200	13,600	13,600	9,000	10,400	12,000	12,000	8,666
T-N	3,225	3,110	2,385	1,733	2,269	3,126	2,399	2,149
T-P	350	318	248	177	275	307	244	156

Table 18. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 슬러리 대장균 농도

대장균 (CFU,ml)	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	780	51	110	170	320	180	740	820
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	570	190	520	460	240	100	140	84

Table 19. 탄산칼슘 처리 후 돈분뇨 용존산소 농도

용존산소 (mg/L)	대조구(Day)				첨가구(20g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	9.36	7.11	6.24	5.84	9.12	7.08	5.99	5.16
	첨가구(50g)				첨가구(100g)			
	5일	10일	15일	20일	5일	10일	15일	20일
	7.31	6.23	5.31	4.22	7.30	6.25	5.47	4.13

## 5. 고찰

### 1) 유해가스 발생 농도

탄산칼슘을 돈분뇨슬러리 시험저장조(400L)에 분말(20g, 50g, 100g)을 처리한 결과 암모니아 농도의 겨울철 시험에서 대조구 7→5ppm으로, 첨가(100g)구 6→3ppm으로 저장기간이 길어질수록 대조구와 첨가구 각기 모두 감소하였으나 첨가구에서 소폭 감소폭이 크게 나왔다. 봄철시험에서 암모니아 농도는 대조구 5→14ppm, 첨가(100g)구 6→10ppm 증가하여 저장기간이 길어질수록 대조구와 첨가구 각기 모두 암모니아 농도는 증가하였다. 여름철시험에서

암모니아 농도는 대조구 3→12ppm, 첨가(100g)구 3→9ppm 증가하여 저장기간이 길어질수록 봄철과 마찬가지로 대조구와 첨가구 각기 모두 암모니아 농도는 증가하였지만 대조구 대비 첨가(100g)구에서 증가폭이 크지 않았다. 가을철시험에서 암모니아 농도는 대조구 8→5ppm, 첨가(100g)구 6→2ppm 감소하여 저장기간이 길어질수록 대조구와 첨가구 각기 모두 암모니아 농도는 감소하였고 대조구 대비 첨가구에서 감소폭이 더 크게 나타났다. 가을, 겨울철과 다르게 봄철과 여름철에서는 암모니아 농도가 저장기간이 길어질수록 높게 나타난 이유는 외부온도 상승에 의한 것으로 기인된다.

황화수소 농도의 겨울철 시험에서 대조구, 첨가(100g)구 모두에서 수치가 미량으로 측정되어 유의미한 결과를 나타내지 않았고, 봄철시험에서는 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 0→100→40→40ppm, 첨가(100g)구 20일차에 각기 0→100→20→2ppm 발생되어 대조구와 첨가구에서 저장 10일차에 최대 상승하였다가 저장20일차에는 모두 감소하는 결과를 나타냈으나 첨가구에서 감소폭이 더 크게 나타났다. 여름철시험에서는 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 120→120→120→80ppm, 첨가(100g)구 20일차에 각기 120→120→120→74ppm 발생되어 대조구와 첨가구에서 저장 15일차까지는 최대 상승 하였다가 저장20일 차에는 모두 감소하였으나 대조구, 첨가구에서 차이는 거의 없었다. 가을철시험에서 대조구에서는 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 20→10→80→5ppm, 첨가(100g)구 20일차에 각기 18→10→5→4ppm 발생되어 대조구와 첨가구에서 저장기간이 길어질수록 황화수소 농도가 감소되었고 대조구 대비 첨가구에서 감소폭이 크게 나타났다.

메틸메르캡탄은 계절별 모두 대조구와 첨가구에서 1ppm 이내로 소량 측정되어 첨가구의 감소효과를 기대하기 어려웠다.

## 2) pH 및 온도 변화

시험저장조 내부의 온도는 겨울철시험에서 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 6.4→3.5→4.0→4.5℃, 첨가(100g)구에서 각기 5.4→5.7→5.8→5.4℃로 나타나 대조구와 첨가구 모두 변화폭이 크지않았다. pH의 경우 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 4→7.2→5.9→6.1, 첨가(100g)구에서 각기 5.5→7.9→7.8→7.9로 나타나 대조구와 첨가구 모두에서 저장기간이 길어질수록 pH수치가 상승되었지만 첨가구에서 대조구 대비 수치가 높게 나타난

것으로 보아 시험저장조 내부의 슬러리 발효에 의한 것으로 판단된다.

봄철시험에서 시험저장조 내부 온도는 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 17.7→21.7→16.9→20.3℃, 첨가(100g)구에서 각기 18→22.4→16.8→20.3℃로 나타나 겨울철대비 봄철시험에서 내부 온도가 크게 상승하였으나, 봄철 시험으로만 비교를 해 보면 대조구와 첨가구 모두 변화폭이 크지 않았다. pH의 경우 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 7.7→7.16→7.8→7.94, 첨가(100g)구에서 각기 8.02→7.26→8.17→8.16로 나타나 대조구와 첨가구 모두에서 저장기간이 길어질수록 pH수치가 상승되었지만 겨울시험과 마찬가지로 첨가구에서 대조구 대비 수치가 높게 나타났다.

여름철시험에서 시험저장조 내부 온도는 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 29.1→28.1→27.8→22.0℃, 첨가(100g)구에서 각기 28.9→28.5→26.8→22℃로 나타나 겨울, 봄철대비 여름철시험에서 내부 온도는 더욱 상승하였고, 여름철 시험으로만 비교를 해 보면 대조구와 첨가구 모두 변화폭은 크지 않았다. pH의 경우 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 6.79→7.37→7.91→8.78, 첨가(100g)구에서 각기 6.77→7.45→7.71→8.76로 나타나 대조구와 첨가구 모두에서 저장기간이 길어질수록 pH수치가 상승되었지만 여름철시험에서는 첨가구에서 대조구 모두 변화폭이 크지 않았다.

가을철시험에서 시험저장조 내부 온도는 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 21.3→20.3→19→14.5℃, 첨가(100g)구에서 각기 20.9→20.1→18.6→15.2℃로 나타나 가을철시험에서 내부 온도는 대조구와 첨가구 모두 크지 않았다. pH의 경우 대조구에서 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 7.01→7.3→7.54→7.71, 첨가(100g)구에서 각기 7.47→7.27→7.59→7.81로 나타나 대조구와 첨가구 모두에서 저장기간에 관계없이 pH수치는 비슷한 경향을 나타냈다.

### 3) 수질성분 농도

BOD농도는 겨울철 시험에서 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 31,385→28,285→23,243→24,343ppm, 첨가구(100g)에서는 21,850→13,450→22,850→24,250ppm 측정되어 대조구와 첨가구 모두 시간이 지남에 따라 수치가 감소하였다가 다시 증가하는 경향을 나타냈다. SS겨울철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 13,500→22,500→22,000→15,000ppm, 첨가구(100g)에서는 14,750→14,000→14,500→5,500ppm 측정되어 대조구는 시험

시작 10, 15일차에 증가하다 20일차에 다시 감소되어 시험시작일과 거의 비슷하게 나타났으며, 첨가구에서는 시험시작 15일차 까지 변화가 크지 않았지만 20일 차에 크게 감소하는 결과가 나왔다. TN겨울철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 3,698→3,123→3,029→854ppm, 첨가구(100g)에서는 2,825→2,968→2,821→1,965ppm 측정되어 대조구에서는 저장기간이 지날수록 감소하다 시험시작 20일차에 크게 감소하는 결과를 나타냈다. 첨가구에서는 시험시작 10일차 소폭 상승하다 시험시작 20일차에 크지 감소하였지만 감소폭은 대조구가 높게 나왔다. TP겨울철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 119→120→120→123ppm, 첨가구(100g)에서는 136→187→209→144ppm 측정되어 대조구와 첨가구에서 저장기간에 따른 변화폭은 크지 않았다.

봄철 시험에서 BOD는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 22,700→40,047→28,248→19,485ppm, 첨가구(100g)에서 28,600→6,000→16,224→20,735ppm 측정되어 대조구에서는 수치가 증가하다 감소하였고 첨가구에서는 감소하다 다시 증가하는 경향을 보였다. SS겨울철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 11,500→5,000→6,000→7,900ppm, 첨가구(100g)에서는 14,500→34,448→6,500→8,900ppm 측정되어 대조구는 시험시작 10일차에 감소하다 15일, 20일차에 다시 증가 하였고, 첨가구에서는 시험시작 20일차에 크게 감소하여 대조구와 감소폭은 비슷하게 나타났다. TN봄철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 3,226→3,283→5,871→1,897ppm, 첨가구(100g)에서는 5,796→3,937→5,137→2,002ppm 측정되어 대조구와 첨가구 모두 저장기간이 지날수록 감소하였다. TP봄철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 337→263→250→189ppm, 첨가구(100g)에서는 425→293→272→222ppm 측정되어 대조구와 첨가구에서 저장기간에 따른 변화폭은 크지 않았다.

여름철 시험에서 BOD는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 16,509→8,190→6,530→8,057ppm, 첨가구(100g)에서는 14,759→6,790→6,030→8,937ppm 측정되어 대조구, 첨가구 모두 시험시작 15일차에 감소하였다 20일차에 소폭 증가하는 경향을 나타냈다. SS여름철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 4,400→4,300→5,400→4,400ppm, 첨가구(100g)에서는 5,400→5,400→8,000→6,000ppm 측정되어 대조구와 첨가구 모두 저장기간에 따른 변화폭



은 크지 않았다. TN여름철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 1,463→1,358→1,257→1,458ppm, 첨가구(100g)에서는 1,336→1,448→1,294→1,434ppm 측정되어 여름철시험에서 TN의 농도는 대조구와 첨가구 모두 변화폭이 거의 없는 것으로 나타났다. TP여름철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 190→152→201→131ppm, 첨가구(100g)에서는 290→207→294→141ppm 측정되어 대조구와 첨가구에서 저장기간에 따라 상승하였다가 20일차에 수치는 감소하였다.

BOD농도의 가을철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 16,335→18,955→11,493→14,055ppm, 첨가(100g)구에서는 16,105→18,105→17,905→11,553ppm 측정되어 대조구와 첨가구에서 수치가 증가하다 감소하는 경향을 보였다. SS가을철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 11,800→12,400→12,800→9,000ppm, 첨가(100g)구에서는 10,400→12,000→12,000→8,666ppm 측정되어 대조구, 첨가구 모두 변화폭은 크지 않은 것으로 나타났다. TN봄철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 3,098→2,227→3,242→1,991ppm, 첨가(100g)구에서는 2,269→3,126→2,399→2,149ppm 측정되었다. TP가을철 시험에서는 대조구 5일, 10일, 15일, 20일차에 각기 469→252→237→187ppm, 첨가(100g)구에서는 275→307→244→156ppm 측정되어 대조구와 첨가구에서 저장기간에 따른 변화폭은 크지 않았다.

#### 4) 대장균 및 용존산소 농도

대장균 변화 시험에서 겨울철 대조구 5일, 20일차에 각기 95,000→70,000CFU/ml, 첨가(100g)구에서 각기 500→110CFU/ml으로 감소되었고, 봄철 시험에서 대조구 5일, 20일차에 각기 2,300→8CFU/ml, 첨가(100g)구에서 2,600→9CFU/ml으로 봄철시험에서는 변화폭이 거의 없었다. 여름철 시험에서는 대조구 5일, 20일차에 각기 770→330,000CFU/ml, 첨가(100g)구에서 500→440,000CFU/ml으로 매우 크게 증가하여 여름철 내부 온도 상승으로 인해 대장균의 수치가 크게 증가하는 것으로 나타났다. 가을철 시험에서 대조구 5일, 20일차에 각기 780→170CFU/ml, 첨가(100g)구에서 각기 240→84CFU/ml으로 감소하여 계절에 따른 대장균의 변화는 매우 크게 나타났지만 대조구 대비 첨가구에서 감소효과는 크지 않은 것으로 나타났다. 용존산소는 계절별 시험에서 시험시작 20일차에 대조구, 첨가구 모두에서 시간이 지날수록 각각

감소하는 것으로 나타났으나 대조구 대비 첨가구의 영향은 미미한 것으로 나타났다.

## V. 결론

탄산칼슘을 이용한 돈분뇨슬러리 유해가스 감소 시험에서 암모니아농도는 가을, 겨울철 시험에서는 저장기간이 길어질수록 대조구, 첨가구 모두 감소하였고, 봄, 여름철 시험에서는 저장기간이 길어질수록 대조구와 첨가구 모두 증가되었다. 그러나 감소폭과 증가폭이 탄산칼슘을 이용한 첨가구에서는 크지 않았으며 대조구 대비 암모니아 농도가 평균 1~3ppm 낮게 나타났다. 황화수소 농도는 봄철시험에서 대조구 대비 감소폭이 크게 나타났지만 다른 계절에서는 모두 비슷하게 측정되어 첨가제의 영향으로 판단하기는 어려웠다. 메틸메르캡탄농도는 시험저장조 전 구간 미량 측정되어 수치화 하지 못하였고, pH변화는 저장기간이 길어질수록 대조구와 첨가구 모두에서 상승하는 경향을 보였으나 계절에 따른 변화는 크지 않았다. pH농도가 상승한 것은 시간이 지날수록 슬러리의 발효상태가 진행되어 pH농도가 변하는 것으로 판단된다. 시험저장조의 내부 온도와 수질변화는 계절에 따라 편차가 크게 나타났으나 대조구와 첨가구 모두에서 유의미한 결과를 얻지 못하여 첨가제의 영향은 미미한 것으로 판단된다. 용존산소와 대장균 변화도 시간이 지날수록 감소하는 경향을 나타냈지만 대조구 대비 첨가구의 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

이번 실험에서 사용된 탄산칼슘 첨가로 인한 돈분뇨슬러리의 유해가스 저감효과 실험은 암모니아에서 일부 감소 효과가 있었으나, 황화수소와 그 외 수질성분 분석 결과에 대해서는 감소효과가 미미한 것으로 나타났다. 향후 효과적인 축산냄새 저감을 위한 지속적인 기술 개발과 보강을 통하여 축산냄새 저감 시험연구를 꾸준히 어어나가하고자 한다.

## VI. 기대효과 및 향후계획

1. 축분처리시설의 대표적 유해가스 저감효과로 냄새민원발생 최소화
2. 지속적 축산냄새 저감 기술개발을 통한 축산환경 개선 및 이미지 재고 실현

# 한우 능력개량 농가보급





# 한우 능력개량 농가보급

양영록, 천혜영, 이희근

김선진, 이호영, 신년학

## I. 추진배경 및 개요

한우 산업은 경남도 내 한우 농가의 중요한 소득자원인과 동시에 양질의 단백질을 공급하고 있는 식량산업이자 자원이다. 한우 산업은 축산 산업에서 중요한 위치에 매김하고 있으며, 농업생산액 중 비중이 크다. 또한, 안전하고 건강한 먹거리를 찾는 소비자의 요구가 점점 높아지면서 단백질 공급원으로서의 한우 사업에 대한 가치는 상승할 것이라 예상된다.

그러나, 한우 산업도 경쟁은 불가피하다. 쇠고기 자유화로 인해 외국 소(수입쇠고기)와 한우는 무한 경쟁을 벌이고 있다. 쇠고기 수입 물량 변동에 따라 쇠고기 수급 동향이 변화하고 있으며, 시장개방으로 인하여 소비 경향이 바뀌면서 저렴한 수입쇠고기의 소비가 늘어나고 있는 실정이다.

또 한, 사육규모의 영세성과 사료비 등 생산비면적에서도 외국 소와의 경쟁에서도 어려움을 겪고 있다. 외국 소와의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서는 한우가 가지고 있는 장점을 적극 활용하여 개량하여야 할 것이다. 한우는 우수한 육질의 특성을 가지고 있으며 체질적으로 강건하기 때문에 경제형질의 유전능력이 우수한 소로 개량을 하여, 한우산업의 발전과 농가소득증대를 도모하여야 할 것이다.

경제 동물에 있어 개량은 사람들의 욕구를 충족시킬 수 있는 것은 유전능력을 향상시키는 것이므로 번식능력, 발육능력, 사료효율, 도체능력이 우수한 후대축을 생산하는 것을 의미하며 한우 산업 발전과 농가소득증대를 위해서 한우개량은 무엇보다도 중요하다. 개량을 통해 생산 능력이 높은 소를 생산해내고 이를 다시 경남도내 한우 농가에 보급함으로써 한우 농가의 한우 개량 및 소득 증대를 도모 하고자 한다.

## II. 추진내용 및 성과

2019년 12월말 기준, 최소 11두를 포함하여 총101두 한우를 사육하고 있으며 우수 암소 핵군 조성 및 개량육중에 매진하고 있다. 연구소 한우의 능력 검정을 위하여 각 시기별 심사(체중 및 체형)와 더불어 개체 자질평가 수단으로 번식우에 대하여 초음파 검정을 실시하고 있다. 2019년 한해 도내 한우 개량을 위하여 26두의 송아지가 가축경매시장을 통하여 분양되었으며 희소가축인 최소 동결정액을 8농가에 235st를 무상 지원함으로써 최소의 능력개량 및 번식기반 확보에 이바지하였다. 또한, 한우 질병관리를 위해 구제역 등 예방접종을 실시하였으며, 방역에 만전을 기하고 있다.

### 1. 2019년 한우 생산 · 검정

송아지 생산은 총 37두(암26, 수11)가 생산 되었으며, 인근 가축시장을 통하여 26두(암10, 수16)두가 분양되었다. 사용 된 종모우내역으로는 KPN 872, 1009, 1203등 외 10종이 사용되었다. 2019년 검정 두수는 총 72두로 생시, 이유, 6개월, 12개월, 번식우 검정을 완료하였으며, 6개월까지 검정은 체중, 12개월 이상 검정은 체중 및 체형 그리고 초음파 촬영을 실시하였다. 초음파 촬영 자료는 한우 생산성 향상 기술연구 자료로 활용하였다.

Table 1. 축산연구소 번식우 분포 내역

연령	두 수	계 대	두 수	산 차	두 수
2세 미만	7	1계대	2	미경산	8
3	5	2계대	8	1산	14
4	2	3계대	16	2산	17
5	9	4계대	18	3산	7
6	9	5계대	13	4산	3
7	10	6계대	8	5산	7
8	3	7계대	1	6산	3
9세 이상	23	8계대	2	7산 이상	9
합계	68		68		68

Table 2. 2019년 생산 송아지 유전능력

번호	개체번호	유전능력(E.P.D)				비고
		냉도체중 (kg)	등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	등지방두께 (mm)	근내지방도 (점)	
1	002 1369 2910 6	15.648	3.41	-0.882	0.601	
		A	A	A	A	
2	002 1369 3013 7	13.576	3.069	0.091	0.513	
		A	B	D	A	
3	002 1383 0803 8	14.963	4.073	-0.688	0.475	
		A	A	A	A	
4	002 1383 0805 4	22.63	5.022	-0.808	0.388	
		A	A	A	B	
5	0021 383 0808 7	14.971	4.473	-0.67	0.748	
		A	A	A	A	
6	002 1383 0807 9	13.934	4.128	-0.861	0.455	
		A	A	A	B	
7	002 1410 6374 3	25.362	6.071	-0.182	0.51	
		A	A	C	A	
8	002 1410 6420 3	17.003	2.591	-0.617	0.412	
		A	B	A	B	
9	002 1410 6497 3	18.733	3.887	-0.174	0.831	
		A	A	C	A	
10	002 1359 7405 1	11.843	2.415	0.964	0.522	
		B	B	D	A	
11	0021 3693 120 6	14.477	3.175	-0.016	0.809	
		A	A	C	A	
12	002 1369 3135 1	23.682	4.463	-0.053	0.499	
		A	A	C	A	
13	002 1383 0804 6	17.372	3.459	-0.731	0.566	
		A	A	A	A	
14	002 1383 0806 2	14.09	4.571	-1.182	0.503	
		A	A	A	A	
15	002 1410 6347 9	26.407	3.627	-0.037	0.196	
		A	A	C	C	
16	002 1410 6498 1	28.179	4.002	-0.381	0.452	
		A	A	B	B	
17	002 1410 6373 5	24.375	3.916	-0.472	0.098	
		A	A	B	D	
18	002 1410 6543 5	18.701	3.518	-0.273	0.478	
		A	A	C	A	
19	002 1420 5427 3	12.919	3.842	-0.61	0.443	
		B	A	A	B	
20	002 1420 5514 5	13.367	3.202	-0.7	0.601	
		B	A	A	A	
21	002 1420 5534 6	-	-	-	-	최우
		-	-	-	-	
22	002 1420 5579 2	17.963	4.431	-0.369	0.61	
		A	A	B	A	
23	002 1420 6241 5	12.101	3.196	-0.396	0.652	

		B	A	B	A	
24	002 1420 6386 4	15.939	2.667	-0.724	0.382	
		A	B	A	B	
25	002 1420 6421 4	19.436	3.085	0.027	0.326	
		A	B	C	B	
26	002 1420 6385 6	10.987	3.34	-0.311	0.366	
		B	A	B	B	
27	002 1420 6407 9	24.711	4.118	0.225	0.778	
		A	A	D	A	
28	002 1420 6387 2	14.818	3.803	-0.52	0.522	
		A	A	B	A	
29	002 1420 6495 8	14.632	4.543	-0.495	0.603	
		A	A	B	A	
30	002 1420 6494 0	15.198	4.837	-1.084	0.458	
		A	A	A	A	
31	002 1446 0319 7	14.506	3.56	-0.309	0.76	
		A	A	B	A	
32	002 1446 0318 9	-	-	-	-	취우
		-	-	-	-	
33	002 1446 0346 1	18.905	5.337	-0.909	0.875	
		A	A	A	A	
34	002 1446 0345 3	12.339	2.851	0.099	0.204	
		B	B	D	C	
35	002 1446 0420 4	16.366	4.915	-0.644	0.275	
		A	A	A	C	
36	002 1446 0449 5	21.107	3.872	-0.479	0.713	
		A	A	B	A	
37	002 1446 0598 1	12.1	3.115	-1.007	0.5	
		B	B	A	A	

Table 3. 2019년 송아지 검정

성별	생시체중(kg)	이유 체중(kg)	6개월 체중(kg)	일당증체량(kg)
암	27.8±3.5	94.3±14.4	184.1±23.0	1.0±0.1
수	30.8±5.4	94.2±20.8	204.5±17.8	1.1±0.2

Table 4. 2019년 육성우(암) 12개월 검정

번호	개체번호	체고	십자 부고	체장	흉심	흉폭	고장	요각	곤폭	좌골	전관위	흉위
1	002 1249 0995 4	119	128	145	65	43	48	43	40	27	18	179
2	002 1261 8324 9	121	129	141	64	44	49	41	45	24	18	174
3	002 1312 2857 4	122	129	141	64	41	48	42	44	22	17	172
4	002 1302 7593 8	123	131	135	60	39	45	37	42	25	18	163
평균		121.3	129.3	140.5	63.3	41.8	47.5	40.8	42.8	24.5	17.8	172.0



Table 5. 축산연구소 번식우 검정

번호	연령	체고	십자 부고	체장	흉심	흉폭	고장	요각	곤폭	좌골	전관위	흉위
1	3세 미만	135.0	138.0	148.0	72.0	43.0	52.0	51.0	49.0	27.0	18.0	189.0
2	4	133.0	135.0	147.5	71.0	43.5	54.0	50.5	48.5	26.5	18.8	187.5
3	5	137.5	139.3	154.0	72.3	42.3	55.3	50.8	47.8	28.0	19.3	186.5
4	6	133.0	136.2	153.5	71.5	45.0	55.5	52.3	48.8	27.0	19.4	190.2
5	7	133.8	137.3	157.5	75.3	41.8	55.0	51.3	48.0	26.8	18.9	193.0
6	8	132.0	132.7	152.0	73.3	47.0	53.3	50.3	50.0	27.3	18.7	199.3
7	9	132.7	133.0	146.3	72.7	47.9	53.4	51.7	46.4	26.3	18.4	194.0
8	10세 이상	132.6	132.9	149.0	71.8	44.2	52.8	50.2	47.4	26.0	18.1	188.9
전 체 평 균		133.7	135.5	151.0	72.5	44.3	53.9	51.01	48.2	26.9	18.7	191.1

※연령별 평균 및 번식우 전체 평균

## 2. 2020년 송아지 생산 계획

2020년 송아지 생산 계획은 36두이며, 임신감정이 완료되었으며 총 40두의 번식우 수태가 예상된다. 사용 종모우 내역으로는 KPN 872, 1243, 1263 등의 8종을 사용하였으며, 생산된 송아지는 검정을 통하여 축산연구소 자체 번식우 선발과 도내 인근 가축시장을 통하여 분양될 예정이다.

Table 6. 종모우(KPN) 사용 내역

번호	씨수소 (KPN)	유전능력(E.P.D)										비고
		12개월체중 (kg)		도체중 (kg)		등심단면적 (cm <sup>2</sup> )		등지방두께 (mm)		근내지방도 (점)		
1	872	34.82	A	40.48	A	4.93	A	-0.39	B	0.12	D	
2	1046	8.72	B	21.83	A	4.90	A	-0.26	C	1.15	A	
3	1080	8.26	B	19.26	A	6.56	A	-1.67	A	1.00	A	
4	1100	9.38	B	12.98	B	5.67	A	-1.03	A	1.19	A	
5	1112	14.17	A	21.28	A	6.40	A	-0.81	A	0.53	A	
6	1173	13.56	A	13.83	A	3.33	A	-1.66	A	0.45	B	
7	1202	10.20	B	17.26	A	4.99	A	-0.80	A	0.43	B	
8	1216	16.74	A	25.24	A	6.71	A	-0.63	A	0.52	A	
9	1243	14.11	A	25.89	A	4.75	A	-0.15	C	0.73	A	
10	1263	40.18	A	38.16	A	5.63	A	-1.37	A	0.51	A	
11	1273	11.24	A	18.85	A	3.95	A	-1.28	A	0.68	A	

Table 7. 2020년 생산 예정 송아지 유전능력

번호	종빈우 번호	씨수수 (KPN)	예상 송아지 유전능력(E.P.D)				
			12개월체중 (kg)	도체중 (kg)	등심단면적 (cm <sup>2</sup> )	등지방두께 (mm)	근내지방도 (점)
1	9379	872	36.456	47.021	7.434	-0.282	0.816
			A	A	A	C	B
2	8412	1080	15.26	26.738	7.76	-1.071	0.88
			B	A	A	B	B
3	5296	1112	19.427	34.035	8.91	-0.087	0.919
			B	A	A	C	B
4	2857	1243	36.411	52.471	11.274	-1.565	1.077
			A	A	A	A	A
5	5989	1263	50.943	53.01	9.054	1.197	0.856
			A	A	A	B	B
6	6663	1273	23.389	36.454	8.374	-1.536	1.358
			A	A	A	A	A
· · ·							
37	8802	1173	22.365	23.227	4.8	-1.334	0.346
			A	B	B	A	C
38	3258	1216	34.172	51.728	14.725	-0.2069	1.154
			A	A	A	A	A
39	9469	1216	18.815	29.175	7.122	-1.062	0.691
			B	A	A	B	B
40	9748	1202	17.552	29.974	8.502	-1.046	1.021
			B	A	A	B	A

3. 치즈 동결정액 생산 및 보급

치즈 사육농가에 치즈 정액보급을 위하여 모색 및 외모가 우수한 치즈 종모우를 선발하여 동결정액을 제조하여 보급하고 있다. 총 4두의 치즈 종모우를 선발하였고, 현재 2두의 치즈 종모우를 동결정액 생산에 활용하고 있다. 2019년 총 동결정액 535st를 생산하였고, 8농가에 235st를 보급하였다. 매년 2회(상,하반기)치즈전수조사 치즈 등록 실시로 치즈 도축시 육우 판정을 방지하고 있다.

Table 8. 축산연구소 종모우 현황

번호	개체번호	명호	생년월일	등록일	MC1R	ASIP	모색분류	비고
1	002 0083 2887 3	GN8001	2007-10-01	2015-08-07	E+E+	AbrA	1	도축
2	002 0652 8525 0	GN8002	2011-05-10	2016-12-09	E+e	AbrA	1	도축
3	002 1022 1471 1	GN8003	2015-10-19	2017-05-10	E+e	AbrA	1	보유
4	002 1224 3456 8	GN8004	2017-11-14	2018-06-15	E+e	AbrAbr	2	보유

Table 9. 생산·보급 및 최소 전수조사 내역

번호	생산(st)	보급		최소 전수조사	
		농가(호)	개수(st)	농가(호)	두수
상반기	160	4	65	24	96
하반기	375	4	170	8	161
계	535	8	235	32	257

### III. 향후계획

2009년부터 한우사육을 시작하면서 이제는 경남 축산연구소가 도내 한우사육농가에 우수한 한우 생산기술 보급 기반을 구축할 수 있는 시험연구기관으로 성장하고 있다. 특히, 한우 개체별 사양 및 질병 관리 등 세심한 기록과 이력관리를 통해 한우사육기술의 교범이 될 수 있도록 최선의 노력을 하고 있다. 앞으로 우량 암소 번식 기반이 확대 될 수 있도록 지속적인 검정을 실시할 예정이며, 암소 자질평가를 위하여 초음파 검정도 병행할 예정이다. 유전적 개량 증진 목적으로 유전체분석을 통하여 암소 선발을 위한 자료 수집 계획을 앞두고 있다. 고능력 암소 번식우를 기반으로 하여 우수한 송아지를 다량으로 생산과 동시에, 수정란이식, 사양 시험 등 각종 연구도 병행하며 경남 도 한우 농가를 위하여 최선을 다 할 것이다.



# 우량암소 수정란 이식 지원사업





# 우량암소 수정란 이식 지원사업

천혜영, 양영록, 신년학, 이진우

## I. 사업 목적

우량암소 수정란 이식 사업은 한우 보증씨수소의 정액과 우량 암소의 난자를 이용하여 고능력 수정란을 생산하고, 생산된 수정란은 수란우에 이식시켜 유전능력이 우수한 송아지를 다량으로 생산하여 농가 소득을 증대시키는 데에 그 목적을 두고 있다. 일반적으로 한우는 한 번의 발정주기에 하나의 난자가 배란되고, 인공 수정으로 주입된 정자와 만나 임신이 되면 약 10개월(약 285일)간의 임신기간을 거쳐 송아지를 분만하게 된다. 따라서 한우는 1년에 한 마리의 송아지를 생산하게 되며 일생동안 10두 미만의 송아지를 분만하는 것이 일반적이다. 하지만 OPU(Ovum Pick Up) 유래 수정란 기술을 이용하게 되면 월 15~20개의 수정란을 생산·이식할 수 있기 때문에 우수한 유전형질을 가진 송아지를 빠른기간에 다량 생산 가능한 장점을 가진다.

OPU 유래 수정란을 생산하기 위해서는 다수의 우량 암소(공란우)가 필요하다. 공란우의 능력은 시군마다 차이가 있을 수 있지만 농림부의 가축개량 지원사업 시행지침의 공란우 기준(도축성적 중 육질등급 1등급과 도체중 350kg이상을 만족하거나 개체유전능력 중 육종가 코드 B등급이 2개 이상인 개체)보다 훨씬 상향한다. 본 사업에 사용되는 공란우의 능력은 육질등급 1++과 450kg 이상의 후대를 생산한 경험이 있고 외모심사를 통과하고 우수한 유전능력 및 질병이 없는 개체로 선정하기 때문에 이후 생산되는 송아지의 능력은 우수 KPN과의 체외수정 효과로 더욱 우수할 것으로 판단된다.

OPU 채란 및 수정란 생산 기술은 가축의 발생학과 생리학, 수의 약리학과 산과학 등의 복합된 학문과 전문적인 기술의 집합체로 고도의 기술습득이 이루어지므로 전문가가 아니면 시술을 할 수 없으며 많은 비용, 기자재, 채란실, 수정란의 배양을 위한 무균실 등 별도의 위생시설이 필요하다(국립축산과학원, 소수정란이식 실용화 기술; 손 등). 하지만 축산관련연구기관, 개량기관, 지자체 시·군, 축협, 대학의 전문가 등이 기술교류, 공란우 공유 등 네트

워크를 형성하여 사업을 진행한다면 수정란을 이용한 암소개량으로 한우의 생산성 및 품질 고급화를 촉진하여 농가의 소득을 증대할 수 있을 것이라 판단된다.

## II. 추진내용 및 성과

우리 연구소가 본 사업을 2016년부터 추진하여 4년간 총 3,232개의 수정란을 도내에 보급하였다. '19년에는 총 6개의 시·군을 선정(합천, 함양, 진주, 거창, 고성, 산청)하고 국·도비 251백만원을 지원하여 총 1,062개의 수정란을 공급 및 이식하였다. 시·군별 사업예산 및 추진실적은 table. 1과 같다.

Table 1. 시·군별 수정란이식 예산 및 추진실적

(단위 : 천원)

연도	사업비				이식/계획 두수	세부내용	비고
	계	국도비	시군비	자담			
2016	258,000	129,000	99,000	30,000	600/600두	- 합천200, 함양200, 남해200	
2017	258,000	129,000	99,000	30,000	590/600두	- 합천200, 함양190, 남해200	
2018	430,000	215,000	165,000	50,000	980/1,010두	- 합천200, 함양210, 남해200, 거창120, 고성150, 산청100	
2019	494,500	215,000	222,000	57,500	1,062/1,150두	- 합천326, 함양200, 진주62, 거창174, 고성150, 산청150	

또한 우리 연구소는 수정란 이식으로 태어난 송아지에 대해 친자관계 확인 검사를 시행하여 그 결과를 사업 참여 시·군에 통보해 주고 있다. 친자확인 은 송아지와 수정란의 부(KPN)·모(공란우) 개체간의 유전자를 비교하여 확인하는 방법으로 한우확인시험법(제1법) 초위성체 마커 이용법으로 실시하였다. 친자관계 확인검사 사업은 송아지와 공란우·KPN 간의 혈통확인, 과학적인 검사를 통하여 수정란이식의 신뢰도 향상시키는데 목적이 있다.

연도별 친자관계 확인 검사 결과를 Table 2에 나타내었다. '18년에 이식하여 생산된 자우의 친자관계는 일부 시·군에서(합천, 고성, 거창) 자체로 진



행되었으며 나머지 시·군에 대한 결과가 94.7%로 나타났다. 한우 친자감정 일치율이 일반농가에서는 70%내외, 한우검정사업에 참여하는 육종농가 및 기관에서 90%정도로 나타나는 것을 감안하면 아주 높은 수치이다. 친자확인 불일치는 수정란 이식 후 인공수정을 한 것으로 추정되며 향후 친자 일치율이 100%가 달성되도록 노력할 것이다.

Table 2. 연도별 친자관계 확인검사

이식연도	총두수(두)	일치두수(두) ※ 어미 아비찾기 후	불일치(두)	일치율(%)	비고
2016년	202	195	7	96.5	
2017년	156	153	3	98.1	
2018년	169	148	9	94.7	일부 시·군 자체 검사

### Ⅲ. 향후계획

2020년 우리 연구소는 7개 시·군에 총 1300개의 수정란을 보급할 계획에 있으며, 세부내용은 Table 3에 나타내었다.

Table 3. 2020년 수정란 보급 계획

시·군	합천	함양	남해	거창	고성	산청	진주
수정란 수량	300	200	200	150	150	150	150
총 수량	1,300						

추후 지속적인 OPU 수정란 생산·보급을 위한 기반조성을 위하여 OPU 초음파를 이용한 난자회수율 및 회수율 향상 방안 강구할 것이며, 발정동기화 없이 이식 가능하고 장거리 농가로 공급이 가능한 동결란의 공급시스템으로 100% 전환하기 위하여 수정란 동결생존율 향상 실험을 계속적으로 추진할 것이다.

또한 '19년 완공된 한우 수정란이식 연구센터의 활용을 위한 기자재 구입(20종 62개) 및 한우 수정란 생산 노후 시설 보수로 우수 수정란 공급을 위한 시설 구축을 완료하여 도내 한우 개량 가속화 및 농가 소득증대에 기여하고자 한다.



# 조사료 품질관리 지원사업





# 조사료 품질관리 지원사업

김혜진, 송유미, 이성훈, 신년학

## I. 사업목적

조사료 품질관리 지원 사업은 국산조사료의 생산 및 이용을 활성화하여 생산비 절감 등 축산업 경쟁력 강화를 위해 추진되는 조사료 생산기반 확충사업의 일환이다. 국산 조사료의 체계적인 품질검사 및 품질등급에 따른 사료작물 수확 제조비 지원을 통해 양질의 조사료 생산 및 공급, 국산 신뢰 확보 및 고급 축산물 생산 등에 그 목적을 두고 있다.

## II. 사업배경 및 기술현황

조사료는 반추동물의 사육에 있어 매우 중요한 사료자원이나 우리나라의 조사료 생산기반이 취약하여 양질의 조사료 자급률이 현저히 낮다. 대부분의 농가에서 볏짚과 배합사료 위주의 사양을 하고 있으며 매년 수십만 톤의 조사료를 압축건조 형태로 수입에 의존하고 있는 실정이다. 이에 농림축산식품부는 조사료 생산기반 확충사업을 계속사업으로 추진하고 있으며 '19년도에는 총 사업비 37,927천원을 지원하여 사일리지 제조비, 종자구입비, 초지조성, 기계·장비, 퇴액비, 장거리 유통비, 가공·유통시설, 전문단지 조성등의 기반조성에 투자하고 있다. 우리 축산연구소는 '14년부터 조사료 품질분석을 위한 기반을 조성하여 현재 경남도내 3개의 조사료 품질분석기관 중 하나로 동계 및 하계 사료작물의 품질분석을 시행하고 있다.

## III. 수행방법

1. 사업장소 : 경상남도 축산연구소
2. 사업기간 : 2019년
3. 공시재료 : 도내 사료작물 재배농가 품질분석 의뢰시료

4. 처리내용

1) 연간 사료작물 품질분석 의뢰 전량(NIRS : 근적외선 분광 분석기로 분석)

5. 분석방법

1) 시료 채취시기 : 원형곤포 사일리지 제조시점부터 10일 이내

2) 시료채취방법

(1) 조사료 시료 채취는 국립축산과학원의 지침에 따라 실시하였으며 원형 곤포 사일리지의 세로 방향에서 중간 부위를 중심으로 상중하 3 부분에서 채취

3) 시료 채취량 : 원형곤포 사일리지 1롤당 150~200g

4) 조사항목



(1) 생산이력 조사

- 초종, 생산지역, 의뢰일자, 검사일자 등

(2) 품질 검사

- 분석장비 : NIRS DA7250

- 통계사료작물 : 근적외선 분광분석(NIRS)를 이용하여 수분, 섬유소(ADF, NDF)를 통한 상대적 사료가치(RFV), 조단백질 조회분에 대한 성분 분석

	
<p>조사료 분석 장비</p>	<p>조사료 분석 프로그램</p>

- 항목별 점수산정표

항 목 (점수)	평가기준	평 가 (점수)					
		배점	50점	45점	40점	35점	30점
수분 (50)	수분함량 (건초, 해일리지, 사일리지)	배점	50점	45점	40점	35점	30점
		%	40미만	40이상~45미만	45이상~50미만	50이상~55미만	55이상~60미만
		배점	25점	20점	15점	10점	5점
		%	60이상~65미만	65이상~70미만	70이상~75미만	75이상~80미만	80이상
상대사료 가치(RFV) (30)	NDF 및 ADF 등 사료가치	배점	30점	26점	22점	18점	14점
		점	110이상	110미만~100이상	100미만~90이상	90미만~80이상	80미만
조단백질 (10)	조단백질 함량	배점	10점	8점	6점	4점	2점
		%	12이상	10이상~12미만	8이상~10미만	6이상~8미만	6미만
조회분 (10)	흙 등 이물질 혼입	배점	10점	8점	6점	4점	2점
		%	7미만	7이상~9미만	9이상~11미만	11이상~13미만	13이상

- 하계사료작물 : 근적외선 분광분석기(NIRS)를 이용하여 수분함량 측정, 첨가제 접  
종 유무 확인

- 수분함량별 등급산정표

첨가제 접종	수분함량		
	상	중	하
○	66%미만	66~70%	70%초과

5) 검사방법

- (1) 사일리지(건초, 해일리지)를 가위로 2~5cm 정도로 절단하여 골고루 혼합하여 시료 컵에 충전하여 전처리
- (2) NIRS 분석 : 분석 대상제품을 선택한 다음 시료명을 기입하고 시료분석 버튼을 눌러 일정시간 기다리면 3분 이내 분석 완료 (3회 반복 분석)



#### IV. 결과 및 고찰

경남지역에서 생산된 조사료에 대한 품질검사를 진행한 결과 3개 군에서 의뢰한 동계사료작물 91개 시료, 하계사료작물 11개 시료 총 102개 시료를 분석 완료하였다.

동계사료작물로는 이탈리아라이그라스(IR)가 대부분을 차지하였으며 그 외 청보리, 보릿짚이 6건 분석되었다. 품질분석결과 B등급의 시료가 가장 많았으며, 그 뒤로는 C, D, E, A등급의 차례로 나타났다.

하계사료작물은 옥수수SL, 벼짚, 총채벼를 대상으로 품질분석을 시행하였으며 과반수 이상이 품질등급 상으로 나타났다.

시·군	분석건수	분석내용	비고
고성	22	IR	
함안	58	IR	
의령	22	IR, 벼짚, 보릿짚, 옥수수SL, 총채벼, 청보리	
3개 시·군	102	6종	

#### V. 기대효과 및 향후계획

경남도내 농가 생산현장과 연계한 조사료 품질분석 데이터를 토대로 조사료 품질등급 상위 경영체 및 농가를 방문 및 조사하여(초종, 수확시기, 반전횟수 등) 타 농가의 컨설팅 자료로 활용할 계획이다. 이를 통한 우수 조사료 생산 참여 유도로 안정적인 국내 조사료 공급체계를 구축하며 사료비 절감 등 도내 축산업 경쟁력 강화를 기대한다.



# 종돈능력개량 농가 보급





# 종돈능력개량 농가보급

김남주, 정미애, 윤성일, 안창섭, 이성훈,  
이만달, 서정준, 하경철, 최나훈, 신경환, 이호영

## I. 돼지 품종 보존 및 종돈 능력 검정 사업

축산연구소에서 보유하고 있는 미국두룩(두룩), 미국/일본흑돈(버크셔)의 품종 특성을 유지함으로써 순종을 보존하고, 지속적인 종돈의 능력검정을 통한 개량으로 경제형질을 향상시켜 고능력 종돈의 핵돈군을 조성하며, 생산된 종돈은 도내 양돈농가 분양 및 실험용 공시축으로 활용하고자 함.

### 1. 종돈 도입, 생산, 분양, 도태 실적

Table 1. 사육현황 및 종돈 증감 내역

(단위 : 두)

구 분	미국두룩			미국흑돈			일본흑돈			합계
	암	수	계	암	수	계	암	수	계	
연 초 두수	202	186	388	103	100	203	22	12	34	625
연 말 두수	165	148	313	106	92	198	17	12	29	540
상시사육두수	204	188	392	117	100	217	21	11	32	641
증수	도입	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	생산	279	348	627	175	188	363	29	21	50
	계	279	348	627	175	188	363	29	21	50
감수	분양	28	72	100	17	15	32	1	0	1
	매각	264	284	548	145	171	316	31	16	47
	폐사	24	30	54	10	10	20	2	5	7
	계	316	386	702	172	196	368	34	21	55
증.감	▽37	▽38	▽75	△3	▽8	▽5	▽5	0	▽5	▽85

\*도축계류장 폐사 포함두수(4두)

2. 종돈능력검정 성적

Table 2. 모돈 번식능력 특성

품 종 별	미국두록	미국흑돈	일본흑돈	계 및 평균
상시모돈 사육두수(두)	57.0	29.5	5.0	91.5
초종부일령(일)	281±35.90	279±33.12	319±40.61	283.98
생산자돈 유두수	12.96±1.13	13.65±0.94	14.42±0.83	13.27
연 간 종부두수(두)	206	88	18	312
연 간 재발두수(두)	50	24	1	75
연 간 분만두수(두)	98	61	8	167
모돈복당 총산자수(두)	7.86±2.64	7.33±2.72	7.00±2.78	7.62
모돈복당 실산자수(두)	6.57±2.51	6.18±2.67	5.75±2.60	6.39
모돈복당 이유자돈수(두)	6.32±2.42	6.07±2.63	5.13±2.17	6.17
모돈 분만회전율(회)	1.72	2.07	1.60	1.83
비생산일수(일)	7.54	4.96	18.33	7.11
1회 분만당 수정 회수(회)	3	3	3	3

Table 3. 산차별 모돈 분포현황  
(단위: 두, / '19 종부 기준)

(단위: 두, / '19 종부 기준)

산차별	미국두록	미국흑돈	일본흑돈	계
1산차	54(58.0%)	19(44.2%)	8(80.0%)	81(55.5%)
2산차	9(9.7%)	4(9.3%)	-	13( 8.9%)
3산차	12(12.9%)	6(13.9%)	1(10.0%)	19(13.0%)
4산차	8(8.6%)	4(9.3%)	-	12( 8.2%)
5산차 이상	10(10.8%)	10(23.3%)	1(10.0%)	21(14.4%)
계	93(100%)	43(100%)	10(100%)	146(100%)

Table 4. 중모돈 사용빈도 및 정액성상 현황

품종	개체명호	생년월일	채취횟수(회)	정액량 (mL)	활력 (%)	정자수 (억/mL)	액상정액제조량 (병/100mL)	
미국두록	DB39-12	17/4/20	17	204	77.9	2.19	69	
	DA72-51	17/5/10	2	83	67.5	1.40	3	
	DB72-9	17/6/27	8	168	75.6	1.56	30	
	DC3-7	17/12/9	5	130	49.0	0.86	6	
	DB30-49	18/1/17	1	223	90.0	2.40	0	
	DB49-29	18/1/17	1	125	70.0	1.00	3	
	DB81-21	18/2/21	14	92	41.8	2.12	18	
	DC10-3	18/5/1	20	207	86.3	2.45	135	
	DC3-18	18/5/2	10	119	64.5	3.06	30	
	DC1-12	18/5/4	12	152	74.2	1.65	60	
	DA93-53	18/5/16	10	147	66.5	1.80	30	
	DB75-23	18/6/20	9	109	63.3	1.81	27	
	DC17-5	18/6/28	17	184	80.0	2.49	90	
	DB95-17	18/7/26	16	156	78.4	2.66	72	
	DC23-5	18/8/10	4	156	78.8	2.93	18	
	DC33-5	18/8/27	3	122	46.7	0.87	6	
	DB74-42	18/10/17	8	123	70.0	1.65	33	
	DC16-17	18/10/26	7	186	74.3	2.30	39	
	DC46-3	18/12/17	8	126	76.0	1.57	24	
	DC4-18	19/1/3	7	139	70.8	1.13	24	
	DC56-7	19/3/10	3	123	75.0	1.73	6	
DC35-11	19/3/16	3	51	83.3	1.70	9		
DC16-25	19/3/22	1	118	70.0	0.80	0		
DB49-49	19/4/3	2	126	77.5	1.60	9		
평균			7.8	140	71.1	1.82	3.94(병/회)	
소계			188회				741병	
미국흑돈	BA9-67	17/8/31	6	117	74.2	2.73	27	
	BA45-13	17/9/13	1	186	40.0	1.60	3	
	BA45-19	18/2/8	24	138	75.2	2.53	102	
	BA53-19	18/2/15	14	145	84.6	2.18	54	
	BA57-29	18/5/2	7	130	42.9	2.19	9	
	BA59-13	18/5/24	19	207	87.4	1.59	105	
	BA68-9	18/8/16	15	186	82.0	1.80	81	
	BA72-11	18/11/1	14	159	80.4	1.34	72	
	BA52-38	18/12/21	4	158	75.0	1.18	15	
	평균			11.6	158	71.3	1.90	4.5(병/회)
소계			104회				468병	
일본흑돈	J97-3	17/11/11	17	113	82.1	2.45	48	
	J96-22	18/11/16	6	157	84.2	1.28	24	
	J91-44	18/12/23	4	208	78.8	1.55	22	
	평균			9.0	159	81.7	1.76	3.48(병/회)
	소계			27회				94병
총계			319회				1,303병	

※용돈 별 정액량, 활력, 정자수는 채취 1회 당 평균 수치 임.

Table 5. 검정돈 전체 산육능력

구 분	미국두록		미국후돈		일본후돈	
	암	수	암	수	암	수
*이유검정 두수(두)	266	343	169	181	25	15
생시 체중(kg)	1.56±0.29	1.62±0.31	1.42±0.27	1.46±0.31	1.36±0.30	1.42±0.21
이유시 체중(kg)	8.54±2.63	9.02±2.23	8.86±2.12	8.94±2.49	7.34±2.92	7.73±3.44
*검정개시 두수(두)	289	369	154	174	30	21
검정개시 체중(kg)	22.05±4.84	22.72±4.84	21.21±4.58	22.37±4.88	18.99±3.89	20.45±4.75
*검정종료 두수(두)	295	373	166	211	33	18
검정종료 체중(kg)	115.92±20.40	118.74±22.39	107.98±13.97	113.06±15.03	87.03±9.73	92.72±6.31
검정종료 일령(일)	172.61±9.86	169.66±12.36	173.89±8.36	173.27±9.67	172.79±5.65	173.11±5.49
일당 증체량(g)	912.57±193.79	966.19±218.44	827.47±94.57	874.04±118.90	662.96±80.85	708.19±59.14
90kg 도달일령(일)	143.37±29.35	139.39±28.74	152.95±15.66	147.43±15.79	179.45±19.97	169.74±10.38
90kg 등지방두께(mm)	9.05±2.36	8.53±2.04	11.75±2.27	10.97±5.24	18.22±2.53	15.93±1.51

\*이유검정 두수 : 999두, \*검정개시 두수 : 1,037두,

\*검정종료 두수 : 1,096두

Table 6. 검정돈 중 선발돈 산육능력

구 분	미국두록		미국흑돈		일본흑돈	
	암	수	암	수	암	수
*선발두수(두)	67	87	32	20	6	3
생시 체중(kg)	1.62±0.28	1.66±0.29	1.47±0.21	1.52±0.29	1.50±0.24	1.43±0.05
이유시 체중(kg)	8.67±1.79	9.59±1.70	9.30±1.95	8.82±1.92	8.56±1.87	8.37±0.66
검정개시 체중(kg)	23.54±3.91	25.05±4.16	22.21±2.96	22.35±2.85	21.74±1.89	18.79±2.02
검정종료 체중(kg)	124.39±15.59	128.79±10.98	115.03±10.28	118.25±7.20	96.00±4.36	91.67±4.11
검정종료 일령(일)	173.87±7.18	169.64±11.83	175.13±7.37	172.35±7.86	174.83±3.80	175.33±3.30
일당 중체량(g)	964.58±114.91	1044.11±93.18	874.26±71.85	933.01±78.39	708.53±42.15	675.86±43.30
90kg 도달일령(일)	136.86±11.33	130.25±7.51	145.82±7.53	140.54±7.59	166.52±6.11	173.04±5.47
등지방두께(mm)	12.37±2.31	12.21±1.61	15.47±2.40	14.80±1.66	20.00±3.21	16.00±1.63
90kg 등지방두께(mm)	8.67±1.64	8.23±1.20	11.82±1.90	10.92±1.30	18.51±2.45	15.67±1.49

\*선발두수: 215(미국두록 154두, 미국흑돈 52두, 일본흑돈 9두)

Table 7. 검정돈 중 분양돈 산육능력

구 분	미국두록		미국흑돈	
	암	수	암	수
분양두수(두)	27	73	18 (가고시마 1두포함)	15
생시 체중(kg)	1.57±0.32	1.64±0.30	1.50±0.16	1.50±0.28
이유시 체중(kg)	8.26±1.96	9.51±1.77	9.83±1.93	8.64±2.03
검정개시 체중(kg)	23.60±4.66	24.80±4.25	21.71±3.28	22.22±3.22
검정종료 체중(kg)	123.63±10.45	128.12±11.19	115.76±10.14	117.67±7.73
검정종료 일령(일)	173.04±7.11	170.79±11.45	176.47±8.10	173.07±7.50
일당 증체량(g)	963.80±59.60	1027.91±88.21	878.90±69.90	928.06±80.97
90kg 도달일령(일)	136.71±6.17	131.56±7.22	146.14±7.59	141.66±7.77
90kg 등지방두께(mm)	8.85±1.72	8.27±1.24	11.71±1.72	10.88±1.38

\*분양돈 두수: 133두(암 45두, 수 88두)



Table 8. 검정돈 중 선발 후보돈 산육능력

구 분	미국두록		미국흑돈		일본흑돈	
	암	수	암	수	암	수
후보돈(두)	40	14	15	5	5	3
생시체중(kg)	1.65±0.22	1.77±0.23	1.43±0.24	1.57±0.30	1.53±0.25	1.43±0.05
이유 시 체중(kg)	8.94±1.72	10.00±1.16	8.69±1.79	9.33±1.42	9.10±1.54	8.37±0.66
검정개시 체중(kg)	23.50±4.42	26.31±3.37	22.76±2.44	22.74±1.06	22.10±1.88	18.79±2.02
검정종료 체중(kg)	124.90±11.41	132.29±9.10	114.20±10.37	120.00±4.94	96.40±4.67	91.67±4.11
검정종료 일령(일)	174.43±7.08	163.64±11.96	173.60±6.10	170.20±8.49	174.60±4.13	175.33±3.30
일당 증체량(g)	965.10±93.19	1128.56±69.89	869.02±73.65	947.87±67.94	716.79±41.50	675.86±43.30
90kg 도달일령(일)	136.97±8.65	123.42±4.80	145.46±7.43	137.19±5.86	165.79±6.45	173.04±5.47
90kg 등지방두께(mm)	8.55±1.64	8.01±0.90	11.93±2.08	11.04±1.01	18.60±2.68	15.67±1.49

\*후보돈 두수: 82두(암 60두, 수 22두)

Table 9. 선발 두록 옹돈 산육능력

구 분	검정소검정	그룹검정
검정 종료두수(두)	44	329
선발 옹돈(두)	15	72
선발률(%)	34	22
생시 체중(kg)	1.83±0.27	1.62±0.29
이유시 체중(kg)	11.11±1.35	9.27±1.59
검정개시 체중(kg)	30.70±2.73	23.87±4.64
검정종료 체중(kg)	122.27±6.55	130.15±19.82
검정기간(일)	78.33±4.54	104.57±8.65
검정종료 일령(일)	149.73±2.59	173.79±8.23
일당 증체량(g)	1170.97±81.31	1017.68±71.15
90kg 도달일령(일)	120.47±4.61	132.29±6.30
등지방 두께(mm)	11.47±1.26	12.36±1.63
90kg 등지방두께(mm)	8.16±1.01	8.24±1.23
사료요구율(kg)	2.37±0.22	-

Table 10. 연도별 전체 산육능력 검정 및 분양현황 (단위 : 두)

연도별		2017년			2018년			2019년		
구 분		계	암	수	계	암	수	계	암	수
품종별 검정 두수 (A)	계	1,241	582	659	1,126	571	555	1,096	494	602
	미국등록	779	360	419	696	355	341	668	295	373
	미국/일본 흑돈	462	222	240	430	216	214	428	199	229
품종별 선발 두수 (B)	계	266	119	147	267	127	140	215	105	110
	미국등록	181	60	121	159	64	95	154	67	87
	미국/일본 흑돈	85	59	26	108	63	45	61	38	23
품종별 후보돈 보유 두수	계	92	65	27	100	75	25	82	60	22
	미국등록	61	41	20	64	49	15	54	40	14
	미국/일본 흑돈	31	24	7	36	26	10	28	20	8
품종별 분양 두수 (C)	계	166	52	114	158	52	106	133	45	88
	미국등록	116	17	99	94	15	79	100	27	73
	미국/일본 흑돈	50	35	15	64	37	27	33	18	15
분양 비율 (C/A) (%)	전체평균	13.4	8.9	17.3	14.0	9.1	19.1	12.1	9.1	14.6
	미국등록	14.9	4.7	23.6	13.5	4.2	23.2	15.0	9.2	19.6
	미국/일본 흑돈	10.8	15.8	6.3	14.9	17.1	12.6	7.7	9.0	6.6

## II. 돼지 질병 발생, 치료, 폐사 현황

Table 11. 사육단계별 질병 발생 및 치료 현황 (단위 : 두)

구 분		호흡기	소화기	위축·쇠약	파행	기타 (번식문제등)	합계
미국 두록	자돈/육성돈	19	8	5	6	0	38
	성돈	4	20	0	96	23	143
	계	23	28	5	102	23	181
미국/ 일본 흑돈	자돈/육성돈	6	3	0	3	0	12
	성돈	0	32	0	20	8	60
	계	6	35	0	23	8	72
합계		29	63	5	125	31	253

Table 12. 월별 질병 발생 및 치료 현황 (단위 : 두)

월별	호흡기	소화기	위축·쇠약	파행	기타	합계
1월	0	3	0	9	0	12(4.74%)
2월	5	7	2	7	0	21(8.30%)
3월	0	14	0	5	2	21(8.30%)
4월	8	6	0	5	0	19(7.51%)
5월	10	4	0	7	0	21(8.30%)
6월	2	8	0	3	1	14(5.53%)
7월	0	6	0	8	1	15(5.93%)
8월	1	5	3	20	0	29(11.46%)
9월	0	7	0	8	6	21(8.30%)
10월	3	3	0	30	7	43(17.00%)
11월	0	0	0	13	8	21(8.30%)
12월	0	0	0	10	6	16(6.32%)
합계	29(11.46%)	63(24.9%)	5(1.97%)	125(49.4%)	31(12.25%)	253

Table 13. 돼지 질병군별 폐사 현황 (단위 : 두)

구 분		호흡기	소화기	위축·쇠약	기타 (사코사·압사등)	합계
미국 두록	포유이유돈	0	1	8	11	20
	육성비육돈	0	11	12	5	28
	성돈	0	0	0	2	2
	계	0	12	20	18	50
미국/ 일본 흑돈	포유이유돈	2	1	6	5	14
	육성비육돈	5	2	3	2	12
	성돈	0	1	0	0	1
	계	7	4	9	7	27
합계		7(9.1%)	16(20.8%)	29(37.7%)	25(32.5%)	77

\*사육단계별 폐사율 : - 자돈 : 3.26% (생산자돈대비),  
 - 육성비육돈 : 4.24% (검정개시돈대비)  
 - 성돈 : 2.83% (성돈 상시두수대비)

Table 14. 월별 진료두 (단위 : 두)

구 분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
진료두수	12	21	21	19	21	14	15	29	21	43	21	16	253
폐사두수	5	2	8	12	5	2	6	8	8	9	8	4	77
비율(%)	41.7	9.5	38.1	63.2	23.8	14.3	40.0	27.4	38.1	20.9	38.1	25.0	31.9

1. 2019년도 종돈사육 현황은 총 종돈 생산두수는 1,040두(암483두, 수557두)였고, 그중 미국두록 627두(암279두, 수348두), 미국흑돈 363두(암175두, 수188두), 일본흑돈 50두(암29두, 수21두)였다. 그리고 분양두수는 133두, 도태 및 매각두수는 911두, 폐사두수는 77두였으며, 상시 사육두수는 641두였다.
2. 사육종돈의 능력검정은 자돈의 외모 및 생산특성 1,040두, 모돈의 번식특성 167두, 비육돈의 산육특성을 1,096두 조사하였다.
3. 모돈 번식능력 특성을 보면 상시모돈 사육두수는 92두, 초종부일령은 284일, 생산자돈의 유두수는 13.3개, 연간 분만두수는 167두, 모돈 복당 총산자수는 7.6두, 실산자수는 6.4두, 이유자돈수는 6.2두, 모돈 분만회전율은 1.8회였다.
4. 2019년 산차 별 모돈 분포 현황을 살펴보면 1산차가 55.5%, 2산차가 8.9%, 3산차가 13.0%, 4산차가 8.2%, 5산차 이상이 14.4%의 구성을 보였다.
5. 종모돈 사용빈도 및 정액성상 현황은 미국두록의 경우 24두의 종모돈에서 188회 정액을 채취하였으며, 평균 정자활력은 71.1%, 평균 정자수는 1.82억개, 채취 정액량은 평균 140ml, 액상정액은 총741병(100ml/병)을 제조하였고, 미국흑돈의 경우는 9두의 종모돈에서 104회 정액을 채취하였으며, 평균 정자활력은 71.3%, 평균 정자수는 1.90억개, 채취 정액량은 평균 158ml, 액상정액은 총 468병(100ml/병)을 제조하였고, 일본흑돈은 3두의 종모돈에서 27회 정액을 채취하여 평균 정자활력은 81.7%, 평균 정자수는 1.76억개, 채취 정액량은 평균 159ml, 액상정액은 총 94병(100ml/병)을 제조하였다.
6. 검정돈 전체 산육능력을 보면 이유검정두수 999두, 검정개시두수 1,037두, 검정종료두수는 1,096두였다. 자돈 생시체중은 1.36~1.62kg, 이유시체중은 7.34~9.02kg으로 품종별로 차이가 있었으며, 검정 개시체중은 19.0~22.7kg, 검정종료 체중은 87.0~115.9kg, 검정종료 일령은 170~174일령이었다. 검정기간 중 일당증체량은 663~966g이었고, 90kg 도달일령은 139~180일령이었다.
7. 검정돈 중 선발두수는 미국두록 154두, 미국/일본흑돈 61두로 총 215두가 선발되었으며, 선발돈의 능력은 검정종료 체중이 92~129kg이었고, 종료일령은 170~175일령이었고, 일당증체량은 676~1,044g, 90kg 도달일령은 130~173일령이었다.

8. 검정돈중 분양돈의 산육능력을 보면 총 분양두수 133두(암 45, 수 88)중 미국두록 100두, 버크셔가 33두 였으며, 미국두록 옹돈의 일당증체량은 1,028g, 90kg 도달일령은 132일 이었고, 미국흑돈 옹돈의 일당증체량은 928g, 90kg 도달일령은 142일 이었다.
9. 검정돈중 선발후보돈의 산육능력을 보면 총 선발후보돈 82두(암 60, 수 22) 중 미국두록 54두, 미국흑돈이 20두, 일본흑돈이 8두였으며, 미국두록 옹돈의 일당증체량은 1,129g, 90kg 도달일령은 123일 이었고, 미국흑돈 옹돈의 일당증체량은 948g, 90kg 도달일령은 137일이었으며, 일본흑돈 옹돈의 일당증체량은 676g, 90kg 도달일령은 173일이었다.
10. 검정소검정과 그룹검정 선발 미국두록 옹돈의 산육능력을 보면 검정소검정의 경우, 이유시 체중 11.11kg, 검정종료시 체중 122kg, 검정종료 일령 150일, 일당증체량 1,171g, 90kg 도달일령 121일, 사료요구율 2.37kg 이었고, 그룹검정의 경우는 이유시 체중 9.27kg, 검정종료시 체중 130kg, 검정종료 일령 174일, 일당증체량 1,018g, 90kg 도달일령 132일이었다.
11. 연도별 전체 산육능력검정 및 분양현황을 보면 2017년도에는 검정두수 1,241두, 선발두수 266두, 핵돈 보유 두수 92두, 분양두수 166두로 검정두수 대비 분양두수 비율은 13.4%였으며, 2018년도에는 검정두수 1,126두, 선발두수 267두, 핵돈 보유 두수 100두, 분양두수 158두로 검정두수 대비 분양두수 비율은 14.0%였다. 2019년도에는 검정두수 1,096두, 선발두수 215두, 핵돈 보유 두수 82두, 분양두수 133두로 검정두수 대비 분양두수 비율은 12.1%였다.
12. 2019년 질병발생 및 치료현황을 살펴보면 총 253두의 돼지를 치료하였는데, 질병발생 두수(253두) 대비 월별 치료 현황은 10월 17.0%, 8월 11.46%, 2, 3, 5, 9, 11월 8.3%으로 나타났고, 1월에 4.7%로 가장 낮았다. 돼지 질병군별 폐사현황은 총 77두가 폐사하였는데, 호흡기 9.1%, 위축·쇠약 37.7%, 소화기 20.8%, 기타(사고·압사 등) 32.5%로 나타났으며, 폐사돈중 포유자돈과 이유자돈이 44.2%, 육성비육돈 52.0%, 성돈 3.9%를 차지하였으며, 폐사두수가 가장 많이 발생한 달은 4월에 12두로 가장 많았다. 사육단계별 폐사율은 자돈이 연간 생산두수 대비 3.26%, 육성돈은 검정개시돈 대비 4.24%, 성돈이 상시사육두수대비 2.83%를 나타내었다.

### Ⅲ. '19년 사업결과 활용 계획

1. 연간 누적된 특성조사 자료를 기반으로 향후 종돈의 유전능력개량 및 연구 자료로 활용하고, 종돈의 유지 및 품종특성 보존을 위해 종돈 및 수입 동결 정액 추가 도입
2. 유전육중에 의한 계획교배로 경제형질 개량, 유전능력저하 방지와 근친도 최소화로 보유 종돈 품종의 보존 및 능력개량
3. 우량씨돼지 개체검정 및 선발로 농가 분양 확대



# 축산농가 서비스제공

1. 축산농가 종합 컨설팅
2. 축산농가 심화기술 교육





# 축산농가 종합컨설팅

안창섭, 강철훈, 신년학, 양영록, 이희근, 이진우

## I. 돈사 시설 환경/번식 분야 컨설팅

고품질 돈육생산 기술 향상을 위해 돈사 시설·환경, 축산냄새, 번식 분야에 대해 지속적인 컨설팅을 제공하여 축산농가의 애로사항 해소와 기술수준 향상으로 대 농민 서비스를 실시하는데 목적이 있음

1. 돈사시설 환경, 번식 컨설팅 회수 : 5회/2019년
2. 컨설팅 기간 : 2019년 5월 ~ 12월
3. 장소 : 진주(1), 산청(2), 하동(1)
4. 컨설팅 회수 : 5농가 5회(시설환경 1회, 번식 4회)
5. 주요 컨설팅내용
  - 1) 국외 아프리카돼지열병(ASF) 발병(상반기, 농가 방문·면담 컨설팅으로 대체)
  - 2) 국내 아프리카돼지열병(ASF) 발병(9월 중순) 관계로 농가별 외부인 농가 출입 엄격 제한(하반기, 전화 컨설팅으로 대체)
  - 3) 여름철 혹서기 대비 돈사 시설·환경 환기상태 관리 : 1농가
  - 4) 축사 냄새 관리를 위한 청결 유지 관리(피트비우기 및 소독) : 1농가
  - 5) 혹서기, 혹한기 대비 임신돈 및 분만돈 환경 관리 및 사양관리요령 : 4농가

## II. 가축분뇨자원화 컨설팅

가축분뇨를 자원화(퇴비화, 액비화)하여 화학비료 대체자원으로 활용할 수 있도록 축산연구소에서 쉽고 간편한 가축분뇨 퇴,액비화 기술을 농가에 보급하여, 악취가 적고 양질의 가축분뇨 퇴,액비를 생산하여 가축분뇨 자원화가 원활하게 될 수 있는 기반을 농가에 정착시키고자 함

1. 양돈분뇨 컨설팅 회수 : 4회/2019년
2. 컨설팅 기간 : 2018. 05.22. ~ 12.19.
3. 장소 : 진주(1), 하동(1), 함양(1), 산청(1) : 4농가
4. 컨설팅 내용
  - 1) 가축분뇨자원화 집중 컨설팅 기간 : 2019년 5월 ~ 12월
  - 2) 농가 자원화 기반시설 파악 및 퇴,액비화 방법 점검
  - 3) 농가의 가축분뇨 퇴,액비화 시설 개선점 및 보완 방법 설명
  - 4) 가축분뇨 호기성 액비화 방법 및 퇴비화 설명
  - 5) 가축분뇨 퇴,액비 농가 성공사례 설명
  - 6) 농가 수시 방문(전화) 가축분뇨 퇴,액비화 방법 컨설팅
5. 액비화조 시설 운영 장면



### Ⅲ. 한우농가 사양관리 컨설팅

한우 농가(수정란 이식 지원사업 참여 농가 및 최소 농가)를 대상으로 농가 기술 향상을 위한 농가의 사양관리와 번식 및 질병에 대하여 지속적인 컨설팅을 제공

1. 농가 대상 컨설팅 회수 : 35회/2019년
2. 컨설팅 기간 : 2019년 5월 ~ 12월
3. 장소: 남해(12), 사천(1), 의령(1), 함안(1), 고성(7), 통영(10), 김해(1), 거제(1), 울산(1)  
( ) : 농가 수
4. 주요 컨설팅내용
  - 1) 환절기 송아지 사양관리
  - 2) 번식우(수란우 포함) 및 육성우 사양관리
  - 3) 농가 질병 및 방역 관련 개선점 및 보완 방법 설명
  - 4) 최소 관리 및 인증서 제도를 설명
  - 5) 즉석 결과 도출 문제점 해결 및 수시컨설팅 동시 진행
5. 한우 농가 컨설팅 농가 전경



## 축산농가 심화기술 교육

신년학,이성훈,양영록,이희근,안창섭,강철훈,이진우

경상남도축산연구소에서는 2009년부터 지금까지 도 내 전업규모 축산 농가를 대상으로 축산농가 심화기술 교육을 실시하고 있으며, 축산 전문 인력 양성, 현장 애로사항 해결 및 선진 기술 보급을 교육의 목표로 사업을 추진하고 있다. 교육 수요조사 및 교육신청은 경남 시·군 축산담당 부서와 전국한우협회 경상남도지회, 그리고 전국한돈협회 경남도협의회를 통해 축산연구소에 접수를 하며, 교육시기 및 교육 분야를 조정하여 농가 맞춤형 교육을 실현하고자한다.

우리 축산연구소 교육의 장점은 소수의 교육인원으로 반을 편성하여 강사와 농가, 농가와 농가 간의 자유로운 토론식 수업을 유도함으로써 전문지식 습득뿐만 아니라 생생한 정보 공유의 장을 제공한다는 것이다. 이는 교육 수료 후 농가의 교육 만족도 향상으로 나타나고 있다. 특히 2013년부터 실시하고 있는 한우 교육은 인공수정 실습을 병행한 교육으로 한우 농가의 큰 호응을 얻고 있다. 2019년에도 이러한 교육진행 절차에 따라 소수 인원으로 구성된 교육반을 편성하였으며, 농한기인 6월에서 7월에 걸쳐 한우분야 7회 교육을 실시하였다. 양돈 심화교육의 경우 아프리카돼지열병(ASF) 국외 발병으로 인해 교육신청이 저조하여 2019년에는 교육반을 편성하지 못하였다. 2019년에는 총 7회의 교육을 통해 농가 58명, 공무원 5명 등 총 63명이 교육 수료하였으며, 2009년부터 2019년까지 누적 701명이 수료하였다.

## I. 교육분야 및 교육내용

교육분야		교육내용
한우	번식 및 인공수정	- 번식이론 - 인공수정 실습
	질병관리	- 한우질병관리
양돈	AI/번식관리	- 돼지번식 - 인공수정
	질병관리	- 돼지 주요질병 원인파 대책 - 방역의 중요성
	가축분뇨자원화	- 분뇨처리의 기본적 이해 및 자원화 - 액비 및 퇴비제조(현장체험)
	돈사시설 및 환경	- 시설 및 환경의 중요성 - 환기 관리의 이해

## II. 교육분야별 담당자 및 연락처

분야	담당자	연락처
한우 번식우 사양관리	이성훈	254-3132
한우 번식 및 인공수정	신년학, 양영록	254-3122~3124
한우·양돈질병관리	이희근	254-3125
돈사시설 및 환경	이진우	254-3110
양돈AI 및 사양관리	안창섭	254-3142
가축분뇨자원화	강철훈	254-3143

## III. 심화기술교육 장면







본 “2019 축산시험연구 사업보고서” 는 출처를 명시하는 경우  
자유롭게 자료의 인용이 가능하나 축산연구소의 사전 허가 없이 무단  
전제나 복제는 금지합니다.

경상남도 축산연구소

## 2019 축산시험연구 · 사업보고서

2020년 4월 인쇄

2020년 4월 발행

- 발행처 : 경상남도 축산연구소  
(주소) 경상남도 산청군 신안면 청현로 251  
(우) 52263 ☎ 055) 254-3111
- 발행인 : 이진우
- 편집인 : 안창섭, 강철훈
- 인쇄처 : 00000 ☎ 000) 000-0000

(비매품)