

313020-4

온도스트레스 저감을 위한 IT 융합형 한우 사양시스템 개발 최종보고서  
2018  
농림축산식품부

# 농생명산업기술개발사업 R&D Report

보안과제( ), 일반과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )

농생명산업기술개발사업 최종보고서

11-1543000-002080-01

## 온도스트레스 저감을 위한 IT 융합형 한우 사양시스템 개발 최종보고서

2018. 02. 09.

주관연구기관 / 건국대학교 산학협력단  
협동연구기관 / 충남대학교 산학협력단  
협동연구기관 / 서울대학교 산학협력단  
협동연구기관 / 강원대학교 산학협력단  
참여기업 / 하랑아이  
참여기업 / (주)카길애그리퓨리나

농림축산식품부

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "온도스트레스 저감을 위한 IT 융합형 한우 사양시스템 개발"(개발기간 : 2013. 10. 15 ~ 2017. 10. 14)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 05

주관연구기관명 : 건국대학교 산학협력단

서 정 향

(인)



협동연구기관명 : 충남대학교 산학협력단

김 영 국

(인)



협동연구기관명 : 서울대학교 산학협력단

김 성 철

(인)



협동연구기관명 : 강원대학교 산학협력단

정 재 연

(인)



참여기관명 : 하랑아이

이 동 민



참여기관명 : (주) 카길에그리퓨리나

이 보 균



주관연구책임자 : 이 흥 구

협동연구책임자 : 최 인 철, 백 명 기, 김 병 완

참여기관책임자 : 이 동 민, 감 동 근

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## 보고서 요약서

과제고유번호	313020-4	해 당 단 계 연구 기 간	2016.10.15. ~ 2017.10.14	단 계 구 분	4/4
연구사업명	단 위 사 업	농생명산업기술개발사업			
	사 업 명				
연구과제명	대 과 제 명	온도스트레스 저감을 위한 IT 융합형 한우 사양시스템 개발			
	세부 과제명				
연구책임자	이 홍 구	해당단계 참 여 연구원 수	총: 23명 내부: 16명 외부: 8명	해당단계 연구 개발 비	정부: 500,000천원 민간: 210,000천원 계: 710,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 103 명 내부: 70명 외부: 33명	총 연구개발비	정부: 2,000,000천원 민간: 840,000천원 계: 2,840,000천원
연구기관명 및 소속부서명	건국대학교 산학협력단 충남대학교 산학협력단 서울대학교 산학협력단 강원대학교 산학협력단			참여기업명 (주)하랑아이 (주)카길애그리퓨리나	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
<p>&lt;요 약&gt;</p> <p>○ 본 연구의 최종목표는 한우 사양에 있어 온도스트레스에 의해 야기되는 악영향을 최소화하고 한우의 생산성을 향상시킬 수 있는 기술 및 IT 통합 정밀 사양관리 시스템 개발하는데 있음</p> <p>○ 연구수행 내용은 다음과 같음</p> <p>- 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발 및 지표를 활용한 IT 기반 통합 목장관리 시스</p>				보고서 면수	506면

템 개발,

- 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양 시스템 개발
- 한우 거세우 온도스트레스 저감을 위한 영양학적 기술 개발,
- 기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양시스템을 위한 DB 구축
- 본 연구를 수행하여, 한국형 THI Chart에 의한 한우 정밀 사양시스템 개발, 한국형 THI Chart를 이용한 사양관리 가이드라인, 한우 사양환경에 적합한 다양한 센서 개발, ICT 축산기기 및 센서의 정보를 통합 수집/제어하는 통합게이트웨이 개발, 번식우 정밀사양시스템 개발, CNCPS 기반으로한 한우 영양소 공급모델 개발, 온도스트레스 저감 영양소 발굴, 한국형 부산물 발굴을 통한 DB를 구축하였음
- 개발된 다양한 지표들과 센서들을 실제 한우농가환경에 맞게 설치하고 통합관리 프로그램에 따른 온도스트레스 저감 효과를 규명함
- IT 기반 온도스트레스 저감 한국형 정밀사양관리 시스템의 산업화 및 농가보급을 통한 한우 농가의 사료비 및 노동력 절감, 생산성 향상 및 IT 시스템 도입으로 인한 관련 분야 산업체들이 동반 성장 할 수 있는 지속가능한 한우 산업 가능

		코드번호	D-01
<p style="text-align: center;">연구의 목적 및 내용</p>		<p>○ 연구개발 최종목표 : 한우 사양에 있어 온도스트레스에 의해 야기되는 악영향을 최소화하고 한우의 생산성을 향상시킬 수 있는 기술 및 IT 통합 정밀사양관리 시스템 개발</p> <p>○ 각 과제별 연구개발 목표 및 내용은 다음과 같다.</p> <p>- 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발 및 지표를 활용한 IT 기반 통합 목장관리 시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도스트레스 저감을 위한 한우용 THI Chart 개발</li> <li>• ICT 기술을 이용한 농장 내 주요 기기 및 장치의 작동상태를 실시간으로 모니터링 하는 기술 개발</li> <li>• 온도스트레스 저감을 위한 Smart Farming System 구축</li> <li>• 스마트폰용 운영 프로그램 개발</li> <li>• Smart Farming System 상용화</li> </ul> <p>- 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양 시스템 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 정자활성화 증진을 통한 수태율 향상 기술 개발</li> <li>• 한우 번식우 수태율 및 분만간격 단축기술 개발</li> <li>• CNCPS 기반 환경효과 보정 모듈이 적용된 한국형 한우 영양소 공급 모델 개발</li> <li>• 온도스트레스 저감 한우 번식우·비육우 영양소 공급 모델의 개발 및 검증</li> </ul> <p>- 한우 거세우 온도스트레스 저감을 위한 영양학적 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화에 따른 한우 온도스트레스 저감 영양소 조절방안 및 면역학적 변화 구명</li> <li>• 혹서기에 영양소 처리에 의한 한우 생리지표 구명</li> <li>• 한우 거세우에 대한 온도스트레스상황의 영양소 요구량 설정</li> <li>• 온도스트레스 저감용 사료 농가 실증실험 및 상용화</li> </ul> <p>- 기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양시스템을 위한 DB 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 농산부산물의 종류 및 사료적 특성 파악</li> <li>• 지역별 가용 사료자원의 데이터베이스 구축</li> <li>• 시기별 가용 사료 자원의 생산관리 시스템 구축</li> <li>• 정밀사양시스템에 적용 가능한 라이브러리 구축</li> </ul>	
<p style="text-align: center;">연구개발성과</p>	<p>1. 과학적 성과</p> <p>○ 논문(국내외 전문 학술지) 게재 : SCI(SCIE) 16편, 비SCI 12편</p> <p>○ 국내 및 국제 학술대회 발표 : 37편</p>		

2. 기술적 성과
- 지재권 : 특허등록 1건, 특허출원 5건
  - 저작권 : 1건
3. 경제적 성과
- 기술이전 : 5건
  - 매출실적 : 30,000,000원(기술이전 선급 기술료)
  - 제품화 : 2건
4. 사회적 성과
- 교육지도 : 7건
  - 정책활용 : 8건
  - 전문인력 양성 : 석사 1명
  - 홍보실적 : 3건
  - 수상실적 : 3건
5. 기술개발 성과
- 정량적 성과
    - 거세우 1등급 이상 출현율 제고: 85%이상 달성 (1등급 이상 출현율 90% 이상)
    - 번식우 번식간격 단축: 12.5개월, 수태율 제고: 분만 후 첫 수정기준 수태율 75%이상 (번식간격 12.9개월, 수태율 71% 기록함)
    - 원격조정이 가능한 Smart Farming System 구축
    - 농림부산물을 활용한 신규 사료자원 원료 3종 이상 발굴
  - 정성적 성과
    - 한우의 고온 및 저온 스트레스 지표개발 (THI chart 개발)
    - ICT 기술을 이용한 농장 내 주요 기기 및 장치 작동상태를 실시간 모니터링 하는 기술 개발
    - ICT 기술을 이용한 스마트폰 어플리케이션 개발
    - Smart Farming System 구축
    - Smart Farming System 접목형 한우 사양관리 통합 프로그램 개발
    - 정자 활성화 증진을 통한 수태율 향상 개발
    - 한우 번식우 수태율 제고 기술 개발
    - CNCPS 기반 환경효과 보정 모듈이 적용된 한국형 한우 영양소 공급모델 개발
    - 한우 거세우 온도스트레스 저감을 위한 영양소처리 방법 고안
    - 온도스트레스 저감 영양소 처리에 의한 영양생리·면역학적 지표 개선효과 구명
    - 온도스트레스 저감 영양소 처리에 의한 사료섭취량, 성장률 및 육량/육질 개선 효과 구명
    - 한우 거세우에 대한 온도스트레스 대응 영양소 요구량 설정
    - 온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증실험 및 실용화
    - 국내 농산부산물의 Screening을 통한 사료자원 발굴

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 가용 사료자원의 데이터베이스 구축</li> <li>• 정밀사양시스템에 적용 가능한 사료 라이브러리 구축</li> </ul>				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 축사 환경관리, 가축 생체 정보 모니터링 시스템 및 솔루션으로 제품화</li> <li>• 한국형 한우 THI (온도 및 습도 상대지수) chart를 활용한 기후 변화에 따른 영양소 요구량 제시 및 기후변화 대응 사료 급여 프로그램 개발 및 상용화</li> <li>• 한우용 온도 스트레스 저감 기술을 개발하여 육질 및 번식효율 개선하고 사료 회사와 연계하여 혹한기, 혹서기 대비용 사료 프로그램 기술 이전 및 산업화</li> <li>• 지역별, 시기별 국내 가용사료자원의 모든 정보를 DB화하고 생산관리시스템을 구축함으로써 지역별 사료산업관련 업체의 원료사료 선택 및 관리 자료로 활용</li> <li>• IT기반 온도스트레스 저감 한국형 정밀사양관리 시스템의 산업화 및 농가보급을 통한 한우 농가의 사료비 및 노동력 절감, 생산성 향상 및 질병발생을 저감을 통하여 지속가능한 한우산업 가능</li> <li>• 한우사육분야에 IT 시스템의 도입을 통해 관련 USN 분야, 스마트폰 분야, 센서 분야, 원격 진료 분야 등의 IT 산업체들이 동반 성장 할 수 있는 국가 전체적 시너지 효과 예상</li> </ul>				
중심어 (5개 이내)	한우	온도스트레스	스마트 팜	정밀사양	사료자원 라이브러리

## < SUMMARY >

	코드번호	D-02
Purpose& Contents	<p>○ Overall research objective : Development of technology and an IT integrated precision feeding system that <b>minimizes the adverse effects</b> due to thermal stress for <b>improving productivity in Hanwoo</b>.</p> <p>○ Specific aims and contents of each project are as follows.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identification of physiological indicators to detect thermal stress and physiological changes in Hanwoo and development of an IT-based integrated farm management system using these indicators.</li> <li>• Development of a Hanwoo-specific THI (Temperature Humidity Index) chart to reduce heat and cold stress.</li> <li>• Development of an ICT-based real-time monitoring system to check the operation status of major equipments and devices in the farm.</li> <li>• Development and commercialization of a smart farming system to reduce thermal stress.</li> <li>• Development of an application for reducing thermal stress.</li> <li>- Development of technology to improve reproductive performance of Hanwoo cows under heat stress and development of a precision feeding system for Hanwoo cows and steers.</li> <li>• Development of technology to improve the conception rate of Hanwoo cows by promoting sperm activity.</li> <li>• Development of technology to increase pregnancy rate and decrease calving interval in Hanwoo cows.</li> <li>• Development of a nutrient supply model of Hanwoo considering environmental effects based on the CNCPS environment module.</li> <li>• Development and evaluation of a nutritional modeling system to reduce thermal stress for Hanwoo cows and steers.</li> <li>- Development of nutritional technology to reduce thermal stress in Hanwoo steers.</li> <li>• Identification of immunological changes under thermal stress and development of a nutritional strategy to reduce thermal stress in Hanwoo steers.</li> <li>• Identification of physiological changes by nutritional treatments under heat stress conditions in Hanwoo steers.</li> <li>• Determination of nutrient requirements of Hanwoo steers under thermal</li> </ul>	



	<p>stress.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development and commercialization of a diet for Hanwoo steers to reduce thermal stress.</li> </ul> <p>– Development of a feed database including new feed resources from agricultural and industrial by-products in Korea for the IT-integrated farm management system of Hanwoo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification and characterization of the agricultural by-products in South Korea.</li> <li>• Development of a feed database of available feed resources by region in Korea.</li> <li>• Establishment of a production management system of available feed resources by season in Korea.</li> <li>• Development of a domestic feed database for the IT-integrated farm management system of Hanwoo Identification of species and feed characteristics of agricultural by-products in South Korea.</li> </ul>
Results	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Scientific Outcome <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Publications : 16 SCI(E) papers and 12 non-SCI papers</li> <li>○ 37 conference proceedings</li> </ul> </li> <li>2. Technical Outcome <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Patent registration : 1</li> <li>○ Patent application : 5</li> <li>○ Copyright : 1</li> </ul> </li> <li>3. Economic outcome <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Technology transfer agreement : 5</li> <li>○ Royalties : \$ 30,000,000 won (KRW)</li> <li>○ Commercialized products : 2</li> </ul> </li> <li>4. Social Outcome <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Extension outreach : 7</li> <li>○ Policy suggestion : 8</li> <li>○ Academic education : 1 recipient of Master of Science degree</li> <li>○ Mass media publicity : 3</li> <li>○ Awards : 3</li> </ul> </li> <li>5. Technology Development Achievement <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Quantitative Performance <ul style="list-style-type: none"> <li>• The proportion of carcasses of Hanwoo steers graded the grade 1 or higher was over 90% in commercial farms (the goal was 85%).</li> </ul> </li> </ul> </li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The calving interval of 12.9 months and conception rate of 71% were accomplished in commercial farms (the goals were 12.5 and 75%, respectively).</li> <li>• Development of a remotely controllable smart farming system.</li> <li>• Development of more than 3 new feed resources from agricultural and forestry by-products.</li> </ul> <p>□ Qualitative performance</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Development of high and low temperature stress index of Hanwoo (Development of Hanwoo THI Chart).</li> <li>• Development of technology for real time monitoring of the operation status of major devices in the farm using ICT technology.</li> <li>• Development of Smartphone application using ICT technology.</li> <li>• Construction of Smart Farming System.</li> <li>• Development of Smart Farming System integrated precision feeding program.</li> <li>• Development of technology to improve the conception rate of Hanwoo cows by promoting sperm activity.</li> <li>• Development of a nutrient supply model of Hanwoo considering environmental effects based on the CNCPS environment module.</li> <li>• Development of a formular diet to increase pregnancy rate of Hanwoo cows.</li> <li>• Development of a formular diet to increase carcass quality grade of Hanwoo beef.</li> <li>• Development of nutrient treatments for reducing heat stress in Hanwoo steers.</li> <li>• Improvement of physiological and immunological indexes effect by nutrient treatment for heat stress reduction.</li> <li>• Analysis of feed intake, growth rate and meat quantity/meat quality improvement effects by nutrient treatment to reduce heat stress.</li> <li>• Establishment of nutrient requirement during thermal stress for Hanwoo steers.</li> <li>• Development and commercialization of a diet for Hanwoo steers to reduce thermal stress.</li> <li>• Screening of domestic agricultural and forestry by-products to find new feed resources.</li> <li>• Database construction of available feed resources in Korea.</li> <li>• Construction of a domestic feed library applicable to IT-integrated farm management system of Hanwoo.</li> </ul>
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Commercialization of a product comprising environment management, livestock bio-information monitoring system and solution.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Development and commercialization of a feeding program adjusting for ambient temperature using the Hanwoo THI (Temperature Humidity Index) chart.</li> <li>• Development and commercialization of heat stress reduction technology for Hanwoo to improve meat quality and breeding efficiency.</li> <li>• The feed database of regionally available feed resources and their seasonal production management system can provide valuable data for feed management to local feed companies.</li> <li>• The IT-integrated farm management system of Hanwoo can be applied to improve the sustainability of Hanwoo production by reducing feed costs and labor, reducing the incidence of diseases, and increasing productivity.</li> <li>• By introducing IT systems in the Hanwoo production, we can expect synergy effects that IT industries, such as USN, smartphone, sensor and telemedicine, can grow and expand together.</li> </ul>				
Keywords	Hanwoo	Thermal Stress	Smart Farm	Precision Feeding	Feed Resource Library

## < CONTENTS >

Chapter 1. Introduction of This Research .....	19
Section 1. The purpose for research and development .....	19
1. Research and Development final goal .....	19
2. Each institution research goal .....	19
Section 2. The necessity of research and development .....	20
1. The necessity of development of indicators to detect thermal stress in Hanwoo .....	20
2. The necessity of IT-based Smart integrated management system in Hanwoo industry .....	21
3. The necessity of research for solving the problem of the decrease of productivity and reproductive efficiency in Thermal stress .....	22
4. The necessity of precision specification system in Hanwoo .....	23
5. The necessity of discovering feed resources using the product for establishing a database of Korean feed resources system .....	26
6. Construction of precision feed library by CNCPS analysis of feed resources ..	26
Section 3. The scope of research and development .....	27
Chapter 2. Domestic and foreign present condition of technical development	31
Section 1. Foreign present condition of technical development ..	31
1. Cow Walking System .....	31
2. Cattle Watch System .....	31
3. Pushing Feed automatic System .....	32
4. Feed additive for Thermal stress reduction .....	33
Section 2. Domestic present condition of technical development ..	38
1. Domestic livestock smart farm ICT device operation .....	38
2. Developed Korean smart farm technology .....	39
3. Livestock weather information system .....	40
4. Feed additive for Thermal stress reduction .....	40
Chapter 3. The contents and results of R&D perform .....	42
Section 1. Strategy and method of R&D .....	42

Section 2. R&D Promotion System .....	54
Section 3. Research achievement .....	55
Section 4. R&D Contents .....	65
Chapter 4. Goal achievements and Contribution rate to the related fields .....	429
Section 1. Goal achievements of subject matter .....	429
Section 2. Contribution rate to the related fields .....	434
Chapter 5. Application plan of R&D outcome .....	436
Chapter 6. Collected abroad technology information from R&D process .....	437
Chapter 7. Security level of R&D outcome .....	439
Chapter 8. Research facilities registered in National Science and Technology Comprehensive Information System .....	440
Chapter 9. Performance result of Safety action for laboratory etc. by R&D process .....	441
Chapter 10. R&D representative outcome .....	445
Chapter 11. The others .....	446
Chapter 12. Reference .....	447
<Encl 1> Management system user manual .....	451
<Encl 2> Self evaluation opinion .....	501

## < 목 차 >

제 1장 연구개발과제의 개요 .....	19
제 1절 연구개발 목적 .....	19
1. 연구개발 최종목표 .....	19
2. 각 기관별 연구목표 .....	19
제 2절 연구개발의 필요성 .....	20
1. 한우에서 온도스트레스 및 행동 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발의 필요성 .....	20
2. 한우산업에 있어 IT 기반의 스마트 통합관리시스템의 필요성 .....	21
3. 온도스트레스에 따른 한우 생산성 및 번식효율 저하 문제점 해결을 위한 연구의 필요성 .....	22
4. 온도 스트레스에 대비한 한우용 정밀사양 시스템의 필요성 .....	23
5. 농림부산물을 이용한 사료자원 발굴 및 한국형 사료자원 데이터베이스 및 생산관리 시스템 구축의 필요성 .....	26
6. 농림부산물을 이용한 사료자원의 CNCPS 분석을 통한 정밀사료 라이브러리 구축 .....	26
제 3절 연구개발 범위 .....	27
제 2장 국내외 기술개발 현황 .....	31
제 1절 국외 기술개발 현황 .....	31
1. 우보 시스템 .....	31
2. Cattle Watch 시스템 .....	31
3. Pushing Feed automatic 시스템 .....	32
4. 더위스트레스 저감용 사료 첨가제 .....	33
제 2절 국내 기술개발 현황 .....	38
1. 국내 축산 스마트팜 ICT(정보통신기술) 장치 운용 .....	38
2. 차세대 한국형 스마트팜 기술 개발 .....	39
3. 가축기상정보시스템 운용 .....	40
4. 사료 첨가제 형태의 다양한 스트레스 저감제 .....	40
제 3장 연구수행 내용 및 결과 .....	42
제 1절 연구개발 추진 전략 및 방법 .....	42
제 2절 연구개발 추진 체계 .....	54

제 3절 연구성과 .....	55
제 4절 연구개발 내용 .....	65
1. 정밀사양관리 시스템의 정보흐름도 .....	65
2. 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표개발 및 지표를 활용한 IT 기반 통합 목장관리 시스템 개발 ...	66
가. 온도스트레스 저감을 위한 한우용 THI Chart 개발 .....	66
나. ICT 기술을 이용한 농장 내 주요 기기 및 장치의 작동상태를 실시간으로 모니터링 하는 기술 개발 .....	106
다. 온도스트레스 저감을 위한 Smart Farming System 구축 ...	113
라. 스마트폰용 운영 프로그램 개발 .....	158
마. Smart Farming System 상용화 .....	162
3. 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양 시스템 개발 .....	185
가. 정자 활성화 증진을 통한 수태율 향상 기술 개발 .....	185
나. Molecular techniques을 활용한 한우 번식우 수태율 및 분만간격 단축기술 개발 .....	192
다. CNCPS 기반 환경효과 보정 모듈이 적용된 한국형 한우 영양소 공급 모델 개발 .....	202
라. 온도스트레스 저감 한우 번식우·비육우 영양소 공급 모델의 개발 및 검증 .....	214
마. 온도 스트레스 저감을 위한 IT 기반 통합 한우 번식우·거세우 정밀사양시스템의 산업화 (정밀사양 시스템의 광역권별 현장 적용 및 검증) .....	271
4. 한우 거세우 온도스트레스 저감을 위한 영양학적 기술 개발 ...	281
가. 계절별 육질 및 육량 성적 변이 분석 연구 .....	281
나. 겨울철 온도 스트레스 저감 영양소 조절방안 및 생리학적·면역학적 변화 구명 .....	290
다. 여름철 온도 스트레스 저감 영양소 조절방안 및 생리학적·면역학적 변화 구명 .....	329
라. 2013-2015 전 기간 혈액 성분 비교 분석 .....	363
마. 2017년 Glycerol 첨가 효과 검증 농가 실증 사양 실험 .....	366
바. 온도 스트레스 저감용 영양소 요구량 설정 guideline 제안 ...	367
5. 기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양 시스템을 위한 DB 구축 .....	371
가. 국내 농산부산물의 종류 및 사료적 특성 파악 .....	371
나. 지역별(중부, 남부지역 및 제주도) 및 시기별 가용 사료자원의	

데이터베이스 구축 .....	380
다. 조사된 가용 국내 및 수입농산·가공부산물 의 사료성분 데이터베이스 구축 .....	394
라. 정밀사양시스템에 적용 가능한 라이브러리 구축 .....	417
6. 사업화 방안 .....	428
제 4장 목표달성도 및 관련분야에 의 기여도 .....	429
제 1절 목표달성도 .....	429
제 2절 관련분야 기여도 .....	434
제 5장 연구결과의 활용계획 등 .....	436
제 6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	437
제 7장 연구개발성과의 보안등급 .....	439
제 8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 ·	440
제 9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적...	441
제 10장 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	445
제 11장 기타사항 .....	446
제 12장 참고문헌 .....	447
<별첨 1> 사양관리 시스템 사용자 메뉴얼 .....	451
<별첨 2> 자체평가 의견서 .....	501



### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

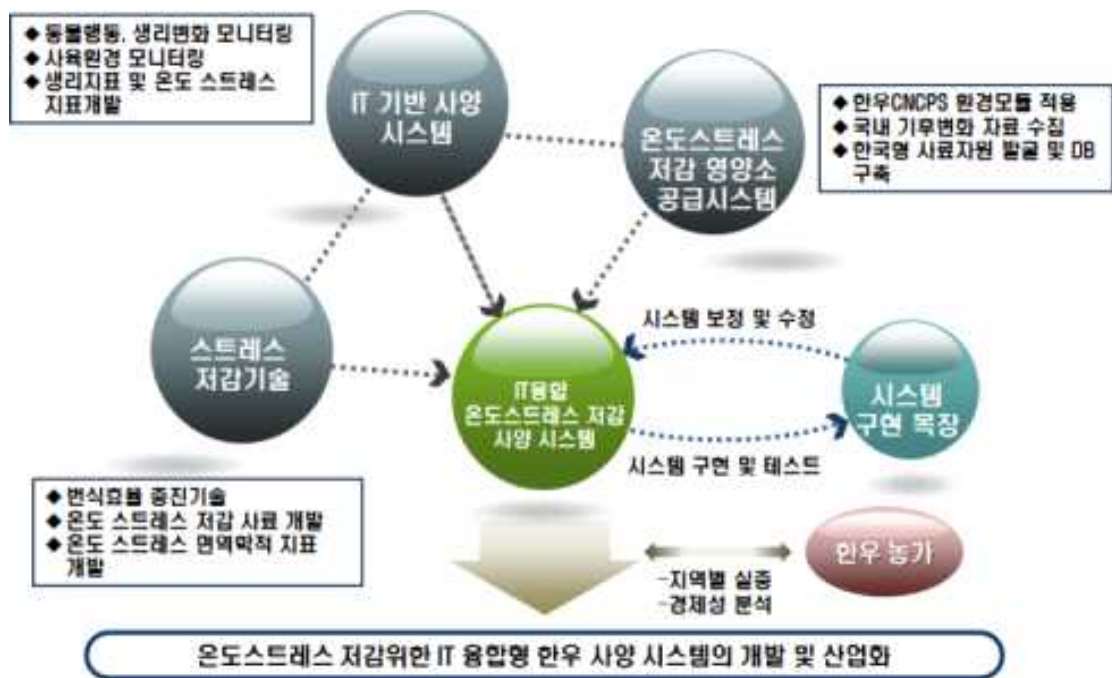
# 제 1장 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

## 제 1절 연구개발 목적

### 1. 연구개발 최종목표

한우 사양에 있어 온도스트레스에 의해 야기되는 악영향을 최소화하고 한우의 생산성을 향상시킬 수 있는 기술 및 IT 통합 정밀사양관리 시스템 개발



### 2. 각 기관별 연구목표

가. 제 1세부기관 (건국대학교)

- (1) 한우의 온도 스트레스 및 행동 변화를 적기에 탐지할 수 있는 THI 지표 개발
- (2) Smart Farming System 접목형 한우 사양관리 통합 프로그램 개발
- (3) 스마트폰용 운영 프로그램 개발
- (4) Smart Farming System 운영

나. 제 1협동기관 (충남대학교)

- (1) 온도스트레스 저감 한우용 최적 영양소 공급 모델 및 정밀사양 시스템의 개발 및 산업화
- (2) IT 시스템, 한국형 사료자원 시스템과의 통합 한우 사양 관리 시스템의 개발
- (3) 한우 번식우 수태율 제고 기술 개발

(4) 한우 번식우 분만 간격 단축 기술 개발

다. 제 2협동기관 (서울대학교)

- (1) 기후변화 대응 한우 온도 스트레스 저감 영양소 조절 방안 고안
- (2) 기후변화에 따른 한우 영양소 대사 및 면역학적 변화 구명
- (3) 혹서기에 영양소 처리에 의한 영양생리·면역학적 지표 개선 효과 구명
- (4) 혹서기에 영양소 처리에 의한 사료섭취량, 성장률 및 육량/육질 개선 효과 구명

라. 제 3협동기관 (강원대학교)

- (1) 국내 농산부산물물의 Screening을 통한 사료자원 발굴
- (2) 국내 가용 사료자원의 데이터베이스 구축
- (3) 정밀사양시스템에 적용 가능한 사료 라이브러리 구축

## 제 2절 연구개발의 필요성

### 1. 한우에서 온도스트레스 및 행동 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표개발의 필요성

가. 유엔 정부 간 기후변화위원회(IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change)의 기온전망에 따른 생태계 위험성(2014년)에 따르면 지구 평균 기온이 1.5 ~ 2.5 °C 정도 상승으로 전 지구 생태계의 구조와 기능, 종, 생태계상호작용, 종의 지리적 분포에 부정적인 영향이 있을 것으로 전망됨

나. 1906년 기점으로 지난 100년 간 지구의 평균 지표온도는 0.74 ± 0.18 °C 정도 상승(IPCC, 2007)과 비교하여 우리나라는 1912 ~ 2008년 동안 6개 도시 평균기준으로 1.7 °C 상승한 것으로 보고되어 온도상승으로 인한 그 여파가 사회 경제적으로 영향이 매우 클 것으로 예상됨

다. 이와 같이 갑작스런 기후 변화는 국내 가축의 사육환경을 크게 변화시키게 되고 (Shin et al., 2012), 이로 인한 가축에 대한 환경 스트레스의 발생은 생식력 감소, 대사적 불균형 및 축산물 생산성에 크게 영향을 끼치며, 장시간의 극심한 기온변화는 결과적으로 생산성 저하, 폐사율 증가 및 질병문제가 직접적으로 국가-축산업-소비자에게 심각한 경제적 영향을 주는 것으로 보고됨(St. Pierre et al., 2003; Choi, 2010)

라. 특히 고온 스트레스는 가축의 열 균형 또는 항상성 유지에 방해하는 요인으로 가축의 체온 상승과 생리적 장애를 유도하는 것으로 보고됨 (Hann and Morrow-tesch, 1993; West et al., 1999; Kadzere et al., 2002; NRC, 2000; 그림 1)

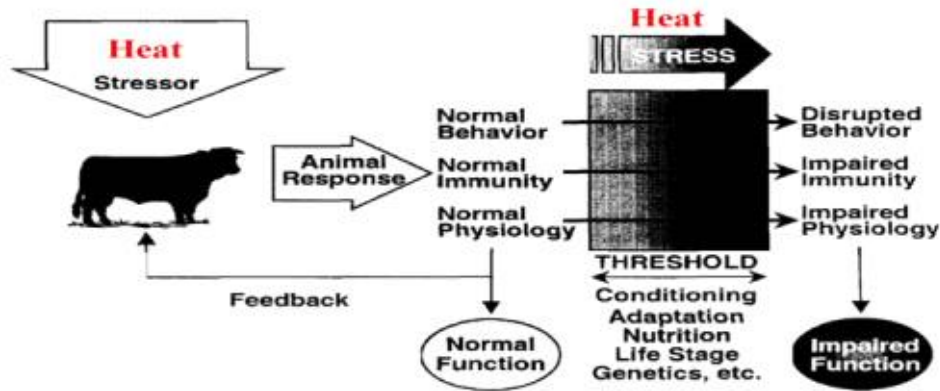


그림 1. 고온 스트레스에 의한 가축의 반응(Hahn and Morrow-tesch, 1993)

마. 반추동물에게 있어서 고온 스트레스가 환경에 미치는 직접적인 영향으로 사료섭취량과 사료소화율 감소(그림 2), 음수 섭취량 증가, 신진대사 속도 변화, 유지 요구율 증가 및 우유 생산량 감소(그림 3), 증발 수분 손실의 증가, 호흡 속도 증가 및 생체 온도 증가 등이 보고됨(Armstrong, 1994)

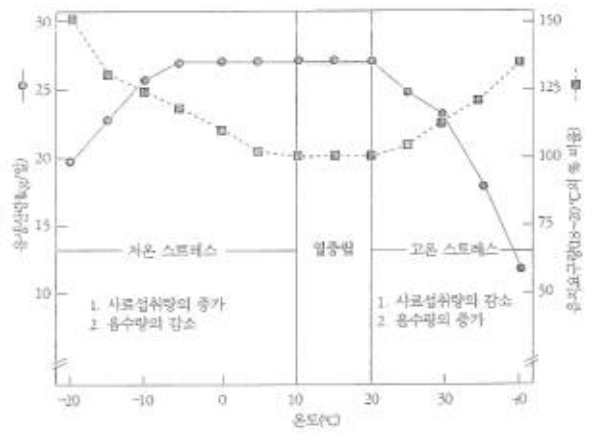
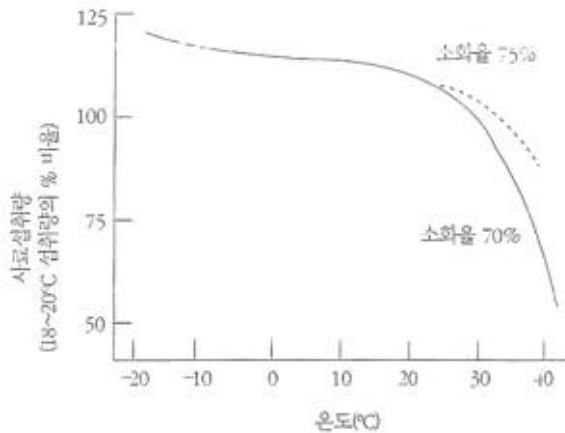


그림 2. 저온 및 고온환경이 소의 사료 섭취량에 미치는 영향(McDowell, 1981)

그림 3. 외부온도가 젖소의 유지요구량 및 유생산에 미치는 영향(Larson et al., 1985)

바. THI (Temperature Humidity Index)란 동물이 열과 습도에 의한 스트레스를 받는 영역대를 수치화 한 것으로 동물의 고온스트레스를 줄이기 위하여 날씨의 안전지표를 활용하고자 만든 표로써 이미 해외에서는 젖소에서 THI Chart를 개발하여 온도스트레스 저감용 사양관리에 활용하고 있음

사. 이러한 THI Chart는 외국종인 젖소를 대상으로 개발되어 있으며 국내 환경 및 사양조건에 맞는 한우용 THI Chart를 개발하여 국내 농가 대상으로 사양관리에 활용하는 것이 온도스트레스에 대한 피해를 줄이는 중요한 방법이 될 수 있음

## 2. 한우산업에 있어 IT 기반의 스마트 통합관리시스템의 필요성

가. 한우산업은 노동집약적인 산업으로 살아있는 가축을 돌보는 일인 만큼 노동력이 많이

들어가며 이러한 노동력이 동반됨에 따라 축산종사자들의 삶의 질은 다른 직종에 비해 매우 열악하며 육체적으로 고된 일이 많아 우군관리나 사료급여시스템의 자동화가 매우 절실한 실정임

구분	한(육)우				
	계	30두 미만	30-50두 미만	50-100두 미만	100두 이상
2011	162.9	137.5	11.9	8.9	4.6
2012	147.9	120.3	11.7	9.5	5.4
2013	124.2	98.4	11.0	9.1	5.7
2014	103.8	79.1	10.2	8.6	5.9
2015	94.4	70.3	9.8	8.4	5.8
2016	89.9	66.0	9.6	8.2	6.1
2017/6월	88.4	63.8	9.4	8.7	6.4

(국립축산과학원, 2017)

그림 4. 한우 사육규모별 가구수

- 나. 또한 그림 4와 같이 한우 생산농가에 있어 100두미만의 가구보다 100두 이상 사육하는 대규모 농가들이 많아지고 있는 추세이며 이러한 대규모 농가에서 한우를 생산해 내는 것은 인적노동력을 가지고만 관리하기엔 한계가 있음
- 다. 스마트팜이란 ICT기술을 축사시설에 접목하여 원격·자동으로 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장을 의미하며 이러한 기술을 접목하였을 때 농가 입장에서 노동력을 절감할 수 있고 효율적인 개체관리를 통해 생산성 향상측면에도 긍정적인 효과를 보여줄 것으로 기대됨
- 라. 기존 양돈과 양계에서 스마트팜 축산농장에 대한 정책지원 대상이 2016년 4월부터 국립축산식품부 주관 하에 젓소와 한우 농가에 대해 환경, 사양, 개체 관리시설, 경영관리 등을 종합한 ICT 융복합 기술이 적용된 축사 개선을 지원하기로 하였음
- 마. 또한 한우 사양에 있어 온도스트레스는 생산성에 막대한 피해를 끼치게 되는 요인으로 기존의 방식으로는 한우농가차원에서 직접 질병을 관리하고 관찰하였지만 IT를 접목한 정밀사양시스템을 이용한다면 농가에서 보다 편리하고 빠르게 가축의 스트레스 정도와 사양관리에 대한 해결책을 제공받을 수 있을 것으로 판단됨

### 3. 온도스트레스에 따른 한우 생산성 및 번식효율 저하 문제점 해결을 위한 연구의 필요성

- 가. 현재 보고된 바에 의하면 혹서기 고온 다습한 기후는 반추동물의 체식량 감소, 호흡 및 맥박수 증가, 유생산량 저하, 번식효율 저하 등을 유발시키는 것으로 알려져 있으며, 혹한기 한파 시, 반추동물의 체식량은 기온의 영향을 크게 받지 않았으나 체온 유지를 위한 에너지의 소모가 평상시보다 증가함에 따라 에너지의 공급량을 더욱 늘려주어야 하는 것으로 보고됨

- 나. 우리나라 역시 최근 하절기 급격한 기온의 상승, 동절기 한파의 지속을 겪고 있으나 이러한 기후변화에 대응하기 위한 한우 사양방법의 개발은 현재 극히 미비한 실정임
- 다. 온도 스트레스에 의해 한우 섭취량 감소, 생산성 (증체, 육량, 육질) 및 번식효율이 저하되어 비육우와 번식우의 능력이 현저히 감소되고 있음
- 라. 예를 들어, 최근 ( '08 - ' 12년) 한우 거세우 월별 육량 성적의 추이를 분석한 결과, 겨울철 A+B 육량 등급의 출현율이 다른 계절에 비해서 저하되었음. 이러한 data는 온도 스트레스가 육량 등급에 영향에 미침을 보여주는 결과임
- 마. 한우 번식우에 대한 하절기 고온 환경에서의 사육 결과, 영양소 요구량 대비 110% 영양소를 만족시키는 사료를 급여하더라도 목표 일당증체량에 도달하지 못하였다고 보고하였음(축산과학원)
- 바. 또한 온도변화에 따른 한우 번식우의 번식능력을 평가한 실험에서 하절기 고온 스트레스는 한우 번식우의 수태율, 발정 발현률, 송아지 지속시간의 저하를 가져왔음(축산과학원)
- 사. 고온기 한우에서는 특히 번식효율의 저감이 두드러지므로 이를 방지하기 위한 기술 개발이 절실함
- 아. 고온기의 수태율 증가를 위해 난자와 정자의 수정능을 제고할 수 있는 기법의 개발 및 수정 적기 탐색 기술의 개발이 필요하며, 그 시기에 적절한 영양소를 공급하는 사료 급여 프로그램의 개발이 필요함. 또한 번식 간격의 단축을 위해 한우 번식우의 분만 전, 후 전환기에 대한 올바른 사양관리 방법의 확립이 필요함
- 자. 또한 고온, 저온기에 의해 한우의 영양소 요구량 및 섭취량이 달라지기 때문에 한우 비육우 농가의 수입에 큰 비중을 차지하는 육질향상을 고려한다면 온도에 따른 스트레스를 저감하는 기술의 개발이 필요함
- 차. 하지만, 현재 한우 온도스트레스 저감을 위한 영양/사양/번식 기술 개발에 관한 연구가 미비

#### 4. 온도 스트레스에 대비한 한우용 정밀사양 시스템의 필요성

- 가. 환경적 요인(고온 또는 저온) 및 생리단계에 따라 동물의 영양소 요구량은 크게 달라지기 때문에 이러한 요인을 고려하여 동물의 영양소 요구량을 정확히 예측하고, 올바른 영양소 공급량을 결정하는 영양 관리 모델이 필요함
- 나. 특히 기후변화는 한우의 섭취량 및 생산성 저하를 가져올 것으로 예상되어 기후변화 대응 영양소 요구량 재설정, 사료배합비 작성 및 사료개발이 필요함
- 다. 현재 국내에서는 농촌진흥청 축산과학원을 중심으로 한우의 영양소 요구량을 예측하고 이에 따라 급여하는 사료의 영양소 함량을 제시하는 ‘한우사양표준’에 대한 연구가 진행되고 있으나, 해외의 NRC(National Research Council) 및 CNCPS(Cornell Net Carbohydrate and Protein System) 등과 비교할 때 정확도 및 정밀도가 미흡하며, 특히 환경적 효과를 고려할 수 없기 때문에 고온기 및 저온기 한우의 적정 영양소 요구량 및 사료 공급 방법을 제시할 수 없음
- 라. 정밀사양이란 가축을 사양함에 있어 사양목적과 생리단계에 따라 영양소의 과부족 없이 필요한 영양소를 공급하여 사료비를 줄이고 가축의 생산성을 증대시키는 사양기술을 의미하며, 이를 위해 동물의 영양소 요구량을 정확히 예측할 수 있어야 하고, 동물에게 급여되는 사료의 영양적 가치를 정확히 알고 있어야 함. 또한 정밀사양을 위해서는 동물의 생리단계 및 사양 목적에 따라 통합적으로 분석, 예측할 수 있는 사양 모

델이 필요함

- 마. 가축의 사양기술은 가축의 유전적 특성, 생산 목표, 가용 사료 자원, 사양 환경 등에 따라 달라지므로 축산 선진국은 동물을 사양함에 있어 각자 나름대로의 영양 모델 시스템 및 정밀사양 시스템을 개발, 운용하고 있음
- 바. 현재 축우의 영양소 요구량, 사료 이용성, 영양소 배설을 예측하는 정밀사양 시스템 중 CNCPS가 가장 과학적이며 예측력이 뛰어난 것으로 평가받고 있음
- 사. CNCPS은 경험론적 모델(empirical model) 뿐만 아니라 기계론적 모델(mechanistic model)로 구성되어 있어 시스템이 개발된 미국뿐만 아니라 아프리카, 유럽, 남미 등에서 그 예측력이 뛰어난 것으로 평가됨
- 아. 특히 CNCPS는 환경적 효과에 의한 동물의 영양소 요구량의 차이를 보정할 수 있는 모델을 포함하고 있기 때문에 저온 및 고온 스트레스 상에서의 영양소 공급량을 결정하는 데 매우 유용하게 이용될 수 있음
- 자. 예를 들어 CNCPS는 저온 환경에서 반추동물의 섭취량이 증가하여 외부온도가  $-20^{\circ}\text{C}$  미만인 경우 정상 섭취량의 16%까지 증가하고, 고온의 경우 섭취량이 감소하되, 밤에 온도가 떨어지지 않는 열대야 시, 정상치의 70% 이하까지 급격히 감소하는 것으로 예측함. CNCPS가 고온스트레스 상에서 비교적 정확한 섭취량을 예측할 수 있는 이유는 섭취량을 보정할 때 온도와 함께 습도, 풍속, 동물이 직사광선에 노출되는 시간까지 고려하기 때문임
- 차. 또한 CNCPS에서는 우사바닥의 분뇨에 의한 진흙 두께에 따라 섭취량을 보정하는데, 이는 진흙이 두꺼울수록 동물이 사료조로 이동하는데 불편함을 느껴 사료 섭취량이 감소한다는 동물행동학적 연구결과에 따른 것임
- 카. CNCPS는 동물의 유지요구량을 예측함에 있어서도 환경 요인에 의한 변화를 고려하는데, 전월의 온도가 낮은 경우 기초대사량은 증가되며, 20도 전후에서는 온도에 의한 가감이 없으며 온도가 높은 경우 기초대사량이 감소됨. 예를 들어 전월의 평균온도가  $-10^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ 인 경우 기초대사량은 각각 28%, 11%, 3% 증가함. 전월의 온도가 20도가 넘는 경우에는 온도, 습도, 풍속을 고려하여 온도효과지수를 설정하는데, 전월 평균온도가 30도인 경우 기초대사량은 2~3% 감소함
- 타. 저온스트레스에 의한 유지 정미에너지의 보정은 당월온도가 최저임계온도(lower critical temperature)보다 낮은 경우에 해당되는데, 우선 저온스트레스에 의한 대사에너지 요구량을 산출한 후, 사료 대사에너지가 유지 정미에너지로 이용되는 효율을 곱하여 저온스트레스에 의한 유지 정미에너지 요구량을 계산함. 저온스트레스에 의한 대사에너지 요구량은 동물의 체표면적, 체지방, 피부 두께, 체표면 상태에 의해 영향을 받는 단열효과, 최저임계온도와 당월온도와의 차이에 의해 결정되며, 최저임계온도는 대사과정에서 발생하는 열량증가, 동물의 단열효과에 따라 산출됨
- 파. 최저 임계온도는 대사과정에서 발생하는 열량증가만으로는 더 이상 체온을 유지할 수 없어서 섭취된 에너지(dietary energy) 중 일부가 체온을 유지할 목적으로 쓰이기 시작하는 온도를 말하며, 이와 반대로 최고 임계온도 이상에서는 동물이 대사과정 중에 발생하는 열생산을 줄이기 위해 섭취량을 감소시킴
- 하. 고온스트레스에 의한 유지에너지 요구량 보정은 당월 평균온도가 20도를 넘는 경우 온도, 습도, 풍속을 고려한 온도효과지수(유효온도)에 따라 계수가 결정되며 온도효과지수(유효온도)가 20인 경우와 30인 경우 유지에너지 요구량은 각각 1.3%, 11% 증가함

거. 이렇듯 CNCPS는 환경 변화를 고려하여 동물의 섭취량, 에너지 요구량을 보정하기 때문에 저온 및 고온 스트레스 상태의 동물을 보다 정밀하게 사양할 수 있는 기술을 제공함

너. CNCPS는 1991년부터 현재까지, 새로운 학문적, 기술적 발전에 따라 꾸준한 업데이트를 하여, 최근의 제 6판에서는 새로운 탄수화물, 단백질 분류 체계 (fractionation scheme)를 확립하고 이를 기반으로 사료 성분표를 개정하였으며, 사양관리 소프트웨어를 개발하여 사료 회사 및 축산 현장에서 컨설팅 자료로 활용되고 있음

더. CNCPS는 예측력이 우수하여 비육우의 일당증체량을 89% 정확히 예측할 수 있었음 (그림 4).

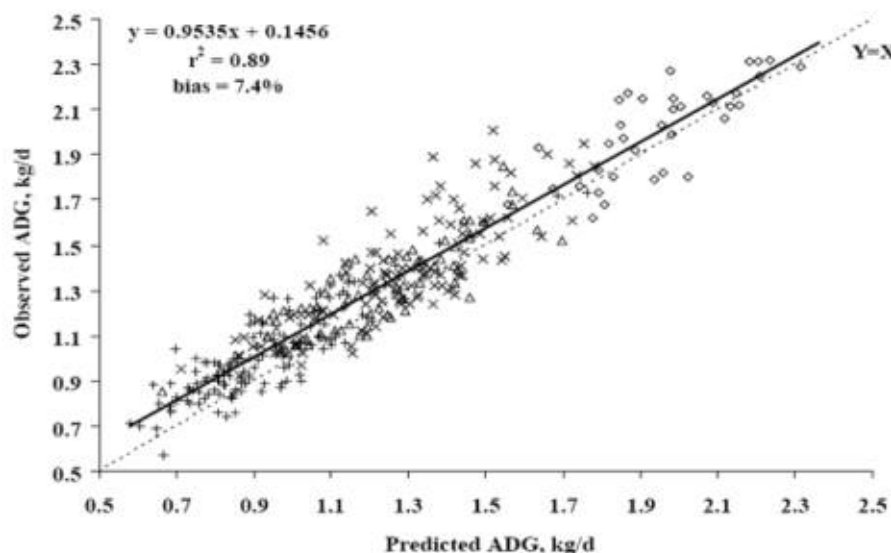


그림 4. CNCPS를 이용한 비육우의 일당증체량 예측력 평가 결과(Fox 등, 2004)

러. 또한 CNCPS를 미국 낙농목장에 적용하여 5년간의 실증 실험을 통해 현장 검증을 실시한 결과 사료구입비는 24.2% 감소하고 반면 생산량은 45.4% 증가하였으며, 질소 및 인 배출은 각각 17.1%, 28.2% 감소함(표 1).

며. 따라서 CNCPS를 활용한 정밀사양 시스템의 적용을 통해 생산성을 증대하고 사료비를 포함한 생산비는 저감할 수 있는 가능성 및 현장 적용성은 매우 높음.

표 1. CNCPS의 현장 실증 실험 결과

	사료 구입, 천원/일	유생산량, 톤/일	질소 배출, 톤/년	인 배출, 톤/년
시행 전	2,176	12.5	140	20
시행 후	1,650	18.2	116	14
% 변화	-24.2	45.4	-17.1	-28.2

출처: Tylutki 등(2004)

버. 하지만 CNCPS를 한우 사양에 활용하기 위해서는 한우 특이적인 모델의 계수를 설정해야하며, 한국의 사육환경에 따른 모델의 계수의 보정해야할 뿐만 아니라 현장에서 이용 가능한 사료자원의 데이터베이스 구축에 대한 연구가 필요함.



## 5. 농림부산물을 이용한 사료자원 발굴 및 한국형 사료자원 데이터베이스 및 생산관리 시스템 구축의 필요성

- 가. 기상이변으로 인한 농작물의 수확량 감소는 사료용 작물의 국제시세의 상승요인으로 작용하고 있으며, 중국의 경제성장으로 가축 사육두수가 증가함에 따라 사료작물이 부족하게 되어, 곡물 수출국에서 수입국으로 상황이 전환되어 국제 곡물가격의 상승요인으로 작용하고 있음
- 나. 또한 화석연료를 대체하기 위한 바이오에탄올 생산과정에서 사료작물이 이용됨에 따라 사료작물의 국제가격 상승요인으로 작용하고 있음
- 다. 따라서 사료원료의 수입의존도가 높은 우리나라는 국제곡물가격이 계속적으로 상승할 경우 사료비 및 생산비가 상승하므로 축우용 수입 원료사료를 대체할 수 있는 부존자원의 개발이 시급함
- 라. 선별과정에서 발생한 상품성이 없는 농산물 및 유통과정에서 발생된 농산물 파품은 농가의 수익감소의 원인이 될 뿐 아니라, 환경오염을 유발할 수 있는 원인물질이므로 폐기처분에 비용이 소요됨. 따라서 이러한 농산부산물의 활용성을 증진시킴으로써 농가소득을 증진시키고, 폐기처분에 따르는 비용을 절약하기 위한 방법이 절실히 요구되고 있음
- 마. 농산부산물을 사료원료로 이용하고자 할 경우 수분의 함량이 높아 쉽게 부패되고, 계절성이 있어 특정시기에 다량으로 생산되는 점과, 포장에서 수거할 경우 토양 등에 의해 오염이 되는 문제점을 해결해야 함
- 바. 따라서 보관성을 증진시키기 위한 가공처리 방법과 효율적인 회수 방법이 절실히 요구됨
- 사. 지구온난화로 인한 초본식물 식생의 변화에 따른 지역별, 시기별 사료자원의 변동에 대한 조사는 향후 사료자원 생산·공급수급에 필수적임
- 아. 또한 생산되는 농림부산물의 종류는 기후변화와 관련하여 지역별, 시기별 많은 차이가 있으므로 이러한 정보를 데이터베이스화하고 생산관리 시스템을 구축하여 지역별, 시기별 적절한 사료자원의 선택을 용이하게 할 수 있는 기반 구축이 필요함
- 자. 축산물 수입 자유와 확대로 인해 축산 농가의 경쟁력 확보가 절실히 요구되고 있는 가운데 지역별 농산부산물의 종류, 생산량 및 사료적 특성의 파악은 지역별 맞춤형 축산정책 및 지역 특화 축산산업 육성을 위해 시급히 요구됨

## 6. 농림부산물을 이용한 사료자원의 CNCPS 분석을 통한 정밀사료라이브러리 구축의 필요성

- 가. 특히 본 과제에서 개발하고자 하는 CNCPS를 기반으로 한 한국형 정밀사양 시스템을 운용하기 위해서는 사료의 영양소 평가에 있어 보다 세밀한 사료 분석이 요구되며, 한국의 실정에 적합한 사료라이브러리의 구축이 절실함
- 나. 기후변화에 따라 공급되는 원료와 사료특성의 변화에 적합한 정밀사양시스템(CNCPS)을 위한 국내 사료자원의 사료적 지표가치에 대한 데이터화 작업이 필요함
- 다. CNCPS에 따른 사료분석은 기존의 일반성분 외에도 탄수화물을 분석함에 있어 섬유소(NDF, ADF, Lignin)와 비섬유소(당, 전분)를 추가 세밀하게 분석하고, 단백질의 경우 사료 단백질을 비단백태질소화합물, 용해단백질, NDICP, ADICP로 구분하여 보다 정밀하게 사료 단백질의 이용성을 판단할 수 있는 근거를 제시함

라. 따라서 사료비 증가 대비 및 사료 자급률 제고를 위한 신규 농림부산물 사료자원을 발굴하고, 기후변화에 대응하여 국내 한우 농가가 활용할 수 있는 지역별, 시기별 사료자원의 종류 및 특성을 망라한 한국형 사료자원 데이터베이스의 구축이 매우 필요하며, 또한 생산성 증대를 위한 정밀사양 시스템의 구동에 꼭 필요한 한국형 사료자원 라이브러리의 개발이 매우 중요함

## 제 3절 연구개발 범위

### 1. 1차년도

가. 제 1세부기관 (건국대학교)

- (1) 생육 단계별 고온 및 저온환경 생리 및 행동 지표 개발
- (2) WPAN(Wireless Personal Area Network) 기술을 이용한 행동모니터링 기술 개발
- (3) USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술을 이용한 축사환경 모니터링 기술 개발

나. 제 1협동기관 (충남대학교)

- (1) 정자생리활성물질 및 오염원 제거 물질 처리로 수정/수태율 제고
- (2) 사양조건별 한우 번식우의 번식생리 지수/지표 설정을 위한 생물/화학적 데이터 수집
- (3) 한국의 지역별, 계절별 기후의 변화정도 조사
- (4) 수치화 된 온, 습도 지수를 반영한 한우의 최적 영양소 요구량 예측 기초 모델 개발
- (5) 온도스트레스 저감 영양소 공급모델을 평가하기 위한 사양 실험 개시 및 model farm 구축

다. 제 2협동기관 (서울대학교)

- (1) 한우 거세우 온도스트레스 저감을 위한 영양소 처리 방법 고안
- (2) 한우에서 기후변화에 따른 영양소 대사 및 면역학적 변화/대응기전 이해

라. 제 3협동기관 (강원대학교)

- (1) 국내 농산부산물의 종류 및 사료적 특성과악
- (2) 자료수집과 직접 수거를 통한 국내 농림부산물의 사료가치 조사
- (3) 한국형 사료자원 농림부산물 발굴

### 2. 2차년도

가. 제 1세부기관 (건국대학교)

- (1) 고온 및 저온환경 THI(온도, 습도 지수) 기준 설정 및 스트레스 판정 알고리즘 개발
- (2) THI Chart 및 생리지표를 활용한 기후변화 대응형 한우 사양관리 프로그램 개발(제 1 협동과 공동)
- (3) 스트레스 저감을 위한 환경제어 항목 및 기준 설정
- (4) 원격 감시 및 제어 미들웨어 개발
- (5) 행동정보 처리를 위한 서버플랫폼 기술 개발
- (6) 원격감시 및 제어 시스템 적용 시험

나. 제 1협동기관 (충남대학교)

- (1) 고온 스트레스에 의한 내분비 호르몬 변화에 의한 난포 및 난자에 대한 영향에 관한 분자생물학적 지수/지표 정립

- (2) 고온 스트레스 조건하에 난자 및 배아 발생을 검사
- (3) 체외 실험결과로 선정된 2-3가지 정자활성화 및 오염물질 제거 후보 물질 및 방법을 조합 및 선정
- (4) 사양조건 및 개발된 생리 지수(고온 스트레스 저감 등 포함)를 이용한 번식적기 선정을 통해 분만 간격 단축
- (5) 온도스트레스에 따른 한우 특이 보정 계수 개발

다. 제 2협동기관 (서울대학교)

- (1) 온도 스트레스 저감 영양소 처리에 의한 영양생리, 면역학적 지표 개선 효과 구명
- (2) 온도 스트레스 저감 영양소 처리에 의한 사료섭취량, 성장률 및 육량/육질 개선 효과 구명

라. 제 3협동기관 (강원대학교)

- (1) 지역별 가용 사료자원(조사료 포함)의 데이터 베이스 구축

### 3. 3차년도

가. 제 1세부기관 (건국대학교)

- (1) Smart Farming System 접목형 한우 사양관리 통합 프로그램 개발
- (2) Smart Farming System 구축
- (3) 스마트폰용 운영 프로그램 개발
- (4) Smart Farming System 운영

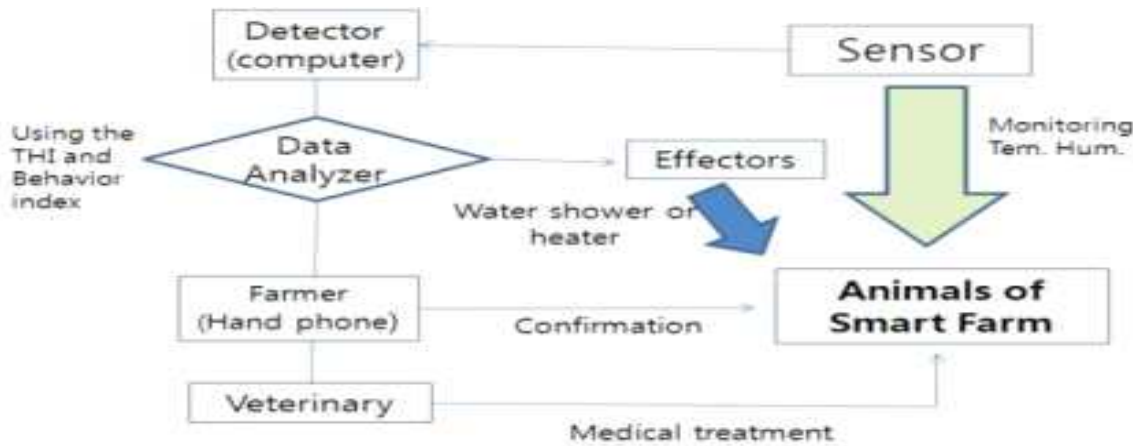


그림 5. Smart Farming System 구상도

나. 제 1협동기관 (충남대학교)

- (1) 온도스트레스에 대응한 영양소 공급 모델의 평가
- (2) 한우 번식우 수태율 제고 및 분만간격 단축을 위한 전환기 영양관리 기술 개발
- (3) 협동과제들과의 협력을 통한 정밀 사양시스템의 개발

다. 제 2협동기관 (서울대학교)

- (1) 한우 거세우에 대한 온도 스트레스 대응 영양소 요구량 설정
- (2) 한우 거세우에 대한 기후변화 대응 맞춤형 사료배합비 개발

라. 제 3협동기관 (강원대학교)

- (1) 시기별 가용 사료자원(조사료 포함)의 데이터베이스 및 생산관리 시스템 구축

### 4. 4차년도





라. 제 3협동기관 (강원대학교)

- (1) CNCPS 적용 시스템 개발을 위한 사료자원 라이브러리 개발
- (2) CNCPS 지표 분석실시
- (3) CNCPS 사양시스템용 국내 사료자원 사료성분표 제작
- (4) 축산과학원 사료자원 DB와 연동하여 CNCPS정밀사양시스템을 이용할 수 있도록 개발



## 제 2장 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

### 제 1절 국외 기술개발 현황

#### 1. 우보 시스템

- 암소의 센서와 무선통신기능이 장착되어 암소에게 만보계를 착용시킨 다음 행동패턴을 분석함으로써 암소의 발정시기를 진단하는 시스템
- 수태하지 않은 소의 시간당 걸음 수를 조사하여 발정했는지 여부를 자동적으로 확인
- 우보시스템은 수집한 데이터를 분석하여 소의 임신 가능 기간을 문자 메시지와 이메일 등으로 제공하는 클라우드 컴퓨팅 서비스를 제공



<우보 시스템>

#### 2. Cattle Watch 시스템

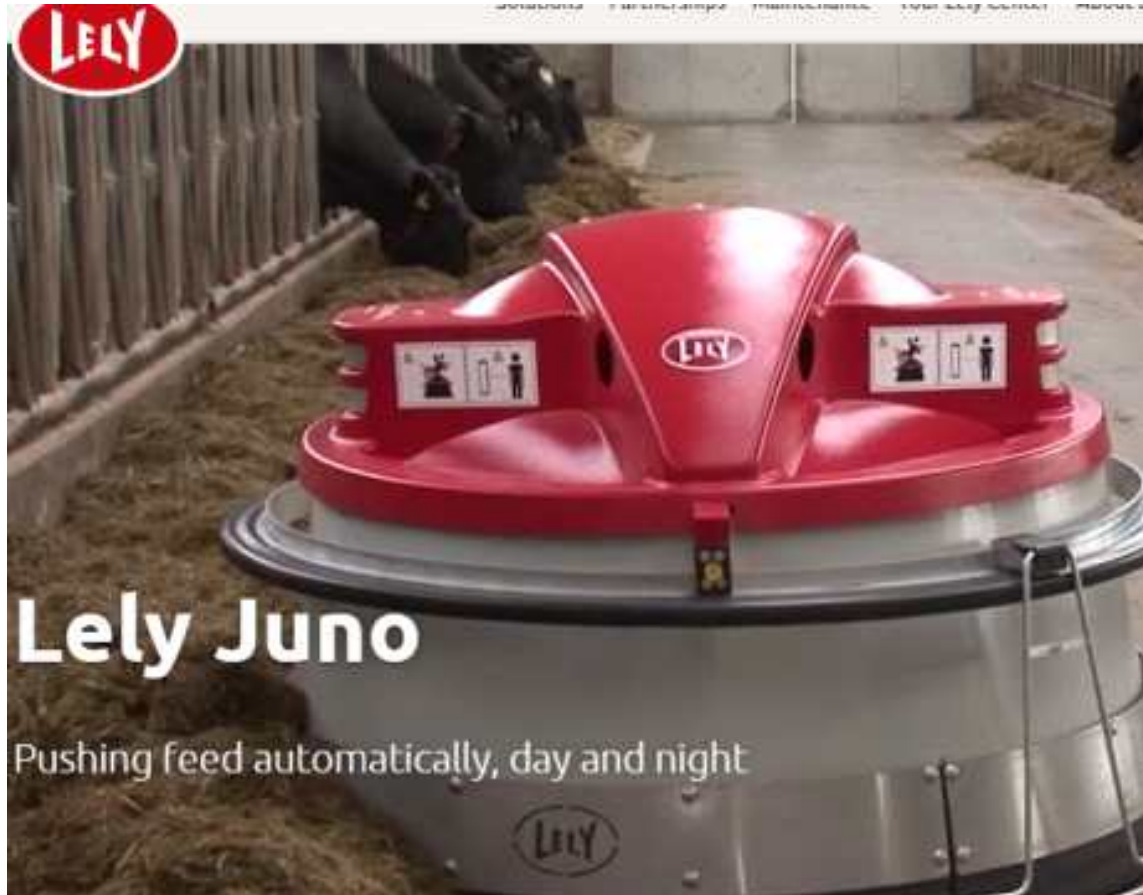
- 센서를 장착한 소들과 드론을 통한 공중에서의 모니터링 시스템을 활용해 실시간 소의 질병유무, 사료섭취, 행동 등을 관찰하고 모니터링하는 시스템
- 매 4분 간격으로 행동 정보가 들어오게 되고 매 2시간마다 농장주의 PC와 Mobile에 전송되어 녹화기록이 저장됨
- 약 10~15%의 농가수익을 가져오는 것으로 보고됨



<드론을 활용한 모니터링 시스템>

### 3. Pushing Feed Automatic System

- LELY에서 개발된 이 장치는 자동적으로 사료를 밀어줌으로써 소들의 사료 섭취를 돕게 해주는 역할을 함
- 사료의 낭비를 억제해 주게 됨
- 반추위 건강과 성장에 있어 적절한 컨디션을 유지함으로써 소들의 건강상태를 증진시켜줌
- 기존 대비 높은 우유 생산량을 보여줌



<자동으로 사료를 밀어주는 시스템>

#### 4. 더위스트레스 저감용 사료 첨가제

- 더위 스트레스를 저감하기 위한 Sensory Additive가 사용되고 있음. Sensory additive는 건물 섭취량을 향상시키고, 유량 증가, 섭취 횟수 증가, 반추위 환경의 안정화, 압출 및 펠렛 처리 과정에서의 안정적인 특징들이 있음. 이미 Joint Annual Meeting(JAM), American Dairy Science Association (ADSA), The American Society of Animal Science (ASAS) 등에서 사용이 보고되었으며 효과 등이 인정되어 제품의 우수성을 인정하였음

(<http://www.allaboutfeed.net/Feed-Additives/Articles/2015/9/Sensory-additives-keep-heat-stress-under-control-2684751W/>)





<Bovine BlueLite>

- 외국 회사 TechMix는 온도 스트레스 저감제로 Bovine BlueLite라는 제품을 개발하고 특허까지 받은 후 시중에 보급하고 있으며, 이 제품의 특징은 대사 질병을 예방하고, 음수량 증가, 일당섭취량 증가, 전해질 보충효과, 긍정적인 에너지 균형 유지, 유생산량 증가 등의 효과가 있음. 수송 전, 후나 추위 스트레스 조건이나 더위 스트레스 하에서도 우수한 효과를 낸다고 하고 있음

<https://www.techmixglobal.com/bovine-bluelite>



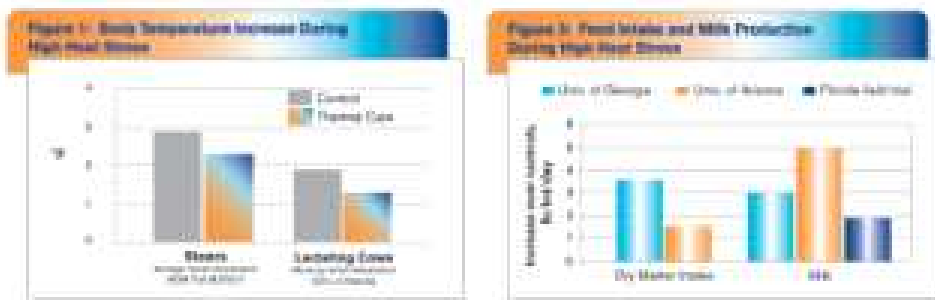
<VitaFerm® HEAT®>

- 외국회사 VITAFERM는 더위스트레스를 줄이기 위해 VitaFerm® HEAT® 제품을 개발하여 보급하고 있으며, 이 제품의 특징은 더위 스트레스를 줄여주며, 체내 온도를 낮추어 주고, 수태율을 올려주고, 섭취량을 늘려준다는 장점이 있음

<http://vitaferm.com/beef-heat/>



<Thermal Care™ R>



<Thermal Care™ R을 급여하였을 때 효과>

- 외국회사 Admanimal Nutrition은 Thermal Care™ R 제품을 개발하여 시장에 보급하고 있으며, 더위 스트레스에 뛰어난 효과를 보임. 일당 섭취량 증가, 유량 생산 증가, 우유 체세포 수 감소 등의 효과가 있는 것으로 설명하고 있으며 탑드레싱 형태로 급여 가능함.  
[https://www.admanimalnutrition.com/webcenter/portal/ADMANimalNutrition/pages\\_feed/dairy/dairynutritionaids/thermalcarer](https://www.admanimalnutrition.com/webcenter/portal/ADMANimalNutrition/pages_feed/dairy/dairynutritionaids/thermalcarer)



- 외국회사 Japanese underwear brand Gunze Limited와 Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center에서 만든 이 제품은 소에게 씌워서 온도스트레스에 대한 저감효과를 나타낼 뿐만 아니라 증기로 인해 시원함을 느끼게 하는 효과를 나타냄 <http://www.trendhunter.com/trends/prevent-heat-stress>



- 외국에 있는 학교 University of Missouri에 있는 연구진들이 개발한 어플은 각종 data를 수집한 뒤 온도스트레스의 영향을 받을 경우 자동적으로 신호를 쥘서 경제적 손실을 일으키는 부정적인 영향을 받는 것을 최소화 시키고자 개발하였음

<http://info.umrk.edu/harvestpublicmediaarchive/2012/07/18/heat-stress-now-theres-a-cow-app-for-that/>



- Kestrel Weather Instruments에서는 소들이 온도스트레스에 의한 영향을 받아 생산성과 건강에 대한 손실이 일어나는 것을 농장주에게 알리고 이에 대한 쉬운 방안을 알려주고자 3가지 type의 제품을 개발. 각 제품별 크기와 사용 용도가 다름

<http://www.marketwired.com/press-release/kestrel-helps-beef-dairy-cattle-industry-minimize-heat-stress-losses-with-three-new-2172277.htm>



- 외국회사 VitaFerm Heat는 높은 질의 미네랄 성분들이 cinnamon과 chilli peppers를 섞어 온도스트레스에 의해 생기는 수태율 감소와 임신유지를 개선시키며 체온을 낮추는데 영향을 미침. 또한 체중 감소 현상을 줄이며 빈혈 현상도 줄이고 온도스트레스에 의한 면역력 저하에 의해 나타나는 독성현상도 줄여 경제적 손실 부분을 최소화시킴  
<http://biozymeinc.com/blog/category/news/page/5/>
- 외국회사 Nutriad사의 Nutri-Ferm Prime은 여름철 고온스트레스로 인한 negative effect of endocrine, metabolic function을 보완하기 위해 출시 된 제품  
<http://nutriad.com/2015/08/heat-stress-in-dairy-cows/>
- 외국회사 Nutriad사의 Nutriad' s Nutri-PP은 체온 유지에 효과적인 niacin을 기반으로 코팅한 제품으로써 body temperature을 낮추는데 효과적인 결과를 보였다.  
<http://nutriad.com/2015/08/heat-stress-in-dairy-cows/>
- 외국회사 HUBBARD사의 'ThermoCAD' 도 역시 착유우와 육우의 고온 스트레스저감 위해 개발된 사료첨가제로서 각종 mineral, vitamin, electrolytes, and feed additives의 blend형태 제품으로 여름철 DMI를 유지하는데 효과를 보임 (B-Vitamins, Betaine, Electrolytes and Minerals, Sugars, Direct Fed Microbials, Gladiator Yeast Culture Concentrate)  
<http://www.hubbardfeeds.com/product/thermocad-heat-stress-pack>
- Lallemand Animal Nutrition사의 LEVUCCELL® SC는 live yeast를 주 성분으로 둔 feed additives로서, effect on further helping to manage and limit the impact of heat stress on rumen function and digestive comfort, whether under severe or moderate heat stress가 검증됨  
<http://en.engormix.com/MA-dairy-cattle/nutrition/news/new-study-shows-that-t19517>
- 외국회사 BIOMIN사의 Levabon®Rumen은 고온스트레스상황에서 반추위 pH를 안정시키고 정상적인 GI tract을 유지하기 위해, 그리고 고온스트레스환경에서 줄어드는 섭취량으로 인한 에너지 손실을 막기 위해 개발된 사료 첨가제임. 주 성분 : a spray-dried, autolyzed yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) product  
<http://www.biomin.net/en/products/levabon/>
- 외국회사 BIOMIN사의 Digestarom® 은 고온 스트레스 상황에서 줄어드는 feed intake를 막기위한 palatability를 높인 phytogenic product임 (각종 flavor가 balance 있게 첨가됨.)  
<http://www.biomin.net/en/products/digestarom/>
- 외국회사 독일의 Biochem사의 리퀴비트 20 (LiquiVit 20) 종합 액상 영양제로서, 모든 축종에 사용 가능한수용성 액상 종합 영양제이며 고온과 같은 스트레스 환경에서 음수로 공급함으로써 영양소 불균형을 해소시키는 제품임  
<http://www.morningbio.co.kr>

## 제 2절 국내 기술개발 현황

### 1. 국내 축산 스마트팜 ICT(정보통신기술) 장치 운용

- 농촌진흥청에서 2016년부터 한우, 젖소, 돼지, 닭 농장에 각종 환경 센서(감지기)와 폐쇄회로텔레비전(CCTV)를 비롯한 스마트 사양관리 장치를 도입해 1세대 스마트 팜 모델 농가를 구축하고 스마트 장비 시험·교육 농장으로 활용하고 있음
- 한우·젖소농가에서 도입한 대표적 장치는 송아지에게 젖을 먹이는 로봇 포유기, 소의 발정여부를 알려주는 발정 탐지, 사료 자동 급이기 등이 있음
- 자동포유기는 송아지 성장단계에 맞게 자동으로 우유를 먹이는 자동화 시설로써 송아지의 성장속도를 높이고 건강상태 모니터링도 가능해 질병이 의심되거나 약한 송아지를 조기에 발견할 수 있음
- 축사의 온·습도, 환기 등도 환경모니터링 시스템으로 원격, 자동 관리할 수 있어 가축의 생육환경을 쾌적하게 관리하는 것이 가능함
- 돼지 농가에서는 개체별 정밀관리가 가능한 임신돼지 사육 장치와 어미돼지 자동 사료 급이기, 비육돼지의 체중을 측정해 출하 칸으로 선별하는 장치
- 양계 농가는 사료·음수 관리 장치, 달걀 집란 관리 시스템 등이 도입돼 가동 중임



<신규 등록 한우>



<가축의 관심유발>



<ICT 장치로 입장>



<ICT를 활용한 자동화 장치 시스템>

## 2. 차세대 한국형 스마트팜 기술 개발

- 표준화 되지 않은 규격, 미흡한 국산화 장비 등 스마트팜 농업인들이 사후관리를 받지 못하는 어려움을 해결하기 위해 농촌진흥청에서 우리나라 농업 특성에 맞는 국산화 기술 개발 실시함
- 농가 여건에 따라 맞춤형 기술선택 및 스마트팜 구현 비용을 최대 30% 절감



<차세대 한국형 스마트팜 기술 개발>

### 3. 가축기상정보시스템 운용



<가축기상정보시스템\_농촌진흥청>

- 농촌진흥청은 기후 변화에 따른 폭염으로부터 가축의 피해를 막기 위해 ‘가축사육 기상정보시스템’을 구축했다고 밝혔다. 이를 활용하면 5월에서 9월까지 지역마다 가축이 받는 열스트레스를 실시간으로 확인할 수 있으며 고온피해 발생 가능성에 맞춰 적절한 사양관리정보를 제공함으로써 축산농가 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대됨.  
<http://www.dailyt.co.kr/news/articleView.html?idxno=13973>

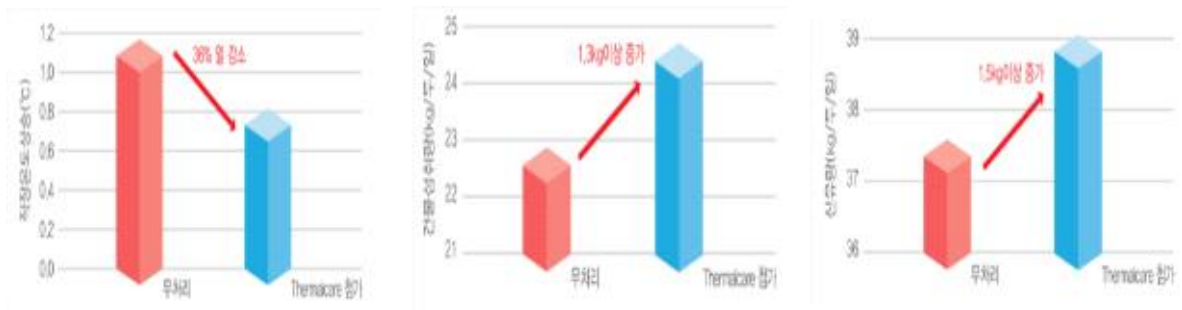
### 3. 사료 첨가제 형태의 다양한 스트레스 저감제

- 농촌진흥청에서 젖소의 더위 스트레스를 낮추면서 우유 생산성 저하를 예방할 수 있는 사료 첨가제 개발함. (2017년 6월 30일 기사). 필수 아미노산인 라이신, 메티오닌, 레스베라트롤, 비타민E 등을 유효성분으로 하는 아미노산 계열의 첨가제임. 첨가제 효과로 사료섭취량 증가, 유생산량 증가, 유단백 및 유지방의 증가가 나타났음.  
[http://news.foodtvnews.com/view.php?ud=201706301439176616beeb3268c\\_11](http://news.foodtvnews.com/view.php?ud=201706301439176616beeb3268c_11)



<명품 C 제품>

- (주)누보비엔티에서 비타민 C를 특수 코팅한 <명품 C>는 마블링 생성을 촉진시키고 강력한 항산화 작용으로 면역력을 높여 비육우의 건강 증진에 도움이 된다. 여름철 고온스트레스에도 효과적인 제품임
- (주)이엘티파마 <비타에너지>는 최고의 간기능 개선 및 대사 촉진제 케토시스 치료제 성분인 나이아신과 프로필렌글리콜, 간기능 개선과 세포대사 촉진제인 트르비톨과 콜린을 고농도로 함유하고 있는 제품이다. 고에너지 함유 간기능 개선 및 대사촉진제로 산후 회복, 케토시스 방지, 지방간 예방, 이등유 개선 효과가 탁월하고 특히 여름철 고온스트레스에도 유량감소나 수태율 저하를 예방할 수 있다.



<Thermalcare 효과>

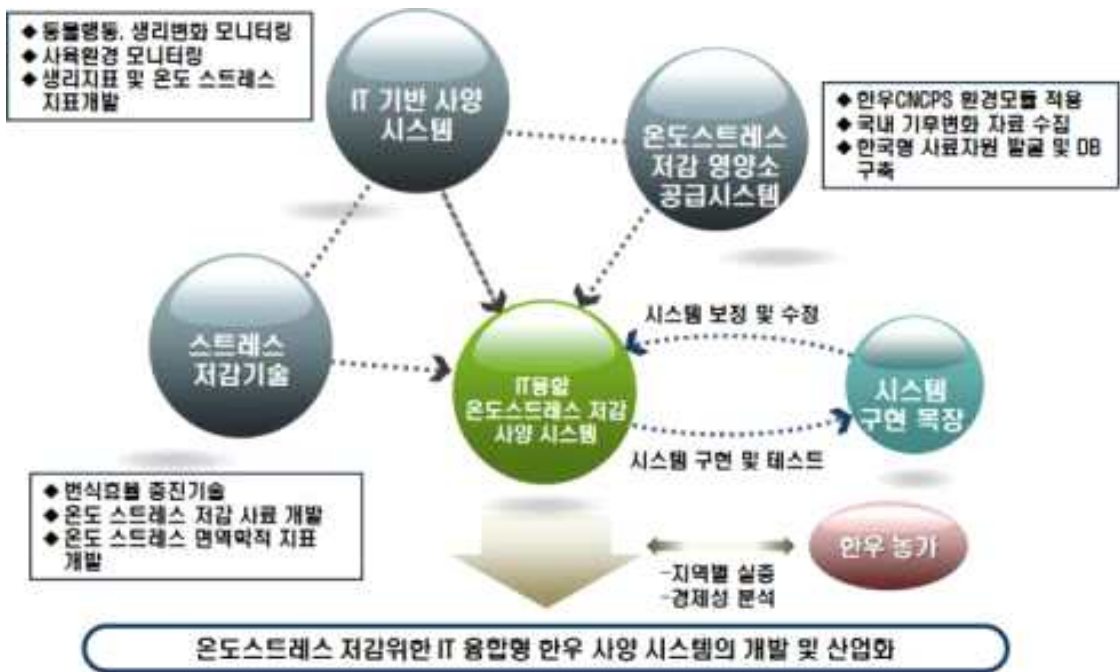
- 이지팜스<Thermalcare>는 착유우 생산성 향상에 도움되는 이지팜스 낙농 기술과 미국 ADM사의 최신 고온 스트레스 감소 기술이 융합된 여름철 목장 수익 증대를 위한 솔루션 사료이다. 식물 추출물과 천연 항생물질, 그리고 면역강화 물질을 특수 배합해 만들었다. 여름철 착유우 체온 감소 및 사료 섭취량과 유생산량 개선에 효과적이다.



# 제 3장 연구수행 내용 및 결과

코드번호 D-05

## 제 1절 연구개발 추진 전략 및 방법



- 온도스트레스 저감을 위한 IT 융합형 한우 사양시스템 개발은 스트레스 저감기술, IT기반 사양 시스템, 온도스트레스 저감 영양소 공급 시스템, 시스템 구현 목적을 통한 실증 실험을 통해 도출된 결과를 통합하는 시스템으로 건국대학교에서는 한우의 생리, 행동지표 분석 등을 통한 한국형 한우의 THI Chart 개발 및 THI Chart에 따른 농가에서의 참여기업 하랑아이의 IT 기술력을 기반으로 한 사양시스템 개발, 충남대에서는 번식우에서의 번식효율 및 수태율 향상을 목적으로 참여기업 (주)카길애그리퓨리나에서의 번식우 및 비육우를 대상으로 한 온도 스트레스 저감사료 개발 및 CNCPS를 통한 환경 모듈 개발, 서울대에서는 국내 기후변화 자료 수집 및 온도스트레스 저감 영양소 발굴 및 한우의 생리 및 면역학적 기전 구명, 강원대에서는 한국형 사료자원 DB를 구축하고 정밀사양시스템에 적용 가능한 사료 라이브러리 구축 등을 담당
- 각 분야의 최고의 전문가가 연구책임자로 구성되어 있는 모든 세부, 협동과제 및 참여기업이 독립적 모듈을 이루어 기술을 개발하되, 모든 과제가 유기적으로 연동되어 통합적 시스템을 이루고 지속적인 피드백을 통해 현장 적용성이 우수한 온도스트레스 저감 IT 융합 한우 생산성 향상 정밀사양 시스템을 개발함
- 각 기관에서는 실험목장을 통해 온도 스트레스 대사실험실과 IT시설을 설치하여 농가

실증실험에 앞서 테스트베드를 구축하여 온도스트레스와 관련된 생리, 행동 지표 등을 평가할 수 있게 진행하였으며 이를 통해 건국대학교에서 개발한 한국형 한우의 THI Chart와 그에 따른 가이드라인과 함께 서울대에서 개발한 온도스트레스 저감 영양소기술을 접목한 Model farm을 충남대학교 동물자원 연구센터에 우선적으로 구현하고, 지속적으로 각 과제별 연구결과를 적용, 검증하고 이에 따라 체계적으로 시스템을 보정 및 수정함

○ CNCPS 기술을 접목한 정밀사양시스템을 토대로 실제 한우 농가에 구현하고 건국대학교에서 개발된 IT 기술과 THI Chart에 의한 사양관리, 서울대에서 개발한 영양소 기술을 토대로 실제 농가 실증실험을 통해 온도스트레스 저감 효과를 입증하고 이를 통한 기술이전 및 제품화 실시

○ 본 과제를 성공적으로 이끌기 위해 정기회의 및 초청세미나 개최로 과제별 유기적인 협력과 정보교류 및 연구원들의 수행능력 향상을 이끌어 냄

## 1. 1차 정기회의

2013년 12월 17일, 건국대학교 개최

### ■ 제1세부: 건국대학교

- 한국형 THI를 제시에 따른 구현 문제를 논의
  - 환경(온도 및 습도)에 따른 한우의 스트레스 유무에 따른 생산성 감소의 standardization이 필요
- (주)옥타컴의 환경 설정 모듈에 대한 문제점은 발견되지 않으나, 행동 모니터링의 경우 수정에 관한 논의가 필요
  - 행동 모니터링의 추가 사항의 가능성 유무? 예로, 반추위 자동 pH 측정 또는 목걸이를 통한 반추회수 측정 등.
  - 체온 측정이나 동선의 추가적인 측정의 어려움의 해결 방안 모색이 필요

### ■ 제1협동: 충남대학교

- 본 과제는 번식효율 및 수태율 증진의 실제 활용 가능한 기술의 개발이 목표이나 in vitro 상에서 진행되는 cell 실험만으로는 그 목표를 달성할 수 없음을 판단
  - 사양 실험을 통한 결과 확인이 필요
- CNCPS 영양소 모델을 개발을 통해 어떻게 번식능력을 올리고, 온도스트레스 저감에 적용할 수 있을 것인지 해결책 제시가 필요
- 또한 단순 영양소 공급 모델을 개발하는 것이 아닌, 조건 또는 처리를 달리하여 사양 실험을 진행해야 하는 것이 아닌 지 고민해 보아야 할 필요성의 대두
- 한우 사양에 있어 아직까지 수정적기(체중, 월령)에 관한 연구가 체계적으로 수행 된 적이 없다. - 이에 영양소 공급모델 개발과 수정적기 탐색이 동시에 이루어 져야 할 것

### ■ 제2협동: 서울대학교

- 온도스트레스 저감 사료 개발로 지방 또는 RUP 첨가 사료가 후보 사료 자원의 목록인데, 이에 대한 과학적 근거 및 가설에 대한 심도 있는 고찰이 필요
- 제1세부(건국대학교)에서 개발할 예정인 모니터링 시스템을 서울대에 설치하는 것은 어떨지에 관한 논의가 필요
- 이에 현재 IT기반 사양시스템과 온도스트레스 저감을 위한 시험목장의 통합적인 체계가 필요
- 온도스트레스 저감 실험을 위한 온·습도 조절 시스템을 IT기반 사양 시스템과 통합하는 방안으로 진행되어야 할 것으로 계획
  - 이에 후반기 한우의 온도스트레스에 관한 실험은 서울대학교(평창)와 제1협동기관과 연계하여 실험하는 것이 적합할 것으로 판단

### ■ 제3협동: 강원대학교

- 강원대학교의 주요 목표는 가용 사료자원에 대한 DB구축과 사료분석으로 이후 한국형 농림부산물로 신종 3개를 제시하는 것인데, 제시될 반추동물용 신종 사료자원은 매년 일정한 양의 공급과 영양적 이용 가능성이 높은 한국형 사료자원의 발굴 필요
- 제3협동(강원대학교)에서 제시하는 신종의 사료자원은 추후, 제1협동(충남대학교) 및 제2협동(서울대학교) 사양 실험 시 이용 될 수 있도록 추진
- 즉, 배합사료 또는 TMR 제조 시, 개발된 부산물 사료자원이 이용될 수 있도록 연구기관에서 사료 배합설계를 수행 할 필요 제시
- 참여기업과 제3협동에서 제시하는 한국형 사료자원의 이용성 방안 모색



## 2. 2차 정기회의

2014년 3월 7일, 건국대학교 개최

### ■ 제1세부: 건국대학교

- THI에 따른 섭취량과 한우의 사양성적 변화에 대한 실험결과를 보고하였으며 이에 따른 논의를 진행함
- (주)옥타컴이 설치한 환경 모듈의 문제점은 아직까지 없는 것으로 보이나, 행동패턴 모니터링에 시스템에 관한 논의는 지속적으로 요구되는 상황임.
- 설치를 위한 경제적인 문제점 뿐 아니라, 행동변경의 설정 및 그에 따른 행동변화 해석에 대한 심도깊은 고찰이 필요한 상황임

### ■ 제1협동: 충남대학교

- 번식우의 번식효율을 증대하기 위해 번식우 자체에 대한 연구도 필요하나, 정자의 생리활성에 관한 측면을 간과할 수 없음  
- 1년차 과제의 목표에 부합하기 위한 정자 생리활성 물질 탐색에 대한 연구를 완료해야함.
- 2014년 2월에 한우 미경산우를 입식하였고, 번식우 사양실험을 진행하기위한 실험 방법 및 진행상황에 대한 논의가 필요
- 단순 영양공급 모델 개발에 그치면 안된다는 지난번의 논의 내용에 부합하기 위해 사양 실험 계획 수립이 필요하며, 이에 따라 사료처리를 달리하기로 논의됨
- 한우 번식우의 사양 적기를 파악하기 위해 체중과 월령이 적절히 분포되도록 처리구를 배치함

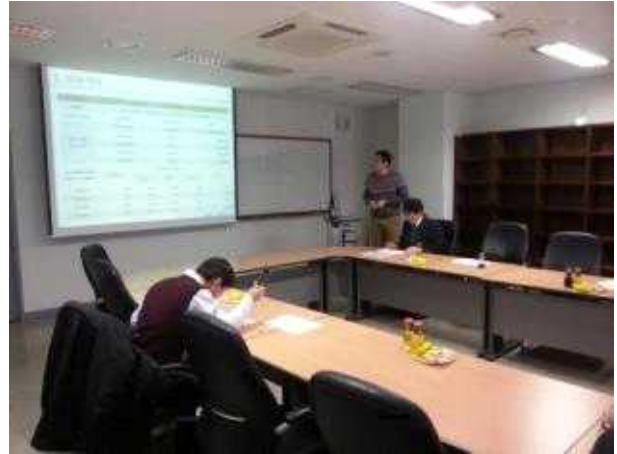
### ■ 제2협동: 서울대학교

- 혹한기 온도스트레스에 대한 실험결과와 그에 관한 논의를 진행하였음
- 서울대학교 평창캠퍼스는 기후 및 지리적 환경이 저온환경에 적합함에 따라 그에 따른 연구를 추가적으로 진행하는 것이 어떻겠냐는 논의가 나옴
- 뿐만 아니라, 자체적으로 실내 사육환경이 있음에 따라 온도조절에 따른 사양 실험도 가능할 것으로 파악되었음.
- 충남대, 건국대, 서울대 모두 온도 및 습도를 측정하고 있기 때문에 각 지역별 기후데이터를 통합하는 것이 중요할 것으로 생각됨.

### ■ 제3협동: 강원대학교

- 강원대학교의 실험목표인 신규 농림부산물 사료자원을 발굴하기 위한 실험 결과에 대한 논의를 진행하였음

- 충남대학교와의 논의를 토대로 발굴되는 사료자원의 영양적 가치평가를 어떻게 할 것인지에 관한 논의가 진행됨
- 효율적인 농립 부산물의 활용을 위해서 발굴된 사료의 영양적 가치평가가 정립되어야 하며 이를 위해 기존 일반성분 분석을 포함한 추가적인 분석 방법이 정립되어야 할 것으로 논의됨
- 이를 위해 사료분석법이 정립되어있는 제 1 협동(충남대학교)와 지속적으로 연락을 취하기로 합의 됨



### 3. 3차 정기회의

2014년 6월 27일, 홍천 대명비발디 개최

#### ■ 제1세부: 건국대학교

- 온도스트레스가 한우의 성장에 미치는 영향에 대한 평가를 혈액분석을 통해 보고자하였으며 그에 따른 실험결과에 대한 논의를 진행함
- (주)옥타컴이 설치한 환경모듈과 행동 모니터링 시스템에 대한 토론을 진행하였음
- 아직까지 행동 모니터링 시스템의 완벽 구축은 이뤄지지 않은 상황이며 이를 해결하기 위한 추가적인 연구가 필요한 상황임
- 온도 스트레스를 측정하기 위한 사양 목장이 총 두곳에 구축되어 있으며 실험데이터를 지속적으로 수집하고 있음

#### ■ 제1협동: 충남대학교

- 정자의 생리 활성을 증진시키기 위한 후보물질을 탐색 및 선발하고 이에 대한 진행결과에 대해 보고함
- 한우 미경산우의 사양실험을 개시하였고 그에 따른 진행상황을 보고함
- 온도스트레스에 따른 한우의 생리 변화를 측정하기 위한 체액 샘플링을 진행하였고 이에 따른 분석은 추가적으로 진행될 예정임
- 사료적 특징에 따라 한우 미경산우의 성장률이 유의적으로 차이를 보였으며 이에 따라 사료배합의 목표를 달리해야 할 것으로 평가됨
- 한우 미경산우의 수정 시험이 진행중임에 따라 이에 따른 번식성과 온도 스트레스의 연관성에 관한 데이터는 2년차에서 보고할 수 있을것임

#### ■ 제2협동: 서울대학교

- 온도 스트레스에 따른 한우 거세우의 성장 성적과 혈액 변화에 대한 실험 결과를 보고하였으며 이에 따른 심도 있는 논의를 진행함
- 실험을 진행함에 있어 사료 섭취량 자동 측정기 사용에 관한 논의를 진행하였음. 현재 서울대학교 평창 캠퍼스에 설치된 사료 섭취량 측정 기기의 문제점과 이를 해결하기 위한 논의를 진행하였음
- 온도 스트레스는 혈액 성상에 유의적인 영향을 끼쳤으며 특히 스트레스 지표에 유의적인 영향을 보였음
- 추가적인 사양 실험이 진행되고 있으며 2년차 과제 진행을 위한 사료배합 역시 요구됨

### ■ 제3협동: 강원대학교

- 4차 회의까지 진행된 사료자원 선발에 관한 연구결과의 보고가 있었음
- 선발된 사료자원을 효율적으로 이용하기 위한 방안에 대한 논의를 진행하였음
- 선발된 사료자원에 관한 영양적 가치평가 기준을 무엇으로 할 것인가에 관한 논의를 진행하였고 이에 대한 추가적인 논의가 필요할 것으로 사료됨
- 선발된 사료자원의 이용성 평가를 위한 사양 실험 적용 가능성에 대해 타 연구기관과의 유기적인 연락과 연계가 필요할 것으로 논의됨
- 연구비 사용 실적과 관련하여 2년차 연구비 설정 및 사용 항목에 관한 논의를 진행하였음

## 4. 4차 정기회의

2015년 3월 24일, 건국대학교 개최

### ■ 제1세부: 건국대학교

- 서울대 측과 건국대 측의 과제 성격과 내용이 비슷해서 공유할 수 있는 부분이 많이 있기 때문에 서로 없는 지표들(혈액 생리 면역지표, 행동모니터링)을 공유하면 과제 수행에 있어서 더 많은 결과를 창출해 낼 수 있을것으로 판단
- 충남대학교에서 실시할 여름철 번식우 실험과 더불어 옥타킴측의 행동모니터링 장치를 설치하여 협동하여 연구 진행 실시

### ■ 제1협동: 충남대학교

- 현재 번식우를 가지고 실험진행 중이며, 인공수정 완료되었고 다음달 분만 예정임. 하지만 시기적으로 그 분만된 소들을 가지고 당초 계획된 비육우 실험을 실시하는 것은 시기적으로 과제종료 시 까지 무리라고 판단됨. 따라서 충남대 측에서는 지금 바로 송아지를 구입하여 비육우 실험을 진행하는 방안이나 실험목장을 섭외하여 비육우 실험을 진행하는 두 가지 방안 중 택일하여 당초 계획에 문제되지 않도록 실시해야 할 것

### ■ 제2협동: 서울대학교

- 현재 겨울철 스트레스 지표는 THI 지수를 이용하지 않고 풍속과 같은 다른 지표들과 함께 종합하여 이용하는 다른 지표를 이용하기 때문에(미국, 캐나다) 겨울철 저온스트레스 지표개발 방법 방안 시 온도, 습도만을 이용한 지표를 만들 수 있는 방안을 찾아야 함

### ■ 제3협동: 강원대학교

- 사료별 CNCPS 분석을 어떻게 실시해야 할 것인지에 대해 충남대학교와 논의
  - 직접 충남대학교에 가서 담당 연구원에게 분석방법을 배워 강원대학교에서 실시
  - 샘플을 충남대 측으로 의뢰를 맡겨 분석 실시
- 원료 부산물 1000여종의 CNCPS 분석은 시간적으로 수행하기 힘들기 때문에 먼저 우선적으로 분석해야 할 CNCPS 항목을 선택 후에 진행을 하는 것이 더 좋을 것이라고 판단
- 부산물 같은 경우는 대량생산 및 대량이용이 힘들기 때문에 충남대측에서 가지고 있는 DB를 토대로 이용 가능한 것을 선정하고 그 후에 진행하는 것이 좋을 것이라고 판단



## 5. 5차 정기회의

2015년 7월 27일, 건국대학교 개최

### ■ 제1세부: 건국대학교

- 충주목장에 시범적으로 통합제어기술 도입을 구축, 특히 행동모니터링 자동화 시스템 개발 추진중 (이상락 교수님)
- 과제간 피드백을 위한 시범 서버 구축

### ■ 제1협동: 충남대학교

- 충남대 시험목장에서 비육우를 가지고 실험을 진행하는 것은 시기적으로 과제종료와 맞추기 힘든 부분이 있기 때문에 현재 참여기업인 퓨리나측에서 공급하는 농장을 선정하여 진행하는 것이 좋을 것으로 판단
- 행동모니터링을 통하여 3D 작업을 이용한 BCS측정이 가능한 모듈이 있는지 논의(이상락교수님)
- 현재 실적이 SCI급 논문 1편(0.5점)달성 되어있는데 이번 2차년도 목표인 SCI급 2편(1편은 1차년도) 과 비SCI 1편 달성에 박차를 가해야 함

### ■ 제2협동: 서울대학교

- 영양소 관련 연구는 현재 진행 중이지만 당초 계획된 목표는 달성되었음
- 각 기관별 협동이 이루어지면 3차년도에 일반농가에서 시연되어야 할 부분에 있어 시너지 효과가 클 것으로 예상됨. 따라서 각 기관별 긴밀한 협의를 통하여 과제의 발전방향이 논의되어야 할 것으로 판단.

### ■ 제3협동: 강원대학교

- 현재 얻어진 샘플링들을 한번에 CNCPS 분석은 어렵고 이번 2015년에는 중부지방 작물, 2016년에는 남부지방 작물들을 분석 진행할 예정(분석법은 충남대에서 교육)
- 이번년도 성과 목표가 비 SCI급 논문게제인데 SCI급 논문과 전환이 가능 한지 유무 확인요망
- 정량평가 결과간 종합적 도출의 가시화 방향(번식우의 경우 이를 가시화시키기 위한 방안이 필요, 송아지 비육우는 퓨리나와 합의 후 진행 모색(성경일 교수)



**6. 6차 정기회의**

2016년 4월 7일, 건국대학교 개최

**■ 제1세부: 건국대학교**

- 농기평에서 새롭게 도입된 정량/정성평가로 인해 이에 목표에 도달/초과 성과를 달성 할 수 있도록 각 기관별 연구책임자에게 전달
- 3차년도 정량적 부분인 특허출원, 학술발표, 논문을 포함하여 최종적 목표로 기술이전, 상품화, 교육지도, 정책자료 및 언론홍보 부분이 달성 될 수 있도록 각 기관별 연구책임자에게 공고
- 과제간 상호 유기적 연구교류 활성화를 위해 현재까지 얻어진 각 기관별 연구자료를 공유하여 이를 smart farming system 접목형 사양관리 통합 시스템의 데이터베이스에 활용
- smart farming system은 단순 IT형인 정보 제공만을 목적으로 하는 것이 아닌 ‘정보 통보& 상황 제어’ 와 같은 feedback이 가능한 ICT형 개발 목적으로 함
- 사양관리 통합 시스템 구축 방향에 있어 CNCP S/W 통합 방향 모색

**■ 제1협동: 충남대학교**

- 과제간 상호 유기적 연구교류 활성화를 위하여 현재까지 얻어진 온도스트레스 시험결과를 토대로 충남대의 미경산우(총 24마리)를 이용하여 온도스트레스 하에 환경과 행동 모니터링, 생리지표 및 사료부산물 후보군을 선별하여 온도스트레스 저감사료 개발 구축을 위한 사양 시험 추진

**■ 제2협동: 서울대학교**

- 여름철 온도 스트레스에 대한 실험을 진행하였으나, 한우 거세우의 온도스트레스 자극 기간이 1주일로 기간이 다소 짧아 이에 대한 보완성이 필요
- 추후 mild stress 보다 severe stress 조건하에 사양 실험을 추진

**■ 제3협동: 강원대학교**

- 현재 50종의 부산물 생산량 조사를 추진중에 있고 추후 계절별, 특산지별과 같은 조건에 따른 세부적 데이터 분류를 추진 함
- CNCPs분석에 분석자의 기술적 미약으로 좀더 활발한 연구활동이 필요
- CNCPs 분석이 완료되면 이를 라이브러리로 구축하고 이를 토대로 최적의 부산물을 선정하여 온도스트레스 저감사료 배합 시 활용



## 7. 7차 정기회의

2017년 1월 20일, 건국대학교 개최

### ■ 제1세부: 건국대학교

- Smart Farming system 운영평가 (40%)
- Smart Farming 수정, 보완 및 고도화 (30%)
  - 온, 습도 센서설치에 있어 그 농가의 대표적인 수치를 나타낼 수 있는 위치에 대한 논의가 필요함
  - 센서를 곳곳에 설치하고 해당지역에 있는 데이터를 게이트웨이로 수집하였을 시 제어하기에 어려움이 있을 것
- Smart Farming system 상용화 (20%)
  - 젯소 U-IT 와의 차별성을 생각하고 상용화에 접근필요
  - 환경관리를 keyword로 한 환경 및 사료 정밀 사양 시스템 개발 필요
  - 이상락교수님실의 현재 구상된 system에서 어떠한 system을 선택하여 활용할 것인지 각 기관 교수님들의 검토가 필요
  - THI에 따른 사양관리에 있어 비육우는 건국대, 서울대 번식우는 충남대 측이 맡아 고온스트레스와 관련된 사양관리를 제시해 주는 것이 좋을 것
  - 현재 하랑아이측에 의해 웹기반 구축은 되었지만 스마트폰에 구현하였을 시 어떠한 컨텐츠들을 넣어야 할 것인지 확인필요
- 온도스트레스 대응형 한우 생리지표 및 THI Chart 상용화 (20%)
- 논문, 학회 실적은 무리없이 진행되지만 특허 등록 3건의 경우 불가할 시 다른 논문실적으로 대



## 체할 수 있는 방법 확인

### ■ 제1협동: 충남대학교

- 생리지표지수 및 정자생리활성 기술 이용한 한우 번식우 수정율 및 수태율 상승 및 분만간격 단축기술 개발
- 번식효율 증진 기술의 산업화, 상용화
- IT 기반 사양시스템, 한국형 사료 자원 생산 시스템과 연계된 통합 온도스트레스 저감 한우 정밀 사양 시스템의 운영 및 상용화
  - 사업화, 산업화를 이루는 부분에서 카길측과 논의중이며 3월달안으로 협의예정
  - 지역별로 CNCPS 사료 기반을 가지고 접목한 사양결과와 접목하기 전의 사양결과를 비교해야할 것으로 보임
  - 충주목장, 충남대목장에서는 시연되고 있기 때문에 이제는 일반농가에서 접목시킬 수 있는 것을 진행해야함(카길측과 협의)
  - 평창에 드라발 자동급이기를 이용하여 사용하고 있지만 평가를 위해서는 반드시 1개 농가를 선정하여 실시하는 것을 보일 필요가 있음
- 현장검증, 기술이전 및 산업화에 총력을 할 계획임
- 논문 SCI 2건 예정

### ■ 제2협동: 서울대학교

- 2016년 7-10월 여름 더위스트레스 사양 및 대사실험 완료
- 2017년 1-4월 겨울 추위 스트레스 사양 실험 진행중(육성기, Glycerol 첨가)
  - THI가 어느정도 되었을 때 스트레스를 받는지 혹은 받지 않는지 검증시험 필요
  - 혈액 내 지표뿐만 아니라 모발에서 Cortisol 분석을 통해 연계하여 진행하는 것이 좋을것으로 보임
  - glycerol을 처리하였을 때 가격문제에 어떠한 영향을 끼칠지도 고려해야함
- SCI 논문 2건 투고, SCI 논문 2건 투고 예정
- 학술발표 계획 국내 1건, 국외(미국) 1건

### ■ 제3협동: 강원대학교

- CNCPS 지표 분석실시
- CNCPS 사양시스템용 국내 사료자원 사료성분표 제작
- 국립축산과학원 사료자원 DB와 연동
  - 부존자원 3종을 개발하는 것이 최종목표이므로 3종을 선정(커피, 쌀, 토마토 3종을 선정계획)
  - 커피부산물을 선정하면 어떻게 수집해서 사용할 수 있을것인지 Guide line을 제시
  - 농후사료보다는 부존자원이기 때문에 한우에서는 TMR 형태로 가는 것이 좋을 것
  - TMR에 배합하는 것으로 3종 제시를 하고 사양실험은 영양학적 Background를 가지고 진행한 계획을 짜서 계획해보는 것이 좋을 듯(번식우를 가지고 진행하면 좋을 것으로 보임)
- SCI 1편, 비SCI 편 투고 예정
- 홍보 3월에 진행예정

## 8. 8차 정기회의

2017년 4월 24일, 건국대학교 개최

### ■ 제1세부: 건국대학교

- Smart Farming system 운영평가 (80%)
- Smart Farming 수정, 보완 및 고도화 (40%)
  - 충남대 실험목장에서 진행하려고 했으나, 실제 최종평가에서 농가실증실험에 대한 부분이 지적될 수 있기 때문에 실제 푸리나측에서 급여하고 있는 농가(포천)에서 추가적인 실험을 진행할 필요가 있음
  - 스트레스 저감을 위해 개발된 사료(제 1협동)을 급여하여 비교할 수 있는 농가를 활용하여 정성적인 목표에 대한 결과를 제시할 필요성이 있음
  - 농가마다 시스템부분에 한계가 있지만 적어도 환풍기를 이용한 환경관리 부분은 반드시 이루어져야할 항목으로 보임
- Smart Farming system 상용화 (20%)
- 온도스트레스 대응형 한우 생리지표 및 THI Chart 상용화 (20%)
  - 현재 최종 4차년도이기 때문에 각 참여기업의 역할(사업화, 기술이전 등)이 가장 중요한 시기임
  - 정량적 성과는 어느정도 객관화 되는 지표이기 때문에 문제가 없지만, 정성적 성과의 경우는 어떠한 형태로든지 최종평가 전에 결과로 도출되어야함
  - 추후 3차 회의 때는 구체적으로 정성적 목표와 관련된 결과들을 토대로 논의할 예정임
  - 또한 4년동안 진행한 전체적인 연구 내용에 대한 Out line을 발표할 수 있는 시간을 가질 예정임
  - 서울대측에서 개발하고 있는 사료를 토대로 한 사양관리 가이드를 건국대와 공유하여 충남대측 사양관리시스템개발에 활용할 것
  - 특허 등록 3건의 경우, 특허청과 계속 논의를 진행하고 미달성시 타 성과로 대체할 방법 논의
  - 정책활용 성과에 대한 진행을 실시하고 예시로 다른기관에게 제시할 것

#### ■ 제1협동: 충남대학교

- 체외 및 체내 시험을 통해 입증된 최적화 기술을 적용한 번식 효율 증진 기술의 산업화, 상용화 (35%)
- 온도 스트레스 저감을 위한 IT 기반 통합 한우 번식우, 거세우 정밀사양시스템 개발 및 검증 (50%)
- 온도 스트레스 저감을 위한 한우 번식우, 거세우 정밀사양시스템의 산업화 (25%)
  - 미경산우를 이용한 실험에서 온도스트레스에 대한 factor는 없는 것으로 보이기 때문에 온도에 대한 효과를 보여줄 수 있는 방식으로 실험 성격을 변경할 필요성이 있음
  - 서울대학교에서 진행한 5가지 영양소 (지방구, 광물질 등)를 처리한 연구에서 특별하게 유의적으로 차이났던 결과는 없었지만, 현재 서울대에서 연구 중인 glycerol을 이용한 추가급여 실험을 통해 이번 혹서기에 사양실험을 진행하는 것을 고려해 봐야할 것으로 보임
- SCI 1편 진행중이며 수정률 제고와 관련된 논문, 특허 준비중
- 기타 지표(사업화, 기술이전 등)는 푸리나측과 논의하여 달성 가능하도록 협의할 것

#### ■ 제2협동: 서울대학교

##### (1) 정성적 현황

- 온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증 실험 및 실용화 (80%)
- 농가 실증 실험에서 영양생리학적 지표, 스트레스 및 면역 지표 개선 효과 검증 (0%)
  - glycerol을 첨가급여한 실험은 고온, 저온에서 완료하였으며 이번 여름철에 농가 실증실험을 계획 중에 있음 (6월 ~ 9월)
  - RUP, 지방 등 처리실험을 하였을 때 특별한 효과는 나타나지않았고 오직 glycerol 첨가실험에서

만 어느 정도 차이를 나타냄

- 충남대측 실증실험과 관련하여 일부의 사료에너지만을 glycerol과 대체하여 급여하는 사양시스템을 제공하여 기관 간에 협력을 도모할 예정임
- 정량적 지표는 달성 완료하였으며, 정책 활용 2건(온도스트레스에 의한 영양학적 관리, 환경시스템 관리) 진행중

### ■ 제3협동: 강원대학교

- CNCPS 지표 분석실시 (70%)
- CNCPS 사양시스템용 국내 사료자원 사료성분표 제작 (20%)
- 국립축산과학원 사료자원 DB와 연동하여 CNCPS 정밀 사양시스템을 이용할 수 있도록 개발 (20%)
- 선발된 농산, 가공부산물의 사료가치 실증실험(추가) (20%)
- 여러 가지 농산, 가공부산물을 이용하여 CNCPS 기법을 통해 접근한 결과는 선행연구가 없는 것으로 보임
- 한국형 농가부산물(쌀 찌레기)을 통한 사료가치 실증 실험 계획 중에 있으나 쌀 찌레기의 경우, 현재 한국 유통구조를 가지고 봤을 때 사료비 절감부분에는 맞지 않을 것으로 보임
- 또한, 일본 화우에서 많이 사용되고 있지만 우리나라에서는 수집하는데 많은 양을 할 수 없다는 한계성이 있음
- 현재까지 연구결과를 토대로 3가지의 부산물(커피박, 쌀 찌레기, 토마토 줄기)가 나왔지만 이 밖에도 효과가 있고 경제성이 있는 부산물이 있다면 그 부산물을 이용하여 연구 진행하는 것이 더 좋을 것으로 판단됨
- 또한, 학교 농가의 여건상 개체별 섭취량을 측정할 수 없다면 추후 논문작업에 있어서 한계점이 있기 때문에 이 부분 역시 고려하여 실험 디자인을 짜는 것이 좋을 것으로 보임
- 농후사료 급여량의 10%를 쌀 찌레기로 대체한다고 하였을 때 각 개체들이 사료를 전부 다 먹는다는 가정이 있어야 함. 만약 사료를 전부 다 먹지 않는다고 하였을 때는 그 섭취량에 따른 10%를 계산해야할 필요성이 있음
- 비 SCI 성과등록중이며 정책자료, 교육지도 2건도 곧 등록될 예정임

- Smart Farming system 운영평가
  - 경영 및 부가가치성 3P 분석 전체과제 공통 진행
- Smart Farming 수정, 보완 및 고도화 (60%)
  - 실제 최종평가 시 농가 실증실험에 대한 부분을 보완하기 위해 충남대 실험목장이 아닌 포천 정동목장에서 실험 진행중
  - 온, 습도 센서 및 제어장치(환풍기) 설치 완료되었으며 2017년 6월 26일부로 데이터 수집중
  - 여름철 THI Chart에 따른 스트레스 정도에 따라 농장 관리자와의 피드백을 통한 스트레스 저감 사양관리 진행할 예정(환풍기, 스프링클러, 사료급여량 증진 등)
- Smart Farming system 상용화 (40%)
  - 서울대 측에서 개발한 스트레스 저감 영양소 가이드라인과 THI Chart를 활용한 실제 농가에서의 Smart Farming system 진행중(서울대)
- 온도스트레스 대응형 한우 생리지표 및 THI Chart 상용화 (20%)
  - 현재 제시되어진 한국형 한우 THI Chart를 보완하기 위한 In vitro 실험 진행중(면역세포, 모근)
  - 정밀화한 THI Chart를 개발하기 위하여 여름철(7 - 9월)중 추가적인 대사실험 진행예정
  - 자동 모니터링 시스템(발목에 우보장치: 스트레스에 의한 이동거리 및 움직임 파악, 체온 모니터링 센서)을 통하여 THI Chart 상용화를 위한 실험 계획중(7 - 9월)
  - 또한 4년동안 진행한 전체적인 연구 내용에 대한 Out line을 발표할 수 있는 시간을 가질 예정임
  - 서울대측에서 개발하고 있는 사료를 토대로 한 사양관리 가이드를 건국대와 공유하여 충남대측 사양관리시스템개발에 활용할 것
  - 특허 등록 3건의 경우, 특허청과 계속 논의를 진행하고 미달성시 타 성과로 대체할 방법 논의
  - 정책활용 성과에 대한 진행을 실시하고 예시로 다른 기관에게 제시할 것

## 제2절 연구개발 추진 체계



### 제 3절 연구성과

○ SCI급 논문 16건, 비 SCI급 논문 11건(1건 추가달성중), 국내외 학술발표 37건 발표

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	I.F	SCI여부(SCI/비SCI)
1	Seasonal Variation in Carcass Characteristics of Korean Cattle Steers	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	M. Y. Piao	28(3)	대한민국	0.756	SCI
2	Enhancement of daily gain and feed efficiency of growing heifers by dietary supplementation of beta;-mannase in Hanwoo (Bos taurus coreanae)	Livesotck Science	J. K. Seo	188	Netherlands	1.377	SCI
3	Comparison of models for estimating methane emission factor for enteric fermentation of growing-finishing Hanwoo steers	Springerplus	N. C. Jo	5	Germany	1.130	SCI
4	Effects of Ambient Temperature on Growth Performance, Blood Metabolites, and Immune Cell Populations in Korean Cattle Steers	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	H. J. Kang	29(3)	대한민국	0.756	SCI
5	Improvement of Milk Fatty Acid Composition for Production of Functional Milk by Dietary Phytoncide Oil Extracted from Discarded Pine Nut Cones (Pinus koraiensis) in Holstein Dairy Cows	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	M. J. Kim	29(12)	대한민국	0.756	SCI
6	Effects of road transportation on	Animal Science Journal	H. J. Kang	87(4)	일본	1.045	SCI

	metabolic and immunological responses in Holstein heifers						
7	Social relationships enhance the time spent eating and intake of a novel diet in pregnant Hanwoo ( <i>Bos taurus coreanae</i> ) heifers	PeerJ	D. H. Shin		England	2.177	SCI
8	Estimation of methane emission factor for enteric fermentation of growing-finishing Hanwoo steers using the IPCC Tier 2 approach	PeerJ	N. C. Jo		England	2.183	SCI
9	Effects of water addition to total mixed ration on water intake, nutrient digestibility, wool cortisol and blood indices in Corriedale ewes	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	J. G. Nejad	30(10)	대한민국	0.971	SCI
10	Effects of ambient temperature and dietary glycerol addition on growth performance, blood parameters and immune cell populations of Korean cattle steers	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	H. J. Kang	29(10)	대한민국	0.756	SCI
11	Lithium chloride's inhibition of 3T3-L1 cell differentiation through regulating the Wnt/ $\beta$ -catenin pathway and enhancing Villin 2 expression	Food science and Biotechnology	Y. Y. Chi	25(4)	대한민국	0.699	SCI
12	Expression and function of transcription factor AP2 gamma in Early Embryonic Development of porcine pathenotes	Reproduction Fertility and development	S. H. Lee	27(8)	Australia	2.135	SCI
13	Effects of prolonged exposure of mouse embryos to elevated temperatures on embryonic developmental competence	Reproductive Biomedicine Online	A. Dasar i	31(2)	England	3.015	SCI
14	Determination of	Journal of	D. C.	6(1):	China	2.052	SCI

	reference intervals for metabolic profile of Hanwoo cows at early, middle and late gestation periods	Animal Science and Biotechnology	Piao	9			
15	Heat-shock protein beta 1 regulates androgen-mediated bovine myogenesis	Biotechnology Letters	Q. K. Zhang	36(6)	Netherlands	1.591	SCI
16	Correlation between blood, physiological and behavioral parameters in beef calves under heat stress	Asian-Australasian Journal of Animal Sciences	W. S. Kim	accepted	대한민국	0.971	SCI
17	Identification of proteins involved in the pancreatic exocrine by exogenous ghrelin administration in Sprague-Dawley rats	Journal of animal science and technology	K. H. Lee	56(6)	대한민국		비SCI
18	사일리지용 옥수수의 건물수량에 영향을 미치는 기후요인 탐색	한국농림기상학회지	팽경륜	17(3)	대한민국		비SCI
19	한우의 번식실태평가 및 번식우 생산성 분석	한국수정란이식학회지	조재성	30(3)	대한민국		비SCI
20	한우 미경산우의 인공수정 적기 예측을 위한 체측활용	한국수정란이식학회지	최인철	31(3)	대한민국		비SCI
21	분만간격과 산차를 중심으로 한국 재래종인 한우의 번식능력 분석	한국수정란이식학회지	조재성	31(3)	대한민국		비SCI
22	Role of ghrelin in the pancreatic exocrine secretion via mitogen-activated protein kinase signaling in rats	Journal of animal science and technology	K. H. Lee	59(16)	대한민국		비SCI
23	A yield estimation model of forage rye based on climate data by locations in South Korea using general linear model	Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science	J. L. Peng	36(3)	대한민국		비SCI
24	Effects of Feeding High- and low-forage diets containing different forage sources on rumen fermentation characteristics and blood parameters in	Journal of Animal Science and Technology	J. L. Peng	37(1)	대한민국		비SCI



	non-pregnant dry Holstein cows					
25	Evaluation of feed value of a by-product of pickled radish for ruminants: analyses of nutrient composition, storage stability, and in vitro ruminal fermentation	Journal of animal science and technology	S. Y. Jeon	58(34)	대한민국	비SCI
26	Behavioral and physiological changes during heat stress in Corriedale ewes exposed to water deprivation	Journal of animal science and technology	J. G. Nejad	59(13)	대한민국	비SCI
27	이유시기가 한우 송아지의 발성빈도에 미치는 영향	축산시설환경학회지	이규호	20(4)	대한민국	비SCI
28	반추동물 사료 내 탄닌의 첨가가 메탄 발생량 및 사양 성적에 미치는 영향	Journal of animal science and technology	S. Y. Jung	투고중	대한민국	비SCI

번호	발표명	학회명	발표자	발표일시	장소/국명	비고
1	Effect of heat stress environment on the blood parameters and behavior pattern in Korean native calves	SAADC 2015	김원섭	2015.10.27.	파타야/태국	
2	Relationship between blood parameters, physiological changes and behavior pattern in Korean native steers under cold stress	2016 JAM	김원섭	2016.07.21.	솔트레이크시티/미국	
3	Correlation between blood protein and physiological parameters in beef calves under heat stress	2017 JAM	김원섭	2017.07.09.	볼티모어/미국	
4	Effects of Saccharomyces Boulardii-based feed	2017 JAM	이재성	2017.07.10.	볼티모어/미국	

	additive on performance, hormone level, diarrhea scoring and fecal microbial population					
5	Analysis of p21 dependent damage response and development in X-ray irradiated mouse zygotes	6th ASM OGSHK and Ovarian Club VII	최인철	2016.05.21.	홍콩	
6	A phosphodiesterase inhibitor, Zardaverine enhances motility of frozen-thawed porcine sperm	4th World Congress of Reproductive Biology	정지연	2017.09.27.	오키나와/일본	
7	Effect of glycerol supplementation and ambient temperature on growth and metabolic and immunological responses in Korean cattle steers	2015 JAM	강혁중	2015.07.12.	플로리다/미국	
8	Effects of rumen undergradable protein supplementation and ambient temperature on growth performance and blood metabolites in Korean cattle steers	2016 JAM	강혁중	2016.07.21.	솔트레이크시티/미국	
9	Inverse Correlation of Blood Glucose and Non-Esterified Fatty Acid Concentrations with Ambient temperature in Korean Cattle Steers	The 17th Asian-Australian Association of Animal Production Societies Animal Science congress	강혁중	2016.08.22.	후쿠오카/일본	
10	Effect of ambient temperature on growth and feed efficiency in korean cattle steers	The Asian-Australian association of animal production societies	강혁중	2014.11.12.	인도네시아	
11	Effects of ambient temperature and glycerol supplementation on growth performance in Korean cattle steers	2017 JAM	강혁중	2017.07.10	볼티모어/미국	
12	Effect of Dietary Glycerin on Growth PErformance and Blood Parameters in Korean Cattle Steers	The 17th Asian-Australian Association of Animal Production Societies	박민우	2016.08.22.	후쿠오카/일본	

		Animal Science congress				
13	Monthly and seasonal variation of Yield Grade Frequency of eight years in Korean Cattle steer carcasses	The Asian-Australian association of animal production societies	박민우	2014.11.12.	인도네시아	
14	Changes in cold stress related-indicators at different environment in Korean native cattle	한국축산학회	김원섭	2014.06.27.	대한민국	
15	Development of temperature humidity index (THI) for Korean native calves under heat stress	한국축산학회	김원섭	2015.08.25	대한민국	최우수상
16	Relationship between blood parameters and physiological changes in Korean native steers under heat stress	한국축산학회	김원섭	2016.06.24.	대한민국	우수상
17	Analyzing the mRNA profile of Korean native calves' hair follicles: A promising approach as stress indicator	한국축산학회	김원섭	2017.06.29.	대한민국	최우수상
18	Feed value evaluation of plant and fruit by-product on in vitro rumen fermentation characteristics and digestibility	한국반추위미생물연구회	장하라	2015.08.03.	대한민국	
19	한우 우사에서 환기제어를 위한 온습도에 관한 연구	한국축산환경학회	이원현	2015.09.11.	대한민국	
20	한우 우사에서 카메라를 이용한 실시간 위치추적에 관한 연구	한국축산환경학회	이원현	2015.09.11.	대한민국	
21	착유우의 행동과 열 스트레스 및 산유량과의 상관성에 관한 연구	한국축산학회	강다영	2016.06.24.	대한민국	
22	유기낙농의 유생산성 및 영양소 균형 평가에 관한 연구	한국축산학회	장하라	2016.06.24.	대한민국	
23	한우 송아지의 이유방식이 증체량과 사료섭취량 및 울음빈도에 미치는 영향	한국축산학회	이원현	2016.06.24.	대한민국	
24	한우농장에서 자동화장치 개발을 위한	한국축산환경학회	이원현	2016.10.25.	대한민국	

환경측정시스템						
25	Expression pattern of CXADR and its biological functions during mouse early embryo development	한국분자세포생물학회	정예린	2015.09.21.	대한민국	
26	Estimation of Pregnancy and Timing using Body Measurements after AI in Korea Native Heifers	한국동물번식학회	최인철	2016.06.16.	대한민국	
27	혹서기에 사료의 당합성능(glucogenicity)의 차이가 한우 암소 육성우의 번식 성적에 미치는 영향	한국축산학회	강현민	2017.06.30.	대한민국	
28	Expression analysis of HSPs and PRDXs response to heat stress in Zebrafish Ovary	한국동물번식학회	최인철	2017.06.22.	대한민국	
29	Effects of transportation, castration, and temperature stresses on growth and metabolic and immunological responses in cattle	한국반추위미생물연구회	강혁중	2015.08.03.	대한민국	
30	수송, 거세, 온도 스트레스가 성장, 대사물질, 면역 반응에 미치는 영향	한국축산학회	강혁중	2015.08.25.	대한민국	
31	Glycerol 첨가와 우사 온도가 한우의 성장률과 혈중 대사물질 및 면역세포 population에 미치는 영향	한국축산학회	강혁중	2015.08.25.	대한민국	
32	여름철 외기온도 및 glycerol 첨가가 한우의 성장, 혈액 성상에 미치는 영향	한국축산학회	강혁중	2016.06.23.	대한민국	
33	Effects of Cold temperature and glycerol supplementation on Growth performance in growing Korean cattle steers	한국축산학회	강혁중	2017.06.30.	대한민국	
34	사료 내 글리세린 첨가가 한우 거세우의 생산성과 도체특성에 미치는 영향	한국축산학회	박민우	2016.06.23.	대한민국	
35	Monthly and seasonal variation of quality grade frequency of recent 8 tears in Korean cattle steer carcasses	한국축산학회	박민우	2014.06.27.	대한민국	
36	한우에서 거세와 완화제 처리가 증체 및 대사생리적 요인에	한국축산학회	박승주	2015.08.25.	대한민국	

	미치는 영향					
37	Effects of cold temperature and fat supplementation on rumen microbial populations in Korean cattle	한국축산학회	나상원	2017.06.29.	대한민국	

○ 특허출원 5건, 특허등록 1건, 기술이전 5건, 제품화 2건 달성, 특허등록 4건 심사중

번호	구분	명칭	국명	소속기관	출원일	출원번호	비고
1	특허등록	한국형 한우의 고온 스트레스 지표 및 그 개발방법	대한민국	건국대	2017.06.12.	10-1748489	
2	특허출원	한우의 저온 스트레스를 저감하기 위한 한우 사양 방법	대한민국	건국대	2016.08.11.	10-2016-0102221	등록심사중
3	특허출원	한국형 한우의 고온 스트레스 지표 및 그 개발 방법	대한민국	건국대	2015.08.07.	10-2015-0111755	등록심사중
4	특허출원	소 모근 내 RNA 추출 방법 및 소의 스트레스 분석 방법	대한민국	건국대	2017.11.03.	10-2017-0146118	등록심사중
5	특허출원	소의 통증 또는 염증 검출용 혈중 지표 및 이를 이용한 통증 및 염증 완화 방법	대한민국	서울대	2016.07.19.	10-2016-0091334	등록심사중
6	특허출원	소에서 스트레스 상황별 혈중 코티솔 농도 측정 방법	대한민국	서울대	2015.02.09.	10-2015-0019499	등록심사중
7	기술이전	IT 기반 온도스트레스 저감형 기능성 사료첨가제	대한민국	건국대	2017.07.13		(주)푸른틀이엠
8	기술이전	온도스트레스 저감에 효과가 있는 복합생균제 균주	대한민국	건국대	2017.07.13.		(주)푸른틀이엠
9	기술이전	한우 번식우의 번식 효율 증진을 위한 글루코제닉 사료 제조 기술	대한민국	충남대	2017.11.15.		(주)카길애그리퓨리나
10	기술이전	한우 비육우의 비육 후기 성적 개선을 위한 고단백질 사료 제조 기술	대한민국	충남대	2017.11.15.		(주)카길애그리퓨리나
11	기술이전	한우 거세 스트레스 저감을 통한 반추동물 복지 증진 기술	대한민국	서울대	2017.03.06.		(주)카길애그리퓨리나

12	사업화	번식우_글루코제닉 사료	대한민국	충남대	2017.11.15.	(주)카길애그리퓨리나
13	사업화	비육우_고단백사료	대한민국	충남대	2017.11.15.	(주)카길애그리퓨리나

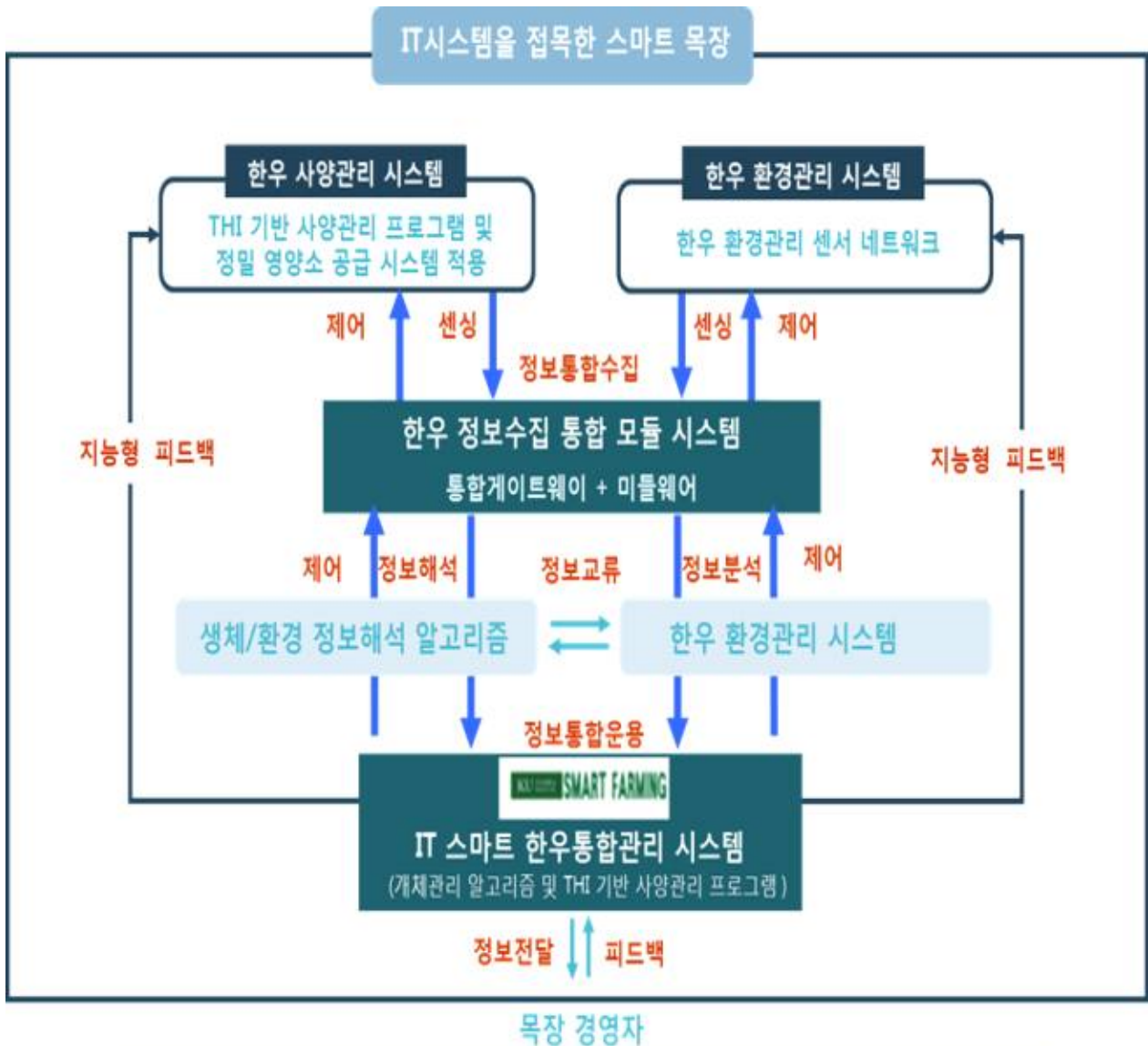
○ 교육지도 7건, 정책활용 8건, 홍보실적 2건, 홍보계획 1건, 수상실적 3건, 저작권 1건 달성

번호	구분	명칭	국명	소속기관	일자	비고
1	교육지도	한우사육시설	대한민국	건국대	2017.04.19	축산업종사자
2	교육지도	친환경한우사육	대한민국	건국대	2017.04.25.	축산업종사자
3	교육지도	축산환경컨설팅트 심화교육 “친환경축산”	대한민국	건국대	2017.09.15.	축산환경관리원
4	교육지도	반추동물복지와 스트레스	대한민국	서울대	2016.04.29.	영양사료업계
5	교육지도	한국우병학회 제21차 정기총회 및 학술대회	대한민국	서울대	2016.05.10.	수의학과교수 및 업계
6	교육지도	조사료생산과 이용	대한민국	강원대	2015.03.04.	축산업종사자
7	교육지도	축산농가 경영안정을 위한 조사료 자급 체계 구축 방안 모색	대한민국	강원대	2017.07.22.	축산업종사자
8	정책활용	여름철 기후환경에 따른 혹서기 한우 사양관리 가이드라인 제시	대한민국	건국대	2017.06.23.	농림축산검역본부
9	정책활용	겨울철 기후환경에 따른 혹한기 한우 사양관리 가이드라인 제시	대한민국	건국대	2017.06.23.	농림축산검역본부
10	정책활용	국내 밀도정부산물의 용어 정립	대한민국	충남대	2017.10.13.	농림축산식품부
11	정책활용	사료표준분석방법 중 NDF	대한	충남대	2017.10.13.	농림축

		분석방법 개정 제안	민국			산식품부
12	정책활용	동물복지 축산농장 인증기준 및 인증 등에 관한 세부실시요령' 중 한우, 육우 농장 인증기준 추가 제안(우사환경)	대한민국	서울대	2017.06.14.	농림축산검역본부
13	정책활용	동물복지 축산농장 인증기준 및 인증 등에 관한 세부실시요령' 중 한우, 육우 농장 인증기준 추가 제안(사료급이)	대한민국	서울대	2017.06.14.	농림축산검역본부
14	정책활용	미강 싸래기를 이용한 농후사료 대체 및 활용효과	대한민국	강원대	2017.11.13.	춘천시농업기술센터축산과
15	정책활용	방울토마토부산물(줄기)의 사일리지 조제를 통한 사료비 절감 및 농산부산물 활용 효과	대한민국	강원대	2017.11.13.	춘천시농업기술센터축산과
16	홍보실적	한우를 위한 명작 '퓨리나 한우사랑' 개발	대한민국	충남대	2017.11.15	축산신문
17	홍보실적	상식과 원칙에 따른 목장관리가 기본이다	대한민국	강원대	2017.03.01.	월간낙농, 육우
18	홍보계획	한국형 한우 THI Chart의 의의와 활용방안	대한민국	건국대	2018.01	월간한우
19	인력양성	석사과정	대한민국	충남대	2014.08.25	
20	수상실적	한국축산학회 구두발표 반추영양 부분 최우수상	대한민국	건국대	2015.08.26	
21	수상실적	한국축산학회 구두발표 반추영양부분 우수상	대한민국	건국대	2016.06.24	
22	수상실적	한국축산학회 포스터발표 최우수상	대한민국	건국대	2017.06.30.	
23	저작권(소프트웨어)	한우정밀사양시스템 웹사이트	대한민국	충남대	2017.11.22.	한국저작권위원회

## 제 4절 연구개발 내용

### 1. 정밀 사양관리 시스템의 정보 흐름도



본 과제에서 구현하고자 하는 한우 사양 IT 통합 정밀 사양관리 시스템의 정보 흐름도



## 2. 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발 및 지표를 활용한 IT 기반 통합 목장관리 시스템 개발(제1 세부)

### 가. 온도스트레스 저감을 위한 한우용 THI Chart 개발

#### (1) 온도스트레스 관련 생리지표 및 행동 모니터링 항목 선정 조사

본 연구를 수행하기에 앞서 한우의 온도스트레스 관련 생리지표 및 행동 모니터링 항목을 선정하기 위해 국내 및 국외 선행연구 조사를 하였다. 선행연구 조사를 통해 얻어진 온도 스트레스 관련 생리지표 변화 및 행동 모니터링 항목은 다음 표 1-1, 표 1-2에 요약하였음.

#### (가) 온도스트레스 관련 생리지표 변화에 대한 항목 선정 조사

본 연구에서는 소의 온도스트레스와 관련된 국내외 연구논문을 조사하여 혈중 모니터링이 가능한 생리지표 항목을 표 1-1와 같이 선정하였음.

표 1-1. 온도스트레스에 따른 생리지표 변화에 대한 선행연구 결과

Classification	Item	Species	Response to Heat/cold-Stress	Reference
<b>Behavior Index</b>	Heart rate (HR)	Holstein cows	Increase/decrease	Zimbelman, 2008
	Rectal temperature (RT)	Holstein cows	Increase/decrease	Zimbelman,2008; Ozawa et al., 2005
	Water intake	Holstein cows, Goat	Increase/decrease	Zimbelman, 2008; Ozawa et al., 2005
	Feed intake	Holstein cows, Goat	Decrease/increase	Zimbelman, 2008; Ozawa et al., 2005
<b>Hematology</b>	Hematocrit (PCV)	Dairy cows	Decrease/increase	Belic Branislava, 2010
	WBC	Dairy cows	Decrease/increase	Belic Branislava, 2010
	Hemoglobin	Dairy cows Beef cattle	Decrease/increase	Belic Branislava, 2010 J.H. Gutierrez, 1971
	MCV	Dairy cows	Decrease/increase	Belic Branislava, 2010
	Platlet	Dairy cows	Decrease/increase	Belic Branislava, 2010
<b>Plasma metabolites</b>	Glucose	Heifers, Cows	Decrease/increase	Sheab-El-Deen et al., 2010; Wheelock et al., 2010
	Creatine	Holstein cows	Increase/decrease	Schneider et al., 1988

	Albumine	Dairy cows	Decrease/increase	U. bernabucci, 2005
	Cholesterol	Heifers, Cows	Decrease/increase	Sheab-El-Deen et al., 2010;
	BUN	Steer, Heifers, Cows	Increase	Sheab-El-Deen et al., 2010;
	ALP	Holstein heifers	Decrease/increase	Toharmat and Kume, 1997
<b>Plasma Hormones</b>	Cortisol	Holstin cows	Increase/decrease	G.I. Christison, 2004
	Insulin	Holstein cows	Increase/decrease	Wheelock et al., 2010

본 연구를 진행하기에 앞서 온도스트레스에 따른 생리지표항목에 대한 선행연구 결과는 표 1-1과 같음.

선행연구 결과에 따르면 생리지표 중 혈액분석으로 적/백혈구 수치 증감, 혈소판 수치 증감, Glucose, BUN, Creatine의 증가 및 감소를 통해 한우의 스트레스 판단 유무지표로 선택하였다. 또한 혈액 내 가장 중요하게 생각하고 있는 혈액 내 스트레스 관련 호르몬인 Cortisol를 혈액을 이용하여 스트레스 판단 지표로 선택하였음.

(나) 온도스트레스 관련 행동 변화에 대한 항목 선정 조사

본 연구에서는 소의 온도스트레스와 관련된 국내외 연구논문을 조사하여 행동 모니터링이 가능한 항목을 표 1-2과 같이 선정하였음.

표 1-2. 온도스트레스에 따른 행동 지표에 대한 선행연구 결과

Behavior	Response to heat/cold stress	Reference
Standing (기립)	increase/decrease	HILLMAN P.E, 2005
Walking (걷기)	increase	F. Lopez-Gatius, 2004
Lying Down (눕다)	decrease	HILLMAN P.E, 2005
Lying Flat (엎드리다)	increase	HILLMAN P.E, 2005
Eating (먹다)	decrease	C.T. Kadzere, 2002
Drinking (음수)	increase	C.T. Kadzere, 2002
Rumination (반추횃수)	decrease	Braun U, 2008
Tail wagging (꼬리 흔들기)	increase	C.T. Kadzere, 2002
기타 abnormal behavior (발길질, 들이받음)	increase	Price et al., 2003

본 연구를 통하여 선정된 한우의 온도스트레스에 따른 행동지표 항목은 표 1-2에 제시하였음.

행동지표는 선행 연구 논문등을 통하여 Standing(기립 횃수), Walking(걷는 량), Lying down(눕다), Feed intake(사료 섭취량), Water intake(음수량), Rumination(반추 횃수)의 증감을 분석했으며 행동 모니터링은 모니터링 시스템이 구축되어 행동지표 분석이 가

능한 상태로 건국대 충주 실습 목장에서 분석을 실시하였음.

(2) 한우 성장단계 및 지역별 온도 및 습도 변화에 따른 생리지표 및 행동변화 조사

(가) 한우 성장단계별 온도 및 습도 변화에 따른 생리지표 및 행동변화 조사

본 연구에서는 1차 년도에 목표인 온도 변화에 따른 동물 개체의 생리적 변화를 탐지할 수 있는 지표를 개발하기에 앞서 한우의 성장단계에 따라 온도 및 습도 변화에 따라 어떠한 스트레스를 받는지에 대한 선행 평가를 실시하였음. 성장단계는 송아지(6~7개월), 거세우(12~13개월), 번식우(12~13개월) 세 그룹으로 나누어 실시하였으며 분석 항목은 각 샘플 채취시의 환경(온, 습도, 풍속)과 혈액, 모근, 행동 모니터링 등을 실시하였음.

○ 재료 및 방법

성장단계별 온도 및 습도 변화에 따른 생리지표 및 행동변화를 보기 위하여 본 연구에서는 전라도에 있는 정읍 서우농장을 선정하여 실험에 이용될 혈액, 모근 등을 채취하였고 온도변화에 따라 행동 모니터링을 통해 행동지표에 어떠한 변화가 있는지 확인하고자 하였음. 외부 환경은 샘플링 시기에 맞추어 기상청에 표기된 외기온도와 농장 내부의 온도를 같이 파악 하였으며 밑 <표 1-3>에서 보는 것과 같이 외기온도와 농장 내부온도 사이에는 다소 차이가 있는 것으로 나타남.



<전라도 정읍 서우농장에서의 샘플채취 광경>

표 1-3. 혈액 및 모니터링 당시 외부환경

정읍	12월	1월	4월	7월
온도(° C)	3	1.44	25.43	31.25
상대습도(%)	55.3	71.91	34.49	67.6
풍속(m/s)	0	0	0	0
<b>THI</b>	<b>42.5</b>	<b>41.7</b>	<b>69.66</b>	<b>78.19</b>

- 공시동물 : 송아지(6~7개월), 번식우(12~13개월), 거세우(12~13개월) 각 10두 총 30

두

- 공시동물은 생육별 단계에 따른 생리 지표변화를 보기 위하여 송아지(6~7개월령)와 거세우(12~13개월령), 번식우(12~13개월령)를 선정하였으며 송아지 10두, 거세우 10두, 번식우 10두 총 30두를 이용하였음.

• 시험 장소 및 방법 : 전라도 정읍 서우농장

생육단계에 따른 한우의 스트레스 지표 변화를 알아보기 위하여 겨울철(12월, 1월), 최적환경(4월) 그리고 여름철(7월 하순)때의 각 실험군의 결과를 비교하였으며 각 샘플링 당시의 온, 습도를 측정하여 THI 지수를 측정하였고,  $(THI=1.8 \times \text{degree} + 32 - 0.55(1 - RH/100) \times (1.8 \times \text{degree} - 26))$ , (J.Anim. 2010)혈액은 20 ml syringe를 이용하여 경정맥에서 직접 채혈하였음. 채혈된 혈액은 혈청 tube(BD Vacutainer CAT) 과 전혈 tube(BD Vacutainer Sodium Heparin)를 사용하여 각각 두 수별로 분리하였음. 혈액은 채혈 직후 4° C에 보관하였고, 원심분리기(3,000 rpm, 20 min, 4° C)를 이용하여 혈청분리를 실시하였음. 분리된 혈청은 -70° C deepfreezer에 보관하였음. CBC(Complete Blood Cell)검사는 HM2(VetScan HM2 Hematology System)를 이용하여 채혈 직후에 분석하였고, MPT(Metabolic Profile Test)검사는 혈청을 가지고 Blood analyzer(Toshiba acute Biochemical analyzer)를 이용하여 분석하였음. 스트레스 관련 지표 호르몬인 Cortisol은 혈청을 가지고 Bovine Cortisol ELISA test kit(Endocrine technology)을 이용하여 분석하였음. 모근은 Laboratory forceps를 이용하여 소의 정수리 부근에서 모근을 1.5 ml tube에 채취하였음.

• 통계분석

실험 결과에 대한 통계처리는 JMP 5.0 프로그램을 이용하여 raw data를 토대로 student's t 검정과 Tukey HSD 검정을 이용하여 P<0.05에 유의성을 두고 통계처리를 실시하였음.

○ 실험 결과 및 고찰

• Complete Blood Cell count (CBC) 분석

한우의 성장단계별 온도 및 습도 변화에 따른 CBC 분석 결과를 살펴보면 역시 최적 환경인 4월에 비해 12월 또는 1월의 백혈구, 혈소판, 헤마토크리트 수치가 높게 나타나는 경향을 나타낸 것으로 보아 환경적으로 저온 일 때가 최적 환경에 비하여 스트레스를 적게 받는 다는 것을 알 수 있었다. 하지만 고온 다습한 7월의 결과는 4월의 결과와 유의적인 차이는 보이지 않았음.

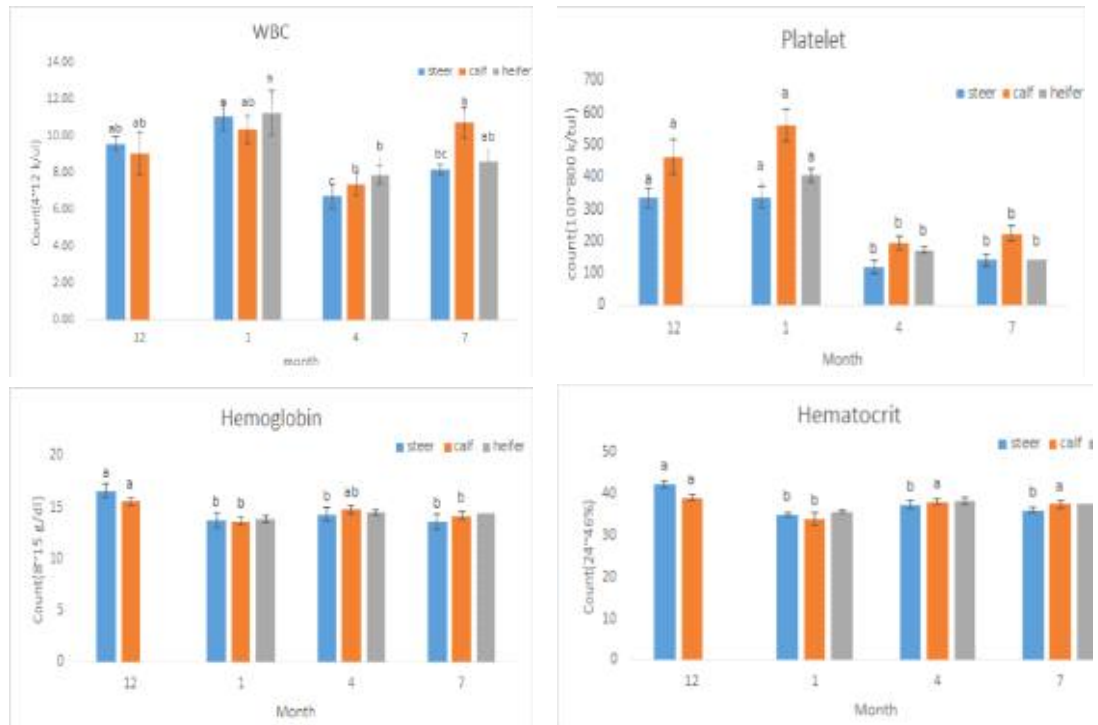


그림 1-1. 한우의 성장단계별 온도 및 습도 변화에 따른 전혈중 CBC분석 결과  
 a,b는 송아지와 거세우 및 번식우에 있어서 12, 1, 4, 7월을 비교하여 P<0.05의 유의수준을 나타낸 것임

- 혈중 대사산물 분석

성장 단계별로 혈중 대사산물의 변화 양상을 살펴보면 혈중 대사지표인 glucose 수준이 4월(최적환경)에 비해 12, 1월(저온환경)에 증가하는 경향을 나타내었고 albumin과 creatine 같은 경우는 오히려 감소하는 경향을 나타내었음.

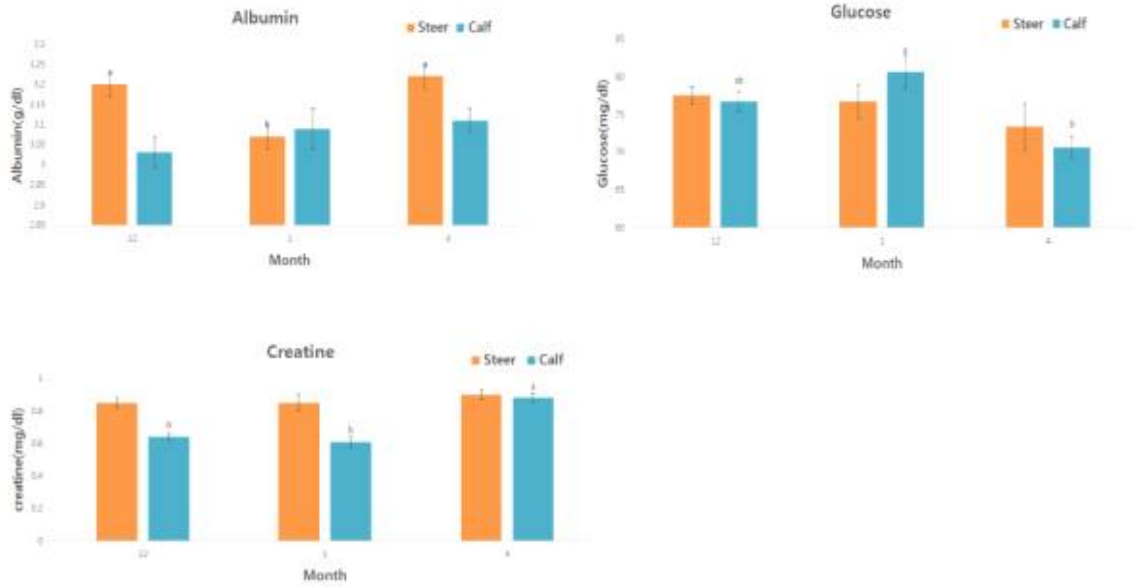


그림 1-2. 한우의 성장단계별 온도 및 습도 변화에 따른 혈중 대사산물의 분석 결과<sup>a,b</sup>는 송아지와 거세우에 있어서 12, 1, 4를 비교하여 P<0.05의 유의수준을 나타낸 것임

- 혈중 Cortisol 수준 분석

혈중 cortisol 수준을 분석한 결과, 통계적 유의차는 보이지 않았으나 거세우와 송아지, 번식우 세 그룹 모두 스트레스 관련 호르몬인 cortisol 수치가 최적환경(4월)에 비해 저온환경(12, 1월)일 때 높은 수치를 나타내는 것으로 확인되었음. 이는 한우의 성장단계에 관계없이 환경에 따라 최적 환경일 때 보다 저온환경에서 스트레스를 더 받는 다는 결과로 나타낼 수 있음.

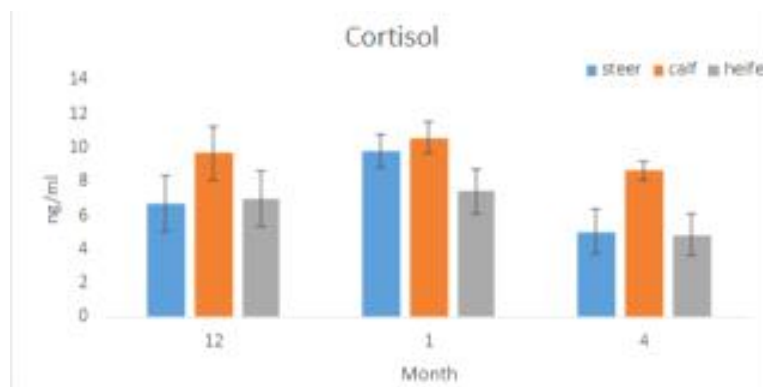


그림 1-3. 한우의 성장단계별 온도 및 습도 변화에 따른 혈중 cortisol의 분석 결과

선행연구들을 보면 저온 및 고온 스트레스를 받은 가축들은 사료 섭취량이나 생리적 변화를 통해 가축의 생산성을 감소시킨다고 보고된 바가 있음(Young, 1981; Kadzere et al., 2002; Fabio and Rex, 2003; Honeyman et al., 2010).

본 연구에서는 한우에 있어서 성장 단계별로 환경에 따라 스트레스를 얼마나 받는지 생리적 변화지표를 자료조사를 통하여 선정하여 이를 검증하고자 실시하였음. 검증 결과 혈중 대사산물과 스트레스 호르몬인 cortisol 분석 그리고 전혈을 이용한 CBC 분석결과는 확실히 최적온도에 비해 저온환경인 겨울철에 스트레스를 더 받는 것으로 나타났지만 어느 한 가지 항목에 의하여 정확하게 스트레스를 반영하지 않고 있음을 확인 할 수 있었음. 아울러 성장 시기가 다를지라도 환경온도 및 습도의 변화에 따른 생리지표의 반응이 유사함을 확인할 수 있었음 따라서 고온 및 저온관련 스트레스 모니터링은 다양한 방법으로 측정 되어야 할 것으로 사료됨.

#### (나) 지역별 온도 및 습도 변화에 따른 생리지표 및 행동변화 조사

본 연구는 우리나라의 같은 시기일지라도 지역에 따라 우사내 환경차이가 나타나는 특성을 고려하여 한우 거세우에 있어서 동일시기 지역별 온도 및 습도 변화에 따른 생리지표 및 행동 변화를 조사하기 위하여 실험을 실시하였음. 지역은 북부지역(경기도 포천)과 중부지역(충남 청양), 남부지역(전남 정읍)으로 나누어 비교하였으며 비교 시험축은 거세우(12~13개월령)를 공시하여 실험을 실시하였음.

##### ○ 재료 및 방법

- 공시 동물 : 거세우 (12~13개월령) 총 40두
- 시험 장소 : 북부지역(경기도 포천), 중부지역(충남 청양), 남부지역(전남 정읍)  
환경에 따른 지역별 온, 습도 차이에 의한 생리지표변화를 관찰하기 위하여 북부(경기도 포천), 중부(충남 청양), 남부(전남 정읍)지역으로 나누어 샘플링을 실시하였음.

##### • 실험 방법

지역에 따른 한우의 스트레스 지표 변화를 알아보기 위하여 북부, 중부, 남부지역의 각 실험군의 결과를 비교하였으며 각 샘플링 당시의 온, 습도를 측정하여 Temperature Humidity Index(THI)<sup>1)</sup> 값을 아래의 공식을 이용하여 계산하였음.

$$^1)THI = 1.8 * degree + 32 - 0.55(1 - RH/100) * (1.8 * degree - 26) \quad J.Anim. \quad 2010 \quad \text{참조}$$

혈액은 20 ml syringe를 이용하여 경정맥에서 직접 채혈하였음. 채혈 된 혈액은 혈청채취용 튜브(BD Vacutainer CAT)와 전혈채취용 튜브(BD Vacutainer Sodium Heparin)를 사용하였음. 채혈된 혈액은 채혈 직후 4° C에 보관하였고, 원심분리기(3,000 rpm, 20 min, 4° C)를 이용하여 혈청분리를 실시하였다. 분리된 혈청은 분석 전까지 -70° C deep-freezer에 보관해 두었음.

CBC(Complete Blood Cell)검사는 HM2(VetScan HM2 Hematology System)를 이용하여 채혈 직후에 분석하였고, 혈중 대사산물 분석은 혈청을 가지고 Blood analyzer(Toshiba acute Biochemical analyzer)를 이용하여 분석하였음.

스트레스관련 지표 호르몬인 Cortisol은 혈청을 가지고 Bovine Cortisol ELISA test kit(Endocrine technology)을 이용하여 분석하였음.

- 통계 분석

실험 결과에 대한 통계처리는 JMP 5.0 프로그램을 이용하여 raw data를 토대로 student's t 검정과 Tukey HSD 검정을 이용하여  $p < 0.05$ 에 유의성을 두고 통계처리를 실시하였음.

○ 실험 결과 및 고찰

- 북부 및 남부의 12월 외기환경에 따른 생리지표 변화 평가

표 1-4. 12월 실험당시 외부 온, 습도 및 THI 환경

12월	북부(포천)	남부(정읍)
농가온도, 외기온도(° C)	6 (-4.6 )	3(-1.7)
상대습도(%)	35~42	55.3
풍속(m/s)	0	0
<b>THI</b>	<b>42~46</b>	<b>42.5</b>

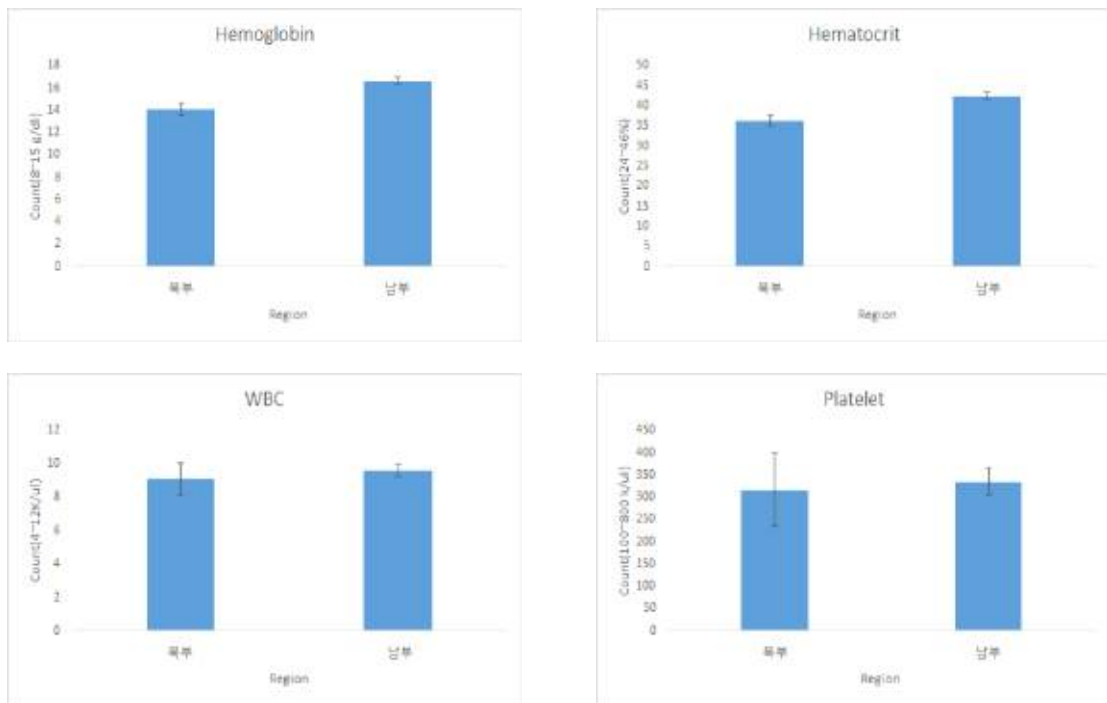


그림1-4. 12월달 지역별 한우 거세우의 CBC 분석 결과

- 북부 및 남부의 1월 외기환경에 따른 생리지표 변화 평가

표 1-5. 1월 실험 당시 외부 온, 습도 및 THI



1월	북부(포천)	남부(정읍)
온도(° C)	5.7~8.8	1.44
상대습도(%)	22~26	71.91
풍속(m/s)	0	0
THI	43~46	41.7

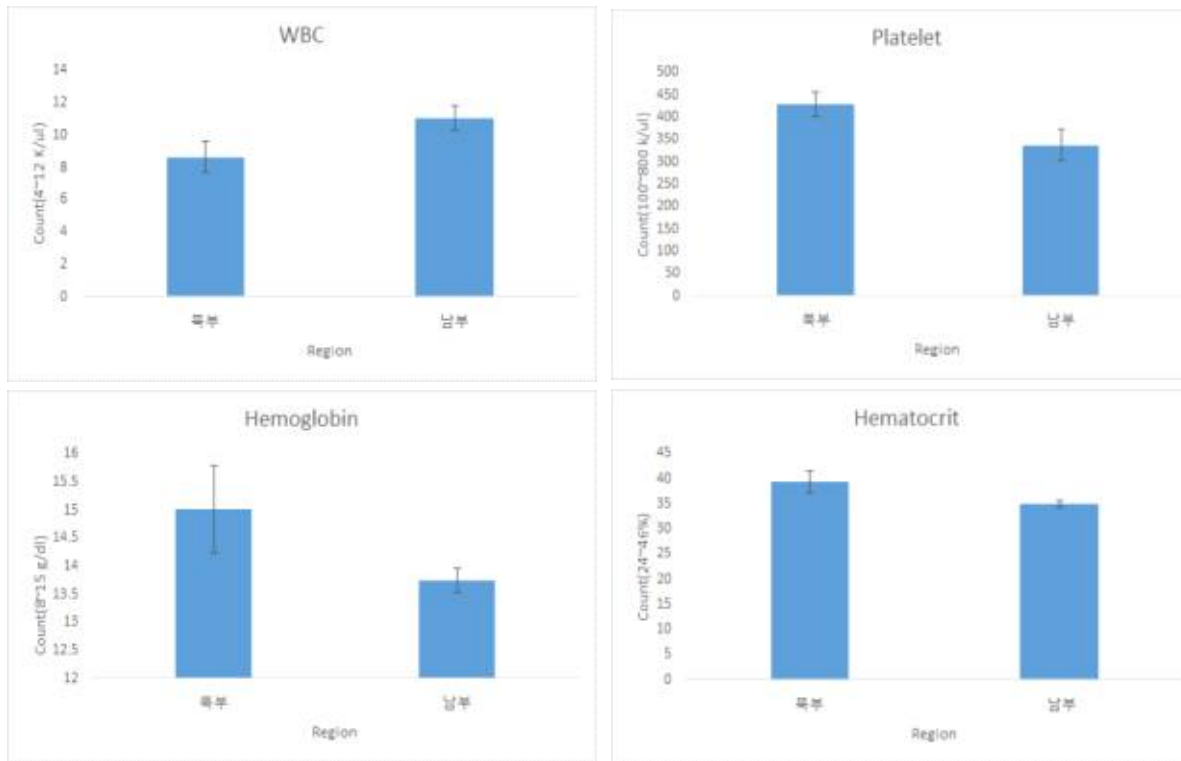


그림1-5. 1월달 지역별 한우 거세우의 CBC 분석 결과

- 중부 및 남부의 4월 외기환경에 따른 생리지표 변화 평가

표 1-6. 4월 실험 당시 외부 온, 습도 및 THI

4월	중부(청양)	남부(정읍)
온도(° C)	26.2	25.43
상대습도(%)	45.3	34.49
풍속(m/s)	0	0
THI	70.2	69.66

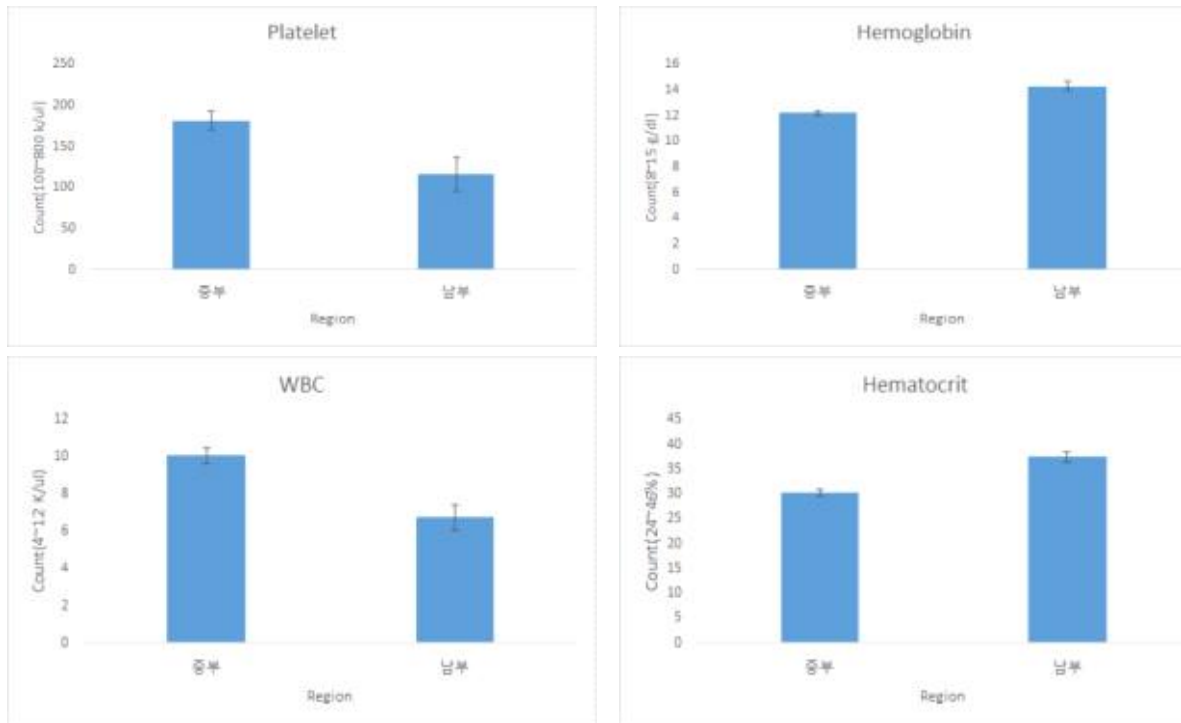


그림1-6. 4월달 지역별 한우 거세우의 CBC 분석 결과

본 실험은 우리나라 지역에 따른 온도와 습도차이에 따라 한우에 있어서 스트레스 지표가 어떻게 변화하는지에 대해 실시하였음. 지역간 차이를 두기위하여 북부, 중부, 남부 세가지 지역으로 나누어 저온환경과 최적 환경까지 실험을 진행하였음. 12~13개월령의 거세우에 있어서 생리 지표차이를 관찰 한 결과 북부, 남부에 있어서 외기온도의 차이는 많이 낮지만 농가 내의 환경, 다시 말해서 THI 지수는 그렇게 큰 차이가 나타나지 않았음. 이에 따라 소의 생리에 있어서도 확실히 THI가 높은 곳에서 스트레스를 받는 경향이 나타나긴 했지만 뚜렷한 유의적 차이가 나타나진 않았음. 위 결과는 한국의 우사 내 환경은 대체적으로 비슷하였으며 스트레스지표인 THI 값 또한 큰 차이를 보이고 있지 않음을 알 수 있었음. 이러한 이유로 온도스트레스 관련 생리지표 값의 변화도 차이를 보이지 않았음을 알 수 있었음.

### (3) 한우 송아지에 있어서 고온 환경 THI Chart 개발

본 연구는 한우에 있어서 온도스트레스 지표가 될 수 있는 한우용 THI chart를 개발하기 위하여 온, 습도 조절 및 행동 모니터링이 가능한 대사 챔버를 이용하여 실험을 실시하였음. 본 실험에서는 온, 습도를 조절하여 한우의 생리적 변화 및 행동의 변화를 모니터링 함으로 보다 정확한 온도스트레스 상황을 결정하였음.

#### (가) 재료 및 방법

- 공시 동물 : 한우 송아지 (5~6개월령, 평균체중 202kg) 24두
- 시험 장소 : 건국대학교 부속목장 온습도 대사 챔버

- 시험 기간 : 2014년 6월 ~ 8월
- 사료 급여 : 시험기간동안 급여된 사료는 농후사료(육성사료 3kg) 및 조사료(티모시 2kg)를 아침 (08:00)과 저녁(16:00)에 나누어 급여하였다. 급여사료의 영양소 함량은 표 1-7과 같음.

표 1-7. Chemical composition of experimental diets

Items(%)	Concentrate	Timothy
Crude protein	14.59	8.11
Ether extract	3.47	1.51
Crude fiber	9.55	29.51
Crude ASH	6.38	6.32
Ca	1.24	0.39
P	0.44	0.2
TDN <sup>1)</sup>	74	61

<sup>1)</sup> TDN: Total digestible nutrient

○ 샘플 채취 및 분석

- 실험은 적응기와 처리기로 나누어 진행하였고(Arizona Uni, 젿소 THI 설정실험 참조(J. Anim. Sci. 2010. 88:4056-4067) 혈액은 적응기 마지막 날과 처리기 2번째, 4번째 날에 채혈을 실시하였으며 처리기 마지막 날인 4번째 날에만 CBC(Complete Blood Cell) 분석을 위한 전혈을 채혈하였음.
- 혈액은 농후사료 급여 3시간 후인 오전 11시에 채혈을 실시하였으며, cortisol 및 혈중 대사산물 분석을 위하여 혈청 튜브(BD Vacutainer CAT)에 담아 원심분리기 (3,000 rpm, 20 min, 4° C)를 이용해 분리 한 후 -70° C deep-freezer에 보관하였음. 전혈은 HM2(VetScan HM2 Hematology System)를 이용해 CBC 분석을 실시하였음.
- 사료섭취량은 농후사료를 매일 정해진 시간에 한우사양표준에 의거하여 급여하도록 하였고 조사료를 수시로 섭취하게 하여 매일 오전 8시에 조사료 잔여량을 체크하였으며 물 섭취량 역시 매일 오전 8시에 잔여량을 체크하여 일일 섭취량을 체크하였음.
- 직장온도는 혈액 샘플링과 마찬가지로 적응기 마지막 날과 처리기 2번째, 4번째 날에 오전 11시에 소전용 직장 온도계를 이용하여 2분간 직장온도를 측정하였음. 심박수는 청진기를 이용하여 매일 오전 10시 30분에 최대한 안정된 상태에서 측정하였으며, 심장부근에서 분당 박동수를 측정하였음.
- 온, 습도는 sensor를 이용하여 원격으로 출력되어 컴퓨터에 저장되도록 하였고 행동 모니터링 역시 고성능 camera를 이용해 1초단위로 저장하여 표 1-2의 행동지표를 분석하였음.

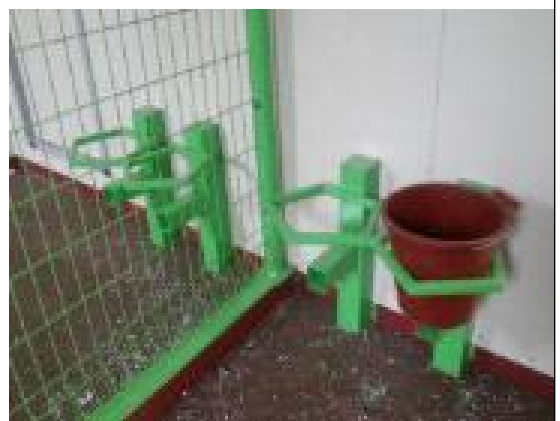


그림1-7. The photography of metabolic chamber for experimental animal

○ 실험 설계

실험 진행은 아래와 같은 전략으로 그림1-7과 같이 온, 습도 조절 및 행동 모니터링이 가능한 대사 챔버에서 실시하였음.

Group 1 (4두) - 총 11일소요

Chamber adaptation

3일

온도 (23도)	습도	시험축 사용	시험기간
22-24 도	60	4두 동시	4일
	80	4두 동시(동일축사용)	4일(14일 종료)

1일 휴식(챔버청소)

Group 3 (4두) - 총 7일소요

Chamber adaptation (7월 16일)

3일

온도 (30도)	습도	시험축 사용	시험기간
29-31 도	60	4두 동시	4일(19~22)

1일 휴식(챔버청소)

Group 4 (4두) - 총 7일소요(7월 24일)

Chamber adaptation 3일

온도 (30도)	습도	시험축 사용	시험기간
29-31 도	80	4두 동시	4일(27~30)

1일 휴식(챔버청소)

Group 5 (4두) - 총 7일소요 (8월 1일)

Chamber adaptation 3일

온도 (33도)	습도	시험축 사용	시험기간
32-34 도	60	4두 동시	4일(4~7)

1일 휴식(챔버청소)

Group 6 (4두) - 총 7일소요 (8월 9일)

Chamber adaptation 3일

온도 (33도)	습도	시험축 사용	시험기간
32-34 도	80	4두 동시	4일(12~15)

Group 2 (4두) - 총 11일소요

Chamber adaptation(8월 17일) 3일

온도 (26도)	습도	시험축 사용	시험기간
25-28 도	60	4두 동시	4일(20~23)
	80	4두 동시(동일축사용)	4일(24~27)



온·습도 및 행동 모니터링 시스템

실제 행동모니터링 장면

그림1-8. The photography of behavioral monitoring in metabolic chamber

(나) 결과 및 고찰

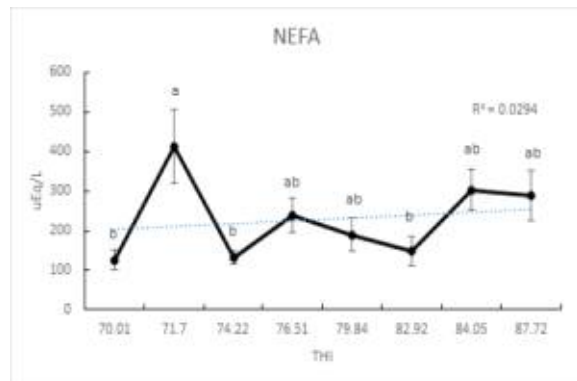
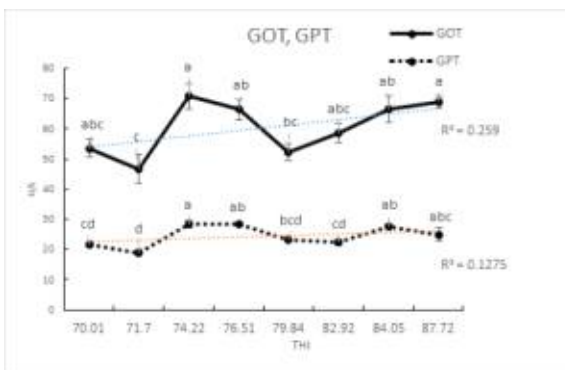
○ THI 변화에 따른 혈액 내 생리지표 변화

표 1-8. Changes in blood physiological marker related to heat stress with THI change

Indicator	THI	70.01	71.7	74.22	76.51	79.84	82.92	84.05	87.72
		GOT (U/L)	53.5 <sup>abc</sup> ±2.96	46.75 <sup>d</sup> ±4.77	70.67 <sup>a</sup> ±4.33	66.33 <sup>ab</sup> ±3.53	52.25 <sup>bc</sup> ±2.66	58.5 <sup>abc</sup> ±3.3	66.5 <sup>ab</sup> ±4.21
GPT (U/L)		21.75 <sup>cd</sup> ±0.85	19 <sup>d</sup> ±0.91	28.5 <sup>a</sup> ±1.19	28.25 <sup>ab</sup> ±0.75	23.25 <sup>bcd</sup> ±0.48	22.25 <sup>cd</sup> ±1.11	27.75 <sup>ab</sup> ±0.4	25 <sup>bc</sup> ±2.04
NEFA (uEq/L)		126.27 <sup>b</sup> ±26.3	412.55 <sup>a</sup> ±95.08	130.55 <sup>b</sup> ±17.2	238.28 <sup>ab</sup> ±42.2	188.95 <sup>ab</sup> ±42.0	148.05 <sup>b</sup> ±37.9	303.7 <sup>ab</sup> ±52	288.3 <sup>ab</sup> ±62.6
Glucose (mg/dl)		73.5 <sup>a</sup> ±5.2	70 <sup>ab</sup> ±3.24	65.75 <sup>ab</sup> ±1.8	72.5 <sup>a</sup> ±1.85	69.5 <sup>ab</sup> ±5.60	56.75 <sup>b</sup> ±1.49	67.75 <sup>ab</sup> ±2.6	76 <sup>a</sup> ±2.04
WBC (K/uL)		11.4±2.07	11.53±1.65	15.5±1.97	14.45±2.05	10.11±1.59	11.84±1.17	8.74±1.07	11.18±2.34
Lym (K/uL)		5.79 <sup>bc</sup> ±0.8	7.66 <sup>abc</sup> ±1.14	11.85 <sup>a</sup> ±1.61	11.29 <sup>ab</sup> ±1.69	6.89 <sup>abc</sup> ±1.69	4.94 <sup>d</sup> ±0.48	5.13 <sup>bc</sup> ±0.79	7.36 <sup>abc</sup> ±1.75
Platelet (K/uL)		230.25±28.52	224.75±46.38	315±75.8	326.5±32.22	215.33±59.37	423.5±74.96	449.67±59.72	453±58.96
Cortisol (ng/ml)		4.84 <sup>a</sup> ±0.68	6.37 <sup>b</sup> ±0.44	6.23 <sup>b</sup> ±0.82	4.61 <sup>b</sup> ±1.53	8.37 <sup>b</sup> ±0.89	7.75 <sup>ab</sup> ±1.14	15.92 <sup>a</sup> ±1.62	17.09 <sup>a</sup> ±1.88

- Values are expressed as means ± SEM of 8 groups, <sup>a,b,c,d</sup> P<0.05 by Tukey test
- Abbreviations : GOT, Glutamic oxaloacetic transaminase; GPT, Glutamic-pyruvic transaminase; NEFA, Non-esterified fatty acid; WBC, White blood cell; Lym, Lymphocyte

- Metabolite



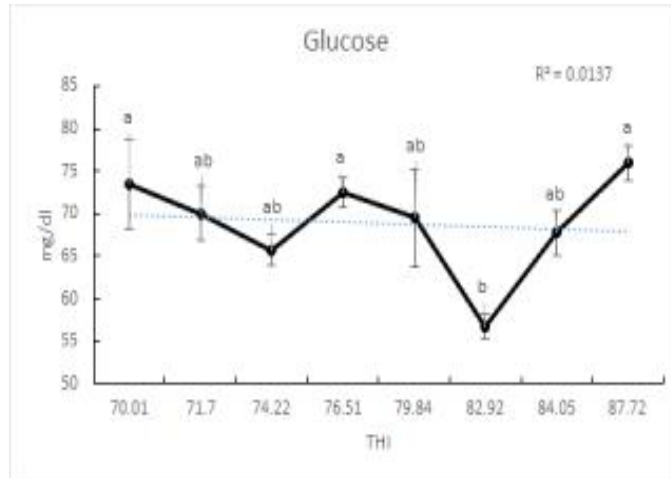


그림 1-9. Changes in blood metabolites(GOT, GPT, NEFA, Glucose) related to heat stress with THI change

- Hematology

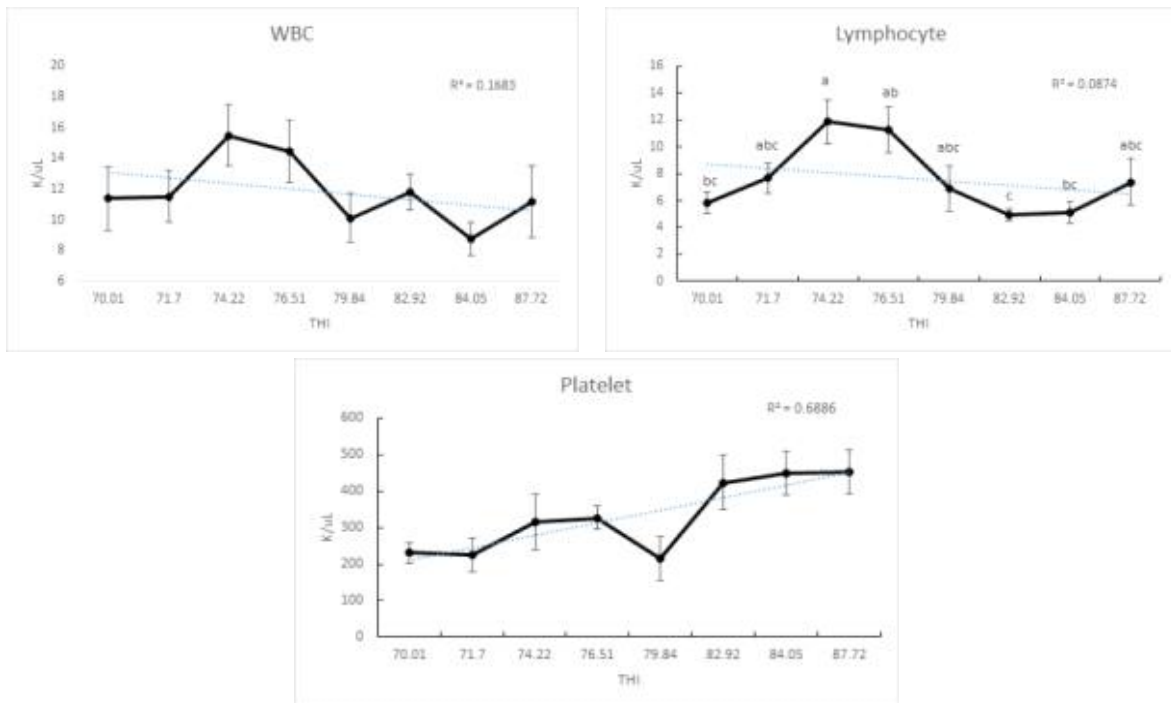


그림 1-10. Changes in levels of blood WBC, Lymphocyte and Platelet related to heat stress with THI change

- 스트레스 Hormone

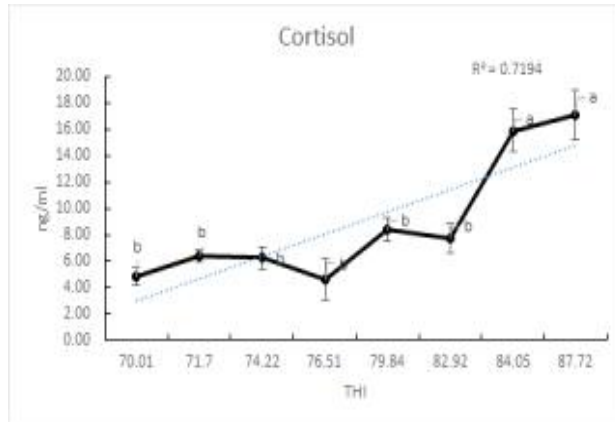


그림 1-11. Changes in blood cortisol level related to heat stress with THI change

○ THI 변화에 따른 스트레스 관련 행동지표 변화

표 1-9. Changes in behavioral parameter related to heat stress with THI change

Indicator	THI	70.01	71.7	74.22	76.51	79.84	82.92	84.05	87.72
Behavior	HR (BPM)	60.25 <sup>a</sup> ±0.63	61.25 <sup>a</sup> ±1.48	61.75 <sup>a</sup> ±1.7	65.5 <sup>a</sup> ±1.33	66.25 <sup>a</sup> ±0.48	70.5 <sup>a</sup> ±0.87	71 <sup>a</sup> ±0.71	73 <sup>a</sup> ±0.41
	RT (°C)	38.94 <sup>a</sup> ±0.01	39.14 <sup>a</sup> ±0.07	39.43 <sup>a</sup> ±0.06	39.36 <sup>a</sup> ±0.04	39.29 <sup>a</sup> ±0.1	39.48 <sup>a</sup> ±0.07	39.61 <sup>a</sup> ±0.08	39.89 <sup>a</sup> ±0.04
	Feed (kg/day)	2.43±0.36	2±0.33	1.68±0.15	2.23±0.09	2.18±0.2	1.98±0.08	1.54±0.14	1.7±0.33
	Water (L/day)	21.61 <sup>a</sup> ±2.82	24.75 <sup>a</sup> ±1.78	20.8 <sup>a</sup> ±1.08	24.77 <sup>a</sup> ±0.92	27.37 <sup>a</sup> ±2.55	21.53 <sup>a</sup> ±0.07	21.8 <sup>a</sup> ±1.43	28.77 <sup>a</sup> ±1.09
	Stand (min)	236 <sup>a</sup> ±5.29	211.5 <sup>a</sup> ±28.86	243 <sup>a</sup> ±1.35	361 <sup>a</sup> ±2.8	267 <sup>a</sup> ±26.19	269 <sup>a</sup> ±12.98	260 <sup>a</sup> ±4.18	392 <sup>a</sup> ±19.25
	Lying (min)	364 <sup>a</sup> ±5.29	388.5 <sup>a</sup> ±28.86	257 <sup>a</sup> ±8.35	239 <sup>a</sup> ±2.8	272 <sup>a</sup> ±26.19	232 <sup>a</sup> ±12.98	254 <sup>a</sup> ±4.18	208 <sup>a</sup> ±19.25
	Restless	86±8.62	78±5.11	82.87±8.35	73.33±5.21	88.87±11.48	66±9.54	51.33±7.45	50.33±8.64

- Values are expressed as means ± SEM of 8 groups, <sup>a,b,c,d,e</sup> P<0.05 by Tukey test  
 - Abbreviations : HR, Heart Rate; BPM, Beat per minute; RT, Rectal temperature; Feed, Average daily feed intake; Water, Average daily water intake

- Behavior

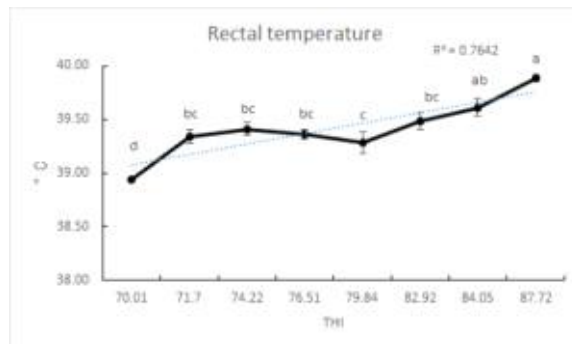
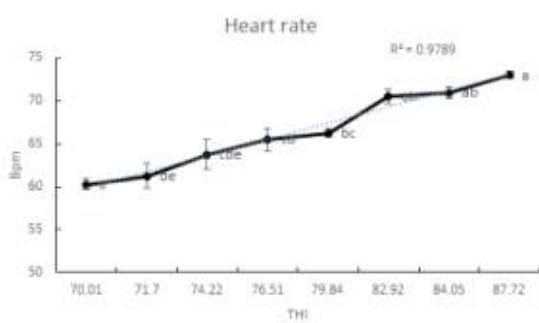


그림 1-12. Changes in heart rate and rectal temperature of Hanwoo calves with THI change



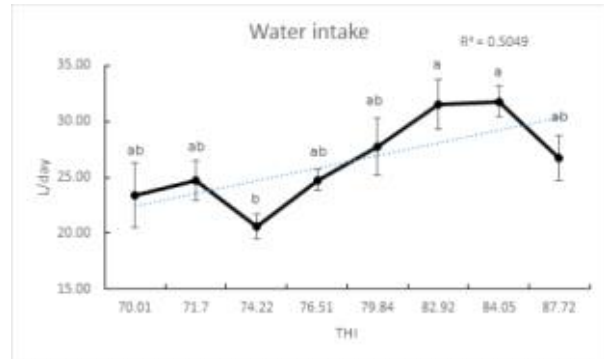
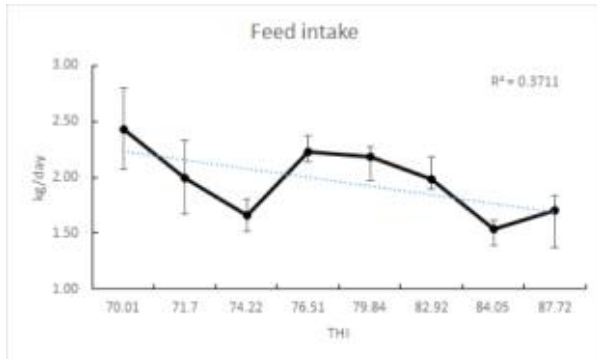


그림 1-13. Changes in water and feed intake with THI change

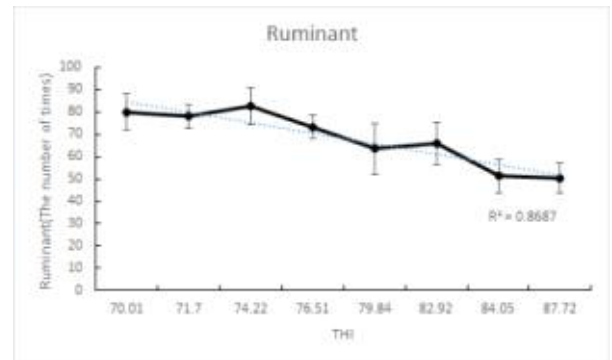
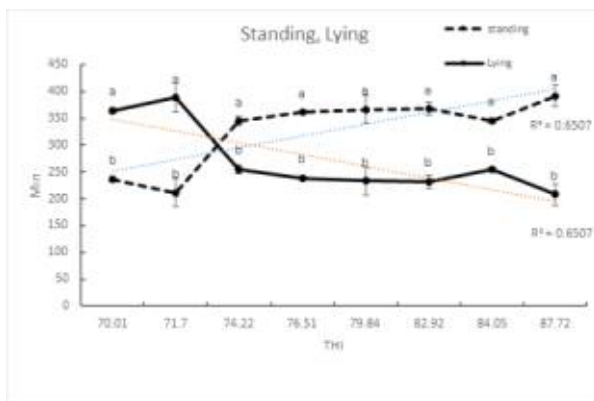


그림 1-14. Changes in standing, lying and rumination of experimental calves with THI change

본 연구는 한우 송아지에 있어서 고온스트레스 상황에서의 스트레스 지수를 지표화 하기 위해 진행되었음. 선행 연구되었던 젖소에서의 THI Chart와의 차이점은 유량과 같은 생산적인 측면의 data가 송아지에서는 얻기 힘들기 때문에 혈액 지표와 행동지표 등의 분석결과를 이용하여 chart를 개발하는데 이용하였음. 스트레스 단계는 총 네 가지 단계로 나누었으며 THI 70-74는 stress threshold 한 단계, 75-81은 mild-moderate 한 스트레스 단계, 82-90은 moderate-severe 한 스트레스 단계, 91-99는 severe 한 스트레스 단계로 나누었음. 단계를 나누게 된 근거는 stress threshold 한 단계에서 심박수의 수치가 60에 도달하였고 혈액 내 metabolite 지표인 GOT와 GPT의 증가, 그리고 직장온도가 39 °C에 이르렀다. mild-moderate 한 단계에서는 심박수가 71까지 증가하였으며, 직장온도가 39.5 °C에 도달하였음. moderate-severe 한 단계에서는 심박수가 75까지 증가하였으며, 직장온도가 40 °C 까지 증가하고, 혈중 스트레스 관련 호르몬 지표인 코티졸의 농도가 유의적으로 증가하였음. severe 한 단계에서는 심박수가 85까지 증가할 것으로 보이며 직장온도가 40.5 °C 까지 증가할 것으로 보임. 개발된 THI Chart는 아래 그림 1-15와 같음.

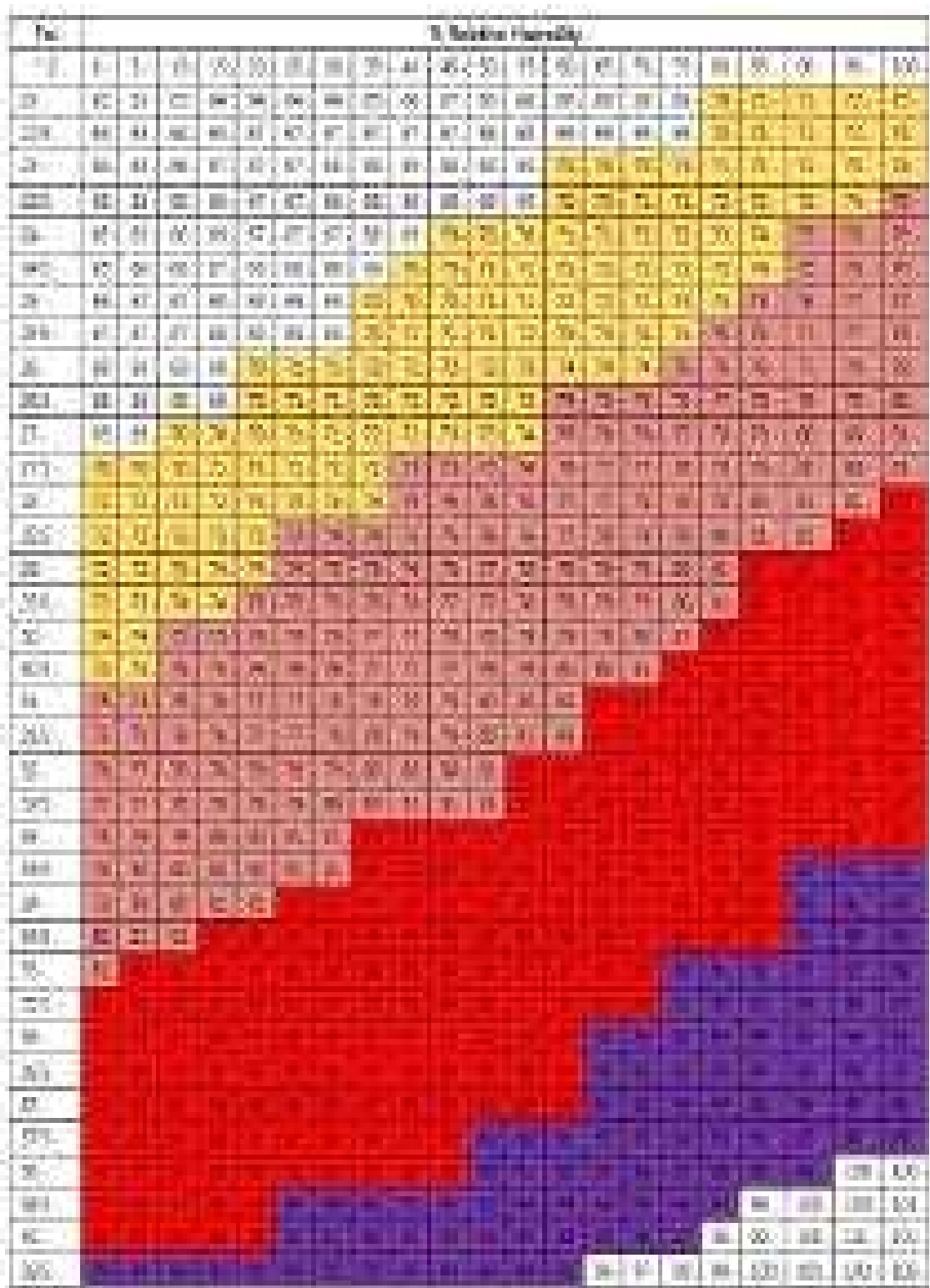


그림 1-15. Development of THI chart for Hanwoo calf

#### (4) 한우 비육우에 있어서 고온 환경 THI Chart 개발

본 연구는 한우 비육우에 있어서 한국의 여름철 혹서기에 고온스트레스의 지표가 될 수 있는 한우 비육우용 THI chart를 개발하기 위하여 실시하였음. 이러한 지표를 개발하기 위하여 한우 비육우의 고온스트레스의 상황을 모니터링이 가능한 개체별 사육이 가능한 우사에서 실험을 실시하였음. 본 실험에서는 온, 습도에 따라 한우의 생리적 및 행동학적 변화를 모니터링 함으로 보다 정확한 고온스트레스 상황을 판단하여 고온 환경 THI chart를 개발하고 검증하고자 하였음.

##### (가) 재료 및 방법

- 공시 동물 : 한우 비육우 (12~13개월령, 평균체중 313.1 ± 5.02kg) 4두
- 시험 장소 : 건국대학교 부속목장
- 시험 기간 : 2015년 7월~8월
- 사료 급여 : 시험기간에 급여하는 사료는 음성 TMR 영농조합에 의거하여 진행하였다. 본 실험에 사용한 TMR사료의 성분은 표 1-13와 같음.
- 샘플 채취 및 분석
  - 실험은 적응기간과 실험기간으로 나누어 진행하였고(Arizona Uni, 젓소 THI 설정실험 참조(J. Anim. Sci. 2010. 88:4056-4067)) 혈액은 실험기간 중 온, 습도를 고려하여 예상된 THI에 따라 채혈을 실시하였음.
  - 혈액은 온도 및 습도에 의한 스트레스를 가장 많이 받을 시점인 14시에 실시하였으며, cortisol 및 혈중 대사산물 분석을 위하여 혈청 튜브(BD Vacutainer CAT)에 담아 원심분리기(3,000 rpm, 20 min, 4° C)를 이용해 분리 한 후 -70° C deep-freezer에 보관하였다. 전혈은 HM2(VetScan HM2 Hematology System)를 이용해 CBC 분석을 실시하였음.
  - 사료섭취량은 TMR사료를 매일 정해진 시간에 한우사양표준에 의거하여 급여하도록 하였고 수시로 섭취하게 하여 매일 오전 8시에 조사료 잔여량을 체크하였으며 물 섭취량 역시 매일 오전 8시에 잔여량을 체크하여 일일 섭취량을 체크하였음.
  - 직장온도는 혈액 샘플링과 마찬가지로 온, 습도를 고려하여 14시에 소 전용 직장 온도계를 이용하여 2분간 직장온도를 측정하였다. 심박수는 청진기를 이용하여 매일 14시 30분에 최대한 안정된 상황에서 측정하였으며, 심장부근에서 분당 박동수를 측정하였음.
  - 온, 습도는 sensor를 이용하여 원격으로 출력되어 컴퓨터에 저장되도록 하였고 행동 모니터링 역시 고성능 camera를 이용해 1초단위로 저장하여 행동지표를 분석하였음.

표 1-10. Chemical composition of experimental diets

Item (%)	TMR
Crude protein	14.4
Ether extract	3.4
Crude fiber	38.6
Crude ASH	8.4
Ca	1.1
P	0.5
TDN	69.05

○ 실험 설계

실험 진행은 아래와 같은 전략으로 온습도 및 행동 모니터링이 가능한 우사에서 실시하였음.

\* 온도와 습도는 우리나라 기상청에서의 온, 습도 수치를 토대로 설정하였으며 온도환경을 변화하여 THI 값을 변화시켰기 때문에 습도는 최저상황(60%)과 최고상황(80%)으로 고정하여 진행하였음

고온상황 - 총 10일소요(7월 22일 ~ 7월 31일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
29 ~ 31	60	4두 동시	7일

극 고온상황 - 총 12일소요(8월 1일 ~ 8월 12일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
32 ~ 35	60	4두 동시	9일

적온 상황 - 총 10일소요(8월 31일 ~ 9월 9일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
22 ~ 25	60	4두 동시	9일

(나) 결과 및 고찰

○ THI 변화에 따른 혈액 내 Haematology 변화

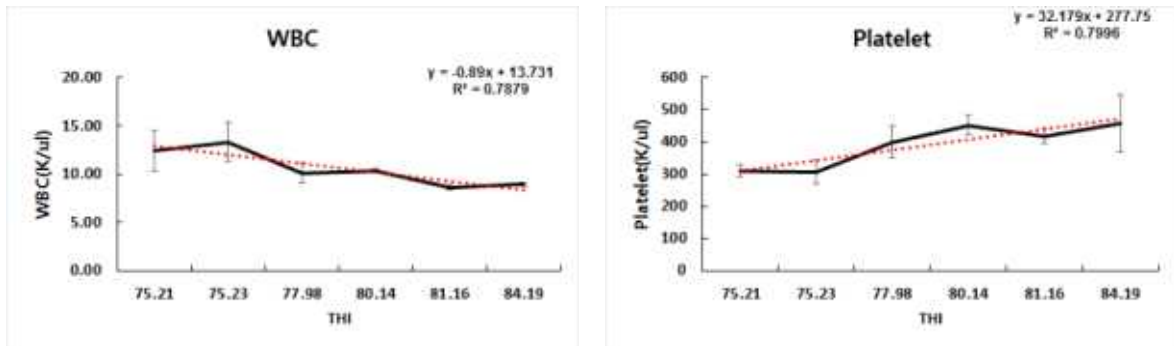


그림 1-16. Changes in blood WBC, Platelet levels related to heat stress with THI change.

○ THI 변화에 따른 스트레스관련 행동지표 변화

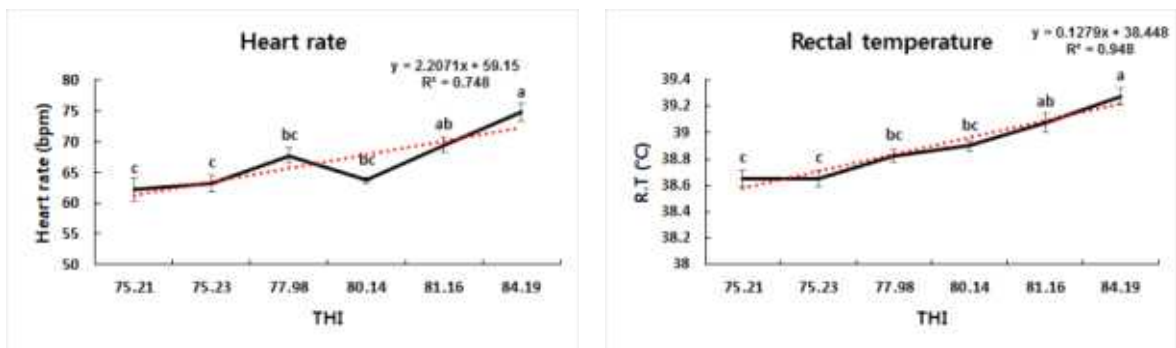


그림 1-17. Changes in heart rate and rectal temperature of Hanwoo calves with THI change.

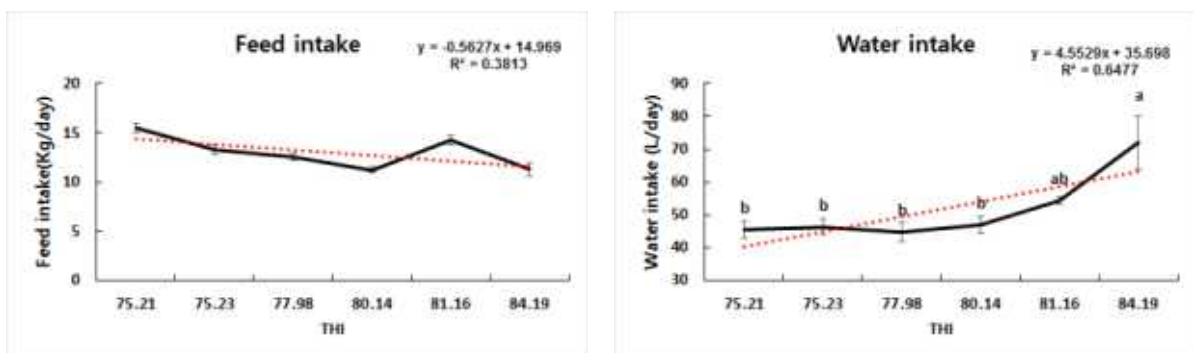


그림 1-18. Changes in water and feed intake with THI change.

○ THI 변화에 따른 혈액 내 metabolite 변화

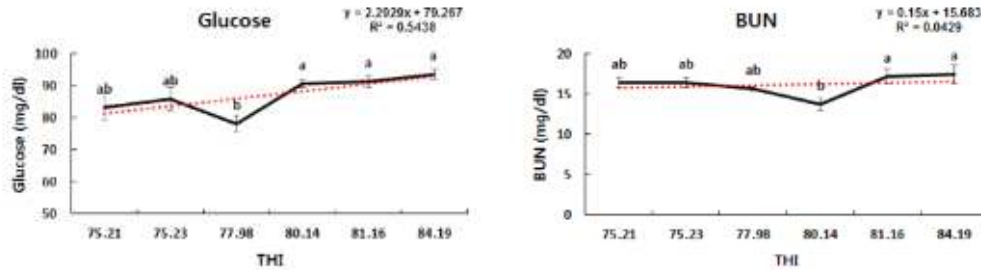


그림 1-19. Change in glucose and BUN with THI change.

- THI 변화에 따른 혈액 내 cortisol 변화

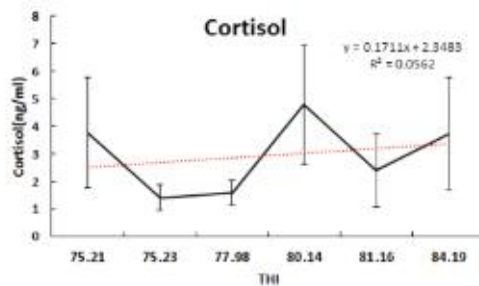


그림 1-20. Change in cortisol with THI change.

- THI 변화에 따른 행동 position 및 반추횟수 변화

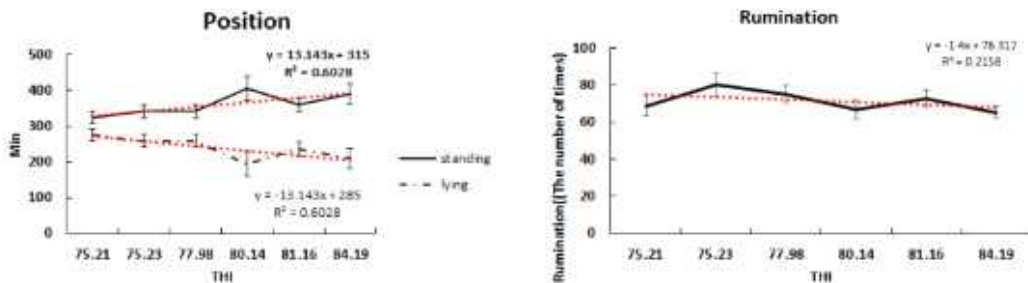


그림 1-21. Change in behavior position and rumination with THI change.

- 본 연구는 한우 비육우에 있어서 고온스트레스 상황에서의 스트레스 지수를 지표화 하기 위해 진행되었음. 선행 연구되었던 젖소에서의 THI Chart와의 차이점은 유량과 같은 생산적인 측면의 data가 비육우에서는 얻기 힘들기 때문에 혈액 지표와 행동지표 등의 분석결과를 이용하여 chart를 개발하는데 이용하였음.
- 조사결과 THI는 75에서 84수준까지를 외기환경에서 진행하였으며, 스트레스와 관련된 호르몬인 cortisol과 행동 position, 반추행위에는 크게 영향을 끼치지 않았음.
- 스트레스 단계는 총 네 가지 단계로 나누었으며 THI 75-77는 stress threshold 한 단계, 78-81은 mild-moderate 한 스트레스 단계, 82-84는 moderate-severe한 단계, 85-99는 severe 한 스트레스 단계로 나누었다. 단계를 나누게 된 근거는 stress

Tm °C	% Relative Humidity																			
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
22	62	63	63	64	64	64	64	65	66	67	68	68	68	68	69	70	71	71	72	73
22.5	63	63	64	65	65	65	65	66	67	67	68	68	69	69	69	70	71	71	72	73
23	64	65	65	66	66	66	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72	73	74
23.5	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	69	70	70	71	71	72	72	73	74	75
24	65	66	66	67	67	67	68	69	70	70	70	71	71	72	72	73	74	75	76	76
24.5	65	66	66	67	68	68	68	69	70	70	71	71	71	72	72	73	74	75	76	76
25	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	74	75	76	77	77
25.5	67	67	67	68	69	69	69	70	71	71	71	72	72	73	74	75	76	77	77	78
26	68	68	68	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74	75	76	77	78	78
26.5	68	69	69	69	70	71	71	72	72	73	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80
27	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81
27.5	70	70	71	71	72	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	82	83
28	71	72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	84
28.5	72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	85
29	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86
29.5	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	87
30	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	88
30.5	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
31	75	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	89
31.5	75	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
32	76	77	77	78	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	91
32.5	77	77	78	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	92
33	78	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	94
33.5	78	80	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	95
34	78	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	96
34.5	80	81	82	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	97
35	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	98
35.5	82	83	84	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	99
36	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
36.5	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	100
37	83	84	85	86	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	100
37.5	84	85	86	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	100	100
38	84	85	86	87	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	100	100
38.5	85	86	87	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	100	101	101
39	85	86	87	88	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	100	101	102
39.5	86	87	88	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	100	101	102	103

그림 1-22. 한우 비육우용 여름철 고온스트레스 THI Chart

threshold한 단계에서는 심박수의 수치가 62, 직장온도가 38.6 °C로 정상수치를 나타냄. Mild-moderate 한 단계에서는 심박수가 68까지 증가하고, 직장온도가 38.8 °C로 증가하였으며, glucose의 수치가 증가 90 mg/dl에 도달하였음. moderate-severe 한 단계에서는 심박수가 75까지 증가하고, 직장온도가 39.2 °C로 증가하였으며, 음수섭취량이 70 L/day까지 도달하였음. severe한 단계에서는 심박수가 약 85까지 증가할 것으로 보이며 직장온도가 39.5 °C로 증가할 것으로 보이며 음수섭취량 역시 85 L/day까지 증가할 것으로 보였음.

- 이러한 연구결과를 토대로 그림 1-22과 같이 한우 비육우용 온도스트레스와 관련된 THI 영역대를 설정하였음.

(5) 한우 송아지에 있어서 저온 환경 THI Chart 개발

본 연구는 한우 송아지에 있어서 한국의 겨울철 혹한기에 저온스트레스의 지표가 될 수 있는 한우 비육우용 THI chart를 개발하기 위하여 실시하였음. 이러한 지표를

개발하기 위하여 한우 송아지의 저온스트레스의 상황을 모니터링이 가능한 개체별 사육이 가능한 우사에서 실험을 실시하였음. 본 실험에서는 온, 습도에 따라 한우의 생리적 및 행동학적 변화를 모니터링 함으로 보다 정확한 저온스트레스 상황을 판단하여 추후 진행될 저온 스트레스 지표를 판단할 수 있는 근거를 제시하였음.

(가) 재료 및 방법

- 공시 동물 : 한우 송아지 (6~7개월령, 평균체중 220kg) 4두
- 시험 장소 : 건국대학교 부속목장
- 시험 기간 : 2016년 1월~3월
- 사료 급여 : 시험기간에 급여하는 농후사료(육성사료 3kg) 및 조사료(티모시 2kg)는 퓨리나 송아지 프로그램에 의거하여 급여하였다. 급여사료의 영양소 함량은 표 1-11과 같음.

표 1-11. Chemical composition of experimental diets

Item (%)	Concentration	Timothy
Crude protein	18.19	5.81
Ether extract	3.66	0.74
Crude fiber	9.85	39.37
Crude ASH	7.41	5.01
ADF	12.08	39.03
NDF	30.63	67.38
Ca	1.05	0.1
P	0.46	0.19

○ 샘플 채취 및 분석

- 실험은 적응기간과 실험기간으로 나누어 진행하였고(Arizona Uni, 젓소 THI 설정 실험 참조(J. Anim. Sci. 2010. 88:4056-4067)) 혈액은 실험기간 중 외기 환경에 따라 채혈을 실시하였음.
- 혈액은 농후사료 급여 3시간 후인 오전 11시에 채혈을 실시하였으며, cortisol 및 혈중 대사산물 분석을 위하여 혈청 튜브(BD Vacutainer CAT)에 담아 원심분리기(3,000 rpm, 20 min, 4° C)를 이용해 분리 한 후 -70° C deep-freezer에 보관하였다. 전혈은 HM2(VetScan HM2 Hematology System)를 이용해 CBC 분석을 실시하였음.
- 사료섭취량은 농후사료를 매일 정해진 시간에 한우사양표준에 의거하여 급여하도록 하였고 조사료를 수시로 섭취하게 하여 매일 오전 8시에 조사료 잔여량을 체크하였으며 물 섭취량 역시 매일 오전 8시에 잔여량을 체크하여 일일 섭취량



을 체크하였음.

- 직장온도는 혈액 샘플링과 마찬가지로 3일 단위로 오전 11시에 소전용 직장 온도계를 이용하여 2분간 직장온도를 측정하였음. 심박수는 청진기를 이용하여 매일 오전 10시 30분에 최대한 안정된 상황에서 측정하였으며, 심장부근에서 분당 박동수를 측정하였음.
- 온, 습도는 sensor를 이용하여 원격으로 출력되어 컴퓨터에 저장되도록 하였고 행동 모니터링 역시 고성능 camera를 이용해 1초단위로 저장하여 행동지표를 분석하였음.

○ 실험 설계

실험 진행은 아래와 같이 외기온도와 측정 및 행동 모니터링이 가능한 우방에서 실시하였음.

극 저온상황 - 총 10일소요(1월 31일 ~ 2월 9일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
-15 ~ -10	60	4두 동시	10일

중 저온상황 - 총 10일소요(1월 21일 ~ 1월 30일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
-10 ~ -5	60	4두 동시	10일

저온상황 - 총 10일소요(2월 25일 ~ 3월 4일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
-5 ~ 2	60	4두 동시	10일

(나) 결과 및 고찰

○ THI 변화에 따른 혈액 내 Haematology 변화

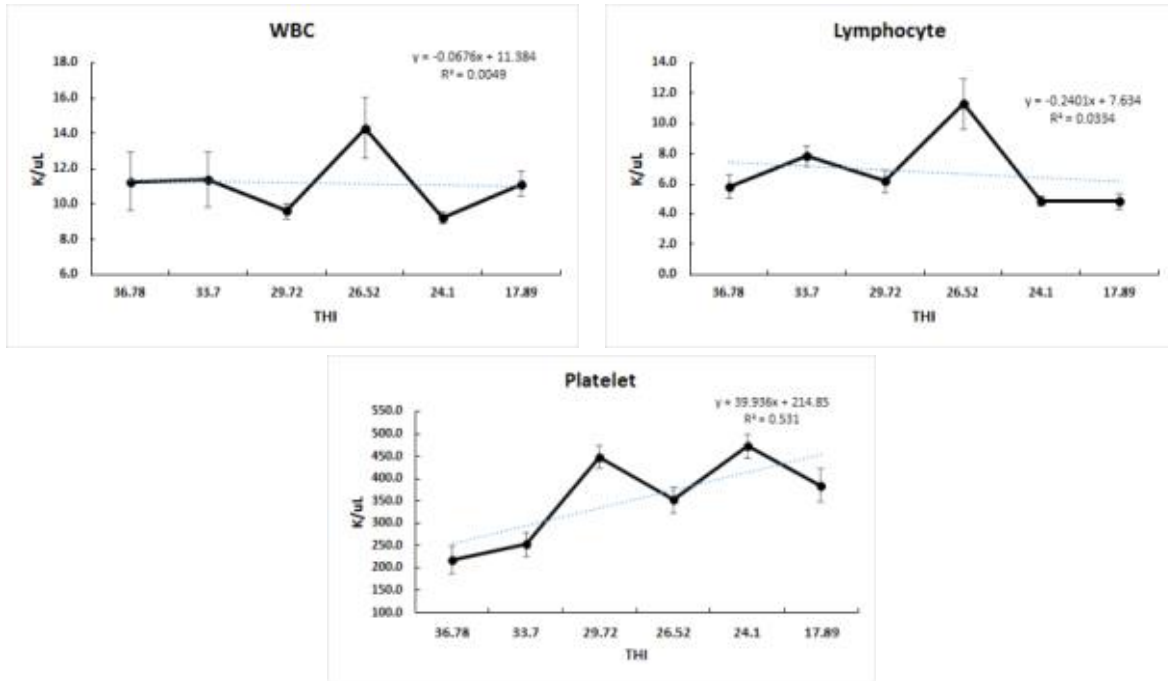


그림 1-23. Changes in blood WBC, Lymphocyte and Platelet levels related to heat stress with THI change.

○ THI 변화에 따른 스트레스관련 행동지표 변화

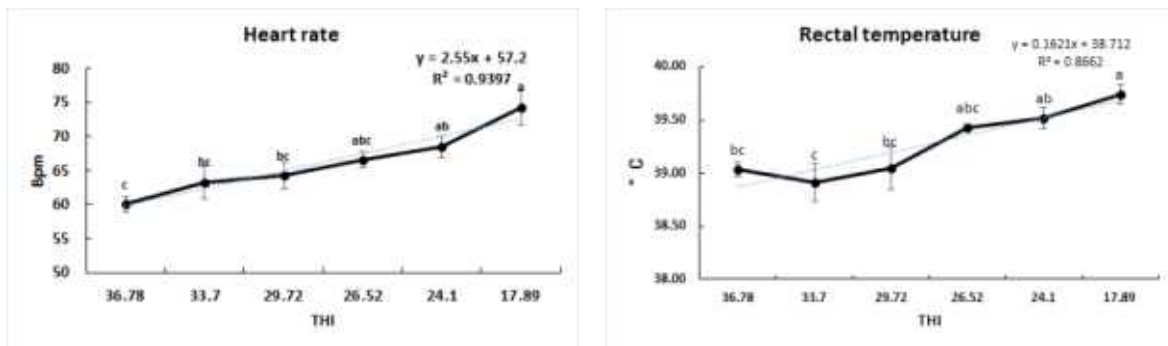


그림 1-24. Changes in heart rate and rectal temperature of Hanwoo calves with THI change.

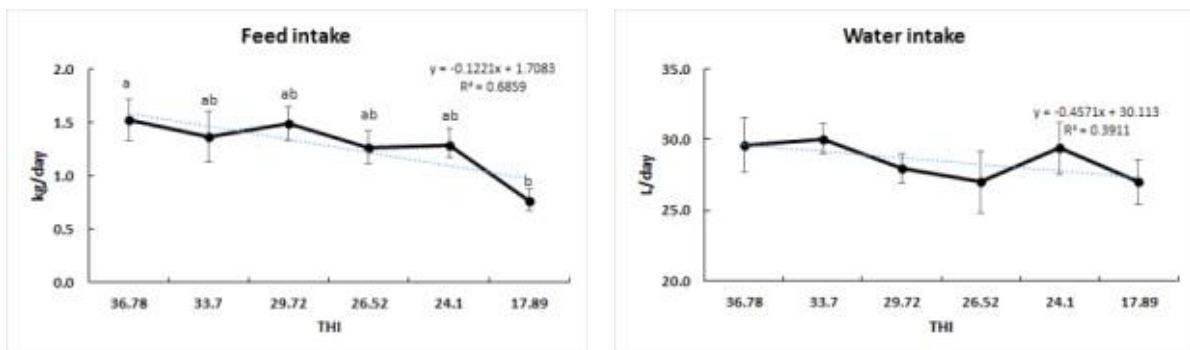


그림 1-25. Changes in water and feed intake with THI change.

○ THI 변화에 따른 혈액 내 metabolite 변화

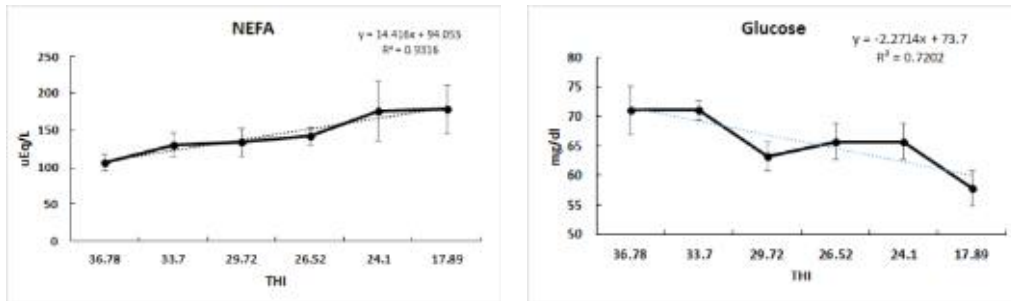


그림 1-26. Change in glucose and NEFA with THI change.

○ THI 변화에 따른 혈액 내 cortisol 변화

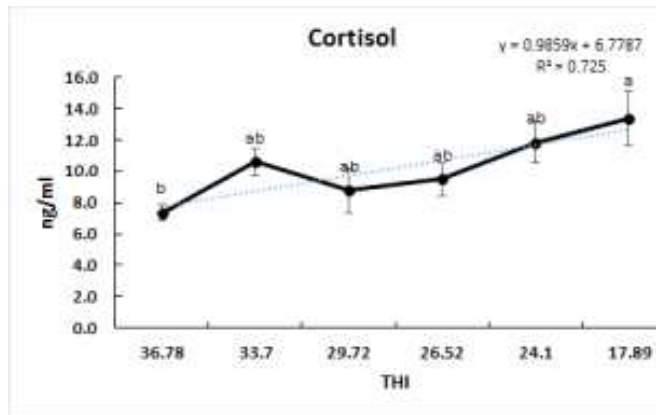


그림 1-27. Change in cortisol with THI change.

○ THI 변화에 따른 행동 position 및 반추횟수 변화

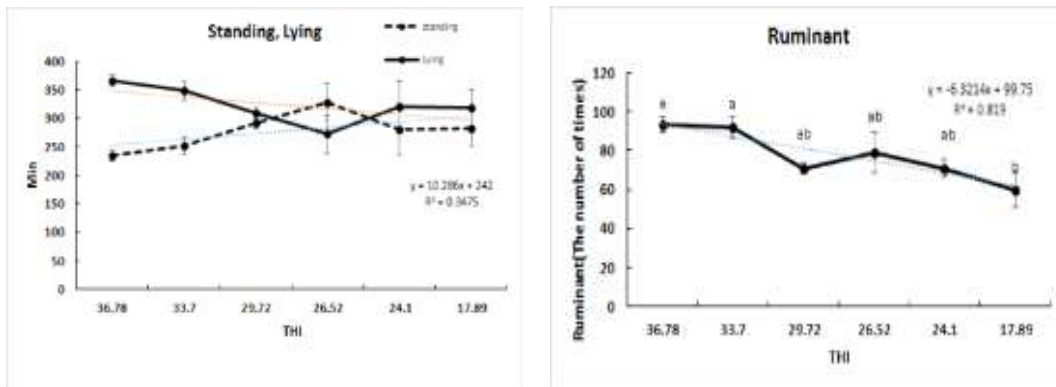


그림 1-28. Change in behavior position and rumination with THI change.

- 본 연구는 한우 송아지용 저온스트레스에서의 스트레스 지표 개발을 위하여 온, 습도 지수는 여름철 지표인 THI공식을 이용하여 온, 습도 지수를 나타내었으며 36에서 17 수준까지 외부 저온환경에 노출된 상태에서 실험을 진행하였음.
- 선행조사결과에 따라 혈액, 행동, 생리지표 등을 스트레스 지표로써 활용하였음.
- 조사결과 THI는 17에서 36수준까지를 외기환경에서 진행하였으며, 스트레스와 관련된 혈중 Hematology, Metabolite, 음수섭취량, 행동 position에는 크게 영향을 끼치지 않았음.
- 스트레스 단계는 총 네가지 단계로 나누었으며 THI 29-36는 stress threshold 한 단계, 24-28은 mild-moderate 한 스트레스 단계, 17-23는 moderate-severe한 단계, 5-16는 severe 한 스트레스 단계로 나누었다. 단계를 나누게 된 근거는 stress threshold한 단계에서는 심박수의 수치가 63, 직장온도가 39 °C로 정상수치를 나타냈음. mild-moderate 한 단계에서는 심박수가 70까지 증가하고, 직장온도가 39.5 °C로 증가하였으며, 반추행위의 수치가 76까지 감소하였음. moderate-severe 한 단계에서는 심박수가 75까지 증가하고, 직장온도가 39.7 °C로 증가하였으며, 사료섭취량이 0.7kg/day 까지 감소하였으며 혈중 코티졸의 농도가 12.8 ng/ml까지 증가하였음. severe한 단계에서는 심박수가 약 85까지 증가할 것으로 보이며 직장온도가 40 °C로 증가할 것으로 보이며 혈중 코티졸의 농도 역시 16 ng/ml까지 증가할 것으로 보임.
- 이러한 연구결과를 토대로 그림 1-29과 같이 한우 송아지용 저온스트레스와 관련된 THI 영역대를 설정하였음.

#### (6) 한우 비육우에 있어서 저온 환경 THI Chart 개발

본 연구는 한우 비육우에 있어서 한국의 겨울철 혹한기에 저온스트레스의 지표가 될 수 있는 한우 비육우용 THI chart를 개발하기 위하여 실시하였음. 이러한 지표를 개발하기 위하여 한우 비육우의 저온스트레스의 상황을 모니터링이 가능한 개체별 사육이 가능한 우사에서 실험을 실시하였음. 본 실험에서는 온, 습도에 따라 한우의 생리적 및 행동학적 변화를 모니터링 함으로 보다 정확한 저온스트레스 상황을 판단하여 저온 환경 THI chart를 개발하였음.

#### (가) 재료 및 방법

- 공시 동물 : 한우 비육우 (12~13개월령, 평균체중 315kg) 8두
- 시험 장소 : 건국대학교 부속목장
- 시험 기간 : 2015년 1월 ~ 2월
- 사료 급여 : 시험기간동안 급여된 사료는 농후사료(육성사료 3kg) 및 조사료(티모시 2kg)를 아침 (08:00)과 저녁(16:00)에 나누어 급여하였음. 급여사료의 영양소 함량은 표 1-12과 같음.

THI	% Relative Humidity																			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1	30	30	40	40	40	40	40	47	47	46	46	45	45	44	44	43	42	42	41	41
40	30	40	40	40	47	47	46	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	41	40
4	30	40	40	47	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	40	40	39
11	40	40	40	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	40	40	39	38	38
1	40	40	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	40	40	39	38	38	37
21	40	40	47	47	46	45	45	44	44	43	42	42	41	41	40	39	38	38	37	37
1	40	47	47	46	45	45	44	43	43	42	42	41	41	40	39	38	37	37	36	36
13	40	47	46	45	45	44	44	43	42	42	41	40	40	39	38	37	37	36	35	35
1	47	46	45	44	44	44	43	42	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	34
50	47	46	45	44	44	43	42	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	34	33
1	46	46	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	33	33	32
10	46	45	44	44	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32	32	31
1	45	45	44	43	42	42	41	40	39	39	38	37	36	35	34	33	32	31	31	30
11	45	44	44	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30
13	45	44	44	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30
1	45	44	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30	29
21	44	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	29	28
1	44	43	42	41	40	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27
31	43	42	41	40	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	27	26
4	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	25
41	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24
8	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
50	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
6	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
61	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
61	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
1	41	40	39	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
11	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
8	40	39	38	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
81	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
1	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
91	39	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
10	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
101	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
11	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
111	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
12	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
111	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
13	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
131	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
14	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
141	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
15	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16

그림 1-29. 한우 송아지용 겨울철 저온스트레스 THI Chart

표 1-12 Chemical composition of experimental diets

Item (%)	Concentration	Timothy
Crude protein	14.5	9.67
Ether extract	3	1.62
Crude fiber	15	36.65
Crude ASH	12	5.89
Ca	1.1	0.23
P	0.5	0.12
TDN	78	61

○ 샘플 채취 및 분석

- 실험은 적응기간과 실험기간으로 나누어 진행하였고(Arizona Uni, 젓소 THI 설정 실험 참조(J. Anim. Sci. 2010. 88:4056-4067)) 혈액은 실험기간 중 3일간격으로 채혈을 실시하였음.
- 혈액은 농후사료 급여 3시간 후인 오전 11시에 채혈을 실시하였으며, cortisol 및 혈중 대사산물 분석을 위하여 혈청 튜브(BD Vacutainer CAT)에 담아 원심분리기 (3,000 rpm, 20 min, 4° C)를 이용해 분리 한 후 -70° C deep-freezer에 보관하였음. 전혈은 HM2(VetScan HM2 Hematology System)를 이용해 CBC 분석을 실시하였음.
- 사료섭취량은 농후사료를 매일 정해진 시간에 한우사양표준에 의거하여 급여하도록 하였고 조사료를 수시로 섭취하게 하여 매일 오전 8시에 조사료 잔여량을 체크하였으며 물 섭취량 역시 매일 오전 8시에 잔여량을 체크하여 일일 섭취량을 체크하였음.
- 직장온도는 혈액 샘플링과 마찬가지로 3일 단위로 오전 11시에 소전용 직장 온도계를 이용하여 2분간 직장온도를 측정하였음. 심박수는 청진기를 이용하여 매일 오전 10시 30분에 최대한 안정된 상태에서 측정하였으며, 심장부근에서 분당 박동수를 측정하였음.
- 온, 습도는 sensor를 이용하여 원격으로 출력되어 컴퓨터에 저장되도록 하였고 행동 모니터링 역시 고성능 camera를 이용해 1초단위로 저장하여 표1-3 의 행동지표를 분석하였음.

○ 실험 설계

실험 진행은 아래와 같은 전략으로 그림과 같이 외기온도와 측정 및 행동 모니터링이 가능한 우방에서 실시하였음.

극 저온상황 - 총 7일소요(1월 31일 ~ 2월 6일)

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
-15 ~ -10	60	4두 동시	7일

중 저온상황 - 총 10일소요(1월 21일 ~ 1월 30일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
-10 ~ -5	60	4두 동시	7일

저온상황 - 총 10일소요(2월 25일 ~ 3월 4일)  
adaptation 3일

온도(° C)	습도(%)	시험축 사용	시험기간
-5 ~ 2	60	4두 동시	15일

(나) 결과 및 고찰

○ THI 변화에 따른 혈액 내 생리지표 변화

- Metabolites

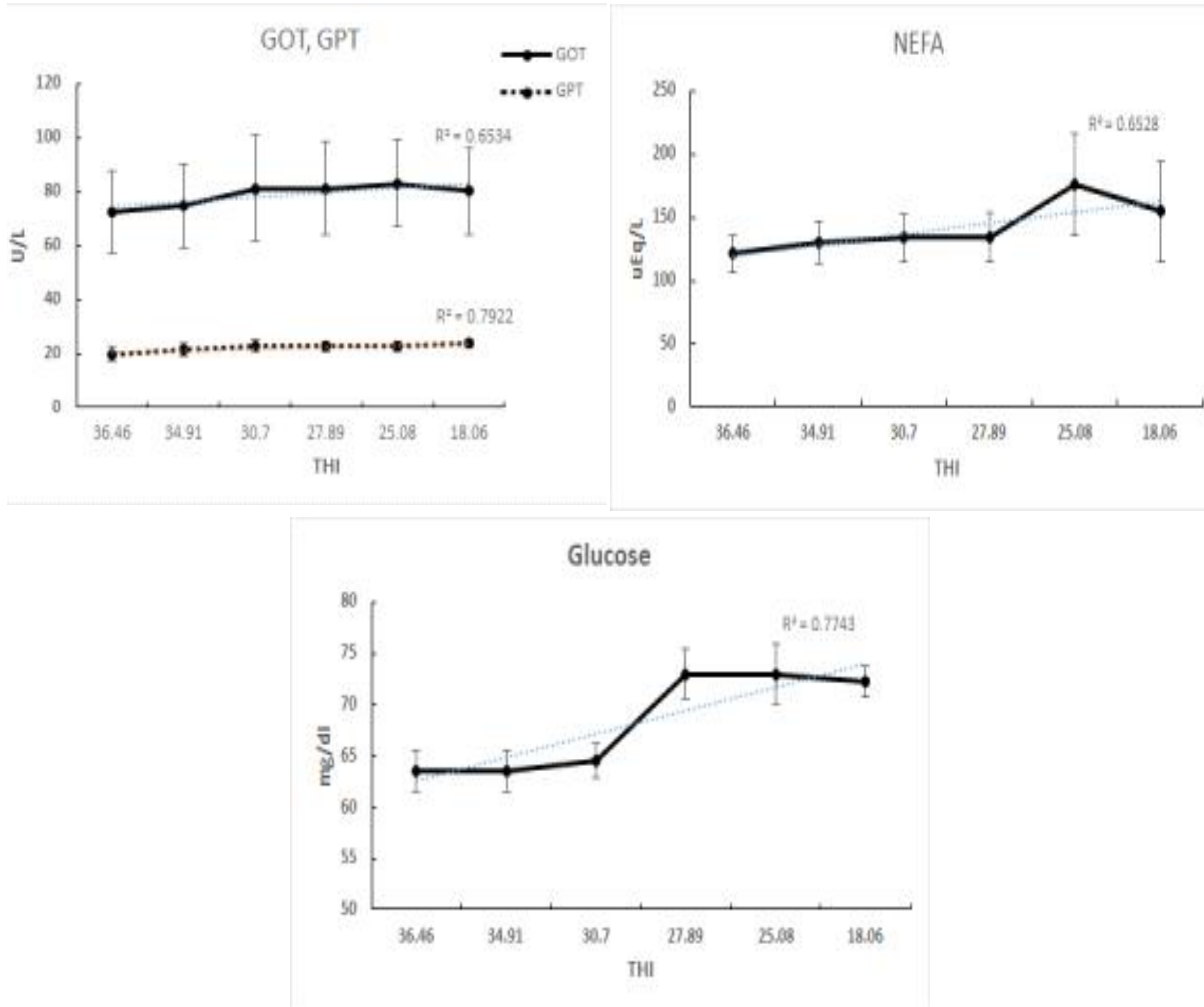
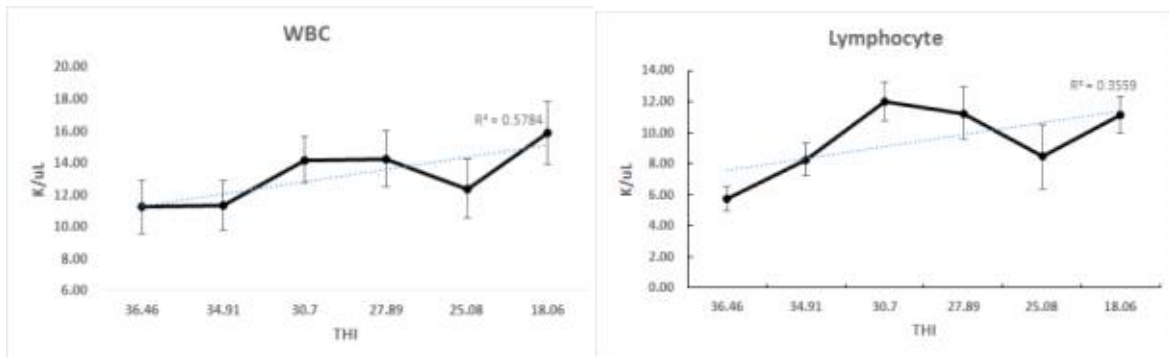


그림 1-30. Changes in blood metabolites(GOT, GPT, NEFA, Glucose) related to heat stress with THI change

- Hematology





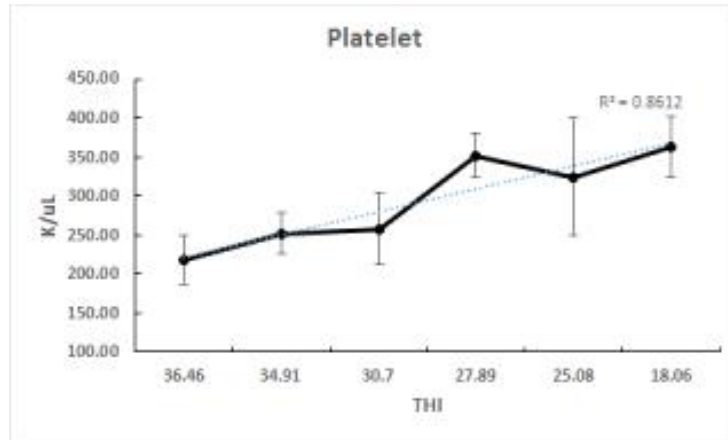


그림 1-31. Changes in blood WBC, Lymphocyte, Platelet levels related to heat stress with THI change

- Hormone

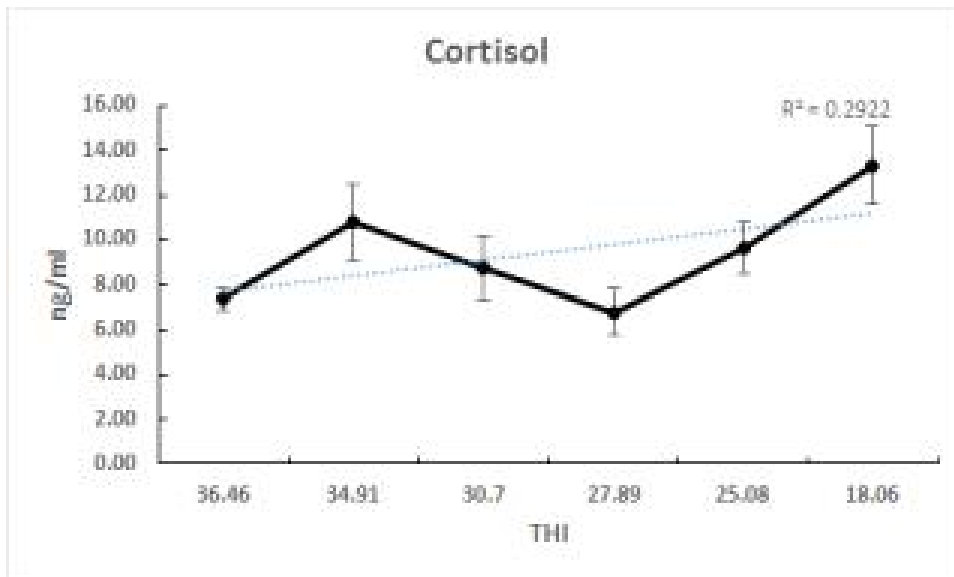


그림 1-32. Changes in blood cortisol level related to heat stress with THI change

○ THI 변화에 따른 스트레스 관련 행동지표 변화

- Behavior

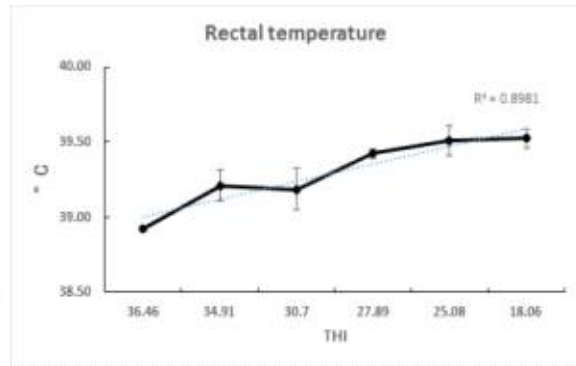
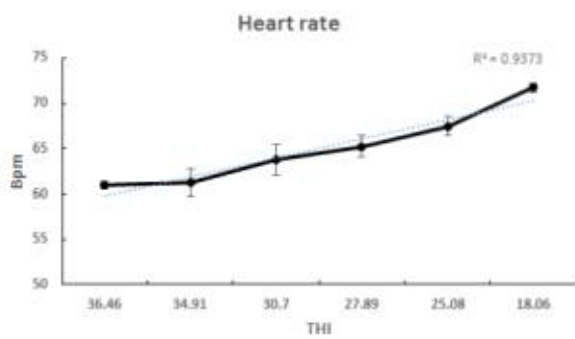


그림 1-33. Changes in heart rate and rectal temperature of Hanwoo calves with THI change

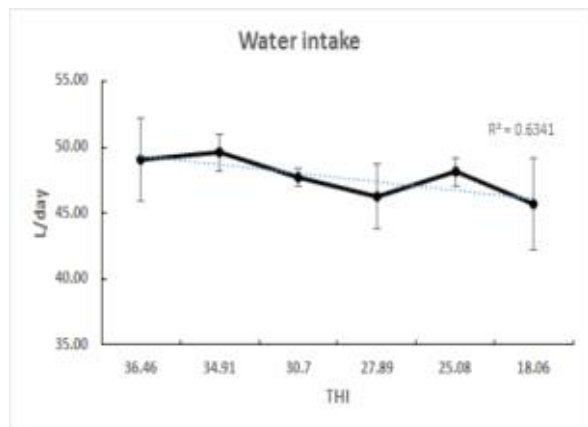
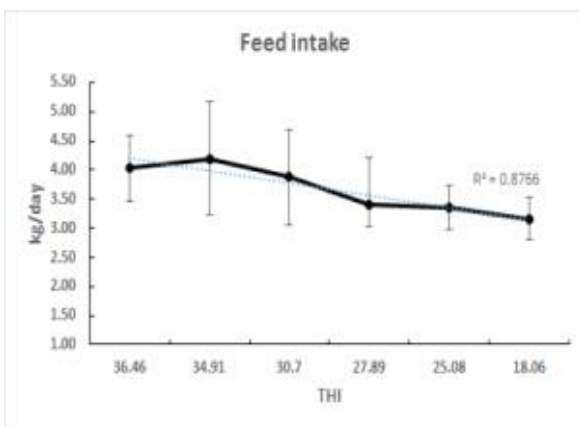


그림 1-34. Changes in water and feed intake with THI change

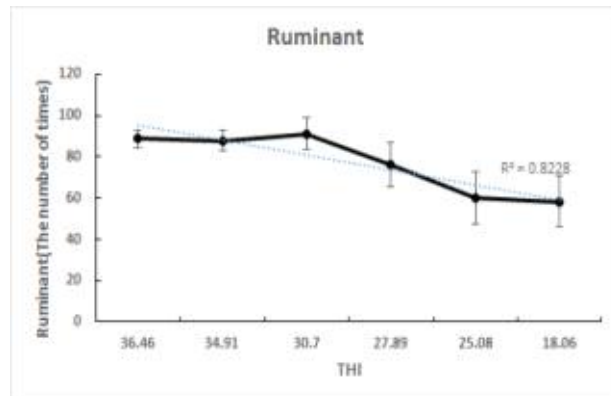
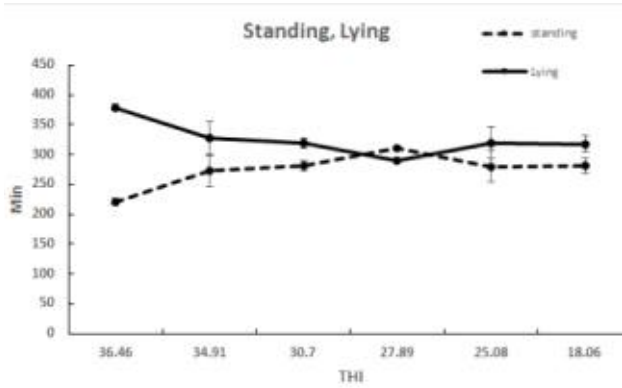


그림 1-35. Changes in standing, lying and rumination of experimental calves with THI change

Tm ° C	% Relative Humidity																				
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5	50	50	49	49	48	48	48	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	41
4.5	50	49	49	48	48	47	47	46	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	41	40
4	50	49	49	48	47	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	40	40	39	39
3.5	49	49	48	48	47	46	46	45	45	44	44	43	43	42	42	41	40	40	39	39	38
3	49	48	48	47	46	46	45	45	44	44	43	42	42	41	41	40	40	39	39	38	37
2.5	48	48	47	47	46	45	45	44	44	43	42	42	41	41	40	39	39	38	38	37	37
2	48	47	47	46	45	45	44	44	43	42	42	41	41	40	39	39	38	37	37	36	36
1.5	48	47	46	46	45	44	44	43	42	42	41	40	40	39	39	38	37	37	36	35	35
1	47	46	46	45	44	44	43	42	42	41	40	40	39	38	38	37	36	36	35	34	34
0.5	47	46	45	45	44	43	43	42	41	40	40	39	38	38	37	36	36	35	34	34	33
0	46	46	45	44	43	43	42	41	41	40	39	38	38	37	36	36	35	34	33	33	32
-0.5	46	45	44	44	43	42	41	41	40	39	38	38	37	36	36	35	34	33	33	32	31
-1	45	45	44	43	42	42	41	40	39	39	38	37	36	36	35	34	33	32	32	31	30
-1.5	45	44	44	43	42	41	40	40	39	38	37	36	36	35	34	33	32	32	31	30	29
-2	45	44	43	42	41	41	40	39	38	37	37	36	35	34	33	32	32	31	30	29	28
-2.5	44	43	43	42	41	40	39	38	38	37	36	35	34	33	33	32	31	30	29	28	28
-3	44	43	42	41	40	40	39	38	37	36	35	34	34	33	32	31	30	29	28	27	27
-3.5	43	43	42	41	40	39	38	38	37	36	35	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26
-4	43	42	41	40	39	38	38	37	36	35	34	34	33	32	31	30	29	28	28	27	26
-4.5	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30	29	28	27	26	25	24
-5	42	41	40	39	38	37	36	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
-5.5	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
-6	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
-6.5	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	25	24	23	22	21	20
-7	41	40	39	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	20	19
-7.5	40	39	38	37	36	35	34	33	32	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
-8	40	39	38	36	35	34	33	32	31	30	29	28	26	25	24	23	22	21	20	19	18
-8.5	39	38	37	36	35	34	33	31	30	29	28	27	26	25	24	22	21	20	19	18	17
-9	39	38	37	36	34	33	32	31	30	29	27	26	25	24	23	22	20	19	18	17	16
-9.5	39	37	36	35	34	33	31	30	29	28	27	26	24	23	22	21	20	18	17	16	15
-10	38	37	36	35	33	32	31	30	29	27	26	25	24	22	21	20	19	18	16	15	14
-10.5	38	37	35	34	33	32	30	29	28	27	25	24	23	22	21	19	18	17	16	14	13
-11	37	36	35	34	32	31	30	29	27	26	25	24	22	21	20	18	17	16	15	13	12
-11.5	37	36	34	33	32	31	29	28	27	25	24	23	22	20	19	18	16	15	14	13	11
-12	37	35	34	33	31	30	29	27	26	25	23	22	21	20	18	17	16	14	13	12	10
-12.5	36	35	34	32	31	30	28	27	26	24	23	22	20	19	18	16	15	14	12	11	10
-13	36	34	33	32	30	29	28	26	25	24	22	21	19	18	17	15	14	13	11	10	9
-13.5	35	34	33	31	30	28	27	26	24	23	22	20	19	17	16	15	13	12	10	9	8
-14	35	34	32	31	29	28	27	25	24	22	21	19	18	17	15	14	12	11	10	8	7
-14.5	35	33	32	30	29	27	26	25	23	22	20	19	17	16	14	13	12	10	9	7	6
-15	34	33	31	30	28	27	25	24	22	21	20	18	17	15	14	12	11	9	8	6	5

그림 1-36. Development of THI chart for Hanwoo steer

스트레스 단계는 총 네 가지 단계로 나누었으며 THI 31-36는 stress threshold 한 단계, 26-30은 mild-moderate 한 스트레스 단계, 15-25은 moderate-severe 한 스트레스 단계, 5-14는 severe 한 스트레스 단계로 나누었음. 단계를 나누게 된 근거는 stress threshold 한 단계에서 심박수의 수치가 60에 도달하였고 혈액 내 metabolite 지표들이 증가하는 경향을 나타내기 시작했고 직장온도가 39.25 °C에 이르렀음. mild-moderate 한 단계에서는 심박수가 65까지 증가하였으며, 직장온도가 39.4 °C에 도달하였음. 또한 혈중 metabolite인 glucose가 증가하기 시작했음. moderate-severe 한 단계에서는 심박수가 70까지 증가하였으며, 직장온도가 39.5 °C 까지 증가하고, 사료 섭취 및 반추횟수가 감소하였음. severe 한 단계에서는 심박수가 72까지 증가할 것으로 보이며 직장온도가 39.8 °C까지 증가할 것으로 보임. 개발된 THI Chart는 위 그림 1-36와 같음.

(7) 한국형 한우 송아지 THI Chart 검증 연구

(가) 연구목적 : 본 실험은 2차년도에 개발된 한우 송아지 THI의 정밀성을 보완하기 위하여 실시하였음

(나) 실험방법

- 공시 동물 : 한우 송아지 (5~6개월령) 8두
- 실험 장소 : 건국대학교 충주목장 온·습도 대사실험실



그림 1-37. Temperature and Humidity chamber in Konkuk university

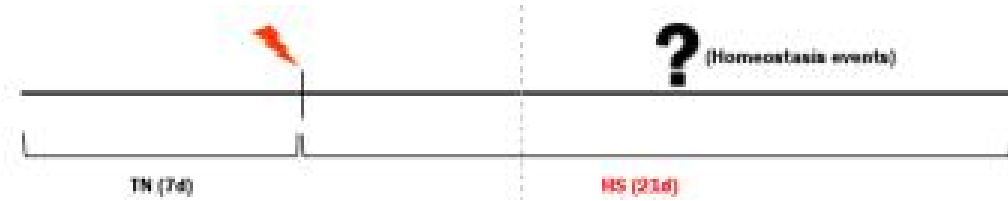
- 실험 기간 : 2017년 8월 ~ 10월
- 실험 디자인

Period	Chamber	Animal	TN (THI)	HS (THI)	Stress levels
1	A	4	68 - 70	81 - 83	Moderate - Severe
	B	4	68 - 70	88 - 90	Severe
2	A	4	68 - 70	68 - 70	Threshold
	B	4	68 - 70	74 - 76	Mild - Moderate

\* THI 09:00 ~19:00까지 조절

\* 외기환경에 맞게 먼저 Moderate, Severe한 상황을 진행하고 그 이후에

Threshold, Mild한 상황을 진행



\* 1 Period당 적응기 7일, 처리기 21일로 총 28일 실험 진행

- 사료 급여: 퓨리나 육성기 농후사료 두당 3kg, 조사료(티모시)
- 분석 항목
  - 일일단위 측정항목
    - 사료섭취량 (매일 오전 9시 조사료 잔여량 측정)
    - 음수섭취량 (매일 오전 9시 잔량 측정)
  - 3일단위 측정항목
    - 심박수 (오후 1시 30분, 분당 심박수 측정)
    - 직장온도 (오후 1시 30분 분당 심박수 측정)
  - 1주일단위 측정항목
    - 체중
    - 혈액지표 (Metabolite, hormone, PBMC, ROS, haptoglobin 등)
    - 장내 미생물 균총 변화 분석위한 분변 샘플

표 1-28. 농후사료 및 조사료 일반성분 분석 결과

Items(%)	Concentrate	forage (티모시)
Crude protein	16.7	6.19
Ether extract	3.13	1.17
Crude fiber	8.84	36.57
Crude ASH	6.94	7.49
ADF	10.08	38.69
NDF	22.90	67.13
Ca	1.43	0.35
P	0.50	0.2

(다) 결과 및 고찰

표 1-29. Effect of heat stress on growth performance in Korean native calves

Item	THI				SEM	P value
	Threshold	Mild	Moderate	Severe		
Initial body weight (kg)	157.6 <sup>a</sup>	149.9 <sup>ab</sup>	115.9 <sup>b</sup>	124.3 <sup>ab</sup>	9.69	0.029
Final body weight (kg)	194.7 <sup>a</sup>	179.7 <sup>ab</sup>	145.9 <sup>b</sup>	154.0 <sup>ab</sup>	9.97	0.016
Body weight increment (kg)	37.1	29.8	30.0	29.8	3.11	0.305
Average daily gain (kg/day)	1.3	1.1	1.1	1.1	0.11	0.297
Total daily feed intake (kg/day)						
TN (D0 - D7)	2.3	1.9	1.7	2.0	0.32	0.610
HS (D8 - D28)	2.8	1.8	1.3	1.7	0.35	0.069
Water intake (L/d)						
TN (D0 - D7)	21.7	16.0	13.9	18.5	1.77	0.048
HS (D8 - D28)	21.3	20.4	17.7	23.9	2.60	0.435

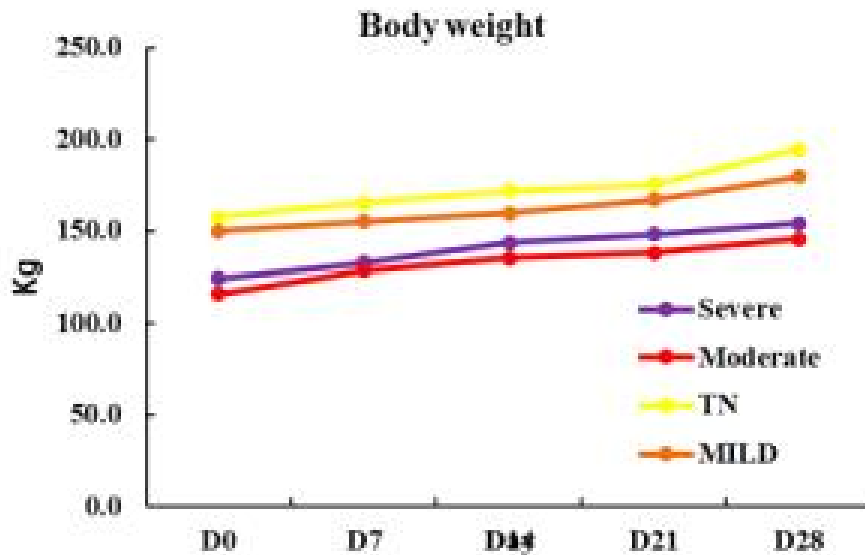


그림 1-38. Effect of heat stress on body weight change in Korean native calves.

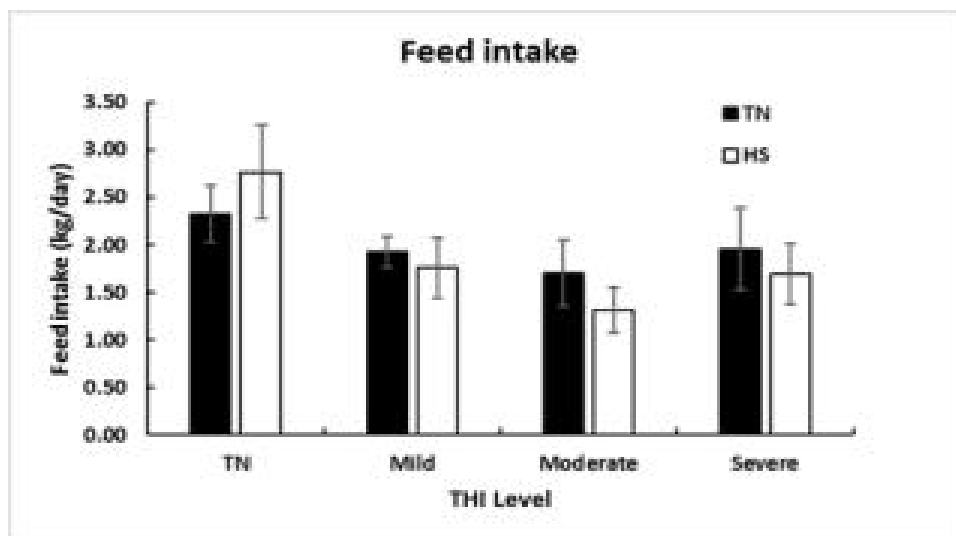


그림 1-39. Effect of heat stress on feed intake in Korean native calves.

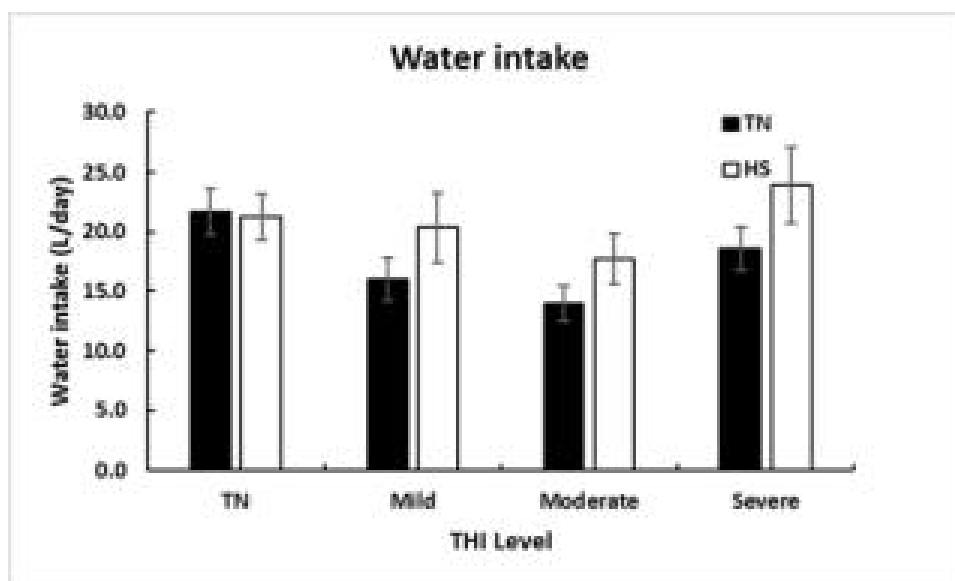


그림 1-40. Effect of heat stress on water intake in Korean native calves.

표 1-30. Effect of heat stress on physiological parameter in Korean native calves

Item	THI				SEM	P value
	Threshold	Mild	Moderate	Severe		
Heart rate (bpm)						
TN (D0 - D7)	60.4	64.4	62.8	63.0	1.27	0.218
HS (D8 - D28)	62.8 <sup>c</sup>	70.0 <sup>b</sup>	75.3 <sup>a</sup>	78.0 <sup>a</sup>	1.15	0.001
Rectal temperature (°C)						
TN (D0 - D7)	37.4	37.6	37.5	37.5	0.08	0.385
HS (D8 - D28)	37.3	38.0	38.6	38.9	0.08	0.001
Skin temperature (°C)						
TN (D0 - D7)	32.4	32.2	32.2	33	0.23	0.103
HS (D8 - D28)	32.5 <sup>b</sup>	32.4 <sup>b</sup>	32.6 <sup>b</sup>	33.4 <sup>a</sup>	0.14	0.001

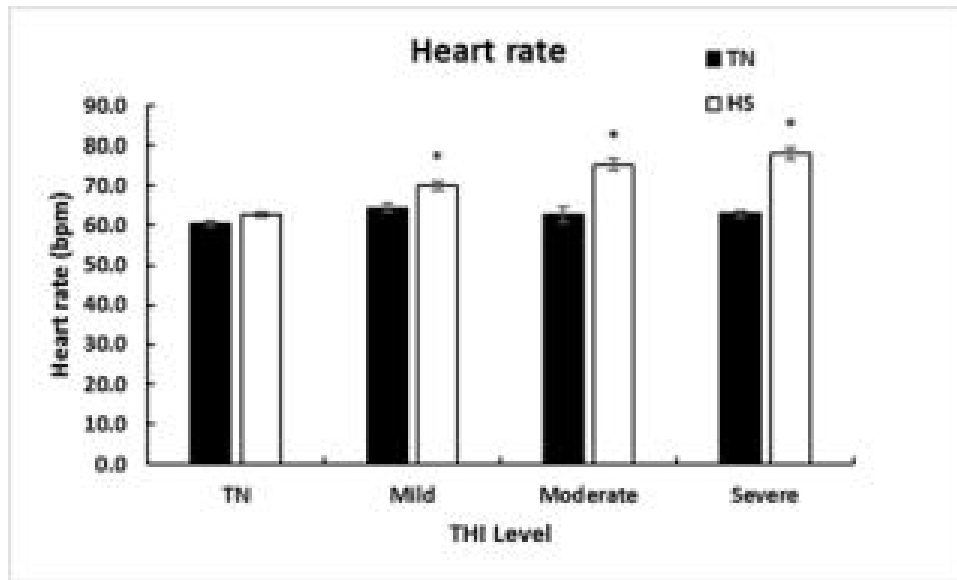


그림 1-41. Effect of heat stress on heart rate in Korean native calves.

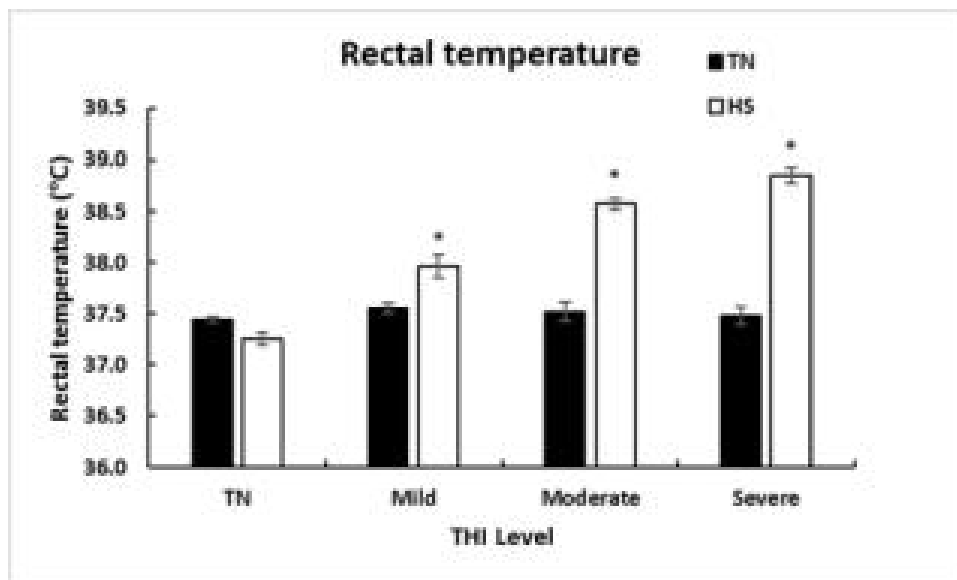


그림 1-42. Effect of heat stress on rectal temperature in Korean native calves.



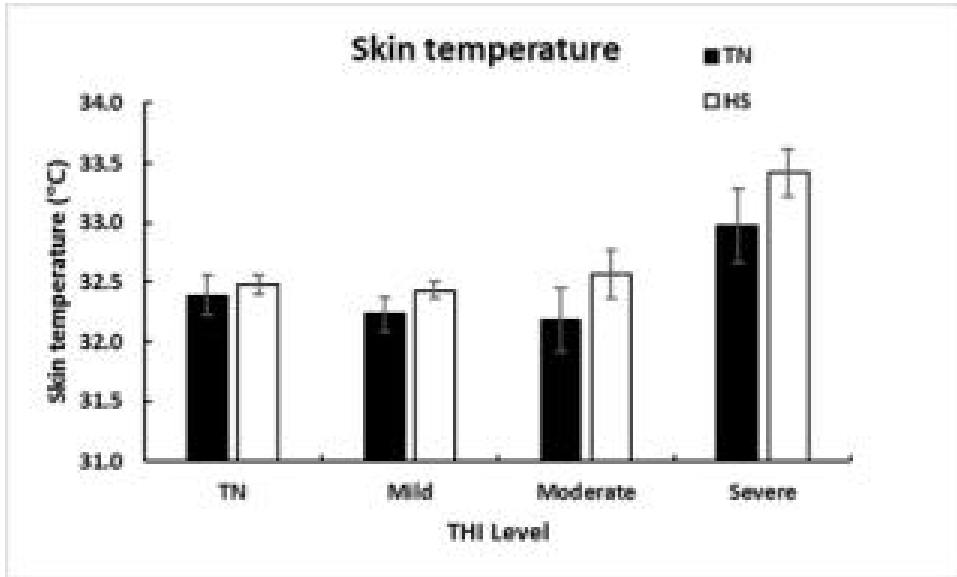


그림 1-43. Effect of heat stress on skin temperature in Korean native calves.

- 본 연구는 개발된 한우 송아지 THI Chart에서 4단계로 제시된 각 THI 영역대 (Threshold, Mild, Moderate, Severe)에 대한 정밀성을 확보하기 위하여 진행하였음
- THI 수준에 따라 한우 송아지 성장에 있어 증체나 사료섭취에는 크게 영향을 주지 않았으며, THI가 증가함에 따라 음수섭취량이 증가하는 것을 확인하였음 (표 1-29)
- 각 THI에 따라 적응기와 처리기를 나누어서 비교하였을 때 체중에는 크게 영향을 끼치지 않았지만 사료섭취량 감소와 음수섭취량이 증가하는 경향을 나타내는 것을 확인하였음 (그림 1-38, 그림 1-39, 그림 1-40)
- THI 수준에 따라 한우 송아지 생리지표인 심박수나 직장온도, 피부온도 등은 2차년도에 선행 연구되었던 결과와 마찬가지로 유의적으로 증가하는 것을 확인하였음 (표 1-30)
- 또한 THI에 따라 적응기와 처리기를 나누어서 비교하였을 때 심박수와 직장온도 둘다 Mild, Moderate, Severe한 단계에서 유의적으로 증가하는 것을 확인하였음 (그림 1-41, 그림 1-42)
- 따라서 본 연구결과를 토대로 보았을 때 심박수, 직장온도와 같은 생리지표는 THI에 대한 스트레스를 판단하는데 중요한 지표로써 활용할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있으며 또한 선행 연구되었던 한우 송아지에서의 THI Chart를 검증할 수 있는 자료로 활용될 것으로 사료됨

#### 나. ICT 기술을 이용한 농장 내 주요 기기 및 장치의 작동상태를 실시간으로 모니터링하는 기술 개발

본 연구에서는 한우 우사를 대상으로 생육단계별 한우의 행동 및 축사환경요소들 (온/습도 값, 풍속·풍향계, 이산화탄소, 소음)을 설치 및 운용하여 실제 사육환경을 통합적으로 모니터링 할 수 있는 기술을 개발하고자 하였음.

## (1) WPAN(Wireless Personal Area Network) 기술을 이용한 행동 모니터링

WPAN 실험에서는 행동 모니터링용 장비를 설치하고, 외부에서 장비에 접속하여 직접 영상을 확인할 수 있는 기술까지 구현하고자 하였다. 연구재료와 실험방법은 다음과 같음.

### (가) 연구재료

연구재료는 IPcamera, NVR(network video recorder), lan, monitor, modem이며 (주)하랑아이과 협력하여 농장에 설치를 진행하였다. IPcamera는 총 6대를 동물의 행동 뿐만 아니라 이동경로를 쉽게 파악하기 위하여 상단에 설치하였고, 기존 BNC케이블의 화질저하, 무게, 단선 등의 단점을 보완하고자 lan을 이용하였다. Monitor를 통해 실시간 파악이 가능하며, modem은 외부회선을 사용할 수 있게 해줘 사용자의 스마트폰 혹은 컴퓨터 등 인터넷에 접속할 수 있는 환경이면 장소와 상관없이 이용할 수 있게 하였음.

### (나) 연구방법

IPcamera와 NVR을 lan과 modem을 이용하여 구축하였다. 1fps의 속도로 영상을 녹화하고 전반적인 소들의 위치 및 행동, 음수, 식이를 관찰하였음. 카메라의 위치가 높아 가축의 위치 분석을 하는데 매우 용이하였으며 rest와 stand에 있어서도 육안구분이 가능하였음. 하루 중 오전 6시부터 오후 6시까지 육안관찰이 용이한 낮 시간에 확인하였으며, 가상의 구역을 정하여 10분당 위치 및 상태 등을 확인하였음.



그림 1-44. 감시카메라 (왼쪽)와 녹화된 영상 (오른쪽). 이렇게 실시간으로 24시간 녹화된 영상은 온·습도 data 분석이나 기타 분석 값과, 해당되는 동시간대를 비교하여 data들의 타당성 혹은 공통성 등을 확인하는 자료로 활용함

### (다) 연구결과

감시카메라 (그림 1-44)는 3개의 펜에 총 6대를 설치하였고, 혹한이나 혹서기 아니면 급격한 온·습도 변화가 있는 시점에서의 한우의 스트레스와 연관 지을 수 있는 행동 특이성을 알아보려고 하였음. 초반 data의 값에서는 기온이나 습도의 급작스런 변동

이 없어서, 특히 기후에서의 행동에 대한 data는 얻을 수 없었지만, 추후 수집된 data에서는 강우 등과 같은 기후 변화나, 기온상승의 값도 가지고 있어 이를 통해 좀 더 다양한 각도에서 분석이 가능할 것이라고 판단됨. 온·습도가 적절하고 크게 변동 폭이 없었을 때(14년 5월 9일 ~ 19일) 한우들의 행동을 분석한 결과, 급이 시간을 제외한 시간에는 외부의 낮선 자극(사람)이 없을 때 전반적으로 앉아 휴식을 취하는 것으로 나타남. 취수는 사료섭취 후가 가장 많았으며, 분과 뇨는 사료섭취 시 혹은 앉아 쉬고 있다가 일어났을 때 횟수가 많은 것으로 나타남. 또한 대개의 가축은 먹이통과는 반대편에서 수로 쉬는 것으로 나타났으며 이는 바닥의 상태가 기인하는 것으로 나타남. 앞서 기술한 것처럼 사료섭취와 함께 분뇨배출이 많아 다른 곳보다 바닥상태가 젖어있었고, 이런 안좋은 상태에 대한 선호도가 낮음을 보여주는 결과로 보임.

## (2) USN(Ubiquitous Sensor Network) 기술을 이용한 축사환경 모니터링 기술 평가

USN은 축사 내 환경을 측정하기 위하여 여러 가지 지표를 이용하여 장비를 설치하고, 실시간으로 기록하게 함으로써 시간대별 세밀한 측정을 가능케 하고 이를 활용할 수 있는 방안을 모색 및 구현하고자 하였음.

### (가) 연구재료

연구재료는 온·습도 측정기, 이산화탄소 농도 측정기, 풍속풍향 측정기, 소음측정기, data 통합 장비, 서버이며 (주)하랑아이과 협력하여 실험 농장에 설치를 진행하였다. 각 측정 장비는 무선 기술을 이용하여 정보를 획득하였으며, 한우에게 있어서 직접적인 부분을 확인하기 위하여 농장내부에 설치하였으며, 실시간으로 매 분당 측정값을 저장하였음. 유일하게 풍속풍향 측정기만 외부에 설치하였는데, 그 이유는 농장내부의 공기순환은 팬으로 인한 강제 환기이기에 외부와 공기순환 방식이 다르기 때문임.

### (나) 연구방법

장비의 운용에 필요한 무선 인터넷 망을 이용하여 testbed로 설정된 농장에 장비들을 설치하였음. 측정 장비를 설치한 농장의 경우 우사 주변 윈치커튼등에 의해서 반 폐쇄형 건물이며 그러므로 우사 내·외부 환경의 차이가 있었음. 한우에게 있어서 스트레스는 내부 환경이 가장 크게 작용한다고 판단하여 내부 환경 측정에 집중하였음. 우사 내부에 여러 장비를 설치하였음. 온·습도 및 이산화탄소 측정 장비(그림 1-45)의 경우, 하나로 통합해 설치하였으며, 소음측정기(그림 1-46)는 따로 설치하였음. 풍향·풍속계(그림 1-47)는 외부에 설치하여 주변의 대기 이동상태 등을 고려하였음. 온·습도 및 이산화탄소 측정 장비의 경우에는 한우가 일어나 있을 시 견갑골 높이에 설치하는 것이 이상적이나, 한우와 접촉할 우려가 있어 계획한 위치보다 50cm 상향조정하여 설치하였음. 소음측정기의 경우도 앞과 같은 이유로 동등한 위치에다가 설치하였음. 하루 두 번의 먹이 급여가 있고, 또 급여시간에 많이 운다는 점, 휴식은 먹이통 반대편에서 많다는 점 등에 착안하여 온·습도 및 이산화탄소 측정

장비는 먹이급여의 반대쪽 라인에 설치하였고, 소음측정기는 먹이통 라인에 설치하였다. 설치된 각종 장비는 매 1~5분 간격으로 지속적으로 측정하여 저장하였음. 이렇게 측정된 data는 혹한이나 혹서기 아니면 급격한 온·습도 변화가 있는 시점에서의 한우의 스트레스와 연관 지을 수 있는 행동 특이성을 알아보려고 하였음.

Heat stress 지수를 발굴하는데 가장 연관이 높은 온·습도 측정기는 (그림 1-48)와 같음. 농장 내부의 온·습도뿐만 아니라 외부의 온·습도 data도 측정하였음. 외부의 측정값은 내부에서의 온·습도 측정값과의 차이와 그래프 높낮이의 유사성을 확인하기 위한 용도로 활용하였음.



그림 1-45. 온·습도 및 이산화탄소 측정기, 온·습도 일체형과 휴대용 이산화탄소 측정기를 하나로 합쳐 설치 실시간 측정하였음. 설치 위치는 스텐 촌 반대편 번식우들이 휴식을 많이 취하는 곳 위쪽임.



그림 1-46. 소음 측정기. 동물들의 울음소리 및 기타 발생하는 소음 값들을 실시간으로 측정하였다. 설치위치는 스텐 촌 방향에 설치하였음.



그림 1-47. 풍향·풍속 측정기. 풍향 풍속 측정기는 외부에 설치하여 실시간 대



그림 1-48. 농장 내 온·습도 측정기. 왼쪽은 외부, 오른쪽은 내부. 오른쪽은 router의

기 이동 및 방향을 측정하였음. 측사 내부는 반 폐쇄형 상태이기에 대기 순환이 외부와 다르고 이동속도가 빠르지 않지만 돌풍 등의 상태에서는 한우에게 영향을 끼칠 것으로 판단하여 설치를 하게 됨.

역할이 추가로 주어지며, 내부에서 측정된 값과의 차이를 비교하기 위해서 설치하였음.

(다) 연구결과

온·습도 및 이산화탄소 측정 장비와 소음 측정 장비는 설치한 4월10일부터 정전 및 장비점검(고장 포함) 시간을 제외한 모든 시간에 지속적으로 data를 측정하였음. 풍향·풍속계는 6일 늦은 4월 16일에 설치하여 위와 같이 지속적으로 data를 측정하였음. 다음 그래프들은 장비 설치 및 실험 진행 후 안정기 초반의 data를 나타낸 것이며 14년 5월 9일부터 19일까지의 자료임.



그림 1-49. 한우농장 내부 온도의 140509-140519 사이의 변화

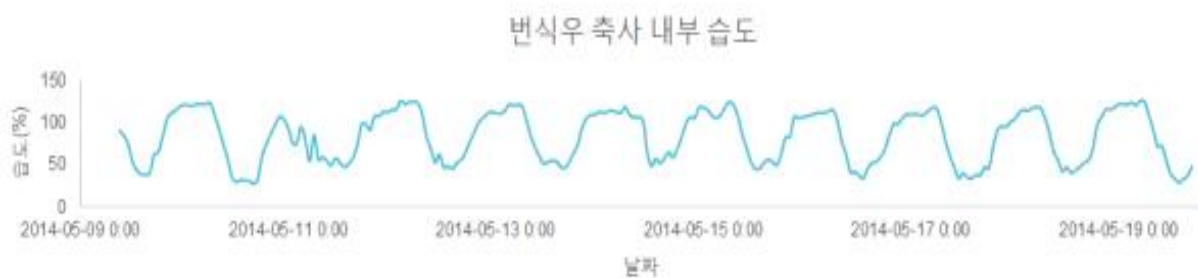


그림 1-50. 한우농장내부 습도의 140509-140519 사이의 변화

농장 내부 온도 (그림 1-49)의 경우 최저 약 10°C에서 최대 약 30°C의 값을 나타내고 있으며, 습도 (그림 1-50)의 경우에는 오전 5시~8시 사이에 센서 부위에서 발생하는 결로 현상에 의해 습도가 100%이상을 나타낸다는 점을 제외하고는 온도가 상승할 때 습도는 내려가고 온도가 하강할 때 습도는 올라감.

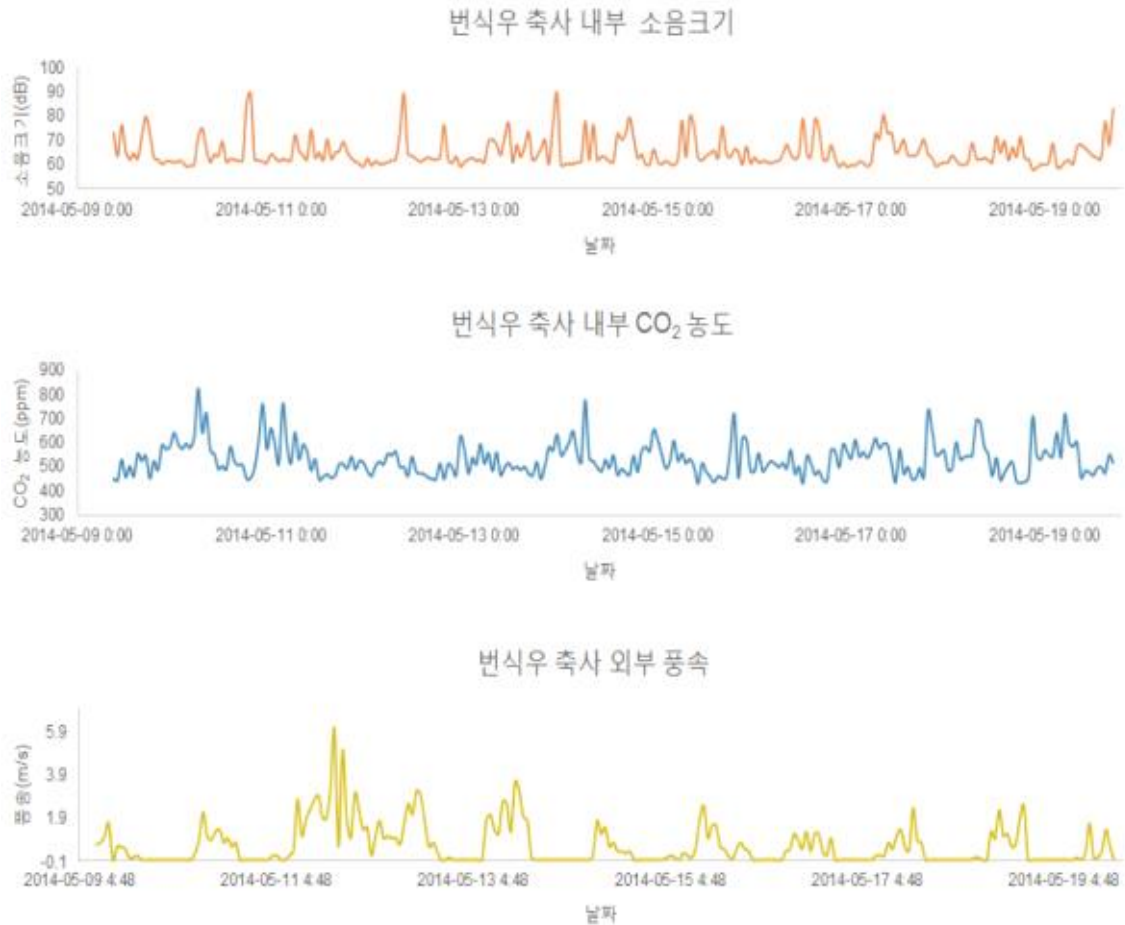


그림 1-51. 한우농장내부 소음, 이산화탄소 및 풍속의 140509-140519 사이의 변화

농장 내부의 소음과 이산화탄소 그리고 외부의 풍속에 대한 그래프를 그림 1-51에 제시하였음. 농장 내부에서 발생하는 소음은 주로 특정 시간에 커지는 것으로 나타났고, 이는 급이 혹은 중대형 석유엔진 기계를 작동할 시 주로 나타나는 것으로 판단되었으며, 스탠전 기준 소음의 크기는 최대 약 90dB이라는 점에서 큰 소음의 발생 이유를 감시카메라 영상을 통해서 비교를 하였음. 대다수의 소음은 먹이급여시간일 때의 울음이 주요 원인으로 확인되었음. 이산화탄소 농도의 경우에는 한우들의 위치에 따라서 값이 변동하였으며 설치한 위치 근처에 얼마나 많은 한우가 존재하는지에 따라서 최대 400ppm 정도의 변동 폭이 있었지만 끼치는 영향은 매우 미비한 것으로 사료됨. 축사 외부 풍속은 0.3m/s이하는 측정이 되지 않았고, 풍향의 경우 향후 실시간 모니터링 프로그램 구동 시 시각적인 효과로 사용하기 위한 것으로써 그래프로써는 표현되어지지 않았음. 5월 11일을 제외한 나머지 측정 시간에는 강도가 센 바람이 불지 않음을 확인 할 수 있었음. 아울러 감시카메라 영상과 비교 시 풍속에 따른 앉아있거나 일어나 있는 두 가지 경우에서의 행동 패턴 연관성은 찾을 수 없었음.

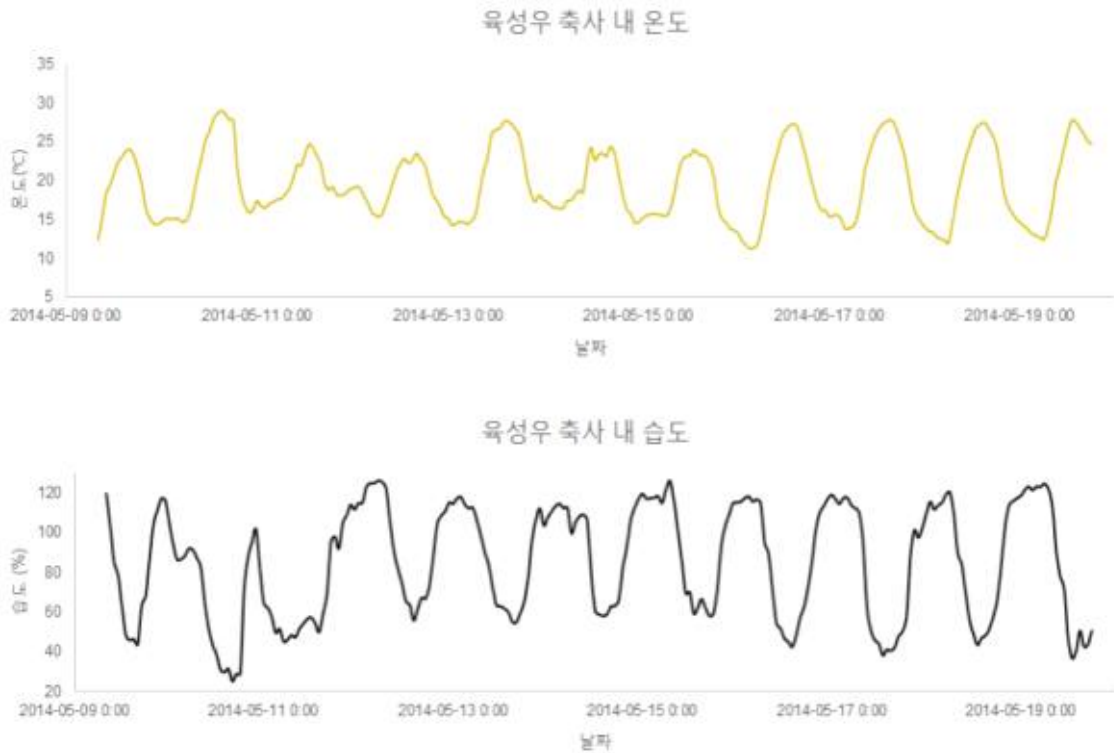


그림 1-52. 한우농장내부(육성우) 온도, 습도의 140509-140519 사이의 변화

육성우 축사 내 온도는 그림 1-52와 같음. 온도의 변화폭은 약 10°C에서 약 30°C 사이였고, 습도는 20%에서 120%로 나타남. 번식우사와 비육우사가 반경 8km나 떨어져 있음에도 시간별 온도 측정값은 유사하게 측정됨. 비육우사 외부의 온도는 습도에 있어서는 낮 시간대 더 낮았으며 온도는 좀 더 높았는데 이는 센서에 직사광선이 직접적으로 닿았기 때문이며, 반 폐쇄형의 우사 구조에서 한우가 직접적으로 받는 기후영향과는 약간의 차이가 있어 제시하지는 않았음.

ICT 기술을 접목하여 농장내부에서의 환경변화를 유닛별로 실시간 확인할 수 있는 기술을 개발하고자 본 실험을 진행하였음. 농장내부의 환경변화를 볼 수 있는 유닛을 온·습도 이산화탄소 농도, 소음, 그리고 풍향·풍속에 이르기까지 발굴하여 설치 및 실시간 측정을 하였으며 초기 data를 분석한 결과, 결로 현상에 의한 오전 6시 전후에 100% 이상의 값과, 0.3m/s 이하의 낮은 풍속은 감지되지 않는 문제가 발생하였지만, 전반적으로 data를 분석하는데 있어서는 큰 문제가 발생하지 않았음. 그리고 위 그래프와 같이 5월 중 낮 시간의 우사 내부에서의 높은 습도는 동 연구실 선행 실험에서도 나타났던 결과로, 국내 사양시설에서 우사바닥은 대개 젖어있다는 점과 호흡과 분뇨 발생에 의한 수분을 고려해야 할 것으로 보임.

실시간 값을 화면상에 표시하고 그래프로 변화 추이도 보이는 방안과, 외부에서도 확인할 수 있는 방안을 추가로 적용시켜 온·습도와 한우의 스트레스간의 상관관계 뿐만 아니라 온·습도 및 기타의 장비들의 data를 활용할 방안을 추가 연구가 필요하다고 사료됨. 온·습도 측정에 있어서 결로 현상이 생기는 아침 시간에는 습도가

120%이상으로 찍히는 경우가 발생하고 있으나, 기계적 결함이 아닌 자연적인 현상이기에 그대로 측정하고 있으며, 100%이상의 측정값은 100%로 명시하되 실제 대기 습도가 100%가 될 수는 없기에 자문을 구하여 습도의 경우에서 측정오차 값의 범위를 조정 중에 있음. 이산화탄소 측정이나 소음 측정의 경우 반폐쇄형 건물이라 할지라도 그 장소가 매우 넓어 측정하는 의의가 약하지만, 온·습도 이외의 외부환경도 한 우에게 영향을 주는 요인일 수도 있기에 측정을 하였음. 측정되는 data는 주 1회 검토를 실시하여 기기의 오류나 문제점이 없는지를 파악하고 있으며, 측정에 있어서 매우 안정적인 결과가 나와 개발한 실시간 확인 프로그램과 연동하였음.

#### 다. 온도스트레스 저감을 위한 Smart Farming System 구축

##### (1) SFS(Smart Farming System) 농장 구현

본 연구에서는 농장의 상태와 가축의 상태 등을 손쉽게 파악할 수 있는 시스템을 구현하기 위하여 사전 후보지 농장들을 대상으로 자유롭게 연구 가능한 부분을 중점으로 사전 조사를 실시하고, 한 농장을 선정하여 농장에서 구현 가능한 각종 항목 등 설정하고 이에 따른 구체적인 구상안을 실제 농장에 설비 및 적용하였음.

##### (가) SFS 농장 선정 및 기초 설비 작업 실시

SFS를 구현하기 위한 농장을 선정하기 위해서 다음과 같은 기준을 설정하고 농장을 물색하였음.

- 동물 연구가 가능한 곳
- 계절에 따른 영향이 뚜렷한 곳
- 방역시스템이 갖춰져 있어 언제든지 출입이 가능한 곳
- 기존 설비 철거 및 연구 설비 설치가 자유로운 곳
- 농장 상주 인원이 있고 접근이 용이한 곳
- 농장부지가 넓어 동물의 이동이 자유로운 곳
- SFS를 다루기 위한 컴퓨터 사용과 네트워크가 가능한 곳

이에 따라 경기도 양평, 충북 충주, 경기도 포천, 전북 정읍, 경북 상주 등 여러 한 우 농장을 물색하였으며, 가장 기준에 부합하는 충북 충주의 건국대학교 실습농장을 선정하여 SFS를 구현하기 위한 기초 설비 작업을 다음과 같이 실시하였음.

##### ○ SFS 구현을 위한 농장 선정 및 원격감지 및 제어 시스템 설치 개요도

건국대학교 종합실습농장은 총부지 3만평의 대 농장으로써, 상주 직원 3명이 있으며, 외부 인력을 위한 숙식시설도 갖추어져 있어 연구를 진행하는데 있어 최적의 조건이라 할 수 있음.





그림 1-53. General farm laboratory of Konkuk Univ.

축사부지는 크게 3동으로 나누어져 있으며 이 중 2동은 홀스타인 젖소를 사육하고 있고, 1동은 한우를 사육하고 있다. 그림 1-53에 빨간색 네모박스가 한우사육동이며 위와 같은 축사설비를 활용하여 아래와 같은 원격 및 제어 시스템 설치 개요도를 구상하였음.

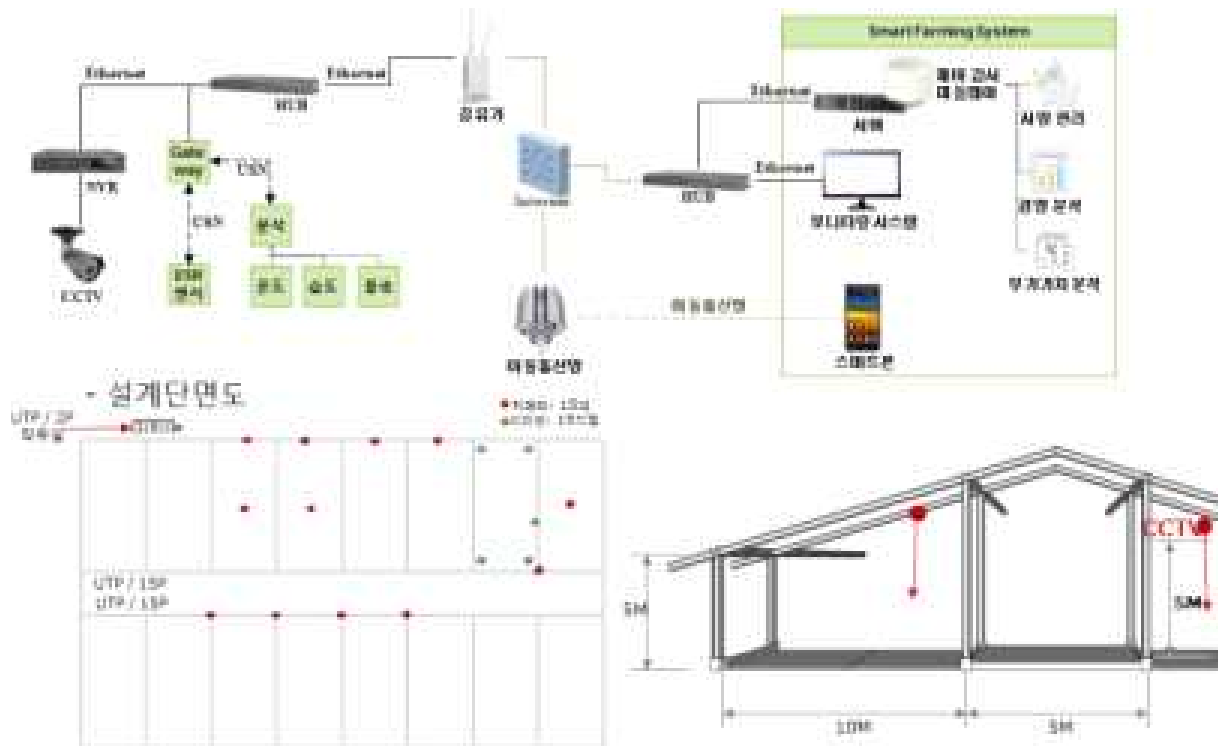


그림 1-54. Overview of remote sensing and control system on Hanwoo farm of Konkuk general farm laboratory

SFS를 구현하기 위해서는 한우사육동 전체공간에 대한 네트워크 구성이 가장 중요하

였기 때문임. 개요도 구상은 현재 설비뿐만 아니라, 추가적인 설비, 장비 설치 등에도 유연성 있게 대처하기 위해 필요한 작업이었으며, 이러한 개요도를 바탕으로 SFS 기초 설비 시공을 실시하였음.

○ SFS 농장 기초 설비 작업

위에서 구상한 개요도를 바탕으로 아래 사진들과 같이 설비를 갖추었음. 현장에서도 직접 제어 할 수 있게 서버를 통해 모든 것을 일괄관리 할 수 있게 구상하였으며, 외부 네트워크 연결을 통해 원격감시 및 원격제어를 할 수 있는 역량을 갖추었음.



그림 1-55. Functioning of server digital video record and gateway

그림 1-55는 기본 제어 프로그램 및 장치들이며 그림 1-56은 현장 게이트웨이와 카메라, 환경 측정 장비들로서 한우사육동에 설치를 하였음.



그림 1-56. Installed gateway, camera, environment measuring device in inside the farm

○ SFS 기초 운영 시스템 가동

기초 운영시스템을 구성하기 위해 위와 같이 설치한 제품들은 아래 그림 1-57과 같은 구성요소를 지니고 있음. 온습도계, 이산화탄소측정, 소음, 풍향풍속 등으로 구성되었으며 이러한 노드들을 충주에 위치한 건대 실습 농장에 SFS구현을 위하여 설치하였음. 이 중 THI지수와 매우 높은 상관관계를 가지는 온습도 측정계는 실습농장 내 소와 근접한 위치에 설치하였으며, 나머지는 여러 상황에 대비하기 위하여 적절하게 설치하였다. 풍향풍속계의 경우 농장 외부요인도 중요하지만 실질적으로 직접적인 영향을 생각하여 이 역시 농장 내부에 설치하였음.

이렇게 설치된 노드들을 운용 및 활용하기 위하여 기초운영 시스템을 가동하고 있으며, 이를 이용하여 내부적으로 원격제어 및 원격감시의 틀을 마련하고 운용 실시하고 있음.



그림 1-57. This node understand for various weather

이러한 노드와 서버간의 원활한 통신을 위하여 ethernet 1Gb line을 농장 내에 구비하였으며, 안정적으로 data 수신이 가능하게 하였음. 또한 line의 문제로 disconnected 되는 경우가 발생할 것을 대비하여 spare line 및 gateway를 중간에 더 설정하여 만약의 사태에도 즉시 해결 가능하도록 하였음.

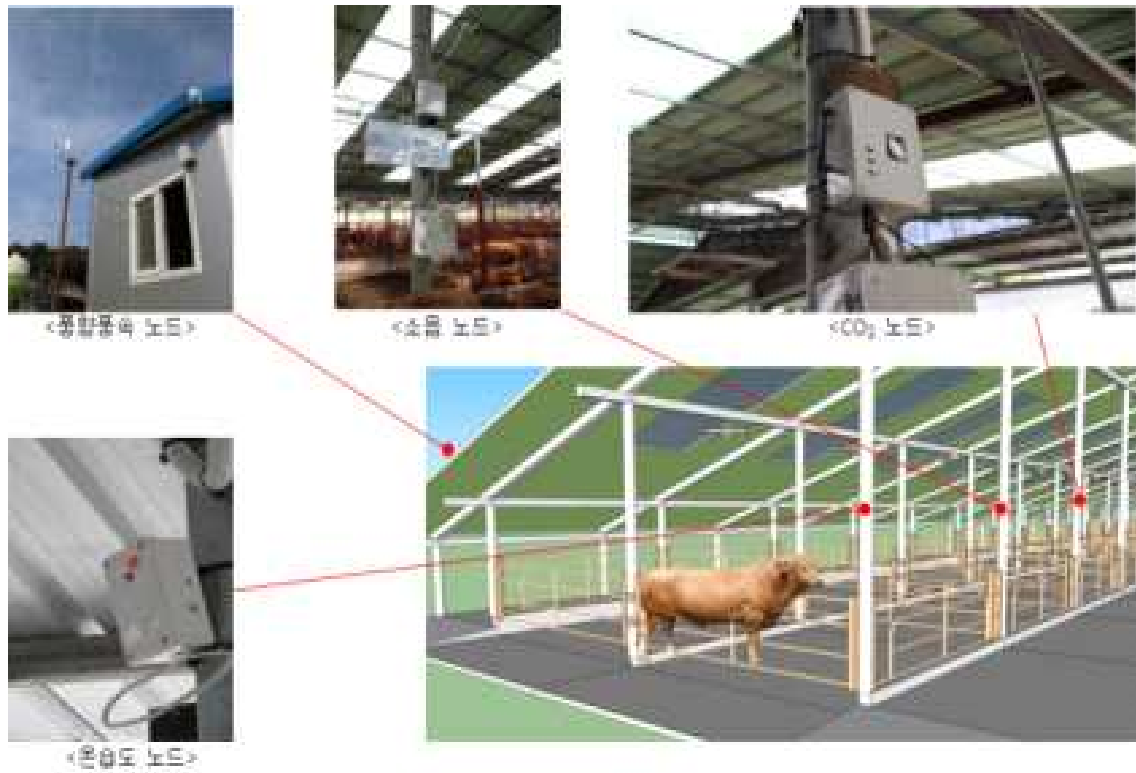


그림 1-58. Devices installed each position and pictures



그림 1-59. Operating program performed pictures

이러한 구성요소를 이용하여 필드내 온습도에 대한 정보를 바탕으로 위와 같이 data를 시각화 구현하였으며, 필요에 따라 data를 더 받아 볼 수 있도록 channel도 더 구성하였음. 이를 통하여 온습도 정보뿐만 아니라 각종 필요에 따라 추가 설치되는 이산화탄소, 소음, 풍향풍속 등의 정보도 위의 프로그램을 통하여 확인 할 수 있게 하였음. 이러한 정보를 바탕으로 원격감시 및 원격제어를 농장에서 실시간 구현 할 때에는 THI 지수까지 고려하여 이에 따른 상태를 판단하며 농장주에게 원격 경고를 할 수 있는 설비를 마련할 예정으로 연구 진행 중임.



그림 1-60. The remote monitoring mode

(나) 스트레스 저감을 위한 환경제어 항목 및 기준 설정

스트레스 저감을 위한 환경제어는 외부에 그대로 노출된 가축에게 있어 시시각각 변하는 외부환경에 따라 발생할 수 있는 스트레스를 외부환경을 강제적으로 바꿔 줌으로써 이를 저감 시킬 수 있는 방안에 대한 연구이다. 환경제어를 할 수 있는 방안은 최적의 환경제어를 통한 전체 운용을 할 수 있게 연관된 것을 도출하였다. 위의 상세한 내용을 축약하면 아래와 같이 나타낼 수 있음.

위의 내용 중 환경제어에 해당되는 부분은 축사관리로, 모니터링과 자동 혹은 수동조절을 통한 설비 제어를 유기적으로 해냄으로써 환경제어를 실시하게 된다. 축사관리에 있어 환경과 관련되어 제어할 수 있는 항목은 환기팬, 원치커튼, 백색소음, 미스트 분무, 지붕 개폐 등이 있으며 특히 스트레스와 가장 직접적인 연관이 있는 온도와 습도를 통제할 수 있는 수단으로 환기팬과 원치커튼 그리고 미스트 분무가 있음.

- 환기팬 강약 조절
- 차단막 개폐 결정
- 미스트 분무량 조절
- 지붕 개폐 결정

## ▪ Smart Farming Management Program

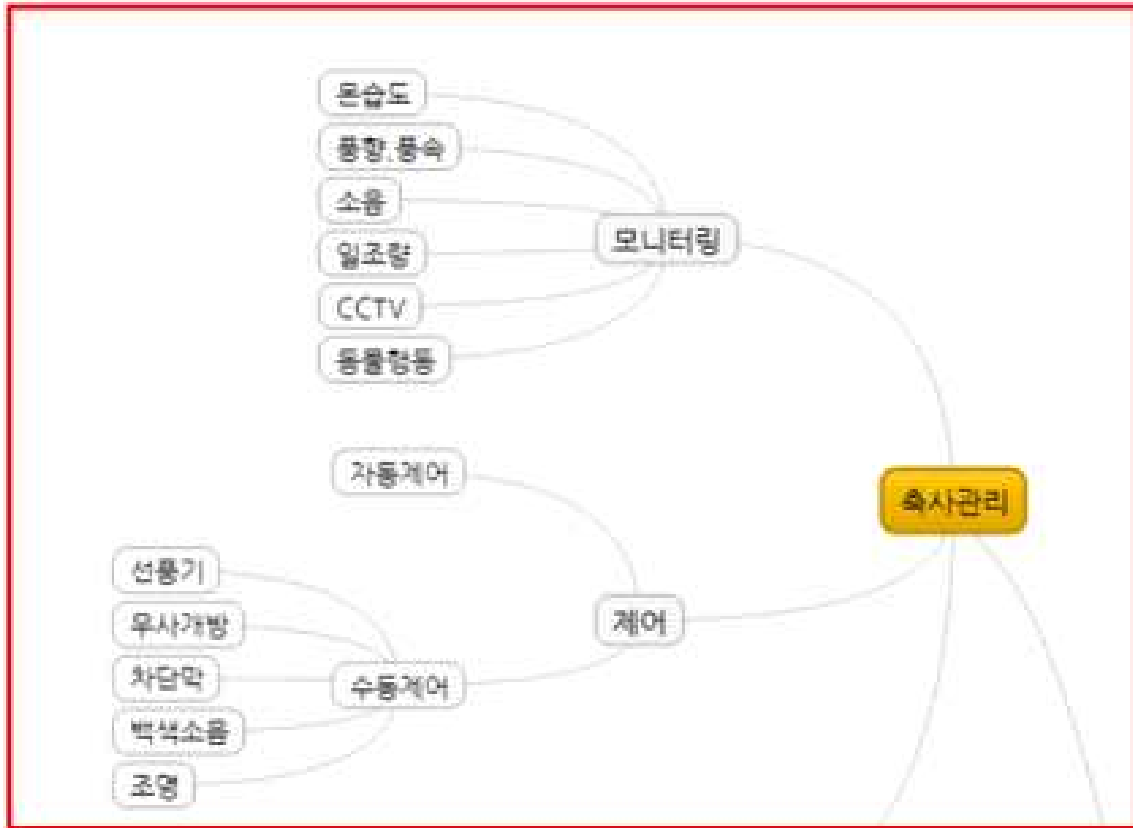


그림 1-61. Environment control entries with automatic and manual, THI index is based on automatic control

이러한 환경제어 항목은 기존에는 온도와 습도 그리고 풍향에 의해서 설정된 범위를 벗어났을 시 작동하거나 혹은 설정된 범위를 유지할 수 있는 상태로 작동을 했다고 한다면, 현재는 앞으로 완전히 발굴될 한국형 한우의 THI 지수를 통하여 적정 상태를 유지할 수 있는 방향으로 기준을 마련할 것임. 그렇게 될 경우 기존의 온도에 따른 팬의 rpm 자동 조절에서 탈피하여 좀 더 유기적인 팬의 자동작동이 가능하게 됨. 기존 자동 시스템의 경우에는 온도만 고려하였기 때문에, 고온건조한 경우나 고온다습한 경우에 팬의 회전세기가 똑같아 가축의 heat stress를 효과적으로 관리 할 수 없었던 것에 비해, 현재 연구 진행 중인 방법을 자동화 시스템에 도입한다면, 좀 더 능동 자율적으로 가축의 heat stress 저감을 줄 수 있을 것이라고 사료됨.



그림 1-62. General farm in Konkuk university were installed device for environmental items and standard set

(다) 환경 제어 통합 서버플랫폼 개발과 모바일 어플리케이션

환경제어 통합 서버플랫폼은, 표준 웹 기반을 통하여 언제 어디서든 농장 정보에 쉽게 접근할 수 있는 방안을 마련하기 위하여 연구를 진행하였음.

○ 통합서버구축 및 환경감시 실시



그림 1-63. Build an integrated server and it can determine farms basic information and environment in realtime during the build sever and trial

통합서버를 구축하고, 농장의 기본 정보 및 환경 등을 실시간으로 파악할 수 있게 서버를 구축 시범 운용 중이며, 지속적인 업데이트를 통하여 사용자 편리성을 증대할 수 있는 방안을 마련하였음.



## (2) 가축모니터링 자동화를 위한 행동모니터링 자동화 시스템 개발

행동 모니터링 자동화를 위하여 다음과 같이 행동 자동 계산 프로그램을 개발 하였으며, 이를 통하여 아래와 같은 분석이 가능하고, 이러한 분석은 다음과 같은 사항을 고려하였음.

- 소들을 자동 인식하여 소의 움직임, 이동거리 등을 자동 계산
- 센서 설치 방식이 아닌 기존 카메라를 활용
- 한우사양 프로그램에 적합한 형태를 추구 (5두 이하)
- 활동성이 높은 시간대를 이용
- 로컬 PC에서 영상처리 및 위치/ 활동량을 분석하고 서버를 통해 외부접속 가능

이러한 프로그램 구성의 개요도를 아래와 같이 제시한다. 아래의 구성 개요도의 핵심은 직하방 촬영에 있음. 카메라를 위에서 직하방으로 촬영을 해 동물들의 움직임을 2D화 시켜 위치 값을 손쉽게 파악하고, 해석하고자 하였다. 카메라 한 대당 처리할 수 있는 가축 두 수는 최대 15두이며, 이는 판별방법을 업그레이드 할 시 더욱더 많은 두 수를 한 번에 처리할 수 있게 되어 적은 비용으로 고효율의 처리를 보일 수 있을 것으로 기대를 하고 있음. 실험에서는 1대의 카메라로 하나의 우방을 촬영하고, 여기에는 음수대와 사료조를 포함 시켰음. 행동과 구역으로 나뉘어 거세한우의 행동 패턴을 확인하였으며,

- 사료조와, 음수대, 운동장으로 나뉘어 구역 별 거주시간
- 시간대별 개체별 행동양식
- 이상행동의 판별

등과 같은 항목들을 직관적으로 사용가능하도록 하였음.

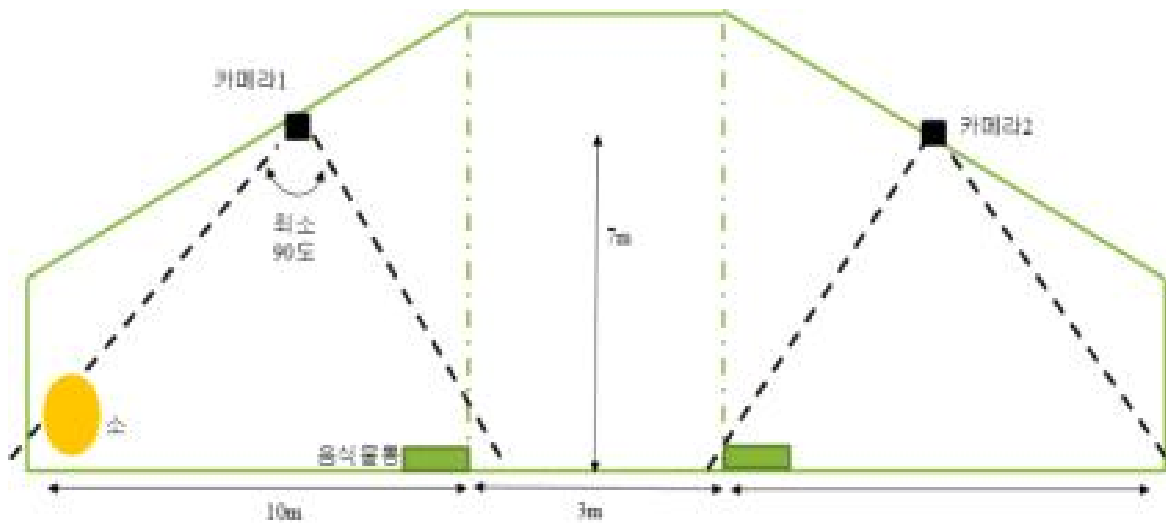


그림 1-64. Camera installation plan for location tracking system

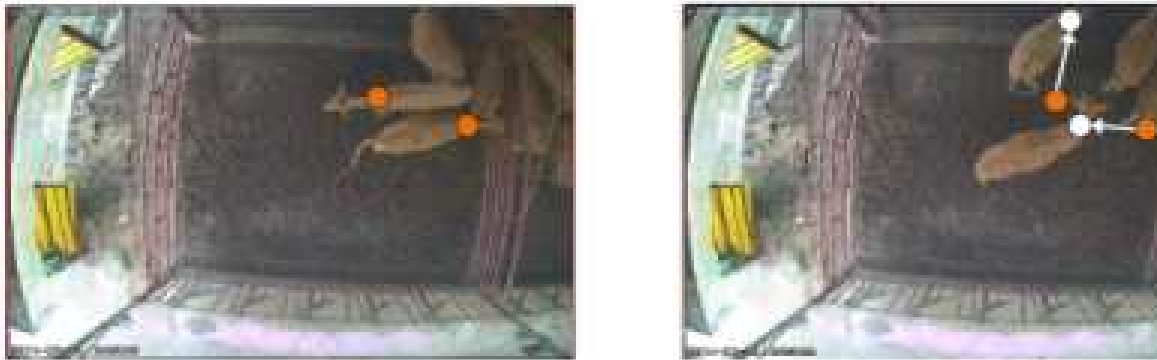


그림 1-65. Making position and location value changes according to the moves of animal

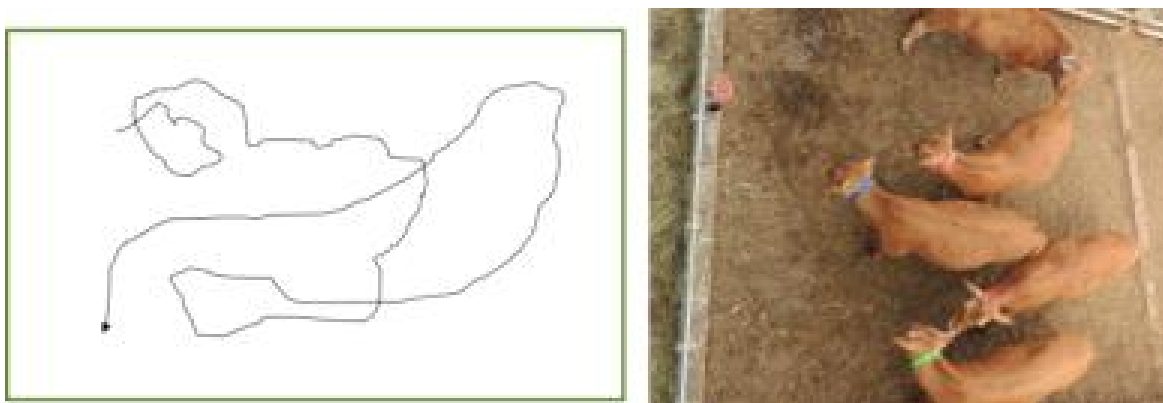
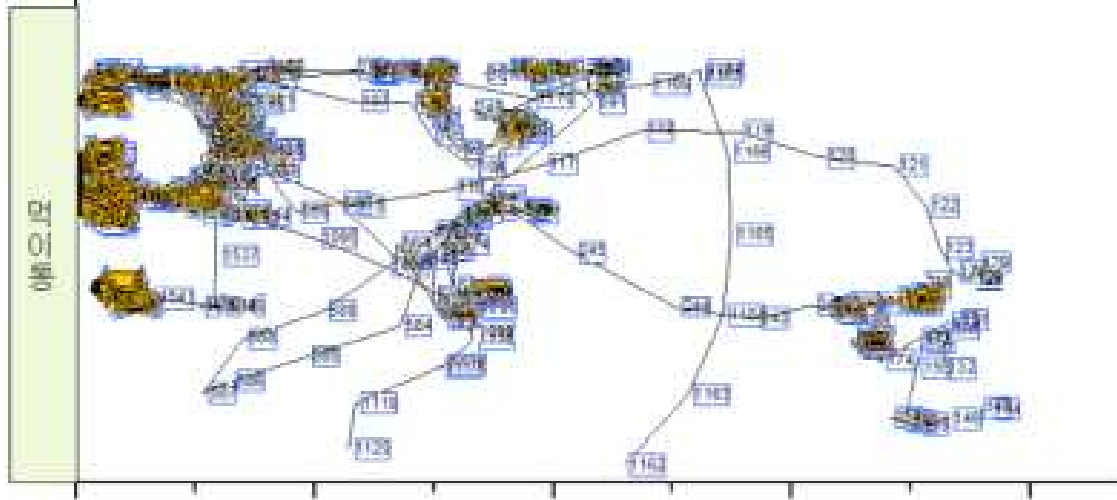


그림 1-66. Color neck band and position movement curve for understand disting position movement each animals



한우의 실시간 이동 경로 좌표 그래프 2D

그림 1-67. Appeared to coordinates of real-time tracking path used by analyzing program, the inside number indicates the flow of time

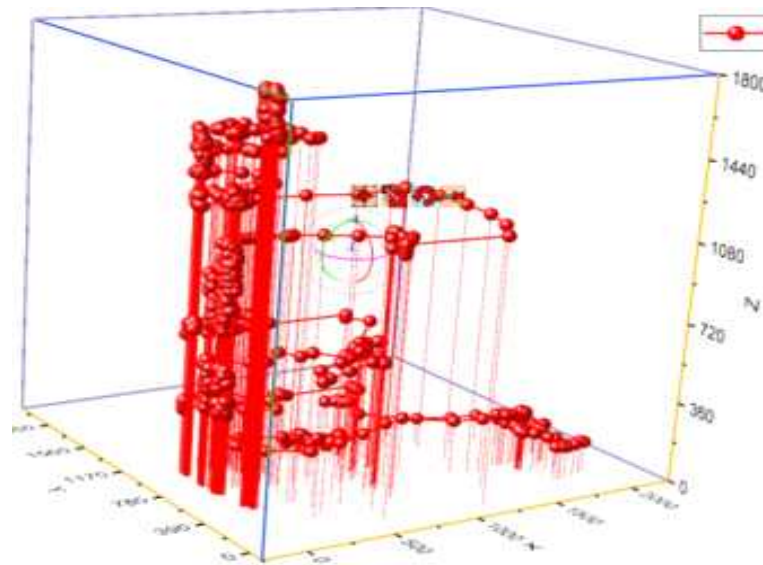


그림 1-68. 3D screen picture of Hanwoo moving, Z axis as a time and X,Y axis tracking path

그림 1-67는 수치화된 data를 다시 한 번 시각적으로 도식화 한 것으로, 초록색 마커 소의 이동경로에 대한 결과임. 각 표시점 옆의 숫자 오름차순대로 시간에 따른 이동임. 이를 통해 이 소가 어디에서 주로 있었는지를 알 수 있고, 먹이를 먹은 시간, 물을 마신 시간 등을 확인 할 수 있음. 그리고 이러한 내용을 시간대별로 위치추적이 용이하도록 Z축을 시간으로 설정한 3D 그래프를 구현하였음. 이를 통하여 소의 시간대별 행동반경을 보다 정확하게 파악할 수 있게 됐으며, 2D에서의 정보보다 더 많은 것을 파악할 수 있게 하였음.

(3) Smart Farming System 접목형 사양관리 통합 프로그램 개발

(가) 한우용 THI Chart를 이용한 한국형 기후대응 한우사양프로그램 개발

○ 그림 1-15, 1-22의 한우용 고온스트레스 THI Chart의 값을 이용하여 다음과 같이 한국형 THI chart에 따른 송아지 및 비육우의 사양급여 프로그램을 설정하였음.

- 한국형 고온스트레스 THI 설정에 따른 한우 송아지용 사양급여 프로그램 설정

표 1-31. 고온 스트레스 THI에 의한 한우송아지 사료급여 프로그램

THI 값	송아지에 미치는 영향	사료급여프로그램
~74	없음	스트레스 없음 KRC 급여수준 적용
75 ~ 81	경미	심박수 증가, 직장온도 증가, GOT, GPT 증가 KRC 급여수준의 5% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지함량 5% 상향 낮동안 선풍기 작동
82 ~ 90	심함	심박수 증가, 직장온도 증가, 혈중 코디졸 증가 스트레스 가중시 폐사위험 KRC 급여수준의 8% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지함량 8% 상향 농후사료는 더운 시간을 피하여 새벽과 저녁에 급여 조사료 5cm 이하 세절 급여, 사료조 청결 유지, 10 ℃ 물 공급
91 ~	폐사 초래	물 부족, 심박수, 직장온도 증가, 폐사율 증가 KRC 급여수준의 11% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지함량 11% 상향

\*\* THI 측정 방법 :  $1.8 \times \text{온도} + 32 - 0.55 \times (1 - \text{습도}/100) \times (1.8 \times \text{온도} - 26)$

\*\* 한우사양표준(KRC)의 송아지 영양소 요구량은 표 1-32참조

표 1-32. 한우 송아지 영양소 요구량

체중 (kg)	일당증 체 (kg)	건물섭취 량 (kg)	가소화영 양소총량( kg)	대사에너지 (Mcal)	에너지합량	
					조단백질(%)	TDN(%)
150	0.4	3.7	2.32	8.39	12.0	62
	0.6	4.2	2.71	9.78	12.0	64
	0.8	4.7	3.07	11.11	12.0	66
	1.0	5.0	3.42	12.38	12.0	68
200	0.4	4.5	2.83	10.25	12.0	63
	0.6	5.1	3.29	11.91	12.0	65
	0.8	5.6	3.73	13.49	12.0	67
	1.0	6.0	4.15	14.99	12.0	69
250	0.4	5.2	3.30	11.93	12.0	64
	0.6	5.8	3.82	13.81	12.0	66
	0.8	6.3	4.31	15.59	12.0	68
	1.0	6.8	4.78	17.29	12.0	70

농진청, 한국가축사양표준(2012)

- 한국형 고온스트레스 THI 설정에 따른 한우 송아지용 사양급여 프로그램 설정

표 1-33. 고온 스트레스 THI에 의한 한우 비육우 사료급여 프로그램

THI 값	비육우에 미치는 영향	사료급여프로그램
~75	없음	스트레스 없음 KRC 급여수준 적용
76 ~ 81	경미	심박수 증가, 직장온도 증가, 혈중 glucose 증가 KRC 급여수준의 5% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지합량 5% 상향
82 ~ 84	심함	심박수 증가, 직장온도 증가, 음수요구량 증가, 스트레스 가중시 폐사위험 KRC 급여수준의 8% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지합량 8% 상향
85 ~	폐사 초래	물 부족, 심박수, 직장온도 증가, 폐사율 증가 KRC 급여수준의 11% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지합량 11% 상향

\*\* THI 측정 방법 :  $1.8 \times \text{온도} + 32 - 0.55 \times (1 - \text{습도}/100) \times (1.8 \times \text{온도} - 26)$

\*\* 한우사양표준(KRC)의 비육우 영양소 요구량은 표 1-34참조

표 1-34. 한우 비육우 영양소 요구량

체중 (kg)	일당증체 (kg)	건물섭취량 (kg)	가소화영 양소총량(k g)	대사에너지 (Mcal)	에너지합량	
					조단백질(%)	TDN(%)
300	0.4	5.8	3.72	13.46	12.0	64
	0.6	6.5	4.29	15.52	12.0	66
	0.8	7.1	4.83	17.47	12.0	68
	1.0	7.6	5.35	19.33	12.0	70
350	0.6	7.0	4.72	17.07	12.0	67
	0.8	7.7	5.30	19.16	12.0	69
	1.0	8.2	5.85	21.14	12.0	71
	1.2	8.7	6.37	23.03	12.0	73
400	0.8	8.1	5.72	20.67	12.0	71
	1.0	8.7	6.29	22.76	12.0	72
	1.2	9.4	6.84	24.74	12.0	73
	1.4	10.0	7.37	26.63	12.0	74

농진청, 한국가축사양표준(2012)

○ 그림 1-29, 1-36의 한우용 저온스트레스 THI Chart의 값을 이용하여 다음과 같이 한국형 THI chart에 따른 송아지 및 비육우의 사양급여 프로그램을 설정하였음.

- 한국형 저온스트레스 THI 설정에 따른 한우 송아지용 사양급여 프로그램 설정

표 1-35. 저온스트레스 THI에 의한 한우송아지 사료급여 프로그램

THI 값	송아지에 미치는 영향	사료급여프로그램
29 ~ 36	없음	스트레스 없음 KRC 급여수준 적용
24 ~ 28	경미	심박수 증가, 직장온도 증가, 반추행위 감소 바람 차단 섭취량 감소시 에너지합량(조단백질) 5% 상향 따뜻한 물 공급(음수구 얼지않도록 주의)
17 ~ 23	심함	심박수 증가, 직장온도 증가, 사료섭취량 감소, 반추시간 감소, 혈중 코티졸 증가 스트레스 가중시 폐사위험 KRC 급여수준의 8% 상향 급여(TDN 요구량 증가) 섭취량 감소시 에너지합량(조단백질) 8% 상향 마른 깔짚제공(바닥상태 청결유지)
16 이하	폐사 초래	심박수, 직장온도 증가, 코티졸 증가 예상,

		<p>폐사율 증가</p> <p>섭취량 감소시 에너지함량 20% 상향(TDN 요구량 증가)</p>
--	--	---

\*\* THI 측정 방법 :  $1.8 \times \text{온도} + 32 - 0.55 \times (1 - \text{습도}/100) \times (1.8 \times \text{온도} - 26)$

\*\* 한우사양표준(KRC)의 송아지 영양소 요구량은 표 1-32참조

- 한국형 저온스트레스 THI 설정에 따른 한우 비육우용 사양급여 프로그램 설정

표 1-21. 저온스트레스 THI에 의한 한우 비육우 사료급여 프로그램

THI 값	비육우에 미치는 영향	사료급여프로그램
31 ~ 36	없음	스트레스 없음 KRC 급여수준 적용
26 ~ 30	경미	심박수 증가, 직장온도 증가, 혈중 glucose 증가 KRC 급여수준의 5% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지함량(조단백질) 5% 상향 따뜻한 물 공급, 양질의 조사료 급여
15 ~ 25	심함	심박수 증가, 직장온도 증가, 사료섭취량 감소, 반추행위 감소 스트레스 가중시 폐사위험 KRC 급여수준의 8% 상향 급여 섭취량 감소시 에너지함량 8% 상향(TDN 요구량 증가) 바닥상태 관리(갈짚, 톱밥)
14 이하	폐사 초래	물 부족, 심박수, 직장온도 증가 예상 폐사율 증가 섭취량 감소시 에너지함량 20% 상향(TDN 요구량 증가)

\*\* THI 측정 방법 :  $1.8 \times \text{온도} + 32 - 0.55 \times (1 - \text{습도}/100) \times (1.8 \times \text{온도} - 26)$

\*\* 한우사양표준(KRC)의 비육우 영양소 요구량은 표 1-34참조

(나) 한우농장 통합관리 통합 프로그램 개발

- 이력, 번식, 사양, 사료, 환경, 질병, 경영 등을 통합하는 ‘한우농장통합관리프로그램’ 개발
  - Smart farming system은 hardware의 기계적 측면과, data분석 및 적용을 하는 소프트웨어적 측면으로 나누어질 수 있음. 각종 측정 장비를 통하여 면밀하게 수집된 데이터를 보관하고 분석하여 다시 농장에서 활용할 수 있게 하는 것이 주요한 기술이라고 할 수 있음.
  - 측정 장비를 구성함에 있어서 최종 구성품은 최대한 간결한 형태를 유지하면서 하나의 플랫폼으로 만들어져 추가 부착되는 모든 센서들을 통합 하면서 많은 정보를 획득할 수 있는 구조여야 한다. 그러므로 본 연구에서는 기존 연구 성과를 통해 기초 설계부터 장비 제작, 그리고 장비 증설에 대응할 수 있는 확장성까지 고려한 설계를 중점적으로 개발진행 하였음.
  - 또한 이와 같은 설비들은 농장에 이미 존재하는 기존 환경대응 장비들 혹은 별도로 운용되는 기기들과의 융·복합이 용이해야 한다는 점도 고려하여 개발을 진행하였음.
  - 아래 그림 1-69의 구상도는 농장에서 발생하는 각종 정보 및 data를 효과적으로 관리하고 처리하여 다시 운영자에게 가공된 정보를 제공할 수 있게 해주는 모식도임. 센서를 통해 얻은 data는 즉각적으로 확인 가능하고 이를 이용하고 분석한 값을 통하여 농장을 운용하는데 있어서 많은 이점을 가질 수 있도록 하는 것이 연구의 목표라 할 수 있음.

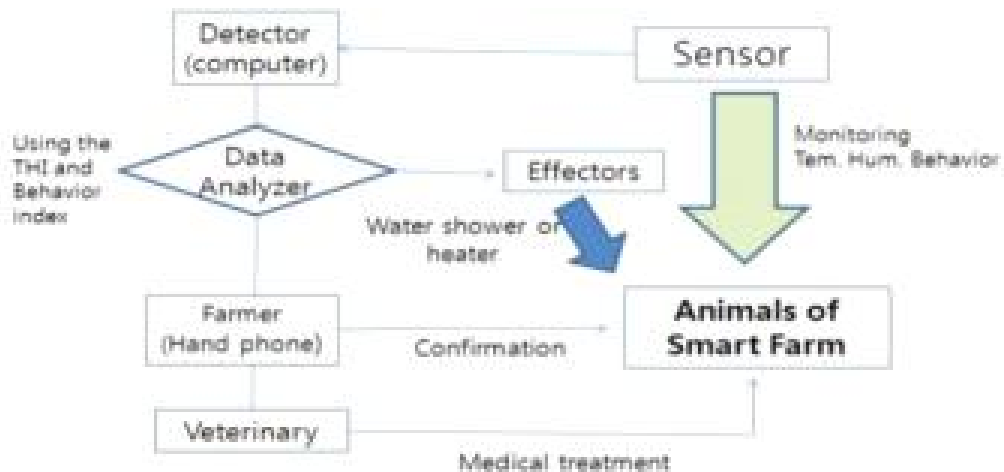


그림1-69. Smart Farming system 구상도

- Smart Farming Program의 항목 설정
  - 농장의 환경적인 측면에서 data 수집 및 관리되어야 하는 부분은 이미 한 번의 연구를 실시한 바 있음. 이 중 축사관리 중에서 주변 환경측정을 통한 필요한 정보를 모니터링이 할 수 있는 기술과 이러한 data를 바탕으로 실시간 장비를 작동시키는 자동화 설정을 계획하고, 축적되는 농장 고유의 data 값을 통해 기



후예측이 가능하게 할 수 있는 항목설정이 주요 목표임. 그러므로 아래의 그림과 같이 농장 내에서 필요하다고 생각하는 목록을 우선적으로 연구 및 분석하여 세세하게 설정하고 이 중 현재의 기술로 구현 가능하며 가장 핵심이 되는 내용부터 설계 및 설비를 하고 다른 추가적인 환경센서는 언제든지 추가 가능하도록 하고자 하였음.

- Smart farming program의 항목은 아래 표 1-22과 같이 구성하였음. 농장의 환경제어뿐만 아니라 여러 가지 측면에서 통합적으로 관리할 수 있는 시스템을 만들기 위하여 많은 항목에 대한 연구를 진행하였다. 관리항목들은 가축, 시설, 경영으로 나뉘어지며 이 중 가축을 돌봄에 있어서 중요하며 자주 사용되는 질병 및 사료에 목록도 동등한 위치로 설정하였음. 달력연동 부분은 실제 프로그램 목록상에서는 존재하지 않지만, 필요한 기록 등을 달력으로 보여주며 앞으로 실행해야 하는 계획 등과 같은 것도 빠르게 파악 가능한 방안으로 마련되었음.

표 1-22. Smart farming control의 구성 개요도

Smart farming 관리프로그램	경영관리	수입 지출 부가수익
	측사관리	모니터링 자동조절 수동조절 퇴비화시설
	관리카드(달력연동안함)	수소 암소
	한우사양관리	기록대장부 사료효율 한우 관리카드
	사료관리	주문 사료급여 생초 자가TMR배합
	질병관리	항목체크 질병확인
	달력연동	송아지 비육우 번식우 사료 각종질병, 예방접종일 기록 결제예정일 초지 분뇨

- 표 1-22에서 제시한 목록에서 경영관리 수입 부분에는 가축의 도체와 판매, 생산된 조사료 판매가 있으며 지출에는 가축구입, 인건비, 관리비, 가축치료비, 시설 및 보수비, 사료구입비 등이 있다. 관리비는 좀 더 세분화 되어 연료, 전기, 수도, 측사 유지보수 등이 있으며 사료 구입 또한 조사료 농후사료 그리고 첨가제 등과 같이 세분화 되어 있음.

- 이와 같이 각각의 하위목록에는 좀 더 세분화 된 내용을 연구하였으며 경우에 따라 첨삭을 진행하면서 꾸준히 업데이트를 하였음. 또한 이용자의 기호에 맞게 목록을 추가 및 삭제할 수 있는 방안도 검토 중에 있으나 이러한 경우, 관련 내용들 중 달력과 연동이 필요한 경우 처리 방안이 복잡하고 어려워 이를 간소화 시킬 수 있는 연구는 추후 계속 이루어져야 할 것으로 사료됨.



그림 1-70. Smart farming system 중 축사관리 목록에 설정된 내용

○ Smart farming system 구성 항목에 관한 연구

- 모니터링
  - 축사관리에서 필요로 수집되어야 할 data에 대한 목록을 정하는 연구를 진행하였음. 기본적으로 한국형한우온습도지수를 활용할 수 있어야하기 때문에 농장 내 온도, 습도는 반드시 포함되어야 하는 사항이었음. 이외에 여러 농장에서의 자문을 얻어 특히 한우농가에게 있어서 측정되어야 할 환경적 항목을 추가 설정하였음.
  - 그 결과 외부에서도 한우들의 상태를 확인 가능한 영상장치와 우사 내 환기여부, 직사광선, 풍향, 풍속, 소음, 땅의 진동 등 다양한 정보를 필요로 한다는 것을 알 수 있었음. 우사 내 환기여부는 대기의 질하고 관련이 있는데, 비록 우사가 개방형으로 지어졌다고는 하나 지붕이 있다는 점과 가림막이나 우사 주변을 가꿀 요량으로 설치한 묘목 등 여러 가지 이유로 환기가 제대로 되지 않는 곳이 많았음.
  - 이러한 결과는 우사 내 온도습도 등이 우사 외부보다 높아질 가능성이 있었고 환기되지 않는 대기로 인한 대기의 질 역시 낮아질 수 있는 문제점이 발생하였음. 이러한 문제점

을 농장에서는 환기팬과 대형선풍기를 통해서 주로 해결하고 있으나 적절한 FAN의 속도, 작동시점 등을 확인하기 어려워 불필요하게 작동되는 만큼의 금전적 손실이 발생하고 있다고 할 수 있음.

- ◆ 그러므로 위 그림 1-70에서와 같이 모니터링하고 수집하여야 할 환경적 data는 온도와 습도뿐만 아니라 외부에서의 일조량과 풍향, 내부에서의 소음과 대기상태, 지진계 등이 포함되어 있으며 이 중 우선적으로 설치하여야 할 것을 우선 선정하여 위에서부터 차례대로 배열하였음. 한국형 한우표준온습도지수를 활용하기 위하여 온도와 습도는 반드시 포함되어야 하며 이외에도 여러 가지 측정 장비를 다음과 같은 이유로 설치하였음.
- ◆ 풍향풍속계의 경우 외부의 대기 움직임을 알고 효과적인 차단막 사용과 혹은 효율적인 FAN 가동을 통한 최적의 우사내부 환기를 위해서 필요하다고 판단하였음. 직사광선은 조도센서를 이용한 측정 방식이며 이는 비록 온도가 높지 않다 하더라도 강한 직사광선 혹은 많은 일사량에 의해서 한우에게 직접적인 영향을 줄 수 있다는 점과 주야간을 시간이 아닌 밝기로 구분하여 보다 정확한 장비 자동화 설정을 가능하게 할 수 있다고 판단하였음. 대기상태는 축사내부 내 이산화탄소나 메탄 등의 양을 실시간으로 측정하여 보다 쾌적한 상태를 만들 수 있을 것으로 사료되어 선정하였으며 소음과 지진계 등은 급작스런 외부변화를 측정해두었다가 만약 문제가 발생 시 증거자료로써 활용할 수 있기 때문에 선정하였음.
- ◆ 급작스런 외부변화에 의해서 초식동물들이 크게 놀라는 경우가 있으며 이러한 상태에 놓인 동물은 많은 스트레스를 야기하고, 유산 체중감소 등의 직간접적 손해로 나타날 수 있기 때문임. 이 때 근거자료를 가지고 있다면 향후 있을 농가의 보상보전문제에 있어서 유리할 것으로 판단됐기 때문에 선정하였음. 하지만 본 연구에서는 진행하는 smart farming과는 연관성이 다른 것보다 떨어지고 즉각적인 기술구현에 있어서도 한계가 있어 차후에 적용 기술로써 의견을 조율하였음.

#### ▪ 자동조절

- ◆ 환경 측정 장비들로 모아진 data는 축사에 설치되어 있는 각종 장비를 작동시키는데 유용하게 사용할 수 있음. 한국한우사양 THI chart를 고려하여 자동관리시스템을 구성할 수 있음. 여기에는 온도와 습도만 고려사항이지만, 실제로 이 두 가지만으로 모든 것을 판단하기에는 다른 고려사항도 필요한 것이 사실임. 온도와 습도가 높아 강제 냉방장비를 작동 시킨다고 하였을 때 외부에서 부는 풍향을 고려하지 않을 시에 실제로 우사 내 환기가 적절하게 이뤄지지 않을 수 있다는 문제가 야기될 수 있음. 또한 적정 온도 습도에서 일조량이 강해 가축의 스트레스를 유발 할 수도 있으며 최적의 기후조건이지만, 우사 내부 대기의 질이 낮아서도 스트레스를 유발할 수도 있기 때문이다. 그러므로 모든 기후의 상황을 고려하여 최적의 상태를 유지할 수 있는 자동조절시스템이 필요하다는 의견이 제시되었음.
- ◆ 그에 따라 다양한 환경의 측정이 가능해야 하며 추가적으로 필요 측정 장비를 부착할 수 있는 확장성이 높은 장비의 개발 필요성이 나타났음. 현재 구현 가능한 측정 장비를 이용해 자동조절가능성에 대한 실험을 진행하고 있으며 추가 장비가 개발됨에 따라 지

속적인 업그레이드 및 그에 따른 추가 자동조절시스템을 재구성 및 편집을 할 예정에 있음.

- ◆ 자동조절의 기본형은 한우THI chart를 이용하여 최적의 온습도 값을 유지할 수 있도록 우사내부의 환경을 조성하는 것이며 고온다습한 환경이 발생하면 강제 fan가동 및 우사 내부 환기, 직사광선을 피할 수 있는 가림막 작동 등을 염두하고 있으며 물을 이용한 지붕냉각이나 기화에 의한 냉각 등도 중요 조절방식 중 하나로 판단되어진다. 그러므로 다양한 각도에서 자동조절시스템을 구성하기 위하여 다양한 측정 장비가 필요하게 된다고 할 수 있겠음.

- 수동조절

- ◆ 농장 내 기기 자동조절 시스템이 적용되는 경우 측정되는 기후 값들을 다방면으로 해석하고 실시간으로 적용하여 최적의 상태를 유지가 가능하다는 장점이 있지만 설정된 값에 의해서만 작동되기 때문에 유기적인 사용에는 한계가 있을 수밖에 없다는 단점이 있음.
- ◆ 또한 측정 장비들의 오류, 오작동, 정전 혹은 외부쇼크에 의한 고장 등이 발생했을 경우에는 자동조절 시스템의 사용이 불가하다는 단점도 존재함. 그렇기 때문에 자동조절기능과는 별개로 수동조절기능이 필요할 것으로 사료되었음. 그러므로 프로그램에서 한번의 조작만으로 자동조절에서 수동조절로 변경 가능하고 농장주가 직접적으로 장비를 제어할 수 있게 설정하고자 하였음.

- Smart farming software의 개발

- Software의 조건

- ◆ Smart farming system을 운용할 수 있는 프로그램은 open source code로 개발해야 한다고 판단하였음. open source code일 경우 이와 관련된 모든 개발자들이 언제든지 버그 수정 및 추가 업그레이드를 진행하기 용이하다는 장점이 있음.
- ◆ 또한 software를 개발하는 개발자 입장에서는 접근성이 좋으면서 범용성이 있는 프로그램언어이어야 하며, 사용자 입장에서는 바로 이용하는데 불편함이 없는 직관성이 좋아야 한다는 조건이 발굴되었음.
- ◆ 이외에도 사용자가 제시하는 문제점이나 보완점에 대한 빠른 피드백이 가능할 뿐만 아니라 비단 농장에서 뿐만 아니라 외부에서도 운용할 수 있고 컴퓨터, 스마트폰, PDA등 여러 전자기기에서도 동작이 가능한 프로그램개발 툴이어야 한다는 요구들이 연구되었음.

- Software의 선정

- ◆ 이와 같은 조건들을 최대한으로 충족할 수 있는 프로그램으로는 모든 컴퓨터, 스마트폰

에 존재하는 웹브라우저가 있음. 웹코딩은 HTML5 표준코드를 이용하여 만들 수 있는 다양한 형태의 제품들 역시 존재함.

- ◆ 과거의 웹브라우저와는 다르게 현대에서는 오로지 웹만으로도 문서작업 및 게임도 가능할 정도로 충분히 발전한 상태임. 또한 이를 운영하는 언어가 특별한 코딩을 거치지 않으면서 명령어만으로도 출력이 가능하고, 경우에 따라 open source로 쉽게 공개할 수 있다는 장점과 웹디자이너 혹은 웹프로그래머가 되기 위한 과정이 다른 프로그래머보다 조금 더 용이하다는 점 그리고 배우기 쉬운 컴퓨터언어 중 하나라는 점 등이 이유가 되었음.
- ◆ 웹브라우저는 익스플로러, 크롬, 파이어 폭스 등등 여러 형태로 존재하지만 표준 HTML5가 제정되어 있어 이에 입각하여 코드를 작성하면 어떤 웹브라우저에서든지 구현이 가능하고, 네트워크를 통해 어디서든지 농장 정보에 접근하기도 용이하다는 장점을 지님. 또한 통합서버를 개설하게 되면 농장에는 기후 측정 장비와 인터넷만 설치되면 작동하는데 큰 제약이 없기 때문에 설치비용의 감소와 장비운영 및 보수비 감소 등으로 농가입장에서도 좀 더 좋을 것으로 사료되었음.

- HTML5 기반 Software의 제작

- ◆ Smart farming system을 구성하기 위한 웹브라우저 HTML5기반 software를 아래 그림 1-71와 같이 제작을 협력업체인 하랑아이社와 함께 의뢰 및 제작하였음. 여기에는 smart farming 뿐만 아니라 경영, 한우사양, 사료 그리고 질병관리 등과 같은 내용도 포함하기로 하였으며 smart farming과 가장 연관이 높고 현재 진행 중인 연구에 대한 software제작을 우선으로 하였으며 아래 그림 1-71과 같은 인터페이스를 개발하게 되었음.
- ◆ 웹기반 인터페이스는 웹 지도를 통해서 직관성 있는 목록을 보여줄 수 있으며 하위목록 등은 다른 목록의 내용과 별도로 운용할 수 있고 여기서 수정되는 프로그램이 다른 목록에 영향을 끼치지도 않으므로 필요에 따라 삽입 혹은 삭제가 좀 더 편리하다는 이점이 있음. 아래는 전체 목록 중 축사관리의 축사관리 목록에 해당되며 이를 통해 현재의 농장 기후 정보나, 제어방법 그리고 누적된 값을 이용한 각종 기후변화추이 등을 확인할 수 있도록 제작한 모습임.



그림 1-71. 웹기반 표준HTML5를 이용한 smart farming system software

#### (4) Smart Farming System 구축

##### (가) Smart farming system 운영전략 수립

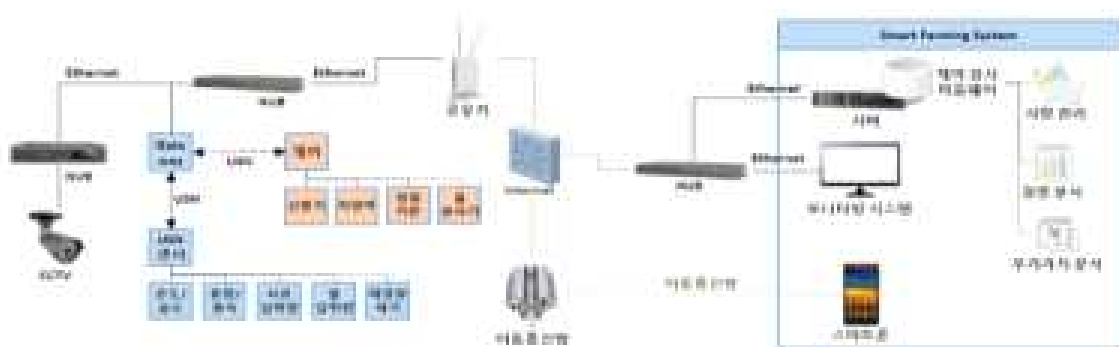


그림 1-72. Smart farming system 운영전략에 대한 모식도

- Smart farming system은 복잡한 중간과정은 전문적으로 처리하고 농장주는 최대한 간결하고 일목요연한 정보를 제공하는 것을 목표로 한다고 할 수 있음. 또한 장비 역시 최소의 형태를 지닐 수 있게 하며 장비를 다루는데 있어서 설치 혹은 철거를 함에 있어서도 간결하고 간편한 특징을 가지도록 하여 최신장비를 접함에 있어 어려움을 최소화 하도록 하였음.

- ◆ 복잡하고 다양한 측면에서 기계 운영 및 관리는 외부협력업체의 main server와 programming으로 해결하고 그 외에는 사설 네트워크와 국가통합시스템 등을 통하여 빠르고 간결하게 정보제공을 할 수 있도록 하였음. 주요 접속 경로는 외부협력업체 main server에서 영상을 통해 제공되는 것을 접속하여 확인하는 것이며, 이는 어떤 컴퓨터, 어떤 스마트폰으로도 가능하다는 이점이 있음. 또한 필요에 따라서는 직접적인 확인 없이 운영함에 있어서 경고에 준하는 상황이 발생했을 시 sms 전송, mail 발송, 스마트폰 알림서비스 등을 활용하여 즉각적인 피드백이 가능하도록 운영전략을 수립하였음.

(나) 통합관리정보 서비스 시나리오 제작

- ◆ 이 서비스에 대한 구성도 수립과정은 1차 요구필요사항에 대한 문헌 및 관련 논문조사를 통하여 선택하였음. 1차 항목 설정 후 이를 바탕으로 전문가의 자문을 통하여 2차 확립하고 이후에는 관련 직업군과 농장 전문직 분들의 설문조사를 통하여 이론적인 측면과 경험적인 측면을 모두 만족하는 방안을 고려하여 적용하고자 하였음.

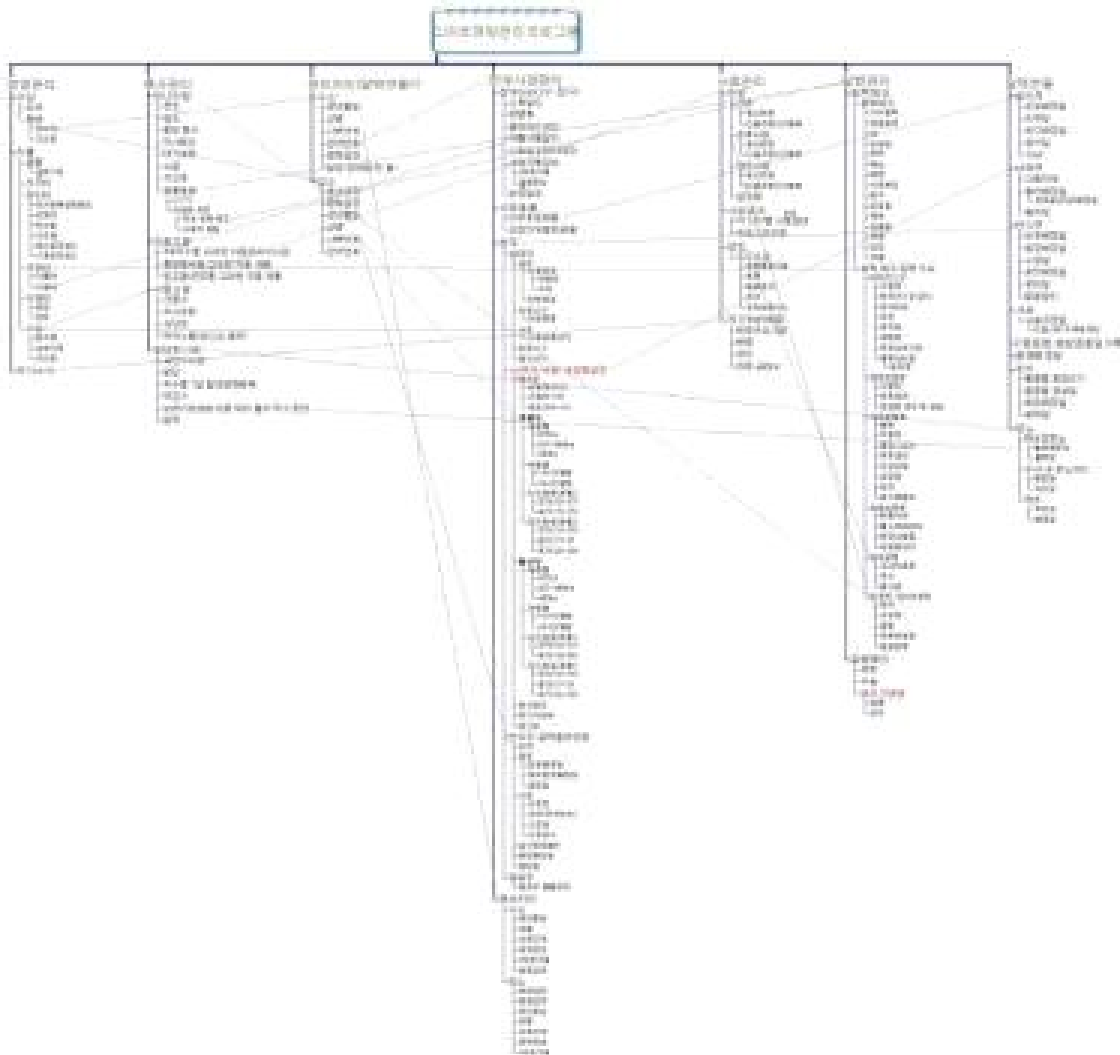


그림 1-73. Smart farming control program categories 의 각 항목별 연관성 도식표

#### (다) 시스템 및 정보서비스 S/W제작

- ◆ 소프트웨어는 많은 편리성을 바탕으로 HTML5 기반의 웹서비스 형태로 개발 및 제작하는 것이 좋을 것으로 사료됨. 웹기반이기 때문에 복잡한 프로그램 구성을 하지 않아도 되며 일반적으로 제작하는 프로그램과 큰 차이 없이 온도, 습도, 풍향, 풍속의 확인뿐만 아니라, 제어도 할 수 있기 때문임.
- ◆ 또한 자동 모드 및 수동 모드도 설정할 수 있고 사용자 입장에서는 좀 더 가볍고 편하며 어디에서든 쉽게 접속할 수 있다는 장점이 있음. 만약 외부에서 급하게 농장의 시설을 확인해야 할 때 어떠한 전자장비든 추가 프로그램 설치 없이 확인이 가능하다는 점은 매우 큰 장점이라고 할 수 있기 때문임. 단 자체프로그램을 이용하는 것이 아닌, 외부의 서버를 이용하는 것이기 때문에, 인터넷망이 연결이 끊기거나, 서버가 다운됐을 시에 확인이 어렵다는 단점 등이 있으나 시스템을 실제 운용하면서 일시적 저장이 가능한 flash memory의 추가 증설로서 단점을 해결할 수 있다고 판단하였음.
- ◆ 이러한 단점에도 불구하고 단 몇 대의 장비와 인터넷만 연결되어 있으면 간단히 설치 가능하고, 농가입장에서도 장비 및 프로그램 관리에 큰 문제가 없으며, 또한 쉽게 접할 수 있는 인터넷 웹방식으로 제작되어 있어서 누구든지 따로 프로그램에 대한 공부를 크게 필요하지 않는 직관적인 방식이라는 장점도 존재함. 또한 외부 기업에서 서버를 안정적으로 운영 시에는 벼락 등의 정전 사태에 의한 기기 고장률도 적으며, 실시간으로 농장들의 상황을 파악할 수 있기 때문에 따로 농장의 연락 없이도 즉각적인 a/s나 운영에 대한 피드백을 할 수 있다는 점도 웹기반 소프트웨어를 제작하게 된 이유라고 할 수 있음.

#### (라) Smart farming system의 제작

##### ○ 하드웨어의 구성 및 제작

- ◆ 하드웨어는 농장 측사 내부에 1대, 외부에 1대 총 2대의 장비를 한 농가에서 운용할 수 있게 설정하였음. 선행연구를 통하여 농장내부 위치에 따라 측정되는 환경측정 값의 유의성이 나타나지 않았기 때문에 농장 내부에 1대를 설치하여 대푯값으로 설정하여도 큰 문제가 없을 것이라고 판단하였음. 본 장비들은 기후정보 대응 통합형으로 개발된 것으로써 외부에 설치되는 장비의 경우 풍향풍속계 및 조도센서가 기본으로 설정되어 있으며 측사 내부 측정 장비는 온도와 습도센서가 기본으로 설정되어 있으며 모든 장비에는 향후 경우에 따라 대기상태 측정센서와 소음 측정기 등을 설치할 수 있는 추가 장착이 가능한 어댑터를 구성하여 확장성을 용이하게 하였음.
- ◆ 하드웨어 장비들은 유무선망을 이용하여 하랑아이社 자체서버로 전송되고 해당한우농장에서는 웹 브라우저를 통해 실시간으로 확인 가능할 수 있게 하였음. 모든 정보는 메인 서버에서 통합 관리되며 기존연구를 바탕으로 농가 기본설정 값은 웹 브라우저에서 확인이 가능하며 경우에 따라서는 해당 농장의 상황에 따라 직접 수정 및 관리할 수 있게끔 설정하였음. 이러한 설정 값 변경의 경우 bigdata기반으로 분석됐을 시 보다 효율적인



기본설정 값을 구할 수 있을 것이라고 기대되어짐.

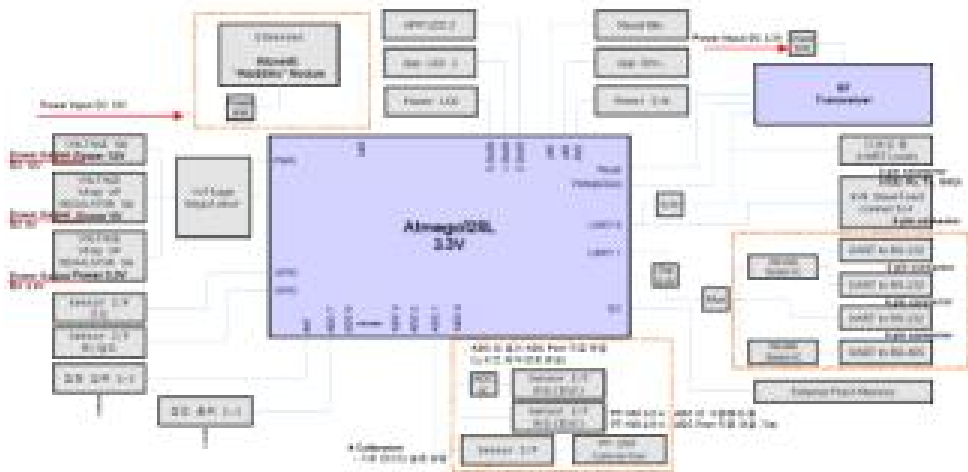


그림 1-74. 하드웨어 구성 기본 모식도

- 위의 그림은 간략한 모식도를 통해 하드웨어개발의 방향성을 제시하고 확인하였으며 구현하는 장비들이외의 추가 설비를 가능하게끔 확장성을 중시하였음. 아래에 제시한 그림들의 경우에는 각각의 측정 장비들을 개발하기 위한 최소한의 프로그램지도이며, 무엇을 우선 처리해야하는지 data의 수집 및 처리 방식은 어떻게 진행해야 하는지를 나타내었으며, 향후 추가 연구가 진행될 때, 이와 같이 미리 작성된 프로그램 지도를 참조하여 수정이나 보완 등을 보다 정확하고 빠르게 제시 할 수 있도록 하였음.

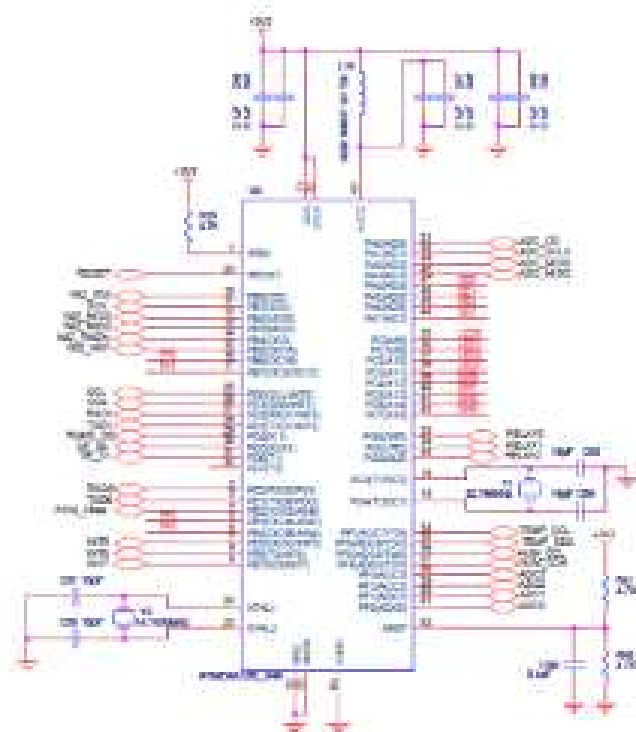


그림 1-75. MCU-ATMEGA128 모듈 매핑 다이어그램

- MCU-ATMEGA1289은 motherboard 같은 역할로, 확장성에 초점을 맞춰 향후에도 다른 센서들을 손쉽게 수용가능하고 구현 할 수 있도록 제작하였음. 그러므로 추가 보완 등의 장비 업그레이드가 발생한다고 하여도 MCU의 재설계가 필요하지 않으며 직접적으로 바로 연결 및 적용이 가능하기 때문에, 개발비용이나 개발단가 혹은 개발시간 등을 획기적으로 줄일 수 있게 됨. 이런 부분을 중점적으로 개선하여 종전에 개발된 통합형 모듈에 비해서 우수한 성능을 지니게 하였음.

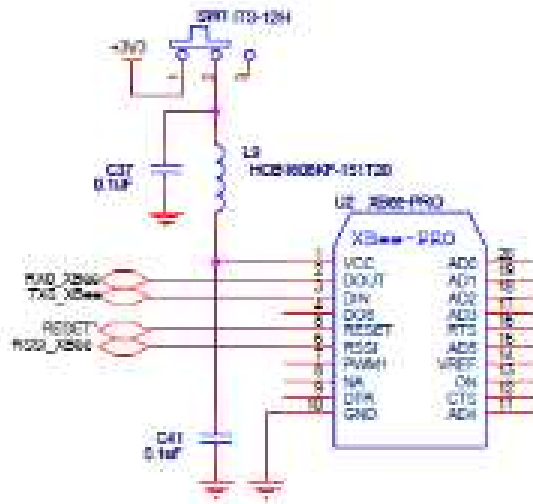


그림 1-76. RF-XBEE 모듈 매핑 다이어그램

- RF-XBEE 모듈은 가축의 생체적 정보 혹은 가축의 개체식별을 위해서 개발된 모듈로 RF리더기 및 수신기에 해당됨. RF타입 수신기를 가축에게 직접 착용하여 사용가능하도록 개발할 수 있으며, 이는 종전에 최소 전압이 필요했던 연구와는 다르게 무전원 형태로 개발해 반영구적으로 사용될 수 있다는 장점이 있음. RF수신기가 리더기와 일정거리로 가까워지면 RF리더기에서 발생하는 전파와 이로 인해 약간의 전압이 생기면서 그 즉시 수신기에서 가축의 생체정보를 읽거나 동물의 위치를 파악하여 특정장비를 작동하게 할 수 있도록 하는 기술로써, 대량생산 시 생산단가가 싸며 배터리를 포함하지 않기 때문에 최대한 가볍고 얇게 만들어 가축에게 착용 시에도 큰 거부감이 없도록 할 수 있다는 장점이 있음.



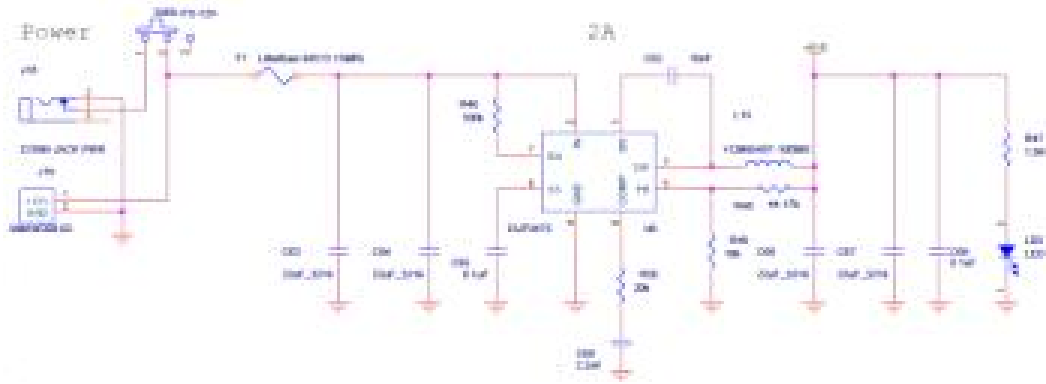


그림 1-79. MCU모듈 중 power모듈 매핑 다이어그램

- 외부전원을 받아 장비를 작동시킬 수 있는 전력공급 설계이며, 최소전력을 사용하며 추후 확장장비들의 전력도 고려하여 제시하였으며, 연결되는 모듈이 많아질수록 필요 전력이 높아지기 때문에 최대로 사용되는 전력 값보다 더 높게 설정하여 여유 있는 사용이 가능하도록 우선적으로 고려하였음.

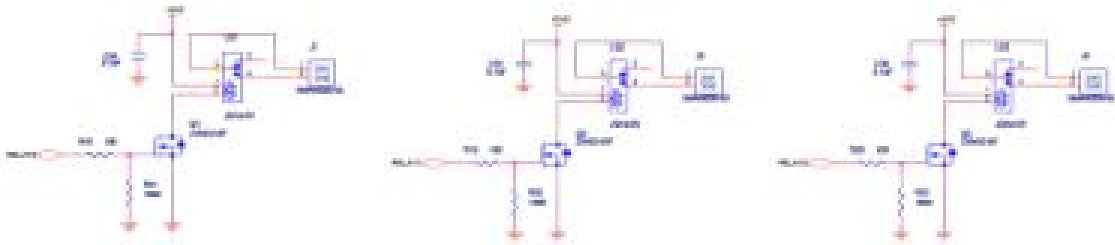


그림 1-80. MCU모듈 중 ground connection모듈 매핑 다이어그램

- 농장 대부분이 사용한 3상의 고전압 전력이나, 벼락 등에 의한 과전압에 의한 장비고장을 최소화하기 위한 접지 모듈에 대한 설계임.

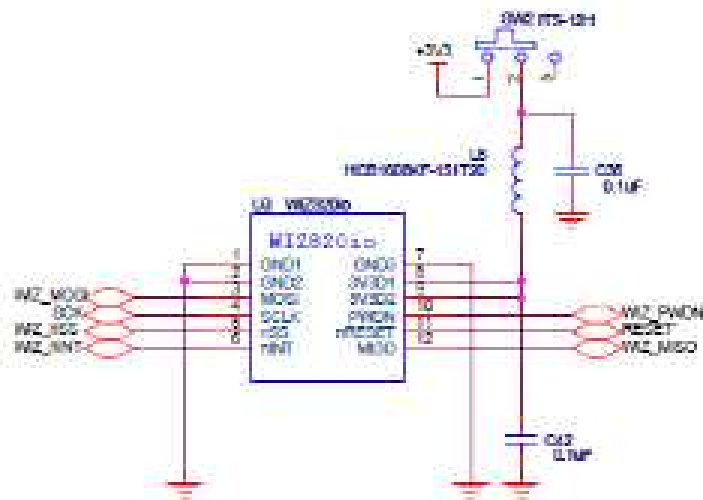


그림 1-81. Ethernet 모듈 매핑 다이어그램

- ◆ Ethernet모듈은 MCU에 연결된 각종 센서 및 장비로부터 얻은 정보를 네트워크 망을 통하여 서버에 전송하기 위한 장비로 여기에는 유무선에 관련된 기기들뿐만 아니라 중앙 서버에 대한 주소를 내장하고 있어 정보 처리 및 전송하는데 중요한 위치를 차지하고 있음.

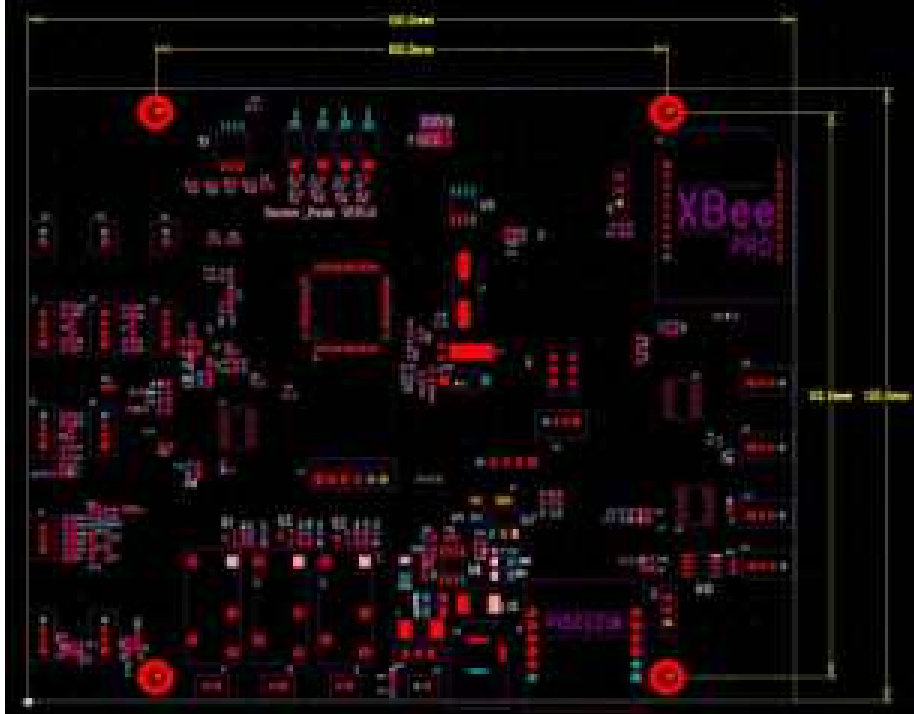


그림 1-82. 통합 모듈 매핑 다이어그램

- ◆ 통합 모듈매핑 다이어그램은 MCU모듈부터 ethernet 모듈까지를 전부 통합하여 실제 크기까지 예측한 설계도임. 이와 같이 구성된 기판의 실제크기는 가로 15cm, 세로 12cm로 제작되었으며 작은 크기는 장비를 설치 및 운용 관리하는 데에서도 큰 이점으로 작용함. 또한 이렇게 제작된 기판은 더욱더 축소 할 시에는 매우 작은 크기로 이동성 범용성 확장성 등이 더욱더 증대될 것으로 기대됨.

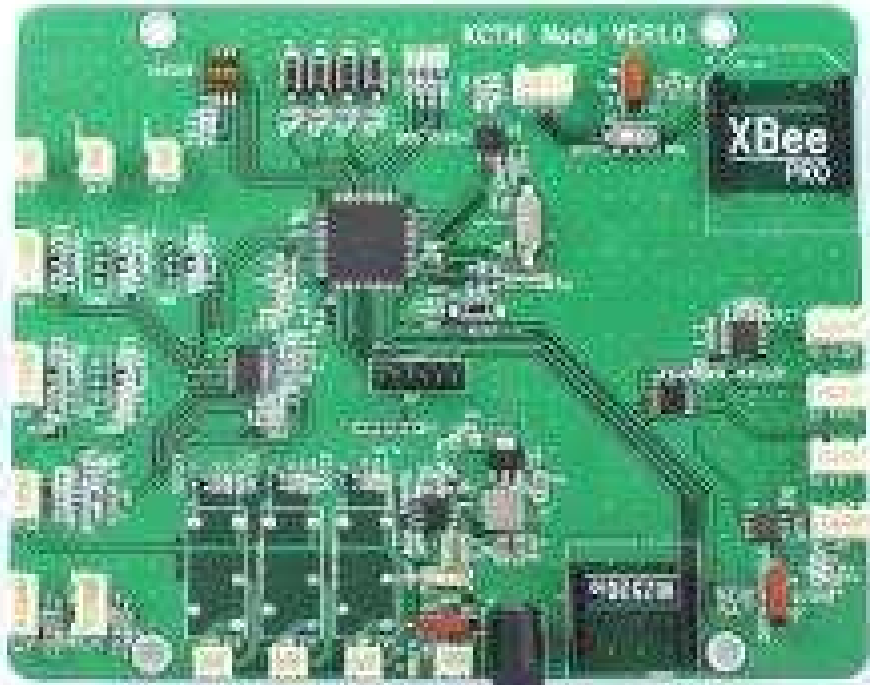


그림 1-83. 통합장비기판 KCTHI Node-VER1.0

- ◆ 위와 같이 구성된 모듈 매핑 다이어그램을 통해서 개발된 KCTHI Node - VER1.0으로 명명된 본 기판은 다양한 장비를 접목 시킬 수 있도록 많은 data커넥터와 power커넥터가 존재함. 유무선 이더넷 커넥터뿐만 RF커넥터도 설비되어 있으며 측정 장비를 본판에 장착이 편하며 경우에 따라서는 자체 data커넥터에서 발생하는 전력만으로도 충분히 사용가능하고 만약 전력이 부족할 시에는 추가로 제공되는 power커넥터를 통해서 부족한 전력을 보충할 수 있게 하였음.



그림 1-84. 최종 환경측정 장비

- ◆ VER 1.0으로 개발된 장비에는 온습도 및 소음측정기 모듈을 설치하였고 무선으로 data를 전송할 수 있게 하여 외부 전원이외 추가 설비를 필요 없게 하여 농장 내 설치 및 이동의 자율성을 극대화 시켰음. 또한 KCTHI Node-VER1.0는 wlan bridge의 성질도 지니고 있기 때문에 측정 위치가 통신이 불가능하다 할지라도 측정위치와 네트워크 사이에 본 장비를 설치하는 것만으로 충분히 data 전송이 가능하다는 장점이 있어서 필요에 따라서 여러 대를 설치하고 위치별 data수집도 가능하게 할 수 있음.
- ◆ 본 연구에서는 측사내부에서 측정하여야 하는 환경측정 값과 측사외부에서의 값을 구분하여 2대의 KCTHI Node-VER1.0과 이더넷수신용 1대를 구성하여 실험용 장비를 개발하였음.

#### (마) 소프트웨어의 구성 및 제작

- ◆ 소프트웨어는 농장으로부터 수신된 각종 data를 수집하고 분석하여 1차적으로 가공하는 source program과 이러한 data를 효과적으로 제시하고 확인가능하며 운용할 수 있는 main program으로 나뉘어져서 개발하였음.
- ◆ Source program의 경우에는 앞서 언급한 main program의 HTML5 표준 웹기반이 아닌 java & fortran 기반으로 측정 장비들을 통해 얻어진 값들을 database화하여 정리하고 sever에 ID, 시간, 측정값ID, 측정값 등을 구분하여 저장하며 main program에서 사용가능한 형태로 변환해줌.
- ◆ Main program의 경우에는 source program에서 재해석되고 정리된 농장 내 환경 값들을 다시 한 번 정리, 계산, 가공 등의 과정을 거쳐서 사용자가 보기 편한 형태로 변경해줌.
- ◆ Main program은 표준HTML5기반의 웹에디터를 사용하며 그러므로 추가 프로그램의 개

발과 컴퓨터 혹은 핸드폰의 어플리케이션 설치 없이 사용가능하다는 장점이 있으며 웹 에디터 기반이기 때문에 어플리케이션 개발에 있어서도 매우 간편하며 개발 중 발생할 수 있는 여러 문제점 등을 최소화 시킬 수 있음.



그림 1-85. Main program 축사관리-축사관리

- 축사관리 부분에서는 축사관리에 필요한 모든 내용을 일목요연하게 보여주기 위하여 노력하였으며 그래프를 통하여 일, 월, 년 단위로 각종 환경정보를 확인할 수 있게 하였으며 이를 통하여 농장주는 좀 더 상세한 농장운영이 가능하게끔 하였음. 현재 농장정보를 통해 농장 내 환경 상태를 확인하고, 제어판을 통해 자동 혹은 수동으로 각종 장비를 운용할 수 있게 하였다. 웹상에서 운용하거나 바뀌는 설정 등의 값들은 source program으로 전해져 역으로 가공하여 농장 내에 있는 KCTHI Node-VER1.0를 통하여 장비 등을 통솔 할 수 있게 해줌.
- 이런 양방향 커뮤니케이션의 경우 해킹에 대한 우려가 발생할 수 있지만, 한우 축사 내에서 작동되는 기기들이 오작동을 했다고 하여 즉각적으로 큰 문제가 발생하는 것은 아니기 때문에, 이런 경우에는 즉각적으로 네트워크를 폐쇄 시키고 기계적으로 수동 작동을 실시하면 될 것이라고 판단하였으며, 향후 해커 공격에 대한 대비로 보안에 대한 부분도 염두 하면서 소프트웨어 업데이트를 진행하는 것으로 결론지었음.



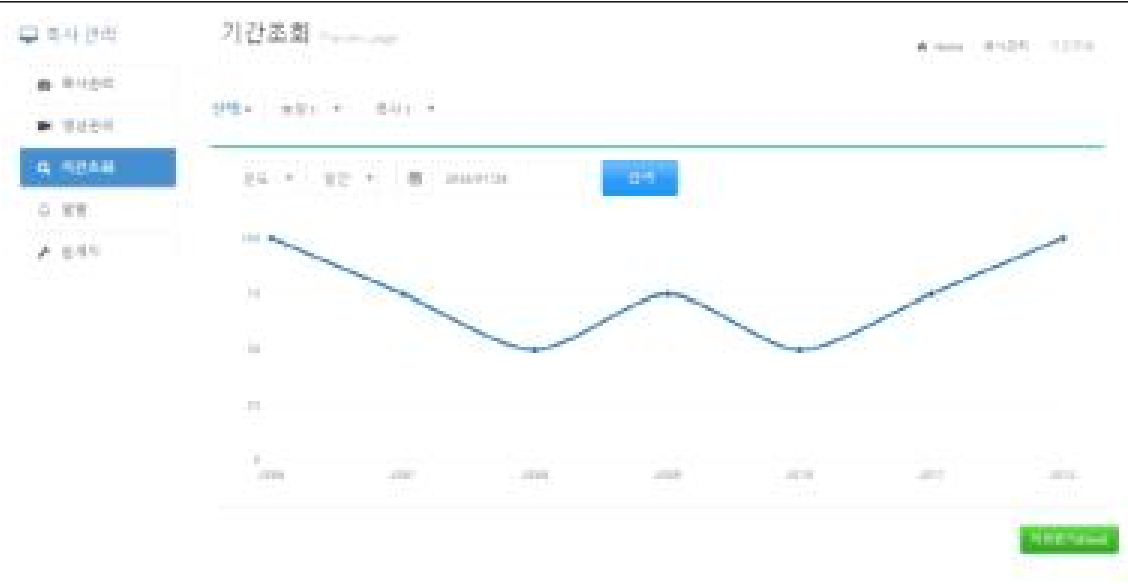


그림 1-86. Main program 측사관리-기간조회

- ◆ 특정기간의 환경 값을 면밀하게 확인 가능하도록 page를 제작하였음.



그림 1-87. Main program 측사관리-센서알람

- ◆ 본 연구팀에서 개발한 한국형한우THI chart의 값을 기초로 하되 농장 자체적으로 설정된 값들을 통해서 이상기후에 대한 알람과 자동기록을 통하여 특정시간대에서 발생한 문제에 대한 것을 쉽게 확인 가능하도록 page를 구성하였음.

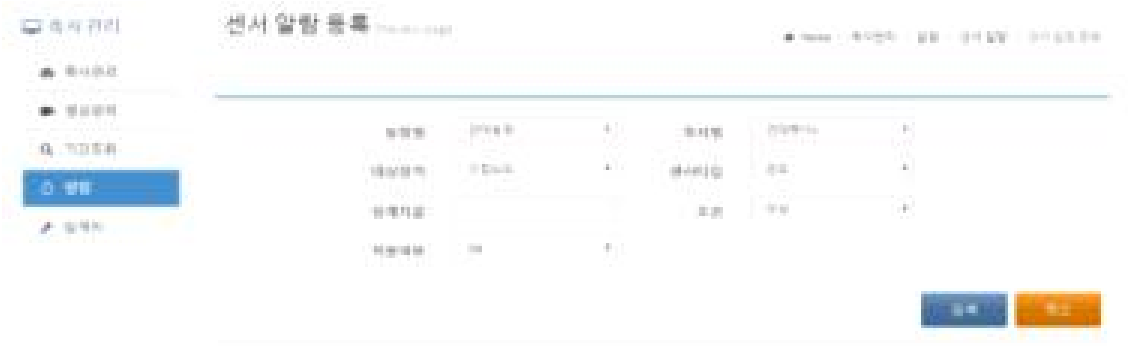


그림 1-88. Main program 측사관리-센서알람등록

- ◆ 기본 설정된 값 이외에도 농장주가 직접적으로 알람 범위를 설정할 수 있어 농장별로 맞춤형 관리가 가능하게 page를 구성하였음.



그림 1-89. Main program 측사관리-제어 알람



그림 1-90. Main program 측사관리-제어알람등록

- ◆ 제어알람은 농장의 환경제어를 위한 장비가 비정상 작동이나 이유 없는 작동정지가 되었을 때 이를 감시하고 알람을 통해 농장주가 확인하지 못하는 상황에서도 알 수 있게 page를 구성하였음.



그림 1-91. Main program 측사관리-임계치



그림 1-92. Main program 측사관리-임계치등록

- ◆ 임계치 설정과 등록은 센서알람과 비슷한 성격을 지니고 있으나, 임계치는 가축 혹은 장비들이 가용할 수 있는 최대범위를 설정하는 것으로서 센서 알람보다 더 긴급한 상황을 나타내며 한국형한우THI chart 값에서도 고위험범위에 해당되며, 이 역시 기록을 실시하고 농장주에게 알려 각별한 주의를 할 수 있도록 page를 구성하였음.



그림 1-93. 가축사양관리



그림 1-94. 가축사양관리-가축이력 등록



그림 1-95. 가축사양관리-가축개체등록



그림 1-96. 가축사양관리-가축개체등록-상세정보

- ◆ 가축사양관리의 경우 축사관리이외의 부분으로 smart farming program에 적용시켜야 하는 하위목록 중 하나로서 모든 개체이력을 농장주도 전산화 해두었다가 필요 할 때마다 검색을 통해서 즉시 찾아보고 확인할 수 있다는 특징이 있음.



그림 1-97. 장치관리-센서노드관리



그림 1-98. 장치관리-센서노드등록

- ◆ 장치관리는 통합형 노드인 KCTHI Node-VER1.0를 말하며 본 장비에 센서장비를 결합하여 작동하며 고유일련번호를 이용하여 농장에 설치된 장비를 확인하고 운용할 수 있게 구성하였음.



그림 1-99. 장치관리-제어기관리



그림 1-100. 장치관리-제어기등록

- ◆ 제어기 역시 통합형으로 개발된 KCTHI Node-VER1.0를 이용하며 여기에 센서때와는 다르게 제어장비를 결합하여 농장 내 여러장비를 제어할 수 있게 한다. 농장 내 장비들은 경우에 따라 작동, 정지로 운용되며 fan과 같은 rpm이 설정가능한 장비의 경우에는 단계별 바람세기 등 세세하게 설정할 수 있게 함. 농장 내 장비는 전자식 혹은 기계식으로 작동될 수 있게 하며, 전자식으로 작동될 시에는 제어에 대한 명령 톨은 운영하기 위해 구성된 main server의 source program에서 실시하며 제어명령은 main program에서 농장주가 혹은 기본 설정된 값을 이용함.



그림 1-101. 장치관리-카메라관리



그림 1-102. 장치관리-카메라등록

- ◆ IPdirect 방식의 CC카메라를 이용하여 카메라를 직접관리하고 웹상에서 확인 가능하도록 page를 구성하였으며 서비스에 따라서 cloud에 녹화된 영상을 저장하고 확인 할 수 있게 업데이트 중임.



그림 1-103. 농장주관리-마이페이지



그림 1-104. 농장주관리-마이페이지-내정보

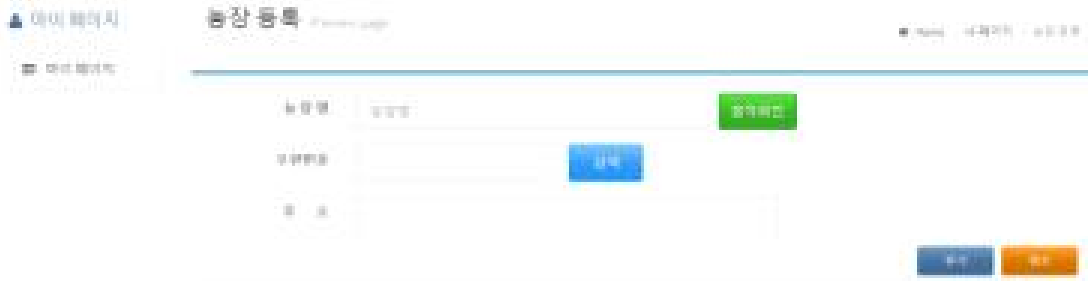


그림 1-105. 농장주관리-마이페이지-농장등록



그림 1-106. 농장주관리-마이페이지-농장정보, 축사정보-수정, 추가, 삭제



그림 1-107. 농장주관리-마이페이지-농장정보-수정





그림 1-108. 농장주관리-마이페이지-축사등록

- ◆ 향후 smart farming system service의 가입자들이 개별적으로 자신을 설정하고 농장을 운영 관리할 수 있게 page를 설정하였음. 또한 향후 고객의 정보이용에 대한 동의를 통하여 농장들 간의 커뮤니케이션을 할 수 있도록 업데이트하였음.

(바) 장비 운용 농장의 선정 및 설치

- ◆ 개발된 프로그램 및 장비 등의 운용성 필드 테스트 등은 충남대학교 동물자원연구센터의 복합농장에서 실시하였음(충남 청양군 정산면 학암리 195-7). 위치 및 주요 제반 시설 등은 아래 그림과 같으며, 충남대 부속 연구센터 이지만, 축사표준설계에 입각한 건물이기에 일반 농가와 많은 차이가 없을 것이라고 사료되며 그러므로 추후 실제 농가 적용에 있어서도 매우 유용할 것이라고 판단하였음. 또한 도로 등 제반시설이 잘 갖춰져 있어 접근성이 용이하며 연구 과제를 수행함에 있어서 매우 협조적이란 점도 선정에 있어서 큰 요인을 차지하였음.



그림 1-109. 충남대학교 동물자원과학센터 위치 및 주변 인가와의 거리

- ◆ 지리적인 특성 또한 선정하는데 있어서 중요한 요인으로 작용하였는데, 농장 뒤쪽으로 위치한 산림과 앞쪽에 위치한 평지. 그리고 가까운 위치에 개울가가 존재하지 않는다는 점은 좀 더 객관적 기후 변화 값 측정을 가능하게 할 것으로 사료되었음. 이유는 첫 번째로 개울가 근처에 존재하지 않는다는 것인데 만약 그럴 경우에는 실제 온도보다 낮은 값을 나타내며 이는 상대적으로 차가운 수온에 의한 온도 저감 효과가 있기 때문임. 만약 주변 평지에서 벼를 재배했다면 이 역시 온도 습도 등에 영향을 줄 것이라고 여겨질 수 있는데, 이런 부분이 없다는 점은 좀 더 다양한 환경을 유지하면서 여러 가지 다양한 환경에서의 평가를 진행 할 수 있을 것이라고 판단되었음.



그림 1-110. KCTHI Node-VER1.0를 이용한 ethernet 연결부



그림 1-111. KCTHI Node-VER1.0를 이용한 ethernet 연결 및 온도 측정 장치



그림 1-112. KCTHI Node-VER1.0를 이용한 온습도 및 내부우사 측정 센서 장비



그림 1-113. KCTHI Node-VER1.0를 이용한 온습도 및 내부우사 측정 센서 장비 확대모습



그림 1-114. KCTHI Node-VER1.0를 이용한 풍향풍속 및 조도계

(사) 농장 운용결과의 평가

- ◆ 농장에서의 data는 매우 낮은 소실율로 환경정보를 실시간으로 획득할 수 있었음. data가 소실되는 가장 큰 원인은 실시간 네트워크 환경이 단선됨으로 인하여 정보 흐름의 끊김 현상 때문이며, 이를 해결하기 위하여 각각의 노드에 플래쉬메모리를 추가하여 네트워크가 원활하지 못한 상황에서는 자체적으로 저장해두었다가 연결되었을 때 소실된 data만큼을 전송해주는 장비를 추가 개발해야 할 것으로 사료되며 이 때 시계모듈도 추가 설치하고 시간 동기화가 가능하게 하는 것이 중요할 것으로 보임. 또한 아래 표와 같이 지역 기상청에서 제공하는 온도에 비하여 농장 내부의 온도가 더 높은 값을 나타내는 것을 알 수 있으며 기상청의 정보보다 더 정확한 정보를 활용할 수 있다는 장점을 보다 개발해야 할 것으로 판단되어짐.

표 1-23. 7월 달 중 청양군 최고온도에 대한 기상청과 자체측정 값의 비교

7월 달 청양 최고 기록 온도	
기상청 제공 34℃	충남대 동물자원과학센터 우사 내부 온도 36℃

- ◆ 메인서버만큼의 부피 및 장비가 빠져서 설치의 용이성뿐만 아니라 다루기도 편하고. 설치 농가가 증가할수록, 일개의 농가가 부담되는 비용은 점점 감소한다는 장점이 있어서 매우 유용한 방식이라고 사료됨.. 경우에 따라서는 렌탈 형식으로 농가의 초기 부담금을 줄일 수도 있고, 월단위로 임대료 및 사용료를 지불한다면 서비스하는 업체 입장에서도 고정적인 수익이 발생하는 것이기에 상생하는 좋은 모델이라고 사료됨.

**라. 스마트폰용 운영 프로그램 개발**

(1) 농장 사양 및 환경 정보 획득 및 원격 관리

- ◆ 웹방식 개발을 통하여 스마트폰에 따로 어플리케이션을 설치하지 않고 자체 내장된 웹 브라우저를 통하여 확인가능하다. 그러나 모바일 환경에 맞는 화면 구성이 필요하기 때문에, 기존의 웹방식의 프로그램 소프트웨어의 기능을 수정할 필요 없이 UI만 모바일 구성에 맞게 송출할 수 있는 앱의 개발 필요성이 대두됨. 이를 위하여 개발된 어플리케이션은 웹브라우저에서 확인 가능한 정보들을 모바일 화면에 맞는 형태로 가공된 UI를 제공할 수 있게 개발되었음.

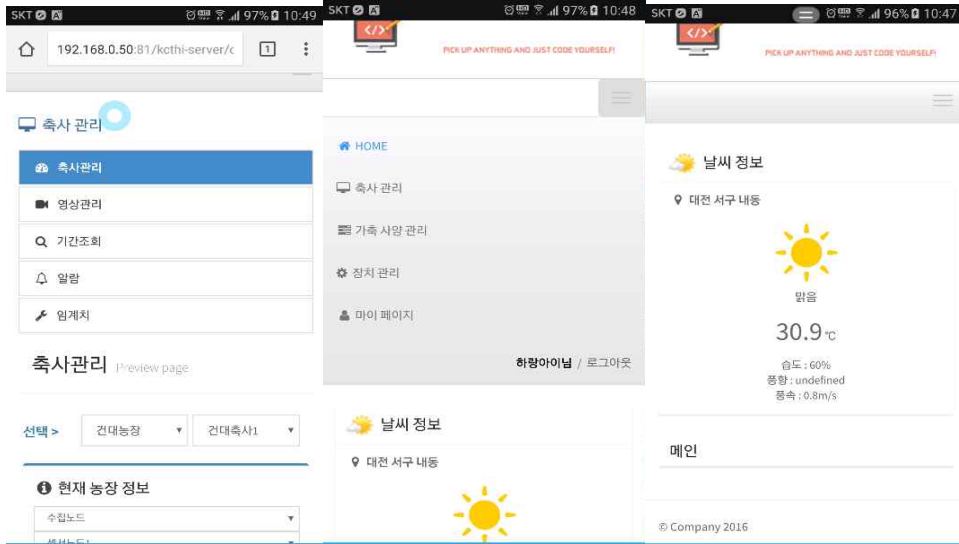


그림 1-115. 스마트폰용 smart farming system 프로그램 - 1

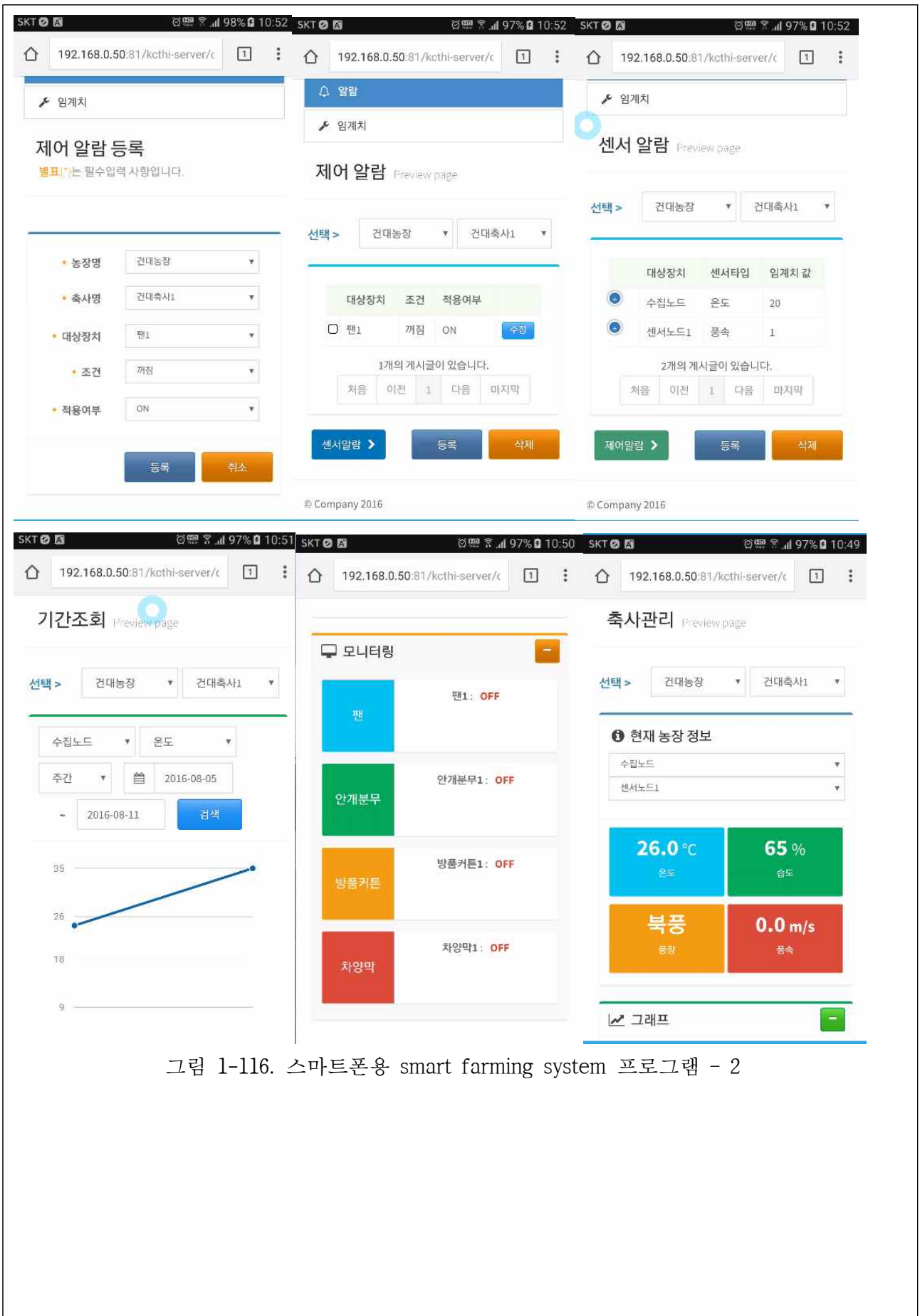


그림 1-116. 스마트폰용 smart farming system 프로그램 - 2

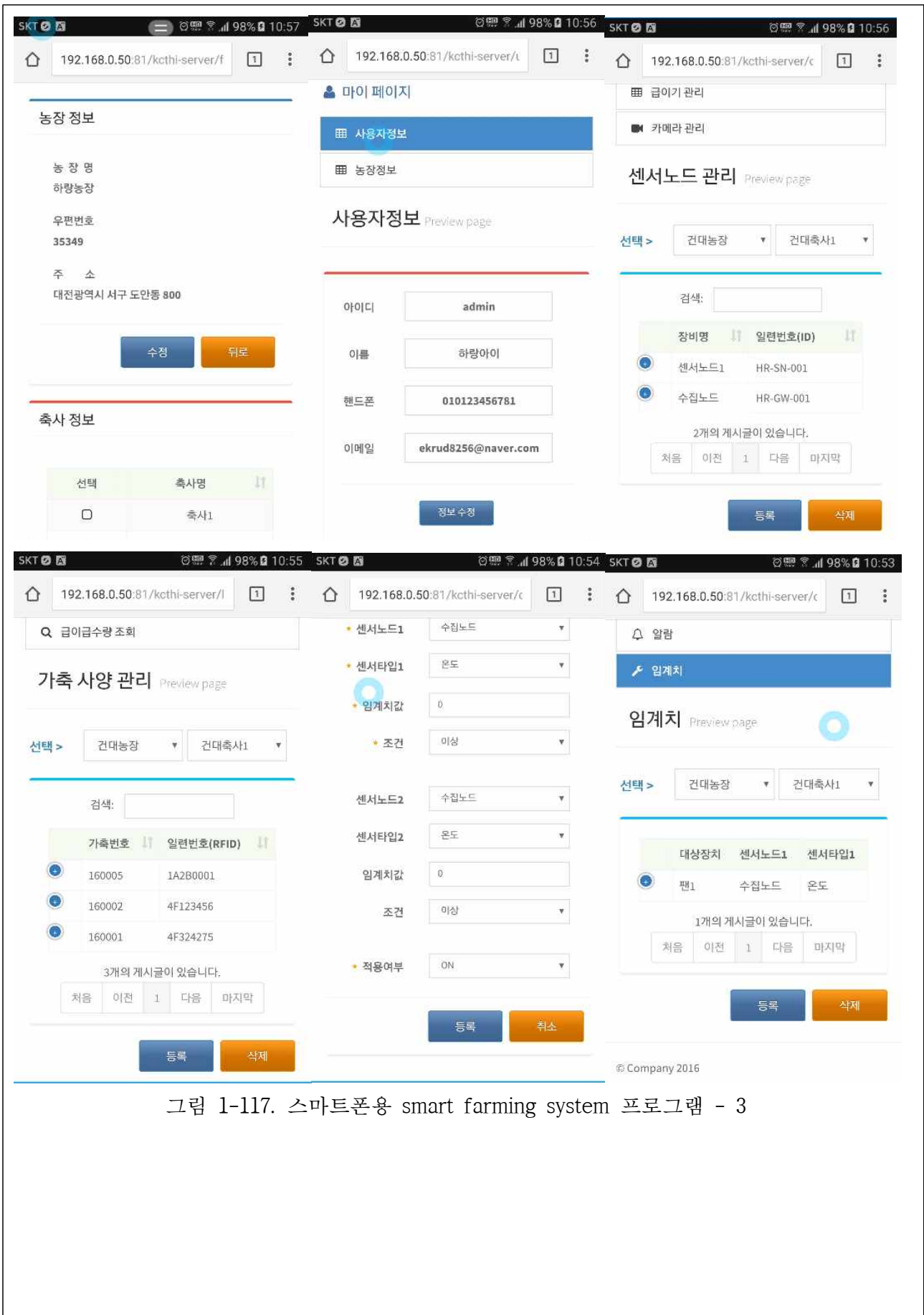


그림 1-117. 스마트폰용 smart farming system 프로그램 - 3



## 마. Smart Farming System 상용화

### (1) Smart Farming System 농가 보급 최적화 시험

#### (가) 개발된 THI에 따른 사양관리를 적용한 Smart Farming system을 개발

Smart farming system은 THI를 구성하는데 중요한 온도, 습도 데이터를 기본 수집하고 영상 기술을 활용하여 개발하였으며 각 주요 단계별로 한우사양관리지침과 단계별 알람. 그리고 도축 후 생산성을 즉시 알 수 있게 구성하여 사용자의 편의성을 최대한으로 고려하였음.

#### (나) 시범농장(경기도 포천시 소재)을 선정하여 운영(그림 1-118)

THI를 고려한 사양관리는 섭취량이 떨어지는 고온스트레스 기간(7-8월)을 집중적으로 운영하였음.



그림 1-118. The pilot farm by smart farming in Pocheon-city

#### (다) 농장에 각종 센서류를 장착

시범 농장으로 선정된 포천소재 한우 농장에는 각종 센서류가 장착되었으며(온도, 습도, 기류 및 CO2)각도 조절 및 줌인 줌 아웃이 가능한 CCTV를 장착하여 실시간 영상을 확보하였음(그림 1-119)



그림 1-119. Components of smart pilot farm, in order left upper; air flow, temperature & humidity, node device, P&T circuit camera

(라) 시범 농장주와의 피드백 및 자체 진단을 통해 시스템을 발전 및 고도화

시범 농장주의 피드백을 통해 기존 실험에서는 접할 수 없던 다양한 문제점을 인지하고 이를 수정 보완하려고 노력하였음. 집중호우 기간에는 전자 장비들이 습기에 취약해질 수 있기에 방수보강을 하였고, 낙뢰에 의한 장비 파손의 가능성이 존재하여 접지를 통한 보호를 취하였음. 농장주가 판단하기에는 괜찮다고 여겨지는 상황에서 발생하는 알람의 경우 즉각적인 피드백을 통해 경험적으로 인지하는 부분과 정보화 데이터로 인지되는 부분을 의견 조율이 가능할 수 있도록 상세데이터 확인이 가능하도록 보완하였고, 단순 문제 발생의 경우 사용자가 쉽게 진단 할 수 있는 방안도 모색하였음. 또한 한우농장주가 스마트팜 시스템에 개체 정보를 일일이 다 입력하기 어렵기 때문에 공공데이터포털에서 제공하는 API를 이용해 등록된 개체의 정보를 손쉽게 가져 올 수

있도록 하였음.

표 1-24. 시범 농장주와의 피드백 및 자체진단 해결 내용

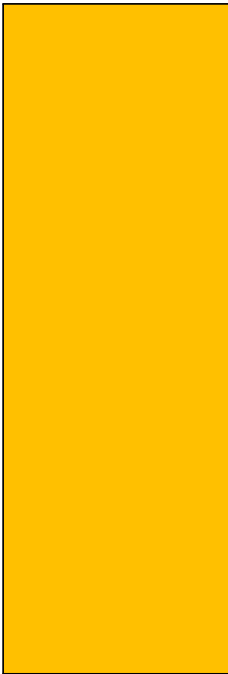
목록	내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>여름철 기후환경에 따른 장비 파손 및 점검 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>집중호우기간이나 낙뢰 등 장비 파손이 우려되는 상황이 생길 수 있기 때문에 대책마련할 수 있는 공간에 시설 설치 필요함</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>스마트팜 시스템에 개체 정보 입력 절차 간소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공공 데이터 포털에서 제공하는 API를 이용해 등록된 개체의 정보를 손쉽게 가져 올 수 있도록 함</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>불안정한 모바일 접속</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>불안정한 서버의 재정비를 통한 접속의 안정화 개선</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>사용방법에 따른 매뉴얼 부재로 인한 정보 열람의 제한(불편함)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 참여기업인 하랑아이츄과 협의하여 해당 시스템의 매뉴얼을 작성하여 배포함(별지참조)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>돌발상황에 대처할 수 있는 방안 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>목장주의 요구사항이나 돌발상황에 맞서 지속적인 모니터링 및 센서의 Data 확립을 통한 개선 조치</li> </ul>

(마) THI Chart를 활용한 사양관리 방안 전달

이전 연구에서 개발된 THI chart를 활용하여 농장에 설치된 각종 센서에서 감지된 THI를 수준에 따라 0-3단계로 나눠 농장주 및 관계자의 스마트폰으로 자동으로 위험 수준 및 사양관리 지침이 전달되도록 하였음(표 1-25).

표 1-25. THI Chart를 활용한 사양관리 방안

<p><b>0단계: 없음</b> THI ≤74</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도 스트레스가 없는 상태입니다.</li> <li>기존사양관리에 충실해주세요.</li> <li>우사 내외의 파리, 모기, 진드기 등의 구제를 신경써주세요.</li> <li>물웅덩이나 잡초 등을 제거하여 모기의 서식지를 제거해주세요.</li> </ul>
<p><b>1단계: 미약</b> 75 ≤ THI ≤81</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미약한 온도 스트레스를 받는 상태입니다.</li> <li>한우의 심박 수와 직장온도가 증가합니다.</li> <li>환기를 신경써주시고 낮 시간 동안 팬을 작동해 주세요.</li> <li>소가 직사광선에 노출되지 않게 관리 해주세요.</li> <li>시원한 물을 충분히 마실 수 있게 음수기를 점검해주세요.</li> </ul>
<p><b>2단계: 경고</b> 82 ≤ THI ≤90</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도 스트레스를 받는 상태입니다.</li> <li>한우의 심박 수와 직장온도가 증가합니다.</li> </ul>



- 스트레스 호르몬인 코르티솔이 증가합니다.
- 섭취량이 감소 할 수 있으므로 농후사료는 더운시간을 피하여 새벽과 저녁에 급여합니다.
- 한낮에는 운동장이나 방목장에 내보내지 않습니다.
- 당밀 등 기호성을 높일 수 있는 사료를 첨가 급여합니다.
- 지방을3-5% 첨가 급여합니다.
- 사료 부패가 일어나기 쉬우니 사료조와 사일로를 청결하게 유지합니다.
- 비육후기의 한우에게 급여하는 조사료는 5 cm 정도로 짧게 썰어 주는 것이 좋으며 양질의 조사료를 급여합니다.
- 근출혈 등을 예방하기 위해 출하 시 뜨거운 한낮을 가능한 피하며, 과밀 운송 및 직사광선을 차단하여 수송 스트레스를 최대한 줄입니다.



3단계: 위급  
91 ≤ THI ≤ 99

- 심각한 온도 스트레스를 받는 상태입니다.
- 한우의 심박 수와 직장온도가 증가합니다.
- 약한 개체의 경우 폐사에 이를 수 있습니다.
- 체온감소를 위해 목덜미에 시원한 물을 뿌려줍니다.
- 우사 지붕에 물을 뿌려줍니다.
- 온도 스트레스를 완화할 수 있는 사료/첨가제를 급여합니다.
- 방목을 하는 경우 소금을 섭취할 수 있도록 합니다.

(바) Smart Farming System 농가 실증 실험

- 연구목적 : 본 실험은 보급된 Smart farming system (표 1-24)과 제2협동기관에서 제시한 glycerol 첨가를 통한 사양관리를 통해 실제 농가에서 효과가 있는지 검증하기 위해 실시하였음



그림 1-120. Smart Farming System 적용된 농가 전경(포천 정동목장)

- 실험 방법

- 공시 동물 : 한우 거세우(출하 2개월전, 28개월령, 700.04kg) 16두
- 실험 장소 : 포천 정동목장 (Smart Farming System 시설)
- 실험 기간 : 2017년 7월 ~ 9월
- 사료 처리구 : THI 75 ~ 81 대조구(5% 소맥피), 글리세롤 첨가구(5% glycerol), THI 82 ~ 84 대조구(8% 소맥피), 글리세롤 첨가구(8% glycerol)
- 사료 급여 및 첨가제 급여 방법
  - ① 농후사료
    - 자동 급여기를 이용하여 급여
    - 급여량은 4.5kg 씩 일 2회 급여
  - ② 조사료
    - 급여량은 0.5kg씩 일 2회 급여 (벧짚)
  - ③ glycerol 급여 (top-dressing)
    - glycerol-소맥피 (6:4 비율) 사용 (대조구에는 소맥피만 동량을 급여)
    - 일일 500g을 2회에 나누어 250g씩 농후사료 급여 시 top-dressing 형태로 급여

표 1-26. 농후사료 및 조사료 일반성분 분석 결과

Items(%)	Concentrate	forage (벧짚)
Crude protein	15.9	4.10
Ether extract	3.13	0.71
Crude fiber	8.84	31.16
Crude ASH	6.94	4.35
ADF	10.08	38.69
NDF	22.90	67.13
Ca	1.43	0.35
P	0.50	0.20



<대조군 : 소맥피>



<처리군 : glycerol>

그림 1-121. Glycerol 첨가 급여 형태(Top-dressing 형태로 급여실시)



그림 1-122. Glycerol 첨가제 형태

○ 결과 및 고찰

- 글리세롤 첨가 및 우사 내 사양관리가 한우 비육말기 거세우에 있어 성장성적에 미치는 영향

표 1-27. Growth performance of Korean native steers fed either a control or glycerol-supplemented diet at Jung-Dong Farm

Item	Con	Treat	SEM	P value
Initial body weight (kg)	686.4	722.6	15.84	0.128
Body weight	723.4	765.9	15.69	0.076
Average daily gain (kg/day)	0.6	0.7	0.14	0.610
Glycerol intake (kg/day)	0.0	0.3		
Wheat bran intake (kg/day)	0.5	0.2		

- 글리세롤 첨가 및 우사 내 사양관리가 한우 비육말기 거세우에 있어 도체성적에 미치는 영향

표 1-28. Effect of glycerol additive on carcass traits in Korean native steers during heat stress

Item	Con	Treat	SEM	P value
Marbling score	6.0 <sup>b</sup>	7.4 <sup>a</sup>	0.42	<b>0.037</b>
Quality grade frequency (%)				
1++	25	50		
1+	25	50		
1	50	0		
2	0	0		
3	0	0		
1++ plus 1+	<b>50</b>	<b>100</b>		
1++ plus 1+ plus 1	100	0		
Slaughter weight, kg	723.4	765.9	15.69	0.076
Carcass weight, kg	426.5	460.3	12.74	0.082
Rib eye area, cm <sup>2</sup>	94.9	100.1	3.60	0.320
Backfat thickness, mm	12.5	13.9	1.18	0.422
Yield index	65.7	64.7	0.84	0.419
Yield grade frequency (%)				
A	62.5	12.5		
B	0	50		
C	37.5	37.5		
A+B	62.5	62.5		
Quality grade <sup>1)</sup>	37.5	45.0	2.59	0.060
Yield grade <sup>2)</sup>	22.5	17.5	3.13	0.278

<sup>1)</sup>Quality grade는 1++ = 50, 1+ = 40, 1 = 30, 2 = 20, 3 = 10으로 환산하여 계산

<sup>2)</sup>Yield grade는 A = 30, B = 20, C = 10으로 환산하여 계산

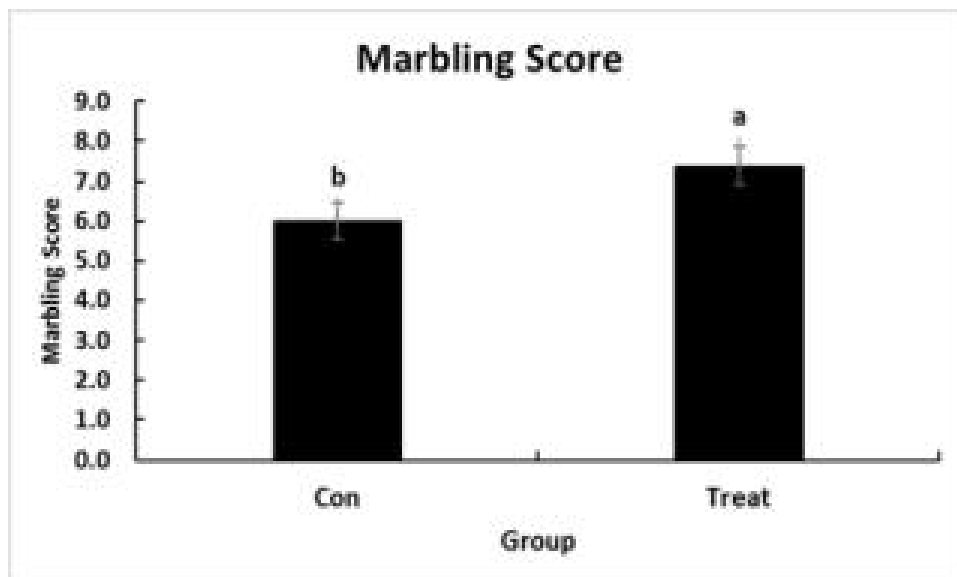


그림 1-123. Effect of glycerol additive on marbling score in Korean native steers during heat stress.

본 연구결과를 통해 최종 개발 된 Smart Farming System을 실제 농가에다 적용하고 제 2협동기관에서 수행했던 glycerol의 효과를 알아보기 위해 진행하였다.

- Smart Farming System을 통한 실제 농가 적용실험을 통하여 시범 농장에서의 에로사항을 확인할 수 있었으며, 좀 더 나은 데이터베이스와 정보제공을 위한 방안을 마련할 수 있었음 (표 1-24)
- THI에 따른 사양관리와 함께 Glycerol을 출하 2개월 전 비육말기 거세우에게 급여하였을 때 성장성적에는 대조군에 비해 크게 차이를 나타내지 않음 (표 1-27)
- 출하 전 2개월 동안 glycerol을 급여하고 THI에 따른 사양관리를 실시하였을 때 도축성적 중 Marbling Score에 있어서 유의적으로 처리군에서 증가하는 것을 나타냄 (표 1-28, 그림 1-123)
- 또한 1+등급 이상의 출현율을 보았을 때 대조군에서 50%였던 출현율에 비해 처리구에선 100%로 1+이상 등급출현율에 차이를 나타냄 (표 1-28)
- 본 연구결과를 통해, THI에 따른 농가에서의 사양관리와 함께 제 2협동기관에서 제시한 Glycerol을 이용한 첨가제 실험은 도축성적에서 가장 중요한 1+등급 이상 출현율과 Marbling Score에 있어 차이를 나타냈으며, 여름철 온도스트레스 저감에 의한 농가 생산성 측면에 긍정적인 효과를 나타낸 것으로 확인할 수 있음

#### (사) 한우 도축 및 개체 성적 열람

입력된 한우의 개체정보는 도축 버튼을 통해 도축한 개체로 이동이 가능하도록 하였으며 도축된 개체로 이동된 개체는 공공 데이터 포털과 축산물품질관리원에서 제공하는 API를 이용하여 도체 관련 정보를 자동으로 import 하도록 하였고 이러한 도축된 한우의 정보는 서버에 저장 및 분석되어 농가에게 정보를 제공하고 또한 차후 사양관리 지침을 수정 보완하기 위한 자료로 활용될 수 있을 것으로 보인다.

#### (2) Smart Farming System의 오픈소스 및 프로그램

##### (가) Smart farming system 프로그램 디자인 및 설계

협업체인 하랑아이와 공동으로 Smart farming system 뷰어를 위한 설계를 다음과 같이 구상하였다. 각각의 목록과 해당 카테고리의 세분화를 실시하였고(별지) 이를 바탕으로 최종적인 html기반 프로그램 제작을 실시하였다(그림 1-124).



데이터베이스 설계서				프로젝트	사양관리	
단계명	상세	활동명	상세설계	시스템명	사양관리	
CSCI ID	산출물 ID 입력		작업명	데이터베이스 설계		
테이블명	사용자	작성일자	2017.08.11			
테이블 ID	TB_USER					
테이블설명	사양관리 가족개체 관리 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	USER_ID	사용자 아이디	VARCHAR(20)	Y		
3	PASSWORD	비밀번호	VARCHAR(24)	Y		
4	CREATE_DATE	작성 날짜	DATETIME	Y		
5	EMAIL	이메일	VARCHAR(20)	Y		
6	NAME	이름	VARCHAR(20)			
7	ROLE	권한	INT(11)	Y		
8	TEL	전화번호	VARCHAR(20)			
테이블명	날씨	작성일자				
테이블 ID	TB_WEATHER					
테이블설명	현재 농장 날씨 정보를 가져오는 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	CITY	시	VARCHAR(20)	Y		
3	CODE	우편 번호	VARCHAR(20)	Y		
4	COUNTY	주	VARCHAR(20)	Y		
5	NAME	날씨정보	VARCHAR(20)	Y		
6	TEMP	온도	VARCHAR(20)	Y		
7	USER_ID	사용자 아이디	INT(11)	Y		
8	VILLAGE	마을	VARCHAR(20)			

- 1 -

테이블명		농장	작성일자			
테이블 ID	TB_FARM					
테이블설명	사양관리 가족개체 관리 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	ADDRESS	주소	VARCHAR(100)	Y		
3	NAME	농장명	VARCHAR(20)	Y		
4	USER_ID	사용자 아이디	INT(11)	Y		
5	POSTAL_CODE	우편번호	VARCHAR(10)	Y		
6	CITY	시	VARCHAR(10)	Y		
7	COUNTY	주	VARCHAR(10)	Y		
8	VILLAGE	마을	VARCHAR(10)	Y		
9	combination	합병 여부	VARCHAR(20)			
10	company	회사	VARCHAR(20)			
11	program	프로젝트	VARCHAR(20)			
테이블명	축사	작성일자				
테이블 ID	TB_CATTLE_SHED					
테이블설명	사양관리 가족개체 관리 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	NAME	축사 이름	VARCHAR(20)	Y		
3	FARM_ID	농장 아이디	INT(11)	Y		
4	STATUS	주 번호	BIT(1)	Y		
5	NOTE	노트	VARCHAR(30)	Y		

- 2 -

그림 1-124. Design of database for smart farming program -a

테이블명		가축		작성일자		
테이블 ID	TB_LIVESTOCK					
테이블설명	사양관리 가축개체 관리 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	BIRTHDAY	출생일	DATE			
3	LIVESTOCK_ID	가축 번호	VARCHAR(15)	Y		
4	RFID	RFID	VARCHAR(28)			
5	SEX	성별	INT(11)			
6	START_DATE	지장 날짜	DATE			
7	TYPE	유형	INT(11)			
8	WEIGHT	출생무게	FLOAT			
9	CATTLE_SHED_ID	축사 아이디	INT(11)	Y		
10	FARM_ID	농장 아이디	INT(11)	Y		
11	CATTLE_NO	일련번호	VARCHAR(50)			
12	RECENT_UPDATE_DATE	최근 업데이트 날짜	DATE			
13	DELIVERY_DATE	등록 날짜	DATE			

- 3 -

테이블명		가축 성적		작성일자		
테이블 ID	TB_LIVESTOCK_GRADE					
테이블설명	사양관리 가축개체 관리 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	BIRTHDAY	출생일	DATE			
3	LIVESTOCK_ID	가축 번호	VARCHAR(12)	Y		
4	CATTLE_NO	일련번호	VARCHAR(50)			
5	SEX	성별	INT(11)			
6	START_DATE	지장 날짜	DATE			
7	TYPE	소 종류	INT(11)			
8	CATTLE_SHED_ID	축사 아이디	INT(11)	Y		
9	FARM_ID	농장 아이디	INT(11)	Y		
10	BUTCHERY_DATE	도축 날짜	DATE			
11	BUTCHERY_WEIGHT	도축중량	FLOAT			
12	GRADE_NAME	등급명	VARCHAR(20)			
13	INSPECT_PASS_YN	위생 검사	VARCHAR(25)			
14	windex	육명 지수	VARCHAR(20)			
15	wgrade	육명 등급	VARCHAR(20)			

- 4 -

테이블명		제어기		작성일자		
테이블 ID	TB_ACTUATOR					
테이블설명	사양관리 가축개체 관리 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	CONNECT_TYPE	랜 연결 종류	INT(11)	Y		
3	IP	IP	VARCHAR(20)			
4	LOCATION	설치장소	VARCHAR(20)			
5	NAME	이름	VARCHAR(20)	Y		
6	SERIAL_NUMBER	시리얼 번호	VARCHAR(20)	Y		
7	ACTUATOR_TYPE	랜 종류	INT(11)	Y		
8	CATTLE_SHED_ID	축사 아이디	INT(11)	Y		
9	FARM_ID	농장 아이디	INT(11)	Y		
10	ALIVE_FLAG	랜 통신 여부	BIT(1)	Y		
11	LAST_PRESENCE_TIME	마지막 업데이트 날짜	DATE			
12	MAC_ID	MAC 아이디	VARCHAR(4)	Y		
13	PARENT_MAC_ID	상위 MAC	VARCHAR(4)			
14	STATE	랜 상태 정보	BIT(1)			

- 5 -

7	ACTUATOR_NAME	랜 이름	VARCHAR(20)	Y		
---	---------------	------	-------------	---	--	--

테이블명		센서 노드		작성일자		
테이블 ID	TB_SENSOR_NODE					
테이블설명	사양관리 가축개체 관리 테이블					
순번	컬럼명	컬럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	개체구별(RFID)	INT(11)		PK	
2	CONNECT_TYPE	연결 종류	INT(11)	Y		
3	IP	IP	VARCHAR(20)			
4	LOCATION	설치 장소	VARCHAR(20)			
5	NAME	센서 이름	VARCHAR(20)	Y		
6	SERIAL_NUMBER	센서 번호	VARCHAR(20)	Y		
7	NODE_TYPE	노드 타입	INT(11)	Y		
8	SENSOR_TYPE	센서 타입	INT(11)	Y		
9	VALUE1	온도	FLOAT	Y		
10	VALUE2	습도	FLOAT	Y		
11	VALUES	기류 or co2	INT(11)	Y		
12	CATTLE_SHED_ID	축사 ID	INT(11)	Y		
13	FARM_ID	농장 ID	INT(11)	Y		
14	ALIVE_FLAG	통신 여부	BIT(1)			
15	LAST_PRESENCE_TIME	마지막 업데이트 날짜	DATE			
16	MAC_ID	MAC 주소	VARCHAR(20)	Y		
17	PARENT_MAC_ID	상위 MAC 주소	VARCHAR(20)			
18	THI	THI 최근 값	BIT(1)	Y		
19	TEMP_TYPE	온도 타입	INT(11)	Y		

- 6 -

그림 1-125. Design of database for smart farming program -b

테이블명		센서 노드 알람		작성일자		
테이블 ID	TB_SENSOR_NODE_ALARM					
테이블설명	사양관리 가족개체 관리 테이블					
순번	칼럼명	칼럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	개체구별(RFID)	INT(11)		PK	
2	FARM_ID	농장 ID	INT(11)			
3	CATTLE_SHED_ID	축사 ID	INT(11)			
4	THI_VALUE	센서 THI 비교 값	INT(11)	Y		
5	TYPE	노드 종류	INT(11)	Y		
6	APPLY	적용 여부	BIT(1)	Y		
7	SENSOR_NODE_ID	센서 노드 ID	INT(11)	Y		
8	SENSOR_NODE_NAME	센서 노드 이름	VARCHAR(20)	Y		
9	SENSOR_TYPE	센서 종류	INT(11)	Y		
10	VALUE	센서 값	INT(11)	Y		

테이블명		센서 로그		작성일자		
테이블 ID	TB_SENSOR_LOG					
테이블설명	사양관리 가족개체 관리 테이블					
순번	칼럼명	칼럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	개체구별(RFID)	INT(11)		PK	
2	SENSOR_TYPE	센서 종류	INT(11)	Y		
3	VALUE1	온도	FLOA	Y		
4	VALUE2	습도	FLOAT	Y		
5	VALUE3	기류 OR co2	INT(11)	Y		
6	CREATE_DATE	생성 날짜	DATETIME	Y		
7	MAC_ID	MAC 아이디	VARCHAR(4)	Y		

- 7 -

테이블명		카메라		작성일자		
테이블 ID	TB_CAMERA					
테이블설명	사양관리 가족개체 관리 테이블					
순번	칼럼명	칼럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	개체구별(RFID)	INT(11)		PK	
2	CONNECT_ID	연결 아이디	VARCHAR(20)	Y		
3	IP	아이피	VARCHAR(20)	Y		
4	LOCATION	위치	VARCHAR(20)	Y		
5	NAME	이름	VARCHAR(20)	Y		
6	PASSWORD	비밀번호	VARCHAR(20)	Y		
7	SERIAL_NUMBER	시리얼 번호	VARCHAR(20)	Y		
8	CATTLE_SHED_ID	축사 아이디	INT(11)			
9	FARM_ID	농장 아이디	INT(11)			
10	CONNECT_TYPE	연결 타입	INT(11)	Y		
11	ALIVE_FLAG	연결 상태 정보	BIT(1)	Y		
12	LAST_PRESENCE_TIME	마지막 업데이트 날짜	DATETIME			
13	MAC_ID	MAC 아이디	VARCHAR(4)	Y		
14	PARENT_MAC_ID	상위 MAC 주소	VARCHAR(4)	Y		
15	PORT	포트	INT(11)	Y		
16	NVR_IP	NVR 아이피	VARCHAR(20)			
17	NVR_PORT	NVR 포트	INT(11)			

- 8 -

테이블명		임계치		작성일자		
테이블 ID	TB_THRESHOLD					
테이블설명	사양관리 가족개체 관리 테이블					
순번	칼럼명	칼럼설명	타입	Null?	제약조건	인덱스
1	ID	아이디	INT(11)		PK	
2	THI_VALUE	THI 값	FLOAT	Y		
3	APPLY	적용 여부	INT(11)	Y		
4	ACTUATOR_ID	제어기 아이디	INT(11)	Y		
5	CATTLE_SHED_ID	축사 아이디	INT(11)	Y		
6	FARM_ID	농장 아이디	INT(11)	Y		
7	TYPE	상태 정보	INT(11)			
8	SENSOR_TYPE1	센서 정보	INT(11)			
9	SENSOR_TYPE2	센서 정보	INT(11)			
10	TYPE1	센서에 따른 센서 정보	INT(11)			
11	TYPE2	센서에 따른 센서 정보	INT(11)			
12	SENSOR_NODE_ID	센서 노드 ID	INT(11)			

- 9 -

그림 1-126. Design of database for smart farming program -c

(나) Smart farming system program 시연 화면과 사용자 매뉴얼

협업체 하랑아이와 공동 개발한 html 기반의 프로그램은 아래와 같은 구성으로 되어 있으며 각각의 사용자별 및 중앙관리를 위한 로그인 존재함. 각각의 사용자별로는 정보 공유에 있어 공개가 되지 않는다는 이점이 있기 때문에, 정보 개방을 꺼리는 사용자라 할지라도 접근에 거부감이 덜할 것으로 예상되며, 운영자는 가입된 모든 목장의 정보를 확인할 수 있어 이를 통해 집단관리 및 개별관리에 있어 용이할 것으로 판단됨.

○ 스마트 파밍 시스템 프로그램 메인화면

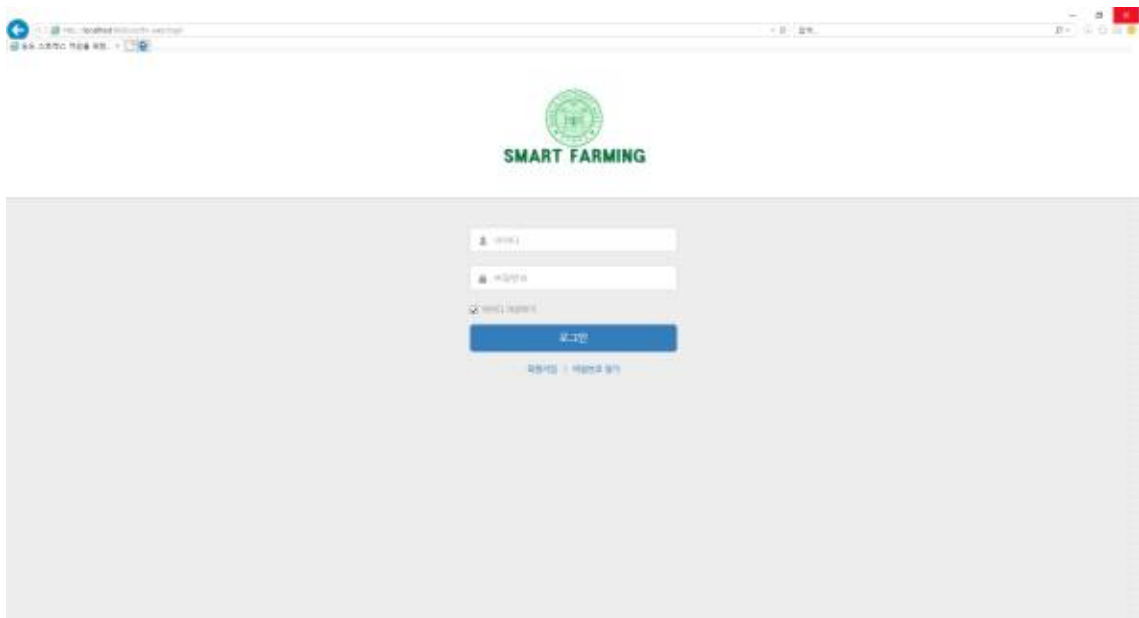


그림 1-127. Smart farming system program login

접속을 시도하면 위와 같은 화면을 제공 받게 되며 할당받은 ID를 통해 로그인이 가능함.

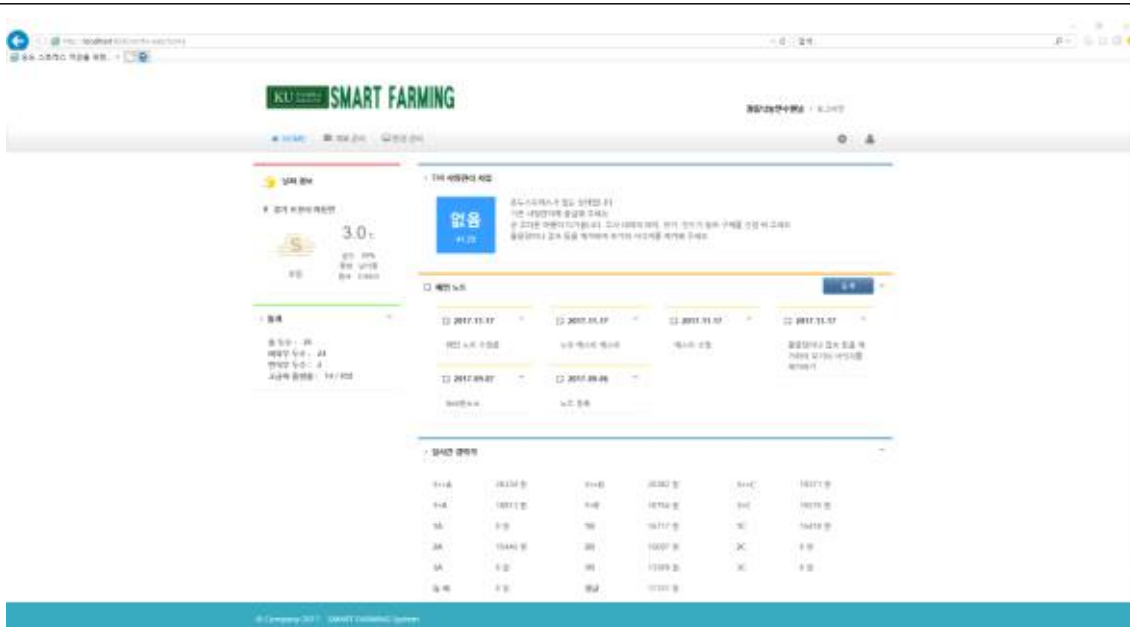


그림 1-128. Smart farming system program; main viewer

로그인 후 메인화면은 사용자의 해당 농장의 현재 기후 및 THI 정보 등을 일목요연하게 보여줌. 농장의 온습도 값 및 오픈소스를 활용한 날씨 값을 통해 외부에서도 농장의 정보를 쉽게 접근 할 수 있게 하였으며 THI를 활용한 사양관리지표는 현재 농장에서 진행해야 하는 임무를 보다 쉽게 접근 가능하도록 하였다. 사육두수와 일정 그리고 실시간 지육경매가를 확인할 수 있어 최적의 출하 일정을 판단할 수 있게 하였음.

○ 스마트 파밍 시스템 프로그램 개체관리

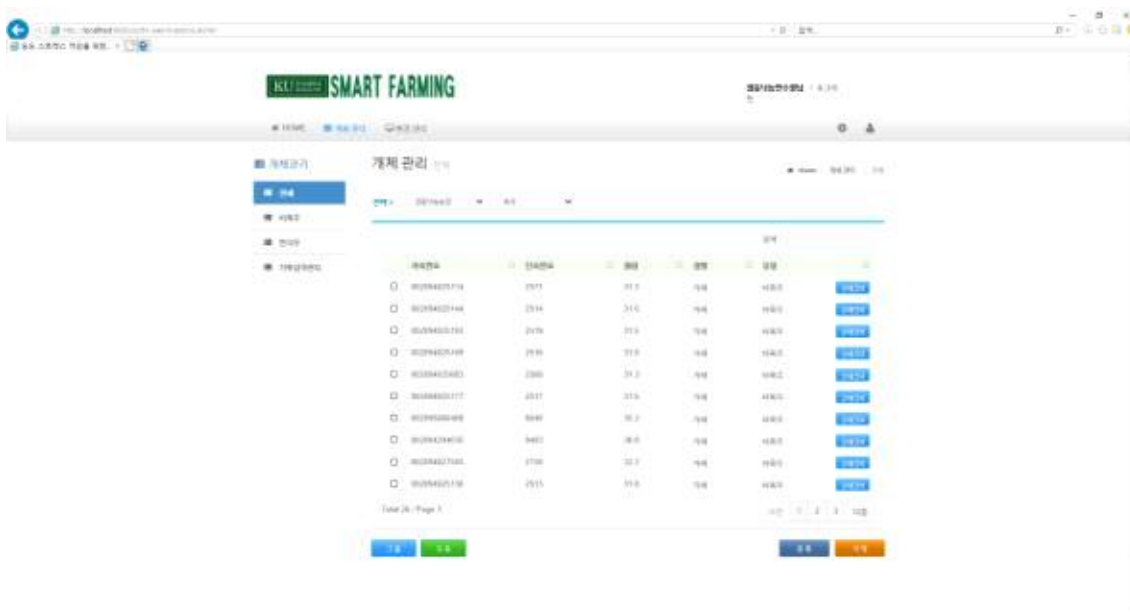


그림 1-129. Smart farming system program; a Hanwoo management

개체 목록에서는 등록된 개체의 목록을 확인할 수 있을 뿐만 아니라 상시 변화하는 개체에 따라 등록, 삭제, 그룹화, 도축 등을 진행 할 수 있으며 각각의 구성을 확인 하면 더욱더 상세한 정보를 볼 수 있음.

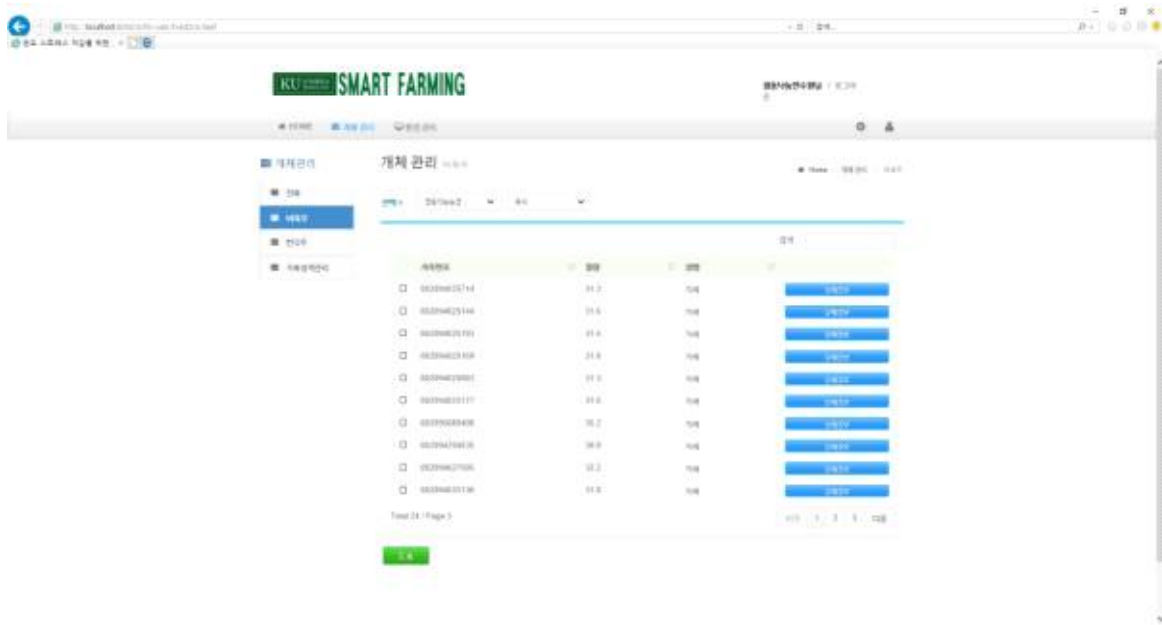


그림 1-130. Smart farming system program; fattening cattle

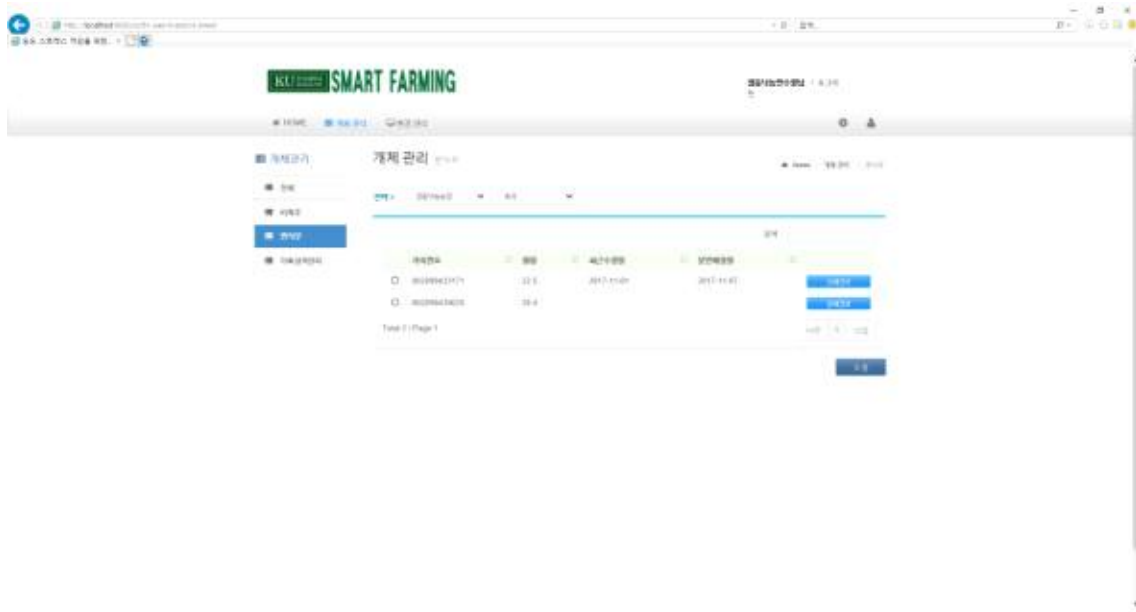


그림 1-131. Smart farming system program; breeding cow

또한 그룹을 나눔에 있어 한우는 크게 비육우와 번식우로 분류된다는 점을 확인하고 그룹화를 위와 같이 실시하였음. 각각의 비육우와 번식우 관리를 위한 하부 카테고리들은 앞서 설명한 데이터베이스 설계화 작업에 따라 설정하였음.



그림 1-132. Smart farming system program; details information of Hanwoo  
 위의 그림에서 확인할 수 있듯이 개체별 상세정보를 보여주고 그룹화 된 상태에서의 관리뿐만 아니라 한우개체별 관리도 용이하도록 고려하여 설계하였음.

○ 스마트 파밍 시스템 프로그램 가축 성적관리

가축성적관리는 화면에서 도축된 목록을 확인 및 삭제 상세정보 등을 볼 수 있으며 축산물이력제 홈페이지를 직접 방문하는 불편함을 없애주고 원하는 개체의 성적을 즉시 확인이 가능하다는 장점이 있음.

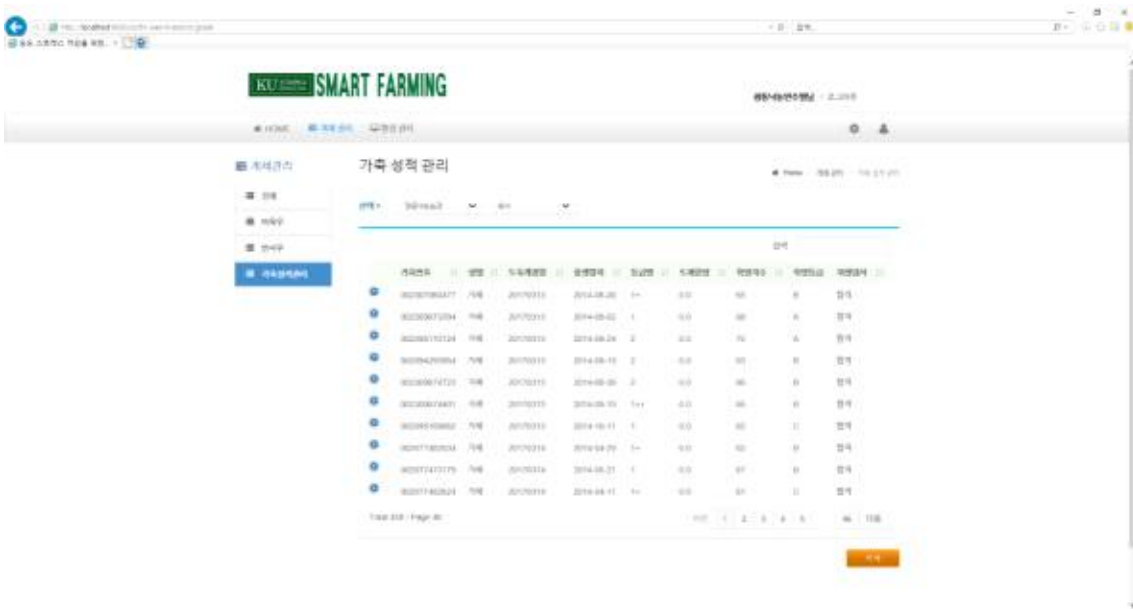


그림 1-133. Smart farming system program; Hanwoo meat grades slaughtered

○ 환경관리

모니터링을 통해서 농장정보, THI정보뿐만 아니라 실시간 조회, 기간 조회, 과거 내역 조회 등이 가능하고 이를 통해 앞으로의 변화 값을 예측할 수 있는 토대를 마련해줌. 특히 기상청 제공과는 다르게 사용자 농장의 기후 값을 직접적으로 보는 것이기 때문에 보다 세밀한 관리가 가능하다는 장점이 있으며 필요에 따라 센서들을 추가 등록 혹은 삭제가 가능해 원하는 만큼의 정보를 취득할 수 있다는 장점이 있음.

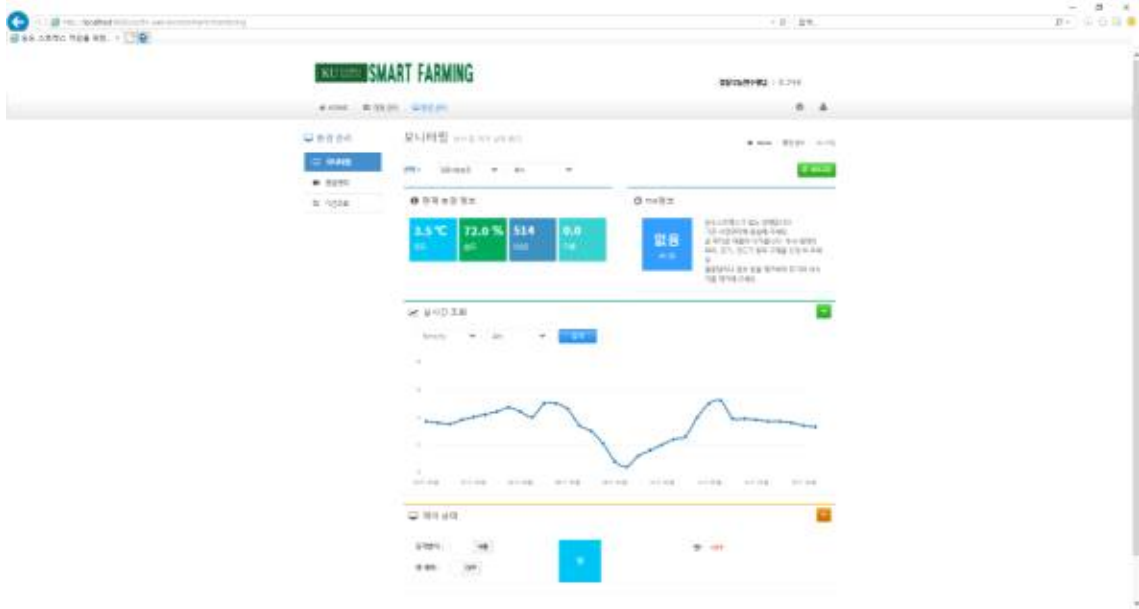


그림 1-134. Smart farming system program; information of user farm

○ 카메라 및 제어장치, 기타 설정

카메라를 통해 실시간 농장 상태 파악이 가능하고, 저장된 영상은 필요할 때 재생하여 문제가 발생했을 시 원인파악을 수월하게 해줄 수 있음.



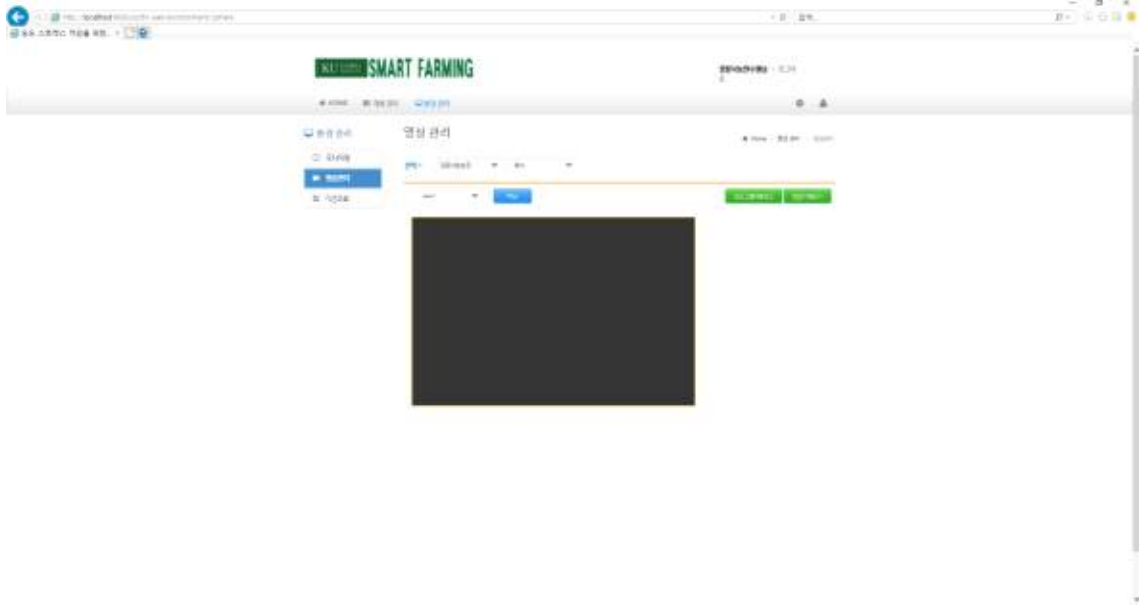


그림 1-135. Smart farming system program; pan&tilt circuit camera

더불어 센서가 설치되어 있는 환경에 맞게 각각의 센서알람을 등록하고 이를 영상기법과 함께 활용하면 상호보완효과 측면에서 매우 긍정적인 결과를 기대할 수 있다고 보여 짐. 센서 알람은 THI 혹은 평균값을 이용한 그룹 알람도 가능하지만 센서별로 임계치를 설정하고 이에 따라 알람 여부를 적용해 대규모화 농장에서 세밀한 관리가 가능하도록 고려하였음.

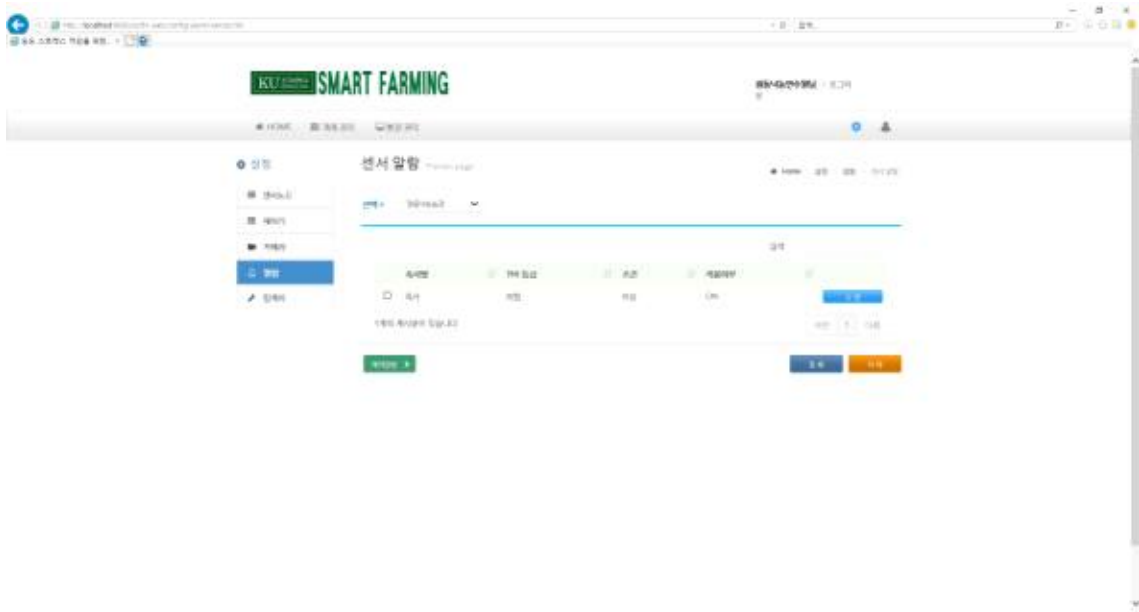


그림 1-136. Smart farming system program; sensor alarm

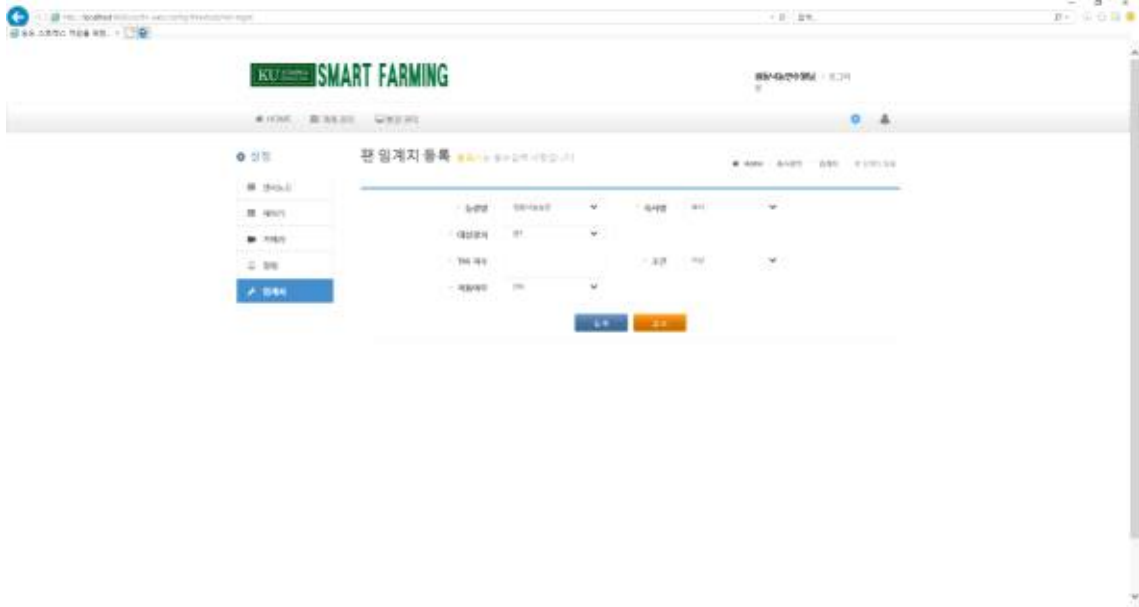


그림 1-137. Smart farming system program; setup to limit allowable value

그리고 각종 환경을 관리해주는 제어장치를 필요에 따라 농장에 설치 후 등록하면 이를 이용하여 각종 제어장치의 켜짐/꺼짐을 온라인에서 지정할 수 있게 돼 사용자의 편의성은 보다 증대될 것으로 사료됨.

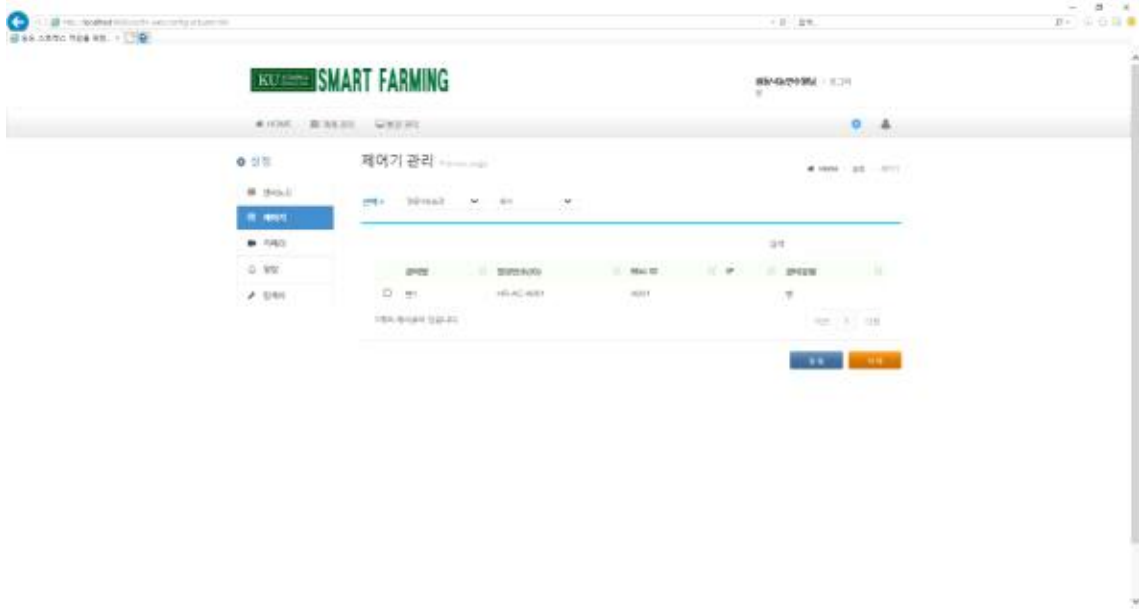


그림 1-138 Smart farming system program; remote control device

#### ○ 사용자 정보 및 수정

로그인한 사용자는 사용자 설정 항목을 통해 본인과 농장의 정보를 확인 및 수정이 가능하며 이렇게 기록된 개인정보는 추후 통합 관리함에 있어서 긴급문자발송, 긴급알람 등에 주요한 활용방안이 될 수 있으며 축사를 확장 혹은 이전함에 따라 능동적으로 수용이 가능하게 해줌.

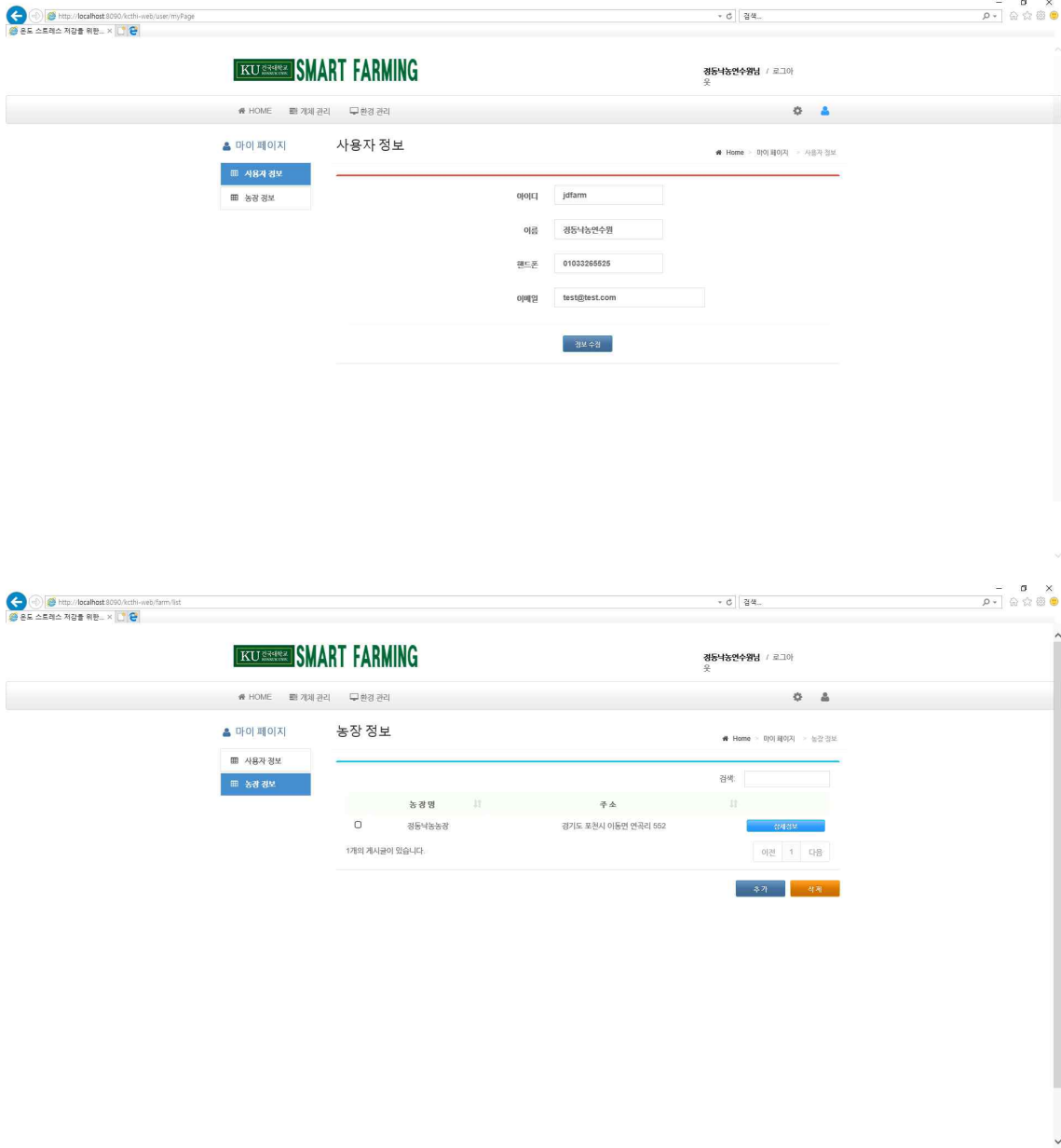


그림 1-139. Smart farming system program; information for user and farm

○ Smart farming system mobile application

PC를 통한 접근뿐만 아니라, 스마트폰을 이용한 접근도 가능하도록 모바일도 지원하고 있음. 앱설치가 용이하지 않을 경우에는 스마트폰의 인터넷 브라우저를 통한 접근도 가능해 네트워크 인프라가 구축된 환경이라면 언제든지 접속하여 농장의 정보를 취득할 수 있고 관리의 편리성을 제공함. 제공되는 정보는 위 (나)항목과 동일하고 화면상의 구성이 스마트폰에 최적화 됐다는 점을 제외하고는 다름이 없어 적응에도 큰 무리가 없을 것으로 판단됨.

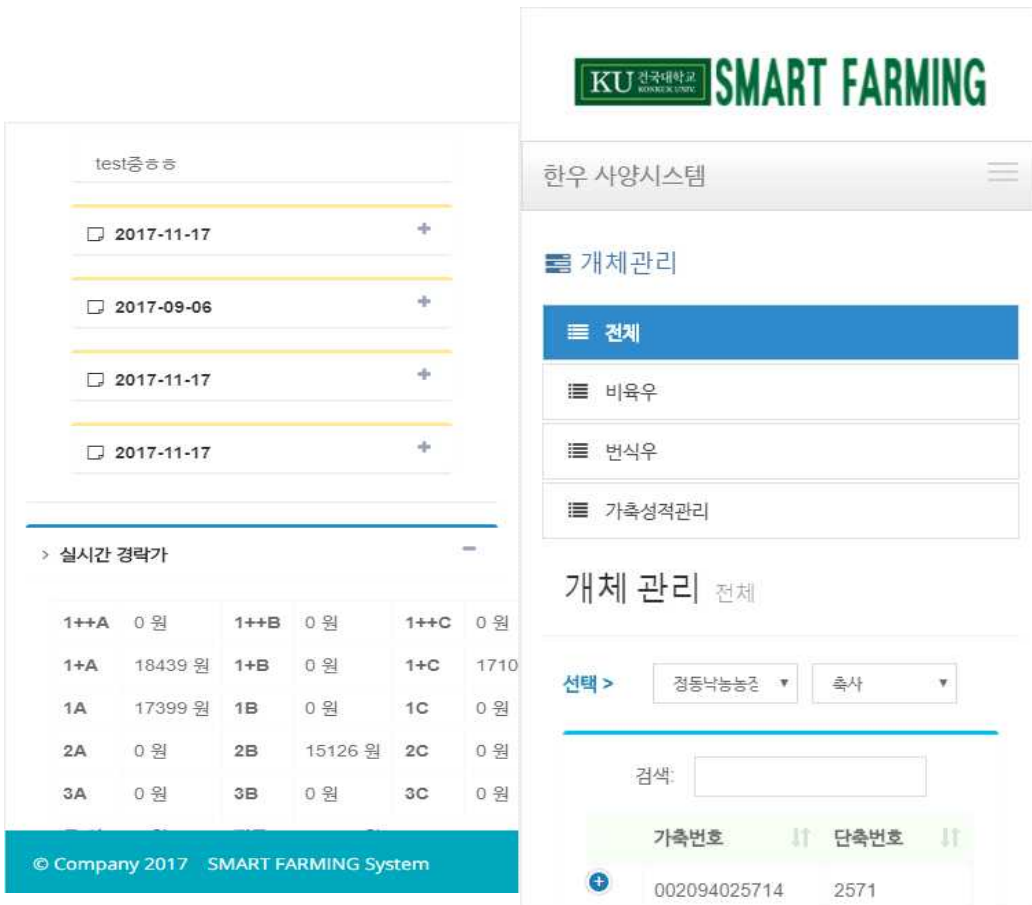


그림 1-140. Smart farming system mobile application screenshot

○ 한우 도축에 따른 출하성적 보고서 제공

한우 도축에 따른 개체별 성적을 축산물이력조회서비스를 농림축산식품부 산하 축산물이력제 홈페이지에서 제공되는 오픈소스를 활용하여 사용자내 가축 자료를 모아 아래와 같은 출하성적을 여러 항목으로 분석하는 서비스를 smart farming system program에서 제공하여 농장의 수준을 파악하기 쉽도록 하였음.

2017 정동목장 출하성적 보고서

Page 1 of 8

2017 정동목장 출하성적 보고서

Page 7 of 8

1. Summary
2. 일반사항
3. 작업장분포
4. 목장등급분포
5. 출하등급 분포(가계)

2017 정동목장 출하성적 보고서  
11/14/2017

1. Summary

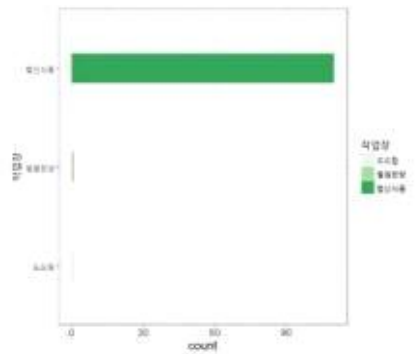
##	고지점도형	고지점계	도체중	작업장수
##	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 129.3	Min. : 0.00
##	1st Qu.:110.00	1st Qu.: 99.00	1st Qu.:131.5	1st Qu.:102.9
##	Median:112.00	Median: 94.00	Median:132.5	Median:105.0
##	Mean :113.14	Mean : 93.38	Mean :132.8	Mean :104.2
##	3rd Qu.:114.00	3rd Qu.: 99.25	3rd Qu.:133.4	3rd Qu.:106.9
##	Max. :133.00	Max. :120.00	Max. :142.1	Max. :121.5
##	목역	유량계	중적값	선속도
##	Min. : 0.00	Min. : 0.000	Min. : 0.000	Min. : 0.00
##	1st Qu.:14.00	1st Qu.:15.000	1st Qu.:11.000	1st Qu.:11.00
##	Median:15.00	Median:15.000	Median:11.000	Median:11.00
##	Mean :14.87	Mean :15.025	Mean :11.175	Mean :11.07
##	3rd Qu.:15.00	3rd Qu.:15.000	3rd Qu.:11.000	3rd Qu.:11.00
##	Max. :16.00	Max. :15.000	Max. :12.000	Max. :12.00

2. 일반사항

2.1. 작업장 분포

	Frequency	Percent
--	-----------	---------

	Frequency	Percent
도체중	1	0.9
목장등급	1	0.9
업선속도	110	99.2
Total	112	100.0

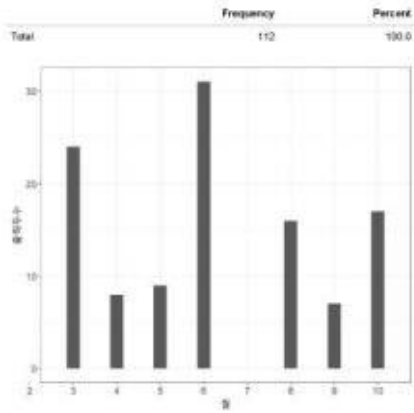


2.2. 월별 출하두수

	Frequency	Percent
3	24	21.4
4	8	7.1
5	9	8.0
6	31	27.7
8	16	14.3
9	7	6.2
10	17	15.2

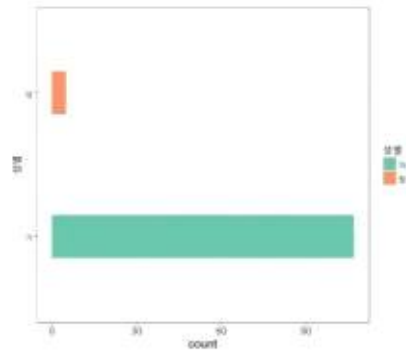
2017-11-21

2017-11-21



2.3. 성별

성별	Frequency	Percent
거	107	95.5
남	5	4.5
Total	112	100.0

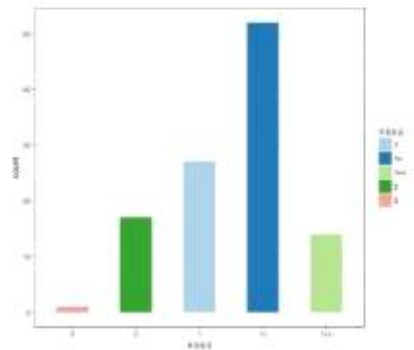


3. 육질등급 분석

3.1. 육질등급 발생빈도 및 백분율

등급	Frequency	Percent
1	27	24.1
1+	52	46.4
1++	14	12.5
2	17	15.2
3	1	0.9
0	1	0.9
Total	112	100.0

3.2. 육질등급 발생빈도

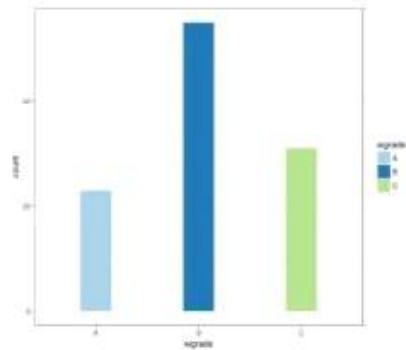


4. 육량등급 분석

4.1. 육량등급 발생빈도 및 백분율

등급	Frequency	Percent
A	23	21.1
B	55	50.5
C	31	28.4
Total	109	100.0

4.1. 육량등급 발생빈도



5. 출하월령 분포(거세)

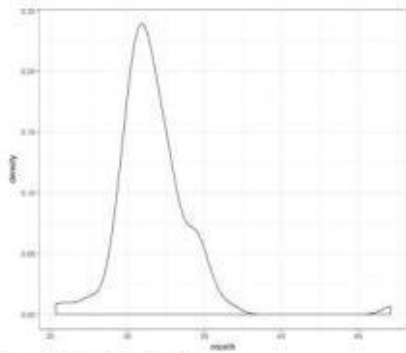


Figure 3-6. 출하물량별 육질등급 분포

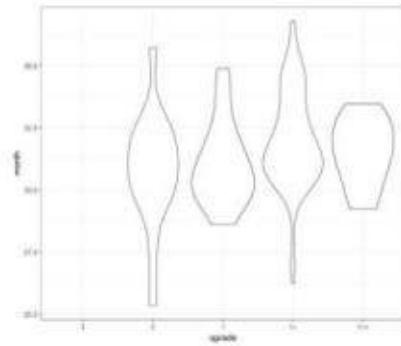


그림 1-141. Smart farming system mobile application screenshot

### 3. 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양 시스템 개발(제 1협동)

#### 가. 정자 활성화 증진을 통한 수태율 향상 기술 개발

(1) 최적 번식효율 적기 산출을 위한 생리 지수/지표 개발 및 고온 스트레스 하에서 수정 임신유지 관계 확인 - 모델 동물인 마우스를 이용하여 고온 스트레스 조건에서의 착상 전후 배아발생 연구

##### (가) 재료 및 방법

- 수정 후 배아를 착상 전 96시간 동안 다양한 온도(심한, 보통, 중간)에서 스트레스를 가한 후, 수정란 이식을 실시하였음.
- 배반포 발생률 및 유전자 발현 양상 등을 측정하였음.

표 2-1. Heat stress를 주기 위한 처리구별 온도 처리 방법

Hours post hCG	14h Retirved	16h Fertilization	24h 2-cell	48h 4-cell	96h blastocyst	
control	37°C	37°C	37°C	37°C	37°C	ET
long term mild heat stress	37°C	37°C	39°C	39°C	39°C	ET
long term moderate heat stress	37°C	37°C	40°C	40°C	40°C	
long term severe heat stress	37°C	37°C	41°C	41°C	41°C	
short term mild heat stress	37°C	37°C	39°C	ET(Embryo Transfer)		

##### (나) 결과 및 고찰

- 배아 발달률은 심한 혹은 보통 온도 스트레스 조건에서 발달 초기에 심한 영향을 받으나 섭씨 2도정도 높은 온도에서는 내성을 획득하였음.
- 하지만 장기간 중간 정도의 고온 스트레스를 받은 배반포는 산자 생산율이 급격히 저하되었음.
- 유전자 발현 분석 시, 영양막 세포 발달에 관여하는 유전자의 발현양이 현저히 감소하였음.
- 아주 심하지 않은 고온 스트레스 조건에서 수정란의 착상 전 발달은 영향이 없음.
- 하지만, 착상 후 발생은 현저히 떨어짐.
- 특히, 태반 형성에 필요한 유전자의 발현이 비정상적으로 변함.
- 따라서, 배반포의 단순 발달률 보다는 형태학적, 분자생물학적으로 보다 우수한 배반포 선별이 요구됨.
- 가축에서 수정란 이식은 고온 스트레스 조건에서 온도에 의한 착상 후 유산을 방지 할 수 있는 기술이나 현재 농가에서의 인공수정 활용도등을 고려 시 보다 우수한 수정란 획득이 필요함.



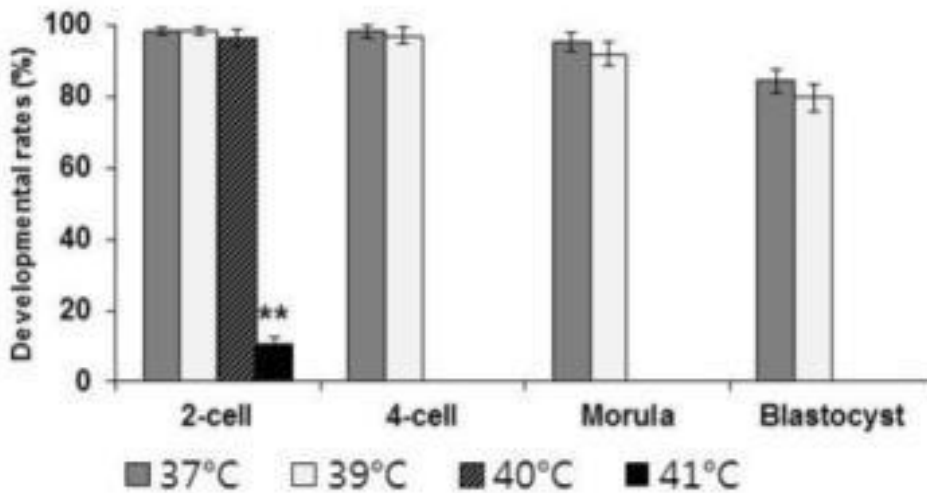


그림 2-1. 온도처리에 따른 세포 시기별 배아 발달률(%)

표 2-2. 온도처리에 따른 이식된 수정란의 착상률(%)

No.  
recip

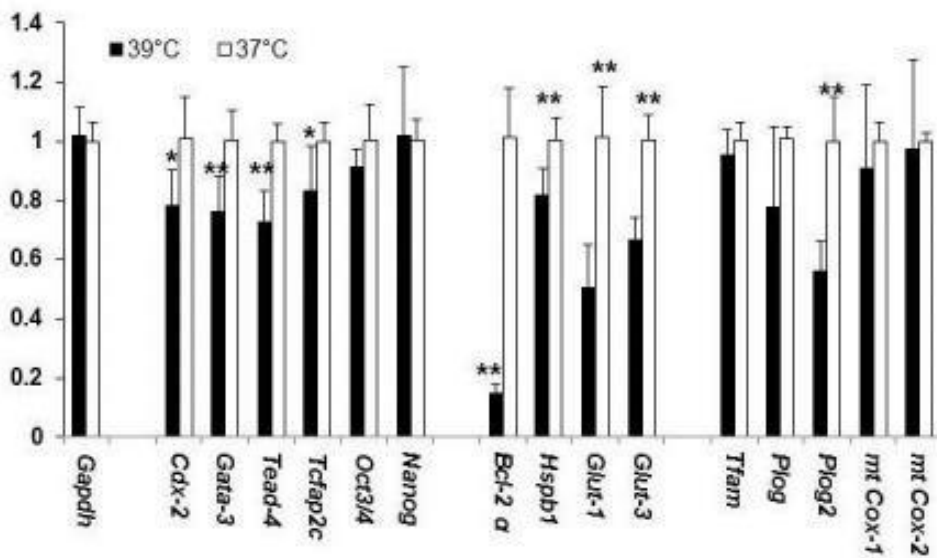


그림 2-2. 처리 온도에 따른 유전자 발현량 (relative activity)

(2) 정자의 생리 활성 극대화/최적화를 통한 수태율 증진 방안 정립

(가) 재료 및 방법

- 후보물질 선정: Pentoxifilline, Caffeine, Biotin Glutathione, Strontium
- 측정방법: 각 농도 및 고온 스트레스 조건하 (37°C vs 39°C)에서 일정시간 배양 후(0h, 1h, 2h) 정자의 운동성(motility)과 여러 운동성에 대한 분석 지수인 curvilinear velocity(VSL), straight line velocity(VAP), linearity of curvilinear trajectory (ration of VSL/VCL%) 등을 CASA(Computer assisted sperm analyzer)을 이용하여 분석하였음.

(나) 결과 및 고찰

- 최종적으로 phosphodiesterase III inhibitor를 선발
- 처리구에서 mobile progressive 비율, Rapid sperm, 평균 VCL, VSL, VAP, LIN 값이 10%이상 증가되었음.
- 정자 생리 활성 증가는 정상 조건에서는 변화 없었으나 39°C 조건에서 향상 되는 것으로 관찰되었음.
- Trequinisn의 30분 처리 후 kinetics 운동성 변화실험 시 30분 처리만으로도 향상가능 제시
- 여름철 인공 수정 시 사용 가능함.
- 기존 동결된 정자를 처리하여 활용 가능함.
- 농가 사용을 위한 기술 개발의 필요함.

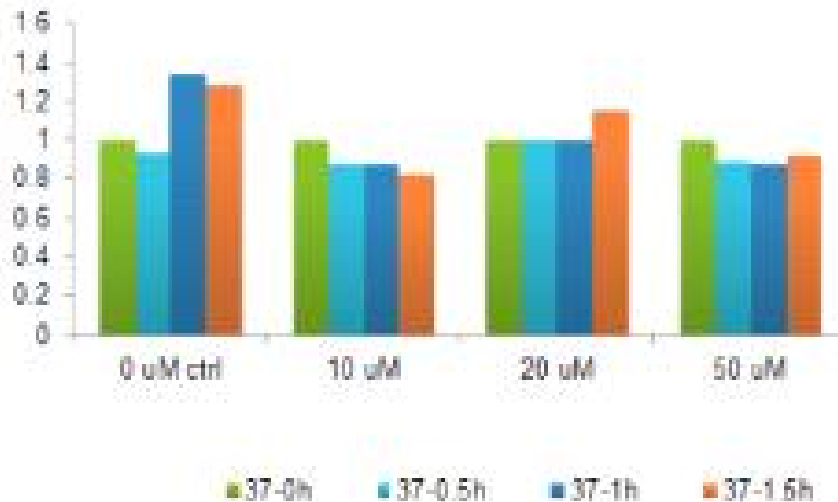


그림 2-3. Treatment of Trequinisn on sperm motility kinetics at 37°C(VCL)

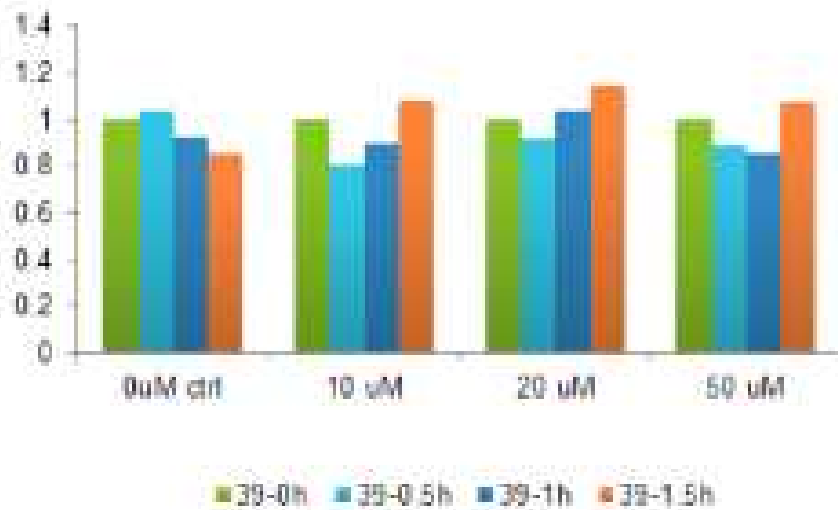


그림 2-4. Treatment of Trequinisin on sperm motility kinetics at 39°C (VCL)

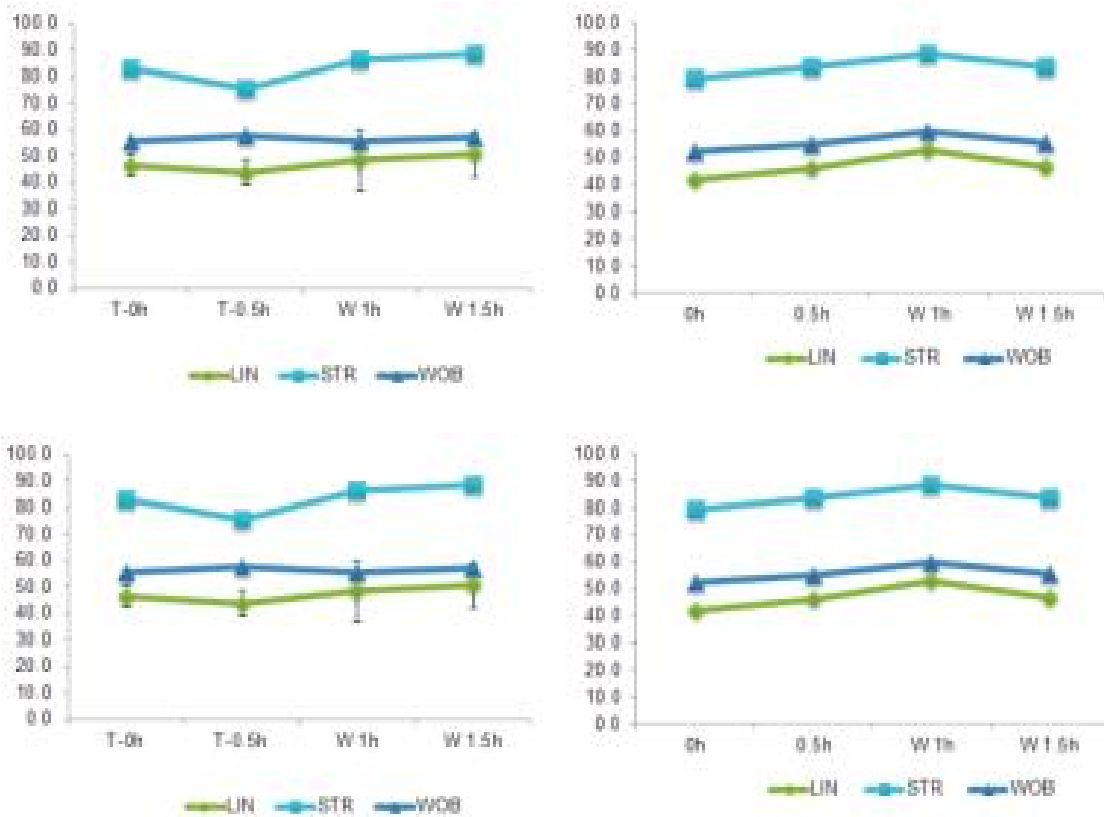


그림 2-5. Treatment of Trequinisin for 30 min on sperm motility kinetics at 39°C (VCL)

(3) Trequinisin 처리한 정자의 수정능 및 배아발달에 대한 영향 분석

(가) 재료 및 방법

- 실험군 선정: 각기 다른 온도에서 Trequinisin 처리한 정자를 난자와 체외 수정하여 총 4개 군으로 구분함.
- 측정방법: 각 농도 및 고온 스트레스 조건하 (37°C vs 39°C)에서 7일간 배양, 전핵형성, 난할, 상실배, 배반포 발달을 측정

(나) 결과 및 고찰

- Zygotic gene activation 전 단계까지 그룹 간 발달률 차이 없음.
- 고온조건하에서 수정능을 획득한 정자와 수정한 배아세포의 발달률이 16세포기 부터 저하됨.
- 고온조건하에서 Trequinisin처리한 정자와 수정한 배아세포는 정상 배아 발달율과 유사함.
- 고온스트레스 하에서 Trequinisin 처리 시 정자의 운동성 향상은 배아발달률에 영향
- 배반포 발달률 향상과 착상 및 임신유지/제고의 상관관계 규명

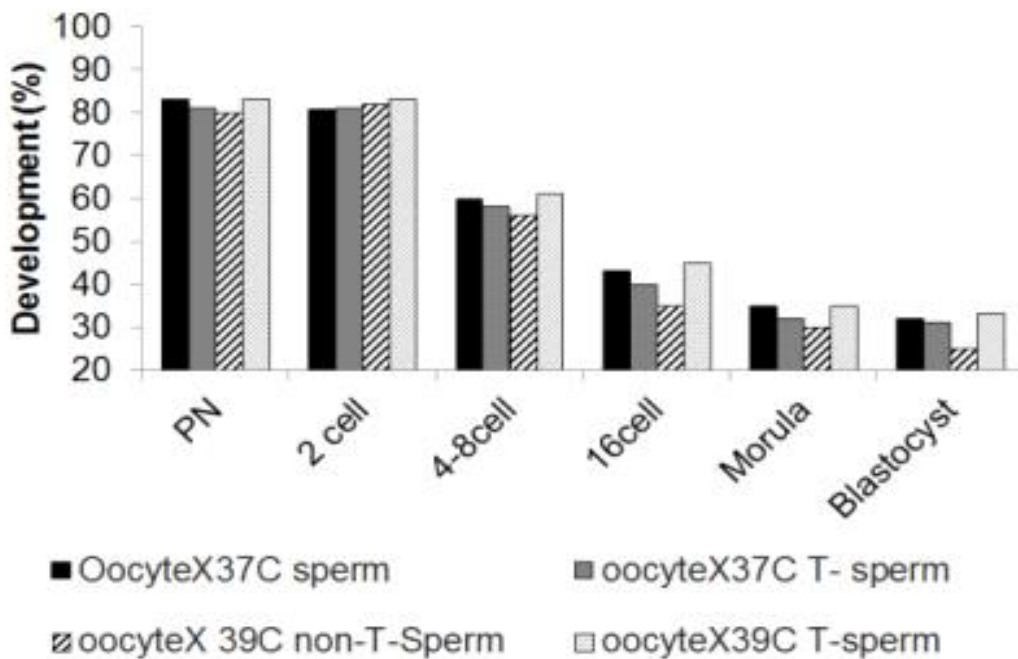


그림 2-6. Effects of trequinisin treated sperm on embryo development

(4) 정자 생리활성물질 Trequinisin을 이용한 수태율 증진의 산업화

(가) 재료 및 방법

- 종모우의 정액을 인공질법을 이용하여 채취. 채취된 정액은 37°C에서 20% egg-yolk가 첨가된 Triadyl에 1:1로 희석하여 0.3°C 상태로 실험실 운반
- 선행 연구를 통해 기존 동결 정액을 용해해 Trequinisin 20 μM 처리 시 고온 환경 하에서 높은 정자생리가 활성화되는 보고함.

- 산업화를 위해 Trequinisin를 첨가한 정액동결을 위해 희석액과 동일한 20% egg-yolk가-Triadyl에 0-100  $\mu$ M Trequinisin을 처리하여 -120 $^{\circ}$ C에서 10분간 예비 동결후, 액체 질소에 침지하여 보관함.
- 동결정액은 Beltsville thawing solution (BTS)희석제제 희석 후 원심분리 후 상층액 제거 후 생존율, 정자운동성, 정자핵 손상, 미토콘드리아 온전성 측정함.

(나) 결과 및 고찰

- 동결 용해 후 처리한 기존 결과에 비해 전처리 경우 50  $\mu$ M Trequinisin 처리가 더 우수한 것으로 나타남.

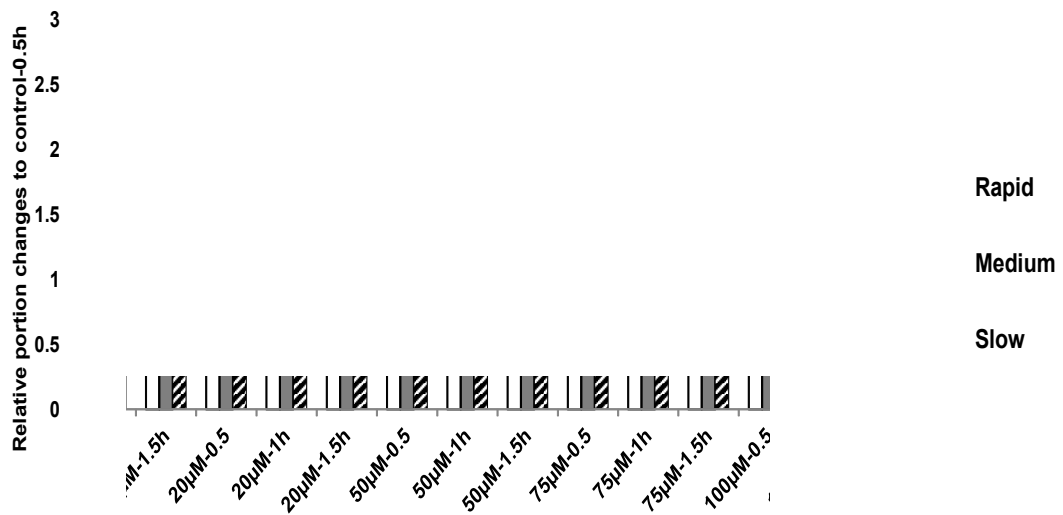


그림 2-7. Trequinisin 처리가 정액의 활성도에 미치는 영향

- CASA 이용한 운동성 분석 또한 전반적으로 50  $\mu$ M Trequinisin 처리 시 양호함.

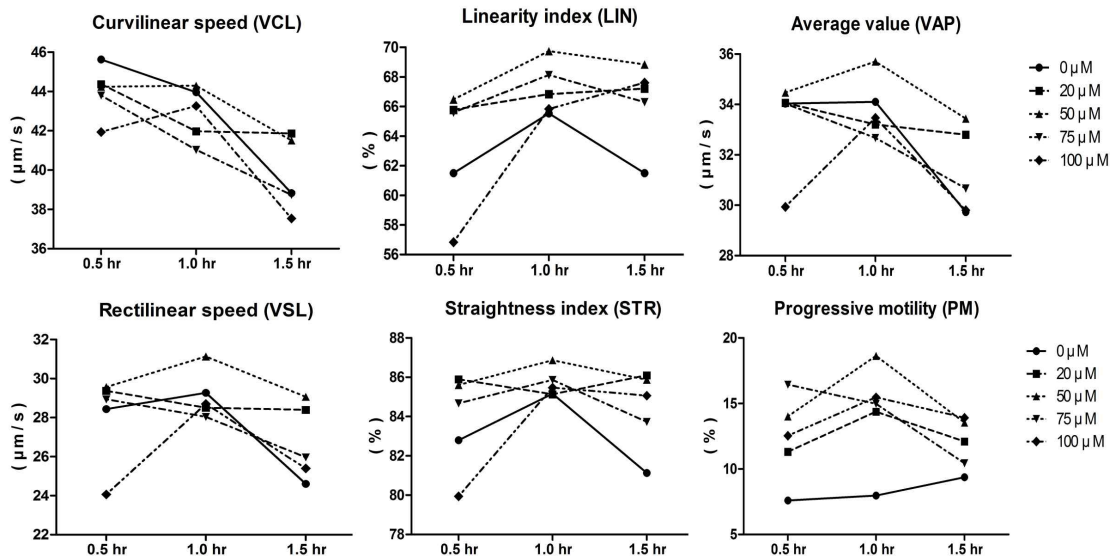


그림 2-8. Trequinisin 처리가 정액의 운동성에 미치는 영향

○ DNA 온전성은 차이가 없으므로 독성효과는 없음.

표 2-3. Trequinisin 처리가 DNA 온전성에 미치는 영향

	Immediately after treatment	
	Intact	Fragment
DMSO	267	7
Trequinisin	312	8
	30 min after treatment	
	Intact	Fragment
DMSO	188	9
Trequinisin	165	11

○ 미토콘드리아 활동성도 차이가 없었음.

표 2-4. Trequinisin 처리가 미토콘드리아 활성도 온전성에 미치는 영향

	Immediately after treatment	
	Positive	Negative
DMSO	79	79
Trequinisin	90	53
	30 min after treatment	
	Positive	Negative
DMSO	164	72
Trequinisin	113	61

○ 본 실험 및 시제품을 활용한 테스트 결과는 하계 고온 스트레스 조건에서 인공수정 시 활용이 가능할 것으로 사료됨.

나. Molecular techniques을 활용한 한우 번식우 수태율 및 분만간격 단축기술 개발

(1) 한우 번식우 효율 분석을 위한 현재 국내 번식우 실태 분석

(가) 재료 및 방법

- 한우 암소 검정 사업에 등록된 소를 분석
- 통계 패키지 SAS를 이용 분석

(나) 결과 및 고찰

- 산차별 분만간격은 통계학적으로 유의차가 나타나지 않음.

표 2-5. 산차별 분만 간격

산차	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
분만간격	794	395	384	383	383	383	388	385	387	380	377	394
SD	229	101	91	89	85	84	87	76	83	57	70	92

- 년도별 분만간격의 증가 추세가 나타남.

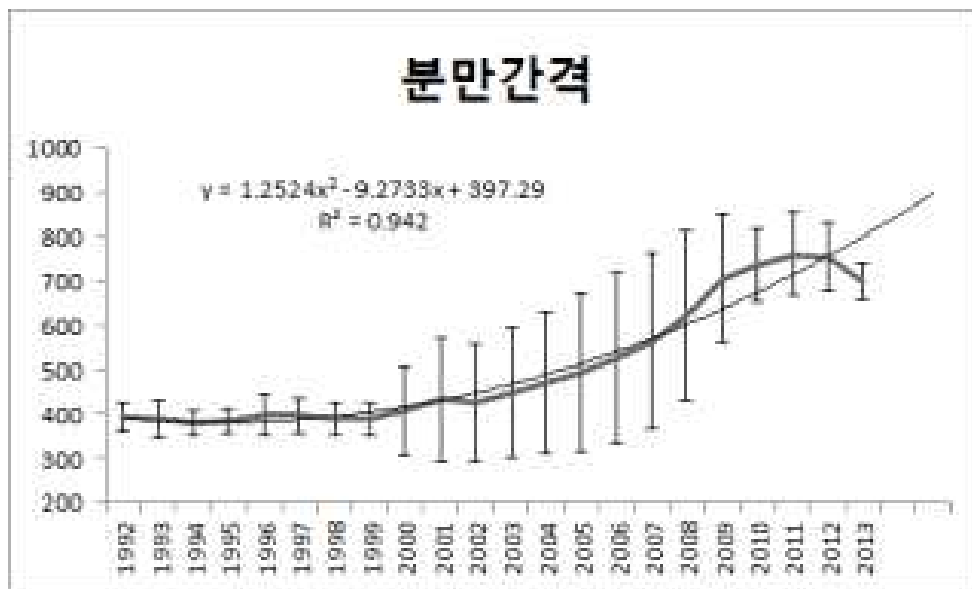
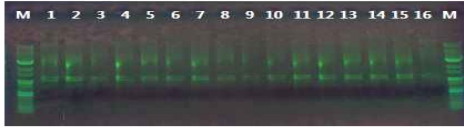


그림 2-9 년도별 분만간격 추이

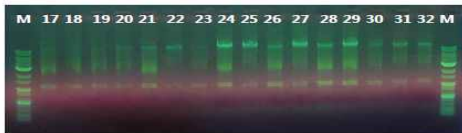
(2) 번식 관련된 분자지표 정립을 위한 cell free nucleic acid(cfNA)중 cfRNA 이용 실험

(가) 재료 및 방법

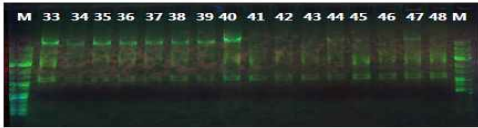
○ 전혈에서 total RNA를 분리 RNA 순수도를 측정



No.	Sample name	gDNA contam	농도 (ng/μl)	A260	A280	Ratio (260/280)	Ratio (260/230)
1	P2-1		83	2.075	1.013	2.05	1.12
2	P2-5		127.6	3.19	1.554	2.05	1.17
3	P2-6		51.8	1.256	0.627	2.07	0.40
4	P2-9		117.2	2.931	1.439	2.04	1.69
5	P2-11		111.3	2.782	1.325	2.10	0.28
6	P2-12		79.6	1.989	0.978	2.03	1.71
7	P2-13		130.1	3.253	1.591	2.04	1.65
8	P2-14		86.6	2.165	1.065	2.03	1.45
9	P2-15		57	1.425	0.694	2.05	1.06
10	P2-16		101.1	2.527	1.238	2.04	1.27
11	P2-17		115.1	2.877	1.409	2.04	1.39
12	P2-19		108.1	2.703	1.337	2.02	2.00
13	P2-20		123.4	3.064	1.511	2.04	1.54
14	P2-21		101.7	2.543	1.238	2.05	1.31
15	P2-22		98.4	2.46	1.216	2.02	2.14
16	P2-23		57.7	1.443	0.702	2.06	0.42



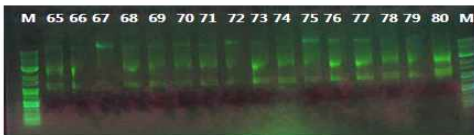
No.	Sample name	gDNA contam	농도 (ng/μl)	A260	A280	Ratio (260/280)	Ratio (260/230)
17	P2-24		110.9	2.773	1.374	2.02	1.86
18	P2-25		76.8	1.919	0.947	2.03	0.40
19	P2-26	√	79.7	1.993	0.966	2.02	1.77
20	P2-27	√	58.3	1.458	0.735	1.98	1.35
21	P2-28	√	115.1	2.877	1.424	2.02	2.02
22	P2-30	√	43.7	1.092	0.558	1.96	2.02
23	P2-32	√	45	1.126	0.561	2.01	1.66
24	P2-35	√	122.90	3.07	1.56	1.97	2.19
25	P2-36	√	79.50	1.99	1.03	1.94	2.24
26	P2-37	√	87.50	2.19	1.10	1.99	2.16
27	P2-40	√	92.90	2.32	1.18	1.96	1.30
28	P2-42	√	113.10	2.83	1.41	2.00	2.16
29	P2-43	√	149.40	3.74	1.89	1.98	2.07
30	P2-44	√	65.90	1.65	0.83	1.99	1.81
31	P2-45	√	65.80	1.65	0.83	1.98	1.97
32	P2-46	√	54.60	1.37	0.69	1.99	1.81



No.	Sample name	gDNA contam	농도 (ng/μl)	A260	A280	Ratio (260/280)	Ratio (260/230)
33	P2-47	√	127.80	3.19	1.61	1.99	1.30
34	P2-48	√	57.10	1.43	0.72	1.98	1.57
35	P2-49	√	77.10	1.93	0.97	1.98	2.01
36	P2-50	√	86.00	2.15	1.08	1.98	1.97
37	P2-53	√	91.80	2.29	1.16	1.97	1.92
38	P2-54	√	104.40	2.61	1.32	1.98	1.91
39	P2-63	√	62.10	1.55	0.80	1.95	1.52
40	P2-64	√	123.00	3.08	1.58	1.95	2.02
41	P3A1 AM		71.60	1.79	0.88	2.03	0.34
42	P3A5 AM		86.50	2.16	1.06	2.03	1.34
43	P3A6 AM		64.90	1.62	0.79	2.04	0.29
44	P3A9 AM	√	69.50	1.74	0.87	1.99	1.33
45	P3A11 AM		118.60	2.97	1.43	2.01	2.20
46	P3A12 AM		71.40	1.79	0.87	2.06	0.37
47	P3-A13 AM	√	97.10	2.43	1.22	1.99	2.27
48	P3A14 AM		108.00	2.70	1.31	2.06	0.47



No.	Sample name	gDNA contam	농도 (ng/μl)	A260	A280	Ratio (260/280)	Ratio (260/230)
50	P3A16 AM		94.70	2.37	1.16	2.05	1.01
51	P3A17 AM	√	74.30	1.86	0.92	2.02	1.78
52	P3A19 AM	√	101.20	2.53	1.27	1.99	2.00
53	P3-A20 AM	√	64.60	1.62	0.81	2.01	1.37
54	P3A21 AM	√	99.20	2.48	1.23	2.02	1.50
55	P3-A22 AM	√	62.70	1.57	0.78	2.01	1.82
56	P3-A23 AM	√	42.90	1.07	0.55	1.97	1.35
57	P3-A24 AM	√	67.50	1.69	0.85	1.99	1.67
58	P3-25 AM		133.70	3.34	1.66	2.02	1.60
59	P3A26 AM		106.10	2.73	1.35	2.03	1.25
60	P3A27 AM		76.90	1.92	0.94	2.04	0.75
61	P3-A28 AM	√	36.30	0.91	0.46	1.98	1.95
62	P3-A30 AM	√	57.20	1.43	0.73	1.97	2.24
63	P3-A32 AM		39.40	0.99	0.50	1.96	0.53
64	P3-35 AM	√	82.80	2.07	1.07	1.94	2.21



No.	Sample name	gDNA contam	농도 (ng/μl)	A260	A280	Ratio (260/280)	Ratio (260/230)
66	P3-37 AM		91.40	2.29	1.13	2.02	2.14
67	P3-A40 AM	√	41.00	1.02	0.53	1.92	2.44
68	P3-42 AM	√	68.40	1.71	0.85	2.01	2.01
69	P3-A43 AM	√	62.40	1.56	0.79	1.98	2.21
70	P3A44 AM	√	60.50	1.51	0.75	2.02	0.34
71	P3A45 AM	√	68.40	1.71	0.84	2.04	0.68
72	P3-A46 AM	√	54.70	1.37	0.70	1.95	1.95
73	P3-47 AM		83.10	2.08	1.03	2.01	1.50
74	P3A48 AM		66.50	1.66	0.80	2.08	0.20
75	P3A49 AM	√	58.10	1.45	0.74	1.98	0.71
76	P3-50 AM	√	77.10	1.93	0.96	2.01	1.77
77	P3 53 AM	√	60.60	1.51	0.76	1.99	2.19
78	P3A54 AM		59.30	1.48	0.73	2.04	0.37
79	P3-63 AM		52.00	1.30	0.65	1.99	1.90
80	P3A64 AM		113.10	2.83	1.39	2.04	0.82

그림 2-10. 추출한 RNA 전기영동 및 순수도 결과



○ Gene network 분석을 통한 후보 유전자 선발

Sublist	Category	Term	RT	Genes	Count	%	P-Value	Benjamini
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Oocyte meiosis</a>	RT		5	16.7	3.3E-4	2.2E-2
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Glioma</a>	RT		3	10.0	1.6E-2	4.1E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Melanoma</a>	RT		3	10.0	1.9E-2	3.5E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Focal adhesion</a>	RT		4	13.3	1.9E-2	2.0E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Long-term depression</a>	RT		3	10.0	2.0E-2	2.4E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Cytokine-cytokine receptor interaction</a>	RT		4	13.3	2.0E-2	2.1E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Hypertrophic cardiomyopathy (HCM)</a>	RT		3	10.0	2.2E-2	1.9E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Dilated cardiomyopathy</a>	RT		3	10.0	2.5E-2	1.9E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Progesterone-mediated oocyte maturation</a>	RT		3	10.0	2.7E-2	1.9E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Prostate cancer</a>	RT		3	10.0	2.9E-2	1.8E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Neurotrophin signaling pathway</a>	RT		3	10.0	5.5E-2	2.9E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Pathways in cancer</a>	RT		4	13.3	7.1E-2	3.4E-1
	KEGG_PATHWAY	<a href="#">Prion diseases</a>	RT		2	6.7	9.6E-2	4.1E-1

그림 2-11. Gene network 분석 결과

(나) 결과 및 고찰

- 난자 감수 분열에 관여 하는 유전자 확인
- 그 외 문헌을 참조하여 세포 사멸 등 번식 성적과 관여되는 유전자를 선발
- 혈액 내에 순환하는 mRNA를 분자 표지 인자로 선정하기 위한 연구 필요

(3) 번식 생리 지표를 이용한 번식효율 증진

(가) 재료 및 방법

- DNA, RNA 분리 및 역전사효소를 이용한 cDNA 합성
- 미경산 번식우에서 인공수정 전 전혈(whole blood)을 이용하여 genomic DNA 분리, 혈장에 있는 순환 비세포성 핵산 분리 (circulating cell-free nucleic acid: ccf DNA, ccf RNA)
- 임신관련, 난소기능과 관련된 유전자를 qRT-PCR을 통해 분석

(나) 결과 및 고찰

- 본 연구는 최소한의 침습법을 이용하여 수태율과 관련된 번식생리 분자 지표를 발굴 하고자함
- 전분질 위주의 TMR 사료를 급여한 처리구에서 높은 수태율(H/C higher conception; service per conception (SPC:1) 과 낮은 수태율 개체들 간의 유전자 발현을 qRT-PCR로 분석
- 산화 스트레스와 관련하여 HSP(heat shock protein) 관련 유전자와 환원효소유전자인 PRDX(Peroxiredoxin) 유전자 군을 분석함.

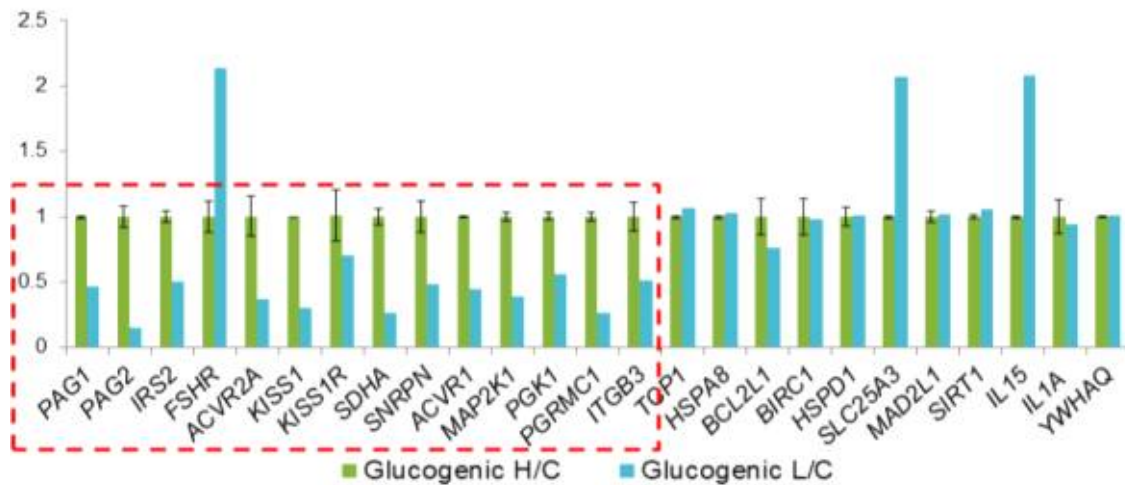


그림 2-12. Glucogenic 사료를 급여한 처리군 내 상대적 유전자 발현도

- 임신과 관련 및 난소 기능 중 apoptosis, ubiquitination, energy production 과 관련된 유전자가 낮은 수태율 그룹에서 발견됨.
- 이들 유전자들은 사람에서 고령 자연 임신 군에서 나타나는 유전자 패턴 (Gielchinsky 등 2008, Fertility and Sterility)과 유사하여 가축에도 응용 가능한 분자 지표로 활용 가능
- 전분질 위주의 TMR 사료를 급여한 처리구와 섬유소-지방 위주의 TMR 사료를 급여한 처리구에서 높은 수태율을 보인 개체들과 그렇지 않은 개체들과의 유전자 비교시 ACVR2A, SDHA, PGK1, PGRMC1, MAP2K 등은 급여수준에 상관없이 변화가 적음.

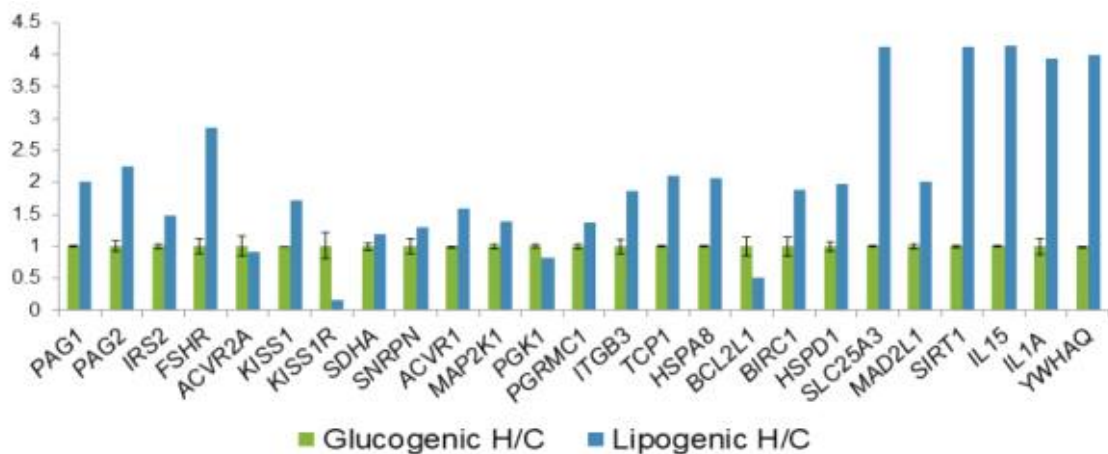


그림 2-13. 수태율 그룹 간 유전자 발현 양상

- 급여방법에 상관없이 높은 수태율과 낮은 수태율 그룹과의 유전자 발현양상을 분석해 보면 태반과 관련된 PAG1, IRS2, KISS1, KISSR, ACVR1, ITGB3, TCP1, BCL2L1, BIRC1, SLC25A3, MAD2L1, SIRT1, IL15, IL1A, YWHAQ과 비교

적 수태율 낮은 그룹에서 높게 발현됨.

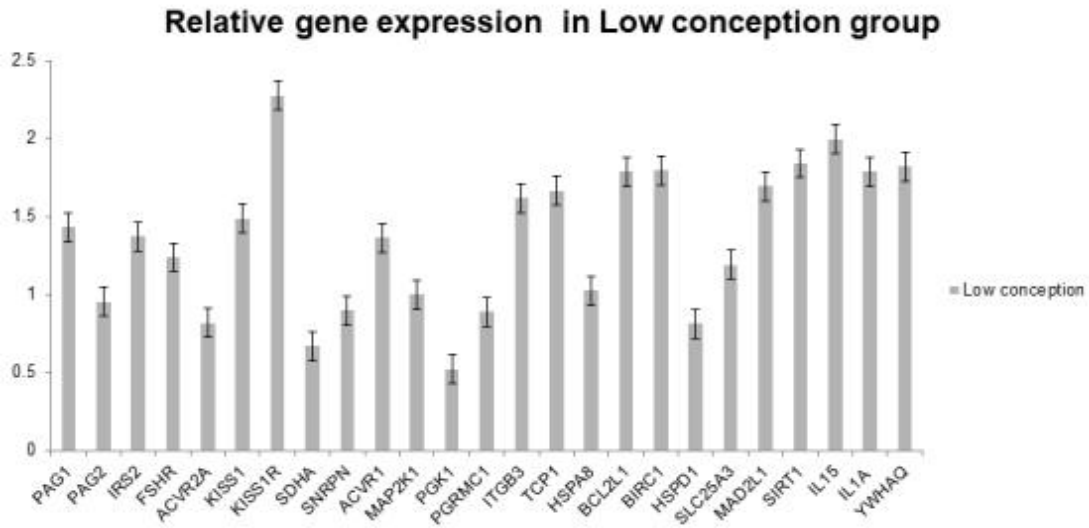


그림 2-14. 낮은 수태율 그룹 내 상대적 유전자 발현도

- 고온 스트레스에서 발현 되는 유전자에 대한 분석결과 HSPA1, HSPA2, HSPB3 유전자가 스트레스에 반응하여 수태율 높은 그룹에서 비교적 높은 발현량을 나타냄.

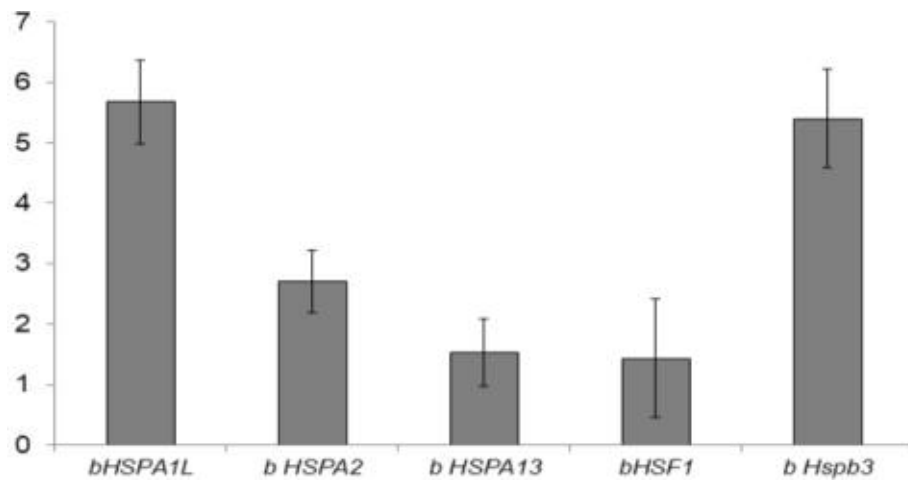


그림 2-15. 고온스트레스 관련 유전자의 상대적 발현도 비교

- 또한, 환원을 담당하는 PRDX 유전자는 비교적 높게 발현됨
- 기존 연구에서는 PRDX6 유전자가 소의 난자와 난구세포에서 세포간 소통을 위해 높게 발현된다고 보고되었음 (Leyens 등 2004, Bio Reprod).

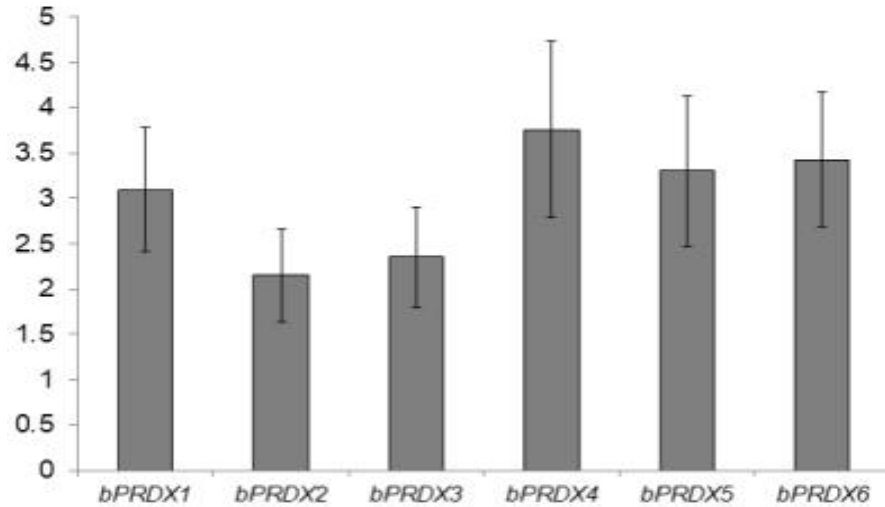


그림 2-16. 환원 관련 유전자의 상대적 발현도 비교

- PRDX5 가 난자성숙부터 배발달에 걸쳐 모두 발현되며 세포질 내에서 산화 스트레스를 저감 시키는 것을 보고 (Leyens 등 2004, Mol Reprod. Dev).
- 본 연구 결과는 수태율이 높은 개체들은 스트레스에 민감하게 반응하여 세포 보호를 위해 HSP를 발현하고 저감시키기 위해 PRDX를 발현 하는 것으로 사료됨.
- 따라서, 이들 유전자중 상대적으로 변화가 적은 유전자 (HSPA13, HSF1, PRDX2)들을 비교 유전자로 활용 시 개체별 스트레스 반응에 대한 분자생리지표로 활용 가능
- 그 외 스트레스 지표로 bovine line fragment의 비율을 qPCR로 분석 실시
- 스트레스 시 세포 사멸 및 괴사 등으로 인해 순화하는 비세포성 핵산을 활용한 것으로 반복 서열 중 RsaI 반복 단편의 큰 부분(475bp)와 작은 단편인 65bp 증폭량을 비교함.
- 스트레스에 의해 비세포성 DNA의 절단이 일어나는지 알아보기 위해 GAPDH를 레퍼런스 유전자로 정함.
- 그림 2-17에서 보는 바와 같이 크기는 68 bp 로 절단으로 나타나기에는 적은 단편을 증폭을 실시함.

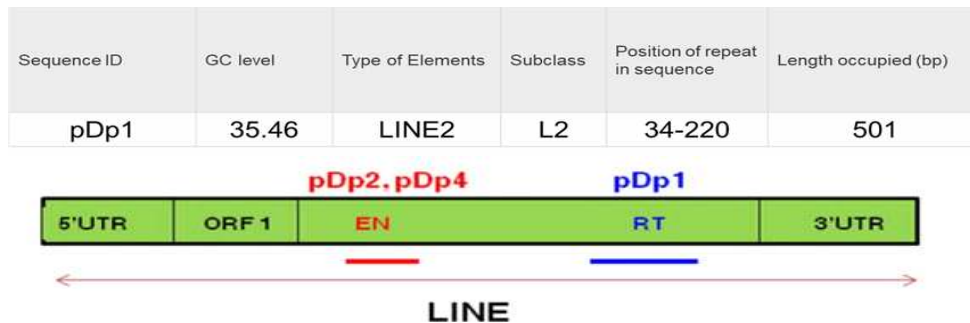


그림 2-17. qPCR에 사용된 서열

- 즉, 각 샘플에 대한 정량적 지표로 사용함. pDp1 은 비교적 큰 단편으로 475bp를 증폭하였으며 만약, 단편이 절단 시 증폭은 절단이 일어나지 않은 샘플에 비해 증폭이 적을 것으로 추정.
- 마지막으로 Dp1 은 60 bp로 단편이 거의 일어나지 않을 것으로 예상되었으며. GAPDH를 DNA의 정량지표로 하여 pDp1의 상대적 양을 (RQ1)를 측정하고 Dp1의 상대적 양(RQ2)을 측정한 후 두 RQ (RQ2/RQ1)의 비율을 단편 비율로 (fragment ratio)로 표시함.
- 비교 대상은 SPC(service per conception) 이 1인 개체들과 그렇지 않은 군으로 나누어 실시하였다. 수태율이 높은 개체군은  $2.07 \pm 1.3$ , 수태율이 낮은 군은  $3.35 \pm 0.9$  ( $P < 0.05$ ). 수태율이 높은 개체군에서 비교적 cfDNA의 단편화가 적게 일어나는 것으로 나타나 스트레스 등 환경적 요인과 관련 있을 것으로 예상됨.

#### (4) 수태율과 관련된 SNP 발굴

##### (가) 재료 및 방법

- 한우 혈액에서 분리한 genomic DNA를 Real time PCR 및 HRM(high resolution meting) 기법을 이용하여 분석
- DNA blood & tissue kit (Qiagen, Germany)를 이용하여 genomic DNA 분리
- SNP 선정 WBP1 rs134282828; PARM1 rs111027720
- 올리고머 서열 WBP 1 F (5' - ccagcctatgaggatgtggt-3' ), WBP1 R (5' - acgtctccacggttgttcc-3' ), PARM 1 F (5' - cacactcacctcccctcaag -3' ), PARM1 R (5' - agatggaacctcaggtggtg -3' )을 Beacon Designer (PREMIER biosoft International, CA, USA)를 이용하여 디자인
- Qiagen Type-it® HRMTM PCR mix (Qiagen, Germany), HRM Type-it™ mix (Qiagen, Crawley, West Sussex, United Kingdom), Qiagen Rotorgene-Q 5-plex를 이용하여 증폭

##### (나) 결과 및 고찰

- WBP1과 PARM1의 유전자형에 대한 HRM 분석을 수행
- WBP의 SNP는 ACT가 CCT로 변이 된 미스 센스 변이 형이므로 결과적으로 아미노산 잔기 인 트레오닌이 프롤린으로 변환되며 1회 인공수정으로 임신한 암소 군에서는 AA 낮은 수태군에서는 GA 나 GG 나타남(표 2-6).

표 2-6. HRM을 활용한 WBP1 및 PARM1 유전자형

<sup>1</sup> S/C	Heifer	Genotype	Confidence	Genotype	Confidence
1/1	g13	WBP1_AA	98.63	PARM1_AA	100.00
1/1	g14	WBP1_AA	90.59	PARM1_GA	100.00
1/1	g15	WBP1_AA	89.54	PARM1_GA	62.35
1/1	g22	WBP1_AA	96.69	PARM1_GA	74.47
1/1	g25	WBP1_AA	99.02	PARM1_GA	75.42
1/1	g26	WBP1_AA	98.74	PARM1_AA	99.23
1/1	g36	WBP1_AA	99.77	PARM1_GA	80.13
1/1	g48	WBP1_AA	96.06	PARM1_GA	74.98
1/1	g63	WBP1_AA	99.68	PARM1_GA	96.70
1/1	15	WBP1_AA	96.60	PARM1_GA	44.41
1/1	19	WBP1_AA	100.00	PARM1_GA	94.21
1/1	111	WBP1_AA	97.58	PARM1_GA	43.28
1/1	112	WBP1_AA	96.75	PARM1_GA	52.90
1/1	130	WBP1_AA	99.89	PARM1_AA	45.39
1/1	144	WBP1_AA	95.69	PARM1_GA	90.97
1/1	145	WBP1_AA	94.21	PARM1_GA	90.62
1/1	150	WBP1_AA	89.05	PARM1_GA	82.64
1/1	164	WBP1_AA	85.72	PARM1_AA	75.22
5/1	g17	WBP1_AA	78.46	PARM1_GA	78.13
4/1	g20	WBP1_GA	86.86	PARM1_AA	60.28
4/0	g35	WBP1_GA	93.68	PARM1_GA	55.76
4/1	g42	WBP1_GA	95.31	PARM1_GA	83.04
4/1	g43	WBP1_GA	100.00	PARM1_GG	63.06
5/1	g53	WBP1_GA	90.86	PARM1_GA	87.46
7/0	116	WBP1_GG	95.88	PARM1_GG	58.03
6/1	121	WBP1_GG	99.57	PARM1_GG	64.43
5/0	123	WBP1_GG	100.00	PARM1_GA	91.53
6/0	124	WBP1_GA	62.36	PARM1_GG	100.00
4/0	127	WBP1_GG	52.15	PARM1_GG	77.75

- 그러나 PARM1과 수태율 사이의 상관관계가 없음.
- 최근 연구에 따르면 WBP1의 결시시 소 배반포에서 ICM의 감소로 배반포 발달을 감소 시켰으며 (Ortega 등, 2017), 아미노산 치환 (Thr-Pro)에 의한 단백질 접힘 패턴의 변화가 단백질에 영향을 미칠 수 있음을 시사함.
- 배아 발달 중 단백질 상호 작용. WBP1은 젖소의 WBP1에 대한 기능 연구 결과와 함께 WBP1이 육우의 임신 및 유지 관리와 밀접하게 관련되어 있음을 보여주었음.
- 결론적으로 한우에서도, WBP1의 유전 적 변이가 번식력을 향상시키고 AI에 대한 비용을 최소화하기 위한 가축 육종 프로그램의 선택 마커 유전자로 사용될 수 있음을 보여 줌.
- 또한 HRM 분석은 단일 염기 변이를 명확하게 구별 할 수 있으며 표적을 선

택할 때 일반 SNP 유전자형에 신속하고 비용 효율적으로 사용할 수 있음.

(5) 한우번식효율과 형태계측(morphometrics)의 상관관계

(가) 재료 및 방법

- 번식우의 개체별 형태계측
- 번식우의 번식효율별(1회 시도 시 수정; 100% 수태율 vs 3회 이상 인공수정)로 구분
- 각 군별로 형태계측 후 사양관리별 형태계측 지수와 비교

(나) 재료 및 방법

- 체중변화 비교 시 전분질사양과 고수태율과 유사한 형태를 보임.
- 체고 변화 비교 시에는 전분질 사양과 고수태율과 상관관계가 보이지 않음.
- 좌골위는 전분질 사양과 고수태율과 유사한 변화를 보임.
- 체중, 체고, 체장, 좌골위, 흉위 지수를 분석 시 전분질 사양과 고수태율의 번식우의 지수가 유사함.
- 형태계측 지수를 활용하기 위해서는 다량의 데이터가 필요함.
- 형태계측 지수와 분자지수 활용 방안 개발로 측정 데이터 최소화 가능함.

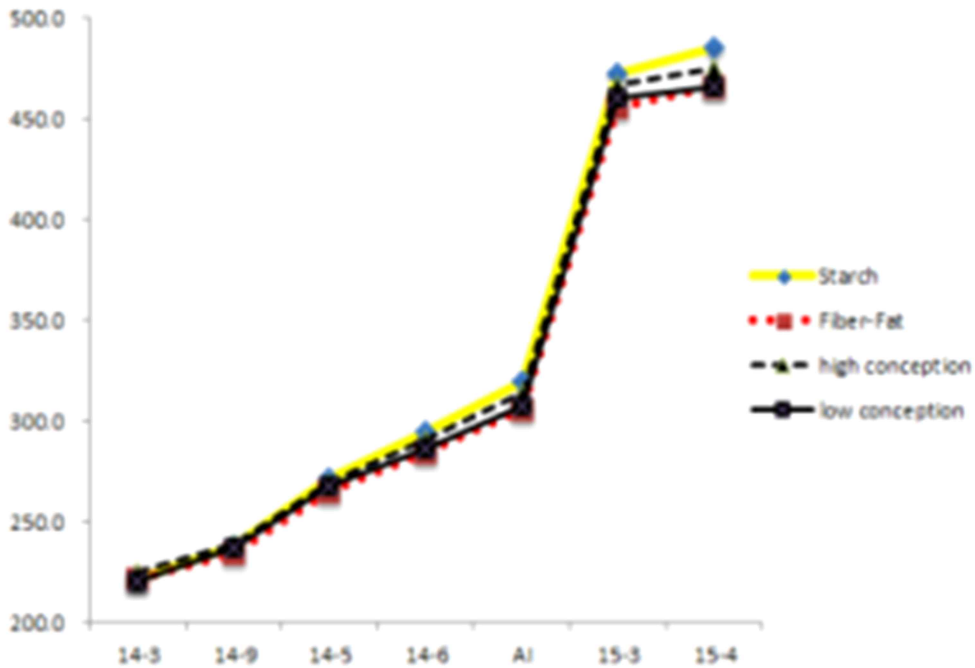


그림 2-18. Effect of treatment on body weight change(kg) by month.

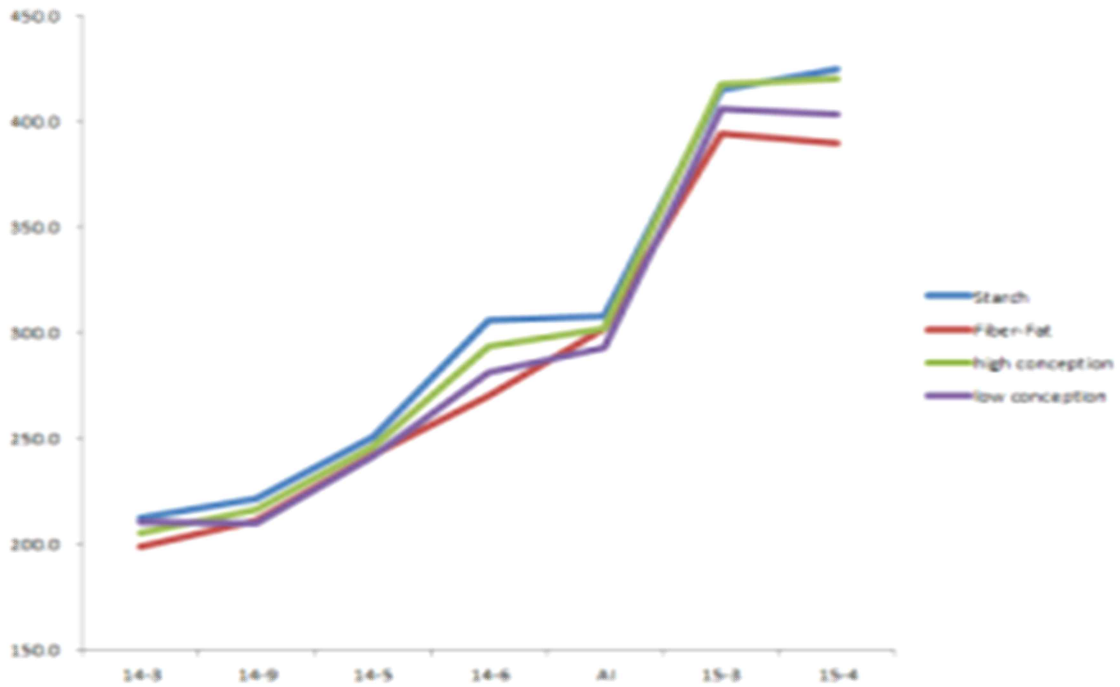


그림 2-19. Effect of treatment on pin bone width by month

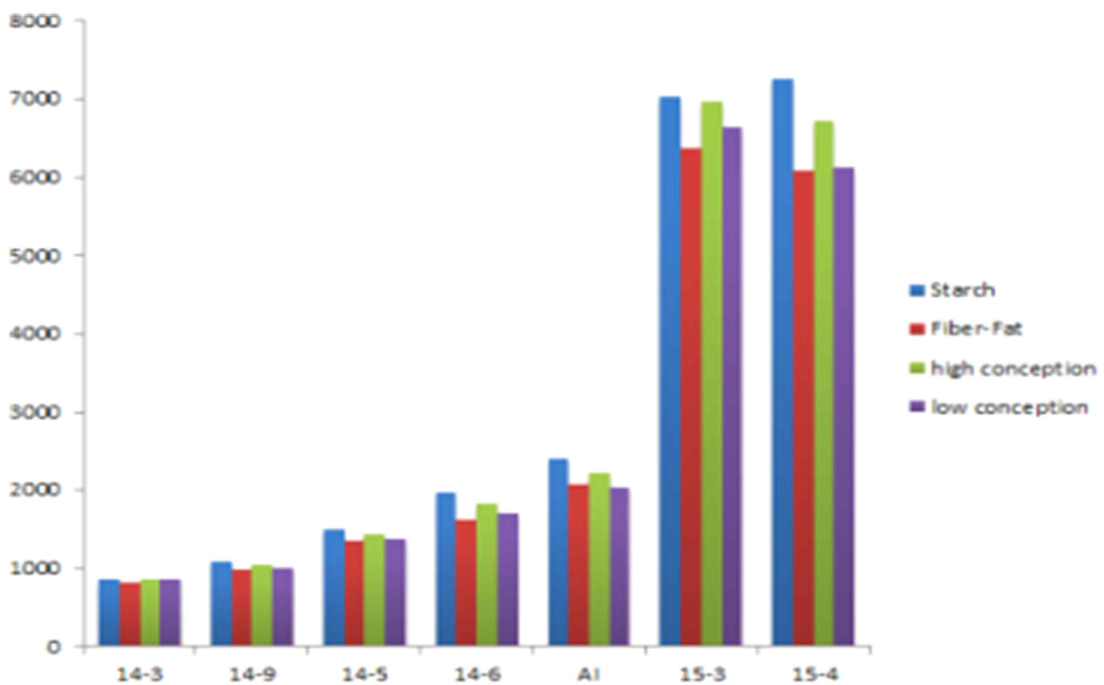


그림 2-20. Distribution of calculated appearance index of the treatment



## 다. CNCPS 기반 환경효과 보정 모듈이 적용된 한국형 한우 영양소 공급 모델 개발

### (1) 한국의 지역별, 계절별 기후의 변화정도 조사

#### (가) 자료 및 방법

- 현재 우리나라에서 기후 측정이 가능한 모든 지역의 지난 25년간(1988년 1월부터 2012년 12월) 월평균 평균 기온, 최저기온, 풍속, 상대습도의 관측치 자료를 기상청(<http://www.kma.go.kr>)으로부터 수집하였음.
- 그 중 대표적인 저온, 고온 지역으로 각각 평균 기온이 낮은 대관령과 최고기온이 높은 대구를 선정하였고, 두 지역의 기후자료의 변화 양상을 시계성 분석(time-series analysis)를 이용하여 조사하였음.

#### (나) 결과 및 고찰

- 평균 기온이 낮은 대관령과 최고 기온이 높은 대구의 지난 25년간 월평균 일평균기온, 최저기온, 풍속, 상대습도의 관측치 변화 양상을 보면, 지구온난화로 인해 국내 기후가 유의적으로 변화하였으며, 그 변화 양상은 대관령과 대구에서, 즉 기온이 낮은 지역과 높은 지역에서 차이가 있음을 알 수 있음(그림 2-3).
- 평균기온의 경우 대구는 매년 0.023℃씩 온도가 증가하였으나 통계적으로 유의하지 않았고( $P > 0.05$ ), 대관령은 매년 0.042℃씩 유의하게( $P < 0.01$ ) 증가하였음. 연평균 최저기온의 경우 대구에서는 연 0.041℃씩 유의적으로 ( $P < 0.01$ ) 증가하였고, 대관령에서는 증가하지 않았음.
- 대관령은 상대습도에서 유의적인 변화양상이 나타나지 않은 반면, 대구에서는 지난 25년간 연평균 0.44%씩 상대습도의 유의적 ( $P < 0.01$ ) 감소가 있었는데, 대관령과 대구에서 각각 연평균 시속 0.217, 0.142km씩 감소하였음.
- 평균 기온만을 놓고 본다면 우리나라의 25년간의 기후변화 양태상, 동물의 생산성에 영향이 없을지도 모르나, 봄, 여름, 가을, 겨울의 사계절의 변화가 확실한 대한민국에서 여름의 고온과 겨울의 저온은 낙농우의 생리적 적정온도의 범위를 벗어나게 되어 생산성의 악화가 예상됨.

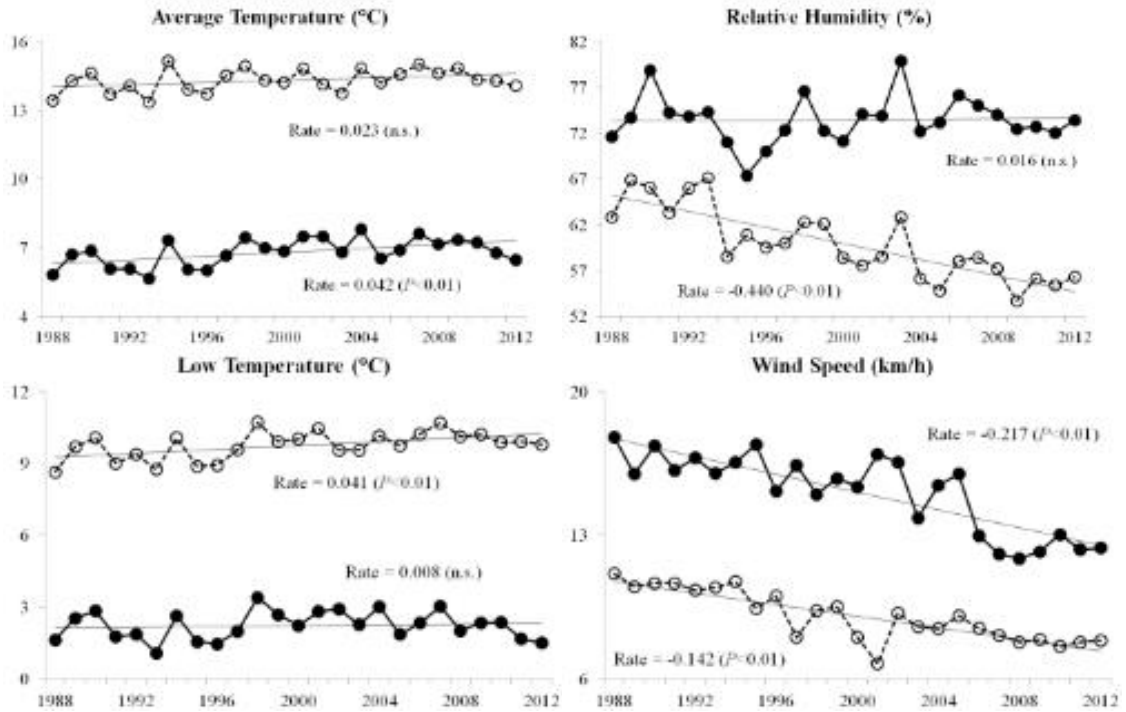


그림 2-21. Changes in yearly average temperature, low temperature, relative humidity, and wind speed over the last 25 years (from January, 1988 to December, 2012) in Daegu (open circle) and Daekwanryung (closed circle) (Lee et al., 2013).

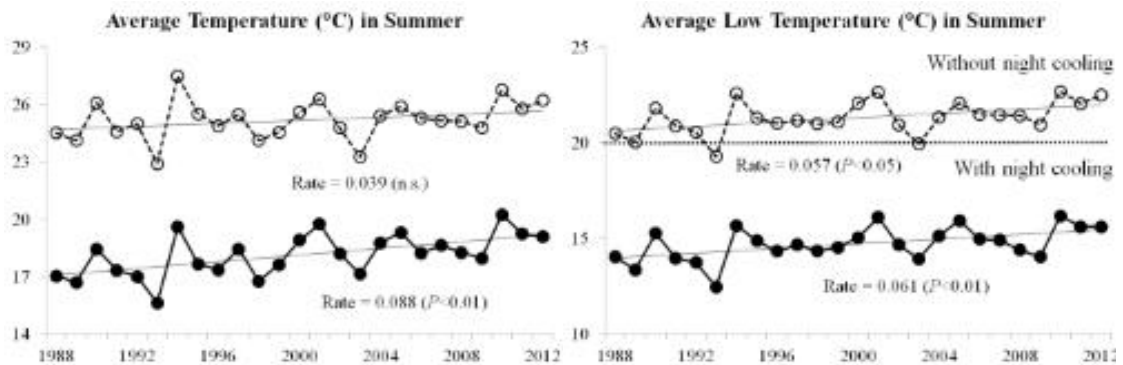


그림 2-22. Changes in average temperature and low temperature during the summer months (June, July and August) over the last 25 years (from January, 1988 to December, 2012) in Daegu (open circle) and Daekwanryung (closed circle).

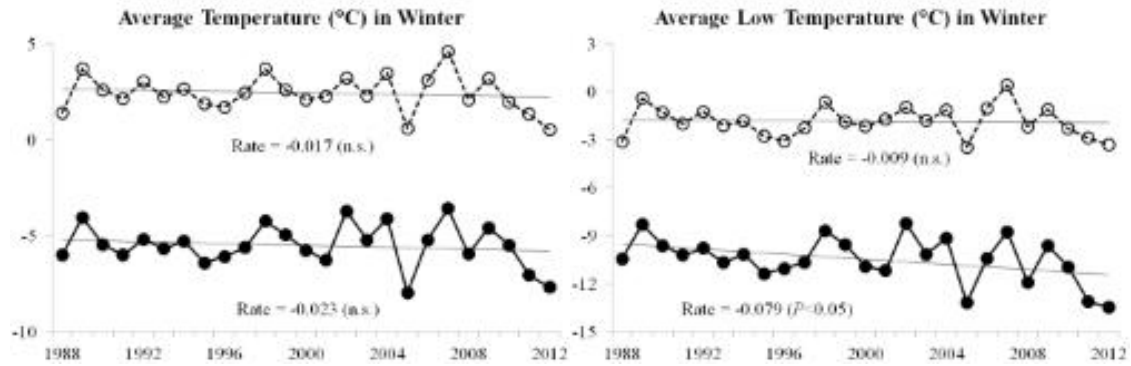


그림 2-23. Changes in average temperature and low temperature during the winter months (December, January and February) over the last 25 years (from January, 1988 to December, 2012) in Daegu (open circle) and Daekwanryung (closed circle).

- 따라서 각 지역별로 여름(6, 7, 8월)과 겨울(12, 1, 2월)을 구분하여 지난 25년간의 기후변화 특히 평균온도와 최저온도의 변화를 분석한 결과(그림 2-21 와 2-22), 특이점은 동일 지역에서도 평균기온의 변화가 여름과 겨울에 다른 양상을 보인다는 것임.
- 대관령의 여름(6, 7, 8월)의 평균기온은 지난 25년간 평균 0.088°C 씩( $P < 0.01$ ) 증가한 반면(그림 2-22), 겨울(12, 1, 2월)의 평균기온은 같은 기간에 유의적인 변화가 없었음(그림 2-23). 이는 대관령의 경우 여름의 기온 상승이 연평균 기온 상승을 야기했음을 의미함.

(2) 수치화 된, 온습도 지수를 반영한 한우의 최적 영양소 요구량 예측 기초 모델 개발 (Excel 기반 모델)

(가) 재료 및 방법

- Microsoft Excel을 기반으로 한 한우의 영양소 요구량, 공급량 및 생산성 예측 시스템을 기본 모델로 이용하였음. 본 연구를 위해 기본 모델에 환경에 따른 영양소 요구량의 변화를 고려한 CNCPS의 환경 모듈을 융합하여 기후변화에 따른 한우의 영양소 요구량 및 생산성을 예측할 수 있는 모델 시스템을 구축하였음. CNCPS의 환경 모듈에 포함되는 변수 및 식은 Fox et al.(2004)에 의해 정리되어 있음.
- 간략히 정리하면, CNCPS의 환경 모듈은 온도와 함께 습도, 풍속을 고려한 유효온도지수(effective temperature index)를 설정하고, 이에 따라 한우의 건물 섭취량과 유지를 위한 정미에너지 요구량을 보정함.

(나) 결과 및 고찰

표 2-7. 환경 모델에 이용되는 변수

변수	단위	용어	설명
CETI	℃	당월 온도지수	당월 온도, 습도, 바람 속도 등에 따른 유효 온도
CpW	kg	태아 체중	
DIP	일	임신일	
DMIAF	-	온도 보정계수	일평균 온도에 따른 섭취량 보정
DMINC	-	열대야 보정계수	열대야에 따른 섭취량 보정
FBW	kg	생체중	동물 체중
FCM	kg/일	4% 유지율보정유	일일 4% 유지방 보정유 생산량
HRS	시	직사광선 노출시간	동물이 낮 동안 직사광선에 노출되는 시간
MF	%	유지방율	우유 내 유지방 함량
mud	cm	진흙 두께	우사 바닥의 진흙 두께
MudDMI	-	우사 진흙 보정계수	우사 바닥의 진흙 두께에 따른 섭취량 보정
EI	-	외부 단열계수	외부 온도에 따른 보정 계수
RHc	%	당월 평균 상대습도	
SBW	kg	절식체중	생체중의 96%
Tc	℃	당월 평균 온도	
WOL	주	비유주	비유개시 후 주수
WS	km/시	풍속	

표 2-8. 환경 모델에 이용된 공식

변수	회귀식
	일평균 온도가 -20℃ 미만인 경우: 1.16
	일평균 온도가 -20℃ 이상 20℃ 미만인 경우: $1.0433 - 0.0044 \times Tc + 0.0001 \times Tc^2$
DMIAF	일평균 온도가 20℃ 이상이나 열대야는 아닌 경우: $(1 - DMINC) \times 0.75 + DMINC$ 일평균 온도가 20℃ 이상이고 열대야인 경우(밤 온도 20℃ 이상): DMINC
DMINC	$(119.62 - 0.9708 \times CETI) / 100$
CETI	$27.88 - (0.456 \times Tc) + (0.010754 \times Tc^2) - (0.4905 \times RHc) + (0.00088 \times RHc^2) + (1.1507 \times (1000/3600) \times WS) - (0.126447 \times ((1000/3600) \times WS)^2) + (0.019876 \times Tc \times RHc) - (0.046313 \times Tc \times ((1000/3600) \times WS)) + (0.4167 \times HRS)$
EI	$(7.36 - (0.296 \times WIND) + (2.55 \times HAIR)) \times MUD2 \times HIDE$
MudDMI	$1 - 0.01 \times mud$

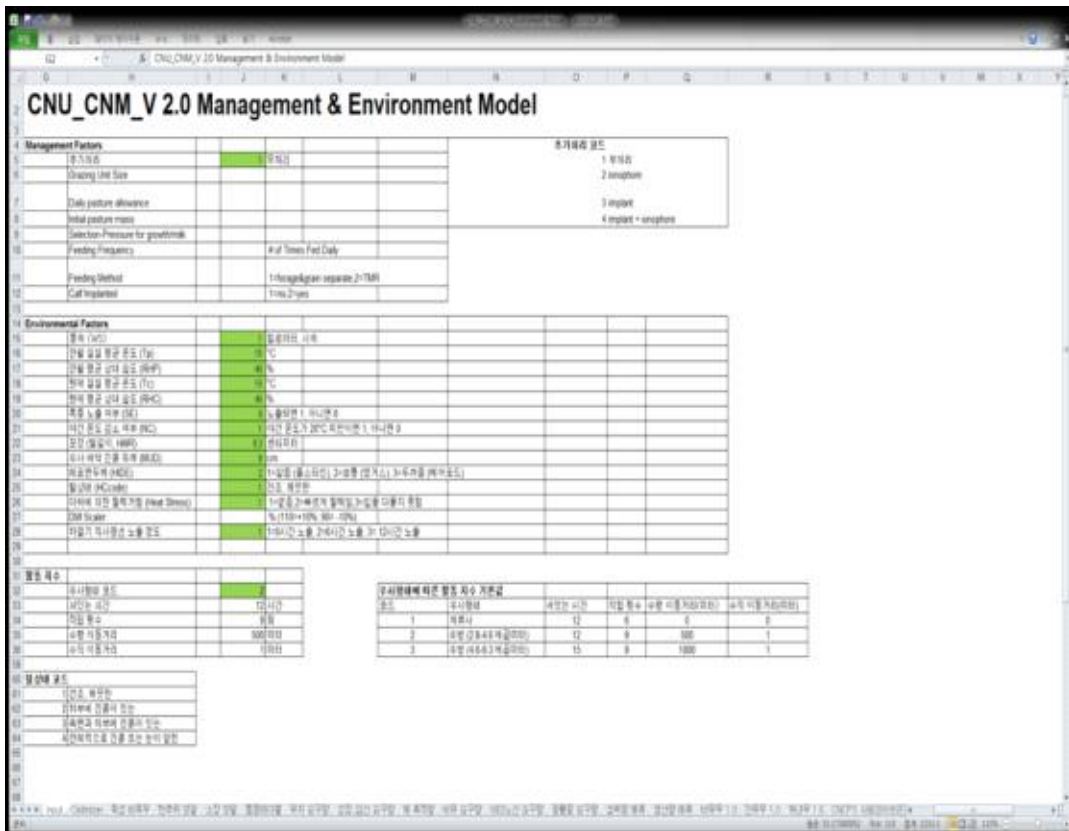


그림 2-24. 엑셀로 구현된 환경 모델의 정보 입력창 화면

구분	단위	값
보상성장 보정		
보상성장 보정계수 (comp)		0.9
온도에 의한 보정 보정		
보정된 전질온도(PETI)	°C	15
전질온도 보정계수 (a2;Temp_adj)		0.00267 0.0027
활동에 의한 보정 보정		
활동에너지 요구량(ACT)	Mcal/일	0.31
열합성기 속도		
Ionosphere 사용 여부		0
Ionosphere 영향지수 (ionosphere_factor)		1.00
온도 보정용 제한된 유지에너지 요구량 (NEmb)	Mcal/일	3.04
유지 건물 섭취량 (bm)	kg/일	1.79
가능한 성장량 미에너지 (REA)	Mcal/일	2.40
유지를 제외한 열미에너지 요구량 (NEproduction)	Mcal/일	2.40
저온 스트레스에 의한 유지에너지 요구량 보정		
체표면적 (SA)	제곱미터	2.51
열발생량 (HE)	Mcal/제곱미터/일	3.19
체표면적에 의한 보정 (HideME)		1.0
달성태에 의한 보정 (MaxRE)		1.0
체표면적에 의한 보온효과 (ET)	°C/Mcal/제곱미터/일	7.03
체표면적에 의한 보온효과 (TI)	°C/Mcal/제곱미터/일	6.13
총 보온효과(P)	°C/Mcal/제곱미터/일	13.95
최저질계 온도 (LCT)	°C	1.1
저온스트레스에 의한 대사에너지 요구량 (MErcs)	Mcal/일	0.00
저온스트레스에 의한 열미에너지 요구량 (NEmrcs)	Mcal/일	0.00
고온 스트레스에 의한 유지에너지 요구량 보정		
적사광선 노출시간 (HRS)	시간	0
온도효과지수(CEI)		17.29
유지에너지 고온스트레스 보정계수(NEmths)		1.00

태양노출시간	월	시간
1	1	0
2	2	6
3	3	12

그림 2-25. 엑셀로 구현된 환경 모델의 유지에너지 산출 모델

- 동물이 체감하는 온도는 상대습도와 풍속에 따라 달라질 수 있으며, 일반적으로 동물이 체감하는 온도에 따른 스트레스를 수치화하기 위해 가장 많이 사용되는 수치로 온도와 습도를 고려한 온·습도지수(temperature-humidity index, THI)를 많이 이용함.
- 하지만 반추동물의 온도스트레스를 수치화하기 위한 온·습도지수의 적정성에 대한 계속된 논란이 있었으며, 온·습도지수를 올바르게 계산하기 위해 기존의 공식과는 별도로 다양한 공식들이 개발되었음.
- CNCPS에서는 온도와 습도만이 아니라 풍속과 일광노출시간을 같이 고려하여 유효온도지수를 개발하고 동물이 실제로 체감하는 온도를 계산하고 있음(표 2-7, 2-8).
- 그림 2-24과 2-25은 환경지수를 입력하는 창과 입력된 환경지수에 따른 대상 반추동물의 유지에너지를 예측하는 것을 보여주고 있음. 모든 모델은 Microsoft Excel 프로그램을 이용하여 구현되었음.
- 현재 개발된 환경모델에 대한 예측 정밀도와 정확도를 관측하기 위한 사양실험을 진행함.

(3) 수치화 된, 온·습도 지수를 반영한 한우의 최적 영양소 요구량 예측 기초 모델 개발 (R 프로그램 기반 모델)

(가) 재료 및 방법

- 1차년도 Microsoft Excel을 기반으로 한 한우의 영양소 요구량, 공급량 및 생산성 예측 시스템을 기본 모델로 구축하였음.
- CNU\_CNM을 기반으로 환경온도에 따른 한우 번식우의 영양소 요구량 정밀 사양 기초 모델을 구축하였음.
- R 프로그램을 이용하여 web을 기반으로 한 한우 영양소 요구량 예측 모델을 만들기 위한 작업을 실시함.
- 본 과제에서 개발한 한우 번식우의 정밀 사양 기초 모델의 이용성을 극대화하기 위해 R 프로그램을 이용한 데이터베이스 구축하였음.

(나) 결과 및 고찰

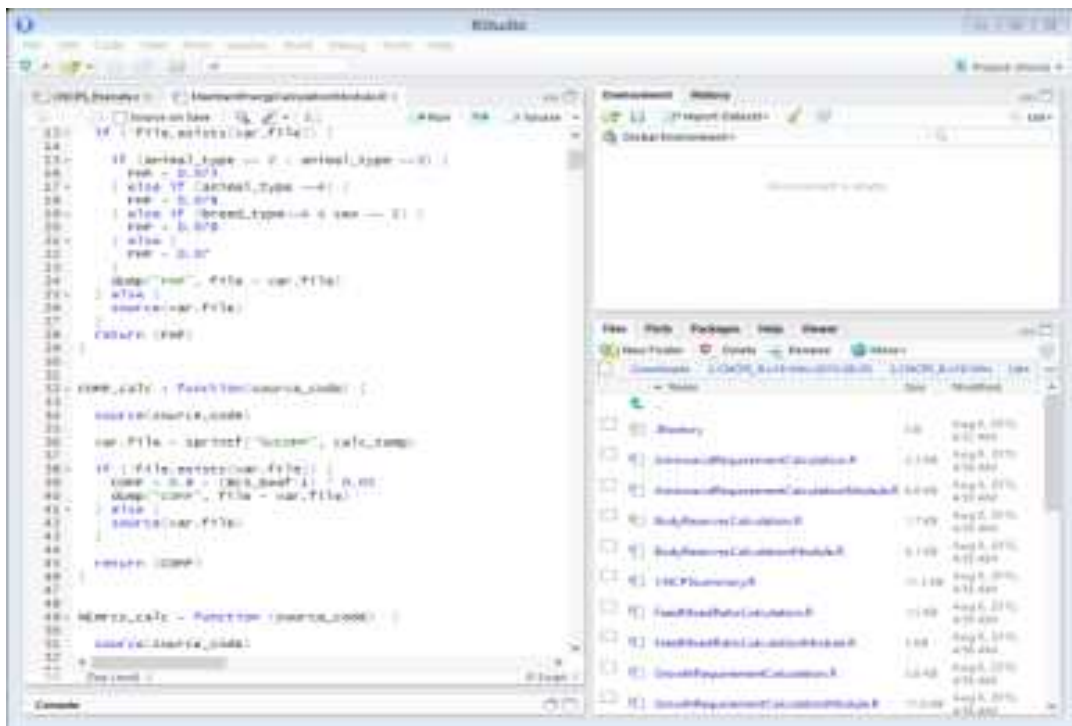


그림 2-26. Development of nutrient prediction model used R program

- 본 모델은 1차 년도 Microsoft Excel을 기반 만들어진 모델을 이용하였음. 기본 모델에 환경에 따른 영양소 요구량의 변화를 고려한 CNCPS의 환경 모듈을 융합하여 기후변화에 따른 한우의 영양소 요구량 및 생산성을 예측할 수 있는 모델 시스템을 구축하였음.
- CNCPS의 환경 모듈은 온도와 함께 습도, 풍속을 고려한 유효온도지수 (effective temperature index)를 설정하고, 이에 따라 한우의 건물 섭취량과 유지를 위한 정미에너지 요구량을 보정함.
- 프로그램 R을 이용하여 한우의 최적 영양소 요구량 예측 기초 모델을 구현화 함으로써 차후에 웹을 이용하여 프로그램을 이용할 수 있는 기반을 마련함 (그림 2-26).

- 현재 개발된 모델을 프로그램 R로 구현화 함으로써 차후 연구에서 web을 기반으로 모델을 이용할 수 있게 하여 모델에 효용성을 높일 수 있음.

(4) 수치화 된, 온·습도 지수를 반영한 한우의 최적 영양소 요구량 예측 기초 모델 개발 (웹 기반 모델)

(가) 재료 및 방법

- 한국형 기후변화 대응 보정계수 개발 및 모델화
- R 프로그래밍 언어를 이용해 한우 번식우·비육우 영양소 공급 모델 코딩화
- 웹 기반 인터넷 모델 시스템 (웹 프로그램) 구축

(나) 결과 및 고찰

- 환경 온도, 습도, 풍속에 따른 영양소 요구량 변화 예측 및 적정 영양소 공급량 제시
- 광역권별 현장 적용 및 검증을 위한 웹 기반 인터넷 모델 시스템 구축
- 현장 사양 결과의 데이터베이스화



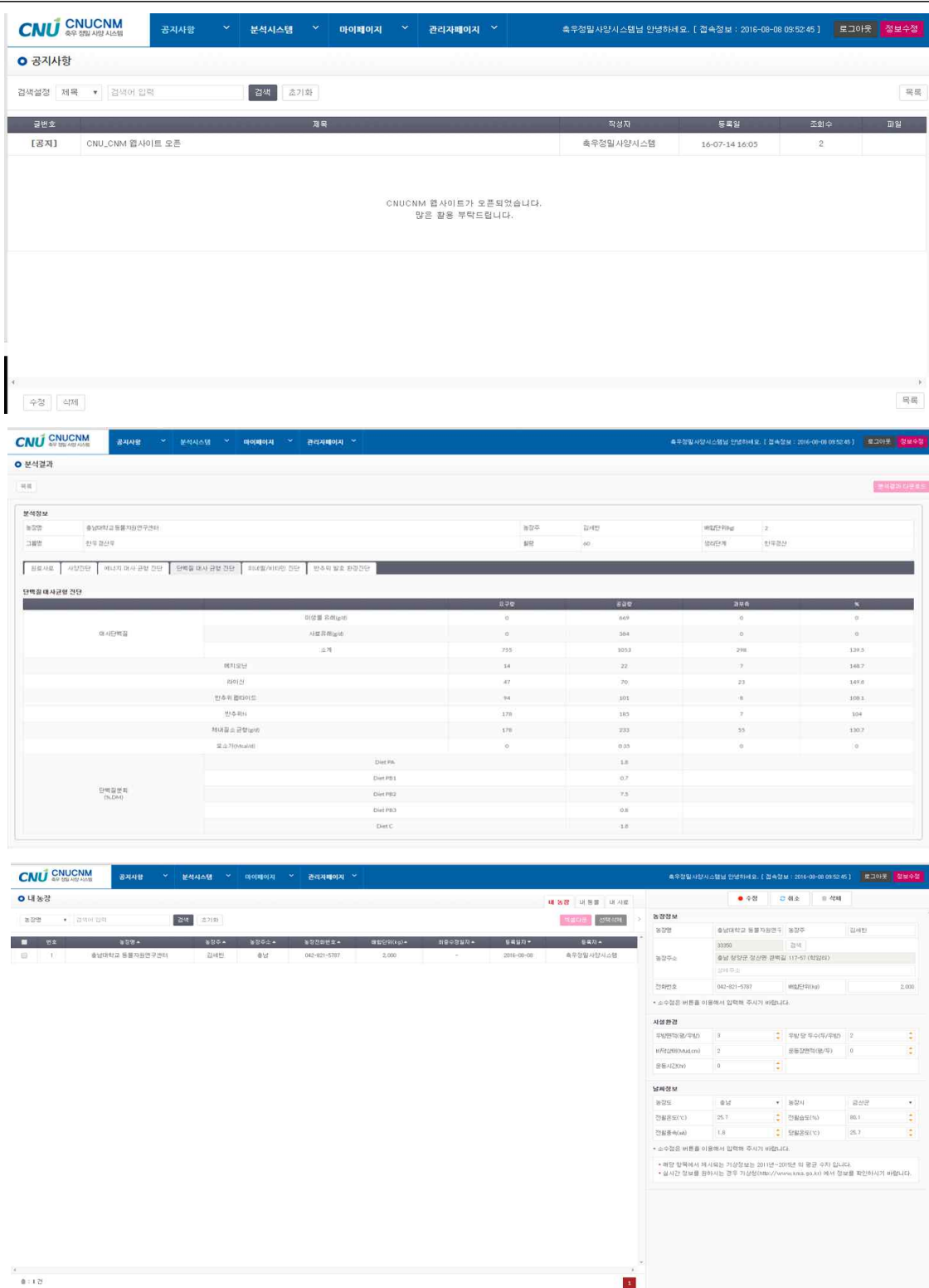


그림 2-27. 한우 영양소 공급 모델 웹 프로그램

(5) 웹 기반 한우 최적 영양소 요구량 예측 모델 업데이트

(가) 재료 및 방법

- 건국대학교의 웹 기반 한우 사양시스템으로 측정한 환경 온도, 습도, 풍속에

따른 영양소 요구량 변화 예측

- 다운전자의 섭취량 조사기를 이용하여 실시간으로 동물의 섭취행동 및 섭취량과 같은 동물의 상태를 파악
- 건물섭취량 예측 모델을 국내와 축종, 사료자원, 기후, 사양 기간이 유사한 일본의 건물섭취량 예측 모델로 업데이트

표 2-9. 충남대학교 한우정밀사양시스템 건물섭취량 예측 모델

성별	생리단계	건물섭취량 예측 모델
수소	거세우	$-3.481+2.668 \times \text{일당증체량}+4.548 \times 10^{-2} \times \text{체중}-7.207 \times 10^{-5} \times \text{체중}^2+3.867 \times 10^{-8} \times \text{체중}^3$
암소	육성, 비육	
	번식 후보	
	경산, 포유	$[0.1067 \times \text{체중}^{0.75}+(0.0639 \times \text{체중}^{0.75} \times \text{일당증체량})/(0.78 \times q+0.006)]/(q \times 4.4)$ $q(\text{에너지대사율}) = 0.4213+0.1491 \times \text{일당증체량}$

(나) 결과 및 고찰

- 축우섭취행동자동측정 장치를 통해 기록되는 동물의 섭취행동 및 섭취량과 건국대학교의 웹 기반 한우 사양시스템을 통해 기록된 환경온도를 고려하여 동물의 사양 프로그램 조정 가능
- 한우정밀사양시스템의 사양 프로그램은 정확도와 정밀도가 우수한 건물섭취량 예측 모델을 도입하였고, 환경 온도를 고려하는 환경 모듈을 적용하고 있음.
- 따라서, 충남대학교 한우정밀사양시스템을 이용한다면 동물의 상태와 환경 온도를 고려하여 적절한 사료 배합비를 도출 할 수 있음
- 특히 온도 스트레스 상황에서 동물의 생리 상태와 환경 온도를 고려한 정밀한 사양 프로그램의 활용은 동물의 건강 및 생산성 유지에 중요함.

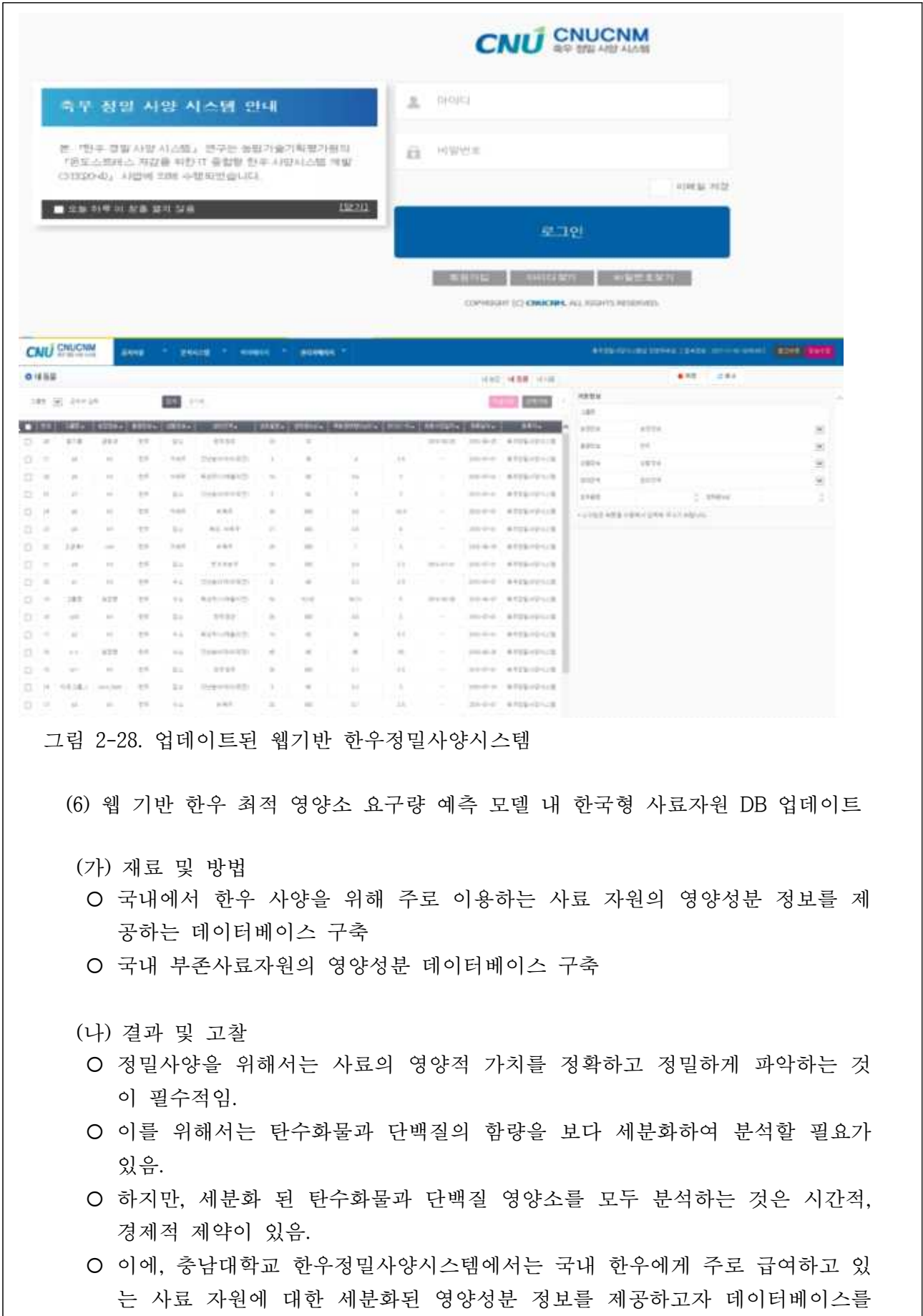


그림 2-28. 업데이트된 웹기반 한우정밀사양시스템

(6) 웹 기반 한우 최적 영양소 요구량 예측 모델 내 한국형 사료자원 DB 업데이트

(가) 재료 및 방법

- 국내에서 한우 사양을 위해 주로 이용하는 사료 자원의 영양성분 정보를 제공하는 데이터베이스 구축
- 국내 부존사료자원의 영양성분 데이터베이스 구축

(나) 결과 및 고찰

- 정밀사양을 위해서는 사료의 영양적 가치를 정확하고 정밀하게 파악하는 것이 필수적임.
- 이를 위해서는 탄수화물과 단백질의 함량을 보다 세분화하여 분석할 필요가 있음.
- 하지만, 세분화 된 탄수화물과 단백질 영양소를 모두 분석하는 것은 시간적, 경제적 제약이 있음.
- 이에, 충남대학교 한우정밀사양시스템에서는 국내 한우에게 주로 급여하고 있는 사료 자원에 대한 세분화된 영양성분 정보를 제공하고자 데이터베이스를

구축하였음.

- 또한, 강원대학교에서 확보, 분석한 국내 부존 사료 자원의 세분화 된 영양성분 데이터베이스를 구축하였음.
- 충남대학교 한우정밀사양시스템에서 이용 가능한 수준의 세분화 된 영양소 성분 데이터베이스를 구축, 제공함으로써 한우 농가의 국내 부존 사료의 활용성을 제고함.
- 충남대학교 한우정밀사양시스템에서 제공하는 사료 영양성분 데이터베이스는 반추위 내 영양소 이용률에 따라 사료의 탄수화물과 단백질을 세분화하여 사료 가치 평가의 정밀도를 보다 증진시킨 것임.

번호	명칭	대상연	사양구분	기준시점	가치(단위)	최종수정일자	등록일자	등록자
95	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
96	CNUCNM_2017	2017	다량 영양분	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
97	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
98	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
99	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
100	CNUCNM_2017	2017	농조사료	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
101	CNUCNM_2017	2017	농조사료	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
102	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
103	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
104	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
105	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
106	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
107	CNUCNM_2017	2017	농조사료	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
108	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
109	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
110	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
111	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
112	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
113	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
114	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
115	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
116	CNUCNM_2017	2017	곡류	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템
117	CNUCNM_2017	2017	이물질 잔여율	2017년 1월 1일	0	-	2017-01-01	축우정밀사양시스템

그림 2-29. 한국형 사료자원 DB 통합

## 라. 온도스트레스 저감 한우 번식우·비육우 영양소 공급 모델의 개발 및 검증

(1) 한우 정밀사양 시스템 모델을 평가를 위한 기반 사양 실험 및 model farm 구축, 사양 조건별 한우 번식우의 번식 생리지수/지표 설정을 위한 생물/화학적 데이터 수집 (기반 연구)

### (가) 재료 및 방법

- 한우 미경산우 온도스트레스 저감 영양소 공급모델을 평가하기 위한 model farm을 충남대학교 동물자원과학센터(충청남도 청양군 소재)에 구축하였음.
- 본 연구과제의 최종 목표인 번식우의 번식 간격 단축과 수태율 증진을 위한 선결 조건은 한우의 번식적기를 정확히 파악하는 것임에 따라 1년차 연구 과제로 한우 미경산우의 번식 적기(적정 월령 및 체중) 선정을 위한 사양실험을 개시하였음.
- 총 40두의 한우 미경산우(체중:  $236.2 \text{ kg} \pm 1.1 \text{ kg}$ , 10개월령)를 공시하였음.
- 공시 사료는 에너지 함량은 동일하되 전분질 위주의 TMR과 섬유소 및 지방 위주의 TMR을 사료로 하여 급여하였음.
- 3개월간 공시사료를 급여한 후, 공시 동물의 평균 월령이 13개월이 되는 시기(2014년 7월 11일)에 발정 및 배란 동기화를 유도하였음(GNRH, CIDR, PGF $\alpha$  투여 프로그램). 처음 인공 수정 시기는 2014년 7월 21일이었으며 현재 발정동기화가 되지 않은 개체에 대한 2차 인공 수정을 유도 중임.
- 시험 개시는 2014년 4월 9일이며, 온도에 따른 동물의 생리 지표를 측정하기 위해 매월 1회, 온도가 급격히 오르는 시기인 6월, 7월에는 매월 2회 한우 미경산우의 혈액, 분, 뇨, 침을 채취하였음.
- 매월 1회, 한우 미경산우의 체중을 측정하였고, 사료 섭취량은 자동 섭취 기계에 의해 매일 측정되었음.

표 2-10. 한우 미경산우 실험 진행 일정

일정	진행상황
2014.04.09	한우 미경산우 실험 개시 1차 한우 샘플링: 피, 분, 뇨, 침
2014.04.11	1차 한우 체중 측정
2014.05.07	2차 한우 샘플링: 피, 분, 뇨, 침
2014.05.10	2차 한우 체중 측정
2014.06.05	3차 한우 샘플링: 피, 분, 뇨, 침
2014.06.06	3차 한우 체중 측정
2014.06.18	4차 한우 샘플링: 피, 분, 뇨, 침
2014.07.02	5차 한우 샘플링: 피, 분, 뇨, 침
2014.07.04	4차 한우 체중 측정
2014.07.11	1차 한우 발정 동기화 (GNRH 투여 및 CIDR 삽입)
2014.07.16	6차 한우 샘플링: 피, 분, 뇨, 침
2014.07.18	1차 한우 발정 동기화 (CIDR 제거 및 PGF $\alpha$ 투여)
2014.07.20	1차 한우 발정 동기화 (GNRH 투여)
2014.07.21	1차 한우 인공 수정
2014.07.24	2차 한우 발정 동기화 (GNRH 투여 및 CIDR 삽입)
2014.07.31	2차 한우 발정 동기화 (CIDR 제거 및 PGF $\alpha$ 투여)
2014.08.02	2차 한우 발정 동기화 (GNRH 투여)
2014.08.03	2차 한우 인공 수정
2014.08.08	5차 한우 체중 측정
2014.08.09. -	인공 수정 개체 수태 확인 및 지속적 관찰

표 2-11. 한우 미경산우 사양 실험 사료의 성분 및 화학성분 분석치

Ingredients (% DM)	Starch	Fiber-Fat
Rye grass	25.0	25.0
Corn	27.6	15.0
Wheat	9.7	3.7
Wheat mill	3.7	3.7
Rice bran	2.3	4.5
Soy bean meal	2.5	
Soy hulls	2.5	11.0
corn gluten feed	11.7	11.6
Rapeseed meal	2.3	1.3
Palm oil		1.7
Palm kernel meal	2.4	7.8
CMS		0.3
Copra meal	2.3	7.6
DDGS	2.3	0.6
Limestone	2.9	2.9
Mineral mix	0.1	0.1
Vitamin mix	0.1	0.1
NH <sub>4</sub> Cl	0.4	0.4
Salt	0.7	0.8
Molasses	1.6	2.0
CTCZyme		
Chemical composition*, % DM or as stated		
DM, % as fed	88.9	89.5
CP	14.0	13.8
EE	3.0	5.3
Ash	8.4	9.4
NDF	33.2	42.4
Lignin, % NDF	5.8	5.4
ME, Mcal/kg DM	2.7	2.6
NE <sub>M</sub> , Mcal/kg DM	1.8	1.7
NE <sub>g</sub> , Mcal/kg DM	1.2	1.1

\*DM dry matter, CP crude protein, EE ether extract, NDF neutral detergent fiber, ME metabolizable energy, NE<sub>M</sub> net energy for maintenance, NE<sub>g</sub> net energy for growth.

(나) 결과 및 고찰

- 온도스트레스 저감 한우 번식우 사양기술 개발에 앞서 현재까지 번식 적기에 관한 선행연구는 체계적으로 이루어지지 않은 실정임.
- 번식우의 생산성을 최대화하기 위해서는 1년 1산을 목표로 하고 미경산우의 경

- 우 15월령 이하에 수정에 성공하여 2년 이하에 출산하는 것을 목표로 해야 함.
- 한우 미경산우의 경우 14-22 월령이 첫 수정 적기라고 보고하고 있으나 이는 화우 미경산우를 기준으로 한 자료임과 동시에 적정 체중에 관한 자료는 제공하지 않고 있음. 또한 2002년에 수행된 실험에서 한우 미경산우 32두를 사용한 실험결과를 통해 번식 적기가 14 월령, 265 kg라고 제시하고 있으나, 번식시기 선택을 위한 목표 월령과 체중이 실험 설계상 명확하지 않음.

표 2-12. 한우 미경산우 사양 실험 결과

	Starch	Fiber-Fat	SEM	P-value
체중(kg)				
개시체중(0월)	238.1	234.4	10.27	0.61
체중(1월)	270.8	264.2	9.92	0.35
체중(2월)	294.5	284.4	9.66	0.15
종료체중(3월)	319.6	307.4	11.18	0.12
일당증체량(g/일)				
1월	1054.9	961.3	98.13	0.19
2월	877.8	749.1	99.07	0.07
3월	895.6	848.6	130.10	0.60
전체	942.8	854.0	60.52	0.05
건물섭취량(kg/일)				
1월	6.1	6.1	0.775	0.99
2월	8.1	7.4	0.520	0.09
3월	7.6	7.7	0.713	0.97
전체	7.3	7.0	0.417	0.37
사료요구율(건물섭취량/일당증체량)				
1월	5.9	6.6	0.789	0.25
2월	10.3	11.2	2.114	0.57
3월	9.6	9.4	1.763	0.84
전체	8.6	9.0	0.958	0.61



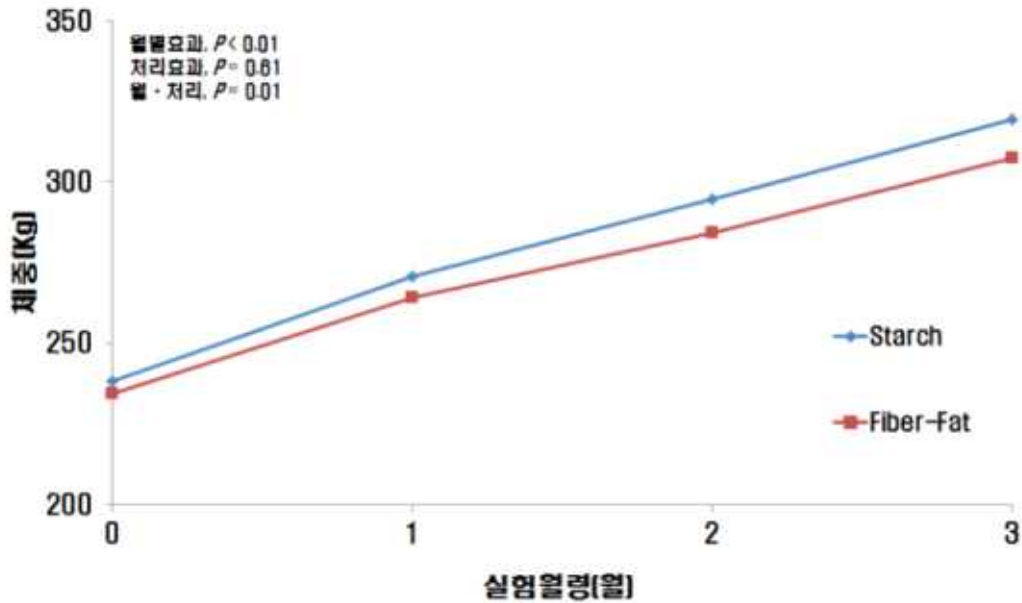


그림 2-30. 한우 미경산우의 실험 월령에 따른 체중변화

- 번식우의 수정을 결정하는 요인은 어미의 유전적 형질을 포함한 여러 요인이 있을 수 있으며, 수정적기에 번식우의 영양 상태와 급여되는 사료적 특징 또한 수정 성적을 결정시킬 수 있는 중요한 요인임.
- 현재 국내에서 사용되고 있는 축우용 사료 중 번식우용 사료에 대한 영양적 가치 평가는 제대로 이뤄지지 않고 있으며, 암소의 성장 및 영양소 요구량에 대한 연구도 다른 반추동물에 비해 미흡한 실정임. 한 밀소 생산을 주목적으로 하는 번식우 사양 특성상, 사료비를 줄이기 위하여 상대적으로 저렴하고 영양적 가치가 낮은 사료원료를 사용하게 됨. 따라서 본 연구에서는 한우 미경산우 육성기 사료조성을 전분질로 구성된 사료와 팜박과 야자박이 주로 이뤄진, 섬유소-지방으로 구성된 사료로 달리하여 실험을 진행하였음.
- 미경산우 사양 실험은 인공 수정 3개월 전부터 진행되었으며, 사료 조성이 인공 수정에 미치는 영향을 파악하기 위하여 육성 실험 종료 후에도 같은 사료를 급여하였음.
- 육성기 실험 3개월 동안 일당증체량은 전분질 사료를 급여 받은 처리구가 유의적으로 높았고( $P < 0.05$ , Table 1-7), 건물 섭취량은 실험 2개월째에서 전분질 사료 급여구에서 높은 경향을 가졌으나( $P < 0.09$ , 표 2-12) 실험 전체 기간에서는 유의적 차이를 나타내지 않았음.
- 처리구간 월별 체중 변화에서 유의적인 차이를 보였음( $P < 0.01$ ).
- 한우 미경산우의 계절에 따른 CBC분석에 관한 내용은 표 2-11과 같음. t명 시된 혈액 채취 샘플 중, 4월에서 7월에 채취된 혈액에 관한 CBC 분석임. 혈액 채취는 오전 08:00시 사료 급여 전 실시 되었으며, 4월부터 고온에 다다른 7월까지 진행되었음. 온도가 증가함에 따라 혈액 내 RBC, MCV, MCHC, Lymphocyte, MPV의 수치는 유의적으로 감소하거나 증가하였음(Linear

effect,  $P < 0.01$ ).

- 현재 인공 수정이 진행 중임에 따라 한우 미경산우의 번식적기에 관한 데이터는 축적중이며 인공 수정이 종료되는 시기에 번식적기와 사료에 따른 번식 효율의 차이를 최종적으로 판단할 수 있을 것으로 사료됨.
- 본 연구는 한우의 온도스트레스에 따른 생리적 지표 마련이라는 목표도 함께 알아보는 것이었음. 실험 기간 동안 생리적 지표가 될 수 있는 다양한 샘플들(분, 뇨, 침, 혈액)을 채취하였으며, 현재 분석 중에 있음.
- 그에 따른 데이터를 분석한 다음, 고온 스트레스에 의한 한우 미경산우의 생리적 지표를 마련할 수 있을 것으로 사료됨. 온도 스트레스와 한우의 생리적 지표 변화에 관한 데이터는 주관기관인 건국대학교 뿐 아니라, 제 2 협동기관인 서울대학교에서도 지속적으로 수집 중에 있음. 각각 진행되고 있는 실험 목적의 기후 데이터와 그에 따른 생리적 지표 변화는 통합적으로 수집될 예정임.

표 2-13. 한우 미경산우의 계절에 따른 혈액 CBC 변화량

Item *	4 월	5 월	6 월	7 월	SEM	P - value		
						Overall	Linear	Quadratic
WBC, 10 <sup>3</sup> /μl	10.67	10.59	10.19	10.01	0.548	0.57	0.17	0.90
RBC, 10 <sup>6</sup> /μl	9.03	8.39	8.42	8.03	0.307	0.01	< 0.01	0.57
HGB, g/dL	11.50	10.40	10.80	10.85	0.291	< 0.01	0.09	< 0.01
HCT, %	35.43	33.87	34.29	34.90	0.928	0.35	0.68	0.10
MCV, fL	38.81	40.64	41.01	42.08	0.949	< 0.01	< 0.01	0.57
MCH, pg	12.85	12.49	12.93	13.09	0.264	0.14	0.16	0.16
MCHC, g/dL	32.49	30.71	31.52	31.09	0.147	< 0.01	< 0.01	< 0.01
PLT, 10 <sup>3</sup> /μl	400.33	384.38	413.23	353.26	31.853	0.27	0.26	0.33
Lymphocyte	4.99	4.24	3.71	3.53	0.324	< 0.01	< 0.01	0.21
Monocyte	0.23	0.03	0.06	0.04	0.033	0.68	0.47	0.46
Eosinophil	0.62	0.52	0.48	0.49	0.144	0.78	0.38	0.57
Neutrophil	5.04	5.80	5.94	5.96	0.392	0.06	0.02	0.18
RDW, %	18.11	17.95	18.14	18.32	0.279	0.62	0.34	0.40
PCT, %	0.12	0.14	0.14	0.12	0.010	0.19	0.81	0.03
MPV, fL	3.14	3.71	3.35	3.48	0.076	< 0.01	< 0.01	< 0.01
PDW, %	13.92	13.68	13.49	13.65	0.195	0.17	0.11	0.14

\* WBC, White blood cell count; RBC, Red blood cell count; HGB, Hemoglobin; HCT, Hematocrit; MCV, Mean corpuscular volume; MCH, Mean corpuscular hemoglobin; PLT, Platelet count; RDW, Red cell distribution width; MPV, Mean platelet volume

(2) RFID 기술을 적용한 축우섭취행동자동측정 장치를 이용한 온도 스트레스 저감을 위한 정밀사양 기술과 IT 기반 사양 시스템의 통합 (기반 연구)

(가) 재료 및 방법

- 충청남도 청양군에 소재한 충남대학교 동물자원연구센터의 축우에게 RFID 목걸이를 장착
- 섭취량조사기(다운전자, Korea)를 이용하여 각 동물의 섭취행동, 섭취량 자동 측정

(나) 결과 및 고찰

- 웹사이트를 기반으로 개체 별 섭취행동 및 섭취량을 실시간으로 원격 확인 가능
- 고온 스트레스 상황에서 동물의 섭취량 감소를 파악하고 스트레스를 감소시키기 위한 조치를 즉시 취할 수 있음.



그림 2-31. 섭취량 조사기



그림 2-32. RFID 목걸이



그림 2-33. 섭취행동 및 섭취량 자동 기록 프로그램



그림 2-34. 섭취행동 및 섭취량 기록 웹사이트

(3) 온습도 자동 측정 장치를 이용한 온도 스트레스 저감을 위한 정밀사양 기술과 IT 기반 사양 시스템의 통합 (기반 연구)

(가) 재료 및 방법

- 충청남도 청양군에 소재한 충남대학교 동물자원연구센터 축사 내 환경온도 측정 센서 부착
- 건국대학교에서 개발한 웹 기반 한우 사양시스템 이용

(나) 결과 및 고찰

- 건국대학교 한우 사양시스템 웹사이트에서 농장의 실시간 환경 온도를 원격으로 확인 가능
- 동물에게 스트레스로 작용할 수 있는 임계 환경온도에 다다르기 전에 이를 파악하고 축우의 고온 스트레스를 저감하기 위한 조치를 즉시 취할 수 있음.
- 또한, 해당 농장의 실제 환경 온도 데이터를 적립함으로써 실제 농장의 환경 온도를 고려한 정밀 사양 시스템을 도입할 수 있음.



그림 2-35. 건국대학교 smart farming 웹사이트

(4) 한우 거세우의 건물섭취량 추정 모델 검증 (모델 평가 연구)

(가) 재료 및 방법

- 국내 한우 거세우의 섭취량을 정밀하게 예측하기 위해 국내 사양 환경 및 품종이 유사한 일본의 Tier 3 방법을 이용함.
  - ▶  $DMI = -3.481 + 2.668 \times ADG + 4.548 \times 10^{-2} \times BW - 7.207 \times 10^{-5} \times BW^2 + 3.867 \times 10^{-8} \times BW^3$
- 한우 거세우의 개체 및 사료 정보는 김 등 (2005)의 논문을 이용하였음(개체 수 30두, 시험기간 22개월).
- 추정모델의 정밀도를 평가하는데 결정계수( $R^2$ )를 사용하였으며, 정확도의 평가에는 root mean square prediction error(RMSPE)값을 이용하였음.

(나) 결과 및 고찰

- 본 연구 결과, 일본 tier 3 방법 내 건물섭취량 추정모델을 이용하여 예측한 한우 거세우의 건물섭취량은 실제 건물섭취량을 매우 잘 예측한다는 것을 확인하였음.
- 비육 건물섭취량 모델이 일본 소에 기초한 실험데이터로부터 기인하였지만, 이 모델은 한우 거세우의 건물섭취량을 88% 설명하였음
- RMSPE는 0.42, 변동계수는 5.5%에 불과하였음.
- 이는 한우 거세우의 건물섭취량 예측을 위한 일본 건물섭취량 추정모델의 도입의 가능성을 제시함.

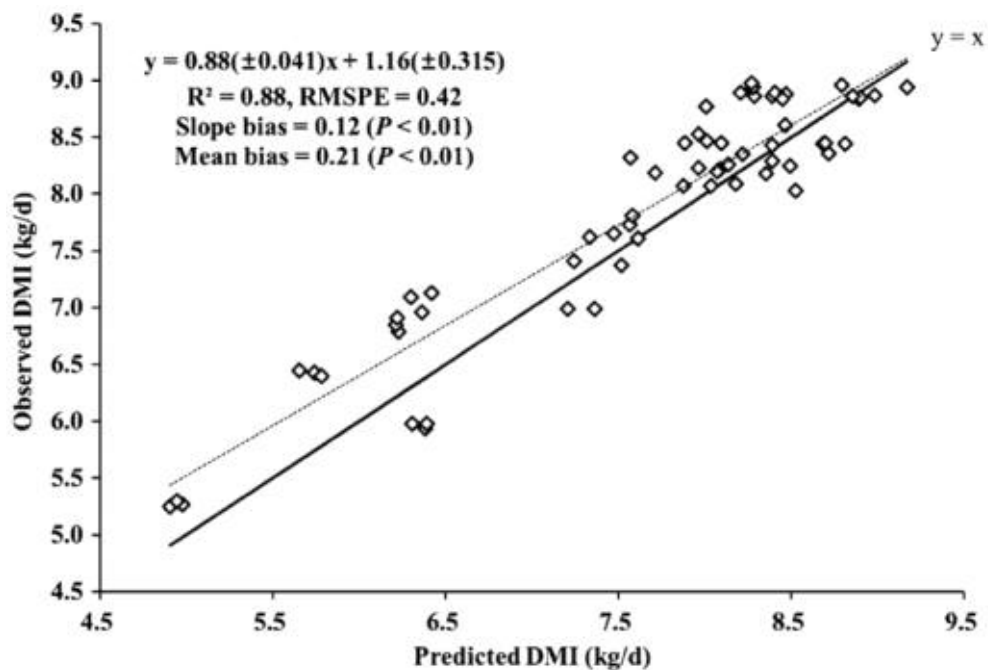


그림 2-36. Regression of observed and predicted dry matter intake (DMI, kg/day) using the equations presented in the Japanese Tier 3 method. Solid and dotted lines represent  $y = x$  and the best-fit linear regression, respectively, and the regression equation (dotted line) is presented. RMSPE root mean square prediction error.

(5) 한우 거세우 영양소 공급 모델의 평가 (모델 평가 연구)

(가) 재료 및 방법

- 비육 말기 한우 거세우 32두(체중:  $562.6 \text{ kg} \pm 1.1 \text{ kg}$ , 27개월령)이용하여 3개월 간 실험을 실시함.
- 처리구는 기존에 비육말기 농후사료 기반에 사료를 급여하는 고에너지 처리구와 조사료를 조금 더 많이 급여하는 저에너지 사료구로 하였음.

- 3개월간의 사양실험을 통해 일일 건물섭취량, 일당증체량, 체중에 데이터베이스를 구축함.
- 예측 모델에 일반적인 입력사항은 동일하게 하였지만 저에너지 사료구는 비육전기에서 조사료만을 급여하였기 때문에 BCS를 2로 넣어 주었고 체성숙체중은 한우 사양실험 데이터를 기반으로 예측하였을 때 한우의 경우에는 사양단계별 체성숙체중을 달리하여야 예측력이 높아졌기 때문에 그에 합당한 체성숙체중을 넣어주었음.
- 수집된 데이터베이스를 이용하여 한우 거세우 영양소 예측모델의 평가를 실시하였음.
- 모델의 평가는 관측치와 모델에 의한 예측치를 비교하여 정밀도(precision)를 나타내는 R<sup>2</sup>값과 정확도(accuracy)를 나타내는 RMSPE(root mean square prediction error) 및 St-Pierre(St-Pierre, 2003)에 따른 잔차 분석(residual analysis)을 이용하여 편향(bias)을 분석을 실시하였음.

표 2-14. Ingredient and chemical composition of the experimental diets.

Ingredients (% DM)	High-energy	Low-energy
Ryegrass hay	3.0	11.0
Oat straw	7.0	9.0
Wheat straw	6.0	10.0
Corn, Fine	36.2	30.2
Soybean meal	2.1	1.7
Wheat, Fine	42.6	35.5
Limestone, Fine	2.8	2.3
Mineral Vitamin Mix	0.3	0.3
Chemical composition, % DM or as stated		
DM, g/kg	88.5	88
CP	13.1	11.1
EE	4.1	2.3
NDF	19.7	34.4
ADF	10.1	15.7
ADL	0.9	1.4
NDICP	1	0.9
ADICP	0.3	0.3
Ash	7.5	5.2
NEg, Mcal/kg	1.3	1.16

\*DM, dry matter; CP, crude protein; EE, ether extract; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; ADL, acid detergent lignin; NDICP, neutral detergent insoluble CP; ADICP, acid detergent insoluble CP; NEg, net energy for growth.



(나) 결과 및 고찰

- 고에너지 처리구와 저에너지 처리구는 평균 체중과 일당증체량에 유의적인 차이를 보이고 있었으나 건물섭취량에는 차이를 보이지 않음.
- 저에너지 처리구에 일당증체량이 높은 이유는 비육전기 조사료만 섭취하여 보상성장을 한 것으로 보여짐.
- 예측모델의 평가 결과 정밀도(precision)를 나타내는 R<sup>2</sup>값이 낮은 값을 보였는데 이는 데이터베이스의 크기가 너무 작아서 예측력이 낮은 것으로 보여짐.
- 편향(bias) 분석에서는 예측식이 기울기 편향(slope bias)을 보였으나, 일당증체량에서 평균 편향(slope bias)을 보이지 않았음.
- 본 연구 결과는 비육말기 한우 거세우 데이터를 이용하여 한우 비육우 예측 모델을 검증 하였을 때 현재의 모델에 치우침이 있는 것을 알 수 있었는데 이는 데이터의 수가 부족하고 실험상에 보상성장에 영향이 있었을 것으로 생각됨. 따라서 한우 비육우에 보다 정확히 예측할 수 있는 기술의 개발을 위한 연구가 추가적으로 필요함.

표 2-15. Results of Hanwoo steer rearing experiment

Item*	High-energy	Low-energy	SEM	P-value
BW(kg)	600.2	522.5	8.780	<0.01
ADG(kg/d)	0.86	1.12	0.520	<0.01
DMI(kg/d)	8.89	8.68	0.520	0.78

\*BW: body weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake

표 2-16. Results from evaluation of Hanwoo steer prediction models

Item*	Intercept	Slope	R <sup>2</sup>	RMSPE*
ADG(kg/d)	1.047	-0.0622	0.023	0.617
DMI(kg/d)	8.813	-0.0016	-	3.810

\*ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake

표 2-17. Results from bias analysis of Hanwoo steer prediction models

Item*	Mean	P-value	Slope	P-value
ADG(kg/day)	0.0058	0.89	-1.0622	<0.01
DMI(kg/d)	-3.1440	<0.01	-1.0016	0.05

\*ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake

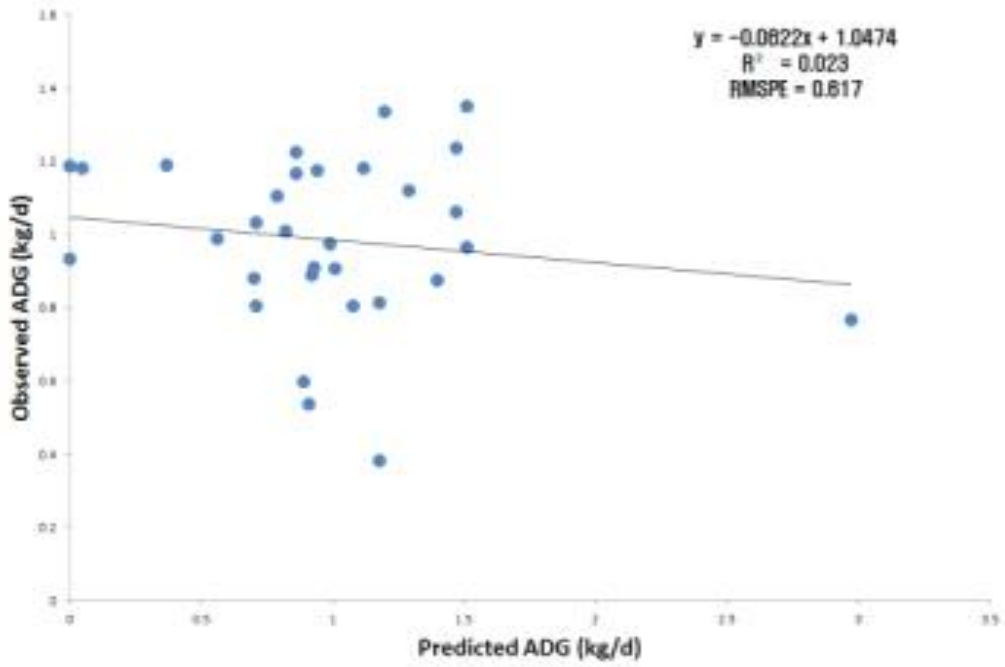


그림 2-37. Plot of observed versus predicted average daily gain of Hanwoo steer model

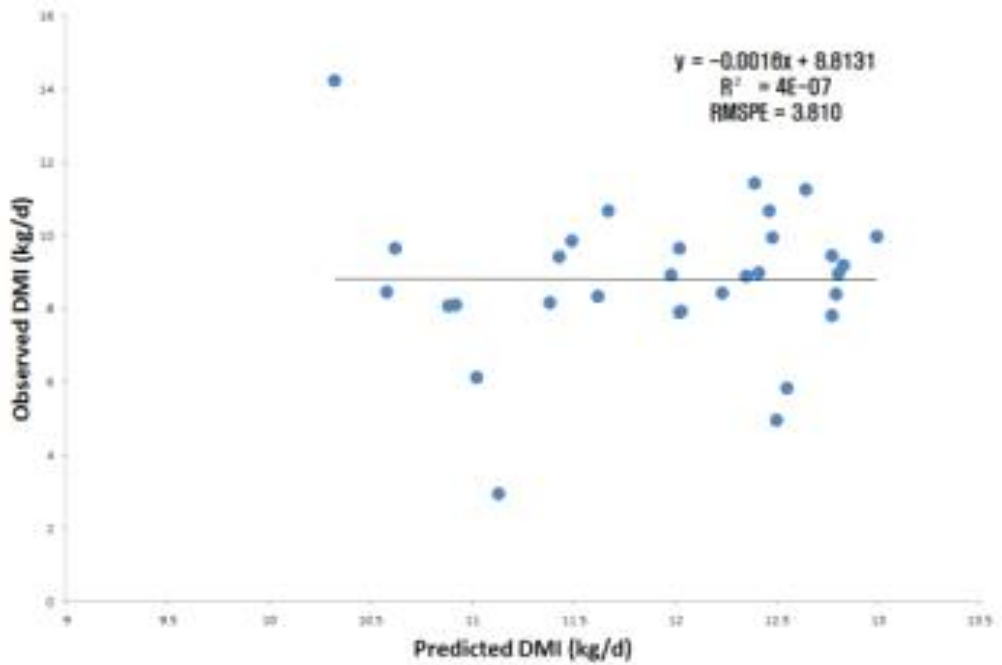


그림 2-38. Plot of observed versus predicted dry matter intake of Hanwoo steer model

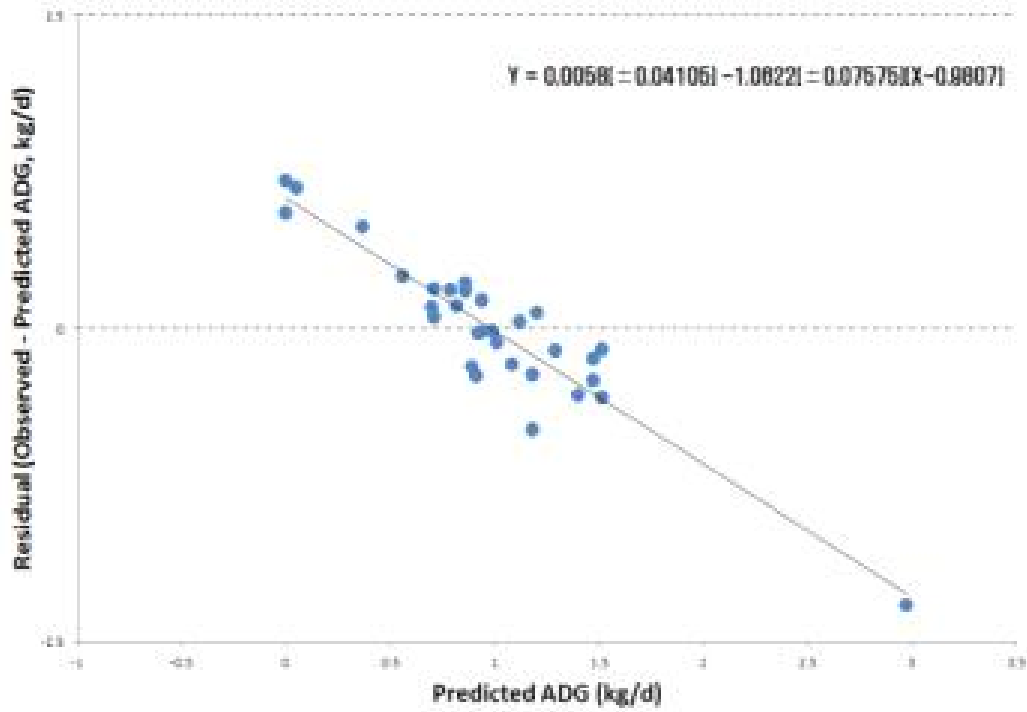


그림 2-39. Plot of observed minus predicted average daily gain vs. predicted average daily gain by the Hanwoo steer model

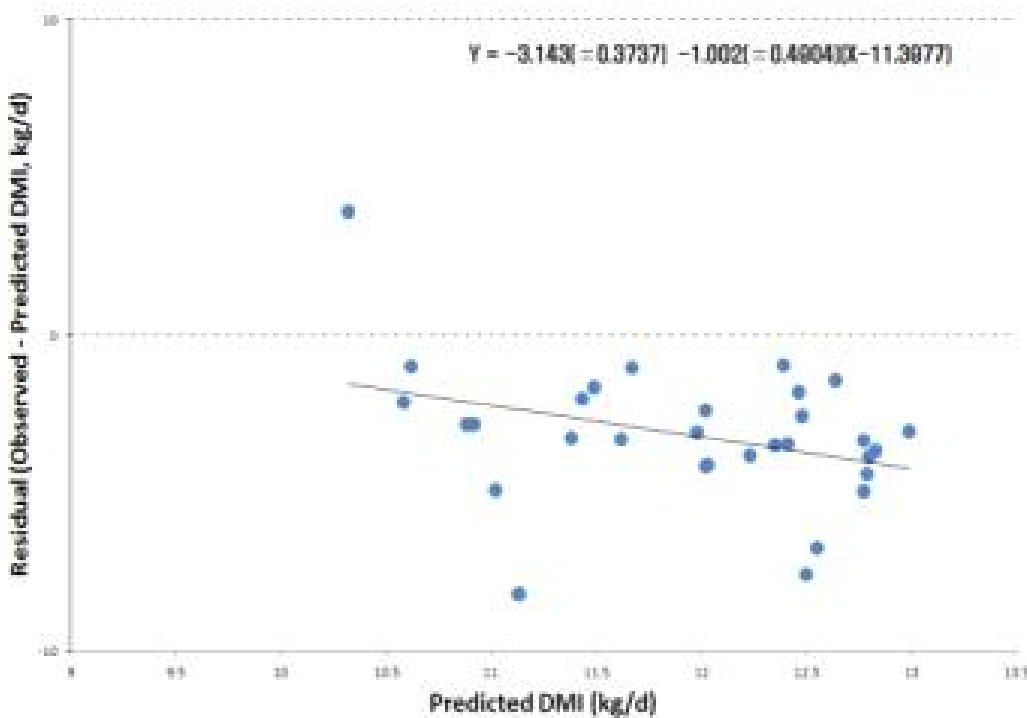


그림 2-40. Plot of observed minus predicted average daily gain vs. predicted dry matter intake by the Hanwoo steer model

(6) 한우 육성우 조사료 공급 모델 개발 및 평가 실험 (모델 평가 연구)

(가) 재료 및 방법

- 한우 육성우 24두 (평균 체중: 224 ± 24.7kg, 7개월령)을 이용하여 6개월간 사양실험을 실시함.
- 조사료 품질과 함량을 달리하고 배합사료는 high spec과 low spec으로 나눠 2×2 요인 설계를 실시함.
- THS: 32% timothy + 68% high spec concentrate
- TLS: 24% timothy + 76% low spec concentrate
- RHS: 24% ryegrass + 76% high spec concentrate
- RLS: 17% ryegrass + 83% low spec concentrate
- 반추 위액은 stomach tube를 이용하여 실험 개시 1, 3, 5, 6개월 차에 오전 사료 급여시간을 기준으로 0, 3, 5, 7, 9시간 후에 위액을 채취함.
- 자동 온습도 로거를 이용하여 온습도 데이터를 기록함.
- 6개월 동안의 사양실험을 통해 일일 건물섭취량, 일당증체량, 체중, 사료 요구율, 위액, 온습도의 데이터를 수집함.

표 2-18. Ingredients of experimental concentrate diets.

Ingredients (% DM)	High spec	Low spec
Corn	46.78	30.25
Wheat	5.00	4.99
Rice bran	7.82	5.74
Soy hulls	2.01	12.98
Urea	0.80	0.13
Salt	0.46	0.45
Molasses	2.43	2.42
Ammonium chloride	0.43	0.71
CMS/MSG	0.63	1.07
Soybean meal	2.99	2.98
Gluten feed	18.29	26.16
Limestone	2.27	2.05
Mineral mix	0.11	0.11
Vitamin mix	0.05	0.05
REWORK_RUM	9.92	9.89

표 2-19. Chemical composition of experimental diets.

Item*	Timothy		Ryegrass	
	High spec	Low spec	High spec	Low spec
DM, % as fed	88.2	89.4	87.8	88.2
CP, %DM	13.8	13.9	13.2	15.4
EE, %DM	4.20	4.15	3.82	4.08
Ash, %DM	6.70	7.43	6.32	7.04
Ca, %DM	0.79	0.77	0.79	0.97
P, %DM	0.45	0.42	0.42	0.54
NDF, %DM	36.6	41.8	37.2	35.9
ADF, %DM	22.2	24.5	22.2	21.6
Lignin, %NDF	3.89	4.04	4.17	4.17
TDN, %DM	71.4	68.9	70.7	71.0
NEm, Mcal/kg	0.75	0.71	0.74	0.74
NEg, Mcal/kg	0.47	0.44	0.46	0.47
NFC, %DM	40.1	34.3	40.9	39.5
NSC, %DM	31.5	28.3	33.4	30.0

\*DM: dry matter, CP: crude protein, EE: ether extract, NDF: neutral detergent fiber, ADF: acid detergent fiber, TDN total digestible nutrients, NEm: net energy for maintenance, NEg: net energy for growth, NFC: non-fiber carbohydrate, NSC: non-structure carbohydrate.

(나) 결과 및 고찰

- 조사료의 품질 및 함량과 배합사료의 성분 차이에 의한 체중, 일당증체량, 일일 건물섭취량의 유의적 차이를 보이지 않았지만 TLS 처리구의 일당증체량, 체중, 일일 건물섭취량이 가장 높은 결과를 보임
- 사료 요구율은 RHS 처리구가 가장 낮았고, 가장 높은 값을 나타낸 RLS에 비해 약 16.5% 낮은 결과를 보임.
- 사료 급여 전 pH는 LS 처리구들이 HS 처리구들보다 5% 낮은 결과를 보임( $P < 0.05$ ).
- 사료 급여 후 9시간 후에 암모니아는 HS 처리구들이 LS 처리구들에 비해 약 48.8% 높았고 ( $P < 0.05$ ), pH는 LS 처리구들이 HS 처리구들에 비해 약 3.8% 낮은 결과를 보임 ( $P < 0.05$ ).
- 오전 급여 후 9시간 후에 아세트산이 티모시를 급여한 처리구들 보다 라이그래스를 급여한 처리구들이 약 1.5% 높은 결과를 보였고 ( $P < 0.05$ ), 프로피온산이 라이그래스를 급여한 처리구들 보다 티모시를 급여한 처리구들이 약 6.5% 높은 결과를 보임 ( $P < 0.05$ ).
- 본 연구의 결과, 조사료의 품질 및 함량과 배합사료의 성분 차이에 의한 사양성적의 유의적 차이를 보이지 않았지만, 티모시를 급여 할 경우 라이그래스를 급여 했을 때 보다 휘발성 지방산 중 프로피온산이 많이 발생하고 아세트산이 적게 발생하는 결과를 보임. 양질의 조사료는 아세트산이 지방으로 전환될 때 충분한 양의 NADPH를 공급해주지만 저질조사료는 충분하지 못한 프로피온산

함량으로 인해서 아세트산이 지방으로 전환될 때 무익회로가 활성화 되고 열을 추가로 발생함.

표 2-20. Effect of treatments on body performance, intake and feed conversion ratio.

	Treatment <sup>†</sup>				SEM	P-value		
	THS	TLS	RHS	RLS		Treatment	Forage	Concentrate
Initial BW, kg	190.9	195.5	192.4	191.8	9.62	0.988	0.908	0.841
Final BW, kg	323.5	341.8	330.2	321.3	13.49	0.709	0.614	0.733
ADG, g/d	951.8	1049.8	988.5	929.5	54.04	0.437	0.448	0.722
DMI, kg/d	6.62	6.77	6.68	6.53	0.448	0.984	0.846	0.997
FCR	7.81	7.45	6.86	8.22	0.786	0.661	0.909	0.529

<sup>†</sup>THS: 32% timothy + 68% high spec concentrate, TLS: 24% timothy + 76% low spec concentrate, RHS: 24% ryegrass + 76% high spec concentrate, RLS: 17% ryegrass + 83% low spec concentrate.

표 2-21. Effect of treatments on ruminal pH and NH<sub>3</sub>-N concentration.

Item	Treatment <sup>†</sup>				SEM	P-value			
	THS	TLS	RHS	RLS		Total	Forage	Concentrate	F×C
NH <sub>3</sub> -N, mg/dL									
0h	7.3	11.2	5.9	10.8	2.17	0.31	0.69	0.08	0.82
3h	10.5	8.8	8.3	8.2	1.62	0.73	0.41	0.61	0.63
5h	9.0	10.4	7.2	11.4	1.80	0.43	0.85	0.16	0.46
7h	9.4	10.8	11.0	11.7	2.05	0.88	0.56	0.62	0.89
9h	5.3	12.6	5.4	8.3	1.89	0.08	0.30	0.03	0.27
pH									
0h	7.0 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	7.0 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	0.08	0.01	0.10	<0.01	0.20
3h	6.4	6.3	6.3	6.4	0.07	0.52	0.97	0.88	0.16
5h	6.2	6.2	6.4	6.2	0.05	0.23	0.19	0.17	0.34
7h	6.3	6.4	6.5	6.3	0.08	0.57	0.45	0.60	0.31
9h	6.6	6.3	6.5	6.3	0.09	0.09	1.00	0.02	0.77

<sup>†</sup>THS: 32% timothy + 68% high spec concentrate, TLS: 24% timothy + 76% low spec concentrate, RHS: 24% ryegrass + 76% high spec concentrate, RLS: 17% ryegrass + 83% low spec concentrate.

<sup>a, b</sup> Means that do not have common superscripts significantly differ within treatments ( $P < 0.05$ ).

⌘ 2-22. Effect of forage source and concentrate spec on ruminal volatile fatty acid.

Item	Treatment <sup>†</sup>				SEM	<i>P</i> -value			
	THS	TLS	RHS	RLS		Total	Forage	Concentrate	F×C
Total VFA, mM									
0h	70.0	84.2	65.1	77.6	4.88	0.10	0.27	0.03	0.87
3h	79.8	82.3	74.2	74.8	4.16	0.49	0.15	0.72	0.83
5h	76.1	82.8	72.9	76.4	3.50	0.31	0.21	0.18	0.65
7h	75.1	75.7	74.0	70.2	3.38	0.67	0.35	0.64	0.54
9h	67.7	79.9	63.8	67.2	3.83	0.07	0.06	0.08	0.28
Acetate, mmol/mol									
0h	650	639	662	633	6.0	0.04	0.65	0.01	0.16
3h	638	644	652	636	4.8	0.15	0.58	0.28	0.05
5h	639 <sup>b</sup>	640 <sup>b</sup>	657 <sup>a</sup>	631 <sup>b</sup>	3.7	0.01	0.26	0.01	0.01
7h	639	649	652	641	5.6	0.37	0.74	0.93	0.10
9h	655 <sup>c</sup>	650 <sup>b</sup>	668 <sup>a</sup>	658 <sup>a</sup>	3.2	0.03	0.01	0.05	0.45
Propionate, mmol/mol									
0h	190	191	187	200	4.8	0.31	0.59	0.19	0.21
3h	204	188	194	207	5.0	0.10	0.38	0.75	0.02
5h	202 <sup>a</sup>	192 <sup>a</sup>	189 <sup>b</sup>	207 <sup>a</sup>	3.8	0.03	0.75	0.33	0.01
7h	204	196	195	203	4.8	0.46	0.79	0.95	0.14
9h	203 <sup>a</sup>	192 <sup>a</sup>	179 <sup>b</sup>	190 <sup>a</sup>	5.2	0.06	0.04	0.92	0.06
A:P ratio									
0h	3.4	3.4	3.6	3.2	0.10	0.13	0.90	0.06	0.14
3h	3.2	3.5	3.4	3.1	0.10	0.07	0.70	0.91	0.01
5h	3.2 <sup>b</sup>	3.4 <sup>ab</sup>	3.5 <sup>a</sup>	3.1 <sup>b</sup>	0.06	0.01	0.76	0.07	0.00
7h	3.2	3.3	3.4	3.2	0.09	0.44	0.78	0.78	0.13
9h	3.4 <sup>b</sup>	3.4 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	0.10	0.05	0.02	0.26	0.11

<sup>†</sup>THS: 32% timothy + 68% high spec concentrate, TLS: 24% timothy + 76% low spec concentrate, RHS: 24% ryegrass + 76% high spec concentrate, RLS: 17% ryegrass + 83% low spec concentrate.

<sup>a, b</sup> Means that do not have common superscripts significantly differ within treatments (*P* < 0.05).

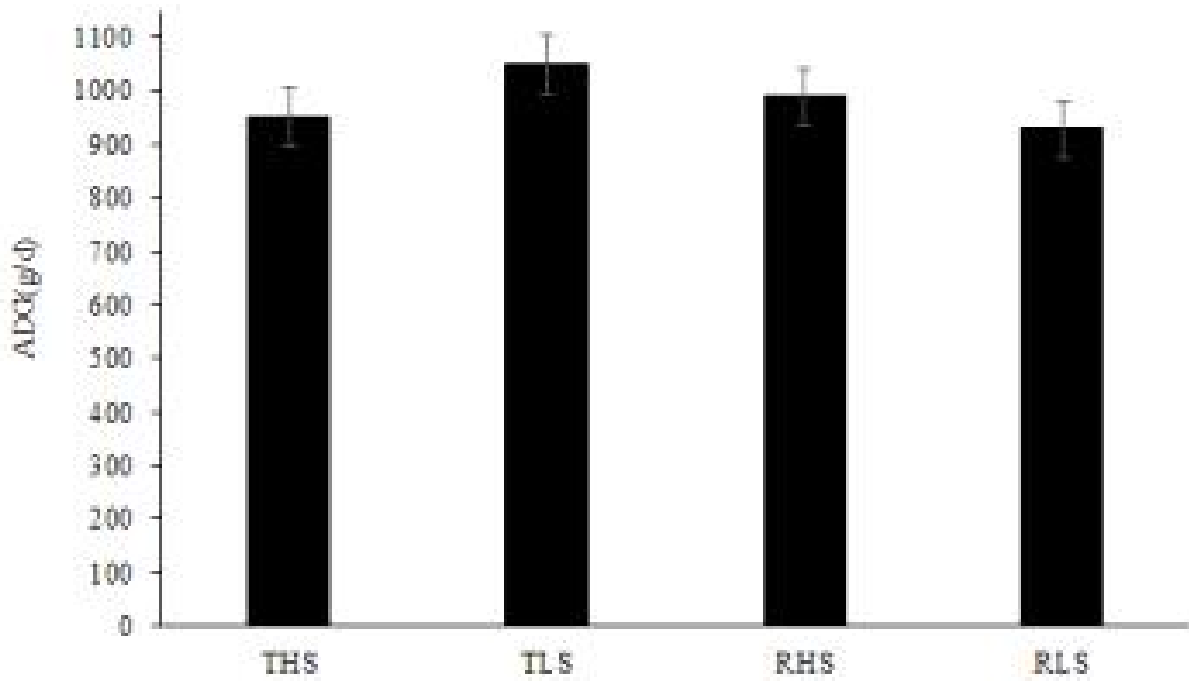


그림 2-41. Effect of treatment on average daily gain(ADG) from growth cattle.

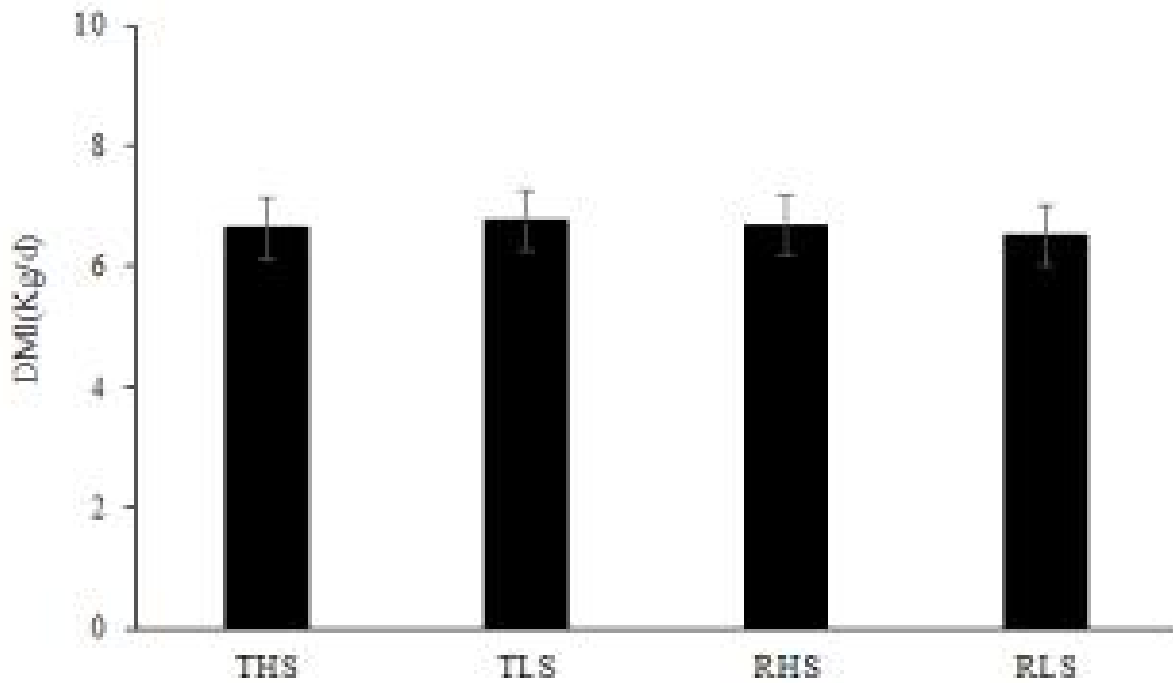


그림 2-42. Effect of treatment on dry matter intake(DMI) from growth cattle.



(7) 영양소 공급 모델에 따라 사양된 거세 비육우의 초음파 분석을 통한 도체 성적 분석 및 모델 검증 (모델 평가 연구)

(가) 재료 및 방법

- 공시축: 육우(홀스타인 거세우) 36두
- 동일한 사양조건에서 조사료(라이그래스)와 비육마무리 배합사료 분리 급여
- 출하 3개월 전 초음파 측정 전문가의 도움으로 근내지방도와 등지방두께 측정
- 초음파 측정 결과치와 출하 후 도체 분석치를 이용하여 상관관계 분석 실시

(나) 결과 및 고찰

- 출하 3개월 전에 측정된 근내지방도와 출하 후 도체를 분석하여 얻은 결과와는 유의적인 상관관계를 보임( $P < 0.01$ ). Pearson correlation coefficient( $r$ )는 0.65, Spearman Rank  $r$ 은 0.57로 분석됨.
- 출하 3개월 전에 측정된 등지방두께와 출하 후 도체를 분석하여 얻은 결과와는 유의적인 상관관계를 보임( $P < 0.01$ ). Pearson correlation coefficient( $r$ )는 0.57, Spearman Rank  $r$ 은 0.51로 분석됨.
- 그러나 두 경우 모두 출하 후 도체 분석 결과를 예측하기에는 그 예측력이 충분하지 않음. 근내지방도의 경우 출하 3개월 전 초음파 측정치가 출하 후 근내지방도의 변이의 43%를, 등지방두께의 경우 단지 32%만을 설명할 수 있었음. 그러므로 초음파 측정치를 이용하여 출하 후 도체 성적을 예측하는 것은 현재의 방법으로는 한계가 있음.
- 본 연구 결과는 현장에서 초음파 측정 결과를 이용하여 사육기간을 달리하였을 때, 원하는 육질 등급이 나오지 않거나 육량 등급이 떨어지는 경우가 발생하는 이유를 설명할 수 있음. 따라서 초음파 측정치를 이용하여 도체 분석 결과를 보다 정확히 예측할 수 있는 기술의 개발을 위한 연구가 필요함.

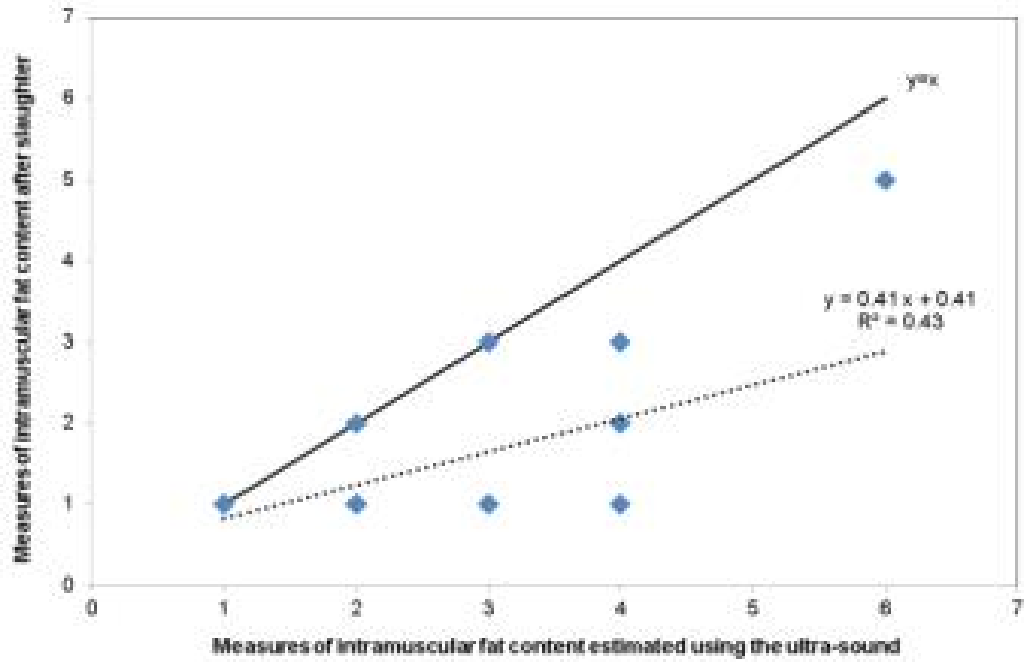


그림 2-43. Regression of carcass measures (intramuscular fat content and back-fat thickness) after slaughter against those estimated using the ultrasound measurement in the three months prior to slaughter

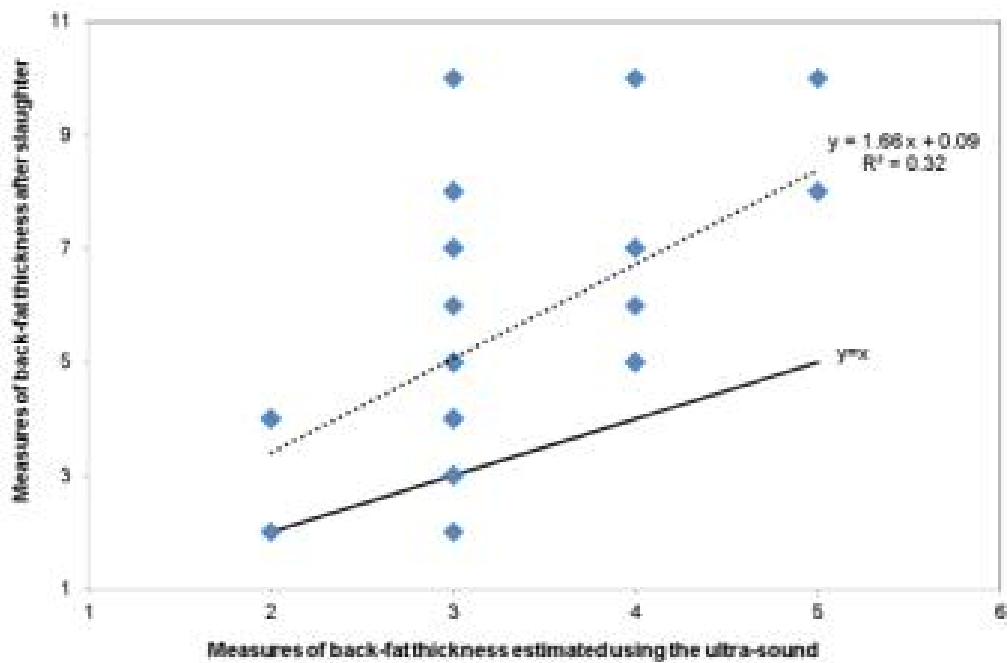


그림 2-44. Regression of carcass measures (intramuscular fat content and back-fat thickness) after slaughter against those estimated using the ultrasound measurement in the three months prior to slaughter

(8) 한우 번식우의 번식 효율 성적 분석 (모델 평가 및 번식 성적 연구)

(가) 재료 및 방법

- 한우 미경산우 온도스트레스 저감 영양소 공급모델을 평가하기 위한 model farm인 충남대학교 동물자원과학센터(충청남도 청양군 소재)에서 사양실험을 실시함.
- 공시 사료는 에너지 함량은 동일하되 전분질 위주의 TMR과 섬유소 및 지방 위주의 TMR을 사료로 하여 급여하였음.
- 총 40두의 한우 미경산우(체중:  $236.2 \text{ kg} \pm 1.1 \text{ kg}$ , 10개월령)를 공시하였음.
- 실험 기간은 인공수정 3개월 전부터 공시사료를 급여했고, 최종 수정일까지 총 10개월간 실험을 실시하였음.
- 사료는 일일 2회 급여하였고 자동섭취량 측정 장치를 이용하여 일일 섭취량을 측정하였고 체중은 매월 초 측정하였음.
- 하절기 온도스트레스 조건하에 인공 수정을 통하여 번식효율을 확인하였음.
- 번식우 예측 모델 결과와 사양 실험 결과치를 이용하여 정밀도(precision) 분석과 정확도(accuracy) 및 편향(bias)을 분석을 실시하였음.

표 2-23. Ingredient and chemical composition of the experimental diets

Ingredients (% DM)	Starch	Fiber-Fat
Rye grass	25.0	25.0
Corn	27.6	15.0
Wheat	9.7	3.7
Wheat mill	3.7	3.7
Rice bran	2.3	4.5
Soy bean meal	2.5	
Soy hulls	2.5	11.0
corn gluten feed	11.7	11.6
Rapeseed meal	2.3	1.3
Palm oil		1.7
Palm kernel meal	2.4	7.8
CMS		0.3
Copra meal	2.3	7.6
DDGS	2.3	0.6
Limestone	2.9	2.9
Mineral mix	0.1	0.1
Vitamin mix	0.1	0.1
NH <sub>4</sub> Cl	0.4	0.4
Salt	0.7	0.8
Molasses	1.6	2.0
CTCZyme		
Chemical composition, % DM or as stated		
DM, % as fed	88.9	89.5
CP	14.0	13.8
EE	3.0	5.3
Ash	8.4	9.4
NDF	33.2	42.4
Lignin, % NDF	5.8	5.4
ME, Mcal/kg DM	2.7	2.6
NE <sub>M</sub> , Mcal/kg DM	1.8	1.7
NE <sub>g</sub> , Mcal/kg DM	1.2	1.1

\*DM dry matter, CP crude protein, EE ether extract, NDF neutral detergent fiber, ME metabolizable energy, NE<sub>M</sub> net energy for maintenance, NE<sub>g</sub> net energy for growth.

(나) 결과 및 고찰

- 인공 수정 결과 한우 미경산우 40두 중 36두가 임신에 성공하였으며 전분질 위주의 TMR 사료를 섭취한 처리군의 수태율은 95%였으며 섬유소 및 지방

위주의 TMR 사료 처리구는 85%로 나타났음.

- 실험 개시체중에는 차이를 보이지 않았지만 분만 전 체중에서는 전분질 위주의 TMR 사료를 섭취한 처리구가 수치적으로 높은 값을 보였음.
- 전분질위주의 TMR 사료를 급여한 처리구가 섬유소-지방위주의 TMR 처리구보다 평균 발정재귀 일수가 더 짧은 경향을 보임(표 2-25).
- 전분질위주의 TMR 사료를 급여한 처리구가 섬유소-지방위주의 TMR 처리구보다 평균 체중이 더 높게 나타났지만 유의적인 차이는 없음.
- 전분질위주의 TMR 사료를 급여한 처리구와 섬유소-지방위주의 TMR 처리구간 수태율에 차이를 보임.

표 2-24. Results of hanwoo rearing experiment

Item*	Starch	Fiber-Fat	SEM	P-value
BW(kg)				
Initial BW	238.1	234.4	5.00	0.60
Final BW	440.6	429.8	6.50	0.25
ADG(kg/d)	0.67	0.65	0.017	0.35
DMI(kg/d)	7.14	7.00	0.158	0.54

\*BW: body weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake

표 2-25. Effect of treatment on pregnancy and AI

	Starch	Fiber-Fat
Number of times AI(n)	2.4	2.5
Final AI	2014-09-03	2014-09-10
Parturition period(d)	290.4	287.7
Pregnancy rate(%)	95	85
Previous BW of parturition(kg)	486.6	459.6

\*AI: artificial insemination

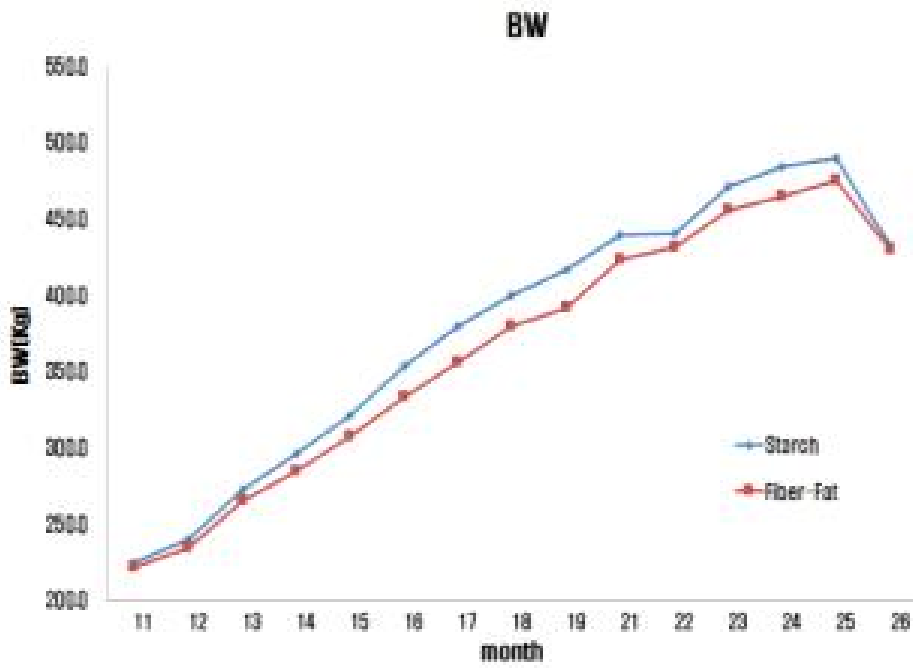


그림 2-45. Effect of treatment on body weight change by month from Hanwoo heifer.

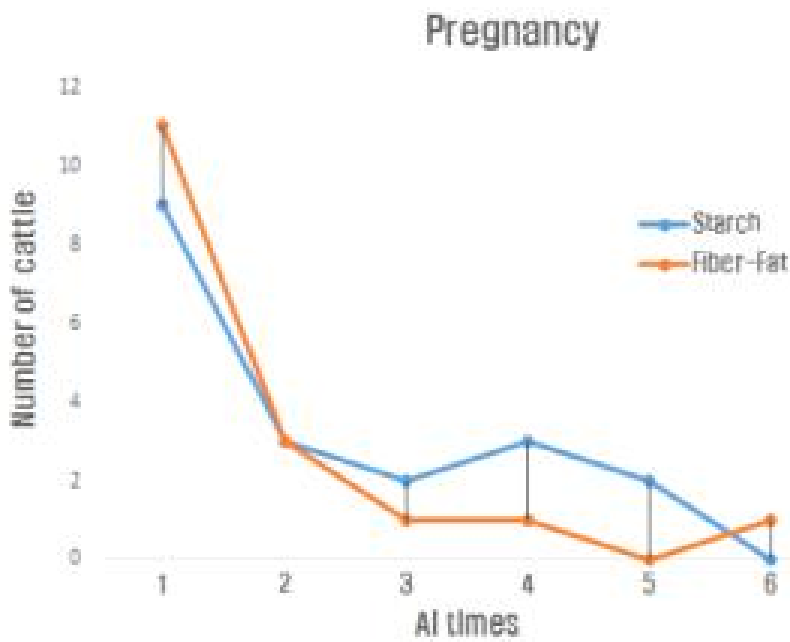


그림 2-46. Effect of treatment on by month from Hanwoo heifer.

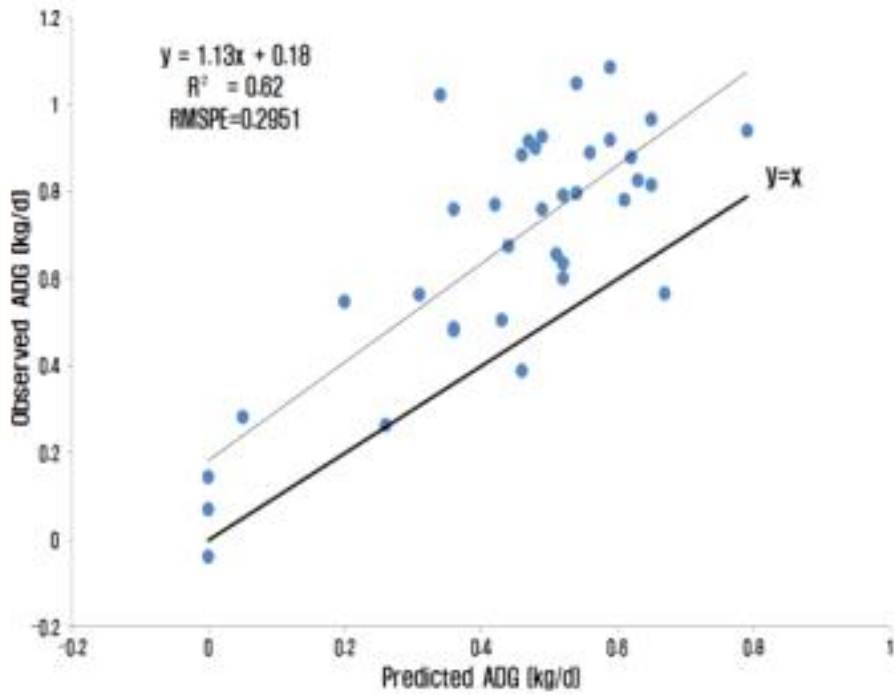


그림 2-47. Plot of observed versus predicted average daily gain of Hanwoo heifer model.

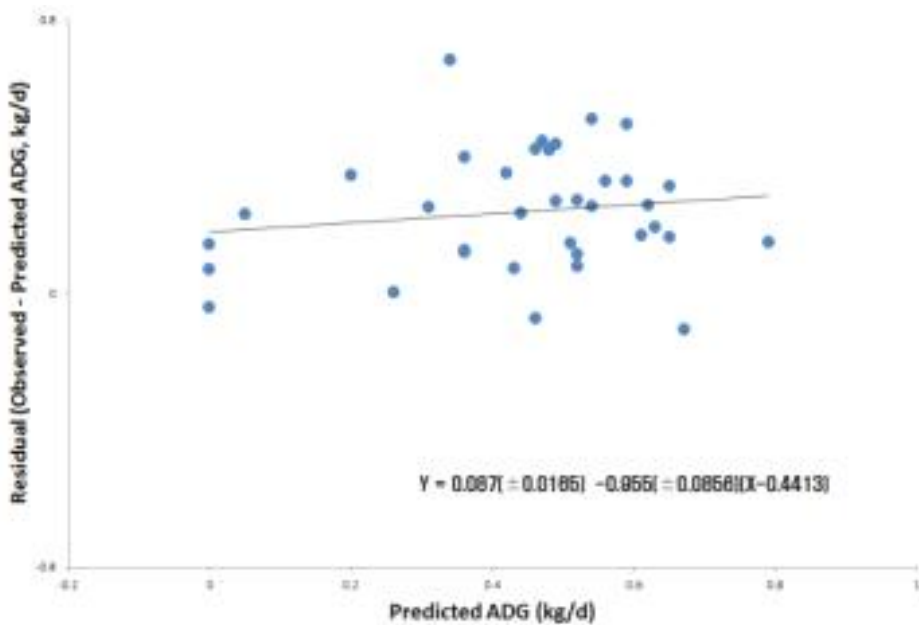


그림 2-48. Plot of observed minus predicted average daily gain vs. predicted average daily gain by the hanwoo heifer model.

- 첫 번째 수정 시 섬유소-지방위주의 TMR 처리에서 더 높은 수태율을 보임.
- 번식우의 육성기에 전분질위주의 TMR 사료를 급여했을 경우 섬유소-지방위

주의 TMR 사료 처리보다 평균 체중이 더 높은 경향을 보이고 평균 발정재귀 일수 또한 전분 위주의 TMR 사료 처리구가 섬유소-지방위주의 TMR 처리구보다 번식성적 면에서 차이를 보임.

- 예측모델의 평가 결과 정밀도(precision)를 나타내는 R<sup>2</sup>값이 0.62로 높은 정밀도를 보였으며 편향(bias) 분석에서는 예측 모델에서 기율기와 평균에 모두 편향(slope bias)을 보였음.

(9) 한우 번식우 분만간격 단축 사양기술 개발 및 전환기 사양기술 개발을 위한 송아지 이유 실험 (모델 평가 및 번식 성적 연구)

(가) 재료 및 방법

- 출산을 앞둔 한우 번식우 32두를 이용하여 송아지 이유시기에 따른 번식우의 발정 재귀에 미치는 영향을 평가하기 위한 사양 실험함.
- 번식우의 출산일이 다르므로 동물 당 개별적으로 실험을 실시하였음.
- 조기 이유 처리구는 송아지 출산 후 5일에 어미와 격리 시킨 뒤 인공포유를 실시하였고 관행구는 기존의 방법대로 어미와 함께 사양하다가 이유시키는 방법을 이용함.
- 조기 이유 처리구는 하루에 3번 대용유를 급여하였고 입질사료로 티모시와 알팔파를 5:5로 섞은 뒤 세절하여 급여했으며 송아지용 농후사료도 급여하였음.
- 번식우의 발정은 하루 네 번(08:00, 13:00, 17:00, 21:00) 확인하고 확인방법으로는 육안으로 승가, 외음부의 점액, 섭취량의 감소, 음순의 충혈을 관찰함.
- 한우 미경산 번식우의 육성기에 전분질 위주의 TMR과 섬유소 및 지방 위주의 TMR을 급여했을 때 출산 한 송아지들의 performance 확인함.

(나) 결과 및 고찰



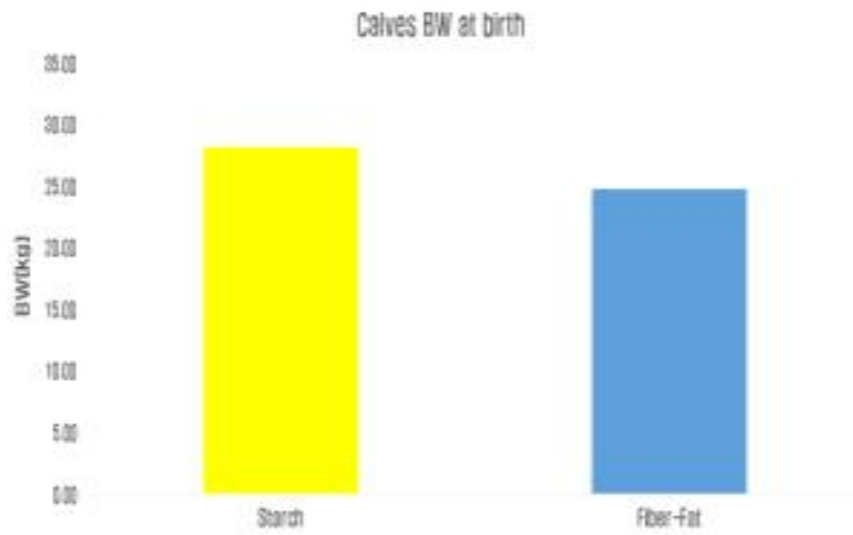


그림 2-49. Effect of treatment on birth body weight from calve.

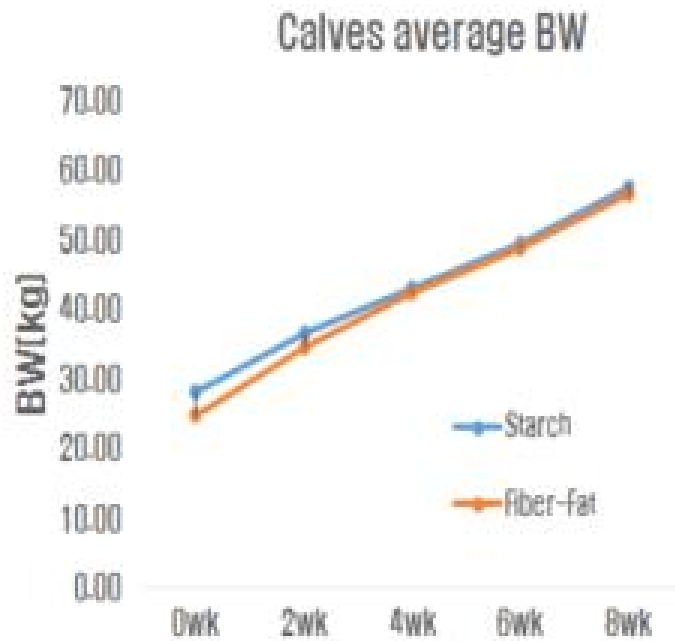


그림 2-50. Effect of treatment on body weight change(kg) by 2 weeks.

표 2-26. Effect of treatment on BW ADG and DMI.

Item*	Starch	Fiber-Fat	SEM	P-value
BW(kg)				
BW at birth	28.14	24.82	1.046	0.04
BW at 2wk	36.45	34.50	1.629	0.40
BW at 4wk	42.91	42.23	2.312	0.84
BW at 6wk	49.41	48.91	2.964	0.91
BW at 8wk	57.64	56.45	2.904	0.78
BW(kg/d)	42.91	41.38	1.998	0.59
ADG(kg/d)	0.53	0.56	0.047	0.58
DMI(g/d)				
Forage	29.7	48.3	6.21	0.05
Concentrate	93.2	149.8	15.97	0.02
Milk replacer	708.7	677.0	42.63	0.72

\*BW: body weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake

표 2-27. Effect of treatment on reproductive performance.

	Early weaning	Conventional rearing	SEM	P-value
Post partum day(d)	58.8	68.7	4.43	0.05
Estrus/Total	13/16	10/15		

- 번식우의 육성기 및 임신기간 중 급여한 전분질 위주 TMR 사료를 섭취한 어미에게서 태어난 송아지가 섬유소-지방위주 TMR 사료를 섭취한 어미에게서 태어난 송아지 보다 생시체중이 유의적으로 높게 나타남( $P < 0.05$ , 표 2-26).
- 2주 후 체중부터는 송아지 체중에서 차이를 보이지 않음.
- 번식우의 육성기 및 임신기간 중 급여한 섬유소-지방 위주 TMR 사료를 섭취한 어미에게서 태어난 송아지가 전분질 위주 TMR 사료를 섭취한 어미에게서 태어난 송아지 보다 사료의 섭취량이 유의적으로 높게 나타남( $P < 0.05$ ).
- 번식우의 육성기 및 임신기간 중 급여한 섬유소-지방 위주 TMR 사료를 섭취한 어미에게서 태어난 송아지와 전분질 위주 TMR 사료를 섭취한 어미에게서 태어난 송아지들 간 대용유 섭취량은 차이를 보이지 않음.
- 분만간격을 조절하기 위해서 실시한 실험에서는 조기 이유 처리구에서 관행 사양 처리구보다 발정 재귀가 빠르게 오는 것으로 나타남( $P < 0.05$ , 표

2-27).

- 밀소 생산이 주목적인 한우 번식우에 있어 육성기에 전분질 사료를 공급함으로써 더 우수한 비육용 송아지 생산이 가능할 것으로 생각됨.
- 번식우의 생산성을 증가시키기 위한 한우 송아지의 적절한 이유시기에 관한 연구가 미비한 실정인데 이 실험을 통해서 한우 송아지의 적절한 이유시기 확립을 위한 기초자료로서 활용가능 함.

(10) 흑한기 한우 번식우 영양소 공급 모델 개발 및 분만간격 단축을 위한 사양 실험 (모델 평가 및 번식 성적 연구)

(가) 재료 및 방법

- 한우 경산우 24두(2산차 한우 암소, 체중: 493kg, 29개월령)을 이용하여 흑한기 3개월 간 사양 및 번식 실험을 실시함.
- 전분질 위주의 배합사료 (glucogenic diet)와 섬유소-지방 위주의 배합사료 (lipogenic diet)를 각각 라이그래스와 배합하여 TMR 형태로 급여하였음.
- PGF2 $\alpha$ 를 주사하여 발정 동기화를 유도한 후 인공 수정을 실시함.
- 발정은 섭취량 감소, 우는 행동, 증가, 음순 충혈, 외음부 맑은 점액을 하루 4회 (8, 13, 17, 21시) 관찰하여 확인함.
- 초음파 검사를 통해 지름이 10mm 이상인 우성난포 (dominant follicle)를 확인한 후 인공 수정을 실시 함.
- 3개월 간의 사양실험을 통해 일일 건물섭취량, 일당증체량, 체중, 수태율의 데이터를 수집함.

⌘ 2-28. Diet formulation (g/kg DM) of the experimental diets.

Ingredients (g/kg DM)	Glucogenic diet	Lipogenic diet
Ryegrass straw	548	545
Corn, ground	152	47
kWheat, ground	133	25
Wheat bran	5	81
Rice bran	19	51
Soybean hull	28	82
Corn glutted feed	0	35
DDGS	0	15
palm oil	0	12
Palm kernel meal	53	53
Soybean meal	10	10
Rapeseed meal	8	8
Copra meal	2	1
Molasses	13	13
Limestone	13	12
Salt	6	6
CMS	5	5
Urea	3	0
Ammonium chloride	2	0
Vitamin and mineral mix <sup>†</sup>	2	2

<sup>†</sup>33,330,000 IU/kg vitamin A, 40,000,000 IU/kg vitamin D, 20.86 IU/kg vitamin E, 20 mg/kg Cu, 90 mg/kg Mn, 100 mg/kg Zn, 250 mg/kg Fe, 0.4 mg/kg I, and 0.4 mg/kg Se.

표 2-29. Analyzed chemical composition of the experimental diets.

Item (g/kg DM or as stated)	Glucogenic diet	Lipogenic diet
DM, g/kg as fed	904	890
OM	935	938
CP	81	73
SOLP	31	28
NDICP	20	19
ADICP	15	13
aNDF	625	652
ADF	370	406
ADL	65	66
Ether extract	20	29
Ash	65	62
Ca	6	6
P	2	2
K	15	17
Na	2	1
Cl	4	3
S	2	2
Mg	2	2
TDN	572	576
NEm, MJ/kg DM	4.9	5.0
NEg, MJ/kg DM	2.6	2.7
Total carbohydrate	834	837
NFC	231	204
Carbohydrate fraction, g/kg carbohydrate		
CA	68	78
CB1	123	81
CB2	85	85
CB3	538	568
CC	187	188
Protein fraction, g/kg CP		
PA+B1	383	384
PB2	364	355
PB3	62	78
PC	191	184

\*DM dry matter, OM organic matter, CP crude protein, SOLP soluble CP, NDICP neutral detergent insoluble CP, ADICP acid detergent insoluble CP, aNDF neutral detergent fiber analyzed using a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash, ADF acid detergent fiber, ADL acid detergent lignin, TDN total digestible nutrients, NEm net energy for maintenance, NEg net energy for growth, NFC non-fiber carbohydrate, CA carbohydrate A fraction, ethanol soluble carbohydrates, CB1 carbohydrate B1 fraction, starch, CB2 carbohydrate B2 fraction, soluble fiber, CB3 carbohydrate B3 fraction, available insoluble fiber, CC carbohydrate C fraction, unavailable carbohydrate, PA + B1 protein A and B1 fractions, soluble CP, PB2 protein B2 fraction, intermediate degradable CP, PB3 protein B3 fraction, slowly degradable fiber-bound CP, PC protein C fraction, unavailable CP.

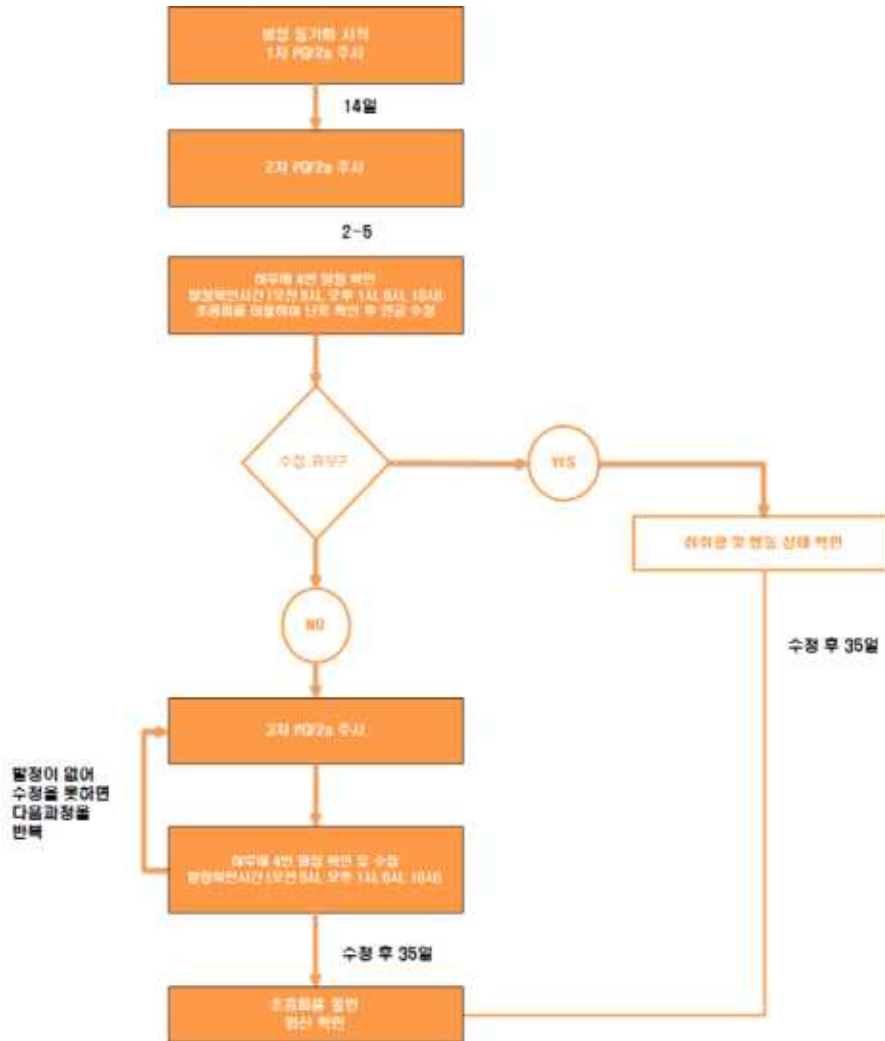


그림 2-51. Flow chart of artificial insemination strategy.

(나) 결과 및 고찰

- 실험 개시 체중 및 수정 시 체중은 섬유소-지방 위주의 TMR 사료를 급여한 처리구가 전분질 위주의 TMR 사료를 급여한 처리구 보다 높은 결과를 보임.
- 전분질 위주의 TMR 사료를 섭취한 처리구가 섬유소-지방 위주의 TMR을 섭취한 처리구보다 건물 섭취량이 더 높은 결과를 보임.
- 각 처리구 12두 중 전분질 위주 TMR 처리구는 12두, 섬유소-지방 위주 TMR 처리구는 10두가 1차 인공 수정을 진행하였음.
- 1차 인공 수정에서 전분질 위주 TMR 사료를 급여한 처리구의 1차 수태율은 66.7%였고, 섬유소-지방 위주의 TMR 사료를 급여한 처리구는 40.0%의 결과를 보임.
- 총 인공 수정 횟수는 전분질 위주 TMR 처리구는 16회, 섬유소-지방 TMR 처리구는 19회의 인공수정을 실시함.
- 24두의 한우 경산우 중 17두가 최종 인공 수정에 성공하였으며, 전분질 위주의 TMR 사료를 급여한 처리구의 최종 수태율은 56.3%였고 섬유소-지방 위

주의 TMR 사료를 급여한 처리구의 최종 수태율은 42.1%의 결과를 보임.

- 겨울철 저온스트레스 환경에서의 한우 번식우 영양소 공급 모델 개발 실험 결과, 전분 위주 사료를 급여한 처리구 (56.3%)에서 섬유소-지방 위주의 사료를 급여한 처리구 (42.1%)보다 건물섭취량 및 인공수정 횟수 대비 14.3%P 높은 수태율을 보였음. 본 연구의 결과, 저온스트레스 환경에서 사료의 에너지 형태가 번식 효율에 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 확인하였음.
- 특히 물리 화학적으로 체내에서 열을 다량 발생시킬 수 있는 것으로 알려진 섬유소와 지방을 위주로 한 사료에 비해 전분질을 위주로 배합한 사료에서 더 높은 수태율을 보인 것은 기존의 연구와는 상반되는 부분이므로 추가적인 연구가 필요함.
- 따라서 향후 연구에서는 전분 위주 사료 및 섬유소-지방 위주 사료를 급여하였을 때, 반추위 환경 변화 및 한우 번식우 체내에서 저온 스트레스 상황에서 열 발생에 필요한 에너지 효율을 확인하기 위한 energy partitioning에 대한 연구를 진행하고자 함.
- 또한 총 수태율의 값이 정성적인 목표에 비해 낮은 결과는 추후 진행 중인 미경산우의 번식 실험을 통해 연구결과를 축적하여 추가적인 연구 분석이 필요할 것으로 사료됨.

(11) 한우 번식우 사양관리 기술 개발 및 검증 - 한우의 우방 내 사육두수가 사료 섭취시간 및 섭취량에 미치는 영향 평가 (모델 평가 및 번식 성적 연구)

(가) 재료 및 방법

- 한우 초임우 24두(체중  $438 \pm 27.8$  kg, 21 개 월령)를 이용하여, 임신  $194 \pm 8.5$  일째 8주 간 사양실험을 실시함.
- 처리구는 각 12 두씩으로, 우방 당 1 마리를 사육하는 single housing group (SG) 처리구와 우방 당 2 마리를 사육하는 paired housing group(PG) 처리구로 나눔.
- 각 우방의 크기는  $5 \times 5$  m로 같았고, 한 개의 자동 사료 급이기를 설치하여 개체별 사료섭취량과 섭식행동을 기록함.
- 실험 개시 전 사료는 TMR(250 g/kg 라이그래스, 750 g/kg 배합사료 혼합)를 급여하였고, 실험 개시 후 혼합조사료(500 g/kg 알팔파, 250 g/kg 티모시 및 250 g/kg 블루그라스 건초 혼합)로 전환하였음.
- 각 개체의 사료 섭취량 및 섭식행동은 전 실험기간 매일 기록하였고, 체중은 매 4 주마다 아침 사료 급여 전 측정하였음.

표 2-30. Diet composition of the experiment diets

Item*	Total mixed ration <sup>1</sup>	Mixed hay cubes <sup>2</sup>
DM, g/kg of as fed	892	873
OM	911	840
CP	139	141
EE	42	17
aNDF	378	524
ADL	56	81
NEm, MJ/kg og DM	7.3	4.0
NEg, MJ/kg og DM	4.8	1.8

\*DM, dry matter; OM, organic matter; CP, crude protein; EE, ether extract; aNDF, neutral detergent fiber analyzed using a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash; ADL, acid detergent lignin; NEm, net energy for maintenance; NEg, net energy for growth.

<sup>1</sup>250 g/kg ryegrass straw and 750 g/kg concentrate mix.

<sup>2</sup>500 g/kg alfalfa, 250 g/kg timothy, and 250 g/kg bluegrass hay.

(나) 결과 및 고찰

- PG 처리구는 SG 처리구에 비해 22% 더 적게 사료조에 방문하는 결과를 보였음 (표 2-31).
- 그러나, PG 처리구는 SG 처리구와 비교하여 사료조에 39% 더 많은 시간을 보냈으며 방문 당 40% 더 많은 사료를 섭취하였음.
- 결과적으로 PG 처리구의 개체들은 SG 처리구에 비해 사료 섭취에 23% 더 많은 시간을 보냈고 16% 더 높은 건물섭취량을 나타냈음.
- 실험 기간 중 일당증체량은 SG 처리구보다 PG 처리구에서 높은 경향을 보였음(표 2-32).
- 본 연구 결과는 한우 임신우가 새로운 사료를 직면하였을 때 사회적 관계 즉, 우방 내 다른 개체의 존재가 그들의 사료 섭취 시간 및 섭취량을 증가시켜준다는 것을 보여주었음.



표 2-31. Effect of single vs. paired housing on feed intake and eating behavior of pregnant Hanwoo heifers.

Item*	1 <sup>th</sup> month		2 <sup>nd</sup> month		SEM	P-value		
	PG <sup>1</sup>	SG <sup>2</sup>	PG	SG		Housing	Month	H×M
DMI, kg	7.2	6.1	8.4	7.3	0.28	<0.001	<0.001	0.928
Eating frequency (meal/day)	26.3	31.0	23.3	32.8	3.09	0.026	0.844	0.448
DMI per meal (g/meal)	294	223	408	280	42.5	0.024	0.051	0.511
Time spent eating (min/day)	170	126	191	167	12.5	0.015	0.027	0.478
Eating duration (min/meal/day)	6.8	4.7	8.9	6.6	0.93	0.025	0.037	0.872
Eating rate (g/min)	43.9	60.9	45.2	47.4	5.93	0.114	0.315	0.221

\*DMI, dry matter intake

<sup>1</sup>Paired housing group (n = 12).

<sup>2</sup>Single housing group (n = 11).

<sup>a-c</sup>Mean that do not have common superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

표 2-32. Effect of single vs. paired housing on body weight and feed efficiency of pregnant Hanwoo heifers.

Item*	1 <sup>th</sup> month		2 <sup>nd</sup> month		SEM	P-value		
	PG <sup>1</sup>	SG <sup>2</sup>	PG	SG		Housing	Month	H×M
Initial BW, kg	437	438	471	463	9.0	0.694	0.002	0.647
Final BW, kg	471	463	484	475	9.5	0.409	0.190	0.979
ADG, g	1,162	876	463	445	85.4	0.083	<0.001	0.124
FCR	6.7	7.3	23.4	13.6	3.73	0.224	0.004	0.177

\*BW, body weight; ADG, average daily gain; FCR, feed conversion ratio calculated as dry matter intake (g) divided by ADG (g).

<sup>1</sup>Paired housing group (n = 12).

<sup>2</sup>Single housing group (n = 11).

<sup>a-c</sup>Mean that do not have common superscripts differ ( $P < 0.05$ ).

(12) 흑서기 사양 방법 차이에 따른 한우 송아지의 성장률 비교 평가 실험 (온도 스트레스 저감 사양 기술 연구)

(가) 재료 및 방법

- 한우 송아지 32두 (생시체중 26kg)을 이용하여 기온이 올라가기 시작하는 2015년 5월부터 11월까지 6개월 동안 사양 실험을 실시함.
- 처리구는 어미와 같이 사육하고 관용 격리를 하는 방법 (with dam)과 생후 5일 후 어미와 격리시켜 대용유(milk replacer; MR)를 급여하는 처리구, 생후 8

- 주 또는 12주에 이유 시키는 처리구로 2×2 요인 설계를 실시함.
- 대용유는 하루 3회, 8, 12, 17시에 급여함.
  - 체중 측정은 생시 체중과 4주, 8주, 12주, 24주령(총 6개월)에 실시함.

표 2-33. Chemical composition(g/kg DM or as fed) of milk replacer.

Item	Milk replacer <sup>†</sup>
DM(g/kg as fed)	971
CP	206
EE	175
Ash	100
Ca	13
P	7

<sup>†</sup>Teliac; LNB International Feed G. V., Nisterlrode, Netherlands.

(나) 결과 및 고찰

- 생후 4주 후, 어미와 함께 사육하다가 관용 격리를 한 처리구가 생후 5일 후 부터 어미와 격리시켜 대용유를 급여한 처리구에 비하여 체중이 약 7.05kg 높은 결과를 보임 ( $P < 0.05$ ).
- 생후 8주 후, 어미와 함께 사육하다가 관용 격리를 한 처리구가 생후 5일 후 부터 어미와 격리시켜 대용유를 급여한 처리구보다 체중이 약 7.4kg 높은 결과를 보였고 ( $P < 0.05$ ), 이유시기에 따른 유의적 차이는 보이지 않았지만 12주에 이유하는 처리구가 수치적으로 약 6.9kg 높은 결과를 보임.
- 기온이 가장 높았던 생후 12주령(8월)에서 어미와 같이 사육한 처리구가 생후 5일후에 어미와 격리시킨 처리구에 비해 체중이 약 8.9kg 높았고, 12주에 이유한 처리구가 8주에 이유한 처리구에 비해 체중이 약 12.6kg 높은 결과를 보임 ( $P < 0.05$ ).
- 생후 24주차에서 격리시기와 이유시기에 따른 체중의 통계적 유의차를 보이지 않았지만, 생후 5일 후 어미와 격리시켜 대용유를 급여하고 12주 후 이유를 했던 처리구의 평균 체중이 144.2kg으로 가장 높았고, 어미와 격리 후 대용유를 급여하고 8주 후 이유를 했던 처리구의 평균 체중이 128.2kg으로 가장 낮은 결과를 보임.
- 본 연구의 결과, 관용격리를 하는 것이 조기 격리하는 것 보다 송아지의 성장에 비교적 긍정적이며, 12주령에 이유 하는 것이 8주령에 이유 하는 것에 비해 송아지의 성장에 효과적인 방법이라 사료됨.
- 그러나 고온스트레스 상황에서 생후 5일 후 부터 대용유를 급여한 처리구가 관용격리 한 처리구에 비해 성장률이 낮은 것을 보아 여름철 맞춤 대용유 개발에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료됨.

표 2-34. Body weight of calf by treatment.

	With dam		Milk replacer (MR)		SEM	<i>P</i> -value		
	8 weeks	12 weeks	8 weeks	12 weeks		Method	Week	M×W
n	8	7	8	9				
Initial	24.1	27.0	27.4	26.2	1.44	0.383	0.555	0.166
Week 4	44.3	47.4	37.9	39.7	2.53	0.010	0.353	0.794
Week 8	55.9	61.8	47.5	55.4	3.64	0.029	0.118	0.586
Week 12	70.4	80.1	58.6	74.1	4.08	0.038	0.005	0.478
Week 24	140.9	138.3	128.2	144.2	5.66	0.553	0.249	0.111

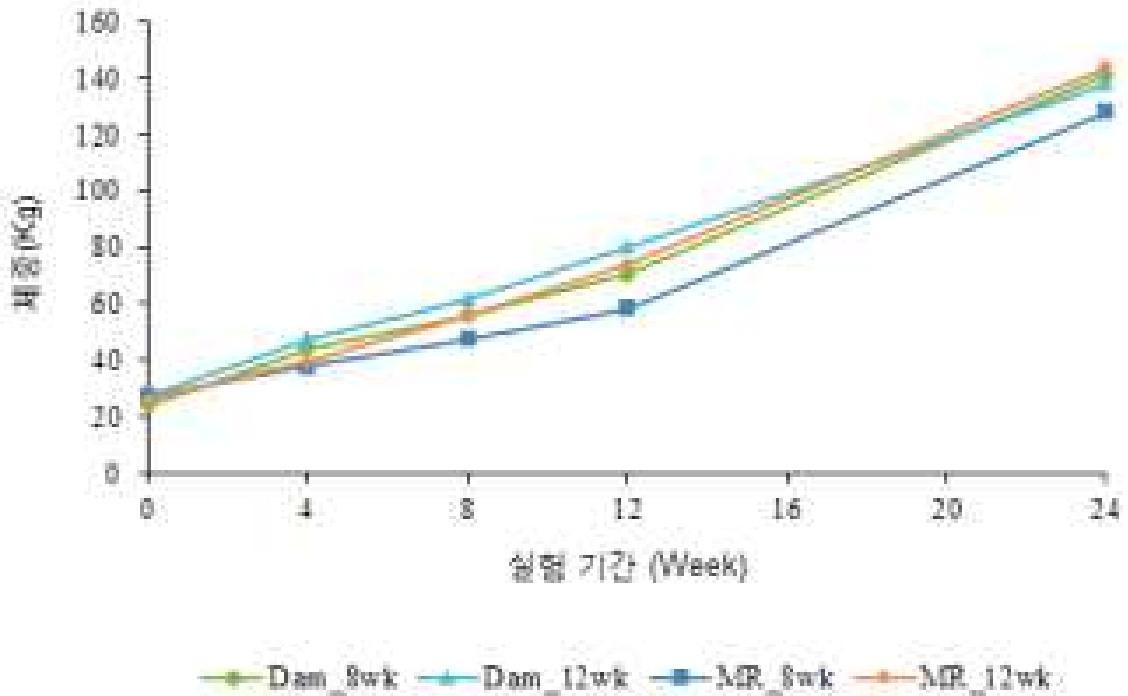


그림 2-52. Calf body weight by treatment. Dam\_8wk; traditional separate with dam and weaning 8wk, Dam\_12wk; traditional separate with dam and weaning 12wk with dam, MR\_8wk; feed milk replacer after 5days and weaning 8wk, MR\_12wk; feed milk replacer after 5days and weaning 12wk.

(13) 한우 거세 비육우에서의 고온스트레스 저감을 위한 첨가제(아세트아미노펜) 평가 실험 (온도 스트레스 저감 사양 기술 연구)

(가) 재료 및 방법

- 한우 거세 비육우 8두(체중  $383.8 \pm 22.21\text{kg}$ ,  $13.9 \pm 0.31$ 월령)를 이용하여 여름철 12주 간 사양실험을 실시함.
- 배합사료와 라이그래스를 급여하고, 배합사료의 급여량은 4주마다 증가시켜 7.0kg/d, 7.5kg/d, 8.0kg/d씩 급여하고 조사료는 자유 급여함.
- 처리구는 실험 개시 전 제충을 측정하여 완전임의 배치법을 통해 대조구와 첨가제 급여 처리구로 나눔.
- 첨가제는 테라펜(아세트아미노펜 20%, 감미제 80%)를 사용하였고, 첨가 수준은 0.3% 테라펜(배합사료 kg 당 첨가)을 top-dress하여 급여함.
- 공시축의 배치는 대조구 4두, 처리구 4두(AAP)로 나누고, 5m × 5m 4개의 우방에 2두 씩 배치함..
- 사료는 1일 2회 급여하였고, 물과 미네랄블록을 자유롭게 섭취할 수 있게 함.
- 12주간의 실험기간 동안 건물섭취량, 체중, 온습도 등의 데이터를 수집함.
- 배합사료의 섭취량은 급여 30분 후 잔여량을 매일 측정하였고, 조사료는 섭취량 측정 장치(다운, Korea)를 이용하여 측정함.
- 체중은 시험 개시 1주전 측정 하였고, 개시 후 4주마다 우형기(CAS, Korea)를 이용하여 측정함.
- 실험축이 배치된 첫 우방과 끝 우방에 자동 온습도 기록계(DTR-305, GONDO, Taiwan)를 설치하였고, 30분 간격으로 측정되도록 설정함.
- 건물섭취량의 변화와 기상과의 상관관계를 분석하기 위하여 하루 중 최고온도와 최저온도의 평균온도를 사용함.
- 환경온도와 건물 섭취량과의 회귀식을 계산하기 위해 THI (Temperature-Humidity Index)를 사용함.
- 본 시험에 사용된 THI는 아래와 같은 식으로 계산됨 (Linville and Pardue, 1992).
  - ▶  $\text{THI} = \text{기온}(^{\circ}\text{C}) + 0.36 \times \text{이슬점 온도}(^{\circ}\text{C}) + 41.2$
  - ▶ 이슬점 온도는 기상청의 일별 기상자료(2016)를 기준으로 함.
- 시험에 사용된 배합사료의 성분 및 화학 성분 분석 결과는 표 2-35과 표 2-36에 나타난 바와 같음.

☒ 2-35. Diet composition of the experiment diets

Ingredient	g/kg
Corn flaked	236.0
Wheat fine	319.0
Gluten feed	200.0
Palm kernel meal	70.0
Copra meal	87.0
Soy hulls	39.0
Molasses	27.0
Limestone	15.0
Urea	4.6
Sodium bicarbonate	3.0
Salt	2.0
Ammonium chloride	1.5
Vitamin and mineral mix*	13.0

\*33,330,000 IU/kg vitamin A, 40,000,000 IU/kg vitamin D, 20.86 IU/kg vitamin E, 20 mg/kg Cu, 90 mg/kg Mn, 100 mg/kg Zn, 250 mg/kg Fe, 0.4 mg/kg I, and 0.4 mg/kg Se.

☒ 2-36. Analyzed chemical composition of the experimental diets.

Item*	Concentrate	Ryegrass
DM, g/kg as fed	877.0	912.0
OM	927.0	927.0
CP	170.0	65.0
SOLP	90.0	35.0
NDICP	28.9	15.0
ADICP	9.3	13.0
aNDF	325.0	748.0
ADF	141.0	512.0
ADL	33.7	88.0
Ehter extract	39.0	7.0
Ash	73.0	73.0
Ca	10.0	4.0
P	6.0	1.0
K	11.0	20.0
Na	2.9	1.0
Cl	6.0	7.0
S	4.0	2.0
Mg	4.0	2.0

TDN	731.0	474.0
NEm, MJ/kg DM	7.1	1.8
NEg, MJ/kg DM	4.5	0.8
Total carbohydrate	747.0	870.0
NFC	422.0	122.0
Ethanol Soluble CHO	46.0	40.0
Starch	320.0	14.0

\*DM dry matter, OM organic matter, CP crude protein, SOLP soluble CP, NDICP neutral detergent insoluble CP, ADICP acid detergent insoluble CP, aNDF neutral detergent fiber analyzed using a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash, ADF acid detergent fiber, ADL acid detergent lignin, TDN total digestible nutrients, NEm net energy for maintenance, NEg net energy for growth, NFC non-fiber carbohydrate, CA carbohydrate A fraction, ethanol soluble carbohydrates, CB1 carbohydrate B1 fraction, starch, CB2 carbohydrate B2 fraction, soluble fiber, CB3 carbohydrate B3 fraction, available insoluble fiber, CC carbohydrate C fraction, unavailable carbohydrate, PA + B1 protein A and B1 fractions, soluble CP, PB2 protein B2 fraction, intermediate degradable CP, PB3 protein B3 fraction, slowly degradable fiber-bound CP, PC protein C fraction, unavailable CP

(나) 결과 및 고찰

표 2-37. Effect of acetaminophen (AAP) on growth performance in Hanwoo steers

Item*	Control	AAP	SEM	P-value
Initial BW, kg	383.00	382.80	16.140	0.994
Final BW, kg	459.00	465.20	18.380	0.810
ADG, g	766.20	840.90	90.460	0.560
DMI, kg/d	7.36	6.94	0.305	0.341
CDMI, kg/d	5.67	5.24	0.295	0.319
FDMI, kg/d	1.69	1.70	0.110	0.962
FCR	9.99	8.27	0.971	0.237

\*BW: body weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake, CDMI: concentrate dry matter intake, FDMI: forage dry matter intake, FCR: feed conversion ratio

○ 시험 전 기간 동안의 건물 섭취량과 환경 온도의 상관관계는 그림 2-53과 같음.

- 건물 섭취량은 환경 온도가 올라갈수록 낮아지는 음의 상관관계를 나타내는 결과를 보였으며,  $R^2 = 0.211$  ( $P < 0.0001$ )로 유의적인 결과를 보였음.

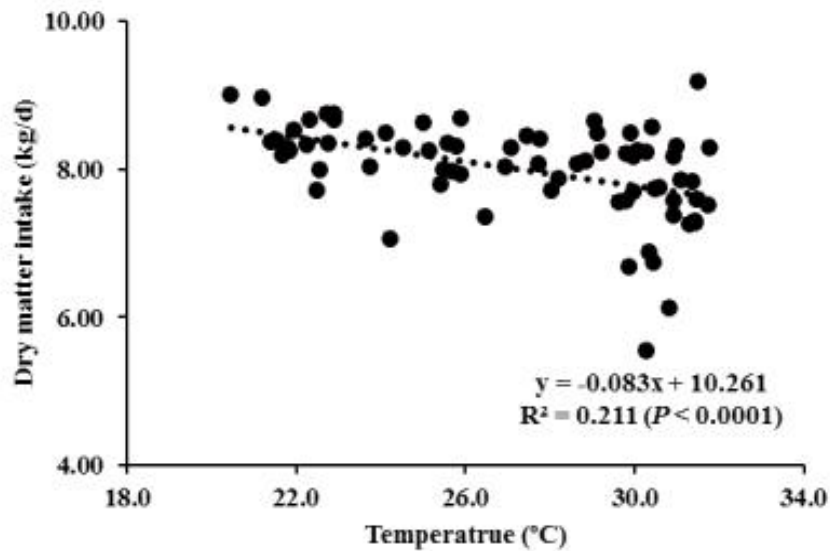


그림 2-53. The relationship between temperature and dry matter intake (DMI) from total experiment period. The close circle (●) represent average DMI with all animals (control and acetaminophen supplementation, n = 8).

- THI는 온도와 상대습도간의 관계를 나타내는 지수임. THI와 건물 섭취량의 상관관계는 그림 2-53와 같음.
- 건물 섭취량은 THI가 올라갈수록 낮아지는 음의 상관관계를 나타내는 결과를 보였으며  $R^2 = 0.201$  ( $P < 0.0001$ )로 유의적인 결과를 보였음.

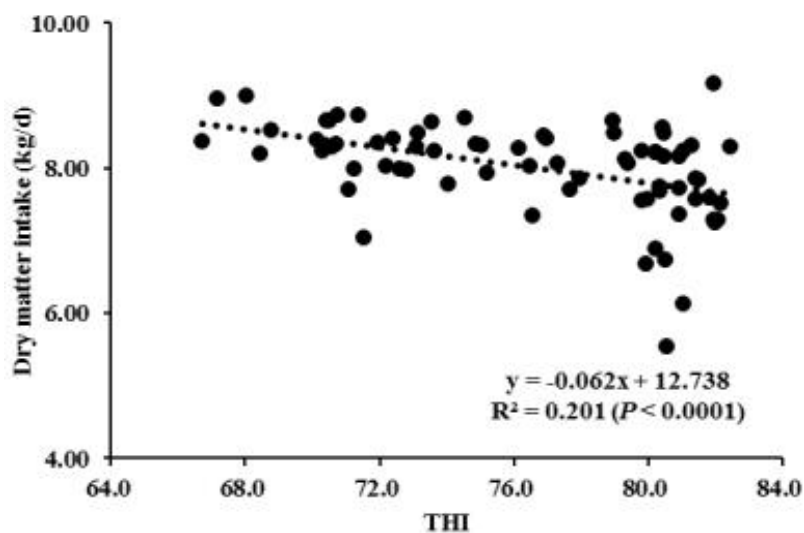


그림 2-54. The relationship between THI and dry matter intake (DMI) from total experiment period. The close circle (●) represent average DMI with all

animals (control and acetaminophen supplementation, n = 8).

- 본 연구 결과, THI를 이용하여 비육우의 섭취량 증감을 예측 할 수 있었음.
- 국내에서 THI가 비육우의 건물 섭취량에 미치는 영향에 대한 보고는 거의 없었으며, 주로 젖소에서 산유량에 미치는 영향을 예측하는데 이용되어 왔기 때문에(Kwak and Ha, 1996), 본 연구 결과를 통해 비육우의 영양소 요구량에 맞는 사료를 보다 정밀하게 급여할 수 있을 것으로 예상됨.
- 예측한 섭취량 내에 비육우가 필요한 영양소 요구량을 갖추도록 사료를 배합 및 선택 할 수 있으며, 이를 통해 비육우의 영양소 요구량 보다 과급여 되는 안전여유(safe margin)을 최소화하여 사료낭비를 줄이고 비육우의 영양소 요구량 보다 적게 급여되는 경우를 줄여 성장효율을 높일 수 있을 것으로 예상됨.

(14) 한우 미경산우에서의 고온스트레스 저감을 위한 첨가제(*Saccharomyces cerevisiae*) 평가 실험 (온도 스트레스 저감 사양 기술 연구)

(가) 재료 및 방법

- 한우 미경산우 16두(체중  $343 \pm 29.2$  kg, 평균 13.5월령)를 이용하여 여름철 사양실험을 실시함.
- 공시 사료는 한우 번식우용으로 시판 중인 배합사료와 라이그래스를 급여함.
- 실험축은 완전임의배치법으로 배치하였고, 처리구는 대조구와 *Saccharomyces cerevisiae* (SC) 첨가구로 나눔.
- 사료 급여는 매일 오전 8시와 17시 배합사료를 체중의 1%로 제한하여 1일 2회 동일한 양으로 나누어서 급여하였고, 라이그래스는 자동 섭취량 조사 장치에 급여하여 자유채식 하도록 함.
- SC의 첨가는 배합사료를 급여 할 때, 배합사료의 0.2% AF(0.23% DM,  $4.1 \times 10^8$ /g DM)만큼 무게를 측정하여 top dressing으로 급여함.
- 섭취량은 매일 측정하였고, 배합사료는 사료 급여 30분 후 잔량을 수거하여 측정하고, 조사료는 섭취량 조사 장치를 이용함.
- 체중은 개시 1주일 전 처리구 배치를 위해 측정하였고, 실험 개시 후 4주 간격으로 1차 인공 수정 전까지 체중을 측정함.
- 인공 수정은 PGF<sub>2</sub>α를 이용하여 발정동기화를 유도한 후 실시함.
- 발정은 섭취량 감소, 우는 행동, 증가, 음순 충혈, 외음부 맑은 점액을 하루 4회(8,13, 17, 21시) 관찰하여 확인함.
- 초음파 검사를 통해 지름이 10 mm 이상인 우성난포(dominant follicle)를 확인한 후 인공 수정을 실시함.
- 사료의 영양소 분석은 사료를 샘플링하여 Cumberland valley에 분석을 의뢰함.
- 평균 사료섭취량은 매일 측정된 배합사료와 조사료 섭취량의 평균으로 계산



함.

- 체중과 건물 섭취량을 이용하여 사료 효율과 성장률을 계산함.
- 임신율은 다음과 같은 식으로 계산함.

$$\text{Pregnancy rate} = \frac{\text{임신 확정}}{\text{인공수정 횟수}}$$

- SAS package (SAS Institute, Cary, NC)의 MIXED procedure를 이용하여 섭취량 및 증체율 분석하고, pregnancy rate는 Logistic descending을 이용하여 분석을 실시함.

표 2-38. Diet formulation of the experimental diets.

Ingredient	g/kg
Wheat fine	322
Wheat mill	22
Rice bran	11
Gluten feed	244
Salt	10
Molasses	39
Corn flour	21
Pam kernel meal	133
CMS/MSG	17
Copra meal	89
DDGS corn	22
Corn carrier	6.7
Limestone	60
Vitamin and mineral mix*	2.0

\*33,330,000 IU/kg vitamin A, 40,000,000 IU/kg vitamin D, 20.86 IU/kg vitamin E, 20 mg/kg Cu, 90 mg/kg Mn, 100 mg/kg Zn, 250 mg/kg Fe, 0.4 mg/kg I, and 0.4 mg/kg Se.

☒ 2-39. Analyzed composition of the experimental diets.

Item*	Concentrate	Ryegrass
DM, g/kg as fed	880	912
OM	913	927
CP	172	65
SOLP	89	35
NDICP	34	15
ADICP	13	13
aNDF	338	748
ADF	151	512
ADL	38	88
Ehter extract	37	7
Ash	87	73
Ca	17	4
P	6	1
K	11	20
Na	2	1
Cl	9	7
S	4	2
Mg	3	2
TDN	707	474
NEm, MJ/kg DM	6.8	1.8
NEg, MJ/kg DM	4.2	0.8
Total carbohydrate	738	870
NFC	400	122
Carbohydrate fractions, g/kg carbohydrate		
CA	70	46
CB1	371	16
CB2	100	60
CB3	302	601
CC	123	242
Protein fractions, g/kg CP		
PA + B1	517	538
PB2	287	229
PB3	122	31
PC	74	202

\*DM dry matter, OM organic matter, CP crude protein, SOLP soluble CP, NDICP neutral detergent insoluble CP, ADICP acid detergent insoluble CP, aNDF neutral detergent fiber analyzed using a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash, ADF acid detergent fiber, ADL acid detergent lignin, TDN total digestible nutrients, NEm net energy for maintenance, NEg net energy for growth, NFC non-fiber carbohydrate, CA carbohydrate A fraction, ethanol soluble carbohydrates, CB1 carbohydrate B1 fraction, starch, CB2 carbohydrate B2 fraction, soluble fiber, CB3 carbohydrate B3 fraction, available insoluble fiber, CC carbohydrate C fraction, unavailable carbohydrate, PA + B1 protein A and B1 fractions, soluble CP, PB2 protein B2 fraction, intermediate degradable CP, PB3 protein B3 fraction, slowly degradable fiber-bound CP, PC protein C fraction,

unavailable CP.

(나) 결과 및 고찰

- SC의 첨가 시 대조구에 비해 첫 인공 수정 체중은 약 2.3% 높고, 사료 요구율은 약 36.2% 낮은 결과를 보였지만, 통계적으로 유의적인 차이를 보이지 않았음( $P > 0.05$ ). 일당 증체량은 SC 처리구가 대조구 처리구보다 134.4 g/d 높은 경향을 보임( $P = 0.082$ ).
- 건물 섭취량은 SC 처리구가 대조구에 비해 배합사료, 조사료, 총 건물 섭취량이 각각 약 6.4%, 3.9%, 5.3%만큼 수치적으로 높은 결과를 보임( $P > 0.05$ ).
- 여름 기간 동안 대조구와 SC 처리구 모두 인공 수정을 7회 실시함. 대조구가 SC 처리구에 비해 pregnancy rate가 14.28%P 높은 결과를 보였지만 통계적인 유의차를 보이지 않음( $P > 0.05$ ).
- 여름철 고온 스트레스 환경에서 한우 미경산우에게 SC의 첨가는 일당 증체량과 섭취량을 개선 시켜주는 결과를 보였지만, 번식 효율의 개선 효과는 볼 수 없었음.

표 2-40. The effects of *Saccharomyces cerevisiae* (SC) on growth performance in Hanwoo heifers

	Treatment		SEM	P-value
	Control	SC		
Initial BW, kg	341.7	343.4	11.02	0.912
First AI BW, kg	349.8	357.8	11.33	0.623
ADG, g/d	171.5	305.9	51.06	0.084
DMI, kg/d				
Concentrate	2.83	3.01	0.112	0.275
Forage	2.29	2.38	0.124	0.619
Total	5.12	5.39	0.184	0.317
FCR	46.05	29.38	11.818	0.336

표 2-41. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* (SC) on reproduction during summer season

	Treatment		AOR <sup>2</sup>	P-value
	Control	SC		
Number of AI <sup>1</sup> ,n	7	7	-	-
Pregnancy rate, %	57.14	42.86	1.67(0.23-12.22)	0.615

<sup>1</sup>AI = artificial insemination

<sup>2</sup>AOR = adjusted odds ratio

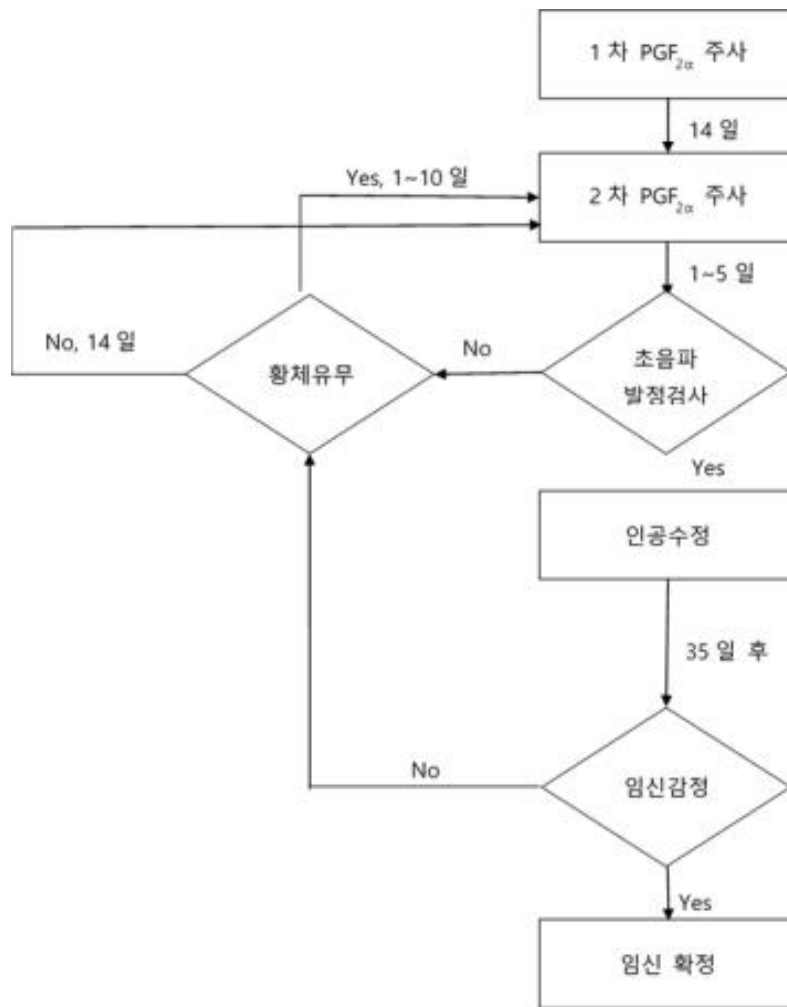


그림 2-55. Flow chart of artificial insemination(AI) strategy.

(15) 고온기 한우 비육우에서의 첨가제(탄닌) 평가 실험 (온도 스트레스 저감 사양 기술 연구)

(가) 재료 및 방법

○ 한우 암소 15두(체중 630.1 kg ± 63.43 kg)를 이용하여 여름철 9주 간 사양 실험을 실시함.

○ 공시 사료는 배합사료와 라이그래스를 급여하였으며, 탄닌 첨가제는 GLOBATAN®(Global Nutrition International, Fougères, France)를 이용함.

▶ Globatan®: 가수분해성 탄닌으로, 밤나무(sweet chestnut tree)에서 추출한

활성 탄닌 물질(esteric과 glycosidic tannin)을 75% 함유함.

○ 처리구는 대조구와 0.3% 탄닌(배합사료 건물 kg 당 첨가)을 첨가한 처리구로 나눔.

○ 실험 개시 1주 전 처리구 배치를 위해 공시축의 체중 및 레이저 메탄 측정기

(Laser methane detector; LMD)를 이용한 메탄 농도 측정을 4일간 실시함.

- 개시 1주 전 측정된 체중 및 메탄 발생 농도에서 발생 농도의 순위를 통해 메탄 발생 농도에 block을 두고 한우 암소 15두를 대조구와 탄닌 처리구로 각각 7두, 8두를 배치함.
- 배합사료 급여량은 농촌진흥청 (2012)의 한국 사양표준 한우 편에 따라 체중의 1.5%의 배합사료를 제한 급여하였고, 라이그래스는 조사료 섭취량 측정 장치(다운, Korea)를 이용하여 자유채식하도록 함.
- 시험 기간은 사료 적응기간 1주, 본 실험기간은 8주로 하여 수행함.
- 사료 급여는 오전 8시와 오후 5시에 동일한 양을 나누어 2회 급여하였고, 음수는 깨끗한 물을 자유롭게 섭취하도록 함.
- 9주간의 실험기간 동안 건물섭취량, 체중, 온습도 등의 데이터를 수집함.

표 2-42. Diet formulation and analyzed composition of the experimental diets

Ingredient	g/kg
Corn flaked	248.70
Wheat fine	236.60
Gluten feed	94.74
Palm kernel meal	82.90
Copra meal	60.60
Soy hulls	47.40
Corn ground	41.00
Whole cottonseed	35.50
Molasses	32.00
Rice bran	23.70
Wheat bran	23.70
Cottonseed hulls	17.80
Limestone	16.30
Beet pulp	11.80
Palm oil	7.50
CMS/MSG	7.10
Urea	5.50
Sodium bicarbonate	3.60
Salt	1.80
Vitamin and mineral mix*	1.80

\*33,330,000 IU/kg vitamin A, 40,000,000 IU/kg vitamin D, 20.86 IU/kg vitamin E, 20 mg/kg Cu, 90 mg/kg Mn, 100 mg/kg Zn, 250 mg/kg Fe, 0.4 mg/kg I, and 0.4

mg/kg Se

표 2-43. Analyzed composition of the experimental diets

Item*	Concentrate	Ryegrass
DM, g/kg as fed	873	912
OM	934	927
CP	155	65
SOLP	71	35
NDICP	27	15
ADICP	11	13
aNDF	311	748
ADF	155	512
ADL	38	88
Ehter extract	43	7
Ash	66	73
Ca	10	4
P	5	1
K	9	20
Na	3	1
Cl	4	7
S	3	2
Mg	3	2
TDN	741	474
NEm, MJ/kg DM	3.3	1.8
NEg, MJ/kg DM	2.1	0.8
Total carbohydrate	764	870
NFC	453	122
Ethanol soluble CHO	57	40
Starch	368	14

\*DM: dry matter, OM: organic matter, CP: crude protein, SOLP: soluble CP, NDICP: neutral detergent insoluble CP, ADICP: acid detergent insoluble CP, aNDF: neutral detergent fiber analyzed using a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash, ADF: acid detergent fiber, ADL: acid detergent lignin, TDN: total digestible nutrients, NEm: net energy for maintenance, NEg: net energy for growth, NFC: non-fiber carbohydrate

(나) 결과 및 고찰

- 개시 체중 및 종료 체중에서는 대조구가 탄닌처리구 보다 각각 6.2kg, 15.3kg 더 높은 값을 보였으나 통계적 유의차는 존재하지 않았음( $P > 0.05$ ).
- 일당 증체량은 대조구가 탄닌 처리구보다 더 높았으나 통계적으로 유의하지

- 않았으며( $P > 0.05$ ), 건물 섭취량에도 차이를 보이지 않았음( $P > 0.05$ ).
- Average daily gain (ADG)의 경우 대조구에서 635.2g이고 탄닌 처리구에서 392.5 g으로 대조구가 242.7g 더 높았으나 통계적 유의차가 존재하지 않았음( $P > 0.05$ ).
  - Dry matter intake (DMI) 또한 대조구가 0.64kg/d 더 높았지만 통계적 유의차가 존재하지 않았음( $P > 0.05$ ).
  - Concentrate dry matter intake (CDMI)와 Forage dry matter intake (FDMI)는 대조구가 각각 0.45kg/d, 0.09kg/d 더 높았지만 통계적 유의차가 존재하지 않았음( $P > 0.05$ ).
  - Feed conversion rate (FCR)은 대조구는 16.1, 탄닌 처리구는 26.5로 대조구에서 낮은 결과를 보였으나 유의적인 차이는 확인 할 수 없었는데( $P > 0.05$ ), 이는 동물의 성장에 있어서 개체 변이가 매우 크기 때문에 나타난 결과로 판단됨.
  - 본 연구 결과에서는 동물의 개체 변이가 컸기 때문에 탄닌의 첨가가 사양 성적에 미치는 효과를 명확히 규명하기는 어려웠으나, 섭취량 및 ADG에서 수치적으로 높았음을 보아 탄닌의 첨가가 한우의 사양성적에 부정적인 효과를 주지 않았음을 확인 할 수 있었음.

표 2-44. The effects of tannin on growth performance in Hanwoo cows

Item*	Control	Tannin	SEM	P-value
Initial BW, kg	633.4	627.2	24.85	0.859
Final BW, kg	670.1	654.8	6.27	0.359
ADG, g	635.2	392.5	99.51	0.359
DMI, kg/d	8.2	7.6	0.53	0.194
CDMI, kg/d	6.2	5.7	0.37	0.231
FDMI, kg/d	1.9	1.8	0.21	0.427
FCR	16.1	26.5	6.23	0.887

\*BW: body weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake, CDMI: concentrate dry matter intake, FDMI: forage dry matter intake, FCR: feed conversion ratio

- 탄닌 처리구는 실험 개시 1, 3, 7주 후에 건물당 메탄 발생 농도에서 대조구와 통계적 유의차를 보이지 않았음( $P > 0.05$ ).
- 추가 분석으로 각 측정 기간별로 difference 분석을 통해 탄닌의 첨가가 효과가 있었던 기간이 있는지를 분석하였음.
- 개시 전 측정된 메탄 농도와의 차이에서는 대조구와 탄닌 처리구의 차이는

나타나지 않았음( $P > 0.05$ ).

- 실험 개시 1주와 3주의 차이에서는 대조구는 0.19, 탄닌 처리구는 0.44로 탄닌 처리구가 더 높은 경향을 보였음( $P = 0.086$ ).
- 반면, 개시 3주와 7주 차이에서는 대조구는 0.70, 탄닌 처리구는 0.45로 탄닌 처리구가 유의적으로 낮은 결과를 보였음( $P = 0.014$ ).
- 탄닌의 효과를 보다 분석해보기 위해 실험 기간 동안 측정된 결과에서 각 주마다 중간 값을 이용하여 difference 분석을 추가로 실시하였고, 실험 개시 1주일 후와 다른 기간에서의 결과에서 상관관계를 보이는 경우를 발견함(표 2-45).
- 그림 2-55-A에서 대조구에 비해 탄닌 처리구는 탄닌의 급여 1주일 후에 메탄 발생량이 감소한 개체수가 많이 보이는 것 같으나, 통계적으로는 유의하지는 않았음( $P > 0.05$ ).
- 그림 2-55-B에서 1주와 3주일 후를 비교할 때, 대조구에서는 수치 간에 유의적인 상관관계를 보이지만, 탄닌 처리구에서 상관관계가 없었음. 이는 2주의 간격으로 측정된 메탄 발생량이 사실은 상관관계가 높을 것으로 예상됨.
- 탄닌의 첨가는 한우 암소 비육우에서 섭취량이나 성장률에 영향을 미치지 않음.
- 메탄 발생량에서 탄닌의 첨가 1주일 후에는 대조구에 비해 낮은 경향을 보이지만, 그 이후로는 효과가 없는 것으로 측정됨. 조사료의 종류와 배합사료의 에너지 함량에 따른 육성기 한우의 섭취량 및 성장률에서는 차이가 없음.
- 탄닌의 첨가가 1주일 정도만 메탄 저감에 효과가 있었는데, 이는 동물 개체수가 적은 점과 동물간의 변이가 크고, LMD 방법이 sensitive 하지 못했다고 사료됨.

표 2-45. The effects of tannin on methane concentration in Hanwoo cows

Item*	Control	Tannin	SEM	<i>P</i> -value
Initial, ppm-m/kg DMI	5.03	4.44	0.535	0.325
1 Week	3.79	3.66	0.305	0.078
3 Week	4.25	4.06	0.431	0.224
7 Week	4.33	4.24	0.287	0.737

\*DMI: dry matter intake



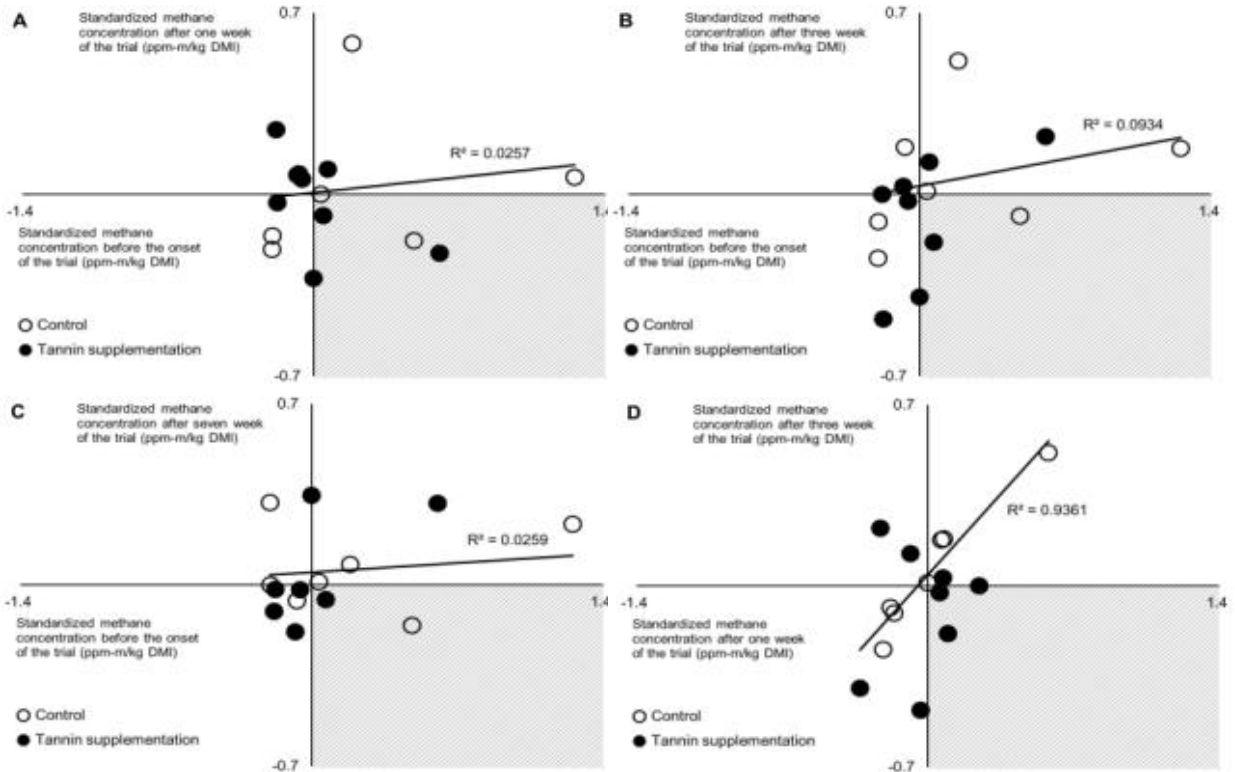


그림 2-56. The difference of methane concentration between each measured periods in Hanwoo cows. The open circle (○) represent difference between the median of methane production from all animals (control and tannin supplementation, n = 15) and the methane production from the control (n = 7) and the closed circle (●) represent difference between the median of methane production from all animals (control and tannin supplementation, n = 15) and the methane production from the tannin supplementation (n = 8).

(16) 고온기 한우 비육우의 고단백질 적용 사료 평가 실험 (온도 스트레스 저감 사양 기술 연구)

(가) 재료 및 방법

- 충청남도 청양군에 소재한 충남대학교 동물자원연구센터에서 한우 비육우 총 32두를 이용하여 2017년 7월 6일 ~ 10월 9일까지 3개월간 사양 실험을 실시함.
- 공시된 한우 비육우는 경산우 19두( $49 \pm 0.6$  개월령,  $663 \pm 58.6$  kg), 미경산우 6두( $26 \pm 0.5$  개월령,  $555 \pm 45.8$  kg), 거세우 8두( $26 \pm 0.3$  개월령,  $649 \pm 35.7$  kg)이며, 성별을 블록으로 하는 난괴법(completely randomized block design)으로 관용 배합사료 급여구(대조구)와 고단백질 함유 배합사료(처리구)에 배치함.
- 자동으로 사료 섭취량이 조사되는 하나의 사료조가 설치된 우방에 2두씩 사육하고, 사료는 TMR의 형태로 1일 2회 급여하여 자유채식토록 함.
- 처리구별 TMR의 원료 배합비와 영양소 조성은 각각 표 2-46와 표 2-47에

나타나 있음. 실험 설계에 맞게 대조구와 처리구의 TDN 함량은 75%로 동일하며, 조단백질의 함량은 대조구 15.6%, 처리구 17.3%로 처리구가 1.7%p 높았음.

표 2-46. Diet formulation and chemical composition (g/kg DM or as stated) of the experimental diets.

Item	Control	High protein
Tall fescue	62	62
Ryegrass straw	62	62
Corn, flaked	225	222
Corn, ground	58	26
Wheat, ground	195	202
Corn gluten feed	192	170
DDGS	41	94
Soy hulls	84	83
Whole cotton seed	28	27
Extruded linseed	5	5
Palm oil	2	3
Molasses	22	22
CMS	10	0
Urea	0	8
NH <sub>4</sub> Cl	2	2
Limestone	8	10
Salt	2	2
Vitamin and mineral mix*	2	1

\*33,330,000 IU/kg vitamin A, 40,000,000 IU/kg vitamin D, 20.86 IU/kg vitamin E, 20 mg/kg Cu, 90 mg/kg Mn, 100 mg/kg Zn, 250 mg/kg Fe, 0.4 mg/kg I, and 0.4 mg/kg Se.

表 2-47. Analyzed chemical composition (g/kg DM or as stated) of experimental diets

Item*	Control	High protein
DM, g/kg as fed	898	911
OM	940	943
CP	156	173
SOLP	58	67
NDICP	17	18
ADICP	10	12
aNDF	338	353
ADF	162	188
ADL	30	35
Ether extract	44	55
Ash	60	57
Ca	8	9
P	5	5
K	11	11
Na	3	3
Cl	5	5
S	3	3
TDN	747	753
NEm, MJ/kg DM	7.4	7.5
NEg, MJ/kg DM	4.7	4.8
Total carbohydrates	740	715
NFC	419	381
Carbohydrate fractions, g/kg carbohydrate		
CA	63	63
CB1	430	393
CB2	73	76
CB3	336	350
CC	99	117
Protein fractions, g/kg CP		
PA+B1	373	387
PB2	520	510
PB3	46	34
PC	61	70

\*DM: dry matter, OM: organic matter, CP: crude protein, SOLP: soluble CP, NDICP: neutral detergent insoluble CP, ADICP: acid detergent insoluble CP, aNDF: neutral detergent fiber analyzed using a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash, ADF: acid detergent fiber, ADL: acid detergent lignin, TDN: total digestible nutrients, NEm: net energy for maintenance, NEg: net energy for growth, NFC: non-fiber carbohydrate, CA: carbohydrate A fraction; ethanol soluble carbohydrates, CB1: carbohydrate B1 fraction; starch, CB2: carbohydrate B2 fraction; soluble fiber, CB3: carbohydrate B3 fraction; available insoluble fiber, CC: carbohydrate C fraction; unavailable carbohydrate, PA+B1: protein A and B1 fractions; soluble CP, PB2: protein B2 fraction; intermediate degradable CP, PB3: protein B3 fraction; slowly degradable fiber-bound CP, PC: protein C fraction;

unavailable CP

(나) 결과 및 고찰

- 사료 내 조단백질의 함량이 한우 비육우의 사료 건물섭취량, 성장률 및 사료 요구율에 미치는 영향에 관한 사양 실험 결과는 표 2-48에 나타나 있음.
- 한우 비육우는 성별에 따라 체중, 증체량, 건물섭취량 및 사료요구율에서 유의적인 차이를 보이나( $P < 0.05$ ). 성별과 사료 처리구간의 유의적인 상호작용은 관찰되지 않았기에( $P > 0.05$ ), 두 변수간의 상호작용은 고려하지 않고 통계 분석을 실시함.
- 사료의 조단백질의 함량에 따라 체중, 일당증체량, 사료요구율에서는 유의적인 차이를 보이지 않음( $P > 0.05$ ).
- 대조구에 비해 처리구에서 고온기(7월과 8월)에 사료 섭취량이 유의적으로 감소하였고( $P < 0.05$ ), 이에 따라 실험 전기간 평균 건물섭취량은 대조구(8.3 kg)에 비해 처리구(7.6 kg)에서 8.4% 감소함( $P < 0.05$ ).

표 2-48-1. Effects of crude protein content in a diet on intake and weight change of Hanwoo finishers

Item*	Diet		SEM	P-value
	Control	High protein		
BW (kg)				
Initial BW	627	618	13.9	0.665
Final BW	679	670	14.3	0.631
ADG (g/d)	553	539	47.2	0.827
DMI (kg/d)				
July	8.7 <sup>a</sup>	7.5 <sup>b</sup>	0.38	0.033
August	8.2 <sup>a</sup>	7.3 <sup>b</sup>	0.33	0.046
September	7.6	7.5	0.40	0.907
Overall	8.2 <sup>a</sup>	7.4 <sup>b</sup>	0.26	0.039
FCR	16.0	17.6	2.30	0.566

\*BW: bogy weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake, FCR: feed conversion ratio

표 2-48-2. Effects of crude protein content in a diet on intake and weight change of Hanwoo finishers

Item*	Gender			SEM	P-value
	Cow	Heifer	Steer		
BW (kg)					
Initial BW	663 <sup>ab</sup>	555 <sup>b</sup>	649 <sup>a</sup>	15.8	<0.010
Final BW	701 <sup>a</sup>	623 <sup>b</sup>	700 <sup>a</sup>	16.3	0.013
ADG (g/d)	410 <sup>b</sup>	693 <sup>a</sup>	536 <sup>ab</sup>	57.8	0.029
DMI (kg/d)					
July	8.4 <sup>a</sup>	9.7 <sup>b</sup>	6.8 <sup>b</sup>	0.44	0.027
August	8.3 <sup>a</sup>	8.9 <sup>a</sup>	6.3 <sup>b</sup>	0.41	<0.01
September	7.4	8.7	7.0	0.48	0.467
Overall	8.0 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	6.7 <sup>b</sup>	0.29	<0.01
FCR	23.5	13.7	14.2	2.96	<0.01

\*BW: bogy weight, ADG: average daily gain, DMI: dry matter intake, FCR: feed conversion ratio

- 고온기 시험 종료 후 체중 측정 결과에 따라 체중이 730 kg 이상인 개체를 출하함. 대조구에서 5두(암소 3두, 거세우 2두), 고단백 급여구 4두(암소 3두, 거세우 1두) 가 출하되었으며, 각 처리구별 평균 도체성적은 표 2-49에 나타나 있음.
- 처리구간 생체중, 도체중을 비롯한 도체 성적에서 유사한 경향을 보임.

표 2-49. 거세우 등급 판정 결과

항목	처리구		SEM	P-value
	관용구	고단백 급여구		
출하 월령, 개월	31.08	33.85	0.421	<0.001
도체중, kg	407.59	421.54	4.077	0.016
육질 성적				
근내지방도	5.49	5.99	0.151	0.020
육색	4.80	4.79	0.050	0.949
지방색	3.00	3.04	0.015	0.042
조직감	1.13	1.12	0.035	0.736
성숙도	2.17	2.22	0.041	0.363
육질 등급 <sup>†</sup>	2.54	2.22	0.079	0.005
육량 성적				
등지방 두께, mm	12.11	11.77	0.461	0.603
등심단면적, cm <sup>2</sup>	85.24	86.48	0.808	0.280
육량 지수	64.97	65.34	0.326	0.420
육량 등급 <sup>‡</sup>	1.98	1.97	0.066	0.935

<sup>†</sup>육질 등급 1++, 1+, 1, 2, 3등급을 각각 1, 2, 3, 4, 5로 변환하여 산출한 수치

<sup>‡</sup>육량 등급 A, B, C등급을 각각 1, 2, 3으로 변환하여 산출한 수치

마. 온도 스트레스 저감을 위한 IT 기반 통합 한우 번식우·거세우 정밀사양시스템의 산업화 (정밀사양 시스템의 광역권별 현장 적용 및 검증)

(1) 한우 비육우에서 비육 후기 고단백질 급여가 도체 성적에 미치는 영향

(가) 재료 및 방법

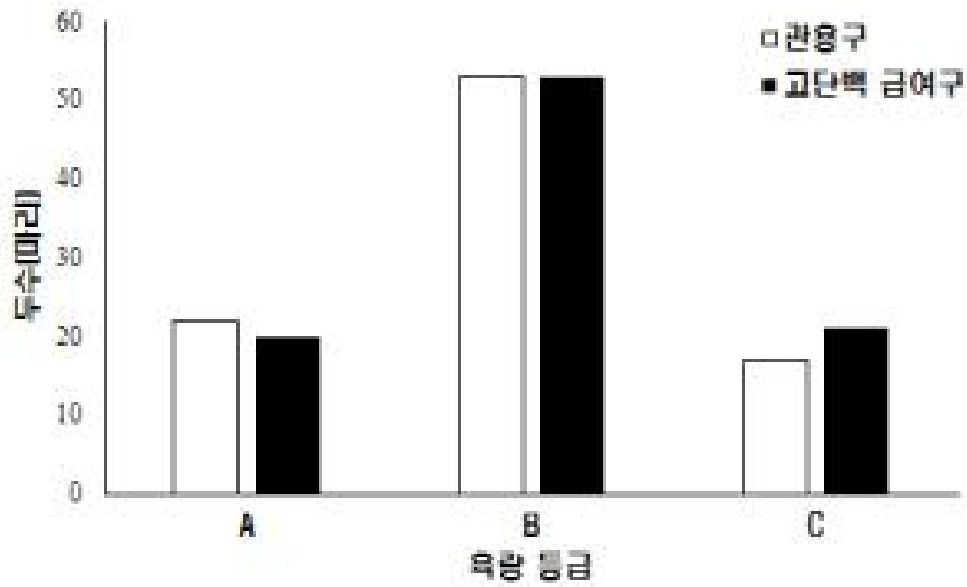
- 충청남도 청양군에 소재한 충남대학교 동물자원연구센터에서 실시한 통제된 사양 실험과는 별도로 제주도 서귀포시 표선면 가시리에 소재한 제동 목장에서 현장 적용 및 검증 실험을 실시함.
- 한우 거세 비육우에게 2017년 4월부터 6개월간 제품화된 비육후기 고단백 배합사료를 급여함.
- 동일한 조건에서 동일한 사양 관리 방법으로 사육하되, 비육후기 고단백 배합사료 제품을 적용하기 전 6개월간(2016년 11월 ~ 2017년 4월) 관용 배합사료(충남대학교 사양 실험에서의 대조구)를 섭취하고 출하된 한우 거세우 92두(대조구)의 출하 성적과 제품 적용 이후 6개월간(2017년 5월 ~ 2017년 10월) 출하된 한우 거세우 94두(처리구)의 출하 성적을 비교함.

(나) 결과 및 고찰

- 한우 사육 목장에서 제품화된 비육후기 고단백 배합사료를 적용하기 전과 후, 한우 거세 비육우의 출하 도체 성적 및 등급 판정 결과를 비교, 분석한 결과는 그림 2-57, 표 2-50과 같음.
- 고단백 배합사료를 현장에 적용한 이후에 육질 1등급 이상 도체의 출현율은 90.2%(92두 중 83두)에서 95.7%(94두 중 90두)로 5.5%p 상승함. 마찬가지로 1+ 등급 이상 도체의 출현율은 48.9%에서 68.1%로 19.2%p 상승하였고, 1++ 등급 이상 도체의 출현율은 9.8%에서 11.7%로 1.9%p 상승함.
- 반면, 육량 A등급 출현율은 고단백 배합사료를 현장에 적용한 이후에 2.6%p, B등급 이상 출현율은 3.9%p 감소함. 육량 등급의 감소는 표 2-48에서 보는 바와 같이 고단백 제품을 적용한 이후 출하 월령이 증가하였기 때문인 것으로 판단됨.
- 출하 월령을 늦춤에 따라 도체중이 증가하고, 등급판정 결과는 도체중에 따라 차이를 보임. 따라서 도체 성적의 처리간 차이를 비교함에 있어 도체중의 차이를 보정함이 마땅하기 때문에, 육질 및 육량 성적의 비교는 도체중을 공변량(covariate)으로 하여 통계 분석을 실시함.
- 도체중의 차이를 보정한 후에도 고단백 급여구는 관용구에 비해 근내지방도(5.49와 5.99), 지방색(3.00과 3.04)이 유의적으로 증가하였으며( $P < 0.05$ ), 결과적으로 육질 등급이 유의적으로 향상됨( $P < 0.01$ ).
- 또한 도체중의 차이를 보정한 후에는 육량 지수를 산출하기 위한 각 평가 항목과 육량 등급에서 고단백 급여구는 관용구와 유의적인 차이를 보이지 않았으며( $P > 0.05$ ), 오히려 수치적으로 등지방 두께의 감소, 등심단면적의 증가,

육량 지수의 증가를 통한 육량 등급의 상승을 보임.

(A) 육량 등급



(B) 육질 등급

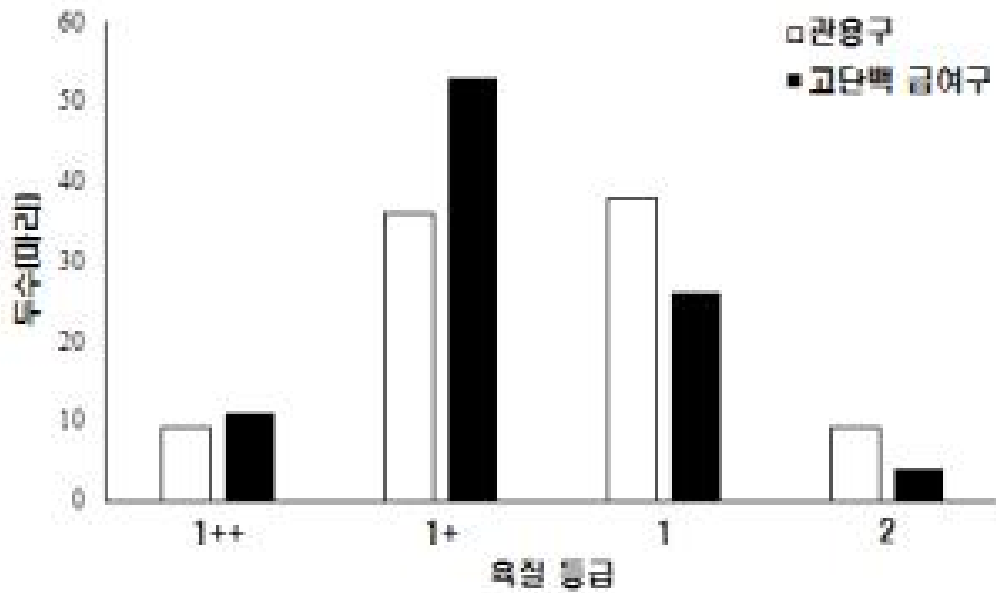


그림 2-57. 한우 사육 현장에서 한우 거세우 비육 후기에 고단백 배합사료 제품을 적용하기 이전과 이후의 육량 등급 및 육질 등급 결과 비교

표 2-50. 한우 사육 현장에서 한우 거세우 비육 후기에 고단백 배합사료 제품을 적용하기 이전과 이후의 도체 성적 및 등급 판정 결과 비교\*

항목	처리구		SEM	P-value
	관용구	고단백 급여구		
출하 월령, 개월	31.08	33.85	0.421	<0.001
도체중, kg	407.59	421.54	4.077	0.016
육질 성적				
근내지방도	5.49	5.99	0.151	0.020
육색	4.80	4.79	0.050	0.949
지방색	3.00	3.04	0.015	0.042
조직감	1.13	1.12	0.035	0.736
성숙도	2.17	2.22	0.041	0.363
육질 등급 <sup>†</sup>	3.46	3.78	0.079	0.005
육량 성적				
등지방 두께, mm	12.11	11.77	0.461	0.603
등심단면적, cm <sup>2</sup>	85.24	86.48	0.808	0.280
육량 지수	64.97	65.34	0.326	0.420
육량 등급 <sup>‡</sup>	2.02	2.03	0.066	0.935

\*육질 성적과 육량 성적의 수치는 최소제곱평균

<sup>†</sup>육질 등급 1++, 1+, 1, 2, 3등급을 각각 5, 4, 3, 2, 1로 변환하여 산출한 수치

<sup>‡</sup>육량 등급 A, B, C등급을 각각 3, 2, 1로 변환하여 산출한 수치

(2) 한우 암소에서 포도당 합성능을 높인 글루코제닉 사료의 급여가 번식 효율에 미치는 영향

(가) 재료 및 방법

- 충청남도 청양군에 소재한 충남대학교 동물자원연구센터에서 실시한 통제된 사양 실험과는 별도로 전라북도 김제시 죽산면 연포리에 소재한 금호 농장에서 현장 적용 및 검증 실험을 실시함.
- 한우 경산우에게 2017년 1월부터 11개월간 제품화된 번식우용 글루코제닉 배합사료를 급여함.
- 동일한 조건에서 동일한 사양 관리 방법으로 사육하되, 글루코제닉 번식우 제품을 적용하기 전 10개월간(2016년 3월 ~ 2016년 12월) 관용 배합사료를 섭취하고 송아지를 출산한 한우 경산우 29두( $3.0 \pm 0.98$  산차, 대조구)의 번식 성적과 제품 적용 이후 11개월간(2017년 2월 ~ 2017년 11월) 출하된 한우 경산우 24두( $3.0 \pm 0.98$  산차, 처리구)의 번식 성적을 비교함.



(나) 결과 및 고찰

- 한우 사육 목장에서 제품화된 한우 번식우용 글루코제닉 사료를 적용하기 전과 후, 한우 번식우의 번식 성적을 비교, 분석한 결과는 표 2-51과 같음.
- 글루코제닉 번식우 제품을 급여한 이후에 분만 간격은 13.8개월에서 12.9개월로, 공태일수는 134일에서 107일로, 번식 간격이 약 1개월 단축됨. 다만, 처리구간의 통계적으로 유의한 차이는 없었는데, 이는 공시축의 수가 적기 때문인 것으로 판단됨.
- 번식 능력의 개선은 수태율의 증가에 따른 것으로 보임. 글루코제닉 번식우 제품을 급여한 이후에 첫 수정 수태율은 55%에서 71%로 16%p 증가함.
- 마찬가지로 수태당 종부 횟수는 글루코제닉 번식우 제품을 급여한 이후에 통계적으로도 유의한 경향( $P < 0.1$ )을 보이며, 1.6회에서 1.3회로 약 19% 감소함.

표 2-51. 한우 번식우 사육 현장에서 글루코제닉 번식우 배합사료 제품을 적용하기 이전과 이후의 번식 성적 비교

항목	처리		SEM	P-value
	관용구	처리구		
두수, 두	29	24		
분만간격, 개월	13.8	12.9	0.45	0.176
공태일수, 일	134	107	13.8	0.177
수태당 종부 횟수, 회	1.6	1.3	0.13	0.087
첫수정 수태율, %	55	71		





그림 2-59. 고단백질 적용 사료 제조 기술을 적용한 사료의 제품화 사진

○ 고단백질 적용 사료 제조 기술을 적용한 사료의 사업화 성과

항목	세부항목		성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	3.3억원
			향후 3년간 매출	15억원
		관련제품	개발후 현재까지	관련제품 없음
			향후 3년간 매출	관련제품 없음
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0.06% 국외 : 해당사항 없음
			향후 3년간 매출	국내 : 0.09% 국외 : 해당사항 없음
		관련제품	개발후 현재까지	관련제품 없음
			향후 3년간 매출	관련제품 없음
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		해당사항 없음
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		해당사항 없음

(나) 정밀사양 시스템을 활용하여 개발된 “한우 번식우의 번식 효율 증진을 위한 글루코제닉 사료 제조 기술”의 기술 이전과 산업화



그림 2-60. 한우 번식우를 위한 글루코제닉 적용 사료 제조 기술 이전 계약서



그림 2-61. 글루코제닉 적용 사료 제조 기술을 적용한 사료의 제품화 사진

○ 글루코제닉 적용 사료 제조 기술을 적용한 사료의 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	2.9억원
			향후 3년간 매출	36억원
		관련제품	개발후 현재까지	관련제품 없음
			향후 3년간 매출	관련제품 없음
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0.04% 국외 : 해당사항 없음
			향후 3년간 매출	국내 : 0.06% 국외 : 해당사항 없음
		관련제품	개발후 현재까지	관련제품 없음
			향후 3년간 매출	관련제품 없음
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		해당사항 없음
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		해당사항 없음

#### 4. 한우 거세우 온도스트레스 저감을 위한 영양학적 기술 개발(제 2협동)

##### 가. 계절별 육질 및 육량 성적 변이 분석 연구

###### (1) 계절별 육질 및 육량 성적 변이 분석 연구

###### (가) 기상자료

2006년부터 2013년까지 8년간의 월별 및 계절별 온도, 습도, THI 수치 비교는 표 3-1과 3-2에 제시하였다. 우리나라 여름(6,7,8월)의 평균온도, 최저온도, 최고온도는 각각 23.9°C, 20.3°C, 28.4°C였고 겨울(12,1,2월)에는 각각 0.5°C, -4°C, 5.7°C였다. 여름 평균습도, 최저습도, 최고습도는 각각 77.7%, 59.9%, 91.4%였고 겨울에는 각각 61.9%, 40.2%, 80.4%으로서 여름이 다소 높았다. 여름철 THI 최고수치는 73~80이고 최고습도는 89.9~92.5% 정도였다. 우리나라의 기후는 Zimbleman 등 (2009)이 제시한 바에 따르면 mild HS(72~79)에 해당된다. WCT는 외부에 있는 사람이나 동물이 바람과 한기에 노출된 피부로부터 열을 빼앗길 때 느끼는 추운 정도를 나타내는 지수이다. 본 연구의 결과에 의하면 겨울철 최저온도 -4°C일때 풍속은 5.0km/h이고 WCT 지수가 -6.2°C이다. 한국 기상청에서는 체감온도를 위험(-45°C 미만), 경고(-45~-25°C 미만), 주의(-25~-10°C 미만), 관심(-10°C 이상) 등 4단계로 분류하였다. 그러므로 한국의 WCT지수는 관심(-10°C 이상)단계에 해당된다. (출처: KMA- “생활기상지수” )

지역별 온도 등 기상 자료는 표 3-3에 제시하였다. 평균온도, 최저온도, 최고온도는 북부지방인 강원도(11°C, 6.2°C, 16.4°C)와 경기도(11.7°C, 7.4°C, 16.7°C)가 남부지방인 경상남도(13.9°C, 9.3°C, 19.4°C)와 전라남도(13.9°C, 9.8°C, 18.2°C)보다 낮았다 (P<0.01). 겨울철 최저온도는 북부지방인 강원도에서 -6.8°C로 가장 낮았고 남부지방인 전라남도에서 -1.2°C로 가장 높았다 (P<0.05). 겨울철 최저 온도에서의 WCT는 역시 강원도에서 -9.0°C로 가장 낮았고 남부지방인 경상남도에서 -3.9°C로 가장 높았다 (P<0.05). 여름철 최고온도는 남부지방인 경상남도에서 28.9°C로 가장 높았고 북부지방인 강원도에서 27.5°C로 가장 낮았다 (P<0.05). 또한 여름철 최고 THI수치는 남부지방인 경상남도에서 모두 77로 가장 높았고 북부지방인 강원도에서 75로 가장 낮았다 (P<0.05).

###### (나) 한우거세우 마블링스코어 및 육질 등급별 출현율

2006년부터 2013년까지 8년간 한우거세우 도체특성자료는 표 3-4와 그림 1과 2에 제시하였고 월별 및 계절별 도체특성 비교자료는 표 3-5와 3-6에 제시하였다. 마블링스코어는 가을(9,10,11월)에 5.3 (P<0.01)으로 가장 높았고 (P<0.05) 봄(3,4,5월)에 5.1로 가장 낮았다. 월별비교에서 육질 1++, 1+, 1++ plus 1+, 1++ plus 1+ plus 1등급 출현율은 대체로 8월~12월에 높았다 (P<0.05). 계절별 비교에서는 가을에 각각 15.3%, 31.5%, 46.8%, 78.8%로 가장 높았고, 봄에 각각 13.8%, 29.7%, 43.5%, 75.9%로 가장 낮았다 (P<0.05). 육질 2, 3등급 출현율은 봄에 각각 21.0%, 2.9%로 가장 높았고 가을에 각각 18.8%, 2.2%로 가장 낮았다 (P<0.05).

지역별 육질 및 육량 등급별 출현율 비교는 표 3-7에 제시하였다. 육질 1++와 1++ plus



1+ plus 1등급 출현율은 강원도에서 각각 16.6%, 82.8%로 가장 높았고 경기도에서 13.7%, 75.7%로써 가장 낮았다 ( $P < 0.01$ ). 따라서 지역별로 육질 등급은 온도와 밀접한 관련을 보이지 않았다.

#### (다) 한우거세우 도체특성 및 육량 등급별 출현율

월별 및 계절별 한우거세우 도체특성, 육량 등급별 출현율 비교자료는 표 3-5와 3-6에 제시하였다. 계절별 비교에서 도축 전 체중(SW)과 등지방두께(BT)는 겨울에 각각 689kg, 12.9mm로 가장 높았고 ( $P < 0.01$ ) 육량지수(YI)는 여름에 65.3으로 가장 높았다 ( $P < 0.01$ ). 계절별 도체체중(HCW)과 등심단면적(REA) 비교에서는 수치상 차이만 있었다 ( $P > 0.05$ ). 육량 A등급과 A plus B등급은 여름에 각각 31.4%, 82.1%로 가장 높았고 겨울에 각각 28.0%, 78.4%로 가장 낮았다 ( $P < 0.01$ ). 이와 반대로 육량 C등급 출현율은 겨울에 21.4%로 가장 높았고 여름에 17.7%로 가장 낮았다 ( $P < 0.01$ ).

지역별 비교에서 육량 A등급 출현율은 전라남도에서 32.4%로 가장 높았고 경상남도에서 25.4%로 가장 낮았다 ( $P < 0.01$ ). 육량 A plus B 등급은 강원도에서 84.9%로 가장 높았고 경상남도에서 77.7%로 가장 낮았다 ( $P < 0.01$ ). 따라서 지역별 육량 등급 출현율은 온도와는 밀접한 관련을 보이지 않았다.

#### (라) 기온 및 THI와 도체특성, 육질 및 육량 등급 출현율과의 상관관계

기온 및 THI와 도체특성, 육질 및 육량 등급 출현율과의 상관관계는 표 3-8에 제시하였다. 마블링스코어 및 육질 등급별 출현율은 모두 온도와는 상관관계를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 육량 A, A plus B 등급 출현율, 육량지수는 온도와 양 (+)의 높은 상관관계를 보였다 ( $R > 0.70$ ;  $P < 0.05$ ). 반대로 육량 C등급 출현율, 도축 전 체중, 등지방두께는 온도와 음 (-)의 높은 상관관계를 보였다 ( $R < -0.60$ ;  $P < 0.05$ ). 전반적으로 육량 등급별 출현율은 기온과 높은 상관을 보인 반면, 육질 등급별 출현율은 상관을 보이지 않았다. 마블링스코어 및 육질 등급별 출현율은 모두 THI와 상관관계를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ). 육량 A, A plus B 등급 출현율, 육량지수는 THI와 양(+의 높은 상관관계를 보였다 ( $R > 0.72$ ;  $P < 0.05$ ). 반면, 육량 C등급 출현율, 도축 전 체중, 등지방두께는 THI와 음(-)의 높은 상관관계를 보였다 ( $R < -0.52$ ;  $P < 0.05$ ).

#### (마) 고찰

여러 연구들에서 고온 또는 저온 스트레스가 가축의 사료섭취량, 열생산량, 섭취된 영양소의 할당 등 다양한 측면에 영향을 미쳐 최종적으로 가축의 생산성을 떨어뜨린다고 보고된 바가 있다 (Young, 1981; Kadzere et al., 2002; Fabio and Rex, 2003). 전 세계적으로 ‘지구 온난화’ 현상에 대해 집중적으로 연구하면서 고온 혹은 저온이 가축의 생산성에 미치는 영향에 대해서도 관심을 모으게 되었다. 표 3-1과 3-2에서 제시한 바와 같이 2006년부터 2013년까지 여름 평균최고기온이 28.4℃까지 올라가고 겨울 평균최저기온이 -4℃까지 내려가는 등 우리나라는 온대성 기후대에 위치해있다. 여름에는 습도가 최

고 91.4%까지 올라가면서 비교적 습한 곳임을 알 수 있다. 본 연구는 월별, 계절별로 육질 및 육량 등급 출현율을 비교하여 육질과 육량 등급이 온도와 연관성이 있는가 알아보 고자 수행하였다.

연구결과에서 마블링스코어와 고급 육질 등급 출현율은 가을에 가장 높았고 봄에 가장 낮았다. 그러나 이 두 가지 변수와 온도의 연관성을 분석한 결과 모두 상관관계를 나타 내지 않았다 ( $P>0.05$ ).

비록 지역별로 육질과 육량 등급 출현율에서 차이는 있었지만 온도의 영향보다는 지역별 특징이라고 볼 수 있었다. 그러므로 온도가 한우거세우의 마블링과 육질에 대해서 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

육량 A 등급 출현율은 봄에서 여름까지 가장 높았고 겨울에 가장 낮았다 ( $P<0.05$ ). 육량 A 등급 및 A+B 등급 출현율과 온도는 정의 상관관계를 보였다. 이는 한우 거세우의 육량 등급이 온도의 영향을 받았음을 보여주는 결과이다.

도체 특성 중 등심단면적은 온도와 상관관계를 보이지 않았다 ( $P>0.05$ ). 반면 등지방두께는 겨울에 가장 높았고 ( $P<0.01$ ) 온도와 부의 상관관계를 보였다 ( $P<0.05$ ). 도체중은 수치상에서 겨울에 가장 높았으나 ( $P>0.05$ ) 온도와 상관관계를 보이지는 않았다 ( $P>0.05$ ). 따라서, 겨울철에 좋은 육량 등급 출현율이 낮은 이유는 등지방 두께 때문으로 추정된다. 다른 연구에서 추운 지역에서 겨울철에는 등지방 두께가 두꺼워지는 방향으로 적응하여 단열 작용을 제고시킨다고 보고한 바 있다 (Webster, 1976). 따라서 겨울철 단열작용을 위해 등지방 두께가 두꺼워져서 육량등급이 저하되었을 가능성이 있다.

다른 여러 연구들에서 저온 스트레스가 가축의 사료효율, 증체량 등에 부정적인 영향을 미친다고 하였다 (Elam, 1971; Delfino and Mathison, 1991; Birkelo et al., 1991). Fabio 와 Rex (2003)는 고온스트레스가 반추동물의 사료섭취량을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 번식능력도 저하시킨다고 보고하였다. 비록 여름과 겨울철 한국의 THI 지수와 체감온도가 모두 위험 범위에 속하지는 않지만 반추동물에게 적정온도의 환경을 제공하는 것이 가축의 전반적인 생산성에 있어서 아주 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

본 조사에서는 여름의 높은 온도가 육량 등급 출현율에 나쁜 영향을 주지는 않았다. 여름기간 최고 THI 수치는 73~80 사이인데 이는 mild 고온 스트레스 상태이다 (Zimbleman et al., 2009). 결론적으로 한우 거세우의 육량 등급은 여름철에 가장 높고 겨울철에는 가장 낮아 온도와 양의 상관을 보였다. 반면, 육질 등급은 온도와 연관성을 보이지는 않았다.

☒ 3-1. Monthly comparison of climate temperature, relative humidity, temperature-humidity index (THI), and wind chill temperature (WCT) values for eight years (2006-2013) in south

Item	Month												SEM	p value
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Temperature														
Mean, °C	-1.2	1.6 <sup>a</sup>	6.0 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	17.3 <sup>a</sup>	21.4 <sup>b</sup>	24.5 <sup>a</sup>	25.7 <sup>a</sup>	20.8 <sup>b</sup>	15.0 <sup>d</sup>	7.9 <sup>f</sup>	1.2 <sup>h</sup>	0.94	< 0.0001
Maximum, °C	4.0	7.0	11.6 <sup>b</sup>	17.3 <sup>f</sup>	23.3 <sup>d</sup>	26.6 <sup>c</sup>	28.5 <sup>b</sup>	30.1 <sup>a</sup>	25.8 <sup>c</sup>	21.3 <sup>a</sup>	13.3 <sup>b</sup>	6.1 <sup>f</sup>	0.92	< 0.0001
Minimum, °C	-5.7	-3.3 <sup>b</sup>	0.8 <sup>b</sup>	5.7 <sup>a</sup>	12.0 <sup>f</sup>	17.1 <sup>b</sup>	21.5 <sup>a</sup>	22.3 <sup>a</sup>	16.8 <sup>b</sup>	10.0 <sup>d</sup>	3.2 <sup>f</sup>	-3.2 <sup>h</sup>	0.98	< 0.0001
Wind speed, km/h	4.9 <sup>b</sup>	5.0 <sup>b</sup>	5.5 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-	-	-	4.2 <sup>c</sup>	5.1 <sup>ab</sup>	0.10	0.0004
Wind chill temperature, °C	-8.0 <sup>d</sup>	-5.3 <sup>f</sup>	-0.9 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-	-	-	2.4 <sup>a</sup>	-5.2 <sup>d</sup>	0.66	< 0.0001
Humidity														
Mean, %	61.4 <sup>f</sup>	60.3 <sup>f</sup>	59.8 <sup>f</sup>	59.9 <sup>f</sup>	65.5 <sup>d</sup>	72.9 <sup>a</sup>	81.3 <sup>a</sup>	78.9 <sup>ab</sup>	76.2 <sup>b</sup>	70.3 <sup>c</sup>	65.4 <sup>d</sup>	63.9 <sup>de</sup>	0.81	< 0.0001
Maximum, %	79.2 <sup>g</sup>	80.7 <sup>g</sup>	81.7 <sup>f</sup>	83.8 <sup>a</sup>	87.2 <sup>d</sup>	89.9 <sup>bc</sup>	92.5 <sup>a</sup>	91.8 <sup>ab</sup>	91.3 <sup>ab</sup>	88.8 <sup>cd</sup>	84.1 <sup>e</sup>	81.4 <sup>f</sup>	0.51	< 0.0001
Minimum, %	40.3 <sup>de</sup>	37.4 <sup>f</sup>	36.3 <sup>f</sup>	35.7 <sup>f</sup>	41.9 <sup>d</sup>	52.8 <sup>c</sup>	65.9 <sup>a</sup>	61.1 <sup>b</sup>	54.4 <sup>c</sup>	43.8 <sup>d</sup>	42.5 <sup>d</sup>	42.8 <sup>d</sup>	1.04	< 0.0001
THI														
Mean	36 <sup>c</sup>	40 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	69 <sup>b</sup>	74 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>	68 <sup>b</sup>	59 <sup>d</sup>	49 <sup>f</sup>	39 <sup>h</sup>	1.38	< 0.0001
Max	45 <sup>d</sup>	48 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>	61 <sup>f</sup>	68 <sup>d</sup>	73 <sup>c</sup>	78 <sup>b</sup>	80 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	47 <sup>f</sup>	1.22	< 0.0001
Min	27 <sup>f</sup>	31 <sup>e</sup>	37 <sup>e</sup>	45 <sup>e</sup>	54 <sup>e</sup>	63 <sup>b</sup>	70 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	62 <sup>b</sup>	51 <sup>d</sup>	40 <sup>f</sup>	31 <sup>h</sup>	1.55	< 0.0001

☒ 3-2. Seasonal comparison of climate temperature, relative humidity, temperature-humidity index (THI), and wind chill temperature (WCT) values for eight years (2006-2013) in south Korea

Item	Spring	Summer	Autumn	Winter	SEM	p value
Temperature						
Mean, °C	11.6c	23.9a	14.6b	0.5d	1.50	< 0.0001
Maximum, °C	17.4c	28.4a	20.2b	5.7d	1.47	< 0.0001
Minimum, °C	6.1c	20.3a	10.0b	-4.0d	1.57	< 0.0001
Wind speed, km/h	-	-	-	5.0	-	-
Wind chill temperature, °C	-	-	-	-6.2	-	-
Humidity						
Mean, %	61.7c	77.7a	70.6b	61.9c	1.22	< 0.0001
Maximum, %	84.2c	91.4a	88.1b	80.4d	0.76	< 0.0001
Minimum, %	38.0d	59.9a	46.9b	40.2c	1.57	< 0.0001
THI						
Mean	54c	73a	58b	38d	2.22	< 0.0001
Max	61c	77a	65b	47d	1.95	< 0.0001
Min	45c	68a	51b	30d	2.46	< 0.0001

n=8

Means with a different letter within a same raw differ at  $P < 0.05$ .

표 3-3. Regional comparison of temperature data for 8 years (2006–2013) in South Korea

Item	Spring				Summer				Autumn				Winter				Mean					
	경기	강원	경남	전남	경기	강원	경남	전남	경기	강원	경남	전남	경기	강원	경남	전남	SEM	경기	강원	경남	전남	SEM
Temperature, °C																						
Mean	10.7 <sup>a</sup>	10.3 <sup>a</sup>	12.8 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	23.7 <sup>a</sup>	22.8 <sup>a</sup>	24.4 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>	13.9 <sup>a</sup>	12.7 <sup>a</sup>	15.9 <sup>a</sup>	16.0 <sup>a</sup>	-1.6 <sup>b</sup>	-1.9 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	2.6 <sup>b</sup>	11.7 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>	13.9 <sup>a</sup>	13.9 <sup>a</sup>	0.24	
Maximum	16.3 <sup>a</sup>	16.2 <sup>a</sup>	18.7 <sup>a</sup>	17.2 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	27.5 <sup>a</sup>	28.9 <sup>a</sup>	27.9 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	18.4 <sup>a</sup>	21.7 <sup>a</sup>	20.9 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	8.3 <sup>b</sup>	7.1 <sup>b</sup>	16.7 <sup>a</sup>	16.4 <sup>a</sup>	19.4 <sup>a</sup>	18.2 <sup>a</sup>	0.23	
Minimum	5.7 <sup>a</sup>	4.8 <sup>a</sup>	7.3 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	20.2 <sup>a</sup>	19.0 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	9.5 <sup>b</sup>	8.0 <sup>b</sup>	11.3 <sup>b</sup>	12.0 <sup>b</sup>	-5.9 <sup>b</sup>	-6.8 <sup>b</sup>	-1.3 <sup>b</sup>	-1.2 <sup>b</sup>	7.4 <sup>a</sup>	6.2 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	9.8 <sup>a</sup>	0.26	
Wind speed, km/h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	0.36	-	-	-	-	
Wind chill temperature, °C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-8.4 <sup>a</sup>	-8.0 <sup>a</sup>	-3.9 <sup>a</sup>	-4.5 <sup>a</sup>	0.48	-	-	-	-	
Humidity, %																						
Mean	62.2 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	60.0 <sup>a</sup>	67.3 <sup>a</sup>	77.9 <sup>a</sup>	76.6 <sup>a</sup>	76.9 <sup>a</sup>	82.9 <sup>a</sup>	70.0 <sup>a</sup>	70.8 <sup>a</sup>	67.9 <sup>a</sup>	72.0 <sup>a</sup>	62.7 <sup>a</sup>	59.7 <sup>a</sup>	55.2 <sup>a</sup>	66.5 <sup>a</sup>	0.84	68.2 <sup>a</sup>	66.8 <sup>a</sup>	65.0 <sup>a</sup>	72.2 <sup>a</sup>	0.51
Maximum	84.8 <sup>a</sup>	83.6 <sup>a</sup>	82.7 <sup>a</sup>	87.1 <sup>a</sup>	91.6 <sup>a</sup>	91.5 <sup>a</sup>	90.5 <sup>a</sup>	93.7 <sup>a</sup>	88.3 <sup>a</sup>	88.3 <sup>a</sup>	86.2 <sup>a</sup>	88.2 <sup>a</sup>	81.6 <sup>a</sup>	78.8 <sup>a</sup>	75.5 <sup>a</sup>	83.2 <sup>a</sup>	0.62	86.6 <sup>a</sup>	85.5 <sup>a</sup>	83.7 <sup>a</sup>	88.0 <sup>a</sup>	0.33
Minimum	38.2 <sup>b</sup>	35.9 <sup>b</sup>	36.7 <sup>b</sup>	44.7 <sup>b</sup>	60.3 <sup>b</sup>	57.7 <sup>b</sup>	59.5 <sup>b</sup>	67.9 <sup>b</sup>	46.6 <sup>b</sup>	46.2 <sup>b</sup>	44.1 <sup>b</sup>	51.0 <sup>b</sup>	41.1 <sup>b</sup>	36.7 <sup>b</sup>	33.2 <sup>b</sup>	47.1 <sup>b</sup>	1.00	46.5 <sup>b</sup>	44.2 <sup>b</sup>	43.4 <sup>b</sup>	52.7 <sup>b</sup>	0.69
THI																						
Mean	53 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	71 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	57 <sup>a</sup>	55 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	35 <sup>b</sup>	35 <sup>b</sup>	42 <sup>b</sup>	41 <sup>b</sup>	0.62	53 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	57 <sup>a</sup>	0.35
Max	59 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>	77 <sup>a</sup>	77 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	44 <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>	48 <sup>b</sup>	0.55	60 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	0.30
Min	45 <sup>b</sup>	43 <sup>b</sup>	48 <sup>b</sup>	47 <sup>b</sup>	68 <sup>b</sup>	66 <sup>b</sup>	69 <sup>b</sup>	70 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>	48 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>	54 <sup>b</sup>	27 <sup>b</sup>	26 <sup>b</sup>	34 <sup>b</sup>	34 <sup>b</sup>	0.74	48 <sup>b</sup>	46 <sup>b</sup>	51 <sup>b</sup>	51 <sup>b</sup>	0.43

표 3-4. Means, standard deviations (SD), minimum, and maximum values of carcass data of Korean cattle steers for eight years (2006–2013)

Trait	Mean	SD	Minimum	Maximum
Slaughter weight, kg	683	22.28	633	716
HCW, kg	410	12.67	378	429
Backfat thickness, mm	12.6	0.64	11.2	13.7
Rib eye area, cm <sup>2</sup>	87.5	2.37	82.8	90.7
Yield index	65.1	0.43	64.3	66.1
Marbling score <sup>1</sup>	5.2	0.36	4.7	5.6

n=96

<sup>1</sup>Marbling score range= 1 (devoid) to 9 (highly abundant)

☒ 3-5. Monthly comparison of carcass characteristics, quality grade frequency (QGF) and yield grade frequency (YGF) for eight years (2006-2013) in Korean cattle steers

Item	Month												SEM	P value	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
Marbling score <sup>1</sup>	5.1 <sup>cd</sup>	5.1 <sup>d</sup>	5.1 <sup>cd</sup>	5.1 <sup>cd</sup>	5.1 <sup>cd</sup>	5.2 <sup>bcd</sup>	5.2 <sup>bc</sup>	5.2 <sup>bc</sup>	5.2 <sup>bc</sup>	5.2 <sup>bc</sup>	5.3 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	0.03	<0.0001
Quality grade <sup>2</sup> frequency,%															
1++	14.1 <sup>cd</sup>	13.6 <sup>f</sup>	13.9 <sup>def</sup>	13.8 <sup>ef</sup>	13.8 <sup>ef</sup>	14.2 <sup>bcdef</sup>	14.6 <sup>abcdef</sup>	14.9 <sup>abcde</sup>	15.1 <sup>abc</sup>	15.4 <sup>a</sup>	15.4 <sup>ab</sup>	15.1 <sup>abcd</sup>	0.27	0.02	
1+	30.0 <sup>cd</sup>	29.4 <sup>f</sup>	29.8 <sup>de</sup>	29.6 <sup>e</sup>	29.7 <sup>f</sup>	30.1 <sup>cd</sup>	30.4 <sup>bcde</sup>	31.2 <sup>abc</sup>	31.1 <sup>abcd</sup>	31.9 <sup>a</sup>	31.4 <sup>ab</sup>	31.7 <sup>ab</sup>	0.23	0.0004	
1	31.9	32.5	32.3	32.4	32.4	32.4	32.4	32.3	32.2	32.1	31.9	32.1	0.14	0.95	
2	20.9 <sup>bc</sup>	21.4 <sup>a</sup>	20.9 <sup>bc</sup>	20.9 <sup>bc</sup>	21.3 <sup>ab</sup>	20.5 <sup>abc</sup>	19.9 <sup>bcd</sup>	19.3 <sup>cde</sup>	19.2 <sup>cde</sup>	18.3 <sup>a</sup>	19.0 <sup>bc</sup>	18.8 <sup>bc</sup>	0.35	<0.0001	
3	2.9 <sup>bc</sup>	2.9 <sup>bc</sup>	2.9 <sup>bc</sup>	3.1 <sup>a</sup>	2.7 <sup>abc</sup>	2.6 <sup>abc</sup>	2.5 <sup>bcd</sup>	2.2 <sup>d</sup>	2.3 <sup>cd</sup>	2.2 <sup>cd</sup>	2.1 <sup>d</sup>	2.1 <sup>d</sup>	0.13	<0.0001	
1++ plus 1+	44.1 <sup>de</sup>	43.1 <sup>a</sup>	43.7 <sup>a</sup>	43.3 <sup>a</sup>	43.5 <sup>a</sup>	44.2 <sup>de</sup>	45.0 <sup>bcde</sup>	46.1 <sup>abcd</sup>	46.2 <sup>abc</sup>	47.3 <sup>a</sup>	46.8 <sup>ab</sup>	46.8 <sup>ab</sup>	0.46	<0.0001	
1++ plus 1+ plus 1	76.1 <sup>cd</sup>	75.6 <sup>d</sup>	76.0 <sup>cd</sup>	75.8 <sup>cd</sup>	75.9 <sup>cd</sup>	76.7 <sup>cd</sup>	77.4 <sup>bc</sup>	78.4 <sup>ab</sup>	78.4 <sup>ab</sup>	79.4 <sup>a</sup>	78.7 <sup>ab</sup>	78.9 <sup>ab</sup>	0.48	<0.0001	
Slaughter weight, kg	683 <sup>cd</sup>	687 <sup>bc</sup>	683 <sup>cd</sup>	680 <sup>de</sup>	680 <sup>def</sup>	683 <sup>cd</sup>	681 <sup>de</sup>	677 <sup>ef</sup>	675 <sup>f</sup>	685 <sup>bcd</sup>	690 <sup>b</sup>	696 <sup>a</sup>	2.27	<0.0001	
Carcass weight, kg	411 <sup>bc</sup>	410 <sup>bc</sup>	408 <sup>c</sup>	408 <sup>c</sup>	409 <sup>c</sup>	410 <sup>bc</sup>	409 <sup>c</sup>	408 <sup>c</sup>	408 <sup>c</sup>	410 <sup>bc</sup>	413 <sup>ab</sup>	416 <sup>a</sup>	1.29	0.0002	
Rib eye area, cm <sup>2</sup>	87.1 <sup>c</sup>	87.3 <sup>c</sup>	87.4 <sup>c</sup>	87.3 <sup>c</sup>	87.4 <sup>c</sup>	87.5 <sup>bc</sup>	87.5 <sup>bc</sup>	87.3 <sup>c</sup>	87.2 <sup>c</sup>	87.5 <sup>bc</sup>	87.9 <sup>ab</sup>	88.2 <sup>a</sup>	0.24	0.0012	
Backfat thickness, mm	12.8 <sup>bc</sup>	12.7 <sup>cd</sup>	12.5 <sup>de</sup>	12.4 <sup>ef</sup>	12.3 <sup>ef</sup>	12.3 <sup>f</sup>	12.3 <sup>ef</sup>	12.3 <sup>ef</sup>	12.4 <sup>ef</sup>	12.8 <sup>c</sup>	13.0 <sup>ab</sup>	13.2 <sup>a</sup>	0.07	<0.0001	
Yield index	64.9 <sup>cd</sup>	65.0 <sup>bc</sup>	65.2 <sup>ab</sup>	65.2 <sup>a</sup>	65.3 <sup>a</sup>	65.3 <sup>a</sup>	65.3 <sup>a</sup>	65.2 <sup>a</sup>	65.2 <sup>a</sup>	65.0 <sup>bcd</sup>	64.8 <sup>de</sup>	64.7 <sup>e</sup>	0.04	<0.0001	
Yield grade <sup>3</sup> frequency,%															
A	28.5 <sup>cd</sup>	29.5 <sup>bc</sup>	30.4 <sup>ab</sup>	30.9 <sup>ab</sup>	31.1 <sup>ab</sup>	31.7 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	31.2 <sup>ab</sup>	31.2 <sup>ab</sup>	28.5 <sup>cd</sup>	27.1 <sup>de</sup>	26.1 <sup>f</sup>	0.40	<0.0001	
B	50.4	50.2	50.1	50.5	50.7	50.5	50.7	50.8	50.6	50.7	50.9	50.4	0.31	0.99	
C	21.0 <sup>bc</sup>	20.1 <sup>cd</sup>	19.3 <sup>de</sup>	18.3 <sup>ef</sup>	18.0 <sup>f</sup>	17.5 <sup>f</sup>	17.7 <sup>f</sup>	17.8 <sup>f</sup>	18.1 <sup>ef</sup>	20.6 <sup>c</sup>	21.9 <sup>b</sup>	23.2 <sup>a</sup>	0.46	<0.0001	
A+B	78.9 <sup>de</sup>	79.8 <sup>cd</sup>	80.5 <sup>bc</sup>	81.4 <sup>ab</sup>	81.8 <sup>a</sup>	82.3 <sup>a</sup>	82.1 <sup>a</sup>	82.0 <sup>a</sup>	81.7 <sup>a</sup>	79.2 <sup>d</sup>	78.0 <sup>e</sup>	76.5 <sup>f</sup>	0.46	<0.0001	

n = 8

<sup>1</sup>Marbling score range=1( devoid) to 9(highly abundant).

<sup>2</sup>Quality grade range=1++(best), 1+, 1, 2, and 3(worst)

<sup>3</sup>Yield grade range=A(highest), B, and C(lowest).

Means with different letter within a same row differ at P <0.05.

표 3-6. Seasonal comparison of carcass characteristics, quality grade frequency (QGF) and yield grade frequency (YGF) for eight years (2006-2013) in Korean cattle steers

Item	Spring	Summer	Autumn	Winter	SEM	P value
Marbling score <sup>1</sup>	5.1 <sup>c</sup>	5.2 <sup>b</sup>	5.3 <sup>a</sup>	5.1 <sup>bc</sup>	0.04	0.0008
Quality grade <sup>2</sup> frequency						
1++	13.8 <sup>b</sup>	14.5 <sup>ab</sup>	15.3 <sup>a</sup>	14.3 <sup>b</sup>	0.44	0.03
1+	29.7 <sup>b</sup>	30.6 <sup>ab</sup>	31.5 <sup>a</sup>	30.4 <sup>b</sup>	0.36	0.01
1	32.4	32.4	32.1	32.2	0.21	0.69
2	21.0 <sup>a</sup>	19.9 <sup>ab</sup>	18.8 <sup>b</sup>	20.4 <sup>a</sup>	0.59	0.0058
3	2.9 <sup>a</sup>	2.4 <sup>bc</sup>	2.2 <sup>c</sup>	2.6 <sup>ab</sup>	0.23	0.0044
1++ plus 1+	43.5 <sup>c</sup>	45.1 <sup>b</sup>	46.8 <sup>a</sup>	44.7 <sup>bc</sup>	0.74	0.0027
1++ plus 1+ plus 1	75.9 <sup>c</sup>	77.5 <sup>ab</sup>	78.8 <sup>a</sup>	76.8 <sup>bc</sup>	0.80	0.0025
Slaughter weight, kg	681 <sup>b</sup>	680 <sup>b</sup>	683 <sup>b</sup>	689 <sup>a</sup>	3.85	0.0028
Carcass weight, kg	408	409	410	412	2.21	0.08
Rib eye area, cm <sup>2</sup>	87.4	87.4	87.5	87.5	0.42	0.82
Backfat thickness, mm	12.4 <sup>b</sup>	12.3 <sup>b</sup>	12.7 <sup>a</sup>	12.9 <sup>a</sup>	0.11	< 0.0001
Yield index	65.2 <sup>a</sup>	65.3 <sup>a</sup>	65.0 <sup>b</sup>	64.8 <sup>b</sup>	0.07	< 0.0001
Yield grade <sup>3</sup> frequency						
A	30.8 <sup>a</sup>	31.4 <sup>a</sup>	28.9 <sup>b</sup>	28.0 <sup>b</sup>	0.65	0.0004
B	50.4	50.7	50.7	50.4	0.52	0.84
C	18.5 <sup>c</sup>	17.7 <sup>c</sup>	20.2 <sup>b</sup>	21.4 <sup>a</sup>	0.78	< 0.0001
A+B	81.2 <sup>a</sup>	82.1 <sup>a</sup>	79.6 <sup>b</sup>	78.4 <sup>c</sup>	0.77	< 0.0001

n = 8

<sup>1</sup>Marbling score range=1(devoid) to 9(highly abundant).

<sup>2</sup>Quality grade range=1++(best), 1+, 1, 2, and 3(worst)

<sup>3</sup>Yield grade range=A(highest), B, and C(lowest).

Means with different letter within a same row differ at P <0.05.

표 3-7. Regional comparison of average quality frequency and yield frequency for 8 years (2006-2013) in Korean cattle steer carcasses

Item	Spring				Summer				Autumn				Winter				Mean				SEM
	경기	강원	경남	전남	경기	강원	경남	전남	경기	강원	경남	전남	경기	강원	경남	전남	경기	강원	경남	전남	
Quality grade <sup>1</sup> frequency (%)																					
1++	12.9 <sup>a</sup>	17.6 <sup>a</sup>	15.2 <sup>ab</sup>	14.0 <sup>b</sup>	14.1 <sup>b</sup>	15.9 <sup>a</sup>	16.4 <sup>a</sup>	14.2 <sup>b</sup>	14.9 <sup>b</sup>	16.4 <sup>a</sup>	17.3 <sup>a</sup>	16.0 <sup>ab</sup>	13.0 <sup>b</sup>	16.4 <sup>a</sup>	16.0 <sup>a</sup>	14.2 <sup>b</sup>	13.7 <sup>b</sup>	16.0 <sup>a</sup>	16.2 <sup>a</sup>	14.6 <sup>b</sup>	0.42
1+	29.7 <sup>a</sup>	31.7 <sup>ab</sup>	30.5 <sup>ab</sup>	36.9 <sup>a</sup>	30.2 <sup>a</sup>	34.5 <sup>a</sup>	31.7 <sup>a</sup>	37.9 <sup>a</sup>	31.9 <sup>a</sup>	34.0 <sup>a</sup>	32.2 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>	30.4 <sup>a</sup>	31.9 <sup>a</sup>	30.5 <sup>ab</sup>	37.3 <sup>a</sup>	30.5 <sup>a</sup>	31.9 <sup>a</sup>	31.2 <sup>a</sup>	36.0 <sup>a</sup>	0.73
1	31.6 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	32.5 <sup>a</sup>	27.1 <sup>b</sup>	31.6 <sup>a</sup>	32.9 <sup>a</sup>	31.3 <sup>a</sup>	26.8 <sup>b</sup>	31.2 <sup>ab</sup>	32.8 <sup>a</sup>	31.0 <sup>a</sup>	20.7 <sup>b</sup>	31.3 <sup>a</sup>	31.9 <sup>a</sup>	32.4 <sup>a</sup>	30.7 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	32.5 <sup>a</sup>	31.8 <sup>a</sup>	26.5 <sup>b</sup>	0.51
2	22.6 <sup>a</sup>	15.5 <sup>b</sup>	16.0 <sup>b</sup>	17.5 <sup>b</sup>	21.4 <sup>a</sup>	13.1 <sup>b</sup>	16.9 <sup>ab</sup>	17.5 <sup>b</sup>	19.9 <sup>a</sup>	15.1 <sup>b</sup>	16.3 <sup>b</sup>	15.4 <sup>b</sup>	21.3 <sup>a</sup>	16.4 <sup>b</sup>	17.6 <sup>b</sup>	16.9 <sup>b</sup>	21.6 <sup>a</sup>	15.5 <sup>b</sup>	17.2 <sup>b</sup>	16.8 <sup>b</sup>	0.67
3	1.0 <sup>bc</sup>	1.7 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	1.6 <sup>b</sup>	2.5 <sup>b</sup>	1.7 <sup>b</sup>	3.1 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	2.2 <sup>b</sup>	1.6 <sup>b</sup>	2.6 <sup>ab</sup>	2.9 <sup>a</sup>	2.9 <sup>ab</sup>	1.9 <sup>b</sup>	2.6 <sup>b</sup>	3.9 <sup>a</sup>	2.6 <sup>b</sup>	1.7 <sup>b</sup>	2.9 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	0.27
1++ plus 1+	42.6 <sup>a</sup>	51.3 <sup>a</sup>	45.8 <sup>a</sup>	50.9 <sup>a</sup>	44.7 <sup>a</sup>	50.4 <sup>ab</sup>	47.9 <sup>a</sup>	52.1 <sup>a</sup>	46.8 <sup>a</sup>	50.4 <sup>a</sup>	49.4 <sup>ab</sup>	55.7 <sup>a</sup>	43.4 <sup>a</sup>	49.7 <sup>ab</sup>	46.5 <sup>ab</sup>	51.5 <sup>a</sup>	44.5 <sup>a</sup>	50.5 <sup>ab</sup>	47.4 <sup>ab</sup>	52.6 <sup>a</sup>	0.90
1++ plus 1+ plus 1	74.2 <sup>a</sup>	82.8 <sup>a</sup>	78.2 <sup>a</sup>	77.8 <sup>a</sup>	76.0 <sup>a</sup>	83.3 <sup>a</sup>	79.2 <sup>a</sup>	79.9 <sup>a</sup>	77.6 <sup>a</sup>	81.2 <sup>a</sup>	80.5 <sup>ab</sup>	81.2 <sup>a</sup>	74.7 <sup>a</sup>	81.7 <sup>a</sup>	79.9 <sup>ab</sup>	78.2 <sup>a</sup>	75.7 <sup>a</sup>	82.6 <sup>a</sup>	79.2 <sup>a</sup>	79.1 <sup>a</sup>	0.87
Yield grade <sup>2</sup> frequency (%)																					
A	32.1 <sup>a</sup>	32.8 <sup>a</sup>	27.1 <sup>b</sup>	33.9 <sup>a</sup>	33.6 <sup>a</sup>	33.2 <sup>a</sup>	26.6 <sup>b</sup>	34.1 <sup>a</sup>	30.7 <sup>a</sup>	30.4 <sup>a</sup>	34.1 <sup>b</sup>	31.7 <sup>a</sup>	28.6 <sup>b</sup>	28.8 <sup>b</sup>	23.8 <sup>b</sup>	28.9 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	31.5 <sup>a</sup>	25.4 <sup>b</sup>	32.4 <sup>a</sup>	1.04
B	50.8 <sup>a</sup>	52.8 <sup>a</sup>	51.1 <sup>a</sup>	45.2 <sup>b</sup>	50.1 <sup>a</sup>	52.7 <sup>a</sup>	52.9 <sup>a</sup>	46.7 <sup>b</sup>	50.4 <sup>a</sup>	54.5 <sup>a</sup>	53.1 <sup>ab</sup>	46.2 <sup>b</sup>	51.0 <sup>a</sup>	53.3 <sup>a</sup>	51.9 <sup>ab</sup>	45.1 <sup>b</sup>	50.6 <sup>a</sup>	53.3 <sup>a</sup>	52.2 <sup>ab</sup>	45.7 <sup>b</sup>	0.76
C	17.0 <sup>b</sup>	14.4 <sup>b</sup>	21.2 <sup>a</sup>	20.9 <sup>a</sup>	16.1 <sup>b</sup>	14.0 <sup>b</sup>	19.6 <sup>a</sup>	19.8 <sup>a</sup>	18.9 <sup>b</sup>	15.1 <sup>b</sup>	22.2 <sup>a</sup>	21.8 <sup>a</sup>	19.4 <sup>b</sup>	16.0 <sup>b</sup>	23.9 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>	17.9 <sup>b</sup>	15.1 <sup>b</sup>	21.7 <sup>a</sup>	21.1 <sup>a</sup>	1.00
A+B	82.9 <sup>a</sup>	85.5 <sup>a</sup>	78.2 <sup>b</sup>	79.1 <sup>b</sup>	83.8 <sup>a</sup>	85.9 <sup>a</sup>	79.2 <sup>b</sup>	80.9 <sup>b</sup>	81.1 <sup>b</sup>	84.9 <sup>a</sup>	77.2 <sup>b</sup>	77.7 <sup>b</sup>	80.5 <sup>a</sup>	81.1 <sup>a</sup>	75.7 <sup>b</sup>	75.0 <sup>b</sup>	82.1 <sup>a</sup>	84.9 <sup>a</sup>	77.7 <sup>b</sup>	78.1 <sup>b</sup>	1.00

n = 8

<sup>1</sup>Quality grade range=1++(best), 1+, 1, 2, and 3(worst)

<sup>2</sup>Yield grade range=A(highest), B, and C(lowest).

Means with different letter within a same raw differ at P <0.05.

표 3-8. Pearson correlation coefficient values of marbling score, QGF, YGF and carcass characteristics with climate temperatures and THI

Item	Climate temperature			THI		
	Mean	Maximum	Minimum	Mean	Maximum	Minimum
Marbling score	0.16	0.16	0.18	0.27	0.27	0.28
Quality grade frequency						
1++	0.25	0.24	0.27	0.23	0.23	0.24
1+	0.16	0.15	0.18	0.16	0.16	0.18
1	0.41	0.41	0.39	0.41	0.40	0.40
2	-0.24	-0.23	-0.26	-0.24	-0.25	-0.25
3	-0.30	-0.29	-0.33	-0.33	-0.32	-0.35
1++ plus 1+	0.19	0.18	0.21	0.19	0.19	0.20
1++ plus 1+ plus 1	0.27	0.25	0.28	0.26	0.27	0.28
Slaughter weight	-0.70*	-0.71**	-0.69*	-0.70*	-0.72**	-0.69*
HCW	-0.55 <sup>a</sup>	-0.57 <sup>b</sup>	-0.53 <sup>c</sup>	-0.55 <sup>d</sup>	-0.57 <sup>e</sup>	-0.53 <sup>f</sup>
Rib eye area	-0.21	-0.22	-0.20	-0.22	-0.23	-0.21
Backfat thickness	-0.75**	-0.76**	-0.74**	-0.75**	-0.75**	-0.74**
Yield index	0.74**	0.75**	0.72**	0.74**	0.74**	0.72**
Yield grade frequency						
A	0.72**	0.73**	0.71**	0.73**	0.73**	0.72**
B	0.60*	0.61*	0.61*	0.60*	0.61*	0.59*
C	-0.79**	-0.79**	-0.77**	-0.79**	-0.79**	-0.78**
A+B	0.79**	0.79**	0.77**	0.78**	0.78**	0.77**

\* p value < 0.05

\*\* p value < 0.01

a: p=0.062; b: p=0.053; c: p=0.076; d: p=0.062; e: p=0.053; f: p=0.074

### 1++ plus 1+ plus 1 QGF (%)

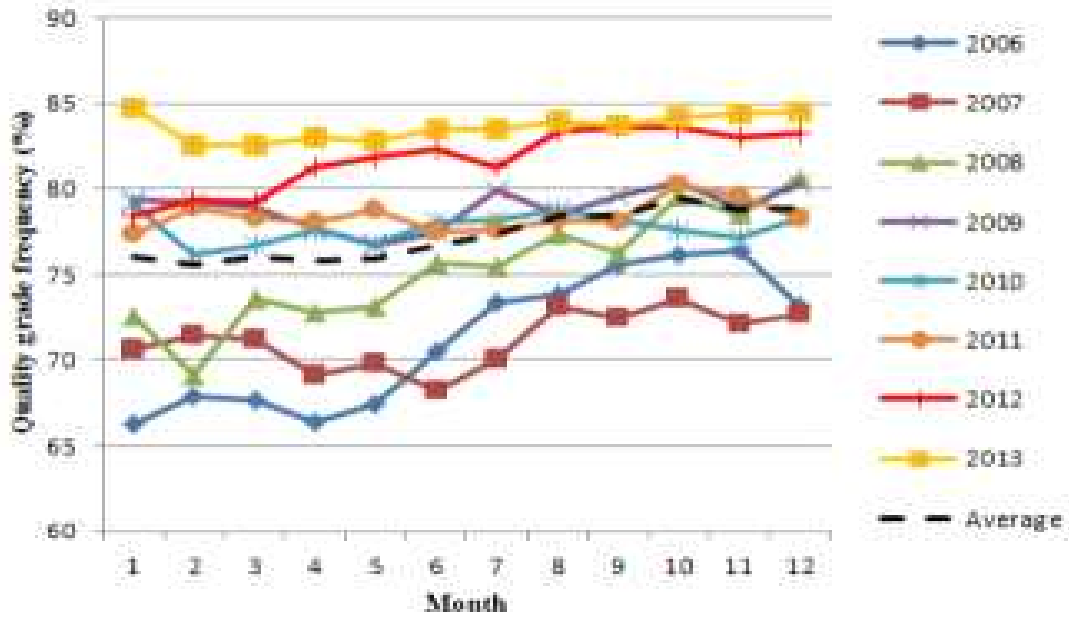


그림 3-1. Monthly comparison of 1++ plus 1+ plus 1 quality grade frequency (QGF) for 8 years in Korean cattle steer carcasses.

### A plus B YGF (%)

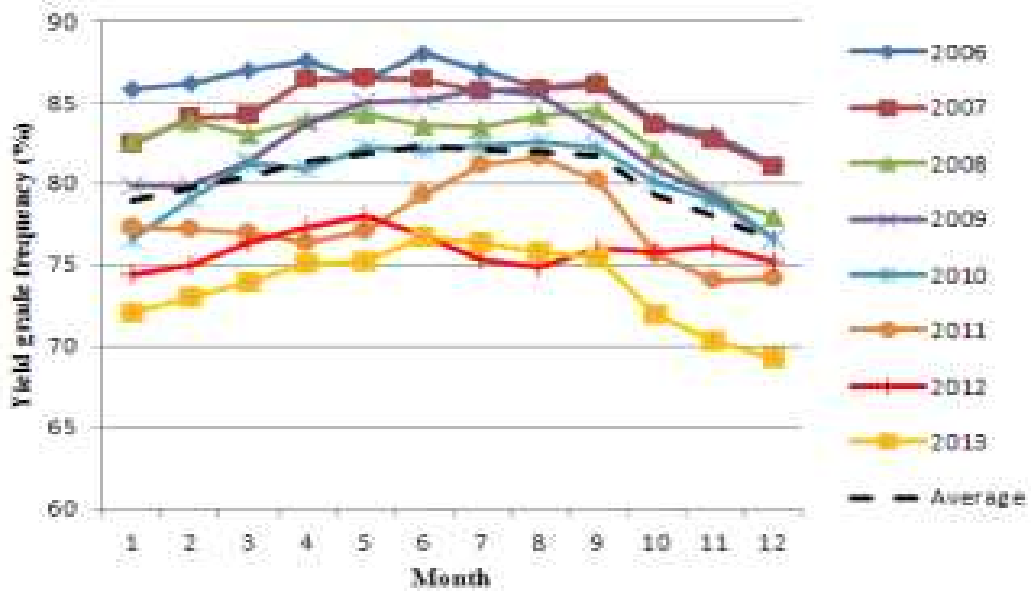


그림 3-2. Monthly comparison of A plus B yield grade frequency (YGF) for 8 years in Korean cattle steer carcasses.



#### 나. 겨울철 온도 스트레스 저감 영양소 조절방안 및 생리학적, 면역학적 변화 구명 (2014 ~ 2017)

- 본 연구에서는 2014년 3월부터 2017년 5월까지 매년 겨울 실험을 수행하였다. 저온 조건에서 보호지방, 지방, 글리세롤 첨가 사료 급여 효과 및 정상온도와 저온에서 혈액성상 및 면역지표 비교 분석 연구를 수행하였으며, 이를 토대로 겨울철 저온 스트레스 관련 영양생리학적 지표, 스트레스 및 면역 지표 개선 효과를 검증하고자 하였으며, 추위 스트레스 저감용 사료배합비 개발의 기초 데이터를 축적하였다.

##### (1) 2014년 초봄 온도 스트레스에 따른 영양생리학적 및 면역 반응 지표 발굴 사양 실험 (2014년 3월 - 5월: 초봄-여름 3개월)

###### (가) 계절별 사양 실험 결과

월별 (3월 늦겨울, 4월 초봄 비교) 사양 실험을 수행하여 사육온도가 성장 및 사료요율이 미치는 영향을 조사하였다. 강원도 평창군 대화면 소재 서울대학교 실험목장 내부의 2014년 3월과 4월 평균 최저온도는 각각 1.0°C와 6.2°C도였다 (표 3-9). 2014년 3월 한우 거세우 평균 13개월령의 일당증체량은 1.13kg으로 4월 1.38kg에 비해 낮았다 ( $P < 0.001$ ; 표 3-10). 사료효율(섭취량/증체량)은 4월은 0.16kg/kg으로 3월 0.146kg/kg에 비해 개선되는 경향을 ( $P = 0.069$ ) 보였다.

###### (나) 면역 지표 분석 결과

월별 면역세포의 변화를 살펴보기 위해 총 3번 (2014년 3월 7일, 4월 4일, 5월 7일) 전혈에서 면역세포를 분리 및 분석하였음. 대표적인 스트레스 마커인 G:L(그림 3-3 A)와 B 세포 (그림 3-3 C)는 월별 차이가 없었음. 단핵구(그림 3-3 B)와 CD4+T세포(그림 3-3 D), 활성 CD4+T세포(그림 3-3 E), CD8+T세포 (그림 3-3 F)는 3월에서 4월로 기온이 올라감에 따라 11개월령에서 유의적으로 감소한 반면 ( $P < 0.05$ ), 활성 CD8+ T 세포(그림 3-3 G)는 기온이 상승함에 따라 11개월령에서 증가하였음 ( $P < 0.05$ ). 또한 CD4+CD25+T세포와 CD8+CD8+T세포의 상관관계는 유의적인 음의 상관을 보였음(그림 3-3 H). 본 실험에서는 인위적인 급성 스트레스 요인을 처리하지 않았으므로 3월에서 4월로 기온 상승 또는 동물 나이 차이에 의한 면역 세포 향상의 변화가 일어났음을 보여주는 결과임.

또한 온도 스트레스를 받은 소에서 나이에 따른 세포 면역 분석방법을 확립하였음.

###### (다) Blood 생리 대사학적 지표 분석 결과

NEFA(non-esterified fatty acid)는 3월에 비해 4월과 5월에서 농도가 감소하였으며 ( $P < 0.05$ ), Triglyceride는 농도 변화가 없었다 (그림 3-4). Phospholipid와 HDL, LDL은 3월, 4월에 비해 5월의 농도가 높았다( $P < 0.05$ ).

혈중 Glucose의 농도는 변하지 않았다(그림 3-5). Total protein 농도는 4월보다 5월에 유의적으로 증가하였고, Albumin과 BUN 농도는 3,4월보다 5월에 유의적으로 증가하였다 ( $P < 0.05$ ; 그림 3-6). Creatinine은 농도의 변화가 없었다. GOT 농도는 3월에 비해 5월에 증가하였고, GPT 농도는 3월보다 4, 5월에 증가하였다 (그림 3-7). Phosphorus 농

도는 3월에 비해 5월에 증가하였다 (그림 3-8). C3 농도는 변화가 없었고 C4 농도는 3월에 비해 4, 5월에 감소하였다(그림 3-9).

요약하면, 혈액 내 phospholipid, HDL, LDL 농도는 기온 상승에 따라 점차 증가하였고 NEFA 농도는 감소하였다. 하지만 glucose의 농도 변화는 없었으며 liver indicator 2종 (C3, C4) 은 모두 증가하였다.

(라) 연구 결과에 대한 고찰

3월과 4월의 평균 온도는 8.7°C, 13.0°C, 평균 최저온도는 각각 1.0°C와 6.2°C로 3월에 저온 스트레스를 받았을 가능성이 있다. 기온이 낮으면 그만큼 체열 생산을 위해 소모되는 에너지가 많아지므로 사료 효율 및 일당 증체량이 낮아지게 된다(표 3-10). 혈액 분석 결과를 보면 시간이 지날수록 NEFA의 농도가 감소하고, HDL, LDL, phospholipid의 농도가 높아진다. 하지만 Glucose의 농도는 변하지 않았다. 이를 통해서 외부 기온이 낮을 때 체열 생산의 에너지원은 glucose가 아닌 NEFA라고 추측할 수 있다.

표 3-9 : 월별 축사 내부, 외부 온도 및 상대습도

Period	Ambient temperature; °C	Climate temperature;	RH, %
<b>P1 (Week 0 ~ Week 4) 3월</b>			
7일~4월 3일			
Mean(±SEM)	8.70±0.88	4.6±0.92	61.6±1.97
Maximum	20.55	10.6	87.0
Minimum	1.00	-1.7	37.3
<b>P2 (Week 4 ~ Week 8)</b>			
4월 4일~5월 1일			
Mean(±SEM)	13.00±0.54	9.8±0.64	63.7±2.11
Maximum	21.35	15.8	88.0
Minimum	6.24	3.4	40.3

표 3-10 : Growth performance of Hanwoo steers (n=18) over 8 weeks

Variable	Week 4 (3월) <sup>1</sup>	Week 8 (4월) <sup>2</sup>	SE	P
Body weight, kg	308.8	347.3	4.60	<0.001
Feed intake <sup>3</sup> ,kg ; Daily total feed intake, kg/d	7.71	8.61	0.69	<0.001
Daily Concentrate intake <sup>3</sup> ,kg/d	4.03	4.52	0.37	<0.001
Daily forage intake <sup>3</sup> ,kg/d	3.69	4.09	0.40	<0.001
Average daily gain, kg/d	1.13	1.38	0.037	<0.001
Feed efficiency (F/G)	0.146	0.160	0.004	0.069

Initial body weight was 277.1 kg.

<sup>1</sup>Feed intake, ADG, feed efficiency from week 0 from week 4

<sup>2</sup>Feed intake, ADG, feed efficiency from week 4 from week 8

<sup>3</sup>Fed-base.

표 3-11 : 조사료, 농후사료 일반 성분 분석 결과

농후사료	1주차	2주차	3주차	4주차	5주차	6주차	7주차	평균
수분(%)	13.06	12.67	12.25	12.46	12.04	11.5	11.35	12.19
조단백질(%)	14.48	14.83	14.82	14.66	14.23	14.27	14.24	14.50
조지방(%)	3.51	3.04	3.62	3.01	2.8	3.37	3.26	3.23
조회분(%)	7.09	7.73	7.56	7.9	8.09	8.36	7.86	7.80
칼슘(%)	1.39	1.43	1.4	1.51	1.44	1.5	1.37	1.43
인(%)	0.49	0.49	0.48	0.49	0.51	0.54	0.52	0.50

농후사료: 육성우 사료

조사료	1주차	2주차	3주차	4주차	5주차	6주차	7주차	평균
수분(%)	9.06	8.18	8.33	10.89	8.28	8.63	12.09	9.35
조단백질(%)	8.64	5.49	7.38	9.7	5.36	8.83	9.47	7.84
조지방(%)	2.49	1.34	1.72	2.71	1.77	3.23	1.68	2.13
조회분(%)	6.65	6.77	6.22	9.71	6.32	9.98	10.73	8.05
칼슘(%)	0.22	0.2	0.23	0.25	0.19	0.26	0.34	0.24
인(%)	0.17	0.16	0.2	0.23	0.16	0.27	0.21	0.20
ADF(%)	36.46	36.21	40.75	31.85	37.88	33.72	31.87	35.53
NDF(%)	59.14	60.73	64.95	55.61	61.98	57	55.48	59.27

조사료: 티모시 건초

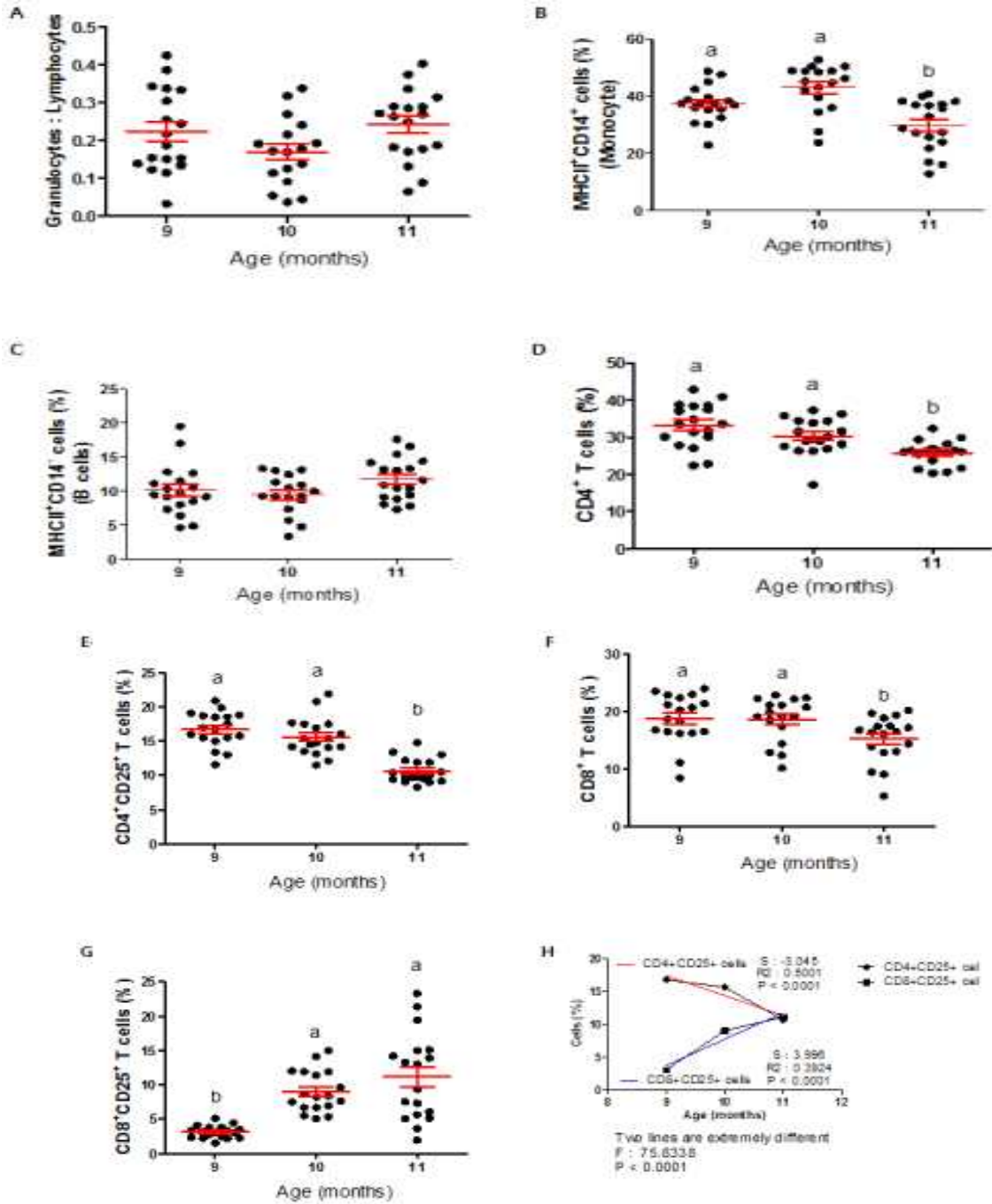


그림 3-3. 월별 면역 세포 성장 변화. 9개월령(3월 7일), 10개월령(4월 4일), 11개월령(5월 7일)에 측정 (A) 과립구:림프구, (B) 단핵구, (C) B 세포, (D) CD4<sup>+</sup>T세포, (E) CD8<sup>+</sup>T세포, (F) CD4<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup>T세포와 CD8<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup>T세포의 선형회귀 분석. (F) 에서 S: slope, R<sup>2</sup>: R<sup>2</sup>, P-value: slope is significantly non-zero.

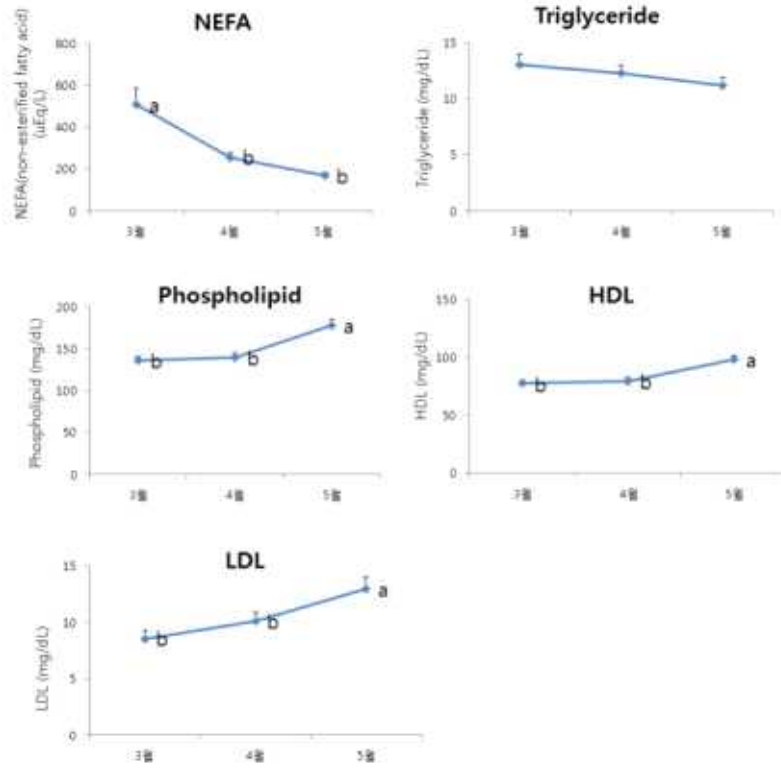


그림 3-4. 온도 변화에 의한 lipid metabolite의 변화(NEFA, TG, Phospholipid, HDL, LDL)  
 Values are mean +SEM. 알파벳 숫자가 다른 것은 P < 0.05에서 유의적인 차이를 나타냄.

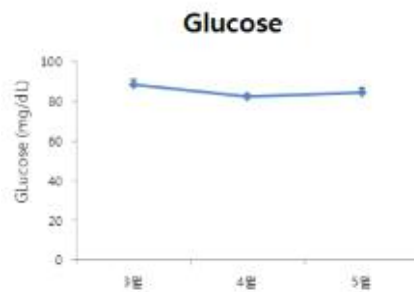


그림 3-5 온도 변화에 의한 carbohydrate metabolite의 변화(glucose)  
 Values are mean +SEM.

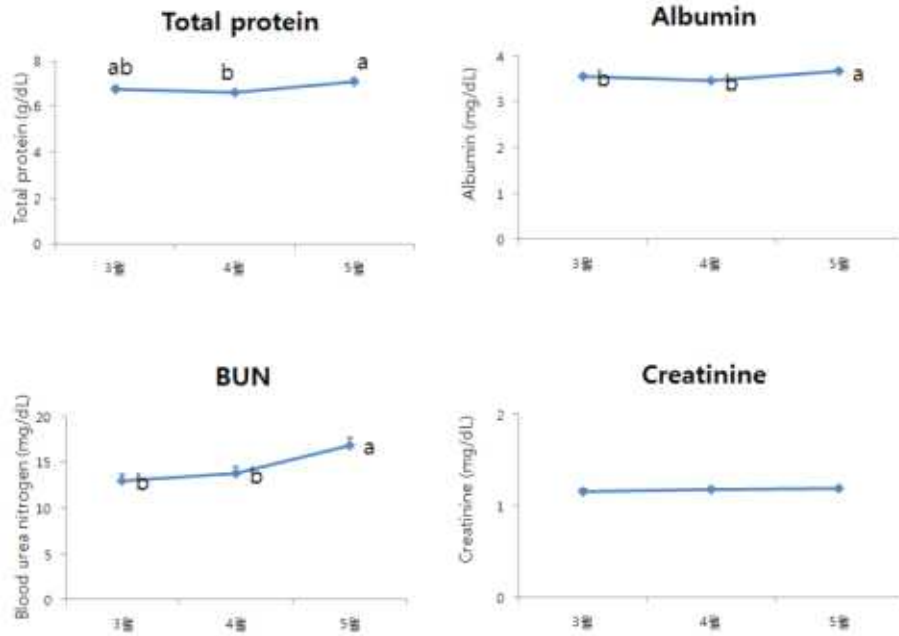


그림 3-6. 온도 변화에 의한 protein, nitrogen의 변화(albumin, TP, creatinin, BUN)  
 Values are mean +SEM. 알파벳 숫자가 다른 것은 P < 0.05에서 유의적인 차이를 나타냄.

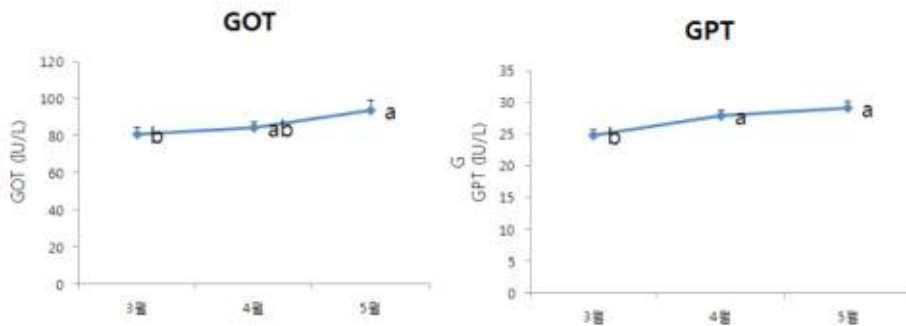


그림 3-7. 온도 변화에 의한 Liver indicator의 변화(GOT, GPT)  
 Values are mean +SEM. 알파벳 숫자가 다른 것은 P < 0.05에서 유의적인 차이를 나타냄.

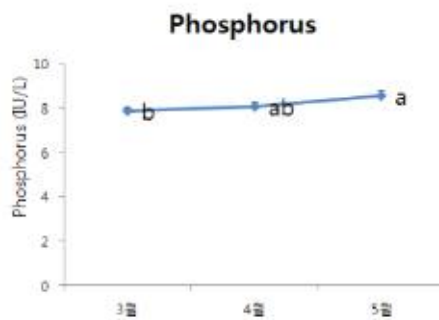


그림 3-8. 온도 변화에 의한 Mineral의 변화(Phosphorus)

Values are mean +SEM. 알파벳 숫자가 다른 것은 P <0.05에서 유의적인 차이를 나타냄.

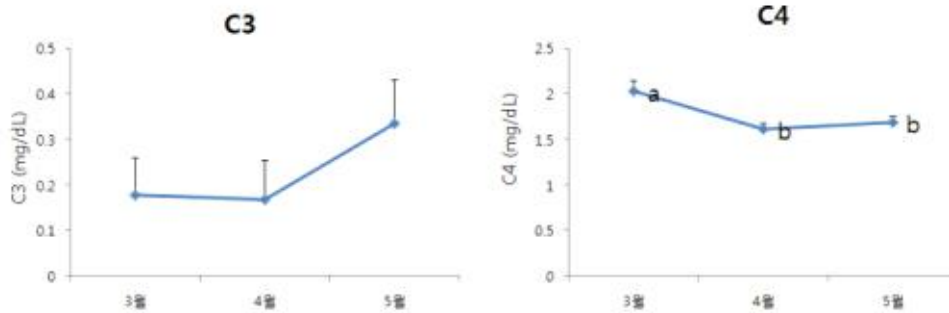


그림 3-9. 온도 변화에 의한 C3, C4의 변화

Values are mean +SEM. 알파벳 숫자가 다른 것은 P <0.05에서 유의적인 차이를 나타냄.

(2) 2015년 겨울 저온 스트레스 저감 사료 사양 및 대사 실험 (1월-4월: 겨울-봄 4개월)

(가) 월별 지방첨가 사료 급여 효과 및 혈액성상 비교 분석 (2015년 1월-4월: 겨울-봄 4개월): 사양동 실험

○ 실험 목적

- 한우 거세우 저온 스트레스 저감사료 개발 연구
- 한우에서 온도 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴
- 월별 사료효율 및 영양생리·면역학적 변화 측정
- 반추위 발효 성상 분석
- 사료섭취량/성장률 개선 효과 구명
- 온도 조절이 가능한 사양시스템에서 실험 수행

○ 실험 방법

- 공시동물 : 한우거세우(20.2개월령) 20두
- 사료처리구: 대조구, 지방첨가구(경화보호지방 0.5%)
  - \* 저온 조건에 의해 유지에너지 요구량, 특히 체온 유지에 필요한 에너지 요구량이 높아지므로 지방 첨가에 의해 추가적인 에너지를 공급함으로써 저온 스트레스를 저감시킬 수 있음이 보고되어, 지방첨가 실험을 수행하였음
- 예비실험 및 사료 교체 : 1월 3일-8일
- 사료 교체 방법 : 기존 사료와 1/2 씩 섞어서 급여 :
  - \* 1/2는 사료조 내 기존 사료를 급여, 나머지 1/2 대조구 사료는 무게를 재서 조사료 급이기에 부어주는 방법으로 급여
- 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법
  - > 농후사료 및 일일 섭취량 측정 방법

- 드라발 스테이션 4개에 2개 시험사료 각각 지정 후 자동급여
  - \* 대조구 사료 : 우방 2,4
  - \* 지방 첨가 사료 : 우방 1,3
- 급여량은 개체별 체중의 1.5%까지 체중을 고려하여 급여; 대량 8-9kg 정도 급여
- 일일 섭취량은 자동급이기 연결 컴퓨터에 기록됨
- > 조사료
  - 다운 조사료 급이기로 벗짚 급여
  - 일일 2회 급여; 오전 8시, 오후 6시
  - 급여량 : 하루 1kg 급여로 고정
  - 섭취량 측정은 급여량 및 잔량 측정으로 계산
- 조사항목 및 시료 채취
  - > 온습도 : 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격
  - > 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
  - > 체중측정 : 월별(30일) 체중 측정
  - > 혈액 채취 및 분석
    - 월별(30일) 혈액 채취 : 9시 -10시
      - \* 혈액채취 시간 ; 사료 급여 중단 9h후, 오전 9시부터
      - \* 조사료 급여 중단 및 재급여 방법 :
        - 시험당일 0시에 다운 조사료조 모든 사료 제거 : 체중 측정 후 조사한 조사료 급여량에 근거 12시에 재급여; 측정된 체중에 근거 재계산한 섭취량 설정
      - \* 농후사료 급여 중단 및 재급여 방법 :
        - 시험 당일 0시 - 오전 12시 드라발 농후사료 급이기 가동 중단
        - 조사료 급여, 섭취 확인 후 재가동; 측정된 체중에 근거 급여량 중량설정 후 오후 2-4시경 재가동
      - \* 혈액 원심분리 : 혈장 및 혈철 원심분리하여 냉동보관
  - > Fecal collection :
    - 혈액 채취 직후 각 개체별 fecal grab하여 분 샘플 채취.
  - > Rumen fluid collection :
    - Collection 시기 : 혈액 채취 및 체중 측정 1주일 후
    - 시간 : 오전 8시 feeding 3시간 후
    - 반추위액 채취, 처리, 분석방법 : stomach tube로 채취, 반추미생물 분석용(액체질소에 급냉후, -70℃ 보관), 당일 pH 채취 직후 측정, 나머지 50ml 분주 냉동보관
- > 기타 조사 항목
  - 내외기온, 내외습도
  - 개시체중, 종료체중, 일당증체량, 사료효율
  - \* 사양 실험 개요 : 월별 시험기간 4주, 아래 표 참조



월	1	2	3	4	5
평균 개월령, 월	20.2	21.2	22.2	23.2	24.2
농후사료 급여량	개체별 체중의 1.5%체중을 고려하여 급여				
조사료 급여량	벧짚 1kg/d로 고정				
혈액채취 및 체중측정일	1월 9일 (금) 09:00 - 10:00	2월 6일 (금) 09:00 - 10:00	3월 6일 (금) 09:00 - 10:00	4월 3일 (금) 09:00 - 10:00	5월 1일 (금) 09:00 - 10:00

○ 연구 결과 및 고찰

표 3-12. Ingredient of concentrate diet and composition of experimental diets for Korean cattle steers during January through April of 2015.

Ingredients	Control	Fat-suppl
분쇄옥수수	1.48	0.68
소맥	25.00	25.00
생미강	4.88	5.00
대두피	8.00	8.00
요소	0.39	0.35
소금	0.20	0.20
당밀	3.50	3.50
전지면실	3.00	3.00
면실피	3.00	3.00
벤토나이트	0.30	0.30
산화마그네슘	0.30	0.30
중조	0.45	0.45
후레이크옥수수	21.00	21.00
옥분	5.48	7.61
CMS	1.20	1.20
야자박	5.00	5.00
채종박	2.41	2.04
밀가루	5.00	5.00
DDGS	0.00	0.61
단백피	4.78	3.88
석회석	2.89	2.57
Live yeast	0.07	0.01
맥반석	1.18	0.00
경화보호지방	0.00	0.50
팜유 코팅	0.30	0.61
미네랄/비타민프리믹스1	0.19	0.19
합계	100.00	100.00
TDN	74.00	77.50
Chemical composition, % DM		
Concentrate diet		
DM	86.69	85.95
CP	12.49	13.31
Fat	3.78	3.80
Ash	7.42	6.16
Ca	1.52	0.87
P	0.45	0.46
Rice straw, % DM		
DM		74.91

CP	3.87
Fat	1.37
Ash	11.46
Ca	0.25
P	0.095
ADF	51.97
NDF	31.52

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of additive (Grobic-DC, Bayer Health Care, Leverkusen, Germany): Vit. A, 2,650,000 IU; Vit. D3 530,000 IU; Vit.E 1,050 IU; Niacin 10,000mg; Mn 4,400 mg; Zn 4,400 mg; Fe 13,200 mg; Cu 2,200 mg; I,440 mg; Co440mg.

표 3-13. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures, climate temperatures and relative humidity during January through April of 2015.

Items	January (P1) <sup>1</sup>	February(P2) <sup>2</sup>	March(P3) <sup>2</sup>	April(P3) <sup>4</sup>	SE	P-value
Ambient temperature, °C						
Mean	-3.44	-0.70	5.87	11.18	0.58	<0.001
Maximum	4.49	5.04	17.78	20.68	1.53	<0.001
Minimum	-9.40	-5.5	-1.86	4.28	0.49	<0.001
Climate temperature, °C						
Mean	-2.91	-0.24	4.68	10.36	0.58	<0.001
Maximum	8.78	7.00	16.16	18.12	1.59	<0.001
Minimum	-10.57	-5.78	-3.12	3.88	0.54	<0.001
Ambient Relative humidity, %						
Mean	75.32	66.35	52.33	57.64	2.12	<0.001
Maximum	90.03	83.38	89.95	77.90	2.60	0.04
Minimum	50.51	45.92	19.03	35.95	2.69	<0.001
Climate Relative humidity, %						
Mean	71.39	62.26	54.34	75.37	2.44	0.32
Maximum	91.80	81.42	93.55	106.38	3.36	0.65
Minimum	40.08	38.80	18.39	44.36	3.17	0.03

<sup>1</sup> January 9 - February 5 (4 weeks). <sup>2</sup> February 6 - March 5 (4 weeks).

<sup>3</sup> March 6 - April 3 (4 weeks). <sup>4</sup> April 4 - April 10 (4 weeks).

o 2015년 1월 - 4월 기후 자료 (표 3-13)

- 1월에 비해 2월의 실내 최저 온도 및 평균 온도는 높았고 최고 습도 및 평균 습도는 낮았음.
- 외부 온도의 경우 실내 온도의 변화와 비슷한 경향을 보였음.
- 1월에 2월보다 더 심한 추위 스트레스를 받았을 가능성이 있음.
- Cold stress categories (Grzych, 2010) 분류: Mild : 0° C ~ -6.7° C; Moderate: -7.2° C ~ -13.9° C; - Severe: <-13.9° C.
- 위 분류에 따르면 본 실험기간 1월은 moderate, 2월은 mild cold stress를 받았을 가능성이 있음

표 3-14. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet during January through April of 2015

Variable	January(P1) <sup>1</sup>		February(P2) <sup>2</sup>		March(P3) <sup>3</sup>		April(P4) <sup>4</sup>		SE	P-value		
	Control	Fat	Control	Fat	Control	Fat	Control	Fat		Month	Diet	Interaction
Age, month	20.0	19.5	20.9	20.4	21.8	21.3	22.7	22.2				
Initial body weight	547.2	554.0	571.6	579.0	587.2	595.6	604.4	616.0				
Body weight, kg	571.6	579.0	587.2	595.6	604.4	616.0	625.2	636.8				
Daily feed intake <sup>3</sup> , kg; DM	7.52	7.43	7.24	7.38	7.59	7.51	7.66	7.76	0.07	0.12	0.92	0.75
Total feed intake, kg/d												
Concentrate intake, kg/d	6.66	6.57	6.50	6.64	6.84	6.76	6.91	7.01	0.07	0.03	0.93	0.74
Forage intake, kg/d	0.86	0.86	0.74	0.74	0.75	0.75	0.75	0.75	0.01	<0.001	0.98	0.99
Average daily gain, kg/d	0.87	0.89	0.56	0.59	0.61	0.73	0.77	0.77	0.03	0.39	0.41	0.62
Feed efficiency(G:F)	0.104	0.124	0.077	0.080	0.080	0.097	0.099	0.098	0.01	0.35	0.33	0.60

N = 7. <sup>1</sup> January 9 – February 5 (4 weeks). <sup>2</sup> February 6 – March 5 (4 weeks).

<sup>3</sup> March 6 – April 3 (4 weeks). <sup>4</sup> April 4 – April 10 (4 weeks).

o 섭취량 및 성장 data (표 3-14)

- 1월보다 2월의 일당 증체량 및 사료 효율이 더 낮았음.
- 지방 첨가 효과는 없었음.

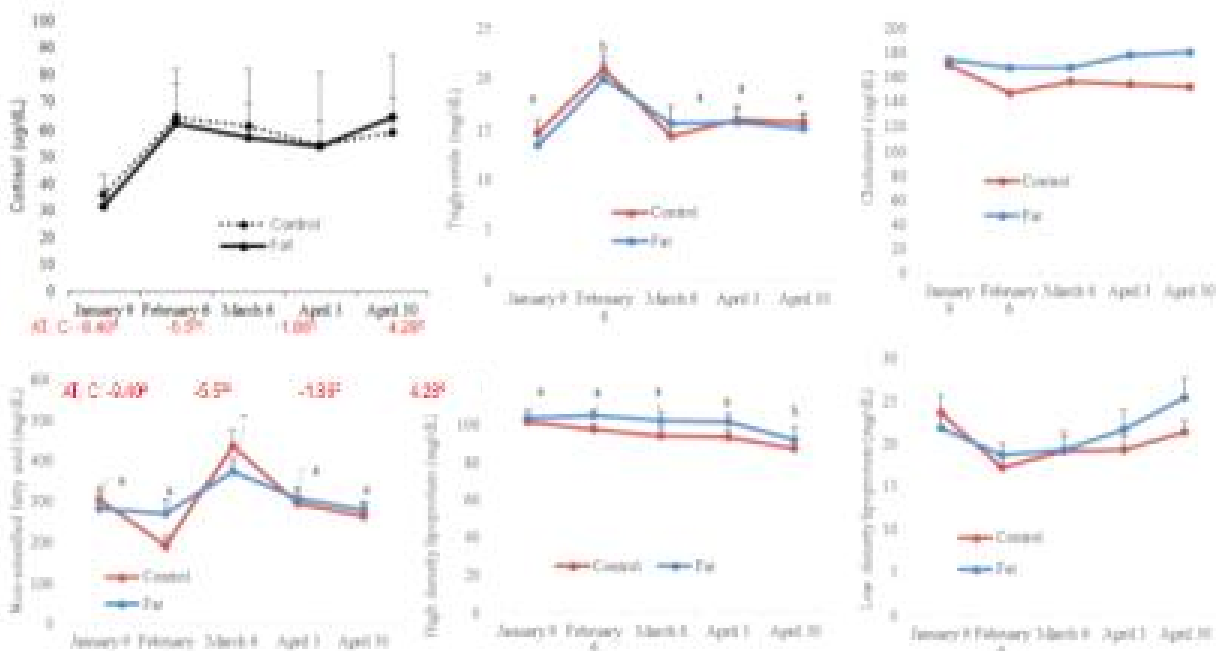


그림 3-10. Cortisol and serum lipid metabolite concentrations at several months in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Average minimum ambient temperature (AT) of each month is indicated in X-axis. Mean values with different letters differ within same diet group (P < 0.05).

- o TG, NEFA, HDL 농도 data (그림 3-10)
- Triglyceride의 농도는 2월에 가장 높았고, NEFA는 3월에 가장 높았음.
- HDL은 온도에 반비례하여 낮아지는 경향을 보임.
- Fat 첨가는 이들 농도에 영향을 미치지 않음.

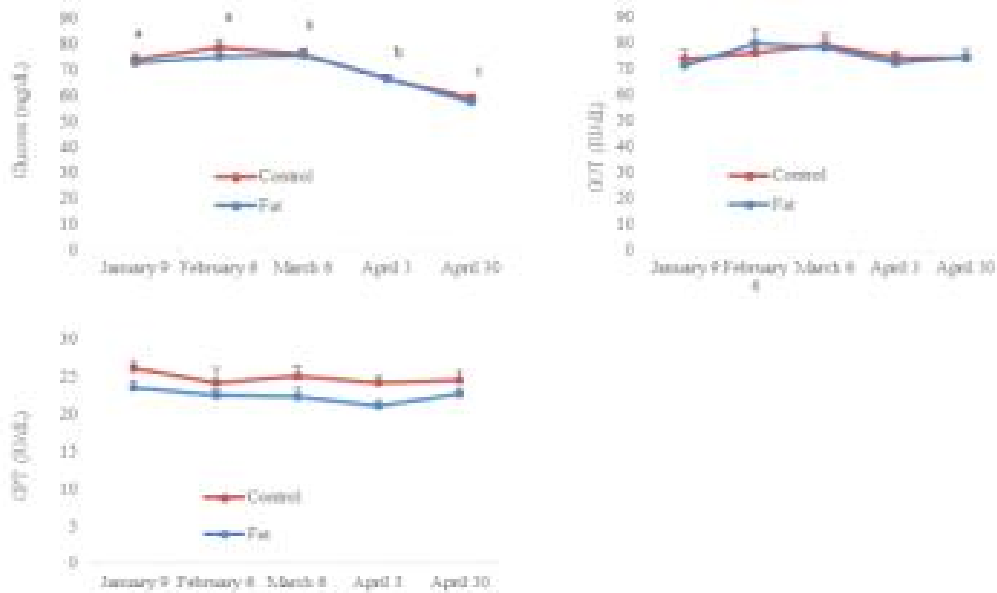


그림 3-11. Serum glucose and liver indicator concentrations at several months in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Mean values with different letters differ within same diet group (P < 0.05).

- o Glucose, GOT, GPT data (그림 3-11)

- Glucose 농도는 온도에 반비례하여 낮아졌으며 GOT, GPT는 변화가 없었음.

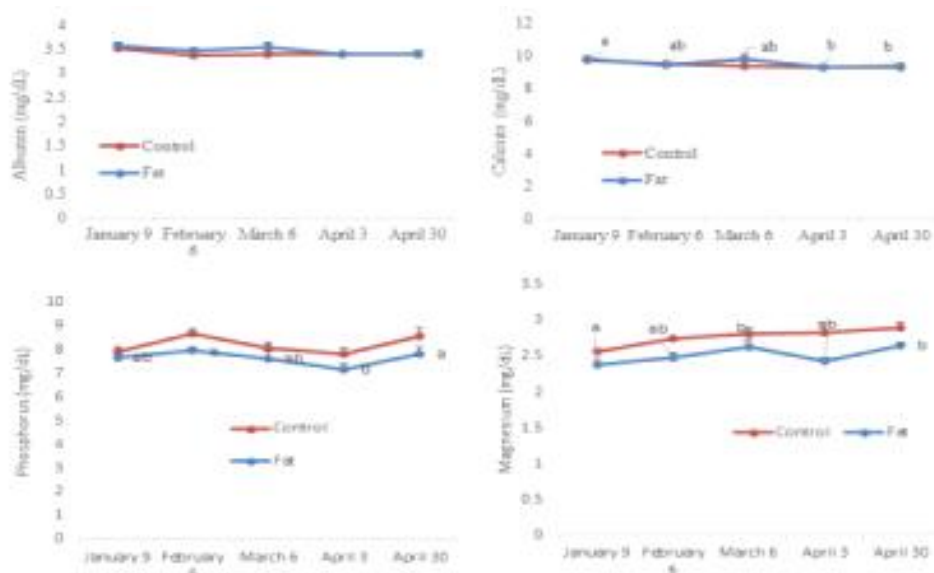


그림 3-12. Serum minerals and protein metabolite at several months in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Mean values with different letters differ within same diet

group (P < 0.05).

o Calcium은 온도에 반비례하여 낮아졌음 (그림 3-12).

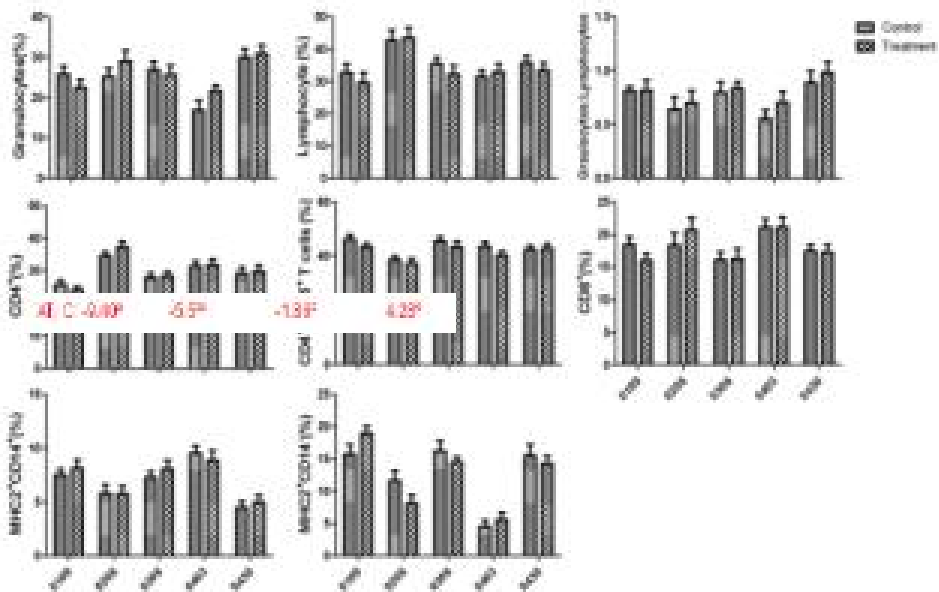


그림 3-13. Serum immune cell populations at several months in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Not significant for all items.

o Immune cell population (그림 3-13).

- 지방 첨가 효과는 없었으며, 월별 차이도 없었음

표 3-15. Rumen fluid VFAs and NH3 at several months in Korean cattle steers.

	January(P1)		February(P2)		March(P3)		April(P4)		SEM	P-value		
	Control	Fat	Control	Fat	Control	Fat	Control	Fat		Month	Diet	Interaction
pH	7.21	7.04	6.74	6.50	6.73	6.77	6.85	6.90	0.06	0.46	0.50	0.17
NH3, mg/dL	13.30	8.97	11.06	13.59	5.19	4.57	7.42	3.46	0.69	<0.001	0.40	0.45
C2, mM	36.22	37.84	51.24	52.71	43.89	46.06	46.19	39.34	1.12	0.82	0.87	0.18
C3, mM	10.25	10.98	15.81	17.39	14.48	18.13	13.60	12.63	0.54	0.47	0.22	0.59
C2/C3 ratio	3.62	3.46	3.29	3.11	3.14	2.84	3.46	3.14	0.07	0.24	0.067	0.66
iso-C4, mM	0.71	0.65	0.88	0.81	0.74	0.71	0.86	0.68	0.02	0.63	0.015	0.22
C4, mM	10.28	10.01	13.99	14.99	9.79	10.66	10.27	8.38	0.40	0.017	0.98	0.34
iso-C5, mM	1.10	1.15	1.51	1.27	1.19	1.06	1.36	0.98	0.05	0.62	0.08	0.27
C5, mM	0.79	0.80	1.33	1.37	0.98	1.18	1.10	0.91	0.04	0.87	0.76	0.40
Total VFA, mM	59.35	61.43	84.76	88.55	71.07	77.81	73.38	62.93	1.86	0.86	0.84	0.22

o 반추위 암모니아 및 VFA 농도 (표 3-15).

- 암모니아 농도가 1~2월보다 3~4월에 낮았음
- 지방첨가는 반추위 C2와 C3 농도에 영향을 미치지 않음.
- C2/C3 ratio가 지방 첨가에 의해서 낮아지는 경향 (P = 0.07)

(나) 저온 조건에서 지방첨가 사료 급여 효과 및 정상온도와 저온에 혈액성상 및 면역지표 비교 분석 (2015년 1월-2월): 대사동 실험

○ 실험 목적

- 저온 조건에서 지방첨가 사료 급여 효과 구명
- 한우에서 저온 조건에 따른 영양생리·면역학적 변화 및 대응 기전 구명
- 한우에서 저온 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴

○ 연구방법 (DAE 38:86-94, O'Brien et al. 2010.)

- 공시동물 : Normal diet 3두, Fat diet 3두; 대사들에 교대로 공시
- 실험기간 : 아래 제시

01월 20일	01월 21일	01월 22일	01월 23일	01월 24일	01월 25일	01월 26일	01월 27일	01월 28일	01월 29일	01월 30일	01월 31일	02월 01일	02월 02일	
대사들 적응(6일)							저온구(9일) (natural cold)							
							혈액 채취						Fecal collection	
							체중 측정							
02월 03일	02월 04일	02월 05일	02월 06일	02월 07일	02월 08일	02월 09일	02월 10일	02월 11일	02월 12일	02월 13일				
상온 적응		정상 온도구(9일) (온풍기 18℃)												
혈액 채취							Fecal collection			혈액 채취				
체중 측정										체중 측정				
위액 채취										위액 채취				

- 사양 방법 :

> 사료 급여 및 섭취량 측정

- 시험사료 및 대조구 사료 : 2015년 겨울 1-4월 사양실험과 동일한 농후사료 및 조사료사용 (표 3-16과 동일)

- 사료급여시간 : 농후사료, 조사료 오전 9시, 오후 6시 매일 아침 사료 급여전 잔량 측정 기록

- 급여량 : 사양실험과 동량의 농후사료(체중의 1.5%), 조사료(1kg/d) 급여

- Mineral, water : 항상 급여

- 체중측정 : 저온구, 정상온도구 각 시험 개시일 및 종료일에 드라발 체중측정기

이용 측정

> Blood collection :

- 채취시간 : 8h 이상 절식 후, 오전 9시 사료급여 전 채취
- 혈액 채취방법, 처리방법 및 분석 항목 : 사양실험과 동일한 방법

> 소화율 측정실험 :

- 소화율 분석 샘플 채취 시기 : 본실험 3일간(d6 - d8)
- Fecal fluid collection :
  - \* Collection 시기 : 각 처리구별 마지막 날 혈액 채취 후
  - \* 시간 : 오전 8시 feeding 3시간 후
  - \* 반추위액 채취, 처리, 분석방법 : stomach tube로 채취, 반추미생물 분석용(액체 질소에 급냉 후 -70°C 보관), 당일 pH 채취 직후 측정, 나머지 50ml 분주 냉동 보관

> 기타 조사 항목

- 내외기온, 내외습도
- 개시체중, 종료체중, 일당증체량, 사료효율

○ 연구 결과 및 고찰

표 3-16. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures, climate temperatures and relative humidity of metabolic room at normal and low-temperature conditions

Items	Low-temperature(P1) <sup>1</sup>	Normal(P2) <sup>2</sup>	SE	P
Ambient temperature, °C				
Mean	0.21	17.57	2.67	<0.001
Maximum	8.25	22.61	2.51	0.003
Minimum	-6.63	12.75	2.91	<0.001
Ambient Relative humidity, %				
Mean	63.50	41.38	3.27	<0.001
Maximum	84.61	57.08	4.28	0.0019
Minimum	35.83	33.00	3.27	0.78

<sup>1</sup> January 26 - February 3 (9 days)

<sup>2</sup> February 5 - February 13 (9 days).

o 2015년 겨울 대사시행동 온습도 자료 (표 3-16).

- 대사동 정상온도구에 비해 저온구 최저 온도는 18°C 낮았음.
- Cold stress categories (Grzych, 2010) 분류: Mild : 0° C ~ -6.7° C; Moderate: -7.2° C ~ -13.9° C; - Severe: <-13.9° C.
- 위 분류에 따르면 대사동 low-temp 실험기간에 mild cold stress를 받았을 가능성이 있음.
- 우리가 실험한 조건이 한우에서 어느 정도 저온스트레스를 유도할수 있는지 1세부과제

의 추후 결과를 고려할 필요가 있음

표 3-17. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at normal temperature and low-temperature.

	Low-temperature <sup>1</sup>		Normal <sup>2</sup>		SE	P		
	Control	Fat	Control	Fat		Diet	Temp	Interactio n
Age, month	21.0	20.3	21.0	20.3				
Initial body weight <sup>3</sup> , kg	503.3	517.3	507.2	526.0				
Body weight <sup>3</sup> , kg	507.2	526.0	512.7	532.3	3.26	0.34	0.76	0.98
Feed intake <sup>3</sup> , kg: DM b								
Total feed intake, kg/d	6.35	6.26	6.13	6.25	0.21	0.84	0.98	0.86
Concentrate intake, kg/d	5.63	5.56	5.39	5.50	0.05	0.80	0.97	0.87
Forage intake, kg/d	0.72	0.71	0.75	0.74	0.18	0.03	0.50	0.67
Average daily gain, kg/d	0.48	1.08	0.62	1.37	0.16	0.49	0.37	0.44
Feed efficiency(G:F)	0.078	0.065	0.077	0.166	0.02	0.42	0.54	0.41
Digestibility, %								
DM	71.2	71.5	70.1	67.1	1.01	0.49	0.18	0.39
Fat	43.2	62.3	43.3	58.2	4.69	0.83	0.10	0.82
NDF	57.5	57.8	53.2	50.4	1.45	0.03	0.76	0.31
ADF	45.0	48.9	40.6	38.3	1.77	0.04	0.61	0.53

N =3

<sup>1</sup> Experiment period was 9 days from January 26 to February 3.

<sup>2</sup> Experiment period was 9 days from February 5 to February 13.

<sup>3</sup> Body weight was recorded at January 26, February 3, and February 13. respectively.

o 2015년 겨울 대사동 지방첨가 사료급여에 따른 섭취량 및 성장률 자료 (표 3-17).

- Fat 첨가에 의해 일당증체량 및 사료효율이 수치적으로는 개선, 통계적 유의성은 없음.
- 저온 조건에서 일당증체량 및 사료효율이 수치적으로는 낮아졌으나, 유의성은 없음.
- 섭취량은 지방 첨가 및 저온 조건에 의해서 영향 받지 않음.
- NDF, ADF 소화율이 지방 첨가구에서 높았음. 지방 소화율은 차이가 없었음.



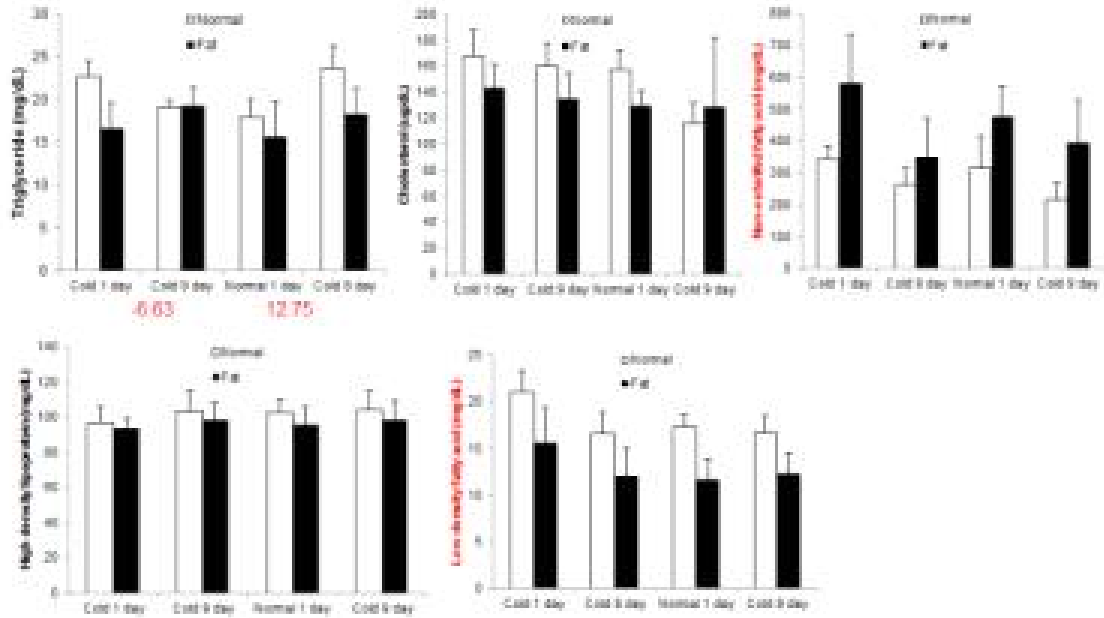


그림 3-14. Serum lipid metabolite concentrations at metabolic cage with different temperature condition in Korean cattle steers fed either control normal or fat-supplementation diet. Values are mean + SEM. Not significant for all items.

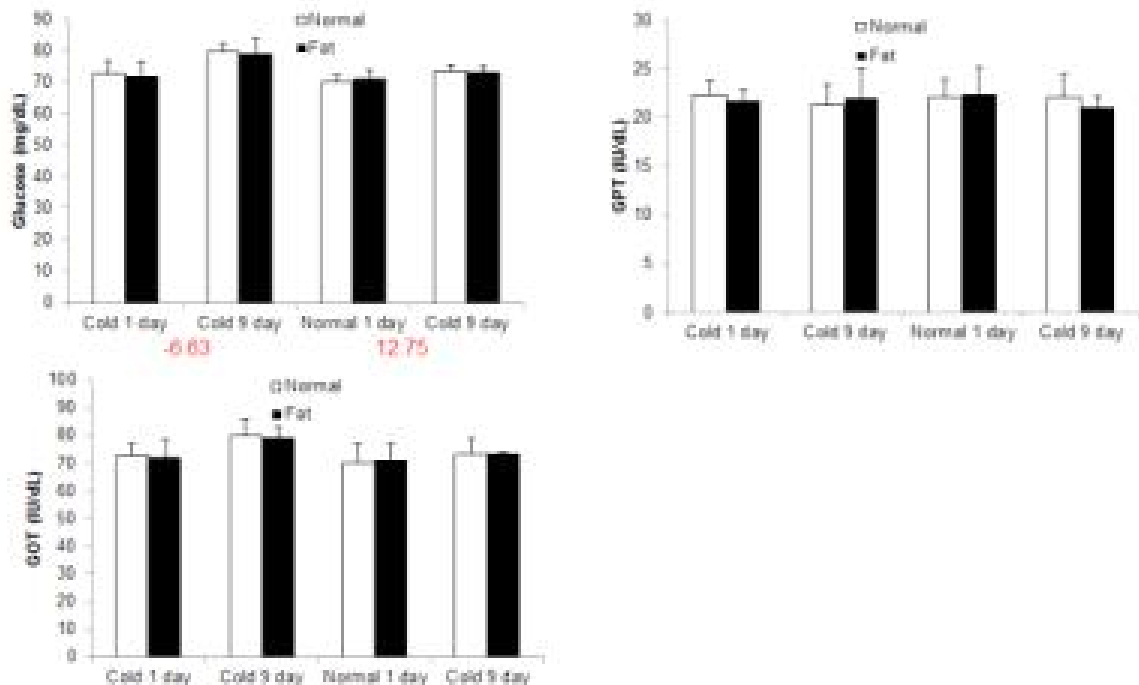


그림 3-15. Serum glucose and liver indicator concentrations at metabolic cage with different temperature condition in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Not significant for all items.

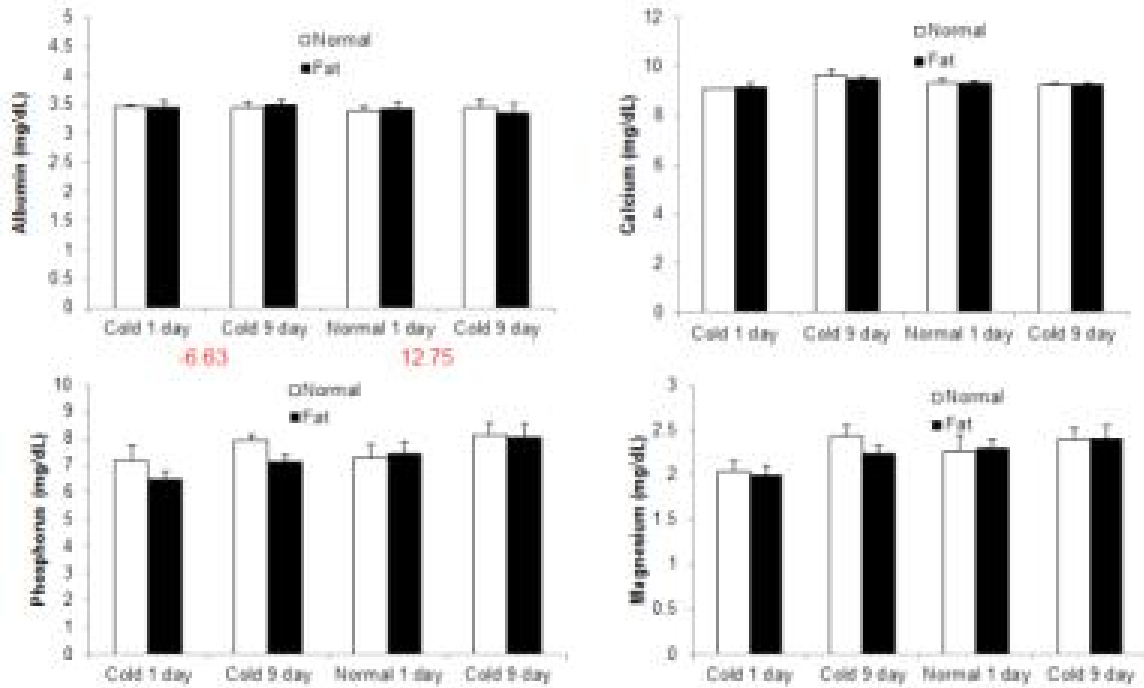


그림 3-16. Serum minerals and protein metabolite concentrations at metabolic cage with different temperature condition in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Mean values with different letters differ ( $P < 0.05$ ). Not significant for all items.

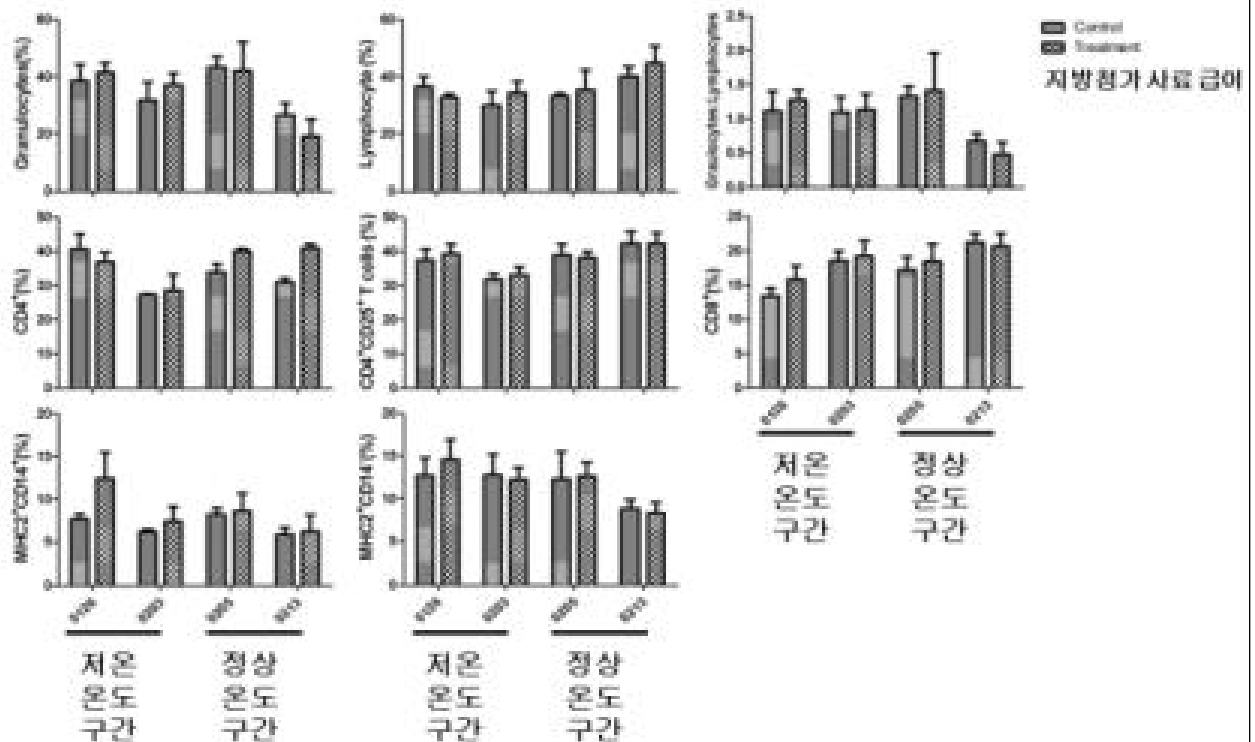


그림 3-17. Serum immune cell populations at metabolic cage with different temperature condition in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Not significant for all items.

표 3-18. Rumen VFAs and NH<sub>3</sub> concentrations at metabolic cage with different temperature condition in Korean cattle steers fed either control or fat-supplementation diet.

	Cold		Normal		SEM	Temperature	P-value	
	Control	Fat	Control	Fat			Diet	Interaction
pH	6.78	7.12	6.54	6.87	0.79	0.69	0.93	0.95
NH <sub>3</sub> , mg/dL	13.72	13.65	8.59	8.06	1.80	0.19	0.93	0.95
C <sub>2</sub> , mM	51.62	50.78	30.86	25.31	3.94	<0.001	0.45	0.58
C <sub>3</sub> , mM	16.46	17.81	8.25	6.86	1.71	<0.001	0.99	0.53
C <sub>2</sub> /C <sub>3</sub> ratio	3.13	3.10	3.82	4.00	0.24	0.14	0.88	0.83
iso-C <sub>4</sub> , mM	0.80	0.73	0.65	0.57	0.04	0.049	0.31	0.91
C <sub>4</sub> , mM	12.94	12.52	7.48	6.11	1.29	0.025	0.69	0.83
iso-C <sub>5</sub> , mM	1.06	0.96	0.89	0.81	0.08	0.36	0.60	0.96
C <sub>5</sub> , mM	1.09	1.085	0.59	0.54	0.10	0.004	0.80	0.87
Total VFA, mM	83.98	83.91	48.73	40.19	6.66	<0.001	0.54	0.54

o 2015년 겨울 대사동 시험에서 지방첨가 사료와 저온 조건이 혈액 lipid metabolite, glucose & liver indicator 농도에 미치는 영향 (그림 3-14, 3-15, 3-16, 3-17).

- 저온과 상온 조건에서 fat 첨가로 NEFA 농도는 증가 경향, LDL 농도는 감소 경향 보임.
- Glucose, GOT 및 GPT 농도는 지방첨가 및 저온 조건의 영향을 받지 않음.
- Albumin, calcium, phosphorus, magnesium 농도는 지방첨가 및 저온 조건의 영향을 받지 않음.
- 면역세포 population은 지방첨가 및 저온 조건의 영향을 받지 않음.

o 2015년 겨울 대사동 시험에서 지방첨가 사료와 저온 조건이 반추위액 NH<sub>3</sub> 및 VFA 농도에 미치는 영향 (표 3-18)

- 저온 조건 : C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, iso C<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>의 농도는 저온조건에 의해 영향을 받았으며, total VFA 농도는 저온 조건에서 정상 온도 조건보다 높았음.
- 지방 첨가는 반추위액 성상에 영향을 미치지 않음.
- 반추위액 암모니아 농도는 지방첨가 및 저온 조건의 영향을 받지 않음.

## (2) 2016년 겨울 저온 스트레스 저감 사료 지방 첨가 사양 및 대사 실험

(가) 2016년 겨울 저온 스트레스 저감 사료 지방 첨가 (2016년 1월-3월: 겨울-봄 3개월)

### ○ 실험목적

- 한우 거세우 저온 스트레스 저감사료 개발 연구
- 한우에서 온도 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴
- 월별 사료효율 및 영양생리·면역학적 변화 측정

- 반추위 발효 정상 분석
- 사료섭취량/성장률 개선 효과 구명
- 온도 조절이 가능한 사양시스템에서 실험 수행

○ 실험 방법

- 공시동물 : 한우거세우(16.9개월령, 356.6kg) 12두
- 사료처리구: 대조구, 지방첨가구(지방 1.75%): 표 3-37
  - \* 저온 조건에서 지방첨가 실험 사유
    - 겨울철 저온 스트레스 상황에서는 체온을 유지하기 위하여 유지에너지 요구량 증가가 예상됨. 이러한 저온 상황에서 사료섭취량이 뒷받침되지 못할 경우는 지방 첨가등 고에너지 사료 공급이 필요하다고 판단되어 지방첨가 실험을 수행하였음
- 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법
  - > 농후사료 및 일일 섭취량 측정 방법
    - 드라발 스테이션 4개에 2개 시험사료 각각 지정 후 자동급여
    - 급여량은 개체별 체중의 1.5%까지 체중 고려 급여; 대략 5-6kg 정도 급여
    - 일일 섭취량은 자동급여기 연결 컴퓨터에 기록됨
  - > 조사료
    - 다운 조사료 급여기로 tall-fescue 급여
    - 일일 2회 급여; 오전 8시, 오후 6시
    - 급여량 : 하루 3kg 급여로 고정 (1.5kg 씩 2회에 걸쳐 급여)
    - 섭취량 측정은 급여량 및 잔량 측정으로 계산
- \* 조사항목 및 시료 채취
  - > 온습도 : 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격
  - > 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
  - > 체중측정 : 각 period (고온구 및 정상온도구) 시작일 및 종료일 체중 측정
  - > 혈액(절식 후; 0h 및 사료 급여 3시간 후 ; 3h 채취)
  - > Immune cell populations

○ 연구 결과 및 고찰

표 3-19. Ingredient of concentrate diet and composition of experimental diets for Korean cattle steers during 20 ~ 24 months of age at January through April of 2016.

	대조구	지방구
분쇄옥수수	15.30	13.59
소맥	20.00	20.00
생미강	0.66	6.24
소금	0.59	0.35
대두피	2.00	2.00
당밀	4.00	4.00
염화암모늄	0.32	0.10
팜박	10.00	10.00
CMS	1.50	1.10
야자박	10.00	10.00

아마팜	0.01	0.01
옥분	8.00	8.00
단백피	20.00	20.00
비트펄프	2.57	0.86
석회석	2.86	2.76
유기태 미네랄 믹스	0.01	0.01
맥반석	2.00	0.00
보호지방	0.00	0.80
미네랄프리믹스 <sup>1</sup>	0.10	0.10
비타민프리믹스 <sup>1</sup>	0.08	0.08
합계	100.00	100.00
Chemical Composition, %		
DM, %	88.55	88.25
CP, %	14.50	14.50
Fat, %	3.63	5.38
Ash, %	9.98	7.90
Ca	1.32	1.16
P	0.53	0.58
NDF, %	27.26	27.55
ADF, %	11.54	11.75
NFC, %	34.28	33.96
RUP, %	5.02	5.24
TDN, %	71.79	75.42
Tall-fescue hay, % DM		
DM, %	89.11	
CP, %	6.56	
Fat, %	1.58	
Ash, %	5.87	
Ca	0.32	
P	0.11	
NDF, %	39.48	
ADF, %	65.84	

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of additive (Grobic-DC, Bayer Health Care, Leverkusen, Germany): Vit. A, 2,650,000 IU; Vit. D3 530,000 IU; Vit.E 1,050 IU; Niacin 10,000 mg; Mn 4,400 mg; Zn 4,400 mg; Fe 13,200 mg; Cu 2,200 mg; I 440mg; Co440 mg.

표 3-20. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or Fat-supplemented diet during January to March of 2016.

Items	January <sup>1</sup>	February <sup>2</sup>	March <sup>3</sup>	SE	P
Ambient temperature, °C					
Mean	-7.37	-2.96	6.22	0.45	<0.001
Maximum	-1.80	2.62	12.4	0.86	<0.001
Minimum	-12.52	-8.18	-2.11	0.59	<0.001
Climate temperature, °C					
Mean	-8.79	-4.30	5.75	0.41	<0.001
Maximum	-2.72	1.71	11.8	0.75	<0.001
Minimum	-13.59	-9.94	-3.29	0.60	<0.001

<sup>1</sup>Experiment period was January 8 to February 2

<sup>2</sup>Experiment period was February 3 to March 3.

<sup>3</sup>Experiment period was March 4 to April 1.

o 2016년 1월 - 3월 사양 실험 기후 자료 (표 3-20)

- 1월에 비해 2월의 실내 최저 온도 및 평균 온도는 높았음.
- 외부 온도의 경우 실내 온도의 변화와 비슷한 경향을 보였음.
- 1월에 2월보다 더 심한 추위 스트레스를 받았을 가능성이 있음.
- Cold stress categories (Grzych, 2010) 분류: Mild : 0° C ~ -6.7° C; Moderate: -7.2° C ~ -13.9° C; - Severe: <-13.9° C.
- 위 분류에 따르면 본 실험기간 1월은 moderate, 2월은 mild cold stress를 받았을 가능성이 있음

표 3-21. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or Fat-supplemented diet.

	January <sup>1</sup>		February <sup>2</sup>		March <sup>3</sup>		P value		
	Con	Fat	Con	Fat	Con	Fat	diet	temperature	Interaction
Age, month	16.9	16.8	17.8	17.7	18.8	18.7			
Initial body weight <sup>3</sup> , kg	357.8	355.3	375.3	376.3	394.0	392.8			
Body weight <sup>3</sup> , kg	375.3	376.3	394.0	392.8	413.0	415.2			
Feed intake <sup>3</sup> , DM base, kg									
Total feed intake, kg/d	7.53	7.69	7.88	8.01	7.67	7.50	0.99	0.84	0.65
Concentrate intake, kg/d	4.92	4.98	5.52	5.61	5.50	5.43	0.95	0.13	0.82
Forage intake, kg/d	2.61	2.71	2.36	2.39	2.17	2.07	0.90	< 0.001	0.38
Average daily gain, kg/d	0.65	0.78	0.64	0.57	0.67	0.83	0.58	0.27	0.73

Feed efficiency(G:F)	0.088	0.101	0.080	0.068	0.086	0.111	0.26	0.57	0.49
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------

<sup>1</sup>Experiment period was 4 weeks from January 8 to February 3

<sup>2</sup>Experiment period was 4 weeks from February 4 to March 3.

<sup>3</sup>Experiment period was 4 weeks from March 4 to April 1.

o 2016년 1월 - 3월 사양 실험 결과 (표 3-21)

- 일당 증체량 및 사료 효율은 Diet 및 Period에 영향을 받지 않았음
- 온도가 낮은 Period 에서 조사료 섭취량이 높았음 (P < 0.001)

표 3-22. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet at January to March of 2016 (9시간 절식 후)

Items	9h fasting											
	Jan 8		Feb 4		Mar 4		Apr 1		P value			
Period												
Diet	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	SE	Diet	Month	Interacti on
Albumin, mg/dl	2.99	3.25	3.50	3.15	3.03	3.00	3.37	3.44	0.06	0.34	0.80	0.22
GOT, IU/dl	57.29	80.50	62.38	65.83	53.50	58.11	58.90	92.89	4.04	0.075	0.98	0.31
GPT, IU/dl	17.57	24.83	20.38	20.17	16.90	17.67	20.50	22.78	0.50	0.13	0.24	0.75
Triglyceride, mg/dl	10.71	12.50	16.38	17.00	20.20	19.56	17.40	19.11	0.74	0.86	0.007	0.65
Cholesterol, ug/dl	109.29	137.00	122.00	158.17	136.80	157.78	161.20	196.67	5.48	0.008	0.0012	0.52
Glucose, mg/dl	72.29	88.00	78.88	80.67	73.30	76.67	74.80	80.56	1.23	0.11	0.008	0.67
HDL, mg/dl	68.43	73.83	83.75	75.83	81.80	82.33	89.00	91.67	2.12	0.59	0.03	0.31
NEFA, mg/dl	228.54	278.73	193.84	132.35	195.62	215.12	234.41	293.52	14.79	0.59	0.70	0.41

o 2016년 1월 - 3월 사양 실험 혈액 분석 결과 (9시간 절식 후) (표 3-22)

- GOT 농도는 지방처리구에서 높은 경향을 보임 (P=0.075)
- Triglyceride 농도는 온도가 낮은 달에 더 낮았으나 (P=0.007), 사료에 의한 영향은 받지 않았음.
- Cholesterol 농도는 온도가 낮을수록 낮았고, 지방 처리구에서 높았음 (P=0.008, 0.0012)
- Glucose 농도는 온도가 낮은 달에 더 높았음 (P=0.008). 체온 유지를 위한 추가적인 열생산을 위해서 glycogenolitic process가 진행되고, 이로 인하여 혈액 내 glucose 농도가 높아졌을 가능성이 있음 (Gorski et al., 1981)

표 3-23. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet at January to March of 2016 (사료 급여 3시간 후)

Items	3h after feeding											
	Jan 8		Feb 4		Mar 4		Apr 1		P value			
Period												
Diet	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	SE	Diet	Month	Interacti on
Albumin, mg/dl	3.07	3.40	3.54	3.58	3.52	3.57	3.45	3.68	0.05	0.64	0.76	0.15
GOT, IU/dl	58.00	74.00	64.25	76.67	61.20	69.89	59.40	109.44	5.51	0.055	0.48	0.16

GPT, IU/dl	17.86	22.67	20.50	22.67	19.80	21.67	21.40	25.44	0.41	0.003	0.27	0.27
Triglyceride, mg/dl	11.57	13.33	17.25	17.83	21.80	21.11	22.20	19.89	0.91	0.61	0.0015	0.61
Cholesterol, ug/dl	112.00	126.83	149.75	179.50	155.00	186.00	167.10	207.44	5.51	0.008	<0.001	0.12
Glucose, mg/dl	72.00	81.00	86.38	88.33	86.00	89.56	82.70	86.78	1.08	0.35	0.64	0.25
HDL, mg/dl	69.57	67.67	89.25	85.67	94.30	97.67	91.20	98.00	2.49	0.84	0.0045	0.098
NEFA, mg/dl	186.91	100.78	96.38	130.47	103.56	104.96	113.89	116.08	11.79	0.51	0.22	0.17

o 2016년 1월 - 3월 사양 실험 혈액 분석 결과 (사료 급여 3시간 후) (표 3-23)

- GOT, GPT 농도는 지방첨가구에서 높았음. (P=0.055, 0.003)
- Triglyceride 농도는 사료의 영향을 받지 않았으나, 온도가 낮은 달에 더 낮았음 (P=0.0015). 열생산을 위한 energy source로 triglyceride가 분해되었을 가능성이 있음.
- Cholesterol 농도는 온도가 낮을수록 낮았고, 지방 처리구에서 높았음 (P=0.008, <0.001)
- 사료 급여 후 Glucose 농도는 온도가 낮은 달에도 변하지 않았음. (P=0.64)

표 3-24. Concentration of VFAs and NH3 of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet at January to March of 2016 (사료 급여 3시간 후)

Items	3h after feeding											
	Jan 8		Feb 4		Mar 4		Apr 1		P value			
Diet	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	SE	Diet	Month	Interacti on
pH	6.14	6.29	6.31	6.10	6.56	6.54	5.97	6.15	0.56	0.34	0.57	0.80
NH3, mg/dl	5.64	5.89	6.81	5.99	6.54	6.18	5.78	6.15	0.87	0.65	0.48	0.87
C2, mM	87.3	87.2	60.3	54.1	57.6	53.9	66.8	58.5	2.10	0.31	0.009	0.32
C3, mM	28.7	29.2	16.3	14.4	13.2	12.2	16.1	17.2	0.91	0.86	<0.001	0.87
Iso C4, mM	0.62	0.54	0.73	0.61	0.66	1.37	0.77	0.62	0.12	0.70	0.60	0.90
C4, mM	14.5	13.9	10.9	9.8	12.1	11.0	13.8	9.0	0.45	0.011	0.25	0.046
Iso C5, mM	0.84	0.72	1.13	0.72	0.69	0.64	0.77	0.65	0.04	0.049	0.20	0.44
C5, mM	1.44	1.32	1.17	0.80	1.04	0.85	1.27	1.04	0.06	0.107	0.60	0.81
C2/C3 ratio	3.05	3.04	3.89	3.96	4.49	0.78	4.20	3.64	0.54	0.76	0.21	0.74
Total VFA	133.4	132.8	90.5	80.4	85.3	79.9	99.4	86.9	3.27	0.31	0.006	0.34

o 2016년 1월 - 3월 사양 실험 위액 분석 결과 (사료 급여 3시간 후) (표 3-24)

- 온도 효과: 추운 기간에 C3농도가 및 total vfa 농도가 높았음. C2농도도 높아지는 경향이었음.
- 지방첨가 효과: C4농도가 지방첨가구에서 낮아졌음.

표 3-25. Concentration of immune cell populations of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet.

Items	Immune cell populations				
	Jan 8	Feb 4	Mar 4	Apr 1	P value



Diet	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	SE	Diet	Month	Interacti on
monocyte, %	45.92	42.84	54.73	55.75	53.32	46.15	49.03	45.57	1.13	0.18	0.93	0.63
CD14+MHC II+, %	5.81	6.61	7.55	6.23	1.30	1.43	8.92	8.37	0.50	0.79	0.64	0.81
CD14-MHC II+, %	20.06	23.80	23.88	17.09	6.75	8.74	15.86	13.04	1.11	0.56	<0.001	0.62
CD4 T cell %	25.16	17.23	20.45	22.43	30.02	25.26	21.55	22.46	1.36	0.43	0.52	0.48
CD4/CD25+ T cell, %	24.70	17.74	21.97	23.30	15.40	16.28	28.50	25.22	1.07	0.42	0.29	0.66
Granulocyte to lymphocyte ratio	0.95	1.01	1.47	1.36	11.78	10.77	1.39	1.13	0.74	0.82	0.15	0.89

o 2016년 1월 - 3월 사양 실험 혈액 분석 결과 (면역 세포) (9시간 절식 후) (표 3-25)

- CD14-MHCII+ cell의 비율이 온도가 낮은 구간에서 높았음 (P<0.001)
- Granulocyte to lymphocyte ratio 는 변하지 않았음.

(나) 2016년 겨울 저온 스트레스 저감 지방 첨가 사료 대사 실험 (2016년 1월-2월: 저온구-정상온도구 2개월)

○ 실험 목적

- 저온 조건에서 지방첨가 사료 급여 효과 구명
- 한우에서 저온 조건에 따른 영양생리·면역학적 변화 및 대응 기전 구명
- 한우에서 저온 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴
- 저온 조건 및 지방첨가 사료가 한우 미생물군총에 미치는 영향 구명

○ 실험 방법

- 공시동물 : Normal diet 3두, Fat diet 3두; (평균 16.2개월령, 364.3kg) 대사틀에 교대로 공시
- 사양 방법 :
  - > 사료 급여 및 섭취량 측정
    - 시험사료 및 대조구 사료 : 2015년 겨울 1-4월 사양실험과 동일한 농후사료 및 조사료사용 (표 3-37과 동일)
    - 사료급여시간 : 농후사료, 조사료 오전 9시, 오후 6시 매일 아침 사료 급여전 잔량 측정 기록
    - 급여량 : 사양실험과 동량의 농후사료(체중의 1.5%), 조사료(3kg/d) 급여
    - Mineral, water : 항상 급여
    - 체중측정 : 저온구, 정상온도구 각 시험 개시일 및 종료일에 드라발 체중측정기 이용 측정

\* 조사항목 및 시료 채취

- > 온습도 : 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격
- > 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
- > 체중측정 : 각 period (고온구 및 정상온도구) 시작일 및 종료일 체중 측정

- > 혈액(절식 후; 0h 및 사료 급여 3시간 후 ; 3h 채취)
- > Immune cell populations
- > 반추위액 미생물군총 변화에 대한 metagenome 분석
  - ◆ 위액 채취
    - 9시간 절식 후, 사료 급여 3시간 후 2차례 채취
    - Stomach tube를 위에 삽입 후 진공 펌프로 약 100ml 채취
    - gDNA 추출을 위한 위액은 채취 후 액체질소에 동결 시킨 후 -70°C 보관
  - ◆ gDNA 추출
    - 보관된 위액을 해동 후 13,000x g, 4°C, 30분간 원심분리
    - 원심분리 후 상층액은 버리고 pellet만 모아 PoweSoil DNA Isolation Kit(MO BIO)를 이용하여 gDNA 추출
  - ◆ NGS(Next Generation Sequencing) 분석 의뢰
    - Illumina Sequencing 방법을 이용하여 gDNA 샘플에 대한 16s rRNA sequencing 분석하여 rumen microbial population 확인

○ 연구 결과 및 고찰

표 3-26. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures, climate temperatures and relative humidity in metabolic cage.

	Period 1 (natural cold) <sup>1</sup>	Period 2 (natural cold) <sup>2</sup>	Period 3 (normal) <sup>3</sup>	SE	P value
Ambient temperature, °C					
Mean	-0.50	-2.45	21.7	1.97	< 0.001
Maximum	2.57	0.78	25.1	2.01	< 0.001
Minimum	-3.27	-6.24	15.8	1.80	< 0.001
Ambient relative humidity, %					
Mean	67.6	69.1	50.5	2.44	0.0017
Maximum	80.2	81.8	65.3	2.31	0.004
Minimum	53.1	53.7	39.0	2.41	0.011

<sup>1</sup>Experiment period was 12 days from January 7 to 18

<sup>2</sup>Experiment period was 12 days from January 22 to February 2.

<sup>3</sup>Experiment period was 12 days from February 12 to 23.

o 2016년 겨울 대사 실험 온도 자료(표 3-26)

- Period 1, 2의 최저 온도 (-3.27, -6.24) 는 Period 3보다 낮았음 (p < 0.001)
- Period 1, 2의 경우 mild cold stress (0°C ~ - 6.7°C) 범주에 속함. (Webinar Portal for Forestry and Natural Resources, 2014)

표 3-27. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or Fat-supplemented diet at metabolic cage.

	Period 1 (naturalcold) <sup>1</sup>	Period 2 (natural cold) <sup>2</sup>	Period 3 (normal) <sup>3</sup>	SE	P value	
					diet	temperatur Interaction

	Con		Fat		Con		Fat		Con		Fat		e					
Age, month	16.2	16.2	17.0	17.0	17.7	17.7												
Initial body weight <sup>3</sup> , kg	366.0	362.3	375.3	374.8	387.4	386.5												
Body weight <sup>3</sup> , kg	375.8	373.3	386.0	385.3	393.5	393.4												
Feed intake <sup>3</sup> , kg																		
Total feed intake, DM base kg/d	8.12	8.11	8.43	8.55	7.97	8.21	0.10	0.58	0.91	0.63								
Forage, kg/d	2.63	2.81	2.80	2.93	2.44	2.44	0.09	0.25	0.93	0.33								
Concentrate intake, kg/d	5.49	5.31	5.63	5.62	5.53	5.77	0.06	0.43	0.09	0.58								
Average daily gain, kg/d	0.89	1.00	0.98	0.95	0.57	0.61	0.07	0.75	0.06	0.84								
Feed efficiency(G:F)	0.108	0.123	0.116	0.112	0.074	0.074	0.009	0.82	0.06	0.73								
Digestibility, %																		
DM	64.1	60.5	65.8	61.1	64.2	65.1	0.65	0.04	0.25	0.12								
EE	72.4	75.8	47.4	45.8	69.2	70.8	3.21	0.56	<0.001	0.12								
NDF	75.1	74.9	76.5	74.1	74.4	74.4	0.88	0.62	0.71	0.87								
ADF	43.9	36.0	45.7	43.6	41.2	41.9	1.45	0.58	0.89	0.90								

<sup>1</sup>Experiment period was 12 days from January 7 to 18

<sup>2</sup>Experiment period was 12 days from January 22 to February 2.

<sup>3</sup>Experiment period was 12 days from February 12 to 23.

<sup>4</sup>Body weight was recorded at January 7, 18, 22, February 2, 12 and 23. respectively.

o 2016년 겨울 대사 실험 결과 (표 3-27)

- 일당 증체량 (P = 0.06) 및 사료 효율 (P = 0.06) 은 Period 1, 2에서 더 높은 경향을 보였음
- 온도가 낮은 Period 1 에서 조사료 섭취량이 높은 경향을 보임 (P = 0.09)
- Normal에서 증체가 감소한 이유; 대사를 실험 자체의 스트레스가 축적이 되어 증체가 낮아진 것으로 추정.

표 3-28. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet at metabolic cage (9시간 절식 후).

Items	9h fasting															
	Cold1 day 1		Cold1 day 12		Cold2 day 1		Cold2 day 12		Normal d 1		Normal d 12		P value			
Diet	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	SE	Diet	Month	Interact ion
Albumin, mg/dl	3.60	3.80	3.85	3.85	3.73	3.70	3.68	3.75	3.53	3.38	3.38	3.58	0.01	0.47	0.002	0.80
GOT, IU/dl	58.50	60.75	66.25	68.50	65.25	67.50	61.50	67.00	67.25	80.00	55.25	63.25	0.23	0.08	0.64	0.32
GPT, IU/dl	22.50	23.75	26.00	25.00	24.50	24.25	24.50	25.25	20.75	20.50	20.75	22.25	0.05	0.61	0.002	0.74
Triglyceride, mg/dl	22.50	23.00	22.00	20.00	24.50	21.50	22.75	19.00	20.75	19.00	24.25	22.75	0.11	0.21	0.91	0.75
Cholesterol, ug/dl	138.25	141.50	151.00	172.75	152.50	180.00	165.00	198.25	145.25	155.50	146.50	178.25	0.57	0.005	0.22	0.45
Glucose, mg/dl	81.00	82.25	93.75	95.25	84.50	89.50	92.25	103.25	80.50	80.50	72.25	85.00	0.20	0.057	0.10	0.29
HDL, mg/dl	83.50	91.00	91.50	104.75	89.00	106.25	95.00	109.25	84.75	88.75	84.50	102.50	0.26	<0.001	0.96	0.74
NEFA, mg/dl	102.33	136.45	190.35	224.63	139.93	127.15	207.75	287.45	151.20	106.95	103.98	118.23	1.77	0.48	0.52	0.63

- 2016년 겨울 대사 실험 혈액 분석 결과 (9시간 절식 후) (표 3-28)
  - Albumin 농도는 사료의 영향은 받지 않았으나 온도가 낮을 때 높았음 (P=0.002)
  - GPT의 농도는 온도가 낮을 때 더 높았음 (P=0.002)
  - Triglyceride의 농도는 온도와 사료에 영향을 받지 않았음 (P=0.21, 0.91)
  - Cholesterol의 농도는 지방첨가구에서 더 높았음 (P=0.005)
  - Glucose와 HDL의 농도는 지방첨가구에서 더 높았음 (P=0.057, <0.001)

표 3-29. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet at metabolic cage (사료 급여 3시간 후).

Items	3h after feeding												P value			
	Cold1 day 1		Cold1 day 12		Cold2 day 1		Cold2 day 12		Normal d 1		Normal d 12					
Period	Diet		Diet		Diet		Diet		Diet		Diet		SE	Diet	Month	Interact ion
Albumin, mg/dl	3.65	3.73	3.58	3.70	3.67	3.63	3.55	3.58	3.55	3.33	3.73	3.45	0.58	0.55	0.67	0.29
GOT, IU/dl	61.00	60.50	62.25	68.25	67.33	66.50	61.25	64.75	72.75	67.00	61.25	61.25	0.01	0.74	0.62	0.58
GPT, IU/dl	23.25	23.00	23.50	23.50	25.00	23.75	23.75	23.75	21.00	19.25	22.75	21.75	0.19	0.30	0.009	0.41
Triglyceride, mg/dl	21.00	19.25	19.25	15.75	26.67	21.25	22.50	16.00	20.75	18.50	23.50	20.75	0.04	0.04	0.40	0.86
Cholesterol, ug/dl	136.50	136.75	140.50	160.75	149.67	174.25	157.00	184.25	146.00	154.00	161.50	169.75	0.11	0.04	0.046	1.00
Glucose, mg/dl	90.25	93.00	90.50	94.75	92.67	95.50	89.75	94.00	86.00	83.25	81.25	82.25	0.56	0.18	<0.001	0.38
HDL, mg/dl	82.25	87.00	84.00	97.25	88.00	101.25	90.00	101.25	84.00	87.50	92.75	96.25	0.14	0.005	0.23	0.51
NEFA, mg/dl	74.60	107.65	71.23	65.58	77.67	70.98	68.05	79.03	76.38	63.38	103.75	123.10	0.23	0.56	0.33	0.75

- 2016년 겨울 대사 실험 혈액 분석 결과 (사료 급여 3시간 후) (표 3-29)
  - GPT의 농도는 온도가 낮을 때 더 높았음 (P=0.009)
  - Triglyceride의 농도는 지방첨가구에서 더 낮았음 (P=0.04)
  - Cholesterol의 농도는 온도가 높을수록 (P=0.46), 그리고 지방첨가구에서 더 높았음 (P=0.04)
  - Glucose농도는 사료에 의해 영향을 받지 않았고 온도가 낮을수록 높았음 (P<0.001)
  - HDL 농도는 지방첨가구에서 더 높았음 (P=0.005)

표 3-30 Concentration of rumen VFAs and NH3 of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet at metabolic cage (사료 급여 3시간 후).

Items	3h after feeding												P value			
	Cold1 day 1		Cold1 day 12		Cold2 day 1		Cold2 day 12		Normal d 1		Normal d 12					
Period	Diet		Diet		Diet		Diet		Diet		Diet		SE	Diet	Month	Interact ion
pH	6.62	6.31	6.20	6.70	6.89	6.93	6.42	6.74	6.89	6.39	6.70	6.84	0.60	0.76	0.30	0.26
NH3, mg/dl	7.12	7.81	13.2	10.6	5.37	3.82	5.22	3.46	5.29	5.82	10.9	12.9	0.47	0.76	0.85	0.56
C2, mM	57.3	53.0	56.4	57.2	59.0	58.4	51.6	51.3	59.9	57.0	54.9	50.7	1.26	0.58	0.44	0.84
C3, mM	13.1	13.1	14.8	16.5	14.1	16.0	12.9	14.3	16.0	16.7	13.2	14.9	0.55	0.25	0.63	0.81
Iso C4, mM	0.69	0.77	0.64	0.69	0.66	0.65	0.60	0.55	0.70	0.74	0.82	0.87	0.02	0.53	0.13	0.84
C4, mM	13.9	13.6	14.2	12.9	15.2	13.9	13.5	11.0	14.6	14.0	12.5	11.6	0.31	0.09	0.20	0.85

Iso C5, mM	0.64	0.77	0.59	0.67	0.62	0.80	0.52	0.52	0.73	0.88	0.88	1.01	0.04	0.18	0.08	0.96
C5, mM	0.99	1.15	1.29	1.30	1.12	1.23	1.10	0.90	1.37	1.32	1.20	1.39	0.06	0.73	0.32	0.87
C2/C3 ratio	4.37	4.28	3.83	3.47	4.18	3.81	4.01	3.62	3.79	3.57	4.24	3.77	0.10	0.08	0.35	0.67
C3/C4 ratio	0.95	0.96	1.05	1.29	0.93	1.16	0.96	1.38	1.11	1.17	1.05	1.23	0.03	0.011	0.19	0.70
Total VFA	86.6	82.4	87.9	89.3	90.7	91.0	80.2	78.6	93.3	90.6	83.5	80.5	2.04	0.69	0.73	0.92

o 2016년 겨울 대사 실험 위액 분석 결과 (사료 급여 3시간 후) (표 3-30)

- C4, C2/C3 ratio는 지방첨가구에서 낮아지는 경향. C3/C4 ratio 는 지방첨가구에서 높아졌음 (p=0.011). 온도 효과는 나타나지 않았음.

표 3-31. Concentration of immune cell populations of Korean cattle steers fed either control or fat-supplemented diet at metabolic cage.

Items	immune cell populations												P value			
	Cold1 day 1		Cold1 day 12		Cold2 day 1		Cold2 day 12		Normal d 1		Normal d 12					
Diet	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	CON	Fat	SE	Diet	Month	Interaction
monocyte, %	44.25	45.13	37.13	52.53	47.73	47.48	44.70	47.78	39.45	37.50	41.15	37.40	1.23	0.34	0.04	0.059
CD14+MHCII+, %	6.02	7.06	5.88	3.64	5.25	6.33	5.34	4.57	6.28	9.36	2.50	3.09	0.37	0.53	0.70	0.18
CD14-MHCII+, %	20.83	21.33	20.70	28.50	18.65	16.60	20.10	22.30	15.84	15.48	8.64	8.93	1.08	0.43	<0.001	0.34
CD4 T cel, %	26.65	20.65	20.00	16.55	25.80	26.48	20.65	22.78	22.00	23.08	30.30	28.08	1.19	0.60	0.097	0.47
CD4/CD25+ T cell, %	25.65	23.10	23.15	23.80	18.93	18.93	17.15	21.03	18.08	20.75	13.88	12.78	0.78	0.67	<0.001	0.59
Granulocyte to lymphocyte ratio, %	11.38	15.10	15.56	15.50	17.50	16.43	12.95	11.54	13.90	12.81	15.43	13.68	0.57	0.90	0.76	0.26
gra/lym	1.21	1.19	2.02	0.57	0.77	1.09	0.45	0.79	1.04	1.38	0.22	0.38	0.29	0.24	0.01	0.091

o 2016년 겨울 대사 실험 혈액 분석 결과 (절식 9시간 후) (표 3-31)

- CD14+MHCII+, CD4CD25+ T cell은 온도가 낮은 구간에서 높았음 (P<0.001)
- monocyte 비율은 온도가 낮은 구간에서 높았음 (P=0.04)
- Granulocyte to lymphocyte ratio 는 온도가 낮은 구간에서 높았음. (P=0.01)

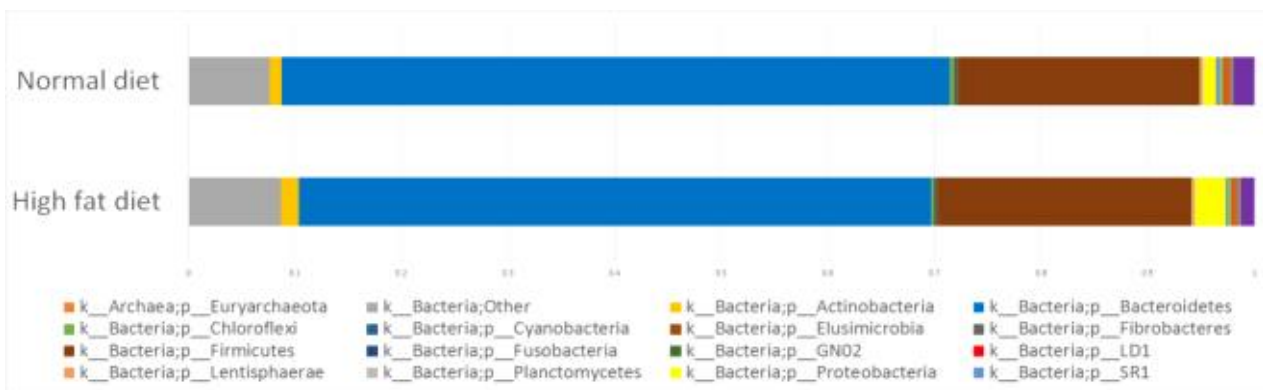


그림 3-18 Effect of high fat diet on rumen microbial population (Phylum level)

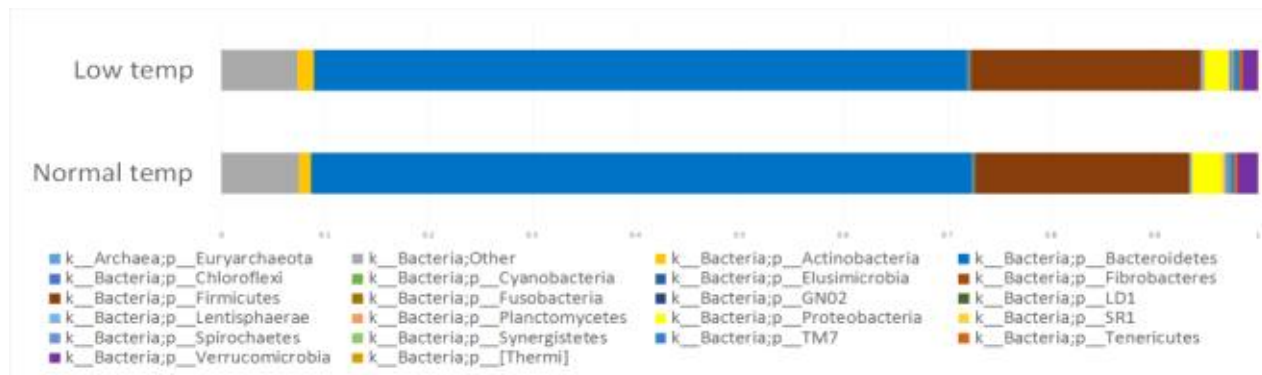


그림 3-19. Effect of low temperature on rumen microbial population (Phylum level)

o 2016년 겨울 대사 실험 미생물 분석 결과 (그림 3-18, 3-19)

- Normal diet 처리구의 경우 Bacteroidetes(62.7%), Firmicutes(22.5%), Verrucomicrobia(1.98%) 순으로 가장 많은 비율을 차지함.
- High fat diet 처리구의 경우 Bacteroidetes(59.2%), Firmicutes(23.8%), Proteobacteria(2.90%) 순으로 가장 많은 비율을 차지함.
- High fat diet 처리구에서 normal diet 처리구보다 Phylum LD1 (P=0.04)와 Synergistetes (P=0.016)의 비율이 높았음.
- Low temperature 처리구의 경우 Bacteroidetes(62.8%), Firmicutes(22.0%), Proteobacteria(2.18%) 순으로 가장 많은 비율을 차지함.
- Normal temperature 처리구의 경우 Bacteroidetes(63.6%), Firmicutes(20.5%), Proteobacteria(2.71%) 순으로 가장 많은 비율을 차지함.

(3) 2017년 겨울 저온 스트레스 저감 glycerol 첨가 사양 및 대사 실험

(가) 2017년 겨울 저온 스트레스 저감 glycerol 첨가 사양 실험 (2017년 1월-4월: 겨울-봄 4개월)

○ 실험 목적

- 간세포 및 반추위 내에서 glycerol을 전구물질로 하여 추위스트레스 노출 시 증가되는 유지에너지 (체온 유지) 를 충족시키기 위해 항상성 유지의 주요 에너지원으로 사용되는 glucose의 합성을 증가시키기 위한 glycerol 첨가 (탑드레싱 형태) 실험임.

○ 실험 방법

- 공시동물: 한우거세우 14두 (평균 7.8 개월령, 216.9 kg)
- 실험 설계: Diet (glycerol 첨가) x 사양 시기 (겨울; natural cold-초봄)
- 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법
  - > 농후사료 (표 3-73) 급여 및 섭취량 측정
- 드라발 스테이션 4개에 동일한 대조구 사료 각각 지정 후 자동급여 + 각 사료조별 탑드레싱 사료 급여

- 대조구, 소맥피 일일 150g vs Glycerol 탑드레싱 사료 첨가 (40% 소맥피, 60% glycerol) 일일 400g
  - : 일일 농후사료 섭취량의 6%
- 급여량은 개체별 체중의 1.5%까지 체중을 고려하여 급여; 대략 3~4kg 정도 급여
  - > 조사료
- 다운 조사료 급이기로 티모시 급여 (3kg / day / head)
  
- 조사항목 및 시료 채취:
  - > 온습도: 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격 (Hoboware 실시간 온습도측정기)
  - > 사료섭취량: 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
  - > 체중측정: 월별(30일) 체중측정
  - > 혈액(절식 후; 0h 및 사료 급여 3시간 후 ; 3h 채취)
  - > 위액(사료 급여 3h 후 채취), fecal grap 분 샘플 채취 및 분석

○ 결과 및 고찰

표 3-32. Ingredient of concentrate diet and composition of experimental diets for Korean cattle steers during 7 ~ 10 months of age at January through April of 2017

배합비	육성기 농후사료
분쇄옥수수	12.331
소맥	8.000
소맥피	20.000
밀가루	20.000
소금	0.400
당밀	2.800
염화암모늄	0.308
팜박	13.000
CMS	1.500
대두박	5.000
아마편	0.020
단백피	12.670
석회석	3.133
유기태 미네랄 믹스	0.020
맥반석	0.643
미네랄프리믹스	0.100
비타민프리믹스	0.075
합계	100.000
>>PROTEIN %	16.000
>>FAT %	3.000
>>ASH %	8.000
NPN %	0.883
>>NDF %	25.904
>>MOISTURE %	11.831
<NFC %	35.214
<RUP %	5.135
TDN %	70.217

Timothy hay, % DM	
DM	95.55
CP	6.34
EE	8.47
Ash	49.97
Ca	0.56
P	0.12
ADF	44.41
NDF	71.99

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of additive (Grobic-DC, Bayer Health Care, Leverkusen, Germany): Vit. A, 2,650,000 IU; Vit. D3 530,000 IU; Vit.E 1,050 IU; Niacin 10,000 mg; Mn 4,400 mg; Zn 4,400 mg; Fe 13,200 mg; Cu 2,200 mg; I 440mg; Co440 mg.

표 3-33. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures and relative humidity from January to April of 2017.

	January <sup>1</sup>	February <sup>2</sup>	March <sup>3</sup>	April <sup>4</sup>	SE	P value
Ambient temperature, °C						
Mean	-5.09	-0.08	5.57	14.7	0.76	<0.001
Maximum	1.83	9.27	15.9	25.2	1.09	<0.001
Minimum	-10.3	-6.8	-1.89	6.56	0.94	<0.001

<sup>1</sup>10th January - 7th February (4 weeks). <sup>2</sup>7th February - 7th March (4 weeks). <sup>3</sup>7th March - 4th April (4 weeks). <sup>4</sup>4th April - 1st March (4 weeks).

o 2017년 1월 - 4월 사양실험 기후 자료 (표 3-33)

- 추운 시기 (1~2월) 은 mild cold stress (0 °C ~ - 6.7 °C) category에 해당함. (Webinar Portal for Forestry and Natural Resources, 2014)

표 3-34. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet from January to April of 2017.

	January <sup>1</sup>		February <sup>2</sup>		March <sup>3</sup>		April <sup>4</sup>		SE	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Month	Interaction
Initial body weight, kg	217.3	216.3	243.4	243.1	275.1	279.5	298.7	306.7				
Body weight, kg	243.4	243.1	275.1	279.5	298.7	306.7	325.9	332.8				
Feed intake, kg												
Total feed intake, kg/d, DM base	5.60	5.00	5.86	6.02	6.30	6.31	6.69	6.67				
Concentrate intake, kg/d	2.90	2.50	3.07	3.23	3.49	3.46	3.83	3.81	0.02	0.96	<0.001	0.92
Forage intake, kg/d	2.70	2.50	2.79	2.79	2.81	2.85	2.86	2.86	0.05	0.35	<0.001	0.039
Concentrate intake, %	98.0	94.7	92.3	97.0	91.9	90.5	93.8	90.8	0.66	0.39	0.007	0.53



Forage intake, %	94.1	87.4	97.4	97.3	98.2	99.6	99.9	99.8	0.62	0.35	<0.001	0.039
Top dressing, %	100	98.2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0				
Average daily gain, kg/d	0.93	0.96	0.95	1.07	0.84	0.97	0.97	0.93	0.02	0.19	0.66	0.54
Feed efficiency (G:F), DM base	0.162	0.169	0.158	0.167	0.129	0.150	0.142	0.137	0.003	0.22	<0.001	0.59

<sup>1</sup>10th January - 7th February (4 weeks). <sup>2</sup>7th February - 7th March (4 weeks). <sup>3</sup>7th March - 4th April (4 weeks). <sup>4</sup>4th April - 1st March (4 weeks). N=10

o 2017년 1월 - 4월 사양실험 결과 (표 3-34)

- Glycerol 효과: ADG 및 사료효율이 수치적으로 증가하였음
- 온도 효과: 사료 효율이 1~2월에 더 높았음.
- ADG 및 사료효율이 추운 시기에 더 높은 것으로 보았을 때, cold stress를 받지 않은 것으로 볼 수 있음.

표 3-35. Concentrations of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet from January to May of 2017 (before feeding)

	January		February		March		April		May		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
Albumin, ml/dl	3.3	3.4	3.2	3.3	4.0	3.8	3.4	3.4	3.2	3.7	0.06	0.29	0.058	0.26
GOT, IU/dl	84.3	76.3	73.9	74.0	88.4	79.1	66.9	79.6	70.9	86.5	2.88	0.45	0.82	0.096
GPT, IU/dl	27.9	27.1	26.6	25.3	32.1	31.3	26.2	26.1	27.8	29.9	0.58	1.00	0.51	0.34
Triglyceride, mg/dl	24.4	26.6	22.4	25.0	29.0	25.0	21.2	17.9	21.7	22.2	0.79	0.69	0.02	0.42
Cholesterol, ug/dl	122.7	130.1	118.0	120.4	138.4	149.4	123.1	123.3	136.1	138.8	3.65	0.53	0.30	0.79
Glucose, mg/dl	97.7	99.7	101.4	100.4	116.4	105.1	84.4	75.5	84.3	89.4	2.01	0.43	<0.001	0.93
HDL, mh/dl	89.9	91.3	92.6	91.4	102.0	104.7	90.1	85.2	93.8	93.1	1.79	0.80	0.97	0.73
Ca, mEq/dl	9.8	9.9	9.6	9.4	11.7	10.8	9.8	9.9	10.0	10.6	0.13	0.99	0.24	0.34
P, mEq/dl	9.1	9.2	9.4	9.8	11.1	10.6	9.7	9.2	9.7	9.7	0.15	0.64	0.43	0.62
NEFA, mg/dl	468.6	293.2	194.9	189.1	303.7	286.0	254.6	136.8	187.0	114.0	27.01	0.09	0.007	0.83

o 2017년 1월 - 4월 사양실험 혈액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-35)

- 온도 효과; Glucose, TG, NEFA 농도가 추운 시기에 더 높았음.
- 추위 스트레스에 의한 열 생산량 증가는 근육 및 간에서 glycogen 분해 과정을 촉진하여 혈액 내 glucose (glycogen 분해물)의 농도를 높일 수 있음. (Gorski et al., 1981)
- Glycerol 효과: 없음.

표 3-36. Concentrations of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet from January to May of 2017 (after 3h feeding)

	January		February		March		April		May		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
Albumin, ml/dl	3.3	3.5	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.2	3.7	3.4	0.04	0.07 2	0.20	0.54
GOT, IU/dl	85.7	85.6	75.7	74.9	78.1	73.6	67.6	78.8	73.4	87.7	2.30	0.44	0.44	0.35
GPT, IU/dl	28.1	29.1	26.0	26.0	28.4	28.1	27.0	25.9	30.9	29.6	0.52	0.72	0.30	0.95
Triglyceride, mg/dl	20.4	18.4	24.9	27.6	20.9	19.0	20.9	22.8	22.6	23.6	0.73	0.69	0.52	0.70
Cholesterol, ug/dl	117.4	130.7	116.3	116.7	106.3	127.0	118.5	117.2	137.7	142.1	2.99	0.63	0.069	0.18
Glucose, mg/dl	91.1	93.6	98.4	101.0	95.4	96.4	89.0	87.2	87.9	83.9	0.99	0.17	<0.001	0.89
HDL, mh/dl	86.7	92.7	90.0	89.7	79.7	90.9	87.5	80.7	93.4	91.0	1.46	0.67	0.91	0.045
Ca, mEq/dl	9.7	10.0	9.6	9.8	9.4	9.6	9.8	9.2	10.5	10.2	0.08	0.14	0.074	0.87
P, mEq/dl	8.7	8.8	9.7	9.7	9.1	10.4	9.7	9.0	10.4	10.3	0.14	0.74	0.002	0.15
NEFA, mg/dl	142.9	112.6	97.1	102.3	89.3	138.8	113.9	80.8	92.5	103.3	6.73	0.19	0.17	0.31

o 2017년 1월 - 4월 사양실험 혈액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-36)

- 온도 효과; Glucose 농도가 추운시기에 더 높았음; 0h 혈액분석 결과와 유사
- Glycerol 효과: 없음.

표 3-37. Concentrations of rumen VFAs and pH of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet from January to May of 2017 (after 3h feeding)

	January		February		March		April		May		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
pH	6.54	6.35	6.50	6.67	6.25	6.39	6.61	6.49	6.63	6.58	0.48	0.54	0.32	0.75
NH <sub>3</sub> , mg/dl	10.45	9.01	11.23	11.97	10.60	9.12	13.82	12.39	10.65	12.53	1.98	0.56	0.73	0.56
C <sub>2</sub> , mM	90.5	68.1	78.6	74.1	69.7	60.5	76.5	69.7	114.8	73.6	5.34	0.066	0.34	0.48
C <sub>3</sub> , mM	24.3	25.1	19.6	23.9	22.5	20.4	19.3	27.2	21.6	23.6	0.76	0.046	0.65	0.55
Iso-C <sub>4</sub> , mM	0.98	0.80	0.82	0.75	0.66	0.61	0.83	0.66	0.90	0.84	0.03	0.03	0.93	0.71
C <sub>4</sub> , mM	18.9	19.2	16.9	19.3	14.5	14.7	14.6	17.1	17.1	19.4	0.52	0.088	0.39	0.54
Iso-C <sub>5</sub> , mM	1.24	1.00	0.96	1.00	0.72	0.74	0.87	1.67	1.04	1.05	0.12	0.50	0.83	0.48
C <sub>5</sub> , mM	2.14	2.35	1.87	2.86	1.51	1.50	1.40	2.08	1.80	2.16	0.10	0.012	0.10	0.99
C <sub>2</sub> /C <sub>3</sub> ratio	3.74	2.78	4.07	3.17	3.20	3.19	4.07	2.61	5.65	3.24	0.27	0.011	0.18	0.26
Total VFA	138.0	116.6	118.8	121.9	109.5	98.5	113.5	118.4	157.3	120.7	5.74	0.22	0.47	0.62

o 2017년 1월 - 4월 사양실험 혈액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-37)

- 온도 효과: 없음
- Glycerol 효과; C<sub>3</sub> 농도가 증가하였으며, C<sub>2</sub> / C<sub>3</sub> ratio가 감소함.
  - C<sub>3</sub>는 glycerol이 반추위 내에서 fermentation될 때 우선적으로 생성되는 VFA임 (Czerkawski and Breckenridge, 1972)

(나) 2017년 겨울 저온 스트레스 저감 glycerol 첨가 대사 실험 (2017년 1월-2월: 저온구-정상온도구 2개월)

○ 실험 목적

- 간세포 및 반추위 내에서 glycerol을 전구물질로 하여 추위스트레스 노출 시 증가되는 유지에너지 (체온 유지) 를 충족시키기 위해 항상성 유지의 주요 에너지원으로 사용되는 glucose의 합성을 증가시키기 위한 glycerol 첨가 (탑드레싱 형태) 실험임.

○ 실험 방법

- 공시동물: 한우거세우 6두 (평균 7.8 개월령, 235.7 kg)  
- 실험설계: Diet (glycerol 첨가) x 사양 시기 (저온구 vs 정상온도구)

> 사양 방법:

- 사료급여 시간: 농후사료, 조사료; 9am, 6pm, 매일 아침 사료 급여 전 잔량 측정 기록

> 급여량: 사양실험과 동량의 농후사료 (체중의 1.5%), 조사료 (3 kg/d) 급여

대조구, 소맥피 일일 150g vs Glycerol 탑드레싱 사료 첨가 (40% 소맥피 + 60% glycerol) 사양실험과 동일한 농후사료 사용함 (표 7-73 과 동일한 농후사료 및 조사료 사용)

- 일일 400g: 일일 농후사료 섭취량의 6%

- Mineral block; 항상 제공

- Water; 항상 급여, (물 온도 조절은 불가능)

> 체중 측정: 고온구, 정상온도구 각 실험 개시일 및 종료일에 드라발 체중측정기 이용하여 측정

> Blood collection: 본실험 d1, d9, d18에 채취

> 채취 시간: 8h이상 절식 후 오전 9시 사료급여 전 / 사료 급여 3시간 후

> 혈액 채취 방법, 처리방법 및 분석 항목: 사양실험과 동일한 방법

> 소화율 측정실험: 소화율 실험 시기: 본 실험 각 period 4일간 (d15 - d17)

> Total fecal collection: 본 실험 각 period 4일간 (d15 - d17), 일일 측정 시간 (오후 5시경)

표 3-38. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures and relative humidity in metabolic cage

	Period 1 <sup>1</sup> (natural cold)	Period 2 <sup>2</sup> (normal-temp)	SE	P value
Ambient temperature, °C				
Mean	-1.10	21.0	0.17	<0.001
Maximum	0.25	24.4	0.69	<0.001
Minimum	-4.07	16.9	0.97	<0.001
Ambient relative humidity, %				
Mean	57.6	30.2	0.37	<0.001
Maximum	69.0	36.7	0.43	0.0012
Minimum	47.4	24.6	0.27	0.002

<sup>1</sup>Experiment period was 18 days from January 9 to 26

<sup>2</sup>Experiment period was 18 days from February 13 to March 2

o 2017년 겨울 대사 실험 온도 자료 (표 3-38)

- Cold period 는 mild cold stress (0 °C ~ - 6.7 °C) category에 해당함. (Webinar Portal for Forestry and Natural Resources, 2014)

표 3-39. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at natural-cold or normal-temperature condition

	Period 1 <sup>1</sup> (natural cold)		Period 2 <sup>2</sup> (normal-temp)		SE	P-value		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Temp	Interaction
Initial body weight, kg	237.0	233.7	259.3	265.0				
Body weight, kg	251.7	252.0	277.0	290.0				
Feed intake, kg/d, DM base								
Total feed intake, kg/d	6.00	5.87	6.34	6.40	0.09	0.76	0.02	0.45
Concentrate intake, kg/d	3.22	3.19	3.55	3.64	0.03	0.72	0.0016	0.49
Forage intake, kg/d	2.78	2.68	2.79	2.76	0.02	0.23	0.36	0.54
Concentrate intake, %	100	100	100	100	0	0.34	0.34	0.34
Forage intake, %	96.8	93.5	97.4	96.2	0.02	0.23	0.36	0.54
Average daily gain, kg/d	0.82	1.02	0.98	1.39	0.02	0.09	0.13	0.54
Feed efficiency(G:F), DM base	0.140	0.172	0.160	0.216	0.005	0.13	0.25	0.66
Digestibility, %								
DM	60.5	64.1	65.2	63.4	2.35	0.56	0.87	0.25
EE	41.2	50.6	52.8	39.6	3.89	0.25	0.54	0.87

NDF	66.0	55.7	50.6	59.1	4.57	0.32	0.67	0.37
ADF	30.3	35.8	40.6	36.4	4.04	0.26	0.45	0.89

<sup>1</sup>Experiment period was 18 days from January 9 to 26

<sup>2</sup>Experiment period was 18 days from February 13 to March 2

o 2017년 겨울 대사실험 결과 (표 3-39)

- 온도 효과; 저온 시기에 사료 효율이 수치적으로 낮았음
- Glycerol 효과; ADG 증가하는 경향을 보였으며, 사료효율이 수치적으로 증가함
- Glycerol이 growth performance 향상에 긍정적 영향을 미칠 가능성이 있음.

표 3-40. Concentrations of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at natural-cold or normal-temperature conditions (before feeding)

	Period 1 / day 1 (natural cold)		Period 1 / day 18 (natural cold)		Period 2 / day 1 (normal)		Period 2 / day 18 (normal)		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
Albumin, mg/dl	2.9	2.3	3.6	3.6	3.4	3.5	3.4	3.5	0.12	0.31	0.22	0.68
GOT, IU/dl	52.0	97.0	68.7	87.3	73.0	98.0	63.3	87.7	7.94	0.12	0.97	0.95
GPT, IU/dl	19.3	20.3	24.3	21.0	22.7	23.3	24.0	23.0	0.63	0.60	0.19	0.60
Triglyceride, mg/dl	16.0	20.7	16.0	23.3	16.3	27.7	16.3	22.0	1.23	0.004	0.66	0.71
Cholesterol, ug/dl	84.0	90.0	102.7	103.7	100.7	115.0	102.3	108.3	3.63	0.38	0.23	0.94
Glucose, mg/dl	74.3	76.7	94.7	103.3	98.7	96.0	86.3	80.7	2.80	0.88	0.004	0.68
HDL, mg/dl	68.7	71.0	83.0	86.0	77.7	86.7	84.3	83.0	2.91	0.61	0.33	0.95
Ca, mEq/dl	8.6	8.8	10.3	10.4	10.6	10.9	10.2	10.1	0.20	0.67	<0.001	0.97
P, mEq/dl	8.4	7.7	7.8	9.2	10.9	8.7	10.8	9.9	0.31	0.21	0.006	0.077
NEFA, mg/dl	469.0	428.7	254.4	176.7	283.5	187.2	163.1	108.5	29.30	0.078	<0.001	0.95

o 2017년 겨울 대사실험 혈액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-40)

- 온도 효과; 저온구 종료 시점에서 glucose농도 증가하였으며 NEFA 농도가 감소함.
- Glycerol 효과; Triglyceride 농도 증가하였으며, NEFA 농도가 감소하는 경향을 보임

표 3-41. Concentrations of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at natural-cold or normal-temperature conditions (after 3h feeding)

	Period 1 / day 1 (natural cold)		Period 1 / day 18 (natural cold)		Period 2 / day 1 (normal)		Period 2 / day 18 (normal)		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
Albumin, mg/dl	3.20	3.13	3.27	3.53	3.40	3.63	3.60	3.37	0.07	0.73	0.34	0.56
GOT, IU/dl	71.0	99.0	67.0	88.7	77.3	98.7	66.0	88.3	7.68	0.20	0.96	1.00
GPT, IU/dl	24.0	21.0	23.0	21.0	25.7	22.7	24.3	23.0	0.65	0.11	0.66	0.97
Triglyceride, mg/dl	11.3	15.0	13.0	21.3	18.3	26.3	19.0	23.0	1.31	0.009	0.025	0.77

Cholesterol, ug/dl	89.0	90.0	90.7	99.3	91.3	108.7	102.7	99.7	2.28	0.18	0.25	0.38
Glucose, mg/dl	86.7	87.3	91.0	98.7	94.7	102.3	101.0	91.3	2.60	0.78	0.51	0.66
HDL, mg/dl	74.3	72.7	73.0	81.3	70.7	80.3	83.7	79.3	1.84	0.44	0.51	0.48
Ca, mEq/dl	9.47	9.27	9.07	10.7	9.90	10.8	10.7	9.53	0.20	0.31	0.33	0.12
P, mEq/dl	9.50	9.17	8.13	9.63	9.17	9.77	10.1	9.20	0.23	0.64	0.71	0.33
NEFA, mg/dl	101.8	79.4	192.1	99.3	112.1	92.3	96.4	55.3	9.90	0.009	0.02	0.31

o 2017년 겨울 대사실험 혈액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-41)

- 온도 효과; 저온구에서 triglyceride 감소, NEFA 증가함.
- 체지방이 분해되면 NEFA로 전환되고 체온 유지를 위한 열 생산의 에너지원으로 사용될 수 있음.
- Glycerol 효과; Triglyceride 농도 증가하였으며, NEFA 농도가 감소함.
- Glycerol이 에너지 대사의 균형을 맞추기 위해 간세포에서 triglyceride 합성을 위한 back-bone으로 사용될 수 있음.

표 3-42. Concentrations of rumen VFAs and pH of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at natural-cold or normal-temperature conditions (before feeding)

	Period 1 / day 1 (natural cold)		Period 1 / day 18 (natural cold)		Period 2 / day 1 (normal)		Period 2 / day 18 (normal)		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
pH	6.61	6.79	6.92	6.88	7.13	6.64	6.55	6.81	0.45	0.65	0.57	0.80
NH3, mg/dl	12.1	10.1	11.5	12.6	13.5	11.1	12.2	13.1	2.26	0.62	0.24	0.84
C2, mM	38.3	35.0	53.6	54.2	55.0	62.3	62.7	56.5	2.93	0.93	0.02	0.81
C3, mM	7.15	7.26	10.7	9.97	12.1	12.9	12.4	12.1	0.71	0.98	0.04	0.98
Iso-C4, mM	0.85	0.80	0.95	0.70	0.99	1.03	0.95	0.94	0.03	0.27	0.11	0.35
C4, mM	4.36	3.99	8.97	9.60	7.60	9.08	10.46	9.65	0.64	0.82	0.003	0.85
Iso-C5, mM	1.21	1.10	1.41	0.91	1.34	1.42	1.20	1.25	0.05	0.20	0.29	0.13
C5, mM	0.36	0.29	0.61	0.44	0.79	0.88	0.51	0.55	0.06	0.82	0.04	0.86
C2/C3 ratio	5.50	5.09	5.53	5.54	4.64	4.88	5.04	4.73	0.16	0.74	0.41	0.91
Total VFA	52.3	48.5	76.3	75.8	77.9	87.6	88.2	81.0	4.28	0.95	0.018	0.87

o 2017년 겨울 대사실험 위액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-42)

- 온도 효과; 저온 조건에서 C2, C3, C4, C5, total vfa 농도가 낮았음. 저온 조건에서 반추 위 내 vfa가 더 많이 소모되었을 가능성이 있음.
- Glycerol 효과; 나타나지 않았음.

표 3-43. Concentrations of rumen VFAs and pH of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at natural-cold or normal-temperature conditions (after 3h feeding)

	Period 1 / day 1 (natural cold)		Period 1 / day 18 (natural cold)		Period 2 / day 1 (normal)		Period 2 / day 18 (normal)		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
pH	6.54	6.29	6.36	6.48	6.29	6.34	6.25	6.55	0.39	0.27	0.50	0.57
NH3, mg/dl	11.2	12.7	12.0	13.2	11.0	10.3	9.25	12.2	2.42	0.82	0.40	0.45
C2, mM	64.1	63.5	89.1	78.7	63.9	65.4	89.0	80.0	2.9	0.34	0.006	0.75
C3, mM	16.5	21.7	22.4	40.8	15.6	18.7	22.9	24.8	5.4	0.25	0.34	0.52
Iso-C4, mM	0.9	0.9	1.2	5.3	0.6	0.8	1.0	1.0	0.6	0.36	0.39	0.52
C4, mM	11.6	16.0	17.6	16.9	10.7	15.7	18.3	22.4	0.9	0.014	0.002	0.33
Iso-C5, mM	1.0	1.2	1.3	1.3	0.6	0.8	0.9	1.1	0.1	0.43	0.053	0.93
C5, mM	1.7	2.0	2.1	2.2	1.6	1.9	1.8	1.7	0.1	0.43	0.48	0.93
C2/C3 ratio	3.9	2.9	4.1	2.9	4.2	3.5	3.9	3.2	0.2	0.03	0.86	0.94
Total VFA	95.8	105.4	133.6	168.3	93.2	103.3	133.9	131.0	7.4	0.34	0.03	0.78

o 2017년 겨울 대사실험 위액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-43)

- 온도 효과; C4 농도가 각 period의 마지막 날에 증가하였음.
- Glycerol 효과; C4 증가, C2/C3 ratio 감소; 사양 실험 결과와 유사함

표 3-44. Immune cell populations of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at natural-cold or normal-temperature conditions (before feeding)

	Period 1 / day 1 (natural cold)		Period 1 / day 18 (natural cold)		Period 2 / day 1 (normal)		Period 2 / day 18 (normal)		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
monocyte, %	31.5	29.8	28.3	29.1	39.2	26.1	23.4	19.8	1.53	0.09	0.03	0.25
CD14+MHCII+, %	5.70	5.16	8.79	6.56	5.47	6.22	5.18	10.02	0.62	0.57	0.45	0.24
CD14-MHCII+, %	9.5	10.6	18.9	17.5	14.9	8.3	13.9	9.2	1.08	0.12	0.02	0.44
granulocyte, %	28.2	25.1	30.2	23.3	24.1	31.9	19.4	15.8	1.72	0.66	0.13	0.44
lymphocyte, %	40.3	45.1	41.6	45.0	42.9	34.5	40.0	43.3	1.45	0.81	0.73	0.43
CD8+T, %	11.8	11.6	20.9	15.0	12.6	9.5	15.3	15.2	1.37	0.43	0.31	0.87
CD25+ of CD8+ T, %	4.25	2.73	8.31	4.70	1.93	3.06	3.54	2.18	0.82	0.45	0.37	0.81
CD4+ T, %	23.5	21.5	22.0	20.0	17.0	13.9	25.2	19.9	1.31	0.26	0.23	0.97
CD25+ of CD4+ T, %	15.9	14.6	14.8	16.8	15.2	21.3	16.9	20.6	0.70	0.04	0.13	0.19

- o 2017년 겨울 대사실험 혈액 분석 결과 (면역 세포) (before feeding, 0h) (표 3-44)
- 추위 스트레스에 의해 혈액 내 monocyte의 비율이 증가하고 CD14-한 antigen-presenting cells (APC)의 비율이 증가하여, 이를 통한 Adaptive immunity의 활성화가 감소되었을 가능성이 있음. 그러나 추위 스트레스에 의해 면역력이 낮아져 바이러스 등 감염증상이 나타나지는 않았음.

**다. 여름철 온도 스트레스 저감 영양소 조절방안 및 생리학적, 면역학적 변화 구명 (2014 ~ 2016)**

- 본 연구에서는 2014년 7월부터 2016년 10월까지 매년 여름 고온 스트레스 저감 사료 개발 연구를 수행하였다. 고온 조건에서 RUP, 글리세롤, 광물질 첨가 사료 급여 효과 및 정상 온도와 고온에서 혈액성상 및 면역지표 비교 분석 연구를 수행하였다. 이를 토대로 여름철 더위 스트레스 저감용 사료배합비 개발 및 광물질 첨가제 적정 첨가 수준을 결정하는 기초 자료로 활용하였다.

**(1) 2014년 여름 고온 스트레스 저감 사료 사양실험 (2014년 7월-9월: 여름-가을 2개월)**

○ 실험 목적

- 한우 거세우 고온 스트레스 저감사료 개발 연구
- 한우에서 온도 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴
  - > 월별 사료효율 및 영양생리·면역학적 변화 측정
  - > 글리세롤(에너지) 첨가에 의한 영양생리학적 지표 개선 효과 구명
  - > 온도 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 개선 효과 분석
  - > 사료섭취량/성장률 개선 효과 구명
  - > 온도 조절이 가능한 사양시스템에서 실험 수행

○ 실험 방법

- 공시동물 : 한우거세우(15개월령) 20두
- 기본사료 교체 : 현재 육성우 사료를 A사 스마트 큰소 사료로 점진적 교체
  - > 교체시기: 6월 4주에서 7월 1주
  - > 교체방법: 2-3일 간격으로 육성우사료·큰소사료를 7:3, 5:5, 3:7 비율로 점진적으로 교체
  - > 예비실험 적응 기간 : 7월 3일 - 27일 (24일)
  - > 시험구 : 2가지 영양소 처리구; 대조구(A사 스마트 큰소), Glycerol 첨가구
    - 고온 조건에는 유지에너지 요구량이 높아지고, 섭취량이 저하되며, glucose 필요량이 높아지므로 gluconeogenesis 전구물질로 사용되는 glycerol 첨가하였을 경우 고온 스트레스 완화 효과가 있다는 선행 연구 결과들 (Baumgard et al., 2007; Wheelock et al., 2010)을 토대로 고온 스트레스 저감용 원료로 글리세롤 첨가 실험을 수행하였음
- 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법
  - > 농후사료 급여 및 섭취량 측정



- 드라발 스테이션 4개에 2개 시험사료 각각 지정 후 자동급여  
(각 우방 당 한우 5마리씩 체중 및 월령을 고려하여 배치)  
·대조구 : 우방 2,4                   ·Glycerol 첨가구 : 우방 1,3
- 급여량은 개체 별 체중의 1.6%까지 체중을 고려하여 급여
- 일일섭취량은 자동급여기 연결 컴퓨터에 기록됨
- > 조사료
  - 다운 조사료 급여기로 볏짚 및 라이그라스 급여
  - 일일 2회 급여실시; 오전 8시, 오후 6시
  - 급여량은 개체별 체중의 0.77% - 0.5%까지 체중을 고려하여 급여
  - 섭취량 측정은 급여량 및 잔량 측정으로 계산
- 조사항목 및 시료 채취
  - > 온습도 : 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격
  - > 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
  - > 체중측정 : 월별(30일) 체중측정
  - > 혈액 채취 및 분석
    - 월별(30일) 혈액 채취 : 9시 -10시
    - 혈액채취 시간 : 사료급여 중단 9h후, 오전 9시부터
    - 조사료 급여 중단 및 재급여 방법 :
      - 시험 당일 0시에 다운 조사료조 모든 사료 제거, 체중 측정 후 조정된 조사료 급여량에 근거하여 12시에 재급여; 측정된 체중에 근거하여 재계산한 섭취량 설정
    - 농후사료 급여 중단 및 재급여 방법 :
      - 시험당일 0시 - 오전 12시 드라발 농후사료 급여기 가동 중단
      - 조사료 급여, 섭취 확인 후 재가동, 측정된 체중에 근거 급여량 중량설정 후 오후 2 - 4시경 재가동
      - 혈액 원심분리 : 혈장 및 혈철 원심분리 냉동보관, 중식 후 분리
- 사양 실험 개요 : 월별 시험기간 4주, 아래 표 참조(주로 8월, 9월 2개월 실험)

월	7	8	9
평균 개월령, 월	15	16	17
농후사료 급여량	개체별 체중의 1.55% - 1.6%까지 체중을 고려하여 급여		
조사료 급여량	개체별 체중의 0.77% - 0.5%까지 체중을 고려하여 급여		
혈액채취 및	7월 28일 (월)	8월 27일 (수)	9월 26일 (금)
체중측정일	09:00 - 10:00	09:00 - 10:00	09:00 - 10:00

○ 혈액 샘플 분석

- HITACHI 7180 (HITACHI, Japan) 생화학 분석기를 이용하여 triglyceride, cholesterol, NEFA, HDL, LDL, glucose, GOT, GPT, albumin, phosphurs, calcium, magnesium 분석
- 서울대학교 면역학 실험실에서 immune cell populations 분석

○ (연구 결과 및 고찰

표 3-45. Ingredient of concentrate diet and composition of experimental diets for Korean cattle steers during 15 ~ 18 months of age at August through October of 2014

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of additive (Grobic-DC, Bayer Health Care,

Ingredients	Control	Glycerol suppl
Ground corn	2.16	1.35
Steamed-flaked corn	21.00	21.00
Ground wheat	26.54	30.20
Salt	0.20	0.20
Molasses	4.20	4.20
Soy hull	3.00	7.00
Corn flour	9.00	5.00
Rice bran	3.00	1.78
Cottonseed hulls	2.00	2.00
Palm kernel meal	7.00	8.00
Ammonium chloride	0.15	0.15
Urea	0.34	0.34
Sodium bicarbonate	0.75	0.75
Condensed molasses solubles	1.40	1.18
Corn gluten feed	10.78	3.30
Limestone	2.09	2.06
Copra meal	5.53	8.64
Palm oil	0.70	0.70
Purified glycerin	-	2.00
Mineral/Vitamin premix <sup>1</sup>	0.17	0.17
Total	100.00	100.00
Chemical composition, % DM		
Concentrate diet		
DM	86.47	86.55
CP	13.33	13.69
Fat	3.43	3.39
Ash	5.76	5.84
Ca	0.92	1.03
P	0.44	0.39
Tall-fescue hay, % DM		
DM	91.61	
CP	5.96	
Fat	1.63	
Ash	5.76	
Ca	0.27	
P	0.12	
ADF	65.90	
NDF	39.98	

Leverkusen, Germany): Vit. A, 2,650,000 IU; Vit. D3 530,000 IU; Vit.E 1,050 IU; Niacin 10,000 mg; Mn 4,400 mg; Zn 4,400 mg; Fe 13,200 mg; Cu 2,200 mg; I 440mg; Co440 mg.

표 3-46. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperature, climate temperatures, relative humidity and THI in experimental farm at August and

September of 2014.

Items	A u g u s t (P1) <sup>1</sup>	September(P2) <sup>2</sup>	SE	P
Ambient temperature, °C				
Mean	23.23	19.91	0.31	<0.001
Maximum	27.81	26.32	0.41	0.45
Minimum	20.23	14.74	0.43	<0.001
Climate temperature, °C				
Mean	22.73	19.32	0.36	<0.001
Maximum	32.84	35.84	1.10	0.03
Minimum	18.62	12.49	0.47	<0.001
Ambient Relative humidity, %				
Mean	81.96	75.61	0.95	<0.001
Maximum	91.94	59.21	0.40	0.19
Minimum	65.98	32.22	2.07	<0.001
Climate Relative humidity, %				
Mean	74.58	71.35	1.64	0.78
Maximum	90.49	87.48	1.42	0.014
Minimum	55.02	25.45	2.89	<0.001
Ambient THI <sup>3</sup>				
Mean	70.36	64.00	0.51	<0.001
Maximum	75.77	69.65	0.51	<0.001
Minimum	66.32	56.67	0.66	<0.001
Climate THI				
Mean	70.61	63.69	0.58	<0.001
Maximum	80.26	78.72	0.90	0.31
Minimum	64.34	53.30	0.80	<0.001

<sup>1</sup> July 28 - August 26 (4 weeks).

<sup>2</sup> August 27 - September 25 (4 weeks).

<sup>3</sup> Temperature-humidity index

o 8월 - 9월 기후 자료 (표 3-46)

- 9월에 비해 8월의 실내 최저 온도 및 평균 온도, 최저 습도 및 평균 습도가 높았음. 이에 따른 THI 지수는 9월에 비해 8월의 최저, 최고, 평균 THI가 모두 높았음.
- 9월에 비해 8월의 실내 최저 온도 및 평균 온도, 최저 습도 및 평균 습도가 높았음.
- THI 지수는 9월에 비해 8월의 최저, 최고, 평균값이 모두 높았음.
- Zimbelman at al. (2009)은 THI 72~79는 약한 더위 스트레스, 80~89는 중간 정도 더위 스트레스, 90~99는 심각한 더위 스트레스를 유발하는 것으로 보고함: 본 연구에서 8월에는 약한 더위 스트레스를 받을 것으로 추정

표 3-47. Growth performance, rectal temperature, and respiration frequency of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet at August and September (N=10)

Variable	August(P1) <sup>1</sup>		September(P2) <sup>2</sup>		Total period		SE	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Month	Interaction
Age, month	14.4	14.0	15.4	15.0	14.9	14.5				
Initial body weight	405.0	405.2	434.7	430.7	405.0	405.2				
Body weight, kg	434.7	430.7	455.8	453.9	455.8	453.9	5.54	0.79	0.049	0.92
Daily feed intake <sup>3</sup> , kg: DM										
Total feed intake, kg/d	7.63	7.62	8.21	8.09	9.16	9.07	0.08	0.68	0.0012	0.70
Concentrate intake, kg/d	5.44	5.45	6.00	5.93	6.62	6.57	0.08	0.81	<0.001	0.77
Daily forage intake, kg/d	2.19	2.19	2.20	2.16	2.54	2.50	0.03	0.61	0.93	0.81
Average daily gain, kg/d	0.96	0.96	0.70	0.77	0.83	0.80	0.04	0.62	0.03	0.13
Feed efficiency(G:F)	0.96	0.108	0.094	0.083	0.092	0.088	0.0005	0.63	0.003	0.11
Rectal temperature, °C	38.5	38.6	38.3	38.4			0.04	0.31	0.007	0.52
Respiration (per minute)	49.9	45.4	40.4	39.8			1.05	0.15	<0.001	0.31

<sup>1</sup> July 28 – August 26 (4 weeks). <sup>2</sup> August 27 – September 25 (4 weeks).

<sup>3</sup> Body weight was recorded at August 27 and september 26, respectively

o 8-9월 사양실험 결과 (표 3-47)

- Glycerol 첨가는 섭취량, 일당증체량 및 사료효율에 영향을 미치지 않음.
- 8월에 비해 9월의 농후사료 섭취량은 높았으나, 일당증체량 및 사료 효율이 더 낮았음. 9월 섭취량 증가는 체중 증가 요인이 가장 클 것임
- 직장온도는 더운 8월이 9월보다 높았으며, glycerol 첨가 효과는 없었음.
- 호흡수는 더운 8월이 9월보다 높았으며, 8월에는 glycerol 첨가로 낮아지는 경향을 보임.

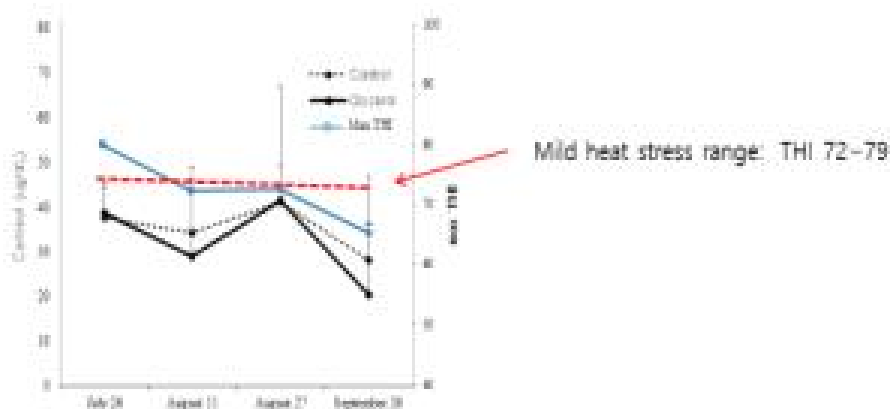


그림 3-20. Plasma cortisol concentrations at several months during summer and fall in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Minimum THI values at bleeding date are shown. No statistical significance.

o Cortisol 농도 : Glycerol 첨가로 변화 없음 (그림 3-20)

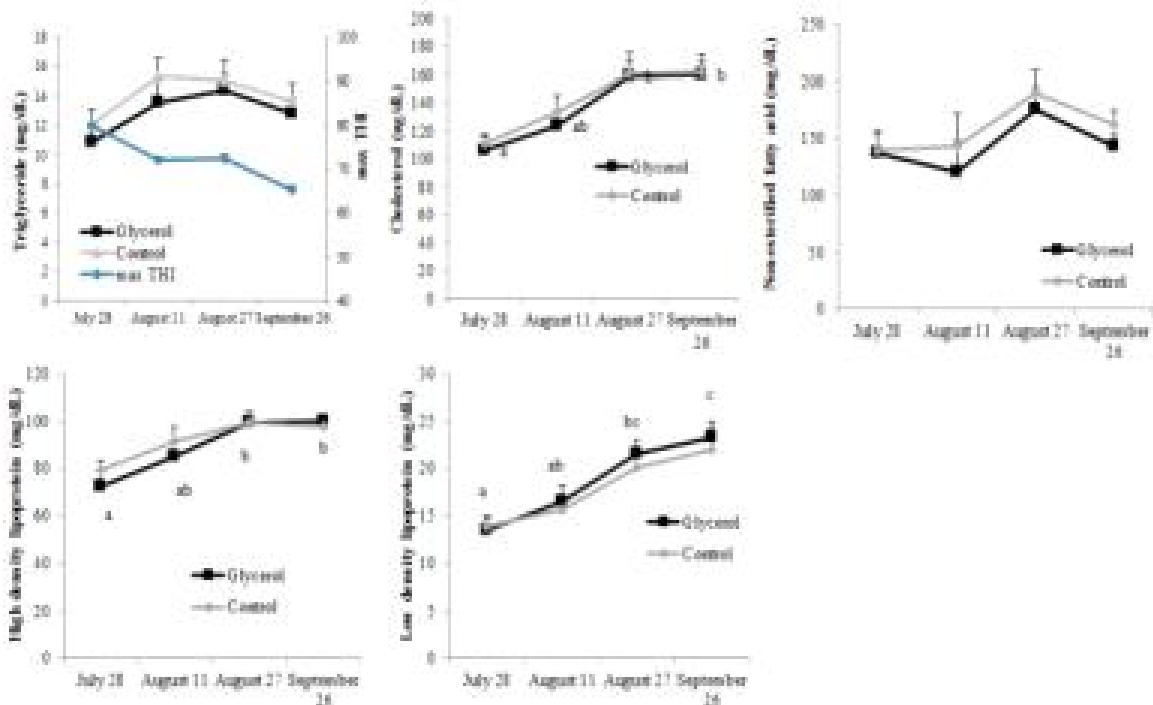


그림 3-21. Serum concentrations lipid metabolites at several months in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Minimum THI values at bleeding date are shown. Mean values with different letters differ( $P < 0.05$ )

o Cholesterol, HDL 및 LDL 농도 (그림 3-21)

- 이들 모두 더운 7월 28일의 값보다 8월 27일 및 9월 26일의 값이 높았음.
- Cholesterol, HDL, LDL 값은 THI 값과 반비례하는 경향임.
- Glycerol 첨가는 이들 모두에 영향을 미치지 않음

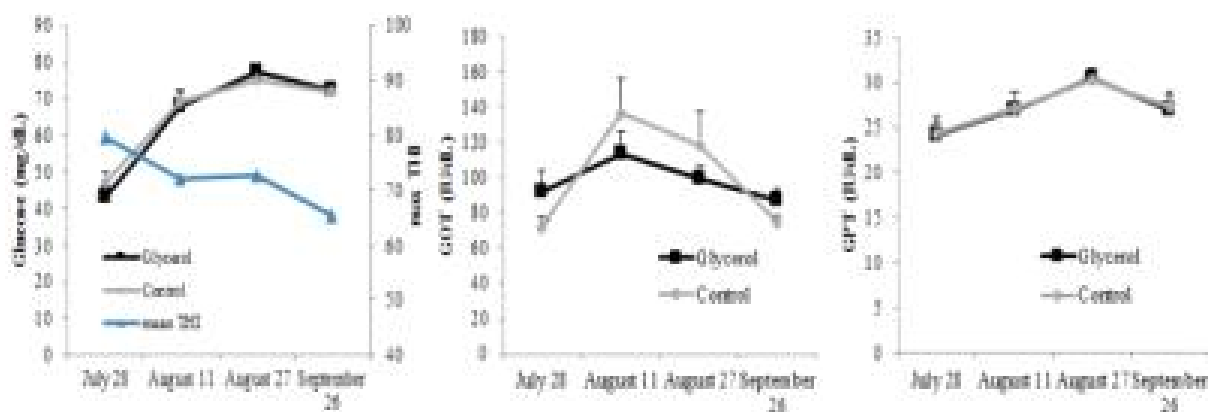


그림 3-22. Serum concentrations glucose and liver indicators at several months in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Mean values with different letters differ ( $P < 0.05$ ).

o Glucose, GOT 및 GPT 농도 (그림 3-22)

- Glucose 농도는 가장 THI 값이 높은 7월 28일에 가장 낮은 경향을 보임. Glycerol 첨가는 영향을 미치지 않음.

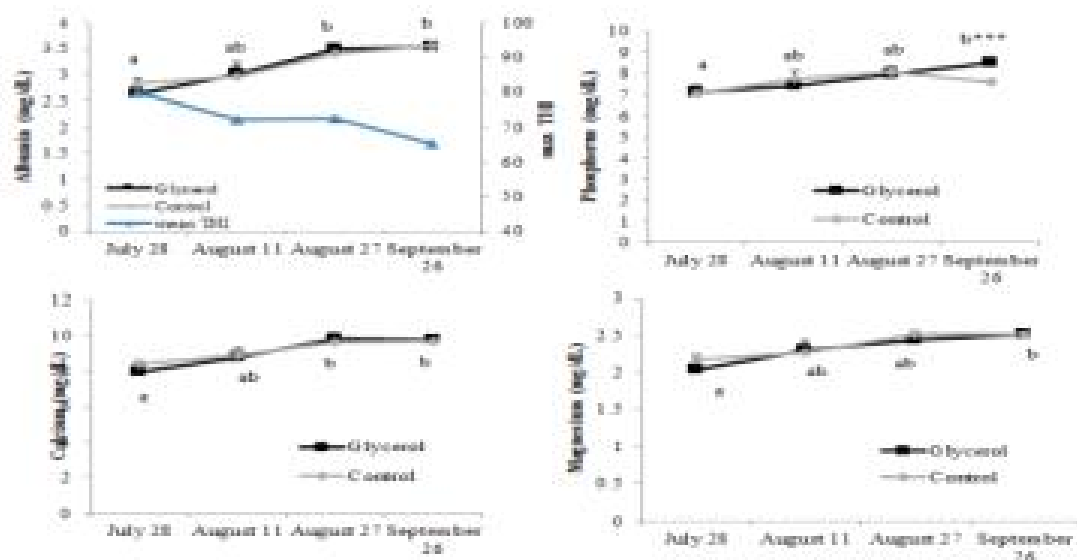


그림 3-23. Serum concentrations minerals and protein metabolite at several months in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. Mean values with different letters differ ( $P < 0.05$ ).

o Albumin, phosphorus, calcium, magnesium 농도 (그림 3-23)

- Albumin, phosphorus, calcium, magnesium 농도는 더운 7월 28일보다 8월 27일 및 9월 26일이

되면서 높아지는 경향을 보였음.

- Phosphorus 농도는 9월 26일에 글리세롤 첨가구의 농도가 대조구보다 높았음.

- 모든 항목이 THI의 변화와 반비례하여 높아졌을 가능성이 있음.

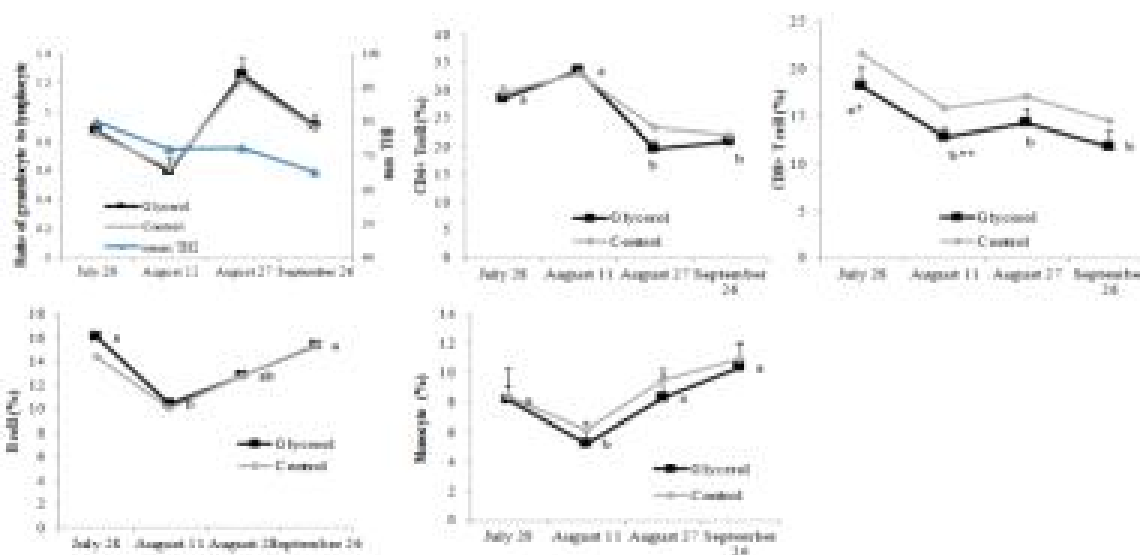


그림 3-24. Serum immune cell populations at several months in Korean cattle steers.

Values are mean + SEM. Mean values with different letters differ ( $P < 0.05$ ).

o Immune cell populations (그림 3-24)

- Granulocyte to lymphocyte ratio는 8월 27일에 가장 높았고, CD4+ 및 CD8+ T cell은 가장 더운 7월 26일에 가장 높았으며 점점 낮아져 THI값과 비례하는 경향을 보임.
- B cell 및 monocyte는 8월 11일에 가장 낮았고, 9월 26일로 가면서 증가하였음.

(2) 2015년 여름 고온 스트레스 저감 RUP 첨가 사양 및 대사 실험

(가) 2015년 여름 고온 스트레스 저감 RUP 첨가 사양 실험

○ 실험 목적

- \* 한우 거세우 고온 스트레스 저감사료 개발 연구
- \* 한우에서 온도 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴
  - 월별 사료효율 및 영양생리·면역학적 변화 측정
  - RUP 첨가에 의한 영양생리학적 지표 개선 효과 구명
  - 온도 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 개선 효과 분석
  - 사료섭취량/성장률 개선 효과 구명

○ 실험방법

- 공시동물 : 한우거세우(10.6개월령, 231.3kg) 14두

\* 시험구 : 2가지 영양소 처리구; 대조구, RUP (Rumen Undegradable Protein) 첨가구

- 고온 조건에는 유지에너지 요구량이 높아지고, 섭취량이 저하된다. 반추위 내에서 미생물에 의해 소화되지 않고 소장으로 바로 내려가 단백질의 직접 공급을 높이기 위한 RUP를 첨가하여 고온 조건에서 한우 거세우에 어떤 영향을 미치는지 연구함.

\* 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법

○ 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법

> 농후사료 급여 및 섭취량 측정

- 드라발 스테이션 4개에 2개 시험사료 각각 지정 후 자동급여
- 대조구 사료 및 RUP 첨가 (0.55%) 두 가지 사료 사용 (표 3-24)
- 급여량은 개체별 체중의 1.5%까지 체중을 고려하여 급여; 대략 3~4kg 정도 급여

> 조사료

- 다운 조사료 급여기로 tall-fescue hay 급여 (체중의 1.5%, 약 4kg)

\* 조사항목 및 시료 채취

- > 온습도 : 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격
- > 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
- > 체중측정 : 월별(30일) 체중측정

> 혈액(절식 후; 0h 및 사료 급여 3시간 후 ; 3h 채취)

> Immune cell populations

표 3-48. Ingredient of concentrate diet and composition of experimental diets for Korean cattle steers during 10 ~ 15 months of age at July through October of 2015

	대조구	RUP
분쇄옥수수	17.02	16.78
소맥	20.00	20.00
생미강	5.00	5.00
소금	0.37	0.37
알팔파펠렛	1.50	1.50
당밀	3.80	3.80
염화암모늄	0.50	0.50
팜박	10.00	10.00
CMS	1.50	1.50
야자박	10.00	10.00
DDGS	4.71	9.34
Live yeast	0.01	0.01
옥분	4.20	4.00
단백피	16.84	12.34
보호지방(경화)	-	0.80
석회석	3.04	3.06
항곰팡이제	0.05	0.05
유기태 미네랄 믹스	0.01	0.01
맥반석	1.20	0.69
미네랄프리믹스	0.10	0.10
비타민프리믹스	0.15	0.15
합계	100.00	100.00
Chemical composition, % DM		
DM	89.44	89.25
CP %	15.00	15.00
Fat %	4.10	5.23
Ash %	9.47	8.83
NDF %	24.43	24.23
ADF %	35.91	35.11
RUP %	5.45	6.00
TDN %	70.39	72.50
Tall-fescue hay, % DM		
DM	90.63	
CP	6.06	
Fat	1.55	
Ash	5.89	
Ca	0.35	
P	0.19	
ADF	66.76	
NDF	38.50	

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of additive (Grobic-DC, Bayer Health Care,



Leverkusen, Germany): Vit. A, 2,650,000 IU; Vit. D3 530,000 IU; Vit.E 1,050 IU; Niacin 10,000 mg; Mn 4,400 mg; Zn 4,400 mg; Fe 13,200 mg; Cu 2,200 mg; I 440mg; Co440 mg.

○ 연구 결과 및 고찰

표 3-49. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures, climate temperatures, relative humidity and THI<sup>5</sup> at July to October of 2015.

Items	July <sup>1</sup>	August <sup>2</sup>	September <sup>3</sup>	October <sup>4</sup>	SE	P
Ambient temperature, °C						
Mean	24.9	23.4	18.4	9.8	0.55	<0.001
Maximum	30.8	32.9	28.8	19.8	0.65	<0.001
Minimum	21.3	18.1	11.7	3.75	0.66	<0.001
Climate temperature, °C						
Mean	24.2	21.4	16.7	10.4	0.57	<0.001
Maximum	30.2	28.1	24.9	17.5	0.63	<0.001
Minimum	20.6	17.0	11.0	5.3	0.64	<0.001
Ambient Relative humidity, %						
Mean	100.4	67.0	71.3	72.7	2.41	<0.001
Maximum	120.3	97.9	102.3	99.9	1.68	<0.001
Minimum	71.4	68.0	64.8	30.4	3.90	<0.001
Climate Relative humidity, %						
Mean	102.1	102.8	97.4	83.0	1.33	<0.001
Maximum	122.9	127.6	127.6	106.6	1.14	0.003
Minimum	70.9	71.1	72.3	49.8	1.95	<0.001
Ambient THI						
Mean	76.8	76.3	75.9	50.9	0.94	<0.001
Maximum	81.8	81.3	80.9	63.7	0.83	<0.001
Minimum	72.0	71.5	71.1	38.9	1.25	<0.001
Climate THI						
Mean	70.9	71.1	72.3	51.4	1.01	<0.001
Maximum	81.1	80.7	80.3	61.6	0.86	<0.001
Minimum	70.6	70.1	69.8	40.9	1.28	<0.001

<sup>1</sup>Experiment period was 4 weeks from July 10 to August 6.

<sup>2</sup>Experiment period was 4 weeks from August 7 to September 3.

<sup>3</sup>Experiment period was 4 weeks from September 4 to October 1.

<sup>4</sup>Experiment period was 4 weeks from October 2 to October 30.

<sup>5</sup>Temperature-humidity index

○ 2015년 7월 - 10월 기후 자료 (표 3-49)

- 7, 8월의 평균 기온 및 최고 기온은 9, 10월보다 높았음 (p < 0.001)
- 7, 8월의 평균 THI 및 최고 THI는 9, 10월보다 높았음 (p < 0.001)
- Collier et al. (2012) 에 의하면 THI (72~29) 범위는 mild heat stress, (80~89) 일 경우

moderate heat stress 이므로 7~8월 (THI; 81)은 moderate ~ mild heat stress 상태라고 할 수 있음.

표 3-50. Growth performance of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet at July to October of 2015.

Variable	July <sup>1</sup>		August <sup>2</sup>		September <sup>3</sup>		October <sup>4</sup>		P			
	Cont rol	RUP	Cont rol	RUP	Cont rol	RUP	Cont rol	RUP	SE	Diet	Month	Interac tion
Age, month												
Initial body weight	231.3	229.4	259.1	257.4	288.6	282.7	300.2	294.2				
Body weight, kg	259.1	257.4	288.6	282.7	300.2	294.2	319.7	312.5				
Feed intake, DM base												
Daily total feed intake, kg/d	6.93	6.84	7.48	7.36	8.00	7.80	8.32	8.03	0.29	0.46	<0.001	0.76
Daily Concentrate intake, kg/d	3.18	3.13	3.58	3.59	3.93	3.79	4.22	4.05	0.24	0.07	<0.001	0.34
Daily forage intake, kg/d	3.76	3.72	3.90	3.77	4.08	4.01	4.09	3.98	0.08	0.001 <sub>4</sub>	0.011	0.09
Average daily gain, kg/d	0.99	1.00	1.05	0.90	0.75	0.76	0.70	0.65	0.01	0.93	<0.001	0.02
Feed efficiency (G:F)	0.144	0.147	0.142	0.123	0.094	0.099	0.085	0.083	0.0003	0.42	<0.001	0.03

N =10

<sup>1</sup>Experiment period was 4 weeks from July 10 to August 6.

<sup>2</sup>Experiment period was 4 weeks from August 7 to September 3.

<sup>3</sup>Experiment period was 4 weeks from September 4 to October 1.

<sup>4</sup>Experiment period was 4 weeks from October 2 to October 30.

o 2015년 7월 - 10월 사양실험 결과 (표 3-50)

- 일당 증체량 및 사료 효율은 Diet의 영향을 받지 않았으며, 7월에서 10월로 갈수록 일당증체량 및 사료 효율이 낮아졌음.

표 3-51. Concentrations of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet from July to October of 2015 (사료 급여 전 9h fasting)

Items	9h fasting										SE	P value		
	Jul 10		Aug 7		Sep 3		Oct 1		Oct 30			Diet	Month	Interac tion
Diet	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP				
Albumin, mg/dl	3.3	3.23	3.03	2.76	3.35	3.30	3.56	3.47	3.55	3.37	0.59	0.08	<0.001	0.81
GOT, mg/dl	75.1	72.1	74.6	62.3	81.2	69.5	78.2	75.1	77.4	67.9	4.54	0.56	0.005	0.77

GPT, mg/dl	21.9	23.5	24.1	24.7	28.1	28.5	27.7	30.4	27.2	26.4	1.57	0.31	<0.001	0.72
Triglyceride, mg/dl	14.4	13.5	16.3	16.3	15.8	15.8	20.2	16.1	17.2	16.8	1.04	0.27	0.017	0.70
Cholesterol, mg/dl	99.6	111.8	110.6	100.0	125.3	136.1	137.3	142.2	140.4	152.9	8.69	0.14	<0.001	0.72
Glucose, mg/dl	65.4	63.3	69.7	68.6	72.5	66.5	81.1	77.1	82.3	79.0	3.54	0.08	<0.001	0.72
HDL, mg/dl	65.8	77.7	68.6	69.0	78.1	88.5	83.4	92.0	89.7	94.7	3.78	0.006	<0.001	0.67
NEFA, mg/dl	526.5	393.8	246.9	196.9	265.3	241.6	255.1	253.9	258.3	302.7	10.8	0.17	<0.001	0.03

o 2015년 7월 - 10월 혈액 분석 결과 (9h 절식 후) (표 3-51)

- Glucose 농도: RUP구 감소 경향 (P = 0.08), 온도가 낮아질수록 농도가 증가함 (P < 0.001)
- 더운 조건에서 낮아지는 Glucose 농도는 thermoregulation cost 의 증가, 더위 스트레스가 gluconeogenesis 에 주는 부정적 영향, 내분비적 acclimation 과 같은 요인에 의해 설명될 수 있음 (Abeni et al., 2007).
- HDL 농도: RUP구 높음 (P = 0.006): RUP를 첨가함으로써 단백질의 직접공급량이 늘어나 지방을 수송하는 지질단백질의 합성량이 높아질 수 있음.
- Albumin, GOT, GPT, Triglyceride, Cholesterol 농도: RUP구 영향 받지 않았음. 7월에서 10월로 갈수록 증가함.
- NEFA 농도: 7월보다 10월에 낮음 (P < 0.05); 온도가 높은 7월에 유지에너지 요구량 증가로 인하여 primary energy source인 혈중 NEFA 농도가 높아질 수 있음.

표 3-52. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet at July to October of 2015 (사료 급여 3시간 후)

Items	3h after feeding										se	P value		
	Jul 10		Aug 7		Sep 3		Oct 1		Oct 30			Diet	Month	Interact ion
Diet	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP				
Albumin, mg/dl	non	non	non	non	3.35	3.28	3.46	3.48	3.47	3.40	0.41	0.48	0.06	0.74
GOT, mg/dl	non	non	non	non	81.1	69.4	79.9	76.6	75.2	67.9	6.04	0.016	0.22	0.51
GPT, mg/dl	non	non	non	non	27.8	28.5	27.2	29.7	27.5	27.1	2.87	0.71	0.40	0.58
Triglyceride, mg/dl	non	non	non	non	16.5	18.3	17.5	17.1	17.6	15.6	2.14	0.88	0.89	0.52
Cholesterol, mg/dl	non	non	non	non	123.9	135.2	132.7	144.0	144.4	154.6	9.89	0.08	0.04	0.99
Glucose, mg/dl	non	non	non	non	74.5	72.4	74.1	68.5	84.7	84.9	3.54	0.22	<0.001	0.52
HDL, mg/dl	non	non	non	non	78.4	88	81.4	92.5	86.9	95.4	6.78	0.008	0.22	0.95
NEFA, mg/dl	non	non	non	non	179.6	177.6	178.4	199.9	179.2	233.9	9.05	0.14	0.42	0.37

o 2015년 7월 - 10월 혈액 분석 결과 (사료 급여 3시간 후) (표 3-52)

- Glucose 농도: RUP 영향 받지 않음 (P = 0.22). 9월보다 10월 높음 (P < 0.001)
- HDL 농도: RUP구 (P = 0.008) 높음 : HDL은 주로 cholesterol과 결합하여 cholesterol을 운반하므로 cholesterol 농도와 비슷하게 변화할 가능성이 있음.
- Cholesterol 농도: RUP구 높고, 온도 높은 월에 낮음: 온도 높은 경우 peripheral tissue

에서 lipid 의 이용률이 높아지므로 blood cholesterol 의 농도가 낮아질 수 있음 (Ronchi et al., 1997; 1999) / RUP의 첨가가 tissue의 mobilisation 을 향상시킬 수 있으므로 cholesterol 의 농도가 낮아질 수 있음 (Hagemeister et al., 1981)

- Albumin, GPT, Triglyceride, NEFA는 RUP의 영향을 받지 않았음.

표 3-53. Concentrations of VFAs and NH3 of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet from July to October of 2015 (사료 급여 전 9h fasting)

Items	9h fasting										P value		
	Jul 10		Aug 7		Sep 3		Oct 1		Oct 30				
Period	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	Diet	Month	Interaction
pH	6.88	7.02	6.74	7.10	6.84	6.54	6.73	6.86	6.64	6.50	0.78	0.65	0.70
NH3, mg/dL	11.7	12.7	8.60	8.66	11.8	10.2	10.9	9.91	8.48	9.08	0.59	0.50	0.77
C2, mM	67.3	77.2	66.3	65.4	58.6	59.9	69.8	60.5	69.7	65.3	0.39	0.32	0.82
C3, mM	25.7	27.2	19.3	15.4	17.2	22.2	19.2	18.7	26.9	20.4	0.62	0.54	0.73
Iso C4, mM	0.52	0.64	0.53	0.51	0.66	0.87	0.67	0.72	0.67	0.70	0.60	0.90	0.72
C4, mM	15.5	11.9	11.9	10.8	12.1	11.9	13.1	12.0	10.5	11.4	0.55	0.46	0.64
Iso C5, mM	0.80	0.89	1.21	0.82	0.99	0.84	0.76	0.65	0.84	1.09	0.29	0.44	0.37
C5, mM	1.54	1.22	1.07	1.60	1.14	0.95	1.17	1.44	1.06	1.17	0.60	0.81	0.45
C2/C3 ratio	2.62	2.84	3.44	4.25	3.41	2.70	3.64	3.24	2.59	3.20	0.54	0.04	0.48
Total VFA	18.6	19.8	16.7	15.8	15.1	16.1	17.5	15.7	18.3	16.7	0.84	0.57	0.64

o 2015년 7월 - 10월 위액 분석 결과 (사료 급여 3시간 후) (표 3-53)

- RUP첨가 효과는 나타나지 않았으나, C2/C3 ratio가 8월에 높았음.

표 3-54. Concentration of immune cell populations of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet.

Items	Immune cell populations										P value			
	Jul 10		Aug 7		Sep 3		Oct 1		Oct 30					
Period	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	SE	Diet	Month	Interaction
monocyte, %	46.20	45.64	35.20	35.26	37.37	34.28	44.75	41.74	50.66	51.29	2.72	0.46	0.004	0.89
CD14+MHCII+, %	10.01	7.37	8.47	6.72	12.57	11.96	9.07	10.02	7.53	7.78	0.97	0.20	0.97	0.049
CD14-MHCII+, %	11.98	10.62	15.17	15.88	17.05	19.42	20.38	22.65	12.33	13.28	2.13	0.52	0.069	0.51
CD4 T cell, %	25.85	25.81	19.71	27.22	18.39	21.10	26.10	24.40	32.06	26.61	2.64	0.68	0.13	0.09
CD4/CD25+ T cell, %	18.63	15.22	17.20	17.00	19.51	20.24	18.39	21.69	18.22	19.36	1.66	0.83	0.086	0.094
CD8 T cell, %	15.10	14.71	12.03	13.35	12.85	11.23	12.74	10.62	14.53	13.57	1.13	0.33	0.31	0.37
Granulocyte to	1.71	1.07	0.99	1.00	0.93	0.73	1.10	0.82	1.50	1.43	0.26	0.15	0.84	0.47

o 2015년 7월 - 10월 혈액 분석 결과 (면역 세포) (9h 절식 후) (표 3-54)

- monocyte 비율이 온도가 높은 달에 낮았음 (P=0.004)
- Granulocyte to lymphocyte ratio (스트레스를 받았을 때 높아지는 면역지표) 는 월, RUP 처리에 의해 변하지 않았음.

(나) 2015년 여름 고온 스트레스 저감 RUP 첨가 사료 대사실험

○ 실험 목적

- \* 한우 거세우 고온 스트레스 저감사료 개발 연구
- \* 한우에서 온도 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴
  - 월별 사료효율 및 영양생리·면역학적 변화 측정
  - RUP 첨가에 의한 영양생리학적 지표 개선 효과 구명
  - 온도 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 개선 효과 분석
  - 사료섭취량/성장률 개선 효과 구명
  - 온도 조절이 가능한 사양시스템에서 실험 수행

○ 실험 방법

- 공시동물 : 한우거세우(11.8개월령, 231.1kg) 6두

\* 시험구 : 2가지 영양소 처리구; 대조구, RUP (Rumen Undegradable Protein) 첨가구 (표 3-24와 동일)

○ 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법

> 농후사료 급여 및 섭취량 측정

- 매일 아침 조사료 및 농후사료 잔량 측정하여 섭취량 측정
- 대조구 사료 및 RUP 첨가 (0.55%) 두 가지 사료 사용
- 급여량은 개체별 체중의 1.5%까지 체중을 고려하여 급여; 대략 3~4kg 정도 급여

> 조사료

- Tall-fescue hay 급여 (체중의 1.5%, 약 4kg)

\* 조사항목 및 시료 채취

- > 온습도 : 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격
- > 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
- > 체중측정 : 각 period (고온구 및 정상온도구) 시작일 및 종료일 체중 측정
- > 혈액(절식 후; 0h 및 사료 급여 3시간 후 ; 3h 채취)
- > 분 샘플 채취 및 분석 (전분소화율; Total fecal collection: 본 실험 3일간 (d5 - d7), 일일 측정 시간 (오후 5시경)
- > Immune cell populations
- > 직장온도 및 호흡수

○ 연구 결과 및 고찰

표 3-55. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures, climate temperatures, relative humidity and THI<sup>1</sup> in metabolic cage.

Items	High-temperature(P1) <sup>1</sup>	Normal(P2) <sup>2</sup>	SE	P
Ambient temperature, °C				
Mean	25.4	19.2	0.79	<0.001
Maximum	34.4	19.6	1.80	<0.001
Minimum	20.8	18.7	0.29	<0.001
Ambient THI <sup>3</sup>				
Mean	75.9	66.5	1.19	<0.001
Maximum	86.0	67.0	2.32	<0.001
Minimum	69.7	65.9	0.53	<0.001

<sup>1</sup> August 7 - 14 (8 days)

<sup>2</sup> August 17 -24 (8 days). 일일 8시간 온풍기 가동하여 최고온도로 유지하였음.

<sup>3</sup> Temperature-humidity index

○ 2015년 여름 대사 실험 온도 자료 (표 3-55)

- 고온구 최고 기온: 34.4°C 정상온도구 (25.4°C)보다 높았음 (p < 0.001)
- 고온구 최고 THI: 86으로 정상온도구 76 보다 높았음 (p < 0.001)
- 젖소의 moderate heat stress (80-89) 범주에 속함

표 3-56. Growth performance, rectal temperature and respiration rate of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet at metabolic cage.

	Normal <sup>1</sup>		High-temperature <sup>2</sup>		SE	Diet	P	
	Control	RUP	Control	RUP			Temperature	Interaction
Age, month	12.2	11.6	12.6	11.9				
Initial body weight <sup>3</sup> , kg	231.3	230.0	240.3	240.3				
Body weight <sup>3</sup> , kg	243.3	246.3	243.3	246.3	3.26	0.82	0.57	0.82
Feed intake <sup>3</sup> , kg: DM base								
Total feed intake, kg/d	6.34	6.61	5.88	6.20	0.21	0.48	0.34	0.95
Concentrate intake, kg/d	3.64	3.64	3.47	3.55	0.05	0.58	0.02	0.38
Forage intake, kg/d	2.70	2.37	2.41	2.80	0.18	0.50	0.64	0.80
Average daily gain, kg/d	0.87	1.01	0.86	0.86	0.16	0.78	0.78	0.81
Feed efficiency(G:F)	0.149	0.161	0.0190	0.0184	0.02	0.87	0.003	0.86
Rectal temperature	38.93	39.06	39.65	39.62	0.50	0.35	0.004	0.35
Respiration rate	49.0	44.3	73.3	82.3	0.94	0.56	<0.001	0.64
Digestibility, %								
DM	67.1	60.6	71.8	61.9	2.35	0.008	0.51	0.71
Fat	51.1	41.2	52.1	37.3	4.27	0.21	0.87	0.79
ADF	39.5	38.2	40.5	26.1	4.08	0.38	0.52	0.45
NDF	52.3	42.4	66.0	51.7	4.08	0.13	0.11	0.75

<sup>1</sup>Experiment period was 8 days from August 7 to 14

<sup>2</sup>Experiment period was 8 days from August 17 to 24.

<sup>3</sup>Body weight was recorded at August 7, 17, and 24, respectively.

o 2015년 여름 대사 실험 결과 (표 3-56)

- 일당 증체량 및 사료 효율: Diet의 영향을 받지 않았으며, 고온구에서 사료효율이 낮았음 (P = 0.003)
- 농후사료 섭취량: 고온구에서 낮았음 (P = 0.02)
- DM 소화율이 RUP 처리구에서 낮은 경향을 보임 (P=0.0098)

표 3-57. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet at metabolic cage (9시간 절식 후, 사료 급여 전).

Items	9h fasting											
	Normal day 1		Normal day 8		Hot day 1		Hot day 8		SE	P value		
Period	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP		Diet	Temperature	Interaction
Albumin, mg/dl	3.57	3.37	3.57	3.37	2.97	3.10	3.43	3.37	0.30	0.92	0.08	0.63
GOT, IU/dl	67.3	70.3	67.3	65.0	64.7	59.7	73.7	67.7	7.44	0.42	0.57	0.74
GPT, IU/dl	28.0	24.0	28.0	24.3	20.0	22.3	23.7	23.3	3.67	0.64	0.29	0.4
Triglyceride, mg/dl	20.7	18.3	20.7	19.3	18.3	23.3	21.3	16.7	3.14	0.83	0.92	0.61
Cholesterol, ug/dl	109.3	114.7	109.3	125.3	99.7	114.3	119.7	131.3	10.8	0.14	0.55	0.96
Glucose, mg/dl	83.0	78.3	83.0	74.3	70.0	72.7	82.7	78.7	5.04	0.829	0.06	0.73
HDL, mg/dl	77.0	78.0	77.0	86.7	70.3	79.0	82.3	89.3	7.78	0.17	0.45	0.9
NEFA, mg/dl	346.1	330.2	346.1	342.2	237.1	283.5	278.1	301.5	12.9	0.38	0.49	0.89

o 2015년 여름 대사 실험 혈액 분석 결과 (9시간 절식) (표 3-57)

- Albumin, glucose는 RUP의 영향을 받지 않았지만 온도에 따라 변화하는 경향을 보였으며 (P = 0.08, 0.06) 고온구에서 더 낮았음.
- Glucose 농도는 더위 스트레스 사양 실험과 유사한 경향: 고온구에서 낮음.
- Albumin은 고온조건에서 낮은 경향을 보였음. 고온 조건에서 빠른 호흡과 땀 배출로 heat-induced dehydration이 발생할 수 있으며 이로인하여 plasma 삼투압의 불균형이 초래될수 있는데 높은 THI 조건에서 낮은 Albumin 농도는 혈중 삼투압을 유지하기 위한 결과로 볼 수 있음 (Cunningham and Klein, 2007). 더위 스트레스 사양 실험과 유사한 경향.

표 3-58. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet at metabolic cage (사료 급여 3시간 후).

Items	3h after feeding											
	Normal day 1		Normal day 8		Hot day 1		Hot day 8		SE	P value		
Period	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP		Diet	Temperature	Interaction
Albumin, mg/dl	non	non	3.37	3.47	3.03	3.27	3.10	3.37	0.21	0.03	0.053	0.68
GOT, IU/dl	non	non	72.7	67.7	67.7	66.0	66.3	64.3	6.94	0.68	0.81	0.98
GPT, IU/dl	non	non	21.3	25.3	20.3	24.3	20.7	22.3	3.07	0.04	0.63	0.72

Triglyceride, mg/dl	non	non	18.0	19.7	18.3	23.3	12.7	16.3	1.94	0.29	0.27	0.88
Cholesterol, ug/dl	non	non	110.7	126.0	99.0	124.7	105.0	125.0	8.49	0.02	0.84	0.86
Glucose, mg/dl	non	non	87.7	77.3	75.0	79.0	78.7	81.0	7.54	0.73	0.53	0.27
HDL, mg/dl	non	non	79.0	87.7	71.0	86.3	73.0	85.0	5.78	0.014	0.69	0.81
NEFA, mg/dl	non	non	266.1	332.9	253.4	303.6	216.1	264.6	9.95	0.14	0.41	0.97

o 2015년 여름 대사 실험 혈액 분석 결과 (사료 급여 3시간 후) (표 3-58)

- 사료 급여 후 (3h) GPT, Cholesterol, HDL 농도는 온도의 영향을 받지 않았으나 RUP 첨가구에서 따라 변화하였으며 ( $P < 0.05$ ), RUP 첨가구에서 높아졌음.
- NEFA, Glucose는 RUP 및 온도의 영향을 받지 않았음.
- Albumin 농도는 RUP 및 월별 모두에 영향을 받았으며, 고온구에서 낮았고 RUP 첨가구에서 높아졌음. 사양 실험에서 RUP에 의한 영향은 나타나지 않았으나 고온 조건에서 낮은 경향은 동일하게 나타남.

표 3-59. Concentration of VFAs and NH3 of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet at metabolic cage (9시간 절식 후, 사료 급여 전).

Items	9h fasting										P value		
	Normal day 1		Normal day 8		Hot day 1		Hot day 8		SE	Diet	Temperature	Interaction	
Period	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP					
pH	7.04	6.81	6.54	6.67	6.84	6.51	6.57	6.63	0.64	0.54	0.87	0.66	
NH3, mg/dL	10.5	12.4	9.50	10.7	11.6	9.85	8.51	10.1	0.50	0.65	0.94	0.54	
C2, mM	67.3	75.6	66.7	69.4	98.6	69.9	79.2	88.5	3.08	0.85	0.03	0.61	
C3, mM	20.7	17.7	15.8	19.2	19.8	20.2	22.4	17.7	1.15	0.21	0.32	0.51	
Iso C4, mM	0.42	0.74	0.63	0.41	0.46	0.87	0.60	0.72	0.09	0.64	0.80	0.58	
C4, mM	13.5	12.0	14.1	12.8	14.1	12.9	13.6	10.2	0.85	0.14	0.41	0.30	
Iso C5, mM	0.82	0.79	1.01	0.72	0.76	0.70	0.65	0.96	0.08	0.14	0.54	0.64	
C5, mM	1.34	1.29	1.17	1.57	1.24	1.50	1.37	1.34	0.12	0.59	0.74	0.65	
C2/C3 ratio	3.25	4.27	4.22	3.61	4.98	3.46	3.54	5.00	0.39	0.87	0.02	0.37	
Total VFA	17.3	18.0	16.6	17.4	22.5	17.7	19.6	19.9	1.59	0.54	0.006	0.15	

o 2015년 여름 대사 실험 위액 분석 결과 (9시간 절식) (표 3-59)

- 고온구에서 C2농도 및 total vfa 농도, C2/C3 ratio가 높았음. 이는 반추위 내 수분 저장량이 줄어들어서 일부 VFA 농도가 높아졌을 가능성이 있음. 이 결과로 반추위 내 환경이 더워 스트레스의 영향을 받았다고 추정할 수 있음. RUP 효과는 나타나지 않았음.

표 3-60. Concentration of immune cell populations of Korean cattle steers fed either control or RUP-supplemented diet.

Items	immune cell populations										P value		
	Hot day 1		Hot day 8		Normal d 8		Normal d 8		SE	Diet	Month	Interaction	
Period	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP	CON	RUP					
monocyte, %	42.23	41.87	39.63	39.17	52.50	51.90	51.70	48.03	1.60	0.64	0.01	0.96	
CD14+MHCII+,	12.33	10.33	8.80	10.98	10.09	10.40	8.80	7.89	0.50	0.91	0.25	0.52	



CD14-MHCII+, %	13.32	18.77	16.85	13.95	11.49	17.23	12.13	18.40	1.44	0.26	0.98	0.70
CD4 T cell, %	14.20	21.17	23.20	15.89	28.33	30.10	29.23	27.53	1.83	0.98	0.050	0.49
CD4/CD25+ T cell, %	15.73	25.23	17.60	13.03	20.57	20.30	18.27	18.67	1.52	0.70	0.64	0.49
CD8 T cell, %	10.76	9.77	12.63	11.05	11.45	12.73	11.26	10.83	0.72	0.79	0.86	0.93
Granulocyte to lymphocyte ratio	0.94	0.81	0.95	0.83	1.38	1.20	1.17	1.06	0.08	0.41	0.22	0.99

o 2015년 여름 대사 실험 혈액 분석 결과 (면역 세포) (9시간 절식) (표 3-60)

- monocyte 비율이 온도가 높은 구간에서 낮았음 (P=0.01). 위 사양 실험과 유사한 결과.
- CD4 T cell의 비율이 온도가 높은 구간에서 낮았음. (P=0.05)
- Granulocyte to lymphocyte ratio 는 변하지 않았음.

(3) 2016년 여름 고온 스트레스 저감 glycerol 및 광물질 첨가 사양 및 대사 실험

(가) 2016년 여름 고온 스트레스 저감 glycerol 첨가 사양 실험 (2016년 7월-9월: 여름-가을 3개월)

○ 실험 목적

- 한우 거세우 고온 스트레스 저감을 위한 글리세롤 첨가 사양 개발 연구
- 글리세롤 첨가에 의한 영양생리학적 지표 및 면역학적 지표 개선 연구
- 2014년 글리세롤 첨가 실험 때보다 글리세롤 함량을 높게 (2.4%) 첨가하여 글리세롤 첨가 정도가 달라졌을 때 고온 스트레스에 어떻게 반응하는지 알아보기 위하여 실험 설계.

○ 실험 방법

- 공시동물; 사양실험-한우거세우 12두 (평균 23.5 개월령, 466.9 kg)
- \* 시험구 : 2가지 영양소 처리구; 대조구, 글리세롤 첨가구(2.4% 첨가): 표 3-50
- \* 사양 급여 및 일일 섭취량 측정 방법
  - > 농후사료 급여 및 섭취량 측정
    - 드라발 스테이션 4개에 2개 시험사료 각각 지정 후 자동급여
    - 급여량은 개체 별 체중의 1.5%까지 체중을 고려하여 급여
    - 일일섭취량은 자동급여기 연결 컴퓨터에 기록됨
  - > 조사료
    - 다운 조사료 급여기로 rice-straw 급여
    - 일일 2회 급여실시; 오전 8시 30분, 오후 4시 30분
    - 급여량은 일일 1.5kg 급여
    - 섭취량 측정은 급여량 및 잔량 측정으로 계산
- \* 조사항목 및 시료 채취
  - > 온습도 : Onset 온습도 자동 측정기를 사용하여 측정
  - > 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정

- > 체중측정 : 월별(30일) 체중측정
- > 혈액 채취 및 분석 (9시간 절식 후, 사료 급여 3시간 후 2차례 채취)
- > 대사실험의 경우 전분소화율 측정 위한 fecal collection 실시
- > 위액 채취 (9시간 절식 후, 사료 급여 3시간 후 2차례 채취)
- > 호흡수 및 직장 온도 측정 (혈액채취 1주일 후, 더운 시간인 오후 1~3시 경 측정)

○ 결과 및 고찰

표 3-61. Ingredient of concentrate diet and composition of experimental diets for Korean cattle steers during 10 ~ 15 months of age at July to September, 2016.

Ingredients	대조구	시험구
분쇄옥수수	3.99	5.52
소맥	15.22	17.84
소맥피	2.14	1.56
생미강	10	15
면실피	5	5
소금	0.38	0.36
요소	0.34	0.35
당밀	3.8	0.8
염화암모늄	0.5	0.5
팜박	12.31	2
CMS	0.8	0.8
대두박	1.93	4.97
DDGS	10.7	10.7
클리세린(80%)	0.00	3.00
아마편	0.01	0.01
대두피	7.17	7.23
단백피	23	21.4
석회석	2.46	2.71
유기태 미네랄 믹스	0.02	0.02
항곰팡이제	0.05	0.05
미네랄 프리믹스1	0.18	0.18
합계	100	100
>>PROTEIN %	17.97	18
>>FAT %	5.03	5.29
>>ASH %	8.51	8.36
>>NDF %	29.71	26
<NFC %	28.61	32.2
<RUP %	5.81	5.81
TDN %	71.15	74.65
Chemical composition of concentrate, % DM	대조구	시험구
Moisture	10.36	9.88
EE	7.35	8.38
CP	15.52	16.30
Ash	5.90	5.99

NDF	26.54	25.35
ADF	36.23	35.19
Ca	0.86	0.89
P	0.46	0.52
Chemical composition of forage hay, % DM		
Moisture	21.81	
EE	6.48	
CP	0.12	
Ash	10.96	
NDF	41.56	
ADF	69.84	
Ca	0.27	
P	0.07	

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of additive (Grobic-DC, Bayer Health Care, Leverkusen, Germany): Vit. A, 2,650,000 IU; Vit. D3 530,000 IU; Vit.E 1,050 IU; Niacin 10,000 mg; Mn 4,400 mg; Zn 4,400 mg; Fe 13,200 mg; Cu 2,200 mg; I 440mg; Co440 mg.

표 3-62. Ambient temperatures, relative humidity and temperature-humidity index (THI) in July to September, 2016.

Items	July <sup>1</sup>	August <sup>2</sup>	September <sup>3</sup>	SE	P
Temperature(°C)					
Mean	25.23	27.51	20.50	0.45	<0.001
Maximum	41.19	43.75	33.71	0.71	<0.001
Minimum	16.39	13.69	7.55	0.39	<0.001
Relative humidity (%)					
Mean	76.05	67.83	75.97	0.86	<0.001
Maximum	96.89	92.49	95.32	0.46	<0.001
Minimum	27.61	24.75	31.35	1.57	<0.001
THI					
mean	73.87	76.10	66.75	0.62	<0.001
Maximum	88.52	90.52	83.09	0.71	<0.001

<sup>1</sup>5<sup>th</sup> July – 2<sup>nd</sup> August (4 weeks).

<sup>2</sup>2<sup>th</sup> August – 30<sup>th</sup> August (4 weeks).

<sup>3</sup>30<sup>th</sup> August – 26<sup>th</sup> September (4 weeks).

o 2016년 7월 - 9월 기후 자료 (표 3-62)

- 7, 8월 최고 및 평균 THI: 9월보다 높음
- 7 ~ 8월 THI: moderate heat stress 상태에 속함 (Zimbelman et al., 2009).

표 3-63. Growth performance, respiration rate, and rectal temperatures of Korean cattle steers fed either a control or glycerol-supplemented diet from July to September, 2016

	July <sup>1</sup>		August <sup>2</sup>		September <sup>3</sup>		SE	P-value		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Month	Interacti on
Initial body weight, kg	466.8	467.0	480.5	487.5	495.3	505.7	12.6			
Body weight, kg	480.5	487.5	495.3	505.7	511.0	528.5	13.4			
Feed intake, kg (DM base)										
Total feed intake, kg/d	7.86	7.93	8.17	8.32	8.17	8.35	0.17	0.71	0.41	0.89
Concentrate intake, kg/d	6.37	6.44	6.67	6.82	6.67	6.85	0.17	0.71	0.42	0.895
Forage intake, kg/d	1.49	1.49	1.50	1.50	1.50	1.50	0.0015	0.51	0.003	0.79
Average daily gain, kg/d	0.49	0.73	0.53	0.65	0.56	0.81	0.052	0.056	0.55	0.96
Feed efficiency(G:F)	0.056	0.09	0.066	0.08	0.066	0.099	0.006	0.03	0.53	0.99
Respiratory rate, /min <sup>4</sup>	62.2	56.8	64.0	60.3	48.2	48.2	1.84	0.36	0.004	0.79
Rectal temperature, °C <sup>5</sup>	38.5	38.3	38.8	38.1	39.1	37.8	0.14	0.017	0.993	0.27

N=12, <sup>1</sup>5<sup>th</sup> July - <sup>2</sup>2<sup>nd</sup> August (4 weeks). <sup>2</sup>2<sup>th</sup> August - <sup>3</sup>30<sup>th</sup> August (4 weeks). <sup>3</sup>30<sup>th</sup> August - <sup>4</sup>26<sup>th</sup> September (4 weeks). <sup>4</sup> Breathing and rectal temperature were measured before heating. <sup>5</sup> Respiratory rate and rectal temperature were measured at hotter time (PM 2)

o 2016년 7월 - 9월 사양 실험 결과 (표 3-63)

- 온도 효과: growth performance, 섭취량 및 직장온도 차이 없음. 호흡률 감소
- Glycerol 효과: ADG 개선, 사료효율 개선, 직장온도 감소, 호흡률 효과 없음

표 3-64. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (before feeding; 0h)

	5 <sup>th</sup> July		2 <sup>nd</sup> August		30 <sup>th</sup> August		26 <sup>th</sup> September		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Month	Interactio n
Albumin, mg/dl	4.67	3.64	4.62	4.58	4.47	4.83	3.68	4.67	0.16	0.83	0.98	0.11
GOT, IU/dl	69.3	77.0	62.3	68.4	62.5	80.5	62.7	75.7	2.55	0.023	0.79	0.25
GPT, IU/dl	24.7	24.8	22.7	20.8	21.2	23.0	19.2	20.0	0.74	0.88	0.14	0.48
Triglyceride, mg/dl	23.83	19.80	27.83	23.00	23.50	23.25	28.50	24.8	0.98	0.15	0.42	0.57
Cholesterol, ug/dl	162.3	170.8	165.3	178.2	187.0	206.8	195.7	215.8	6.93	0.004	<0.001	0.15
Glucose, mg/dl	84.0	80.4	78.7	76.0	79.7	85.5	81.5	84.7	1.16	0.73	0.17	0.11
HDL, mg/dl	94.7	111.2	87.3	101.8	96.2	124.3	98.33	117.0	4.42	0.007	0.057	0.39
calcium, mEq/dl	8.32	8.00	8.32	7.84	8.00	8.83	7.83	8.3	0.12	0.51	0.60	0.037
phosphate, mEq/dl	9.72	8.84	7.65	9.08	9.32	8.75	8.72	9.3	0.22	0.82	0.75	0.87
NEFA,	122.1	172.8	80.0	59.3	77.9	83.8	75.5	89.5	12.8	0.70	0.42	0.94

mg/dl

o 2016년 7월 - 9월 사양 실험 혈액 분석 결과 (사료 급여 전, 0h) (표 3-64)

- 온도 효과: GPT는 고온시기에 더 높았고, cholesterol은 고온시기에 더 낮았음
  - heat stress 가 간의 cell membrane 에 damage를 주어서 GPT와 같은 enzyme의 외부 유출을 일으킬 수 있음 (Altland and highman. 1961). 또한 간에서 glucose를 더 많이 생성하기 위한 활동의 일환으로 cell damage가 더 커질 수 있음.
- Glycerol 효과: GOT, cholesterol, HDL은 glycerol 처리구에서 더 높았음.

표 3-65. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (after 3h feeding)

	5 <sup>th</sup> July		2 <sup>nd</sup> August		30 <sup>th</sup> August		26 <sup>th</sup> September		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Month	Interaction
Albumin, mg/dl	4.67	3.64	4.62	4.58	4.47	4.83	3.68	4.67	0.16	0.83	0.98	0.11
GOT, IU/dl	69.3	77.0	62.3	68.4	62.5	80.5	62.7	75.7	2.55	0.023	0.79	0.25
GPT, IU/dl	24.7	24.8	22.7	20.8	21.2	23.0	19.2	20.0	0.74	0.88	0.14	0.48
Triglyceride, mg/dl	23.8	19.8	27.8	23.0	23.5	23.3	28.50	24.8	0.98	0.15	0.42	0.57
Cholesterol, ug/dl	162.3	170.8	165.3	178.2	187.0	206.8	195.7	215.8	6.93	0.004	<0.001	0.15
Glucose, mg/dl	84.0	80.4	78.7	76.0	79.7	85.5	81.5	84.7	1.16	0.73	0.17	0.11
HDL, mg/dl	94.7	111.2	87.3	101.8	96.2	124.3	98.3	117.0	4.42	0.007	0.057	0.39
calcium, mEq/dl	8.32	8.00	8.32	7.84	8.00	8.83	7.83	8.28	0.12	0.51	0.60	0.037
phosphate, mEq/dl	9.72	8.84	7.65	9.08	9.32	8.75	8.72	9.28	0.22	0.82	0.75	0.87
NEFA, mg/dl	122.1	172.8	80.0	59.3	77.9	83.8	75.5	89.5	12.8	0.70	0.42	0.94

o 2016년 7월 - 9월 사양 실험 혈액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-65)

- 온도 효과: Cholesterol은 고온시기에 더 낮았음.
  - Ronchi et al. (1995) 에 의하면 더위 스트레스 상황에서 증가하는 cortisol 이 cholesterol의 catabolism을 유도함.
- Glycerol 효과: GOT, cholesterol, HDL은 glycerol 처리구에서 더 높았음.

표 3-66. Concentration of VFAs and NH3 in rumen fluid of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (after 3h feeding)

	5 <sup>th</sup> July		2 <sup>nd</sup> August		30 <sup>th</sup> August		26 <sup>th</sup> September		P-value		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Diet	Temp	Diet x Temp
pH	6.21	6.40	6.50	6.78	6.34	6.28	6.61	6.54	0.25	0.54	0.74
C2, mM	57.2	45.9	69.6	66.9	86.3	63.5	69.1	73.8	0.06	<0.001	0.42
C3, mM	14.3	13.0	16.9	20.3	23.4	21.0	16.8	25.9	0.11	<0.001	0.06
Iso-C4, mM	0.82	1.07	1.09	1.17	1.03	0.90	0.96	1.16	0.10	0.50	0.66

C4, mM	11.7	11.7	16.9	18.0	20.0	16.3	19.2	23.1	0.65	<0.001	0.48
Iso-C5, mM	0.99	1.61	1.41	1.54	1.19	1.12	1.15	2.09	0.004	0.21	0.45
C5, mM	0.94	1.21	1.57	1.98	1.72	1.63	1.55	2.41	0.007	<0.001	0.28
C2/C3 ratio	4.21	3.81	4.14	3.47	3.78	3.09	4.26	2.88	<0.001	0.051	0.12
Total VFA	86.0	74.5	107.4	109.8	133.6	104.4	108.7	128.4	0.55	<0.001	0.25
NH3, mg/dl	6.29	8.82	11.8	10.8	8.85	4.64	6.81	7.20	0.73	0.067	0.36

o 2016년 7월 - 9월 사양 실험 위액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-66)

- 온도 효과: Total VFA는 온도가 낮아질수록 높아졌으며, 각각의 VFA (C2, C3, C4, C5) 또한 온도가 낮아질 수록 농도가 높아짐. 고온구에서 암모니아 농도가 높은 경향.
- Glycerol 효과: iso C5, C5의 농도가 높았으며, C2/C3 ratio가 낮아짐.

(나) 2016년 여름 고온 스트레스 저감 사료 대사 실험 (2016년 7월-8월: 고온구-정상온도구 2개월)

○ 실험 목적

\* 한우 거세우 고온 스트레스 저감사료 개발 연구

\* 한우에서 온도 스트레스에 대한 영양생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴

-월별 사료효율 및 영양생리 • 면역학적 변화 측정

-글리세롤 첨가에 의한 영양생리학적 지표 개선 효과 구명

-온도 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 개선 효과 분석

-사료섭취량/성장률 개선 효과 구명

○ 실험 방법

- 공시동물 : 한우거세우 6두 (평균 23.5 개월령, 478.2 kg)

\* 시험구 : 2가지 영양소 처리구; 대조구 vs 글리세롤 첨가구 (2.4%)

\* 시험구, 대조구 각각 사양실험과 동일한 농후사료 사용 (표 3-50과 동일)

- 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법

> 농후사료 급여 및 섭취량 측정

- 매일 아침 조사료 및 농후사료 잔량 측정하여 섭취량 측정

- 대조구 사료 및 글리세롤 첨가 (2.4%) 두 가지 사료 사용

- 급여량은 개체별 체중의 1.5%까지 체중을 고려하여 급여; 대략 7~8kg 정도 급여

> 조사료

- Rice-straw 급여 (일일 1.5kg)

\* 조사항목 및 시료 채취

> 온습도 : 우사 외부 및 우사 내부 1시간 간격

> 일일사료섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정

- > 체중측정 : 고온구, 정상온도구 각각 20일씩 실험하며 각 period 1일, 20일에 체중 측정
- > 혈액(절식 후; 0h 및 사료 급여 3시간 후 ; 3h 채취)
- > 분 샘플 채취 및 분석 (전분소화율; Total fecal collection: 본 실험 4일간 (d17 - d20), 일일 측정 시간 (오후 5시경)
- > Immune cell populations
- > 직장온도 및 호흡수 (혈액채취일마다 측정; period 당 3회, 오후 2~3시 경)

○ 결과 및 고찰

표 3-67. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures, climate temperatures, relative humidity and THI at metabolic cage

Items	Normal Period <sup>1</sup>	High-temperature <sup>2</sup>	SE	P
Temperature(°C)				
Mean	20.9	30.4	0.78	<0.001
Maximum	25.5	36.0	1.06	<0.001
Minimum	18.1	24.2	0.61	<0.001
Relative humidity (%)				
Mean	72.3	71.8	0.69	0.69
Maximum	84.0	87.9	0.75	0.076
Minimum	53.3	55.9	0.89	0.0017
THI				
Mean	67.7	81.9	1.17	<0.001
Maximum	73.6	88.2	1.47	<0.001
Minimum	63.8	71.3	1.15	<0.001

<sup>1</sup>27th July - 18nd August (21 days).

<sup>2</sup>1th August - 19th August (19 days).

o 2016년 여름 대사 실험 온도 자료 (표 3-67)

- 고온구의 THI는 moderate ~ severe heat stress condition 에 해당함 (Collier et al., 2012)

표 3-68. Growth performance, respiration rate, digestibility and rectal temperatures of Korean cattle steers fed either a control or glycerol-supplemented diet at metabolic cage

	Normal <sup>1</sup>		H i g h temperature <sup>2</sup>		SE	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Temp	Intera- ction
Initial body weight <sup>3</sup> , kg	481.7	475.3	504.0	505.0	6.66			
Body weight <sup>3</sup> , kg	498.7	495.7	512.0	510.0	5.98			
Feed intake <sup>3</sup> , kg								
Total feed intake, kg/d	8.06	7.22	6.99	6.19	0.28	0.24	0.004	0.67
Concentrate intake, kg/d	6.88	5.77	6.1	4.87	0.35	0.15	0.017	0.43

Forage intake, kg/d	1.18	1.45	0.89	1.31	0.102	0.043	0.002	0.043
Concentrate intake, %	95.0	80.8	80.8	63.9	3.75	0.005	0.005	0.75
Forage intake, %	78.7	96.6	59.5	87.5	5.50	0.03	0.13	0.57
Average daily gain, kg/d	0.81	0.97	0.38	0.24	0.16	0.62	0.066	0.896
Feed efficiency(G:F)	0.101	0.133	0.057	0.033	0.023	0.66	0.16	0.73
respiratory rate, /min (0h) <sup>3</sup>	43.0	45.0	65.3	67.7	3.98	0.67	0.0016	0.97
respiratory rate, /min (6h) <sup>4</sup>	33.0	36.3	76.0	80.3	7.45	0.65	<0.001	0.95
rectal temperature, °C (0h) <sup>3</sup>	38.4	38.4	38.6	38.6	0.066	0.72	0.14	0.903
Rectal temperature, °C (6h) <sup>4</sup>	38.7	38.7	38.9	38.7	0.105	0.74	0.64	0.74
Digestibility, %								
DM	60.1	63.5	64.8	62.3	1.98	0.55	0.50	0.94
EE	55.4	50.8	47.4	51.8	2.54	0.87	0.15	0.56
NDF	65.1	64.9	66.5	64.1	2.87	0.74	0.89	0.52
ADF	36.9	39.0	32.7	33.6	1.24	0.13	0.06	0.26

n=3

<sup>1</sup>27th July - 18nd August (21 days).

<sup>2</sup>1th August - 19th August (19 days).

<sup>3</sup> Breathing and rectal temperature Before feeding

<sup>4</sup> Respiratory and rectal temperature After feeding,  
Measurement after 6 hours of high temperature exposure

o 2016년 여름 대사 실험 결과 (표 3-68)

- Glycerol \* Temperature interaction: 조사료 섭취량에서 나타났음.
- 온도 효과: 사료 섭취량이 감소하였으며, 일당 증체량이 감소하는 경향을 보임. 호흡수가 증가하였음. ADF 소화율이 고온구에서 감소하는 경향. 고온 환경에서 반추위 활동이 줄어들었거나, ADF 분해 박테리아 감소했을 가능성이 있음.
- Glycerol 효과: 조사료 섭취량이 증가하였으나, 일당증체량, 사료효율, 직장온도, 호흡수에는 영향을 미치지 않았음.

표 3-69. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (before feeding)

	6.27. Normal period		7.6. Normal period		7.18 Normal period		8.1. High temperature		8.11. High temperature		8.19. High temperature		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interac ion
Albumin, mg/dl	4.63	4.83	4.63	5.00	4.57	5.00	4.57	3.33	4.53	4.43	4.27	5.00	0.13	0.83	0.47	0.95
GOT, IU/dl	70.3	67.7	69.0	72.7	68.7	75.0	68.7	97.7	80.7	63.3	59.3	81.0	2.89	0.302	0.75	0.54
GPT, IU/dl	22.7	24.3	23.3	26.0	22.7	25.0	21.3	27.3	22.0	21.3	18.3	23.0	0.69	0.024	0.057	0.68
Triglycerid e, mg/dl	20.0	26.7	21.7	28.3	23.7	30.0	23.7	28.3	18.3	29.3	23.0	32.0	1.24	<0.001	0.18	0.33



Cholesterol, ug/dl	140.3	155.3	150.3	165.7	160.3	149.7	162.0	149.3	129.0	152.3	158.0	152.7	2.87	0.53	0.84	0.56
Glucose, mg/dl	74.0	71.3	62.3	62.3	67.7	70.3	73.7	69.0	72.0	75.7	45.0	43.3	3.13	0.95	0.14	0.95
HDL, mg/dl	96.3	106.0	102.0	113.3	111.0	98.0	74.7	98.0	77.0	102.0	96.3	100.3	3.37	0.15	0.22	0.72
calcium, mEq/dl	8.13	8.43	8.13	8.57	8.33	8.80	8.53	8.53	7.53	7.60	7.37	8.47	0.13	0.13	0.12	0.63
phosphate, mEq/dl	8.80	8.13	8.77	8.37	8.50	8.57	7.67	8.07	8.70	8.10	8.70	7.50	0.12	0.12	0.24	0.55
NEFA, mg/dl	280.6	258.4	209.0	220.8	245.3	255.7	317.7	266.1	295.3	287.6	174.6	196.5	12.45	0.83	0.63	0.87

o 2016년 여름 대사 실험 혈액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-69)

- 온도 효과: GPT는 고온구에서 더 낮았으며 ( $P<0.05$ ), glycerol 첨가구에서 높아지는 경향을 보임( $P=0.057$ ): 대부분 논문에서 GPT는 고온일때 높아짐.
- Glycerol 효과: Triglyceride는 glycerol 첨가구에서 높았음 ( $P<0.001$ ), GPT는 낮은 경향

표 3-70. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (after 3h feeding)

	6.27. Normal period		7.6. Normal period		7.18 Normal period		8.1. High temperature		8.11. High temperature		8.19. High temperature		SEM	P		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Date	Interaction
Albumin, mg/dl	4.87	4.97	4.60	4.70	4.33	5.13	4.50	4.90	4.43	4.60	4.57	4.87	0.07	0.02	0.24	0.73
GOT, IU/dl	76.0	71.7	67.7	67.7	66.7	82.0	69.0	101.0	66.3	81.3	62.0	84.0	3.15	0.02	0.61	0.07
GPT, IU/dl	26.7	25.3	22.3	25.0	21.7	26.3	20.7	27.0	20.0	23.3	19.3	22.0	0.78	0.007	0.005	0.21
Triglyceride, mg/dl	20.0	25.7	22.0	32.0	19.0	27.3	18.0	26.3	21.3	29.7	26.3	28.3	1.30	0.002	0.32	0.49
Cholesterol, ug/dl	143.7	157.7	149.7	151.0	152.7	147.0	154.0	144.0	160.7	129.3	176.7	134.7	3.54	0.0014	0.76	<0.00
Glucose, mg/dl	89.7	84.0	85.0	76.3	83.7	66.0	77.0	79.7	68.0	65.0	73.7	67.0	2.42	0.06	0.004	0.62
HDL, mg/dl	98.0	106.3	98.7	104.0	103.0	96.3	99.3	93.0	99.7	86.0	109.7	87.7	2.03	0.01	0.03	<0.00
calcium, mEq/dl	8.87	8.63	7.90	8.20	7.67	9.00	8.03	8.73	7.90	7.93	8.03	8.33	0.13	0.12	0.22	0.799
phosphate, mEq/dl	8.53	8.00	8.27	7.90	8.27	8.10	7.20	8.10	8.50	8.43	8.73	7.87	0.12	0.51	0.78	0.95
NEFA, mg/dl	276.8	122.7	167.4	78.93	130.1	107.2	131.9	162.8	145.3	145.1	89.5	134.2	14.5	0.14	0.12	0.011

o 2016년 여름 대사 실험 혈액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-70)

- 온도\*glycerol interaction: Cholesterol, HDL, NEFA 에서 나타남. 이는 cholesterol, HDL, NEFA 가 온도와 glycerol의 영향에 의해 단일 treatment 에 의한 효과와 다르게 바뀔 수 있다는 것을 의미함.
- 온도 효과: GPT, glucose, HDL은 고온구에서 더 낮았음. Glucose는 더위 스트레스 상황에서 빨라지는 호흡수 등의 영향으로 소모가 많이 될 가능성이 있음.
- Glycerol 효과:Albumin, GOT, GPT, triglyceride, cholesterol, HDL은 glycerol 첨가에 의해 농도가 높아졌음.

표 3-71. Concentration of VFAs and NH<sub>3</sub> in rumen fluid of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (before feeding)

	Normal <sup>1</sup>		High temperature <sup>2</sup>		SEM	P-value		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Temp	Interaction
pH	7.05	7.12	6.84	7.15	0.56	0.84	0.57	0.95
NH <sub>3</sub> , mg/dl	10.7	8.12	12.8	10.9	0.68	0.62	0.66	0.90
C2, mM	40.1	44.2	33.1	40.2	1.61	0.07	0.08	0.62
C3, mM	7.61	8.36	8.58	7.30	0.40	0.74	0.95	0.21
Iso-C4, mM	0.86	1.50	0.98	0.92	0.15	0.33	0.44	0.24
C4, mM	10.6	9.31	8.45	8.57	0.49	0.55	0.15	0.48
Iso-C5, mM	1.21	1.34	1.56	1.39	0.06	0.87	0.09	0.20
C5, mM	0.76	0.67	1.02	0.72	0.06	0.13	0.22	0.40
C2 / C3 ratio	5.41	5.52	4.09	6.04	0.25	0.04	0.37	0.02
C3 / C4 ratio	0.78	0.93	1.02	0.85	0.04	0.052	0.33	0.86
Total VFA	61.1	65.4	53.7	59.1	2.28	0.89	0.13	0.29

o 2016년 여름 대사 실험 위액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-71)

- Interaction : C2/C3 ratio 가 온도와 diet의 interaction 효과를 받음.
- 온도 효과: 전반적으로 나타나지 않았음.
- Glycerol 효과: C2/C3 ratio가 글리세롤구에서 높았음.

표 3-72. Concentration of VFAs and NH<sub>3</sub> in rumen fluid of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (after 3h feeding)

	Normal <sup>1</sup>		High temperature <sup>2</sup>		SEM	P-value		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Temp	Interaction
pH								
NH <sub>3</sub> , mg/dl	9.1	12.0	10.7	7.9	0.80	0.03	0.23	0.14
C2, mM	59.8	46.6	50.2	51.4	2.06	0.14	0.54	0.08
C3, mM	18.0	12.2	14.1	12.9	0.92	0.05	0.36	0.19
Iso-C4, mM	0.99	0.99	2.12	0.93	0.21	0.14	0.18	0.14
C4, mM	16.6	12.0	11.3	12.9	0.75	0.32	0.13	0.04
Iso-C5, mM	1.31	1.47	2.11	1.33	0.20	0.44	0.41	0.25
C5, mM	2.07	1.20	1.74	1.46	0.12	0.02	0.87	0.22
C2/C3 ratio	3.45	4.30	3.87	4.24	0.20	0.56	0.65	0.14
C3/C4 ratio	1.19	0.99	1.35	0.98	0.08	0.55	0.61	0.07

Total VFA	98.8	74.5	81.5	81.0	3.54	0.08	0.42	0.07
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------

o 2016년 여름 대사 실험 위액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-72)

- 온도 효과: 전반적으로 나타나지 않았음.
- Glycerol 효과: C3, C5, 암모니아의 농도가 낮아짐. Total VFA 의 농도가 낮아지는 경향.

표 3-73. Immune cell populations of Korean cattle steers fed either control or glycerol-supplemented diet (before feeding)

	Normal <sup>1</sup>		High temperature <sup>2</sup>		SEM	P-value		
	Control	Glycerol	Control	Glycerol		Diet	Temp	Interaction
monocyte, %	18.5	19.9	31.0	31.2	29.1	34.3	38.6	34.0
CD14+MHCII+, %	1.40	1.92	1.17	1.07	3.51	6.10	5.38	5.61
CD14-MHCII+, %	8.37	9.10	5.81	4.64	6.24	6.04	6.77	7.09
granulocyte, %	27.0	23.0	17.4	15.6	12.2	11.6	23.0	23.2
lymphocyte, %	41.7	45.2	26.4	25.9	25.5	33.8	44.9	44.4
CD8+ T, %	18.4	19.5	25.2	23.4	27.2	23.4	24.8	24.7
CD25+ of CD8+ T, %	2.40	4.56	2.53	2.46	2.92	2.89	2.83	2.72
CD4+ T, %	28.7	34.8	31.4	32.4	32.1	39.8	37.4	38.7
CD25+ of CD4+ T, %	19.8	19.1	14.4	12.0	15.4	15.2	17.6	17.8

o 2016년 여름 대사 실험 혈액 분석 결과 (면역 세포) (after 3h feeding) (표 3-73)

- 더위 스트레스에 따라 혈액 내 monocyte와 lymphocyte 비율이 증가하고 CD8 T 세포의 비율이 증가하였음. 더위에 의해 식세포 활성화 및 cellular adaptive immunity가 활성화되었을 가능성이 있음. 그러나 더위 스트레스에 의해 면역력이 약화되어 바이러스 등에 감염되지는 않았음.

(다) 2016년 여름 광물질 첨가 대사동 실험 (2016년 9월: 고온구-정상온도구 1개월)

○ 실험 목적

- 한우 거세우 고온 스트레스 저감을 위한 Buffer제, 광물질/비타민 등의 첨가제 적정 첨가 수준 결정
- 여름 더위 스트레스 기간에 sweating 등으로 혈중 전해질 성분이 빠져나가 항상성을 이루지 못하므로 사료에 광물질성분을 탑드레싱으로 첨가하여 항상성 유지 효과 및 증체 효과, 혈액 성상을 관찰함.

○ 실험 방법

- 공시동물: 한우거세우 6두 (평균 24.5 개월령, 527.1 kg)
- 실험설계: 광물질 처리 (처리 vs 무처리)

- 사료급여 시간; 농후사료, 조사료; 9am, 6pm, 매일 아침 사료 급여 전 잔량 측정 기록  
사료: 시판 배합사료 (비육기용: 표 3-63) + 처리구 광물질 탑드레싱 (NaHCO<sub>3</sub> 50g + KaHCO<sub>3</sub> 40g)
- Water; 항상 급여, (물 온도 조절은 불가능)
- 체중 측정: 고온구, 정상온도구 각 실험 개시일 및 종료일에 드라발 체중측정기 이용하여 측정

> 분석 항목

> Rumen fluid collection:

- Collection 시기: 각 혈액 채취 이후
- 반추위액 채취, 처리, 분석방법: stomach tube로 채취, 반추 위액성상 분석용 (액체질소에 급냉후 -70C 보관), 당일 pH 채취 직후 측정, 나머지 50ml 분주 냉동보관

> 기타 조사 항목

- 내외기온, 내외 습도
- 개시체중, 종료체중, 일당증체량, 사료효율, 직장온도, 호흡수

> 처리구 광물질 및 Buffer제 첨가 수준 설정

- 문헌 조사를 통하여 NaHCO<sub>3</sub>, KHCO<sub>3</sub>, 등 더위 스트레스에 영향을 미치는 물질들을 탐색. 특히 cation-anion balance를 고려하여 potassium (K), sodium (Na)을 증량 급여하였음: 표 3-64

> 실험 기간 및 온도 조절 방법

Period 1 (정상온도)		Period 2 (고온구) (온풍기 가동, 30도씨)	
9월 5일		9월 6일 ~ 9월 19일	
9월 5일 체중 측정, 위액, 혈액채취 (Control)	직장온도 및 호흡수 측정	9월 12, 19일 위액, 혈액 채취 (Treatment) 9월 19일 체중 측정	직장온도 및 호흡수 측정 (9월 12일, 9월 19일)

○ 결과 및 고찰

표 3-74. Ingredient of concentrate diet and composition of experimental diets for Korean cattle steers at September for mineral supplementation experiment

Ingredients	%
분쇄옥수수	3.46
소맥	23.41
중조	0.90
밀가루	2.93
소금	0.20
당밀	2.80

염화암모늄	0.15
팜유	0.20
CMS	1.50
전지면실	1.50
옥수수후레이크	25.00
DDGS	1.45
대두피	5.38
단백피	18.00
석회석	2.49
팜박	10.00
맥반석	0.43
미네랄비타민 프리믹스	0.20
합계	100

Chemical composition of concentrate, % DM

Moisture	11.9
Protein	13.2
Fat	3.4
Ash	7.1
NPN	0.77
NDF	20
NFC	45.6
RUP	4.7
TDN	73.8
ME, Mcal/kg	2.605
NEg, Mcal/kg	1.227
Ca	1.2
P	0.4

<sup>1</sup>Provided following nutrients per kg of additive (Grobic-DC, Bayer Health Care, Leverkusen, Germany): Vit. A, 2,650,000 IU; Vit. D3 530,000 IU; Vit.E 1,050 IU; Niacin 10,000 mg; Mn 4,400 mg; Zn 4,400 mg; Fe 13,200 mg; Cu 2,200 mg; I 440mg; Co440 mg.

표 3-75. Composition of supplemented mineral for Korean cattle steers at September for mineral supplementation experiment

		대조구	처리구
Na	%	0.25	0.60
Cl	%	0.43	0.43
K	%	0.91	1.20
DCAD-S	meq/100g	46.32	68.84
DCAD+S	meq/100g	10.42	33.21
DCAD	meq/100g	1.04	3.32

표 3-76. Mean, maximum, and minimum values of ambient temperatures, climate

temperatures, relative humidity and THI of mineral supplementation experiment

Items	Normal	High
Temperature(°C)		
Mean	23.45	28.35
Maximum	24.92	34.77
Minimum	22.44	22.57
Relative humidity (%)		
Mean	85.96	63.07
Maximum	90.12	73.73
Minimum	80.20	53.42
THI		
mean	72.94	77.58
Maximum	75.00	86.22
Minimum	71.30	70.38

o 2016년 여름 광물질 실험 온도 자료 (표 3-76)

- 고온구 THI: moderate~severe heat stress 상태 (Collier et al., 2012)

표 3-77. Growth performance, respiration rate, and rectal temperatures of Korean cattle steers of mineral supplementation experiment

	Control	Treat	SE	P
Initial body weight <sup>3</sup> , kg	525.0	529.3	9.23	
Body weight <sup>3</sup> , kg	532.7	538.7	11.78	
Feed intake <sup>3</sup> , kg				
Total feed intake, kg/d	5.61	5.55	0.19	0.90
Concentrate intake, kg/d	4.66	4.72	0.23	0.92
Forage intake, kg/d	0.94	0.83	0.051	0.36
Concentrate intake, %	62.95	55.58	0.03	0.36
Forage intake, %	0.13	0.02	3.403	0.03
Average daily gain, kg/d	0.67	0.55	3.32	0.83
Feed efficiency(G:F)	0.076	0.061	0.03	0.83
Initial respiratory rate, /min (0h)	57.3	47.0	5.55	0.44
Respiratory rate, /min (6h)	50.3	44.3	4.99	0.62
Initial rectal temperature, °C (0h)	38.9	38.7	0.10	0.30
Rectal temperature, °C (6h)	38.9	38.5	0.19	0.40

n=3

o 2016년 여름 광물질 실험 결과 (표 3-77)

- 사료효율 및 일당증체량, 호흡수, 직장온도는 광물질 섭취에 의해 변하지 않았음.

표 3-78. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers of mineral supplementation experiment (before feeding)

	09.05. 정상온도		09.12. 고온		9.19. 고온		SEM	P		
	Control	Treat	Control	Treat	Control	Treat		Diet	Date	Interaction
Albumin, mg/dl	4.83	4.63	4.87	4.57	4.57	3.00	0.29	0.199	0.17	0.27

GOT, IU/dl	116.33	74.00	108.67	62.33	108.00	51.00	11.32	0.0012	0.016	0.068
GPT, IU/dl	24.67	21.33	24.67	19.67	23.00	15.67	1.41	0.016	0.48	0.14
Triglyceride, mg/dl	27.33	24.00	30.33	26.67	23.00	23.67	1.14	0.53	0.56	0.62
Cholesterol, ug/dl	112.00	173.67	120.00	166.67	121.00	137.00	10.62	0.011	0.18	0.079
Glucose, mg/dl	78.67	72.33	78.00	73.33	75.67	70.67	1.31	0.03	0.18	0.62
Ca, mEq/dl	8.47	8.30	8.27	8.13	7.47	6.63	0.29	0.38	0.087	0.51
P, mEq/dl	8.97	8.90	8.70	9.23	7.90	8.00	0.22	0.68	0.17	0.87
NEFA, mg/dl	250.50	178.77	225.23	179.93	244.97	128.93	19.24	0.04	0.299	0.38

n=3

o 2016년 여름 광물질 실험 혈액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-78)

- 온도\*glycerol interaction: Cholesterol, HDL, NEFA 에서 나타남.
- 온도 효과: GOT는 고온효과가 지속될수록 낮아졌음.
- 광물질 효과: GOT, GPT, glucose, NEFA는 광물질 처리구에서 더 낮았음. Cholesterol 농도는 광물질 처리구에서 높았음.

표 3-79. Concentration of blood metabolites of Korean cattle steers of mineral supplementation experiment (after 3h feeding)

	09.05. 정상온도		09.12. 고온		9.19. 고온		SEM	P		
	Control	Treat	Control	Treat	Control	Treat		Diet	Date	Interaction
Albumin, mg/dl	4.77	4.53	4.57	4.53	4.53	4.30	0.061	0.12	0.101	0.96
GOT, IU/dl	118.67	68.67	108.33	64.33	112.00	61.33	10.91	0.004	0.23	0.94
GPT, IU/dl	24.00	20.33	23.33	20.33	24.00	19.33	0.86	0.011	0.41	0.41
Triglyceride, mg/dl	25.33	21.67	24.33	19.67	25.67	20.67	1.04	0.04	0.79	0.604
Cholesterol, ug/dl	109.67	163.33	112.67	172.33	117.67	157.33	11.62	0.012	0.899	0.42
Glucose, mg/dl	90.33	82.00	83.33	76.67	80.33	73.33	2.39	0.02	0.019	0.66
Ca, mEq/dl	7.93	7.97	8.00	8.00	7.40	7.73	0.097	0.55	0.21	0.56
P, mEq/dl	8.50	8.03	8.40	8.47	8.03	7.83	0.11	0.53	0.41	0.72
NEFA, mg/dl	189.37	70.37	104.23	74.67	179.27	90.17	21.57	0.17	0.93	0.78

n=3

o 2016년 여름 광물질 실험 혈액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-79)

- 온도 효과: Glucose는 고온효과가 지속될수록 낮아졌음. 다른 실험들과 유사한 결과.
- 광물질 효과: GOT, GPT, triglyceride, glucose는 광물질처리구에서 더 낮았음. Cholesterol 농도는 광물질 처리구에서 높았음.

표 3-80. Concentration of blood metabolites, mineral and pH of Korean cattle steers of mineral supplementation experiment (before feeding)

	Normal	High Temperature	High temperature	SE	P
--	--------	------------------	------------------	----	---

	temperature		period 1		period 2					
	Control	Treat	Control	Treat	Control	Treat		Diet	Date	Interaction
pH	7.41	7.47	7.43	7.43	7.42	7.44	0.01	0.11	0.85	0.28
pCO2 (mmHg)	51.1	38.1	42.9	45.3	33.9	221.2	20.9	0.09	0.58	0.03
pO2 (mmHg)	30.9	34.2	33.9	30.8	44.2	44.8	1.6	0.90	<0.001	0.65
cHCO3 (mEq/L)	32.0	27.7	28.7	30.1	28.9	30.9	0.48	0.68	0.96	0.006
BE(ecf) (mEq/L)	7.27	3.97	4.43	5.73	4.47	6.80	0.50	0.90	0.99	0.02
cSO2 %	57.8	69.2	65.9	60.2	64.0	63.4	2.35	0.75	0.97	0.34
Na+ (mEq/L)	141.3	140.0	140.3	140.3	140.7	141.7	0.28	0.84	0.47	0.103
K+ (mEq/L)	4.03	4.00	4.07	3.50	4.03	3.77	0.08	0.07	0.53	0.53
Ca++ (mEq/L)	4.80	4.87	4.83	5.03	4.90	4.97	0.06	0.35	0.49	1.00
Cl- (mEq/L)	98.7	100.3	100.3	99.7	100.7	99.7	0.39	1.00	0.50	0.19
cTCO2 (mEq/L)	33.6	28.8	30.0	31.5	30.2	32.2	0.51	0.61	0.96	0.005
AGapK (mEq/L)	14.7	16.3	15.3	14.3	15.3	14.7	0.32	1.00	0.54	0.17
Hct %	32.7	28.3	29.3	27.0	32.0	26.7	0.68	0.0013	0.36	0.69
cHgb (g/dL)	11.1	9.57	9.90	9.10	10.9	9.10	0.24	0.002	0.47	0.77
Glu (mg/dL)	83.7	78.7	81.0	75.0	81.3	76.0	1.02	0.005	0.23	0.93
Lac (mg/dL)	16.70	5.60	6.37	3.57	6.03	3.93	1.59	0.07	0.09	0.20
Crea (mg/dL)	2.07	1.84	1.95	1.85	1.80	1.74	0.04	0.09	0.0499	0.31

n=3

o 2016년 여름 광물질 실험 혈액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-80)

- 온도 효과: pO2는 고온구에서 높았음.
- 광물질 효과: Glucose, lactate, creatine은 광물질 처리에 의해 낮아지거나, 낮아지는 경향을 보임.

표 3-81. Concentration of blood metabolites, mineral and pH of Korean cattle steers of mineral supplementation experiment (after 3h feeding)

	Normal temperature		High Temperature period 1		High temperature period 2		SE	P		
	Control	Treat	Control	Treat	Control	Treat		Diet	Date	Interaction
pH	7.48	7.44	7.44	7.43	7.42	7.43	0.01	0.57	0.34	0.48
pCO2 (mmHg)	42.4	45.5	42.2	42.5	34.3	39.0	1.49	0.34	0.049	0.81
pO2 (mmHg)	79.7	33.0	38.1	33.6	43.8	41.7	7.40	0.24	0.46	0.23
cHCO3 (mEq/L)	30.4	30.9	28.7	28.0	28.7	27.8	0.42	0.63	0.02	0.47
BE(ecf) (mEq/L)	6.90	6.67	4.57	3.67	4.27	3.50	0.48	0.45	0.012	0.79



cSO <sub>2</sub> %	77.3	65.0	74.0	65.7	66.8	75.0	2.21	0.34	0.96	0.06
Na <sup>+</sup> (mEq/L)	142.0	143.3	142.3	140.3	141.7	141.7	0.29	0.71	0.18	0.36
K <sup>+</sup> (mEq/L)	4.27	4.10	3.97	3.73	4.00	3.80	0.06	0.058	0.03	0.89
Ca <sup>++</sup> (mEq/L)	4.77	5.17	4.83	5.00	4.77	5.07	0.05	<0.001	0.56	0.56
Cl <sup>-</sup> (mEq/L)	101.7	102.0	101.7	101.3	102.3	102.7	0.34	0.88	0.47	1.00
cTCO <sub>2</sub> (mEq/L)	31.7	32.2	30.0	29.3	30.0	29.1	0.43	0.63	0.021	0.46
AGapK (mEq/L)	14.3	14.3	15.7	14.7	14.7	15.0	0.31	0.74	0.55	0.84
Hct %	30.0	28.0	29.0	27.3	34.0	27.0	0.82	0.023	0.39	0.17
cHgb (g/dL)	10.13	9.53	9.83	9.23	11.50	9.10	0.28	0.025	0.44	0.15
Glu (mg/dL)	88.7	82.7	82.0	76.7	83.0	75.3	1.55	0.03	0.06	0.80
Lac (mg/dL)	19.07	5.50	7.53	4.63	8.43	4.50	1.51	0.009	0.053	0.10
Crea (mg/dL)	2.17	1.89	1.93	1.87	1.81	1.75	0.05	0.10	0.02	0.25

n=3

o 2016년 여름 광물질 실험 혈액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-81)

- 온도 효과: pCO<sub>2</sub>, cHCO<sub>3</sub>, K<sup>+</sup>, glucose, lactate는 고온구에서 낮았음.
- 광물질 효과: Glucose, lactate 은 광물질 처리에 의해 낮아지거나, 낮아지는 경향을 보임. Ca<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>는 높아졌음.

표 3-82. Concentration of VFAs and NH<sub>3</sub> in rumen fluid of Korean cattle steers of mineral supplementation experiment (before feeding)

	Normal temperature		High Temperature period 1		High temperature period 2		P-value		
	Control	Treat	Control	Treat	Control	Treat	Diet	Temp	Diet x Temp
pH	6.42	6.47	6.89	6.60	6.64	6.45	0.64	0.81	0.58
C2, mM	38.4	44.8	38.9	60.7	53.4	59.2	0.10	0.20	0.51
C3, mM	17.6	9.59	16.7	12.5	18.9	12.3	0.03	0.80	0.81
Iso-C4, mM	0.72	0.88	0.83	1.07	1.11	1.12	0.24	0.12	0.72
C4, mM	6.75	11.6	11.8	13.0	14.4	13.8	0.29	0.08	0.42
Iso-C5, mM	1.05	1.33	1.23	1.55	1.80	1.79	0.49	0.23	0.87
C5, mM	1.45	0.77	1.51	0.87	1.64	0.93	0.02	0.85	0.99
C2/C3 ratio	2.41	4.60	2.27	5.06	2.85	5.05	<0.001	0.69	0.81
Total VFA	66.0	68.9	70.9	89.8	91.2	89.1	0.51	0.20	0.66
NH <sub>3</sub> , mg/dl	0.50	0.70	0.50	0.68	0.74	0.72	0.22	0.42	0.57

n=3

o 2016년 여름 광물질 실험 위액 분석 결과 (before feeding, 0h) (표 3-82)

- 온도 효과: 전반적으로 나타나지 않았으나, C4농도가 높아지는 경향을 보임.
- 광물질 효과: C3 및 C5의 농도는 낮아졌으며, C2/C3 ratio가 높아짐.

표 3-83. Concentration of VFAs and NH<sub>3</sub> in rumen fluid of Korean cattle steers of

mineral supplementation experiment (after 3h feeding)									
	Normal temperature		High Temperature period 1		High temperature period 2		P-value		
	Control	Treat	Control	Treat	Control	Treat	Diet	Temp	Diet x Temp
pH	6.02	5.99	6.32	6.21	6.17	6.29	0.54	0.87	0.58
C2, mM	61.7	75.6	83.1	69.9	66.2	67.2	0.93	0.43	0.25
C3, mM	25.7	21.0	33.4	18.3	22.3	19.0	0.02	0.38	0.24
Iso-C4, mM	0.75	0.90	0.92	1.22	0.96	1.16	0.07	0.15	0.85
C4, mM	10.2	17.9	20.6	16.9	14.2	16.3	0.31	0.14	0.04
Iso-C5, mM	1.12	1.18	1.26	1.58	1.36	1.54	0.51	0.64	0.93
C5, mM	2.10	1.96	3.08	1.79	2.07	1.97	0.15	0.54	0.29
C2/C3 ratio	2.54	3.60	2.49	3.89	3.04	3.93	0.004	0.55	0.79
Total VFA	101.6	118.5	142.4	109.0	107.2	107.2	0.61	0.34	0.18
NH3, mg/dl	0.23	0.43	0.44	0.67	0.40	0.73	0.07	0.27	0.91

n=3

o 2016년 여름 광물질 실험 위액 분석 결과 (after 3h feeding) (표 3-83)

- 온도 효과: 전반적으로 나타나지 않았음.
- 광물질 효과: C3 및 C5의 농도는 낮아졌으며, C2/C3 ratio가 높아짐. 암모니아 농도가 높아지는 경향.

**라. 2013-2015년 전 기간 혈액 성상 비교 분석**

(1) 실험 목적

- 실험 전체 기간 혈액 성상 분석을 통한 온도 연관 지표 발굴

(2) 실험방법

- 혈액 채취 및 분석방법: 앞에 제시한 방법으로 혈액을 채취하여 보관후, 일괄적으로 녹인 후 분석

(3) 실험 결과 및 고찰

o 실험 전체 기간 (12회) 채취한 혈액성상과 기온과 연관성 data.

- NEFA 농도는 온도와 반비례 경향을 보임 (그림 3-25).
- Cortisol, glucose는 온도와 반비례 경향을 보이며, GOT는 온도와 비례하는 경향을 보임 (그림 3-26).
- Cholesterol, magnesium 농도는 월령에 비례하여 증가하는 경향을 보이며, calcium 농도는 월령에 반비례하여 감소하는 경향을 보임 (그림 3-25, 3-27).

- o 실험 전체 기간 (12회) 채취한 혈액성상 자료와 기온과 상관분석 결과 (표 3-25)
- 상관분석 결과 glucose와 NEFA 농도는 온도와 부의 상관관계를 보인 반면, GOT 및 GPT 농도는 온도와 정의 상관관계를 보임 (표 3-25). 저온 조건에서 오히려 에너지 source인 glucose 및 NEFA 농도가 높은 것인 저온에서 lipolysis가 활발하게 일어남을 시사 함. 저온보다 고온조건에서 liver indicator인 GOT 및 GPT 농도가 높다는 것은 고온 조건에서 liver damage가 일어날 가능성이 있으며, liver damage 감소 방안이 필요함을 시사 함.
- Cortisol 농도는 온도와 음의 상관인  $-0.47$ 을 보였으나 유의성은 없었음. 일반적으로 stress 지표로 알려진 cortisol 농도가 온도 스트레스의 확실한 지표가 아닐 가능성이 있음.

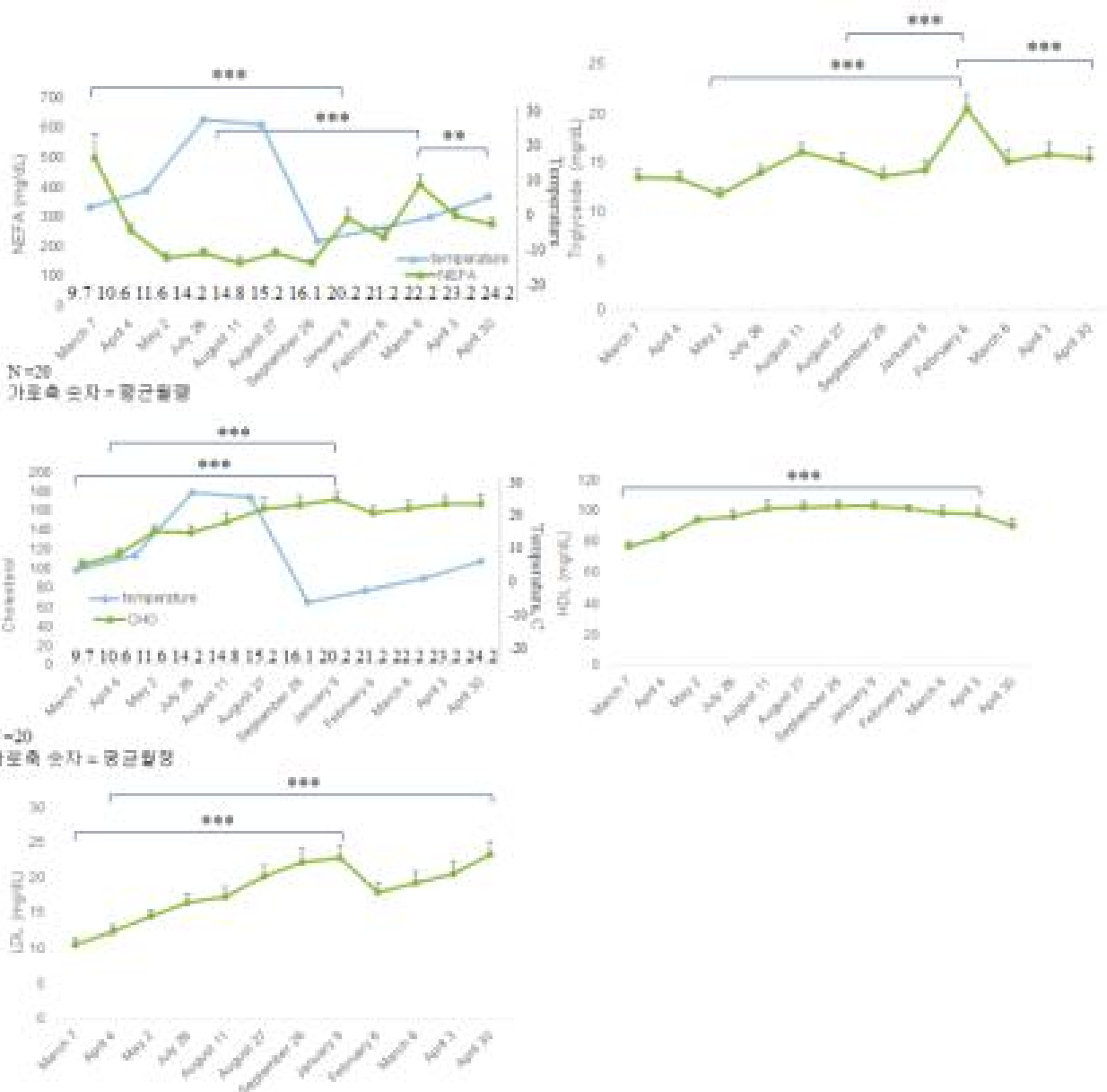


그림 3-25. Serum lipid metabolite concentrations during total period (from March 2014

throughout April 2015) with different temperature condition in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. \* p < 0.05, \*\*; p < 0.01, \*\*\* p < 0.001.

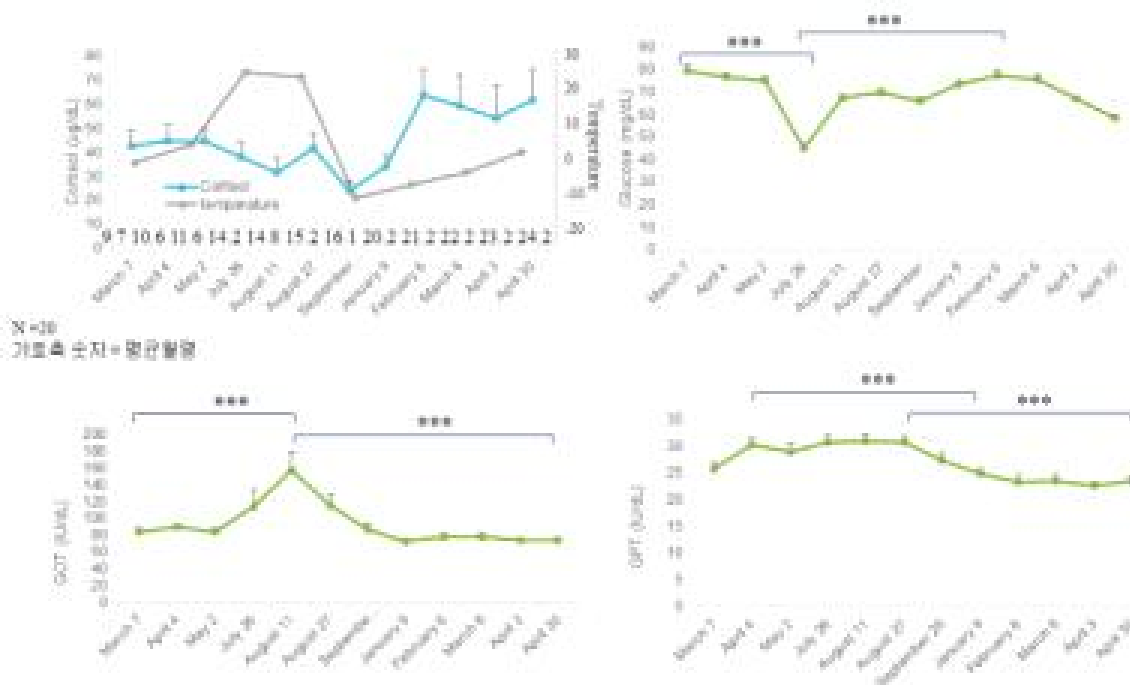
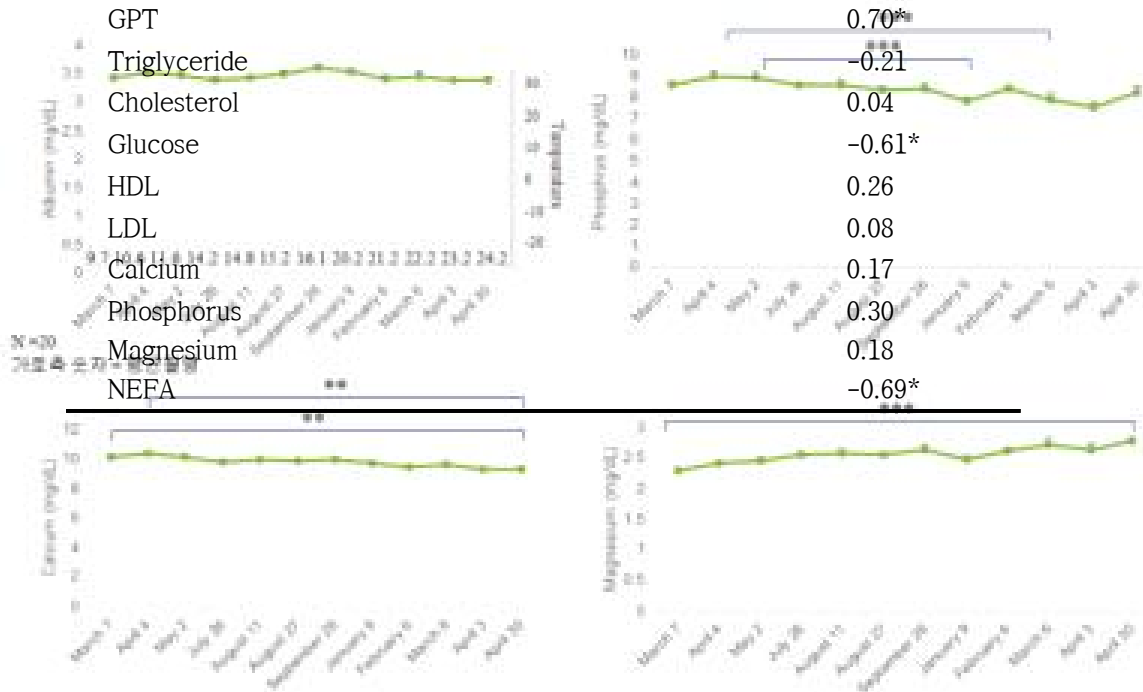


그림 3-26. Cortisol, glucose, GOT, and GPT concentrations during total period with different temperature condition in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. \* p < 0.05, \*\*; p < 0.01, \*\*\* p < 0.001.

그림 3-27. Albumin and serum minerals concentrations during total period with different temperature condition in Korean cattle steers. Values are mean + SEM. \* p < 0.05, \*\*; p < 0.01, \*\*\* p < 0.001.

표 3-84. Correlation coefficient between ambient temperature and blood metabolites and cortisol concentrations during total period (from March 2014 throughout April 2015) with different temperature condition in Korean cattle steers.

Items	Correlation coefficient
Cortisol	-0.47
Albumin	-0.02
GOT	0.75**



N = 12.

Significant correlations are indicated as \*;  $p < 0.05$ , \*\*;  $p < 0.01$ ,

#### 마. 2017년 glycerol 첨가 효과 검증 농가 실증 사양 실험

(1) 실험 목적 : 본 실험은 위 4년차 실험 중 효과가 있었던 glycerol 첨가에 대하여 실제 농가에서 효과가 있는지 검증하기 위한 실험임

##### (가) 실험 방법

- 공시동물 : 한우거세우(26개월령, 732.55kg) 14두
- 실험 장소 : 의정부 일대 실제 한우 농가
- 사료처리구 : 대조구, 글리세롤 첨가구(5% glycerol)
- 사료 급여 및 일일 섭취량 측정 방법
  - ① 농후사료 및 일일 섭취량 측정 방법
    - 자동 급여기를 이용하여 급여
    - 급여량은 4.5kg 씩 일 2회 급여
    - 섭취량 측정은 급여량 및 잔량 측정으로 계산
  - ② 조사료
    - 일일 2회 급여 (라이그라스)
    - 섭취량 측정은 급여량 및 잔량 측정으로 계산
  - ③ glycerol 급여 (top-dressing)
    - glycerol-소맥피 (6:4 비율) 사용 (대조구에는 소맥피만 동량을 급여)
    - 일일 500g을 2회에 나누어 350g씩 급여 (조사료 급이시 동시에)

##### (나) 조사항목 및 시료 채취

- > 온습도 : 자동 온습도 기록계를 활용하여 우사 내부와 외부를 1시간 간격 기록
- > 일일 사료 섭취량 : 농후사료 및 조사료 섭취량 측정
- > 체중 : 매 실험일마다 측정 (4주 간격)
- > 혈액 : 사료 급이 3시간 후 채취
- > 위액 : 사료 급이 3시간 후 oral-stomach 튜브를 채취
- > 모근 : 4주에 한 번씩 채취 (RNA 분석용)
- > 육질 : 도축 후 냉도체를 활용하여 육질 측정

표 3-85. Growth performance of Korean cattle steers fed either a control or glycerol-supplemented diet at Uijeongbu-farm.

Parameter	September		SEM
	Control	Glycerol	
Initial body weight (kg)	731.30	733.80	15.62
Body weight (kg)	751.40	741.10	15.50
Average daily gain (kg/day)	0.69	0.25	0.14
Average feed intake (as fed)			
Total feed intake (kg/day)	8.72	8.82	3.06
Concentrate intake (kg/day)	7.57	7.22	3.30
Forage intake (kg/day)	1.00	1.00	0.00
Glycerol intake (kg/day)	0.00	0.60	
Wheat bran intake (kg/day)	0.15	0.00	
Concentrate intake (%)	83.97	80.19	1.26
Forage intake (%)	100.00	100.00	0.00
Glycerol intake (%)	0.00	100.00	
Feed efficiency (G/F)	0.08	0.03	0.01
Feed conversion ratio (F/G)	12.58	35.04	8.59

#### 바. 온도 스트레스 저감용 영양소 요구량 설정 guideline 제안

(1) 문헌조사와 나. 1~4년차 연구결과를 바탕으로 온도 스트레스 저감용 영양소 요구량 설정 guideline을 제안함

- 기본 방향: beef cattle 이용, 자료 없을 경우 dairy cattle 이용
- 추후 추가할 내용

(가) 한우 영양소 요구량 개정(2017년 출간 예정)내용 반영

○ 더위 스트레스 저감 영양소 요구량 설정 guideline

표 3-86. 더위 스트레스 저감용 영양소 요구량 설정 guideline

영양소	증가량 및 사료 내 함량 (건물 기준)
-----	-----------------------

Energy	줄어든 DMI 만큼 증량. 농후사료 증량 또는 지방 첨가
섬유소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 섬유소는 반추위 기능 유지를 위해 필요: 양질 조사료 급여 (Cummins, 1992)</li> <li>- 조사료는 농후사료보다 소화 대사 작용과정에서 열발생이 많으므로 조사료는 적정량 급여가 중요(West, 1999)</li> <li>- 조사료 적당한 길이로 세절하여 공급필요</li> <li>- 최소 ADF 18%/NDF 25%/effective 섬유소 또는 조사료로부터 공급되는 NDF 21%</li> </ul>
지방	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 에너지 함량이 탄수화물의 2.2배로 여름철 heat load가 적고 반추위 acidosis 염려가 없어 에너지 증량으로 좋은 방법 (Wang et al., 2010)</li> <li>- 사료내 DM의 5-6% 이상은 넘지 않는게 좋음</li> <li>- 지방 sources: 1/3은 식물성 지방, 1/3은 사료내 지방, 1/3은 반추위 통과 지방으로 혼합 급여 권장</li> </ul>
단백질	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 섭취량 감소분에 대한 단백질 증량 필요: 하지만 과도한 단백질 공급은 단백질 대사로 인한 열 발생을 높여서 고온스트레스를 배가시킬 가능성도 있어서 적정량 급여가 중요</li> <li>- 배합사료로부터 요구 CP를 충족</li> <li>- 반추위 분해단백질, 미분해단백질을 비율 고려: 총 CP의 36~40% 정도를 반추위 미분해 단백질로 공급. 젖소 고온스트레스 상황: RDP 61% 이상 공급하지 말아야함 (Huber et al., 1994)</li> </ul>
나트륨 (Na: sodium)	- 고온 스트레스 상황 증량: 버퍼제를 이용하여 0.18%에서 0.35~0.50% 수준으로 증량 (Schneider et al.,1986; NRC 1981)
칼륨 (K: potassium)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 반추동물 통상적인 요구량: 0.5 - 0.8%</li> <li>- 고온: 무기물 섭취량 감소, 소화관 흡수량 감소, 발한으로 배설량 증가 (Kume, 1989; Kume 등 1986; ARC, 1986)</li> <li>- 고온 스트레스 상황 증량: 1.3~1.5%로 증량 (Schneider 등,1986)</li> </ul>
마그네슘 (Mg:)	- 0.35% (Schneider 등, 1986, NRC, 1981)
Sodium bicarbonate	- 최소 0.75%; rumen acidosis 방지 위해 buffer제 필요
염분 (salt)	- cow 당 85 - 113g (3~4 온스) 하루에 공급
염소 (Cl)	- 최소 0.25%~ 최대 0.35%까지 공급.
이온 균형	- Dietary cation-anoin balance (DCAB) 195 or 144meq에서 320 meq Na+ K-Cl/kg 증량: 젖소 섭취량 증가 (Escobosa et al., 1984; West 등, 1991)
Vitamin niacin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6g/d/젖소; 유량 증가 (Muller et al., 1986)</li> <li>- 고온 스트레스시 niacin 첨가 효과: skin temp 저하, 유량에는 영향 없음 (Di Costanzo et al., 1997)</li> </ul>

(Sontakke and Bisitha. 2013)

표 3-87 국내 비육우용 농후사료의 영양소 함량과 고온 스트레스시 권장 안

		사육단계						고온 스트레스 시 권장 안
		육성기		비육전기		비육후기		
		범위	평균	범위	평균	범위	평균	
수분	%		11.26		10.81		11.16	
조단백	%	16~13	15.20	15~12	13.50	14~11	11.50	
조지방	%	2.5~3.5	3.10	3.0~4.5	3.51	3.0~4.5	3.56	DM 5-6%까지

조섬유	%	6~10	6.68	6~10	7.53	6~9	6.11	증량
NDF	%	19~33	24.26	19~33	23.13	17~30	21.41	
ADF	%	10~13	10.27	9~12	11.04	8~11	9.28	
NSC	%	31~47	42.46	35~49	44.50	45~52	48.42	Glycerol 첨가 고려
SIP/CP	%/CP	30~33	30.17	24~30	26.55	25~30	27.63	
UIP/CP	%/CP	23~13	32.05	33~41	35.16	33~41	35.99	RUP 39% 이상
조회분	%	5~8	6.53	5~8	6.33	5~8	5.22	
Ca	%	0.7~1.1	0.85	0.5~1.0	0.68	0.4~0.7	0.48	
P	%	0.4~0.8	0.55	0.4~0.8	0.51	0.4~0.55	0.42	
TDN	%	67~73	70.34	71~74. 5	73.92	73~76	75.56	섭취량 감소시 10% 증량
DE	Mcal/kg	2.8~3.3	3.03	3.0~3.3	3.17	3.2~3.5	3.26	
ME	Mcal/kg	2.5~2.9	2.73	2.7~3.1	2.77	2.8~3.1	2.86	
Mg	%	0.2~0.3	0.21	0.2~0.3	0.22	0.15~0.3	0.21	0.35%까지 증량
Zn	PPM	23~33	26.18	23~33	28.71	23~33	26.04	
Na	%	0.3~0.6	0.33	0.3~0.6	0.46	0.3~0.6	0.42	
Cl	%	0.3~0.5	0.34	0.3~0.5	0.46	0.3~0.5	0.33	
K	%	0.5~1.0	0.66	0.5~1.0	0.65	0.5~1.0	0.56	1.3-1.6% 까지 증량
S	%	0.2~.25	0.25	0.2~.25	0.29	0.2~.25	0.21	
DCAD	meq/100g	0.38~0.73	0.56	0.5~1.0	0.54	0.7~1.5	1.01	12-35 meq까지 상향
* DCAD = ((Na함량/0.023)+(K함량/0.039))-((Cl함량/0.0355)+(S함량/0.016))								
* 국내 유통 거세 비육우용 농후사료 (NLCF, 16 feeds) 기준으로 작성								
○ 추위 스트레스 저감 영양소 요구량 설정 guideline								
표 3-88. 추위 스트레스 저감용 영양소 요구량 설정 guideline								
영양소	증가량 및 사료 내 함량 (건물 기준)							
섭취량	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 추위 스트레스: 섭취량 증가</li> <li>- 저온임계온도 이하에서 매 1 ° C 온도 저하: 2% 에너지 요구량 증가 <ul style="list-style-type: none"> <li>• -12° C: 추가 에너지 요구량 20% 증가</li> </ul> </li> <li>- 조사료 1.6-1.8kg or 농후사료 0.9-1.0kg/cow/d 추가공급 <ul style="list-style-type: none"> <li>• -23° C: 추가 에너지 요구량 40% 증가</li> </ul> </li> <li>- 조사료 3.2-3.6kg or 농후사료 1.8-2.3kg/cow/d 추가공급: 조사료는 섭</li> </ul>							



	<p>취량이 제한 될수 있으므로 농후사료 급여 권장</p>
에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대사에너지와 열에너지 요구량 증가에 따른 농후사료 증량 또는 지방 첨가 권장: 추가 공급 원활하지 못할 경우 증체율 감소, 생산성 저하</li> <li>- 줄어든 DMI 만큼 증량. 농후사료 증량 또는 지방 첨가</li> </ul>
섬유소	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 섭취량 증가에 따라 양질 조사료 일부 추가 급여</li> <li>- 저질조사료 과다 급여 방지: 에너지 충족을 못시키면서 섭취량을 제한할 수 있으므로 저질조사료 과다 급여하지 말것</li> </ul>
지방	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고에너지 원으로 지방 첨가 가능 (Hess et al., 2008)</li> <li>- 사료내 DM의 5-6% 이상은 넘지 않는게 좋음.</li> </ul>
단백질	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 섭취량 증가할 경우 단백질 함량 줄이는 것 고려; 섭취량 증가에 따른 과다 단백질 공급 가능성 염두에 둘것</li> </ul>

## 5. 기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양시스템을 위한 DB 구축(제 3협동)

### 가. 국내 농산부산물의 종류 및 사료적 특성 파악

#### (1) 국내에서 이용되는 부존자원 자료수집

##### (가) 분류

○ 국내에서 이용되는 부존자원은 총 16개로 분류할 수 있으며, 사료성분이 분석된 부존자원에 대한 자료는 총 1,314개를 수집하였음(표 4-1).

표 4-1 국내에서 이용되는 부존자원의 종류

종류	수량
1. 곡류(grains)	114
2. 강류 (Brans)	30
3. 유박류 (Oil meals)	66
4. 가공부산물 (Industry by-products)	156
5. 동물질사료(動物質飼料: Feeds from animals)	42
6. 과채류 및 괴경류(果菜類 및 塊莖類: Fruits and vegetables, root and stems)	36
7. 농산부산물(農産副産物: Farm by-products)	53
8. 청예작물류(靑刈作物類: Soiling crops)	174
9. 사일리지류 (Silages)	115
10. 총체곡류(總體穀類: whole crop)	19
11. 목초류 (Forages)	247
12. 고간류(straw)	49
13.. 야초류 (Native grass)	218
14. 해초 및 수조류 (Sea weeds and marine algae)	10
15. 수엽류(樹葉類: Forests)	60
16. 기타 (Others)	39
합 계	1314

##### (나) 부산물의 분류

○ 부존자원 중 사료자원으로 이용이 가능한 부산물로는 농업부산물, 농산가공부산물, 축산부산물, 수산부산물, 임산부산물, 산야초 등으로 판단됨.

○ 조사된 부존자원 중 부산물을 선별함 (표 4-2).

표 4-2 국내에서 이용되는 부존자원의 종류

종류	수량
1. 곡류(grains)	19
2. 강류 (Brans)	29
3. 유박류 (Oil meals)	61
4. 가공부산물 (Industry by-products)	155
5. 동물질사료(動物質飼料: Feeds from animals)	35
6. 과채류 및 괴경류(果菜類 및 塊莖類: Fruits and vegetables, root and stems)	15
7. 농산부산물(農産副産物: Farm by-products)	53
8. 청예작물류(靑刈作物類: Soiling crops)	9
9. 사일리지류 (Silages)	11
12. 고간류(straw)	49
13.. 야초류 (Native grass)	218
14. 해초 및 수조류 (Sea weeds and marine algae)	10
15. 수엽류(樹葉類: Forests)	60
16. 기타 (Others)	31
합 계	755

○ 조사된 부존자원 1,314개 중 부산물을 선별하여 755개 선정됨.

(2) 자료수집을 통한 국내 부산물의 사료가치 조사

(가) 부산물의 사료가치 특성 파악

○ 부산물의 조성분, 반추가축 소화율, 영양가, 무기질, 아미노산 및 비타민의 분석 자료를 수집함(표 4-3).

표 4-3. 부산물의 사료적 특성 조사항목

조사항목	조성분	소화율	영양가	무기질	아미노산	비타민
조사방법	DM	CP	TDN	무기물	Cystine	Carotin
	CP	EE	DE	칼슘	Methionine	Vitamina
	EE	NFE	ME	인	Aspartic cid	Tocopherol
	NFE	CF	NEm	칼륨	Threonine	Thiamine
	Ash		NEg	나트륨	Serine	Riboflavin
	CF		NEl	마그네슘	Glutamic acid	Pantothenic acid

NDF	염소	Proline	Niacin
ADF	유황	Glycine	Pyridoxine
Hemicellulose	철	Alanine	Biotin
Lignin	망간	Valine	Folic acid
Cellulose	코발트	Isoleucine	Choline
Silica	아연	Leucine	Vitamin B12
NFC	구리	Tyrosine	
	불소	Phenylalanine	
		Lysine	
		Histidine	
		Ammonia	
		Arginine	
		Tryptophan	

표 4-4. 부산물의 CP 및 TDN 함량에 따른 분류

	CP		TDN	
	10%이상	15%이상	60%이상	70%이상
갯수	290	166	80	40
최저값(%)	10.00	15.12	60.05	71.88
최고값(%)	84.50	84.50	127.10	127.10

○ CP 및 TDN을 고려한 부산물 선정(표 4-5).

표 4-5. 부산물의 CP와 TDN 함량 분류

	CP 10%이상	TDN 60%이상	CP 15%이상	TDN 70%이상
갯수	68		27	
최저값(%)	10.30	60.05	16.14	71.88
최고값(%)	84.50	127.10	84.50	108.27

○ 부산물에서 CP 10%이상, TDN 60%이상의 수치를 나타낸 68개의 부산물(표 4-6).

표 4-6. 부산물 755개 중 CP 10%이상, TDN 60%이상을 충족하는 부산물

분류	명칭	CP(%)	TDN(%)
1. 곡류 (grains)	루핀(Lupine)	29.27	86.05
	루핀(Lupine), 알곡(seed)	29.20	85.07
	루핀(Lupine), 분쇄(ground)	13.53	83.17
	루핀(Lupine), 훈증압착(steamflaked)	23.98	82.89
	루핀(Lupine), 탈피(dehulled), 건열처리(dryheated)	37.00	80.75
	아마(Flax), 종실(Fruit seed)	18.91	108.27
	면실(Cotton seed)	19.31	74.54

	채종(Rape), 종실(Fruit seed)	21.15	103.69
2.강류 (Brans)	밀기울(소맥피)(Wheat bran)	15.22	65.53
	밀기울(소맥피)(Wheat bran), 중국산(cn)	17.02	67.07
	밀기울(소맥피)(Wheat bran), 인도네시아산(id)	14.93	66.83
	밀기울(소맥피)(Wheat bran), 스리랑카산(lk)	15.62	67.05
	밀기울(소맥피)(Wheat bran), 말분(Wheat shorts)	14.83	73.88
	쌀겨(생미강)(Rice bran)	13.36	79.51
	수수겨(Sorghum bran)	12.40	60.83
3.유박류 (Oilmeals)	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 추출(solvent extd.)	44.82	75.77
	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 압착(mechextd.)	43.81	78.17
	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 미국산(us)	46.37	76.55
	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 남미산(sa)	45.76	76.31
	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 중국산(cn)	44.55	75.69
	임자박(들깻묵)(Perilla meal), 압착(mechextd.)	38.98	63.78
	호마박(참깻묵)(Sesame meal)	45.78	64.13
	호마박(참깻묵)(Sesame meal), 추출(solvent extd.)	46.27	61.26
	호마박(참깻묵)(Sesame meal), 압착(mechextd.)	41.99	71.98
	채종박(유채박)(Rape seed meal)	37.83	60.70
	채종박(유채박)(Rape seed meal), 중국산(cn)	36.41	60.74
	채종박(유채박)(Rape seed meal), 압착(mechextd.)	33.90	60.05
	면실박(Cotton seed meal), 추출(solvent extd.)	27.81	63.12
	면실박(Cotton seed meal), 압착(mechextd.)	29.80	67.66
	낙화생박(Peanut seed meal), 추출(solvent extd.)	47.60	68.96
	낙화생박(Peanut seed meal), 압착(mechextd.)	43.00	74.06
	아마박(Linseed meal)	35.39	69.66
	아마박(Linseed meal), 추출(solvent extd.)	37.56	69.80
	아마박(Linseed meal), 압착(mechextd.)	32.87	65.45
	야자박(Coconut meal)	21.40	66.16
야자박(Coconut meal), 추출(solvent extd.)	21.38	67.88	
야자박(Coconut meal), 압착(mechextd.)	23.89	66.55	
해바라기씨박(Sunflower seeds meal), 압착(mechextd.)	18.70	61.78	
피마자박(Castorbean seed meal), 압착(mechextd.)	35.82	63.47	
4.가공 부산물 (Industry by products)	전분박(starch process), 옥수수건(Corn dehydrated)	11.65	62.61
	주정박(Distillers grain), 수수건(Sorghum dehydrated)	17.84	82.27
	맥주박건(Brewers grains dehydrated)	18.49	63.13
	옥수수글루텐밀(옥글루텐)(Corn gluten meal)	62.22	79.55
	단백피(옥수수글루텐피드)(Corn gluten feed)	19.58	71.88
	옥수수배아박(옥배아박)(Corn germs meal)	19.49	76.86
	옥수수배아박(옥배아박)(Corn germs meal), 압착(mechextd.)	16.14	85.91
	옥수수세실(Corn grain screenings)	10.30	73.44
	쌀배아(Rice germs)	18.90	88.96

	옥수수배아(Corn germs)	13.70	127.10
	밀글루텐(Wheat gluten)	72.83	78.77
	호미니피드(Corn Hominy Feed)	11.21	82.04
	장유박건(Soy sauce process residue dehydrated)	30.57	61.23
	비지건(Soybean curd process residue dehydrated)	26.06	76.02
	두부박(Soybean residue defatted), 탈지(curd process)	24.80	80.83
	두유박건(Soybean beverage byproduct dehydrated)	31.66	79.97
	두유박건 탈지(Soybean beverage byproduct dehydrated defatted)	37.70	73.03
	사탕무(Beet), 당밀(molasses)	10.80	73.15
	농축대두단백(Soybean protein concentrated)	66.20	81.37
	분리대두단백(Soybean protein isolated)	84.50	84.73
7.농산 부산물 (Farm by products)	쌀싸래기(Rice polished and broken)	10.58	74.76
	밀싸래기(Wheat broken)	12.18	74.47
13.야초류 (Native grass)	섬바디(Dystaenia takesimana), 20cm(20cm long)	17.23	66.06
	섬바디(Dystaenia takesimana), 40cm(40cm long)	17.27	66.36
	섬바디(Dystaenia takesimana), 60cm(60cm long)	13.30	65.61
	섬바디(Dystaenia takesimana), 80cm(80cm long)	13.40	66.45
	섬바디(Dystaenia takesimana), 100cm(100cm long)	10.34	66.55
15.수업류 (Forests)	포플라잎건(Popular leaves dried), 이태리(it)	12.42	60.88
	포플라잎(재래종)건(Popular leaves dried native)	18.46	61.72

○ 부산물에서 CP 15%이상, TDN 70%이상의 수치를 나타낸 27개의 부산물(표 4-7).

표 4-7. 부산물 755개 중 CP 15%이상, TDN 70%이상을 충족하는 부산물

분류	명칭	CP(%)	TDN(%)
1.곡류 (grains)	루핀(Lupine)	29.27	86.05
	루핀(Lupine), 알곡(seed)	29.20	85.07
	루핀(Lupine), 훈증압착(steamflaked)	23.98	82.89
	루핀(Lupine), 탈피(dehulled), 건열처리(dryheated)	37.00	80.75
	아마(Flax), 종실(Fruit seed)	18.91	108.27
	면실(Cotton seed)	19.31	74.54
	채종(Rape), 종실(Fruit seed)	21.15	103.69
3.유박류	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 추출(solvent extd.)	44.82	75.77

(Oilmeals)	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 압착(mechexd.)	43.81	78.17
	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 미국산(us)	46.37	76.55
	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 남미산(sa)	45.76	76.31
	대두박(콩깻묵)(Soybean meal), 중국산(cn)	44.55	75.69
	호마박(참깻묵)(Sesame meal), 압착(mechexd.)	41.99	71.98
	낙화생박(Peanut seed meal), 압착(mechexd.)	17.84	82.27
4.가공 부산물 (Industry byproduc ts)	주정박(Distillers grain), 수수건(Sorghum dehydrated)	43.00	74.06
	농축대두단백(Soybean protein concentrated)	66.20	81.37
	분리대두단백(Soybean protein isolated)	84.50	84.73
	옥수수글루텐밀(옥글루텐)(Corn gluten meal)	62.22	79.55
	단백피(옥수수글루텐피드)(Corn gluten feed)	19.58	71.88
	옥수수배아박(옥배아박)(Corn germs meal)	19.49	76.86
	옥수수배아박(옥배아박)(Corn germs meal), 압착(mechexd.)	16.14	85.91
	쌀배아(Rice germs)	18.90	88.96
	밀글루텐(Wheat gluten)	72.83	78.77
	비지건(Soybean curd process residue dehydrated)	26.06	76.02
	두부박(Soybean residue defatted), 탈지(defatted)	24.80	80.83
	두유박건(Soybean beverage byproduct dehydrated)	31.66	79.97
	두유박건 탈지(Soybean beverage byproduct dehydrated defatted)	37.70	73.03

(3) 항영양인자

○ 가축의 사료로 이용되고 있는 부존자원에서 항영양인자를 조사함(표 4-8).

표 4-8. 식물성 단백질 사료에 존재하는 항영양인자

항 영양인자	식물성 사료	항 영양인자	식물성 사료
proteas inhibitor	대두, 두과종실	saponin	알팔파, 대두
hemagglutinin (lectins)	대두, 강낭콩	tannin	낙화생, 대두, 감, 커피
allergens	낙화생, 대두	alkaloids	lupin, 감자
cyanogens	아마	anti vitamins	아마
glucosinolates	채종, 겨자씨	vicin, convicine	feba beans

gossypol

면실

lathyrus

lathyrus속 완두  
(예 sweet pea)

○ 대두박

- ① Trypsin inhibitor : Trypsin의 대사방해, 성장률 감소, 체장이 1.5~2배 비대해짐.
- ② Saponins : 배당체로서 여러 식물에 존재하며 특히 쓴맛을 내고, 수용액에서 거품을 일으키며 적혈구를 용해하는 성질을 가지고 있음
- ③ Allergen : allergen은 정상적인 식물의 구성성분으로 섭취하는 동물의 개체에 따라 독성물질로 변할수 있음. 송아지의 경우 장점막이 붓고 충혈되며 소화장애를 나타내며 성장률이 떨어지는 증상이 나타날 수 있음
- ④ Urease : 단위동물에서는 영향이 없으나 요소를 사용한 반추동물의 사료에서는 영향을 나타냄
- ⑤ Oligosaccharides : 대두 탄수화물의 구성성분으로 대장에서 미생물에 의해 분해되며, 송아지는 이때 발생된 가스태의 분해산물 때문에 설사, 복통 등이 유발 됨. 그러나 대두박을 알코올로 추출한 후에 송아지에 급여하면 성장률이 향상됨.

○ 채종박

- ① Progoitrin : progoitrin으로부터 생성되는 goitrin은 가장 강력한 항갑상선 물질로, 채종박을 급여한 가축의 갑상선을 종대시키는 주된 물질이며 채종의 품종에 따른 항 영양 작용의 정도는 progoitrin의 함량에 좌우됨.

○ 면실박

- ① Gossypol : 면실박에 1%정도 함유하고 있으며, 가공처리(열처리)과정중 gossypol은 단백질과 반응하여 단백질의 품질, lysine의 생리적이용률을 떨어뜨림. gossypol 중독 시 식욕감퇴와 체중 감소의 현상이 나타남. 어린 송아지(생후 5개월~6개월)의 경우 gossypol함량이 높은 면실박을 다량 섭취하면 폐사할수 있으므로, 0.023%이하 또는 1일 45kg당 140mg 이하로 급여해야 됨.

○ 아마박

- ① Linamarin : 최근에 만들어지는 아마박에는 청산에 해당하는 linamarin이 0.01~0.03%가 생성이 되며 건조한 후 급여시 다량급여하여도 청산중독에 의한 영향은 없으나, 수침한 상태나 죽으로 된 아마박을 급여시에는 청산을 생성하여 맹독을 일으킬 위험이 있음.

(4) 조사된 농산부산물의 품질과 사료가치를 비교분석

○ 선발기준

- ① 부산물의 사료 성분중 CP와 TDN 함량이 높은 3종을 선발함.
- ② CP 함량은 10% 이상, TDN 함량은 60%이상을 충족한 부산물로 선발함.
- ③ 항영양인자가 없는 부산물을 선발함.



○ 한국형 농산부산물로 신종 3종 제시

- ① 국내 쌀 생산량은 2004년 5,000천톤에서 2013년 4,230천톤으로 줄어들고 있으나, 2012년 4,006천톤에 비해서는 2013년에 증가한 경향을 보이고 있음(표 4-9).
- ② 국내 쌀 자급률은 2010년 104.5%를 나타낸 후 2011년 감소(83.1%)하였다가 2013년 (89.2%)까지 증가하는 추세임.
- ③ 국내 1인당 쌀 소비량은 2004년 82.0kg에서 2013년 67.2kg으로 꾸준히 줄어들고 있음.
- ④ 현미를 도정하여 정백미를 만들 때 쌀겨가 6~8% 발생하게 되며, 2013년 현미 생산량을 기준으로 쌀겨 생산량을 추정하였음(표 4-10).
- ⑤ 조곡에서 쌀배아는 2%를 함유하고 있으므로, 2013년 조곡 생산량을 기준으로 쌀배아 생산량을 추정하였음(표 4-11) .

표 4-9. 국내 쌀 생산 및 소비 추이

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
생산량 (천톤)	5,000	4,768	4,680	4,408	4,843	4,916	4,295	4,224	4,006	4,230
자급률 (%)	96.5	102	98.5	95.8	94.3	101.1	104.5	83.1	86.6	89.2
1인당소비량 (kg)	82.0	80.7	78.8	76.9	75.8	74.0	72.8	71.2	69.8	67.2

출처: 통계청

표 4-10. 2013년 국내 현미 재배면적 및 생산량과 쌀겨생산량 추정

행정구역별	재배면적(ha)	생산량(ton)	쌀겨 생산량(ton)
전국	831,355	4,550,440	364035.2
서울특별시	249	1,227	98.16
부산광역시	3,255	17,696	1415.68
대구광역시	3,160	17,384	1390.72
인천광역시	11,694	58,785	4702.8
광주광역시	5,500	29,130	2330.4
대전광역시	1,398	7,574	605.92
울산광역시	5,702	30,604	2448.32
경기도	88,916	438,323	35065.84
강원도	33,947	171,145	13691.6

충청북도	42,892	237,223	18977.84
충청남도	151,767	886,315	70905.2
전라북도	126,771	732,463	58597.04
전라남도	169,918	884,127	70730.16
경상북도	108,479	615,895	49271.6
경상남도	77,695	422,503	33800.24
제주도	12	48	3.84

\* 쌀겨 생산량은 현미 생산량의 8%로 계산하여 추정하였음

출처 : 통계청

표 4-11. 2013년 국내 조곡 재배면적 및 생산량과 쌀배아 생산량 추정

행정구역별	재배면적(ha)	생산량(ton)	쌀배아 생산량(ton)
전국	832,625	5,631,689	112,634
서울특별시	249	1,491	30
부산광역시	3,255	22,096	442
대구광역시	3,165	20,917	418
인천광역시	11,695	71,449	1,429
광주광역시	5,512	36,096	722
대전광역시	1,398	9,434	189
울산광역시	5,703	37,580	752
경기도	88,949	532,511	10,650
강원도	33,968	211,517	4,230
충청북도	42,893	291,499	5,830
충청남도	151,814	1,093,941	21,879
전라북도	126,799	908,124	18,162
전라남도	170,690	1,107,156	22,143
경상북도	108,501	764,106	15,282
경상남도	77,732	522,574	10,451
제주도	302	1,199	24

\* 쌀배아 생산량은 조곡생산량의 2%로 계산하여 추정하였음

출처 : 통계청

○ 한국형 농산부산물로 쌀의 부산물 3종을 선정하였음(표 4-12)

① 국내 쌀 생산량에 비해 국내 1인당 소비량의 비율이 감소하고 있음.

② 쌀은 전국적으로 생산이 되고 있어, 부산물의 구입이 용이하다는 장점이 있음.

③ 쌀의 부산물(미강, 쌀배아, 쌀싸래기)의 CP함량이 10%이상이며, TDN 함량은 70% 이상으로 기존 에너지사료 대체가 가능하다고 사료됨.

표 4-12. 한국형 농산부산물 선정

분류	명칭	CP(%)	TDN(%)
강류 (Brans)	미강(Rice bran)	13.36	79.51
가공부산물 (Industry by-products)	쌀배아(Rice germs)	18.90	88.96
농산부산물 (Farm by-products)	쌀싸래기(Rice polished and broken)	10.58	74.76

○ 쌀 부산물 이외의 새로운 농산·가공부산물 탐색

① 쌀 부산물 이외에서 국내에서 발생하고 있는 신규 농산·가공 부산물을 탐색할 필요성이 있음.

㉔ 현재 사용되고 있는 농산·가공부산물은 사료원료로 외국에서 수입되어 지고 있는 상황임(구, 2016), 그러므로 사료원료의 수입에 따른 추가적인 비용이 발생하게 되어 축산업에 부정적인 영향을 줄 수 있음.

㉔ 그러므로 국내에서 생산되어지지만 폐기처분되는 신규 농산·가공부산물을 찾을 필요가 있음.

② 현재 국내에서 많이 생산되어 지고 있는 농산·가공 부산물을 조사할 필요가 있음.

㉔ 국내에서 쌀과 더불어서 많이 생산되어 지고 있는 농산물을 선정하여 그 농산물에서 발생하는 농산·가공부산물을 찾을 필요가 있음.

㉔ 그에 따라 농산·가공부산물의 수량을 확인하여 실제 농산·가공부산물로 사용할 수 있는 지 검토 필요.

㉔ 뿐만 아니라 새로운 농산·가공부산물의 사료성분을 확인하여 실제로 사료원료로 사용가능한 부산물을 선별해야함.

나. 지역별(중부, 남부지역 및 제주도) 및 시기별 가용 사료자원의 데이터베이스 구축

(1) 지역별(중부, 남부지역 및 제주도) 및 수입산 농산물의 생산량과 생산시기 조사.

(가) 현재 농산·가공부산물을 사료원료로 사용하여 사료제조와 사료의 급여효과를 연구가 진행되고 있음. 그러나 농산·가공부산물의 발생현황을 조사 및 제시가 이루어지지 않고 있음. 그러므로 농산·가공부산물의 발생량에 대한 기초조사를 수행해야만 부산물을 사료원료로 사용할 때 효율적이라고 생각됨.

(나) 현재 국내에서 일반적으로 많이 생산 및 소비되고 있는 국내산 농산물과 수입되어 소비되는 수입산 농산물을 선정하였음. 또한, 농산물의 생산 및 수입량을 조사하여 농산·가공부산물의 잠재발생량을 추정하였음.

○ 농산물의 선정 및 기준

① 국내산 농산물의 기준

- ㉠ 국내에서 생산량이 많으며 전국적으로 재배를 하고 있는 농산물
- ㉡ 기존에 농작물을 수확한 후 노지로 버려지거나 폐기되는 농산부산물
- ㉢ 기존의 한국표준사료성분표에서 조사되어 있지 않은 농산·가공부산물

② 수입산 농산물의 기준

- ㉠ 최근 수입량이 지속적으로 증가하는 수입산 농작물
- ㉡ 기존의 한국표준사료성분표에서 조사되어있지 않은 농산·가공부산물

○ 조사방법 및 분류방법

① 지역별(중부/남부) 농산·가공부산물의 생산량과 생산시기제시.

㉠ 중부와 남부지역의 기준은 다음과 같이 정의하였음

㉡ 중부지역 : 서울, 인천광역시, 경기도, 강원도, 충청남·북도

㉢ 남부지역 : 부산광역시, 대전광역시, 세종특별자치시,, 대구광역시, 광주광역시, 울산광역시, 경상남·북도, 전라남·북도

㉣ 제주도

② 지역별(중부, 남부 및 제주도) 농산부산물의 생산량은 다음과 같은 기준으로 수행하였음.

㉠ 통계청(KOSIS)의 통계자료와 참고문헌을 조사하여 농산물의 지역별 생산량을 조사함.

㉡ 각 농산물의 부산물의 함량을 조사하여, 각 농산·가공물의 부산물수량을 제시하였음.

㉢ 지역별(중부/남부) 농산·가공부산물의 생산시기는 각 농산물의 생산시기 및 가공될 시기를 기준으로 조사하였음.

③ 외국산 농산·가공부산물의 생산량과 생산시기

㉠ 외국산 농산물의 수입량을 조사하여 국내산 농산·가공부산물의 수량 산출방법과 같은 방법을 수행하여 산출하였음.

㉡ 외국산 농산·가공부산물의 생산시기의 경우 수입되는 시기가 정해져 있지 않아 생산시기는 연중 생산되는 것으로 조사됨.

○ 조사한 농산물의 생산량

① 농산물 생산량과 생산시기 조사

㉠ 전국의 국내산 농산물 생산량과 생산시기 조사

㉡ 국내에서 생산되는 농산물의 생산량은 다음과 같음(표 4-13).

㉢ 전국에서 농산물 생산량이 가장 많은 작물은 배추, 쌀, 감자, 파 및 양파 등의 순

서로 조사되었음.

㉔ 또한 농산물의 생산시기는 일반적으로 7~9월에 밀집되어 있는 것으로 판단됨.

표 4-13. 전국의 농산물 생산량과 생산시기

	연도	전국 총 생산량	생산시기
		---- ton ----	
배추	2016	5,614,639.0	6~11월
수박	2016	570,160.0	7월
마늘	2017	303,578.0	7월
참외	2016	153,828.0	7월
들깨	2016	52,024.0	10월
토마토	2015	390,303.0	6~12월
고구마	2016	341,225.0	9월
감	2016	353,655.0	9~10월
감자	2016	1,626,937.0	5~7월
콩	2017	75,448.0	10월
쌀	2016	4,194,618.0	9~11월
멜론	2015	42,000.0	8월
사과	2016	576,369.0	8~10월
배	2016	238,014.0	9월
양파	2016	1,298,749.0	6~7월
파	2016	1,443,736.0	9~11월
옥수수	2014	82,008.0	8월

출처 : 통계청

㉔ 지역별 농산물 생산량 조사

전국의 농산물의 생산량을 제시하였으나, 이중 지역별로 농산물의 주산지가 다르기 때문에 생산량의 편중이 있을 수 있음. 그러므로 농산물의 생산량을 지역별(중부, 남부 및 제주도)로 나누어 비교하였음.

㉔ 중부지역의 국내산 농산물 생산량

㉔ 중부지역의 농산물 생산량은 다음과 같음(표 4-14).

표 4-14. 중부지역의 농산물 생산량

	서울 특별시	인천 광역시	경기도	강원도	충청북도	충청남도
	----- ton -----					
배추	942.0	37,859.0	479,708.0	886,501.0	477,753.0	436,730.0
수박	0.0	667.0	4,979.0	8,853.0	102,782.0	151,058.0
마늘	7.0	694.0	5,918.0	2,100.0	5,496.0	32,449.0
참외	0.0	25.0	1,011.0	840.0	53.0	1,034.0
들깨	1.0	261.0	6,458.0	6,934.0	7,114.0	11,227.0
토마토	150.0	3,979.0	20,196.0	52,025.0	20,623.0	73,155.0
고구마	84.0	14,086.0	53,272.0	11,052.0	25,983.0	45,170.0
감	0.0	73.0	361.0	2,899.0	6,902.0	8,471.0
감자	525.0	14,227.0	164,524.0	493,772.0	87,609.0	154,083.0
콩	0.0	96.0	4,685.0	8,354.0	10,682.0	6,453.0
쌀	630.0	53,964.0	413,912.0	166,396.0	201,670.0	774,084.0
멜론	4,032.0	0.0	0.0	504.0	3,990.0	11,676.0
사과	0.0	81.0	2,234.0	5,778.0	69,846.0	26,924.0
배	311.0	1,784.0	46,144.0	2,320.0	7,597.0	51,179.0
양파	0.0	2,116.0	13,120.0	996.0	3,534.0	28,405.0
파	2,300.0	10,260.0	239,008.0	54,330.0	60,408.0	113,728.0
옥수수	11.0	154.0	5,650.0	30,339.0	28,991.0	1,295.0

출처 : 통계청

㉔ 남부지역의 농산물 생산량

㉔ 남부지역의 농산물 생산량은 다음과 같음(표 4-15).

표 4-15. 남부지역의 국내산 농산물 생산량

	부산 광역시	대구 광역시	광주 광역시	대전 광역시	울산 광역시	세종 특별 자치시	전라북 도	전라남 도	경상북 도	경상남 도
	----- ton -----									
배추	14,484.0	20,222.0	25,922.0	11,980.0	18,505.0	15,440.0	468,159.0	1,782,595.0	642,183.0	214,767.0
수박	0.0	5,418.0	2,156.0	0.0	41.0	3,412.0	81,194.0	29,130.0	58,484.0	116,399.0
마늘	224.0	7,431.0	473.0	238.0	823.0	320.0	11,861.0	70,104.0	60,563.0	72,649.0
참외	0.0	9,367.0	0.0	0.0	0.0	27.0	52.0	0.0	139,968.0	1,451.0
들깨	21.0	164.0	126.0	235.0	125.0	592.0	6,843.0	4,052.0	5,166.0	2,705.0
토마토	24,558.0	13,514.0	10,382.0	2,066.0	498.0	1,484.0	19,577.0	60,478.0	33,149.0	51,437.0
고구마	439.0	793.0	1,569.0	1,123.0	1,415.0	1,411.0	61,375.0	83,345.0	22,363.0	14,680.0
감	806.0	1,296.0	3,459.0	126.0	4,222.0	21.0	17,775.0	72,585.0	118,095.0	116,042.0
감자	1,426.0	9,569.0	4,131.0	4,118.0	5,043.0	3,621.0	81,288.0	149,629.0	253,192.0	134,247.0

							0	.0	.0	.0
콩	32.0	133.0	338.0	123.0	228.0	267.0	5,782.0	13,072.0	11,401.0	4,689.0
쌀	13,803.0	15,345.0	26,394.0	6,109.0	21,036.0	23,613.0	687,367.0	844,611.0	576,636.0	369,006.0
멜론	0.0	210.0	84.0	0.0	0.0	0.0	4,200.0	13,692.0	1,092.0	2,352.0
사과	89.0	1,627.0	0.0	322.0	342.0	0.0	41,008.0	9,274.0	367,710.0	51,134.0
배	675.0	202.0	705.0	2,459.0	5,272.0	3,061.0	15,446.0	69,119.0	23,664.0	8,077.0
양파	1,564.0	15,425.0	2,451.0	125.0	1,415.0	188.0	59,351.0	569,472.0	146,390.0	353,063.0
과	54,196.0	23,148.0	372.0	2,938.0	1,688.0	16,300.0	168,330.0	511,618.0	76,180.0	58,212.0
옥수수	252.0	138.0	80.0	122.0	236.0	0.0	2,336.0	5,212.0	3,863.0	3,136.0

출처 : 통계청

㉔ 제주도의 농산물 생산량

㉔ 제주도의 농산물 생산량은 다음과 같음(표 4-16).

표 4-16. 제주도의 농산물 생산량

	제주도
	----- ton -----
배추	80,892.0
수박	5,587.0
마늘	32,230.0
참외	0.0
들깨	0.0
토마토	3,032.0
고구마	3,065.0
감	522.0
감자	65,936.0
콩	9,113.0
쌀	41.0
멜론	0.0
사과	0.0
배	0.0
양파	101,134.0
과	50,720.0
옥수수	193.0

출처 : 통계청

㉓ 외국산 수입농산물량 조사

㉓ 수입농산물의 농산물 수입량은 다음과 같음(표 4-17).

표 4-17. 외국산 수입농산물의 수입량

	연도	수입량
		---- ton ----
아보카도 <sup>1)</sup>	2016	2,915.0
커피부산물 <sup>1)</sup>	2016	107,100.0
멜론 <sup>2)</sup>	2016	1,748.0
레몬 <sup>3)</sup>	2016	15,247.0
자몽 <sup>4)</sup>	2016	23,169.0
파인애플 <sup>4)</sup>	2016	77,376.0
바나나 <sup>4)</sup>	2016	49,025.0
키위 <sup>4)</sup>	2016	30,736.0
오렌지 <sup>4)</sup>	2016	154,944.0
콩 <sup>5)</sup>	2016	247,011.0

(출처 관세청, 2017; 한국농수산물유통공사, 2017)

(2) 지역별(중부, 남부지역 및 제주도) 및 수입산 농산·가공부산물의 생산량과 생산시기

(가) 농산물의 부산물 함량산출을 위한 부산물환산계수 결정

- 조사된 국내와 수입산 농산물에서 발생하는 농산·가공부산물의 생산량을 산출하기 위해서 환산계수를 사용함.
- ① 환산계수는 다음과 같으며(표 4-18), 환산계수의 설명은 다음과 같음.
  - ㉠ 참고문헌을 통해서 환산계수를 산출.
  - ㉡ 전문가에게 자문을 통해서 환산계수를 산출.
  - ㉢ 직접 농작물의 수량과 부산물의 수량을 계산하여 환산계수를 산출.
- 국내 및 외국산 농산·가공부산물의 잠재 생산량산출
  - ① 농산·가공부산물의 경우 각 농산물의 특징과 가공에 따라 수분함량이 각기 다름.
  - ② 이 때문에 농산·가공부산물의 생산량비교가 모호하므로 이하에서 제시하는 농산·가공부산물의 수량은 모두 건물수량으로 제시하였음.
  - ㉠ 건물수량은 본 연구팀의 일반성분분석로 산출된 건물수량(Dry Matter; DM)을 이용하였음(표 4- 21 ~ 27).

표 4-18. 농산물의 부산물수량을 계산할 부산물환산계수



	이용가능 부산물	환산계수	참고문헌
배추	잎	0.10	성(1998)
수박	껍질	0.45	직접 산출
마늘	줄기 및 껍질	0.16	직접 산출
참외	껍질	0.19	직접 산출
들깨	줄기	0.20	직접 산출
토마토	줄기	1.10	자문
고구마	껍질	0.15	직접 산출
감	껍질	0.3	이 등(2014)
감자	껍질	0.05	직접 산출
콩	비지	2.50	성(1998)
	줄기	1.75	구(2016)
쌀	싸래기	0.02	한 등 (2012)
	미강	0.08	한 등 (2012)
	쪽정미	0.3	한 등 (2012)
멜론	껍질	0.54	직접 산출
사과	껍질	0.07	직접 산출
배	껍질	0.18	직접 산출
양파	껍질	0.30	직접 산출
파	줄기	0.21	직접 산출
	대	1.89	구(2016)
	껍질	0.08	직접 산출
	속대	0.07	직접 산출
아보카도	껍질	0.22	직접 산출
커피부산물	박	0.91	Silva et al.(1998)
멜론	껍질	0.54	직접 산출
레몬	껍질	0.28	직접 산출
자몽	껍질	0.27	직접 산출
파인애플	껍질	0.45	직접 산출
바나나	껍질	0.35	직접 산출
키위	껍질	0.16	직접 산출
오렌지	껍질	0.24	직접 산출

참고문헌

성경일. 1998. 조사료의 확보방안 및 농산부산물의 활용. IMF 시대의 조사료대책 심포지엄.

구교영. 2016. 농식품부산물의 거래 활성화를 위한 유통체계 구축 및 제도 개선. 농촌진흥청.

이종섭, 박은희, 권세영, 여수환, 김명동, 2014. 효모를 이용한 에탄올 생산을 위한 감껍질 전처리조건  
의 최적화. Korean J. Microbiol. Biotechnol. (2014), 42(2), 202-206.

Silva, Nebra, Machado Silva, and Sanchez. 1998. The use of biomass residues in the brazilian  
soluble coffee industry. Biomass and Bioenergy 14: 457-467.

한상익, 남민희, 김상열, 장기창, 오성환, 서우덕, 나지은. 2012. 벼 부산물의 변신 - 다양한 신소재로  
의 이용 -. 농촌진흥청 인테러뱅 vol. 65.

자문 춘천농협 강민구조합장

(나) 농산물에서 발생하는 부산물의 잠재 생산량과 생산시기 조사

○ 전국의 농산·가공부산물 잠재 생산량과 생산시기 조사

- ① 전국에서 생산되는 잠재 부산물생산량 및 생산시기는 표 4-19에 제시하였음.
- ② 농산·가공부산물 중 가장 많은 생산량을 나타낸 것은 쌀 부산물이었으며 그 다음으로 토마토 부산물로 양파 부산물, 콩 부산물의 순이었음.
- ③ 이러한 결과는 각 지역을 고려하지 않고 산출된 결과로 실제 농산물은 특정지역에 편중되는 경우가 있으므로 지역별(남부, 중부 및 제주도)로 나누어서 확인할 필요가 있음.

표 4-19.전국의 농산·가공부산물 잠재 생산량과 생산시기

	이용가능 부산물	연도	전국 부산물 잠재 생산량	부산물 이용가능 시기
			----- ton -----	
배추	잎	2016	46,046.0	6~11월
수박	껍질	2016	9,134.0	7월
마늘	줄기 및 껍질	2017	8,985.9	7월
참외	껍질	2016	3,430.7	7월
들깨	줄기	2016	7,168.3	10월
토마토	줄기	2015	72,986.7	6~12월
고구마	껍질	2016	16,701.7	9월
감	껍질	2016	24,083.9	9~10월
감자	껍질	2016	11,118.5	5~7월
콩	비지	2017	16,598.6	연중
	줄기	2017	46,872.1	10월
쌀	싸래기	2016	82,004.8	연중
	미강	2016	291,945.4	
	쪽정어	2016	98,531.6	
멜론	껍질	2015	1,519.6	연중
사과	껍질	2016	7,907.8	8~10월
배	껍질	2016	7,668.8	9월
양파	껍질	2016	63,171.2	6~7월
과	줄기	2016	37,384.1	9~11월
옥수수	대	2014	40,298.7	8월
	껍질	2014	1,652.1	
	속대	2014	1,577.8	

○ 지역별 농산·가공부산물 생산량 조사

- ① 중부지역에서 생산되는 잠재 농산·가공부산물 생산량.
- ② 중부지역에서 특징적으로 생산량이 많은 농산·가공부산물은 옥수수 부산물로 전국과 비교하면 81.0%가량을 차지하였음. 이외에도 과반을 넘는 생산량을 보인 농산·가공부산물은 들깨 부산물(61.5%) 및 감자 부산물(56.2%)이었음.
- ③ 각 도별로 특징적인 농산·가공부산물은 다음과 같음.
- ④ 배추 부산물의 경우 경기도, 강원도, 충청북도 및 충청남도에 골고루 생산이 되는 것으로 보여 중부지역의 대부분의 지역에서 사용할 수 있을 것으로 생각됨. 특

히. 강원도에서의 생산량이 많은 것으로 생각되어 강원도에서 중요한 농산·가공부산물로 사용이 가능 할 것임.

㉠ 수박 부산물의 경우 충청남도에서 중부지역의 절반이상이 생산될 것으로 생각됨.

㉡ 들깨 부산물도 배추부산물과 마찬가지로 경기도, 강원도, 충청북도 및 충청남도에서 편중되지 않고 생산이 되고 있었음.

㉢ 토마토 부산물은 강원도와 충청남도에서 각각 30.6 및 43.0%가 생산되는 것으로 나타났음. 특히 충청남도 내에서 많이 생산이 되는 것으로 보여 충청남도에서 중요한 농산·가공부산물로 생각됨.

㉣ 고구마 부산물의 경우 경기도 및 충청남도에서 이용이 가능할 것으로 생각됨.

㉤ 감자 부산물의 경우 강원도에서 중부지역의 절반이상이 생산되어 강원도에 적합한 농산·가공부산물로 생각됨.

㉥ 콩 부산물은 충청남도와 북도에서 중부지역의 반 이상이 생산되었음.

㉦ 쌀 부산물은 충청남도에서 중부지역의 반가량이 생산되고 있으며 다음으로 경기도였음. 특히 쌀 부산물은 충청북도에서 생산량이 중부지역의 반을 차지하고 있어 충청북도지역에서 이용하기 적합한 농산·가공부산물로 생각됨.

㉧ 사과 부산물은 충청북도에서 중부지역의 반 이상이 생산되고 있음.

㉨ 배 부산물은 충청남도와 경기도가 중부지역의 대부분을 생산하고 있음.

㉩ 양파 부산물은 충청남도에서 반 이상을 생산하고 있었음.

㉪ 파 부산물의 경우 경기도가 중부지역의 반을 차지하고 있어 경기도에서 쌀 부산물과 더불어 중요한 농산·가공부산물로 사용가능 할 것으로 생각됨.

㉫ 옥수수 부산물의 경우 중부지역이 전국의 81.0%가량을 차지하고 있으며 그중 강원도와 충청북도에서의 생산량이 대부분 인 것으로 보여, 강원도와 충청북도의 중요한 농산·가공부산물로 판단됨.

표 4-20. 중부지역의 농산·가공부산물 잠재 생산량

	이용가능 부산물	서울 특별시	인천 광역시	경기도	강원도	충청북도	충청남도
----- ton -----							
배추	잎	7.7	310.4	3,933.6	7,269.3	3,917.6	3,581.2
수박	껍질	0.0	10.7	79.8	141.8	1,646.6	2,419.9
마늘	줄기 및 껍질	0.2	20.5	175.2	62.2	162.7	960.5
참외	껍질	0.0	0.6	22.5	18.7	1.2	23.1
들깨	줄기	0.1	36.0	889.8	955.4	980.2	1,546.9
토마토	줄기	28.1	744.1	3,776.7	9,728.7	3,856.5	13,680.0
고구마	껍질	4.1	689.5	2,607.5	541.0	1,271.8	2,210.9
감	껍질	0.0	5.0	24.6	197.4	470.0	576.9
감자	껍질	3.6	97.2	1,124.4	3,374.4	598.7	1,053.0
콩	비지	0.0	21.1	1,030.7	1,837.9	2,350.0	1,419.7
	줄기	0.0	59.6	2,910.6	5,189.9	6,636.2	4,008.9
쌀	싸래기	12.3	1,055.0	8,092.0	3,253.0	3,942.6	15,133.3
	미강	43.8	3,755.9	28,808.3	11,581.2	14,036.2	53,876.2
	쪽정미	14.8	1,267.6	9,722.8	3,908.6	4,737.2	18,183.2
멜론	껍질	145.9	0.0	0.0	18.2	144.4	422.4
사과	껍질	0.0	1.1	30.7	79.3	958.3	369.4
배	껍질	10.0	57.5	1,486.8	74.8	244.8	1,649.0
양파	껍질	0.0	102.9	638.2	48.4	171.9	1,381.6
파	줄기	59.6	265.7	6,188.9	1,406.8	1,564.2	2,944.9
옥수수	대	5.4	75.7	2,776.4	14,908.6	14,246.2	636.4
	껍질	0.2	3.1	113.8	611.2	584.0	26.1
	대	0.2	3.0	108.7	583.7	557.8	24.9

② 남부지역의 농산·가공부산물 잠재 생산량

㉑ 남부지역에서 특징적으로 생산량이 많은 농산·가공부산물은 참외부산물 및 감 부산물이 전국을 기준으로 98.1% 및 94.6%를 생산하고 있음. 뒤이어 양파부산물(88.4%), 사과 부산물(88.5%) 및 마늘 부산물(74.0%)순으로 많이 생산되고 있었음.

㉒ 각 도별로 특징적인 농산·가공부산물은 다음과 같음.

㉓ 배추 부산물은 전국에서 반 이상이 생산되고 있음(전국에서 57.2%가 생산). 이중 전라남도에서 반 이상이 생산되고 있음. 그러므로 전라남도에서 배추 부산물이 중요한 사용가능한 농산·가공부산물로 생각됨.

㉔ 수박 부산물의 경우 경상남도 및 전라북도가 각각 39.3 및 27.4%가 생산되어 이 지역에서 중요한 농산·가공부산물로 생각됨.

㉕ 마늘 부산물은 전라남도, 경상북도 및 경상남도가 남부지역의 90.6%를 차지하고 있어 중요한 농산·가공부산물로 사용이 가능할 것으로 생각됨.

㉖ 참외 부산물의 경우 전국을 기준으로 대부분이 경상북도에서 생산되기 때문에 경상북도 지역에서 중요한 농산·가공부산물인 것으로 생각됨.

- ㉔ 들깨 부산물은 전라북도, 전라남도, 경상북도 및 경상남도에서 골고루 생산되는 것으로 판단됨.
- ㉕ 토마토 부산물은 경상남도와 전라남도에서 생산이 많이 되고 있으며 생산량도 많아 토마토 부산물은 중요한 농산·가공부산물로 생각되며 특히, 전라남도에서 사용하기 적합한 농산·가공부산물인 것으로 생각됨.
- ㉖ 고구마 부산물은 전라북도와 전라남도에서 남부지역의 78.3%로 전라도의 중요한 농산·가공부산물 자원인 것으로 생각됨.
- ㉗ 감 부산물은 남부지역에서 전국의 94.6%가 생산되고 전라남도, 경상북도 및 경상남도에서 생산이 많이 되고 있음. 특히, 경상북도에서 쌀 부산물 다음으로 많은 생산량을 보이고 있어 경상북도에서 중요한 농산·가공부산물로 생각됨.
- ㉘ 감자 부산물의 경우 전라북도, 전라남도, 경상북도 및 경상남도에 골고루 생산되고 있음.
- ㉙ 콩 부산물의 경우 전라남도 및 경상북도에서 남부지역의 68.7% 생산되고 있음. 특히 전라북도 내에서 생산되는 농산·가공부산물 중에서 생산량이 많은 편으로 생각됨.
- ㉚ 쌀 부산물은 남부지역에서 가장 많은 농산·가공부산물생산량을 나타내고 있으며, 전라북도, 전라남도, 경상북도 및 경상남도에 골고루 생산이 되어 남부지역에서 중요한 농산·가공부산물로 보임.
- ㉛ 사과 부산물은 남부지역이 전국의 81.8%를 차지하고 있으며 이중 경상북도가 78%를 차지하고 있어 경상북도에서 사용 시 적합한 농산·가공부산물로 생각됨.
- ㉜ 양파 부산물은 전국의 88.5%를 남부지역이 차지하고 있음. 그중 전라남도와 경상남도에서 각각 49.5% 및 30.7%를 차지하여 전라남도뿐만 아니라 경상남도에서 생산량이 많은 농산·가공부산물로 생각됨.
- ㉝ 옥수수 부산물은 중부지역에 비해서 매우 적은 양으로 조사가 되었지만 전라북도, 전라남도, 경상북도 및 경상남도 골고루 생산되는 농산·가공부산물임.

표 4-21. 남부지역의 농산·가공부산물 잠재 생산량

	이용 가능 부 산 물	부산 광역시 시	대구 광역시 시	광주 광역시 시	대 전 광 역 시	울산 광역시 시	세종 특별 자 치 시	전라 북도	전라 남도	경상 북도	경상 남도
배추	잎	118.8	165.8	212.6	98.2	151.7	126.6	3,838.9	14,617.3	5,265.9	1,761.1
수박	껍질	0.0	86.8	34.5	0.0	0.7	54.7	1,300.7	466.7	936.9	1,864.7
마늘	줄기 및 껍질	6.6	220.0	14.0	7.0	24.4	9.5	351.1	2,075.1	1,792.7	2,150.4
참외	껍질	0.0	208.9	0.0	0.0	0.0	0.6	1.2	0.0	3,121.6	32.4
들깨	줄기	2.9	22.6	17.4	32.4	17.2	81.6	942.9	558.3	711.8	372.7
토 마 토	줄기	4,592.3	2,527.1	1,941.4	386.3	93.1	277.5	3,660.9	11,309.4	6,198.9	9,618.7
고 구 마	껍질	21.5	38.8	76.8	55.0	69.3	69.1	3,004.1	4,079.4	1,094.6	718.5
감	껍질	54.9	88.3	235.6	8.6	287.5	1.4	1,210.5	4,943.0	8,042.3	7,902.5
감자	껍질	9.7	65.4	28.2	28.1	34.5	24.7	555.5	1,022.6	1,730.3	917.4
콩	비지	7.0	29.3	74.4	27.1	50.2	58.7	1,272.0	2,875.8	2,508.2	1,031.6
	줄기	19.9	82.6	210.0	76.4	141.6	165.9	3,592.1	8,121.0	7,082.9	2,913.0
쌀	싸 래 기	269.8	300.0	516.0	119.4	411.3	461.6	13,438.0	16,512.1	11,273.2	7,214.1
	미강	960.7	1,068.0	1,837.0	425.2	1,464.1	1,643.5	47,840.7	58,784.9	40,133.9	25,682.8
	쪽 정 이	324.2	360.5	620.0	143.5	494.1	554.7	16,146.3	19,839.9	13,545.2	8,668.0
멜론	껍질	0.0	7.6	3.0	0.0	0.0	0.0	152.0	495.4	39.5	85.1
사과	껍질	1.2	22.3	0.0	4.4	4.7	0.0	562.6	127.2	5,045.0	701.6
배	껍질	21.7	6.5	22.7	79.2	169.9	98.6	497.7	2,227.0	762.5	260.2
양파	껍질	76.1	750.3	119.2	6.1	68.8	9.1	2,886.8	27,699.1	7,120.4	17,173.0
파	줄기	1,403.4	599.4	9.6	76.1	43.7	422.1	4,358.7	13,247.8	1,972.6	1,507.3
옥 수 수	대	123.8	67.8	39.3	60.0	116.0	0.0	1,147.9	2,561.2	1,898.3	1,541.0
	껍질	5.1	2.8	1.6	2.5	4.8	0.0	47.1	105.0	77.8	63.2

	속대	4.8	2.7	1.5	2.3	4.5	0.0	44.9	100.3	74.3	60.3
--	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	------	------

③ 제주도의 농산·가공부산물 잠재 생산량

㉔ 제주도의 경우 콩 부산물의 생산량과 양과부산물의 생산량이 많아 제주도에서 중요한 농산·가공부산물로 생각됨. 특히 다른 지역에 비해서 쌀 생산량이 떨어지기 때문에 쌀 부산물을 생산량이 매우 낮음.

표 4-22. 제주도의 농산·가공부산물 잠재 생산량

	이용가능 부산물	제주도
		---- ton ----
배추	잎	663.3
수박	껍질	89.5
마늘	줄기 및 껍질	954.0
참외	껍질	0.0
들깨	줄기	0.0
토마토	줄기와 잎	567.0
고구마	껍질	150.0
감	껍질	156.6
감자	껍질	450.6
콩	비지	2,004.9
	줄기	5,661.5
쌀	싸래기	0.8
	미강	2.9
	쪽정어	1.0
멜론	껍질	0.0
사과	껍질	0.0
배	껍질	0.0
양과	껍질	4,919.2
파	줄기	1,313.3
옥수수	대	94.8
	껍질	3.9
	속대	3.7

○ 외국산 농산·가공부산물 잠재 생산량 조사

① 외국산 농산·가공부산물의 경우 콩을 수입하였을 때 발생할 수 있는 비지의 양이 많은 것으로 생각됨.

② 다음으로 커피 부산물의 경우 생산량이 31,594톤으로 외국산 농산·가공부산물 중 많은 부분을 차지하고 있었음. 또한 지속적으로 수입량이 증가 될 것으로 예상되어 앞으로 중요한 농산·가공부산물 사료원료로 기대되고 있음.

표 4-23. 외국인 농산·가공부산물 잠재 생산량

	연도	부산물 생산량
		---- ton ----
아보카도	2016	164.6
커피	2016	31,594.3
멜론	2016	49.7
레몬	2016	786.9
자몽	2016	1,726.9
파인애플	2016	5,163.9
바나나	2016	1,501.3
키위	2016	1,162.4
오렌지	2016	9,222.0
콩(비지)	2016	54,342.4

(3) 수집된 지역별 및 시기별 농산·가공부산물 잠재 생산량자료 데이터베이스구축

(가) 지역별 및 시기별 농산·가공부산물 잠재 생산량자료 데이터베이스구축

○ 데이터베이스 구축방법

- ① 지역을 전국, 중부지역, 남부지역, 제주도 및 수입으로 나누어서 분류하였음.
- ② 각 지역별로 조사된 농산물의 생산량을 나누어 입력하였음.
- ③ 농산물의 생산량을 농산물의 농산·가공부산물로 환산하여 잠재 농산·가공부산물 수량을 산출하였음.
- ④ 잠재 농산·가공부산물 생산 시기는 생산량 열 이후에 삽입하였음.

(나) 구축된 지역별 및 시기별 농산·가공부산물 잠재 생산량자료 데이터베이스는 그림 4-1에 제시하였음.

그림 4-1. 지역 및 시기별 농산·가공부산물 잠재생산량 데이터베이스



(4) 생산량 측면에서 지역별(중부, 남부지역 및 제주도) 및 수입산 농산·가공부산물의 선발

(가) 농산·가공부산물의 선발 기준

- 국내 한우 성우(500kg)을 기준으로 1일 증체량을 0.8kg으로 할 때 섭취하는 1일 건물섭취량이 9.0kg을 기준으로(한국사양표준-한우, 2012), 두수 2,595,000마리(2016년, KREI, 2017)라고 가정하여 1일 한우 성우에게 먹을 수 있는 사료 양은 2,335.5천톤으로 산출됨.
- 위를 기준으로 농산·가공부산물의 잠재 생산량이 많은 것을 선발하였음.

(나) 선발된 농산·가공 부산물은 많은 순서대로 쌀 부산물(미강, 쪽정미 및 싸래기), 토마토 부산물(줄기), 콩 부산물(줄기, 비지), 양파 부산물, 배추 부산물, 옥수수 부산물(대), 파 부산물 및 커피 부산물이었음.

(다) 생산량과 지역별 특성을 고려하였을 때 중부지역에 적합한 부산물은 옥수수 부산물, 토마토 부산물(줄기) 및 배추 부산물로 생각됨. 남부지역에 적합한 부산물은 양파 부산물 파 부산물 및 감 부산물로 생각됨. 전국적으로는 쌀 부산물과 커피 부산물이 있을 것으로 생각됨.

#### 다. 조사된 가용 국내 및 수입농산·가공부산물의 사료성분 데이터베이스 구축

(1) 국내 및 수입농산물의 농산·가공부산물의 사료성분 분석

본 연구에서 제시하고 있는 부산물의 경우 대부분이 한국표준사료성분표에 제시되어 있지 않거나 조사되어있어도 특정 중요항목(CP함량 등)만 조사되어 있는 경우가 있음. 그러므로 본 연구에서는 보다 정확한 사료성분을 알기 위해서 성분분석을 수행하였음.

(가) 농산·가공부산물의 사료분류기준 및 사료성분 제시 기준 및 항목

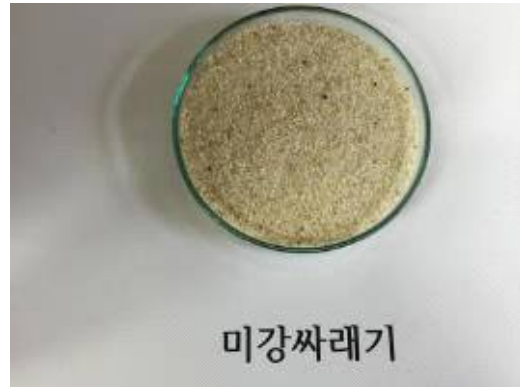
○ 사료분류 기준

- ① 사료분류의 기준은 국가법령정보센터의 “사료 등의 기준 및 규격”을 기준으로 분류함.
- ② 곡류 : 쌀 싸래기 및 미강 싸래기(그림 4-2)



쌀싸래기

쌀 싸래기



미강싸래기

미강 싸래기

그림 4-2. 본 연구에서 조사한 곡류 농산·가공부산물의 사진

③ 강피류 : 미강(그림 4-3)



미강

미강

그림 4-3. 본 연구에서 조사한 강피류 농산·가공부산물의 사진

④ 식품가공부산물

- ㉠ 과실가공부산물 : 감 부산물, 사과 부산물, 배 부산물, 아보카도 부산물, 바나나 부산물, 오렌지 부산물, 멜론 부산물, 자몽 부산물, 키위 부산물, 레몬 부산물 및 파인애플 부산물(그림 4-4)



감 부산물



사과 부산물



배 부산물



아보카도 부산물



바나나 부산물



오렌지 부산물



멜론 부산물



자몽 부산물



키위 부산물



레몬 부산물



파인애플 부산물

그림 4-4. 본 연구에서 조사한 식품가공부산물 중 과일가공부산물의 사진

㉔ 채소가공부산물 : 수박 부산물, 토마토 부산물(폐알곡), 참외 부산물, 감자 부산물, 고구마 부산물 및 배추 부산물(그림 4-5)



수박 부산물



토마토 부산물(폐알곡)



참외 부산물



감자 부산물



고구마 부산물



배추 부산물

그림 4-5. 본 연구에서 조사한 식품가공부산물 중 채소가공부산물의 사진

㉕ 콩류가공부산물 : 비지(그림 4-6)



비지

그림 4-6. 본 연구에서 조사한 식품가공부산물 중 콩류가공부산물의 사진

⑤ 섬유질류

㉞ 고간류 : 옥수수 부산물(대), 토마토 부산물(줄기), 들깨 부산물 및 콩 부산물(줄기)(그림 4-7)



옥수수 부산물(대)



토마토 부산물(줄기)



들깨 부산물



콩 부산물(줄기)

그림 4-7. 본 연구에서 조사한 섬유질류 농산·가공부산물 중 고간류의 사진

㉟ 기타 : 옥수수 부산물(속대 및 껍질), 마늘 부산물(줄기 및 껍질), 커피 부산물, 쌀 부산물(쪽정이), 파 부산물 및 양파 부산물(그림4-8)



옥수수 부산물(속대)



옥수수 부산물(껍질)



마늘 부산물(줄기)



마늘 부산물(껍질)



커피 부산물



쌀 부산물(쪽정이)



파 부산물



양파 부산물

그림 4-8. 본 연구에서 조사한 섬유질류 농산·가공부산물 중 기타 부산물의 사진

○ 사료성분 분석 항목

① 일반성분 : 건물(Dry Matter;DM), 조단백질(Crude Protein;CP), 조회분(ASH), 조지방(Ether Extracts;EE), 조섬유(Crude Fiber), NDF(Neutral Detergent Fiber), ADF(Acid Detergent Fiber) 및 ADL(Acid Detergent Lignin)

② 무기물 성분 : Ca, K 및 P

③ CNCPS(Cornell Net Carbohydrate and Protein System)에 필요한 성분 : 수용성단백질(Soluble Protein), 가용무질소물(Non Protein Nitrate;NPN), NDICP(Neutral Detergent Insoluble Crude Protein), ADICP(Acid Detergent Insoluble Crude Protein) 및 전분(Starch)

④ 아미노산 분석 : 알라닌(Alanine; Ala), 시스테인(Cysteine; Cys), 아스파르트산(Aspartic acid; Asp), 글루탐산(Glutamic acid; Glu), 페닐알라닌(Phenylalanine; Phe), 글라이신(Glycine; Gly), 히스티딘(Histidine; His), 아이소류신(Isoleucine; Ile), 라이신(Lysine; Lys), 루신(Leucine; Leu), 메티오닌(Methionine; Met), 프롤린(Proline; Pro), 아르기닌(Arginine; Arg), 세린(Serine; Ser), 트레오닌(Threonine; Thr), 발린(Valine; Val), 트립토판(Tryptophan; Trp), 타이로신(Tyrosine; Tyr)

○ 사료성분 분석방법

① 일반성분 : 선정된 농산·가공부산물의 일반성분 분석은 AOAC(1990)의 분석방법으로 수행하였음. NDF, ADF 및 ADL 분석은 Goering and Van Soest(1979)방법에 의해서 분석하였음.

② 무기물 성분 : 무기물 성분 분석은 사료표준분석방법(2015)의 분석방법으로 수행하였음.

③ CNCPS(Cornell Net Carbohydrate and Protein System)에 필요한 성분 : Soluble Protein, NPN, NDICP 및 ACICP는 Licitra et al. (1996)에서 제시한 분석방법을 이용하였음. 전분의 경우 사료표준분석방법(2015)에서 제시한 분석방법 중 비색법으로 분석하였음.

④ 아미노산 분석 : 아미노산은 사료표준분석방법(2015)에서 제시한 분석방법을 통해서 분석하였음.

(나) 농산·가공부산물의 사료성분

○ 농산·가공부산물의 일반성분분석 결과

① 곡류

㉠ 곡류 농산·가공부산물의 일반성분 분석결과는 표 4-24 에 제시하였음.

㉡ 쌀 및 미강짜래기의 CP함량은 각각 6.7 및 7.8%로 옥수수의 CP함량이 8.46%(한국표준사료성분표, 2012) 보다 공히 낮지만, 가용무질소물(non free extract;NFE)함량

은 각각 92.1 및 88.7%로 옥수수의 NFE 함량이 83.9%보다 높았음.

㉔ 이를 고려하면 쌀 및 미강싸래기는 옥수수보다 비구조탄수화물의 함량이 더 높은 것으로 생각됨. 쌀 및 미강 싸래기는 식물성에너지사료로 사용이 가능할 것으로 생각됨.

표 4-24. 곡류 농산·가공부산물의 일반성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF	ADL
	%				% of DM			
쌀 싸래기	85.0	6.7±0.0	0.3±0.0	0.9±0.1	0.0±0.1	31.8±4.4	0.4±0.1	0.0±0.3
미강 싸래기	85.7	7.8±0.1	0.9±0.0	2.6±0.0	0.0±0.2	29.3±0.7	1.0±0.3	0.3±0.1

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

② 강피류

㉕ 강피류 농산·가공부산물의 일반성분 분석결과는 표 4-25 에 제시하였음.

㉖ 미강의 CP, ASH 및 EE 함량은 각각 14.3, 9.9 및 16.0%로 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 수치가 각각 15.1, 9.2 및 18.6%로 ASH는 비슷하지만 CP 및 EE는 낮은 경향을 보였음. 미강은 식물성에너지사료로 사용이 가능할 것으로 생각됨.

표 4-25. 강피류 농산·가공부산물의 일반성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF	ADL
	%				% of DM			
미강	87.2	14.3±0.0	9.9±0.1	16.0±0.1	6.9±0.5	39.2±0.4	13.3±0.4	5.1±0.2

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

③ 식품가공부산물

㉗ 과실가공부산물

㉘ 과실가공부산물의 일반성분 분석결과는 표 4-26 에 제시하였음.

- 감 부산물의 경우 김(2016)에 따르면 CP, EE 및 ASH함량이 각각 4.6, 1.4, 3.4%로 본 연구와 비슷한 수준이었지만, 섬유질분획인 CF, NDF 및 ADF함량은 각각 9.2, 27.3 및 14.5%로 제시하여 본 연구보다는 낮은 수준이었음. 감 부산물의 경우 탄닌이 포함되어 있어 사료배합 시 3%정도 사용할 수 있을 것으로 생각됨.

- 사과 부산물의 경우 CP, ASH 및 EE함량이 각각 2.9, 2.5 및 4.0%이고 섬유질 분획은 NDF 및 ADF함량은 각각 20.1, 15.6%였음. 콧 등(2003)에 따르면 사과를 압착해서 짜고남은 부산물의 CP, ASH 및 EE함량이 각각 4.6, 1.9, 4.8%로 본 연구에서 보다 CP함량은 높으며 ASH, EE함량은 낮았으며 NDF 및 ADF함량은 각각 35.5 및 30.6%

로 나타나 본 연구보다 높게 나타났음.

- 배 부산물은 CP, ASH 및 EE함량이 각각 3.9, 3.2 및 0.8%이고 섬유질 분획인 NDF 및 ADF함량은 각각 29.2 및 21.0%로 나타났음. 곽 등(2003)에서 제시한 배를 압착한 후 남은 부산물의 CP, ASH 및 EE 함량은 각각 4.3, 4.7 및 2.1%로 본 연구보다는 높았으며 NDF 및 ADF 함량은 각각 56.0 및 39.1%로 본 연구보다 높은 수치를 나타냈음.

- 아보카도 부산물의 경우 EE함량이 23.6%로 과실가공부산물중에서 가장 높은 함량으로 나타났으며 지방질사료로 이용이 가능할 것으로 생각됨. 그러나 섬유질분획이 높아 사용에 주의할 필요가 있을 것으로 생각됨.

- 바나나 부산물의 경우 장(2016)에 따르면 CP, EE, ASH, NDF 및 ADF 함량이 각각 5.8, 1.1, 8.8, 10.1 및 6.3%로 나타나 본 연구에서 조사된 수치보다 공히 낮았음.

- 오렌지 및 자몽 부산물은 CP함량이 각각 6.4 및 5.6%로 바나나 부산물의 CP함량 보다는 낮고 파인애플 부산물보다는 높은 것으로 나타났음. 오렌지 부산물의 섬유질 분획인 CF, NDF 및 ADF함량은 각각 10.6, 18.4 및 12.8%로 사과 부산물의 섬유질 분획과 비슷하였으며 자몽 부산물의 경우 CF, NDF 및 ADF함량이 각각 16.8, 26.3 및 20.4%로 배 부산물의 섬유질 분획과 비슷하였음.

- 멜론 부산물은 다른 과실가공부산물에 비해서 CP, ASH 및 섬유질 분획인 높은 경향이 있음.

- 키위 부산물의 CF, NDF 및 ADF함량이 각각 22.7, 41.7 및 33.0%로 감 부산물과 비슷한 것으로 보임.

- 레몬 부산물의 CP함량이 8.9%로 바나나 부산물 보다는 높은 것으로 보이며 섬유질 분획은 낮은 것으로 나타났음.

- 파인애플부산물의 경우 나(2017)에 따르면 CP, EE 및 ASH 함량이 각각 5.7, 1.2 및 4.9%로 본 연구와 비슷한 경향을 나타냈으며 NDF 및 ADF 함량은 각각 39.4 및 17.7%로 본 연구에서 보다는 높은 경향을 나타냈음.

㉠ 과실가공부산물의 경우 단백질 함량은 낮으며 섬유질분획은 함량이 높은 것으로 생각됨. 이중 바나나 부산물과 멜론 부산물이 조사된 과실가공부산물 보다 높은 사료성분 결과를 나타낸 것으로 생각됨.

표 4-26. 과실가공부산물의 일반성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF	ADL
	%				% of DM			
감	22.7	5.0±0.0	5.2±0.2	1.1±0.1	15.6±0.6	43.4±1.3	30.1±0.7	22.5±0.6
부산물								
사과	19.6	2.9±0.0	2.5±0.1	4.0±0.4	7.0±0.0	20.1±5.2	15.6±4.6	8.2±4.5
부산물								
배	18.0	3.9±0.2	3.2±0.0	0.8±0.1	20.2±2.4	29.2±1.6	21.0±1.1	7.7±0.2
부산물								
아보카도	25.9	7.5±0.0	5.5±0.1	23.6±0.2	33.7±1.1	51.1±0.8	40.4±0.2	19.9±0.2
부산물								
바나나	8.8	7.6±0.1	14.8±0.2	6.4±0.0	13.7±0.0	42.2±1.5	29.6±1.0	14.5±0.6
부산물								
오렌지	24.8	6.4±0.0	3.2±0.1	1.7±0.0	10.6±0.1	18.4±0.5	12.8±0.1	0.3±0.3
부산물								
멜론	6.6	12.5±0.2	12.3±0.2	1.7±0.1	23.8±0.3	46.0±1.2	33.3±1.4	10.9±0.2
부산물								
자몽	25.2	5.6±0.1	3.3±0.0	1.3±0.1	16.8±0.1	26.3±0.7	20.4±0.3	0.6±0.5
부산물								
키위	24.4	5.0±0.1	3.7±0.0	0.8±0.2	22.7±0.2	41.7±0.9	33.0±0.4	14.0±0.1
부산물								
레몬	18.7	8.9±0.1	3.9±0.2	1.8±0.1	17.4±0.0	23.4±1.0	18.4±0.7	0.0±0.0
부산물								
파인애플	14.7	5.2±0.0	4.9±0.0	1.3±0.1	12.9±0.3	37.3±0.7	15.8±0.8	0.9±0.2
부산물								

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

㉞ 채소가공부산물

㉟ 채소가공부산물의 일반성분 분석결과는 표 4-27 에 제시하였음.

- 수박 부산물은 ASH함량이 다른 채소가공부산물의 ASH함량보다 높은 것으로 생각 됨.

- 토마토 부산물(폐알곡)의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 15.4, 8.3 및 3.2%로 수분함량이 낮지만 단백질 함량이 높은 것으로 나타남. 섬유질 분획은 수박 부산물보다 낮은 것으로 나타남.

- 참외 부산물의 CP, ASH 및 EE 함량은 각각 13.8, 9.3 및 2.7%로 토마토 부산물(폐알곡)보다 낮은 수치를 나타냈으며 섬유질 분획은 더 높은 것으로 나타났음.

감자 부산물은 CP함량이 다른 채소가공부산물보다 공히 높았으며, 섬유질 분획은 수박 및 참외 부산물보다는 높은 것으로 나타났음.

- 고구마 부산물의 경우 상대적으로 섬유질 분획이 높은 것으로 나타남.

- 배추 부산물의 경우 CP, ASH 및 EE 함량이 각각 12.6, 12.9 및 3.4%로 나타났으며 한국표준사료성분표(201)에서 배추의 사료성분 함량이 각각 26.4, 15.1 및 1.9%로 나



타나 본 연구의 결과보다 높은 것으로 나타났음. 또한, 본 연구에서 섬유질 분획인 NDF 및 ADF함량은 다른 채소가공부산물보다 높게 나타나 수분함량을 조절하여 섬유질 공급원으로 사용이 가능할 것으로 생각됨.

㉔ 채소가공부산물은 건물 함량이 다른 부산물에 비해서 다소 낮기 때문에 수분조절이 필요한 것으로 생각됨. 특히 배추 부산물의 경우 CP함량과 섬유질 분획이 높아 풀사료 대체사료자원으로 이용이 가능할 것으로 생각됨.

표 4-27. 채소가공부산물의 일반성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF	ADL	
	%	-----				% of DM	-----		
수박 부산물	3.6	9.3±0.3	26.9±1.8	1.8±0.3	26.2±0.0	36.7±1.4	27.5±0.8	5.1±2.6	
토마토 부산물	5.4	15.4±0.0	8.3±0.2	3.2±0.2	16.8±0.2	29.5±1.3	22.7±0.6	8.4±1.7	
(폐알곡) 참외 부산물	11.8	13.8±0.1	9.3±0.0	2.7±0.6	21.9±0.3	37.3±0.1	28.6±0.8	11.7±0.4	
감자 부산물	13.4	18.6±0.0	10.5±1.1	0.6±0.1	8.6±0.2	43.8±1.2	16.1±0.0	4.5±0.0	
고구마 부산물	32.7	4.6±0.0	6.2±0.0	1.9±0.1	4.4±0.1	35.7±1.4	8.6±0.6	2.6±0.2	
배추 부산물	8.8	12.6±0.8	12.9±0.1	3.4±0.2	10.8±0.8	68.4±2.4	58.2±2.1	7.2±0.5	

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

㉕ 콩류가공부산물

㉕ 콩류가공부산물의 일반성분 분석결과는 표 4-28 에 제시하였음.

- 비지는 CP, ASH 및 EE의 함량이 각각 16.4, 2.8 및 6.5%이며 한국표준사료성분표 (2012)에서 제시한 수치인 각각 22.9, 3.7 및 11.2%에서 CP 및 ASH함량은 낮고 EE함량은 높은 것으로 나타났음.

표 4-28. 콩류가공부산물의 일반성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF	ADL	
	%	-----				% of DM	-----		
비지	8.8	16.4±0.2	2.8±0.0	6.5±0.1	18.7±0.2	47.5±1.5	24.0±0.5	2.8±0.6	

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

④ 섬유질류

㉠ 고간류

㉠ 고간류 농산·가공부산물의 일반성분 분석결과는 표 4-29 에 제시하였음.

- 옥수수 부산물(대)의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 9.6, 8.0 및 1.7%로 나타났으며 한국표준사료성분표(2012)의 CP, ASH 및 EE함량이 각각 5.7, 13.5 및 1.2%로 ASH를 제외하고는 공히 낮은 것으로 나타났음. 또한, 섬유질 분획인 CF, NDF 및 ADF 함량은 각각 28.0, 61.8 및 30.4% 한국표준사료성분표(2012)의 CF, NDF 및 ADF함량이 각각 43.2, 65.5 및 42.3% 본 연구의 결과보다는 공히 높은 것으로 나타났음.

- 들깨 부산물의 CP, ASH 및 EE함량이 각각 12.9, 6.6 및 6.1%으로 콩 부산물(줄기)와 비슷한 수준을 나타내었음. 또한 NDF 및 ADF함량은 각각 34.4, 55.7 및 40.7%로 옥수수 부산물(대)보다는 적은 것으로 나타났음.

- 토마토 부산물(줄기)의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 11.7, 12.1 및 1.1%이며, 김(2015)이 제시한 CP, ASH 및 EE함량은 각각 18.9, 15.74 및 2.65%로 모든 항목에서 공히 낮았음. 또한 섬유질 분획은 CF, NDF 및 ADF함량은 각각 34.1, 47.2 및 37.5%로 김(2015)가 제시한 것 보다 공히 높은 수준이었음. 특히 토마토 부산물(줄기)는 1~2일 예전을 하여 사일리지로 처리하였을 경우 양질의 풀사료 대체자원으로 사용이 가능할 것으로 생각됨.

- 콩 부산물(줄기)의 CP, ASH 및 EE함량이 각각 9.8, 7.5 및 1.0%로 한국표준사료 성분표(2012)의 땅콩줄기의 CP, ASH 및 EE함량이 각각 10.7, 9.9 및 1.5로 비슷한 경향을 나타냈음. 또한 콩 부산물(줄기)의 섬유질 분획이 CF, NDF 및 ADF함량이 각각 39.2, 63.6 및 44.2%로 다른 고간류의 농산·가공부산물보다 높은 것으로 나타났음.

㉡ 고간류 농산·가공부산물은 섬유질의 함량이 높아 반추가축의 풀사료 대체자원으로 활용이 가능할 것으로 생각됨.

표 4-29. 고간류 농산·가공부산물의 일반성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF	ADL
	%	----- % of DM -----						
옥수수 부산물 (대)	26.0	9.6±0.3	8.0±0.2	1.7±0.0	28.0±0.1	61.8±0.2	30.4±0.1	2.7±0.2
들깨 부산물	70.3	12.9±0.0	6.6±0.3	5.1±0.0	34.3±0.5	55.7±1.0	40.7±0.8	12.4±1.1
토마토 부산물 (줄기)	15.3	11.7±0.2	12.1±0.5	1.1±0.5	34.1±1.1	47.2±0.3	37.5±0.5	6.9±0.1
콩 부산물 (줄기)	35.6	9.8±0.2	7.5±0.0	1.0±0.2	39.2±0.3	63.6±1.1	44.2±0.5	9.9±0.1

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

㉞ 기타

㉟ 기타 농산·가공부산물의 일반성분 분석결과는 표 4-30 에 제시하였음

- 옥수수 부산물(속대 및 껍질)의 경우 NDF함량이 각각 72.5 및 72.7%이고 ADF함량은 각각 31.0 및 30.4%로 섬유질 분획이 높아 반추가축의 풀사료 원료로 사용이 가능할 것으로 생각됨.

- 마늘부산물(껍질 및 줄기)중 줄기의 경우 CP, ASH 및 EE함량은 각각 11.2, 12.4 및 0.7%로 이(2012)에서 제시한 마늘줄기의 CP, ASH 및 EE함량이 각각 6.2, 16.0 및 1.4%로 CP함량은 본 연구에서 높았으며 ASH 및 EE함량은 낮은 것으로 나타났음. 섬유질 분획인 CF, NDF 및 ADF함량은 각각 10.3, 23.6 및 18.2%로 이(2012)에서 제시한 35.7, 50.2 및 49.6% 보다 공히 낮은 수치였음. 이와 같은 차이는 농산부산물의 채취하는데 있어 본 연구에서는 수분함량이 높았지만, 이(2012)에서는 많이 마른 상태의 샘플에서 기인한 것으로 생각됨.

- 커피부산물의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 14.1, 0.9 및 10.7%로 정(2014)에서 제시한 커피부산물의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 13.4, 2.0 및 13.6%로 CP함량은 본 연구에서 높지만 ASH 및 EE함량은 낮은 것으로 나타났음. 본 연구의 섬유질 분획인 CF, NDF 및 ADF함량은 각각 24.1, 66.1 및 32.6%로 정(2012)에서 제시한 NDF 및 ADF 함량은 각각 65.6 및 45.1%로 본 연구에서 보다는 높은 것으로 나타났음. 한편 ADL의 함량이 11.6%로 나타나 상대적으로 높은 수치를 나타냈음. 커피부산물의 경우 수분함량이 가공 및 이용방법에 따라서 다양하며 지방함량이 높기 때문에 관리의 주의가 필요한 것으로 생각됨. 이러한 커피부산물은 단백질함량 및 섬유질의 함량도 좋아 양질의 부산물사료자원으로 이용이 가능할 것으로 생각됨. 커피 부산물의 경우 탄닌이 포함되어 있어 사료배합 시 5%이상 사용할 경우 사료의 색이 변색 될 수 있어 3~5%로 사용하는 것이 적합할 것으로 생각됨.

- 쌀 부산물(쪽정이)의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 10.1, 10.2 및 0.0%로 한국표준사료성분표(2012)의 함량이 각각 6.0, 3.9 및 2.4%임을 고려하면 CP 및 ASH함량은 높았으며 EE함량은 낮은 것으로 나타났음. CF함량은 본 연구와 한국표준사료성분표(2012)에서 각각 14.0 및 20.5%로 본 연구에서 낮게 나타났음.

- 파 부산물의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 3.8, 14.1 및 1.3%로 CP 및 EE함량은 옥수수 부산물(껍질)과 비슷하였으며 ASH함량은 다른 기타 농산·가공부산물보다 높은 것으로 나타났음. 파 부산물을 사료배합에 사용 시 사료섭취량을 감소 시킬 수 있을 것으로 생각되어 사료 배합시 주의가 요구됨.

- 양파 부산물의 CP, ASH 및 EE함량은 각각 5.1, 7.8 및 1.1%로 한국표준사료성분표(2012)에서는 CP, ASH 및 EE함량이 각각 19.1, 11.3 및 5.0%임을 보면 본 연구의 결과가 공히 낮았음. 또한 CF함량은 본연구와 한국표준사료성분표(2012)에서 각각 27.6 및 15.2%임을 보면 본 연구에서 더 높은 것으로 나타났음. 이는 본 연구에서 사용한

양과 부산물은 껍질을 사용하여 섬유질의 함량이 높아진 결과 때문인 것으로 생각됨. 양과 부산물을 사료배합에 사용 시 사료섭취량을 감소 시킬 수 있을 것으로 생각되어 사료 배합시 주의가 요구됨.

㉔ 기타 농산·가공부산물 중 커피 부산물의 경우 지방 함량이 높고 섬유질 함량도 풍부하여 반추가축의 사료원료로 사용이 가능한 것으로 생각됨.

표 4-30. 기타 농산·가공부산물의 일반성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF	ADL
	----- % of DM -----							
	----- % -----							
옥수수 부산물	26.0	6.4±0.1	3.9±0.1	1.4±0.0	24.0±0.4	72.5±1.3	31.0±0.2	7.4±0.7
(속대) 옥수수 부산물	25.5	4.3±0.3	3.6±0.1	1.0±0.0	28.0±0.2	72.7±1.2	30.4±0.2	1.9±0.1
(껍질) 마늘 부산물	6.6	12.5±0.2	12.3±0.2	1.7±0.1	23.8±0.3	46.0±1.2	33.3±1.4	10.9±0.2
(껍질) 마늘 부산물	18.0	11.2±0.1	12.4±0.2	0.7±0.0	10.3±0.3	23.6±2.5	18.2±1.7	1.5±0.1
(줄기) 커피 부산물	35.5	14.1±0.0	0.9±0.0	10.7±0.3	24.1±0.9	66.1±6.3	32.6±3.0	11.6±0.6
쌀 부산물	87.2	10.1±0.1	10.2±0.1	0.0±0.0	14.0±0.8	54.1±0.7	25.8±0.5	3.3±3.7
(쪽정) 과 부산물	12.1	3.8±0.2	14.1±1.2	1.3±0.2	18.6±0.2	32.4±0.5	25.8±0.5	3.0±0.3
양과 부산물	16.0	5.1±0.0	7.8±0.1	1.1±0.1	27.6±0.3	40.8±0.1	32.3±0.0	2.8±0.8

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber; ADL : Acid Detergent Lignin.

㉔ 이상에서 일반성분 분석결과 반추가축에게 적합한 부산물사료원료로는 쌀 찌레기, 미강 찌레기, 바나나 부산물, 멜론 부산물, 배추 부산물, 비지, 토마토 부산물(줄기) 및 커피 부산물이 적합한 것으로 생각됨.

○ 농산·가공부산물의 무기물질분석 결과

① 곡류

㉔ 곡류 농산·가공부산물물의 무기물질분석 결과는 표 4-31에 제시하였음.

㉕ 쌀 찌래기의 Ca, K 및 P의 함량이 각각 0.008, 0.176 및 0.130%이고 미강 찌래기는 각각 0.04, 0.350 및 0.315%로 나타났음. 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.01, 0.56 및 0.27%로 본 연구의 쌀 및 미강찌래기보다 Ca 및 K함량은 높고 P 함량은 쌀 찌래기보다는 높고 미강 찌래기 보다는 낮은 것으로 나타났음.

표 4-31. 곡류 농산·가공부산물물의 무기물성분

	Ca	K	P
	----- % -----		
쌀 찌래기	0.008±0.01	0.176±0.01	0.130±0.11
미강 찌래기	0.004±0.00	0.350±0.02	0.315±0.03

② 강피류

㉔ 강피류 농산·가공부산물물의 무기물질분석 결과는 표 4-32에 제시하였음.

㉕ 미강의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.099, 2.781 및 3.147%로 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 0.08, 2.07 및 2.15%보다 공히 높게 나타났음.

표 4-32. 강피류 농산·가공부산물물의 무기물성분

	Ca	K	P
	----- % -----		
미강	0.099±0.03	2.781±0.53	3.147±0.64

③ 식품가공부산물

㉔ 과실가공부산물

㉕ 과실가공부산물물의 무기물질분석 결과는 표 4-33 에 제시하였음.

- 감 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.085, 1.330 및 0.100% 으로 김(2016)에서 제시한 함량은 각각 0.01, 1.27 및 0.09%로 본 연구와 비슷한 경향을 나타냈음.

- 사과 부산물의 Ca 및 P의 함량은 각각 0.038, 0.837 및 0.070%로, 콕 등(2003)에서 제시한 Ca P함량이 각각 0.12 및 0.05%인 것을 고려하면 모두 낮게 나타났음.

- 아보카도 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.039, 2.424 및 0.218%로 키위 부산물과 비슷한 경향을 보였음.

- 오렌지 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.576, 0.845 및 0.066%로 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 Ca과 P의 함량이 각각 2.29 및 0.12%로 본 연구의 결과보다 높은 것으로 나타났음.

- 멜론 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 1.493, 5.161 및 0.793%로 과실가공부산물물의 함량 중 가장 높은 것으로 나타났음.

- 자몽 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.774, 1.097 및 0.067%로 Ca은 레몬 및 파인애플 부산물보다 높았고, K 및 P의 함량은 배 부산물과 비슷한 경향을 보였

음.

- 배 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.036, 0.053 및 1.068%나타나 P의 함량이 낮은 것으로 생각됨.
- 키위 부산물의 K의 함량이 Ca과 P의 함량보다 높은 것으로 나타났음.
- 레몬 부산물과 파인애플 부산물은 Ca, K 및 P의 함량이 두 부산물간에 비슷한 경향을 보였음.

표 4-33. 과일가공부산물의 무기물성분

	Ca	K	P
	----- % -----		
감 부산물	0.085±0.01	1.330±0.13	0.100±0.00
사과 부산물	0.038±0.01	0.837±0.14	0.070±0.01
배 부산물	0.036±0.01	1.068±0.04	0.053±0.01
아보카도 부산물	0.039±0.10	2.424±0.32	0.218±0.02
바나나 부산물	0.320±0.10	7.691±1.52	0.176±0.01
오렌지 부산물	0.576±0.12	0.845±0.15	0.066±0.02
멜론 부산물	1.493±0.21	5.161±0.57	0.793±0.09
자몽 부산물	0.774±0.09	1.097±0.14	0.067±0.01
키위 부산물	0.296±0.03	2.360±0.16	0.149±0.03
레몬 부산물	0.586±0.04	1.947±0.15	0.223±0.03
파인애플 부산물	0.553±0.12	1.810±0.31	0.228±0.04

㉔ 채소가공부산물

㉔ 채소가공부산물의 무기물질분석 결과는 표 4-34 에 제시하였음.

- 수박 부산물의 K함량은 10.620%로 본 연구에서 분석된 K함량중 가장 높은 수치였음.
- 토마토 부산물(폐알곡)의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.289, 3.051 및 0.361%로 Ca은 감자 부산물보다 P은 고구마 부산물보다 높았지만 다른 채소가공부산물에 비해서 낮게 나타났음.
- 참외부산물은 Ca, K 및 P의 함량이 각각 1.504, 2.862 및 1.170%로 나타나 채소가공부산물 중에서 Ca, K 및 P의 함량의 균형이 좋은 것으로 판단됨.
- 감자 부산물의 경우 Ca의 함량이 채소가공부산물 중에서 가장 낮았지만 K의 함량은 3.600%로 높은 수준을 나타내었음.
- 고구마 부산물의 경우 Ca의 함량이 채소가공부산물 중에서 가장 낮았지만 참외 부산물과 비슷한 수준의 K함량을 나타내었음.
- 배추 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 1.042, 2.728 및 0.2443%로 P의 함량이 상대적으로 낮은 것으로 판단됨.

㉔ 채소가공부산물의 경우 상대적으로 K의 함량이 높은 것으로 생각됨.

표 4-34. 채소가공부산물물의 무기물성분

	Ca	K	P
	----- % -----		
수박 부산물	0.508±0.06	10.620±0.35	0.881±0.04
토마토 부산물(폐알곡)	0.289±0.09	3.051±0.59	0.361±0.02
참외 부산물	1.504±0.40	2.862±0.10	1.170±0.24
감자 부산물	0.183±0.03	3.600±0.51	0.269±0.06
고구마 부산물	0.424±0.09	2.569±0.46	0.189±0.03
배추 부산물	1.042±0.11	2.728±0.22	0.243±0.01

㉔ 콩류 가공부산물

㉑ 콩류 가공부산물물의 무기물질분석 결과는 표 4-35 에 제시하였음.

- 비지의 경우 Ca, K 및 P의 함량이 각각 0.316, 0.863 및 0.197%로 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 Ca, K 및 P의 함량이 각각 0.38, 2.02 및 0.52%로 본 연구의 결과가 공히 낮은 것으로 나타났음.

표 4-35. 콩류가공부산물물의 무기물성분

	Ca	K	P
	----- % -----		
비지	0.316±0.03	0.863±0.07	0.197±0.01

④ 섬유질류

㉕ 고간류

㉑ 고간류 농산·가공부산물물의 무기물질분석 결과는 표 4-36 에 제시하였음.

- 옥수수 부산물(대)의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.440, 1.856 및 0.293%로 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 Ca, K 및 P의 함량이 0.31, 2.62 및 0.12%과 비교하여 Ca 및 P함량은 높고 K의 함량은 낮은 것으로 나타났음.

- 들깨 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.562, 2.727 및 0.267%로 상대적으로 K 함량이 높은 것으로 나타났음.

- 토마토 부산물(줄기)의 경우 Ca, K 및 P의 함량이 각각 1.367, 4.455 및 0.234%로 고간류 농산·가공부산물중에서 Ca 및 K함량이 가장 높으며 P의 함량도 옥수수 부산물(대)와 들깨 부산물과 비슷한 수준을 나타내었음.

- 콩 부산물(줄기)의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 1.000, 2.441 및 0.127%이며 한국표준사료성분표(2012)에서 땅콩줄기의 Ca, K 및 P의 함량이 각 0.68, 3.84 및 0.62%으로 K 및 P의 함량은 낮으며 Ca함량은 높은 것으로 나타났음.

표 4-36. 고간류 농산·가공부산물의 무기물성분

	Ca	K	P
	----- % -----		
옥수수 부산물(대)	0.440±0.09	1.856±0.35	0.293±0.05
들깨 부산물	0.562±0.15	2.727±0.60	0.267±0.06
토마토 부산물(줄기)	1.367±0.13	4.455±0.70	0.234±0.04
콩 부산물(줄기)	1.000±0.10	2.441±0.19	0.127±0.01

㉞ 기타

㉟ 기타 농산·가공부산물의 무기물질분석 결과는 표 4-37 에 제시하였음.

- 옥수수 부산물(속대 및 껍질) 속대의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.035, 1.077 및 0.315%로 Ca의 함량이 낮았으며 껍질의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.204, 0.794 및 0.188%로 속대보다 Ca은 높은 것으로 나타났음.
- 마늘부산물(껍질 및 줄기)껍질의 Ca, K 및 P의 함량은 0.752, 1.414 및 0.355%이고 줄기의 Ca, K 및 P의 함량은은 각각 1.534, 2.601 및 0.495%로 줄기에서 모든 항목 이 공히 높게 나타났음.
- 커피부산물의 Ca, K 및 P의 함량은 0.117, 0.482 및 0.100%로 기타 농산·가공부 산물 중에서 낮은 함량을 보임.
- 쌀 부산물(쪽정이)의 Ca, K 및 P의 함량은 각각 0.115, 0.727 및 0.482%로 Ca은 커피 부산물과 K은 옥수수 부산물(껍질)과 P은 양파 또는 마늘 부산물(줄기)와 비슷하 였음.
- 파 부산물은 P의 함량이 상대적으로 낮은 수치를 나타냄.
- 양파 부산물의 Ca, K 및 P의 함량은은 1.631, 2.601 및 0.495%로 마늘 부산물(줄 기)와 마찬가지로 높은 무기물 함량을 나타냄.

표 4-37. 기타 농산·가공부산물의 무기성분

	Ca	K	P
	----- % -----		
옥수수 부산물(속대)	0.035±0.01	1.077±0.11	0.315±0.05
옥수수 부산물(껍질)	0.204±0.02	0.794±0.07	0.188±0.02
마늘 부산물(껍질)	0.752±0.06	1.414±0.14	0.355±0.02
마늘 부산물(줄기)	1.534±0.14	2.601±0.17	0.495±0.05
커피 부산물	0.117±0.00	0.482±0.04	0.100±0.02
쌀 부산물(쪽정이)	0.115±0.02	0.727±0.10	0.482±0.09
파 부산물	0.765±0.09	0.983±0.05	0.067±0.02
양파 부산물	1.631±0.19	2.601±0.17	0.495±0.05

○ 농산·가공부산물의 CNCPS프로그램 구동하기 위한 사료성분분석.

① 곡류

㉞ 곡류 농산·가공부산물의 CNCPS분석 결과는 표 4-38 에 제시하였음.



㉠ 쌀 찌레기 및 미강찌레기의 Soluble Protein함량은 각각 69.3 및 23.2%로 쌀 찌레기가 높게 나타났음. 한편 옥수수의 Soluble Protein함량은 11~12%(한국가축사양표준-젓소, 2012)로 쌀 찌레기와 미강 찌레기보다 낮은 것으로 보였음. 또한 NPN함량은 한국가축사양표준-젓소(2012)에서 제시한 73.0%보다 본 연구의 쌀 찌레기 및 미강 찌레기가 공히 낮은 것으로 보였음. 한국가축사양표준-젓소(2012)에서 제시한 옥수수 NDICP 및 ADICP함량은 각각 15.0 및 4.0~5.0%로 쌀 찌레기 및 미강 찌레기보다 공히 낮게 나타나 옥수수의 단백질이용율이 쌀 찌레기 및 미강 찌레기보다 높을 것으로 생각됨. Starch 함량은 옥수수가 97.5~98.5%(한국가축사양표준-젓소, 2012)로 쌀 찌레기 및 미강 찌레기보다 높은 것으로 나타났음. 이와 같은 결과는 옥수수보다 쌀 찌레기 및 미강 찌레기가 반추위에서 소화되는 속도가 느리며 그에 따른 반추위 내의 급격한 pH변동이 없을 것으로 생각됨.

표 4-38. 곡류 농산·가공부산물의 CNCPS분석 결과

	CP	Soluble Protein	NPN	NDICP	ADICP	Starch
	% of DM	% of CP	% of Soluble Protein	% of CP	% of CP	% of NSC
쌀 찌레기	6.7±0.0	69.3±1.9	0.5±1.3	40.1±5.9	20.1±3.3	67.6±4.4
미강 찌레기	7.8±0.1	23.2±2.8	13.6±1.1	38.7±7.3	22.4±0.7	69.0±0.3

\*CP : Crude Protein; NPN : Non Protein Nitrates; NDICP : Neutral Detergent Insoluble Crude Protein; ADICP : Acid Detergent Insoluble Crude Protein.

② 강피류

㉡ 강피류 농산·가공부산물의 CNCPS분석 결과는 표 4-39 에 제시하였음.

㉠ 미강의 Soluble Protein 및 NPN함량이 각각 56.4 및 11.4%로 한국가축사양표준-젓소(2012)에서 제시한 함량이 각각 40 및 80%로 Soluble Protein은 본 연구에서 높게 나타났으며 NPN은 본 연구에서 낮게 나타났음. 또한 NDICP 및 ADICP함량은 각각 38.3 및 5.5%였는데, 한국가축사양표준-젓소(2012)에서 제시한 NDICP 및 ADICP함량은 각각 15.5~47.0% 및 2.0~3.1%로 나타나 범위가 다양한 것으로 생각됨. Starch 함량은 본 연구에서 16.2%로 한국가축사양표준-젓소(2012)보다는 낮은 수치였음.

표 4-39. 강피류 농산·가공부산물의 CNCPS분석 결과

	CP	Soluble Protein	NPN	NDICP	ADICP	Starch
	% of DM	% of CP	% of Soluble Protein	% of CP	% of CP	% of NSC
미강	14.3±0.0	56.4±8.8	11.4±0.4	38.3±4.7	5.5±2.3	16.2±1.0

\*CP : Crude Protein; NPN : Non Protein Nitrates; NDICP : Neutral Detergent Insoluble Crude Protein; ADICP : Acid Detergent Insoluble Crude Protein.

③ 식품가공부산물

㉔ 과실가공부산물

㉕ 과실가공부산물의 CNCPS분석 결과는 표 4-40 에 제시하였음.

- 감 부산물 및 키위 부산물은 NDICP 및 ADICP함량이 높아 사료가치가 낮은 것으로 판단됨.
- 사과 부산물은 Soluble Protein 및 NPN함량은 각각 25.8% 및 25.4%였는데, 한국가축사양표준-젖소(2012)에서 제시한 함량은 각각 11.0 및 100.0%로 Soluble Protein 함량은 본 연구에서 높았지만 NPN함량은 매우 낮은 것으로 생각됨. NDICP 및 ADCIP 함량에서는 본 연구의 결과가 각각 52.8 및 56.6%로 나타났는데, 한국가축사양표준-젖소(2012)에서 제시한 것 보다는 공히 높은 결과였음. 또한 ADICP함량이 높은 것도 비슷한 경향을 보였음.
- 아보카도 부산물은 Soluble Protein, NPN, NDICP 및 ADICP 함량이 각각 40.8, 26.7, 80.9 및 39.3%로 감 부산물보다 단백질 이용율이 효율적인 것으로 생각됨.
- 바나나 부산물은 Soluble Protein, NPN, NDICP 및 ADICP 함량이 각각 25.2, 21.4, 66.4 및 35.8%로 준수한 사료성분을 나타낸 것으로 생각됨.
- 멜론 부산물은 바나나 부산물 보다 Soluble Protein 및 NPN 함량이 높고 NDICP 및 ADICP함량은 낮아 보다 양질의 사료자원으로 생각됨.
- 파인애플 부산물은 Soluble Protein 및 NPN함량이 각각 77.0 및 59.7%로 용해되는 단백질이 높지만, NDICP 및 ADICP함량도 높아 다량으로 이용하기 어려울 것으로 사료됨.

표 4-40. 과실가공부산물의 CNCPS분석 결과

	CP	Soluble Protein	NPN	NDICP	ADICP	Starch
	% of DM	% of CP	% of Soluble Protein	% of CP	% of CP	% of NSC
감 부산물	5.0±0.0	11.3±2.6	10.7±1.0	80.3±2.0	71.2± 7.5	28.5±1.2
사과 부산물	2.9±0.0	25.8±2.7	25.4±0.2	52.8±7.7	56.6±7.4	18.1±4.0
배 부산물	3.9±0.2	64.5±0.1	41.4±2.8	48.0±0.4	45.7±10.8	20.5±0.5
아보카도 부산물	7.5±0.0	40.8±12.7	26.7±1.6	80.9±7.6	39.3±1.2	69.8±4.7
바나나 부산물	7.6±0.1	25.2±4.8	21.4±0.9	66.4±3.1	35.8±0.2	100
오렌지 부산물	6.4±0.0	63.1±3.9	56.6±0.4	13.7±7.5	17.0±2.7	15.4±0.2
멜론 부산물	12.5±0.2	43.4±0.1	37.3±1.1	40.8±0.3	34.5±4.0	100
자몽 부산물	5.6±0.1	67.6±1.4	58.3±1.2	33.7±2.5	43.8±2.4	11.5±0.3
키위 부산물	5.0±0.1	24.7±0.6	18.6±2.4	92.5±17.8	79.1±17.4	23.0±0.5
레몬 부산물	8.9±0.1	77.7±0.3	73.1±0.3	24.2±1.3	29.1±6.5	70.2±2.4
파인애플 부산물	5.2±0.0	77.0±2.0	59.7±2.5	55.0±2.3	52.4±3.9	29.5±1.6

\*CP : Crude Protein; NPN : Non Protein Nitrates; NDICP : Neutral Detergent Insoluble Crude Protein; ADICP : Acid Detergent Insoluble Crude Protein.

㉔ 채소가공부산물

㉑ 채소가공부산물의 CNCPS분석 결과는 표 4-41에 제시하였음.

- 수박 부산물은 Soluble Protein 및 NPN함량이 각각 43.1% 및 66.7%로 나타났으며, NDICP함량은 99.8% 및 ADICP함량은 24.3%로 용해되어 체내에서 사용될 수 있는 단백질 함량이 매우 높은 것으로 생각됨. 전분함량은 100.0% 이기 때문에 다량급여는 주의가 필요할 것으로 생각됨.

- 토마토 부산물(폐알곡)은 Soluble Protein 및 NPN함량이 각각 57.9 및 46.5%로 급격히 용해되는 단백질 함량이 적은 것으로 생각되며 NDICP 및 ADCIP 함량이 53.5% 및 16.2%로 이용할 수 있는 단백질 함량은 수박 부산물 보다 높은 것으로 생각됨.

- 배추 부산물의 Soluble Protein 및 NPN함량이 각각 27.7 및 84.3%로 단백질의 이용율이 높은 것으로 생각됨. 또한 NDICP 및 ADICP함량이 각각 59.7% 및 14.8%로 나타나 토마토 부산물(폐알곡)보다 사료성분이 더 좋은 것으로 생각됨.

표 4-41. 채소가공부산물의 CNCPS성분

	CP	Soluble Protein	NPN	NDICP	ADICP	Starch
	% of DM	% of CP	% of Soluble Protein	% of CP	% of CP	% of NSC
수박 부산물	9.3±0.3	43.1±2.2	66.7±8.8	99.8±2.4	24.3±0.0	100.0
토마토 부산물(폐알곡)	15.4±0.0	57.9±3.9	46.5±2.2	53.5±6.8	16.2±1.3	77.0±8.9
참외 부산물	13.8±0.1	55.9±0.8	46.4±0.5	25.4±0.1	27.6±1.9	55.6±1.8
감자 부산물	18.6±0.0	52.6±1.1	43.8±0.1	26.7±7.7	14.3±1.3	68.6±1.9
고구마 부산물	4.6±0.0	48.3±8.6	14.7±0.5	13.5±0.7	63.5±16.2	100
배추 부산물	12.6±0.8	27.7±0.6	84.3±2.4	59.7±1.4	14.8±0.6	100

\*CP : Crude Protein; NPN : Non Protein Nitrates; NDICP : Neutral Detergent Insoluble Crude Protein; ADICP : Acid Detergent Insoluble Crude Protein.

㉕ 콩류가공부산물

㉑ 콩류가공부산물의 CNCPS분석 결과는 표 4-42 에 제시하였음.

- 비지는 Soluble Protein, NPN, NDICP 및 ADICP함량이 각각 32.3, 38.9, 36.8 및 13.6%로 단백질의 이용율이 낮은 것으로 생각됨. 이는 비지를 생산하는 중 발생하는 열과 같은 요인에 의한 것으로 생각됨. 또한, Starch함량이 100.0%로 사용에 주의가 필요한 것으로 생각됨.

표 4-42. 콩류가공부산물의 CNCPS분석 결과

	CP	Soluble Protein	NPN	NDICP	ADICP	Starch
	% of DM	% of CP	% of Soluble Protein	% of CP	% of CP	% of NSC
비지	16.4±0.2	32.3±2.7	38.9±6.4	36.8±2.7	13.6±1.1	100.0

\*CP : Crude Protein; NPN : Non Protein Nitrates; NDICP : Neutral Detergent Insoluble Crude Protein; ADICP : Acid Detergent Insoluble Crude Protein.

④ 섬유질류

㉓ 고간류

㉑ 고간류가공부산물의 CNCPS분석 결과는 2-43 에 제시하였음.

- 옥수수 부산물(대)의 경우 Soluble Protein, NPN함량이 각각 28.6 및 25.9%로 한국 가축사양표준-젖소(2012)에서 보다 Soluble Protein함량은 높고, NPN함량은 낮은 것으로 나타났음. 또한 NDICP 및 ADICP함량이 각각 39.7 및 15.8%로 한국가축사양표준-젖소(2012)에서 보다 높아 단백질이용이 좋지 않을 것으로 생각됨.

- 토마토 부산물(줄기)는 Soluble Protein 및 NPN함량이 각각 55.5 및 47.2%로 나타나 국내에서 많이 이용되고 있는 폴사료인 톨페스큐 건초의 함량이 각각 25.9 및 25.4%로 Soluble Protein 및 NPN함량이 본 연구에서 높은 것으로 나타났음. 한편 NDICP 함량이 ADICP함량은 토마토 부산물(줄기)이 각각 37.2 및 10.3%이고 톨페스큐 건초는 각각 34.2 및 8.9%로 본 연구와 비슷한 경향을 나타내었음. 이는 토마토 부산물(줄기)가 현재 쓰이고 있는 건초를 대체할 수 있는 섬유질 사료원료로 생각됨.

표 4-43. 고간류 농산·가공부산물의 CNCPS분석 결과

	CP	Soluble Protein	NPN	NDICP	ADICP	Starch
	% of DM	% of CP	% of Soluble Protein	% of CP	% of CP	% of NSC
옥수수 부산물(대)	9.6±0.3	28.6±2.2	25.9±0.3	39.7±7.9	15.8±2.1	68.3±3.4
들깨 부산물	12.9±0.0	18.5±5.3	8.1±0.5	20.5±1.9	15.7±1.7	20.9±0.9
토마토 부산물(줄기)	11.7±0.2	55.5±5.8	47.2±1.0	37.2±1.9	10.3±0.9	59.0±1.0
콩 부산물(줄기)	9.8±0.2	68.7±2.3	22.7±1.5	27.8±11.0	13.2±1.6	47.3±1.0

\*CP : Crude Protein; NPN : Non Protein Nitrates; NDICP : Neutral Detergent Insoluble Crude Protein; ADICP : Acid Detergent Insoluble Crude Protein.

㉔ 기타

㉑ 기타가공부산물의 CNCPS분석 결과는 표 4-44 에 제시하였음.

- 옥수수 부산물(속대 및 껍질)은 속대의 Soluble Protein함량이 껍질보다 높으며 ADICP함량이 낮아 속대가 껍질보다는 사료성분이 좋은 것으로 판단됨.

- 커피 부산물의 Soluble Protein과 NPN함량이 각각 47.0 및 28.8%이고 NDICP 및

ADICP함량이 각각 68.9 및 34.8%로 나타났음. Solible Protein, NPN 및 NDICP함량이 기타 농산·가공부산물 중에서는 높은 편으로 생각됨. 그러나 ADICP함량이 높아 이용하지 못하는 단백질이 많을 것으로 생각됨.

- 쌀 부산물(쪽정이)은 Soluble Protein 및 NPN함량이 각각 35.1 및 6.6%로 즉각적으로 이용할 수 있는 단백질함량은 적은 것으로 생각됨. 그러나 NDICP 및 ADICP함량은 각각 89.6 및 11.0%로 가축이 이용할 수 있는 단백질은 높은 것으로 생각됨.

- 양과 부산물은 NDICP 및 ADICP함량이 각각 51.4 및 40.0%로 가용할 수 있는 단백질 함량이 적은 것으로 생각됨.

표 4-44. 기타 농산·가공부산물의 CNCPS분석 결과

	CP	Soluble Protein	NPN	NDICP	ADICP	Starch
	% of DM	% of CP	% of Soluble Protein	% of CP	% of CP	% of NSC
옥수수 부산물(속대)	6.4±0.1	50.2±8.5	23.3±2.8	48.3±5.8	16.0±2.7	80.3±0.2
옥수수 부산물(껍질)	4.3±0.3	31.7±3.7	32.4±4.4	62.1±2.0	24.4±1.2	73.1±0.9
마늘 부산물(껍질)	12.5±0.2	69.4±2.9	56.5±0.5	10.6±6.3	24.8±6.6	16.4±1.1
마늘 부산물(줄기)	11.2±0.1	58.8±1.6	49.4±1.4	48.3±2.6	22.4±1.2	37.0±1.2
커피 부산물	14.1±0.0	47.0±9.2	28.8±6.2	68.9±5.1	34.8±0.3	83.6±3.5
쌀 부산물(쪽정이)	10.1±0.1	35.1±7.1	6.6±0.9	89.6±0.9	11.0±4.0	12.3±1.8
과 부산물	3.8±0.2	- <sup>1)</sup>	- <sup>1)</sup>	89.3±4.3	43.9±5.5	43.8±1.6
양과 부산물	5.1±0.0	49.4±1.1	39.1±0.7	51.4±2.4	40.0±1.0	29.9±2.0

<sup>1)</sup> - : 검출되지 않음

\*CP : Crude Protein; NPN : Non Protein Nitrates; NDICP : Neutral Detergent Insoluble Crude Protein; ADICP : Acid Detergent Insoluble Crude Protein.

○ 아미노산 조성

- ① 앞서 분석하여 제시한 농산·가공부산물 33가지 중에서 사료성분이 우수하다고 판단된 10점을 추가적으로 아미노산 조성을 확인하였음.
- ② 10종은 쌀 싸래기, 미강 싸래기, 미강, 감 부산물, 아보카도 부산물, 바나나 부산물, 오렌지 부산물, 토마토 부산물(줄기), 배추부산물 및 커피 부산물임.
- ③ 커피 부산물은 Leu의 함량이 선발된 농산·가공부산물 중에서 가장 높은 것으로 나타났음.
- ④ 쌀 싸래기는 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 아미노산 조성을 보면 Met와 Arg를 제외한 나머지 항목이 본 연구에서 낮은 것으로 나타났음.
- ⑤ 쌀 싸래기 및 미강 싸래기의 아미노산 조성을 비교해보면 미강 싸래기가 쌀 싸래기보다 모든 아미노산 함량이 높은 것으로 나타났음. 또한 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 옥수수의 아미노산 조성과의 비교하면 옥수수의 Met 및 Leu함량이 각각 0.67 및 0.85%로 쌀 싸래기와 미강 싸래기가 공히 낮았음. 한편 Arg함량 옥수수가

0.34%로 쌀 찌라기 및 미강 찌라기에서 공히 높은 것으로 나타났음.

㉠ 일반적으로 제 1제한아미노산은 Lys와 Met인데, 선발된 농산·가공부산물 중에서 Lys은 토마토 부산물(줄기)와 배추부산물에서 가장 높게 나타났으며 Met는 미강과 미강 찌라기 및 쌀 찌라기에서 높은 것으로 나타났음.

㉡ Arg은 일반적으로 필수아미노산 중에서 사료로 공급하기 어려운 아미노산으로, 본 연구에서 선발된 농산·가공부산물 중 Arg이 높은 순서대로 나열하면 미강, 배추 부산물 및 토마토 부산물로 나타나 사료원료로 사용 시 좋은 것으로 생각됨.

③ 선발된 10종의 농산·가공부산물 중 미강, 토마토 부산물(줄기) 및 배추 부산물의 조성이 가장 좋은 것으로 판단됨.

표 4-45. 선발된 농산·가공부산물 10종의 아미노산 조성

	쌀 찌라기	미강 찌라기	미강	감 부산물	아보카도 부산물	바나나 부산물	오렌지 부산물	토마토 부산물 (줄기)	배추 부산물	커피 부산물
	----- % -----									
Met	0.16	0.17	0.17	0.05	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.10
Lys	0.21	0.25	0.36	0.02	0.33	0.15	0.27	0.51	0.51	0.13
Arg	0.45	0.53	0.74	0.03	0.22	0.16	0.33	0.51	0.63	0.36
Thr	0.20	0.24	0.50	0.20	0.24	0.20	0.17	0.38	0.50	0.24
Leu	0.47	0.49	0.80	0.23	0.36	0.29	0.26	0.66	0.77	0.85
Ile	0.22	0.23	0.40	0.17	0.20	0.17	0.16	0.38	0.41	0.35
Val	0.31	0.34	0.69	0.18	0.30	0.26	0.23	0.53	0.58	0.55
His	0.13	0.15	0.28	0.04	0.14	0.10	0.11	0.18	0.24	0.16
Phe	0.29	0.30	0.52	0.20	0.21	0.22	0.22	0.47	0.49	0.52
Trp	0.06	0.07	0.11	0.05	0.09	0.05	0.04	0.12	0.15	0.12
Cys	0.15	0.17	0.27	0.06	0.06	0.08	0.05	0.15	0.09	0.06
Asp	0.54	0.59	1.16	0.42	0.63	0.42	0.67	0.96	0.96	0.75
Ser	0.27	0.3	0.53	0.16	0.32	0.22	0.19	0.46	0.47	0.18
Glu	0.98	1.01	1.45	0.38	0.69	0.66	0.41	1.41	1.21	1.89
Pro	0.29	0.31	0.62	0.24	0.37	0.24	0.58	0.51	0.57	0.57
Gly	0.27	0.32	0.68	0.23	0.28	0.26	0.23	0.51	0.59	0.59
Ala	0.34	0.39	0.80	0.23	0.39	0.27	0.26	0.52	0.60	0.48
Tyr	0.20	0.23	0.21	0.06	0.05	0.09	0.10	0.21	0.15	0.20

\* Met : 메티오닌, Methionine; Lys : 라이신, Lysine; Arg : 아르기닌, Arginine; Thr : 트레오닌, Threonine; Leu : 루신, Leucine; Ile : 아이소류신, Isoleucine; Val : 발린, Valine; His : 히스티딘, Histidine; Phe : 페닐알라닌, Phenylalanine; Trp : 트립토판, Tryptophan; Cys : 시스테인, Cysteine; Asp : 아스파르트산, Aspartic acid; Ser : 세린, Serine; Glu : 글루탐산, Glutamic acid; Pro : 프롤린, Proline; Gly : 글라이신, Glycine; Ala : 알라닌, Alanine; Tyr : 타이로신, Tyrosine.



있기 때문에 정미소와 PCR에서 쉽게 공급이 가능할 것으로 생각됨. 그러나 미강의 경우 지방성분이 많이 함유되어 있어 변패가 심하기 때문에 장기적인 저장에 문제가 있음.

② 토마토 부산물(줄기)은 토마토는 일반적으로 전작과 후작으로 나누어 재배가 되어 있는데, 토마토의 수확이 끝나면 토마토 줄기를 베어 비닐하우스나 노지에 쌓아두거나 태워버리기 때문에 어느 한 지점(ex. 사료공장 등)으로 줄기를 모은다면 충분히 사료화가 가능할 것으로 생각됨.

③ 콩 부산물은 줄기의 경우 콩을 수확하고 노지에서 수집하면 충분히 사료화 할 가능성이 있음. 비지의 경우 민간에서 소비가 되고 있으며 가공공장에서 생산된 것을 수집하면 이용은 가능하다고 생각됨. 그러나 변패가 될 수 있어 장기보관은 어려울 것으로 생각됨.

④ 양파 부산물은 일반적으로 공판장과 같은 유통단계에서 생산이 많기 때문에 수집이 용이할 것으로 생각됨.

⑤ 배추 부산물은 배추를 수확 시 노지에서 버려지는 상품성이 떨어지는 배추를 수거하거나 유통단계에서 공판장 또는 식품가공회사에서 발생되는 폐기되는 부분을 사용할 시 사료가 가능 할 것으로 생각됨.

⑥ 옥수수 부산물(대)의 경우 옥수수 수확인 끝난 다음에 노지에서 수집을 하면 되기 때문에 사료로써의 이용가능성은 충분한 것으로 생각됨.

⑦ 파 부산물의 경우 수확을 한 이후 민간에서 소비가 되고 부산물이 생산되기 때문에 수거가 용이하지 못함.

⑧ 커피 부산물은 전국의 커피를 이용하는 상점(카페)또는 가공업체와의 협업을 통해서 커피 부산물을 수거하면 사료화가 가능할 것으로 생각됨.

○ 따라서 실제 이용이 가능하다고 판단되는 농산·가공부산물은 쌀 부산물(쌀 찌레기 및 미강 찌레기), 토마토 부산물(줄기), 배추부산물, 옥수수 부산물(대) 및 커피부산물이 가능할 것으로 판단하였음.

(다) 최종으로 한국형 신 부산물은 쌀 찌레기, 미강 찌레기, 배추 부산물, 토마토 부산물(줄기) 및 커피 부산물로 선정하였음.

## 라. 정밀사양시스템에 적용 가능한 라이브러리 구축

(1) 농산·가공부산물의 지역별·시기별 가용 부산물 및 사료성분 데이터베이스 구축

(가) 본 연구를 통해서 만들어진 데이터베이스는 그림 4-10. 에 제시하였음.

○ 자료를 입력한 순서는 다음과 같음.

① 지역을 중부지역, 남부지역, 제주도 및 수입되는 것으로 구분하여서 항목을 분류하였음. 그리고 각 지역에서 생산되는 농산물의 수량 및 농산·가공부산물 수량을 삽입



하였음.

- ② 각 농산물이 생산되는 시기를 삽입하였음.
- ③ 사료성분을 고려하여 사료의 종류(섬유질류, 식물성에너지류, 고간류)를 분류하였음.
- ④ 마지막으로 사료성분 분석결과를 입력하였음.

그림 4-10. 농산·가공부산물의 지역별 및 시기별 가용 부산물 및 사료성분 데이터베이스

(2) 선정된 국내산 농산·가공부산물의 사양실험

(가) 최종적으로 선정된 부산물은 사료성분을 통해서 산출되었기 때문에 실제 가축에게 급여실험을 통해 사료가치를 판단할 필요가 있을 것으로 생각됨. 그러므로 선택된 5종(쌀 찌라기, 미강 찌라기, 배추 부산물, 토마토 부산물(줄기) 및 커피 부산물)을 실제 급여실험을 수행하고자함.

(나) 사양실험을 수행할 농산·가공부산물로는 지역별로 편중되지 않고 생산량이 가장 많아 공급이 용이하고 사료성분도 좋은 쌀 찌라기와 미강 찌라기를 선택함. 그러나 쌀 찌라기의 경우 가격이 농후사료보다 비싸 사료서 사용 시 경제성이 맞지 않는 것으로 조사됨.

(다) 따라서 농산·가공부산물의 사료가치를 판단하기 위해서 미강 찌라기를 활용하여 사양실험을 수행하였음.

○ 미강찌라기의 사료가치를 판단하기 위한 한우사양실험 수행

① 실험목적

㉠ 본 연구에서 선발된 부산물 사료자원 중 하나인 미강 찌라기를 실제 반추가축에 급여하여 사료가치를 판단하고자 하며 급여시 주의사항을 알아보하고자 함.

㉡ 따라서 미강 찌라기의 실제 사료가치를 확인 및 농후사료의 대체 가능성을 확인하기 위해서 미강 찌라기를 한우(육성우)에 농후사료에 대체 급여하여 일당 증체량을

확인하였음.

② 재료 및 방법

㉠ 실험일시

㉠ 2017년 5월 21일 ~ 8월 15일(88일)

㉡ 실험가축

㉠ 한우 수컷 육성우 10두 (평균개월령 11.2 ± 2.4, 평균체중 282.1 ± 110.4kg)

㉢ 실험장소

㉠ 강원대학교 학교목장 한우사(강원도 춘천시 신북읍 배후령길 81-10)

㉣ 실험처리

㉠ 농후사료급여량의 10%를 미강싸래기로 대체 급여(Top-dressing)하였음.

㉡ 풀사료는 목장에서 급여하는 풀사료로 급여하였음.

㉢ 급여한 풀사료는 5월 21일부터 7월 3일 까지 수수사일리지를 급여하였으며, 7월 3일부터 8월17일까지 호밀사일리지를 급여하였음.

㉤ 사료급여량

㉠ 한국사육사양표준-한우-(2012)에서 1일 증체량이 1.0kg기준을 준수하여 급여함.

㉥ 조사항목

㉠ 사료성분

- DM, CF, DP, EE, Ash, NDF 및 ADF

㉡ 개체별 체중

- 사양실험 전 및 후 각 1회 실시(총 2회)

㉢ 사료섭취량

- 10일간격으로 1회씩(24시간)의 섭취량을 9회 조사함.

- 조사 시 오전 7시에 사료조를 정리한 후 8시급여 후 오후 3시에 잔량을 조사한 후 4시에 다시 사료를 급여하였으며 다음날 오전 7시에 잔량을 조사하여 1일 사료 섭취량을 조사함.

③ 결과 및 고찰

㉠ 사양실험에 사용된 사료의 사료성분

㉠ 급여한 사료의 일반성분 결과는 표 4-46 에 제시하였음.

㉡ 에너지사료로는 목장에서 급여하는 농후사료와 처리구에 농후사료를 미강싸래기로 대체급여 하였음.

㉢ 수수사일리지는 일반적인 사일리지의 건물함량보다 높은 것으로 생각됨. 수수사일리지의 CP함량은 7.6%로 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 수치보다 낮았으며, CF, NDF 및 ADF함량은 각각 40.9, 78.8 및 45.7%로 한국표준사료성분표(2012)에서 제시한 것 보다 모두 높아 품질이 낮은 풀사료로 생각됨.

㉣ 호밀사일리지 일반적인 사일리지의 건물함량인 것으로 생각됨. 호밀사일리지의 CP함량은 12.9%로 출수기의 호밀사일리지의 CP함량이 11.3%(한국표준사료성분표, 2012) 보다 높은 것으로 나타났으며, CF함량은 출수기의 호밀사일리지보다 낮아 양

질의 풀사료로 생각됨.

표 4-46. 사양실험에 사용한 사료의 사료성분

	DM	CP	ASH	EE	CF	NDF	ADF
	%		----- % of DM -----				
에너지사료							
농후사료	89.3	16.8±0.2	7.7±0.3	2.6±0.2	9.6±0.1	44.6±2.2	15.7±0.7
미강 짜래기	85.7	7.8±0.1	0.9±0.0	2.6±0.0	0.0±0.2	29.3±0.7	1.0±0.3
풀사료							
수수 사일리지	53.4	7.6±0.0	9.8±0.4	2.0±0.1	40.9±0.2	78.8±2.0	45.7±0.5
호밀 사일리지	43.4	12.9±0.0	6.6±0.2	3.3±0.3	34.5±0.3	66.0±0.0	37.4±0.5

\*DM : Dry Matter; CP : Crude Protein; ASH : Crude Ash; EE : Ether Extract; CF : Crude Fiber; NDF : Neutral Detergent Fiber; ADF : Acid Detergent Fiber.

㉔ 개체별 건물섭취량

- ㉑ 대조구와 처리구의 개체별 건물사료섭취량은 표 4-47 에 제시하였음.
- ㉒ 대조구와 처리구의 개체별 에너지사료 섭취량은 각각 4.17 및 4.23kg 이었음.
- ㉓ 대조구와 처리구의 개체별 풀사료 섭취량은 각각 3.5 및 3.53kg이었음.

표 4-47. 실험우의 개체별 건물 및 단백질 섭취량

개월령	에너지사료 섭취량		풀사료 섭취량
	농후사료	미강짜래기	
month	----- kg of DM -----		
대조구	11.0±2.7	4.17±1.74	無
처리구	11.4±2.4	3.84±1.56	0.39±0.16

㉔ 개체별증체량

- ㉑ 대조구와 처리구의 개체별증체량은 표 4-48 에 제시하였음.
- ㉒ 대조구의 경우 개시체중이 평균 281.5kg에서 종결체중이 368.3kg으로 86.8kg이 증체되었음. 일당증체량은 1.0kg로 본 연구에서 설정한 증체량과 같은 결과를 나타내었음.
- ㉓ 처리구의 경우 개시체중이 282.6kg에서 종결체중이 375.5kg으로 92.9kg이 증체되

있음. 일당증체량은 1.1kg으로 대조구보다 높은 결과를 나타내었음.

㉔ 그러나 대조구와 처리구 간의 유의적인 차이는 나타나지 않아( $p < 0.05$ ), 미강싸래기는 농후사료의 일정부분을 대체하여 급여하여도 증체량에서 큰 차이가 없는 것으로 판단됨.

표 4-48. 실험우의 체중변화 및 일당증체량

	개시 체중	종결 체중	일당 증체량
	----- kg -----		
대조구			
1	439.0	515.6	0.9
2	374.0	421.0	0.5
3	226.0	326.5	1.2
4	194.5	297.0	1.2
5	174.0	281.5	1.3
<b>평균</b>	<b>281.5±117.9</b>	<b>368.3±98.5</b>	<b>1.0±0.3</b>
처리구			
1	424.0	494.5	0.8
2	373.5	460.0	1.0
3	277.0	371.5	1.1
4	163.5	271.0	1.3
5	175.0	280.5	1.2
<b>평균</b>	<b>282.6±116.2</b>	<b>375.5±101.6</b>	<b>1.1±0.2</b>

\* 유의적인 차이가 없었음( $p > 0.05$ )



대조구 급여사료(농후사료)



처리구 급여사료(농후사료 + 미강 찌라기)



대조구 사료를 급여하고 있는 모습



처리구 사료를 급여하고 있는 모습

그림 4-11. 본 연구에서 사용한 실험사료인 미강찌라기를 농후사료와 함께 한우에 급여

(3) 농산·가공부산물의 사료성분을 CNCPS 정밀사양프로그램에 삽입

(가) 본 연구에서 CNCPS 정밀사양프로그램을 구동하기 위한 사료성분 결과를 충남대학교에서 구축한 축우정밀사양시스템(CNUCNM)에 사료성분데이터를 삽입하였음.

○ 사료성분데이터를 삽입하는 과정은 다음과 같음(그림 4-12).





⑤ 축우정밀사양시스템에 본 연구에서 분석한 사료정보데이터가 업로드 됨

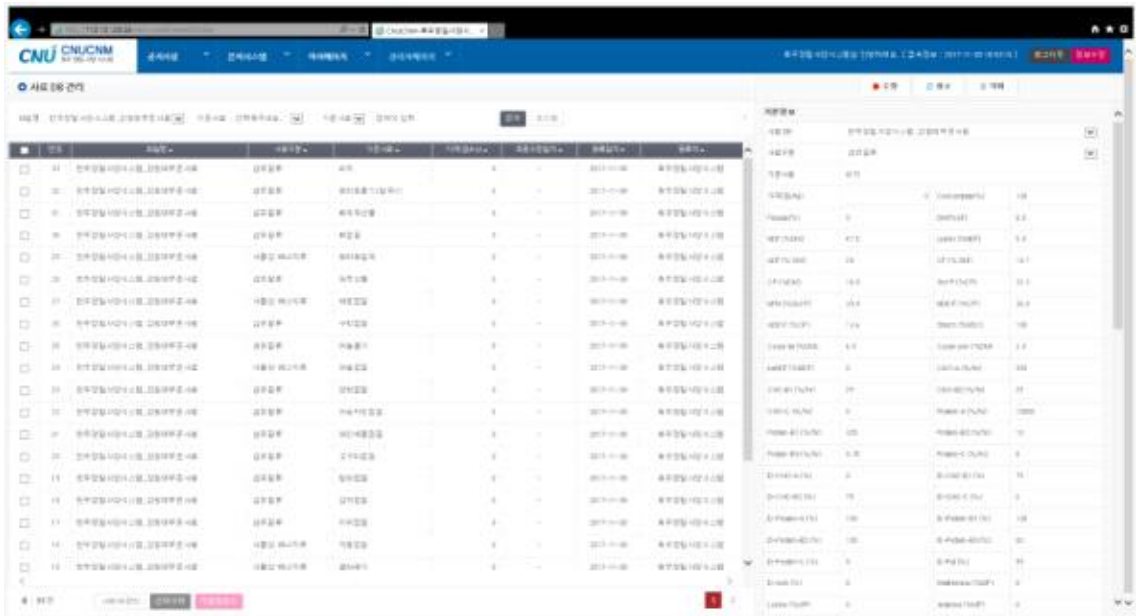


그림 4-12. 축우정밀사양시스템에 사료정보데이터를 삽입하는 과정

(4) 선택된 5종의 농산·가공부산물을 이용한 사료배합비 작성

(가) 본 연구에서 작성한 배합식은 한우의 육성우에게 급여하는 것을 가정하고 산출하였으며 조사료 대용을 목적으로 작성된 TMR배합식임(표 4-49).

(나) 배합에 사용된 농산·가공부산물은 쌀 찌라기, 미강 찌라기, 토마토 부산물(줄기), 배추 부산물 및 커피 부산물이었음.

- 쌀 찌라기 또는 미강 찌라기를 사용할 경우 에너지사료원료(사료용 옥수수)의 사용을 감소하였음.
- 토마토 부산물(줄기)를 사용할 경우 사용시기에 따라 줄기의 경질화의 정도가 다르기 때문에 10%내외를 사용하는 것이 적합하다고 생각됨. 또한 단백질함량이 높기 때문에 단백질공급 원료의 사용을 감소시킬 수 있음.
- 배추 부산물을 사용할 경우 배추부산물의 수분함량이 높기 때문에 물을 가수할 필요가 없으며 수분조절이 필요한 것으로 생각됨. 토마토 부산물(줄기)와 마찬가지로 단백질 함량이 높아 단백질공급 원료의 사용을 감소시킬 수 있음.
- 커피 부산물을 사용할 경우 탄닌성분이 함유되어 있기 때문에 사용량은 3~5%가 적절할 것으로 생각됨.



표 4-49. 선택된 5종의 농산·가공부산물을 이용한 사료배합비

	쌀 찌라기	미강 찌라기	토마토 부산물(줄기)	배추 부산물	커피 부산물
	----- % -----				
농산·가공부산물 원료	15	15	10	15	5
기타 원료					
사료용 옥수수	15	15	20	19	18
단백피	10	10	4	3	10
대두박	3	3	3	3	3
알팔파	5	5	9	10	7
티모시	5	5	9	10	7
페레니얼					
라이스라스	8	8	10	10	10
넷짚	18	18	20	20	20
유산균 발효액	3	3	3	3	3
당밀	3	3	3	3	3
소맥피	4	4	4	4	4
물(가수용)	11	11	5	0	10
총합	100	100	100	100	100

(다) 작성된 5개의 농산·가공부산물을 이용한 사료배합비의 추정 사료성분 및 사료차기는 표 4-50에 제시하였음.

- 쌀 찌라기 또는 미강 찌라기를 사용한 배합식의 경우 사료용 옥수수의 사용량을 감소시켰기 때문에 다른 농산·가공부산물을 이용한 사료배합식보다 TDN함량은 높았음. 한편 에너지사료원료의 비율이 높아져 섬유질분획이 다른 농산·가공부산물을 이용한 사료배합식보다 낮았음.
- 토마토 부산물(줄기) 또는 배추 부산물을 사용한 배합식의 경우는 건물함량이 낮아 수분함량을 조절하기 위해서 섬유질사료원료를 많이 사용하게 되어 섬유질분획이 높아졌으며 TDN함량은 쌀 찌라기 및 미강 찌라기를 사용한 배합식보다 낮았음.
- 커피 부산물을 사용한 배합식은 다른 농산·가공부산물이 사용된 식보다 CP함량이 높았으며 섬유질분획도 토마토 부산물(줄기) 또는 배추 부산물을 사용한 배합식과 비슷한 수준으로 나타났음. 이와 같은 결과는 커피 부산물이 단백질 및 섬유질함량이 높은데서 야기된 결과로 생각됨. 하지만 사용량의 제한이 있기 때문에 사용에 주의가 필요한 것으로 생각됨.

표 4-50. 선택된 5종의 농산·가공부산물을 이용해서 만든 사료배합식의 추정 사료성분 및 사료가치

배합식	DM	CP	EE	ASH	CF	NDF	ADF	TDN
	%							
			----- % of DM -----					
쌀	62.4	12.7	2.3	4.1	15.5	38.9	24.4	71.0
쌀래기								
미강	62.5	12.9	2.6	4.2	15.4	38.4	18.6	71.2
쌀래기								
토마토								
부산물	59.5	12.4	2.5	5.0	22.3	41.9	26.2	67.0
(줄기)								
배추	59.2	12.3	2.5	5.0	22.8	43.4	27.6	66.8
부산물								
커피	59.9	13.5	2.8	4.9	20.7	42.6	24.7	68.0
부산물								

## 6. 사업화 방안

### 가. IT 기술을 활용한 한우 사양관리 Smart Farm System Application 예상 매출

(단위 :천원)

가구수	시장점유율	초기 셋팅비 별도	30,000원/월		50,000원/월		
			월 매출	년 매출	월 매출	년 매출	
30두 미만 (59,850)	5,985	10%	300	179,550	2,154,600	299,250	3,591,000
	17,955	30%	300	538,650	6,463,800	897,750	10,773,000
30~50두 미 만(9,126)	913	10%	500	27,378	328,536	45,630	5,475,600
	2,738	30%	500	82,134	985,608	136,890	1,642,680
50~100두 미 만(8,400)	840	10%	800	25,200	302,400	42,000	504,000
	2,520	30%	800	75,600	907,200	126,000	1,512,000
100두 이상 (6,103)	610	10%	1,000	18,309	219,708	30,515	366,180
	1,831	30%	1,000	54,927	659,124	91,545	1,098,540
총가구수 (83,479)	<b>8348</b>	10%	규모별 별도	<b>250,437</b>	<b>3,005,244</b>	<b>417,395</b>	<b>5,008,740</b>
	<b>25,044</b>	30%		<b>751,311</b>	<b>9,015,732</b>	<b>1,252,185</b>	<b>15,026,220</b>

(한우 사육 규모별 가구수, 2017 통계청)

- (1) KU Smart Farming System을 클라우드 및 모바일 버전으로 운영
- (2) 전담인력 배정 및 콜센터 활용하여 운영
- (3) 온도스트레스에 의한 사양관리를 모바일을 통해 실시간 모니터링 실시

### 나. 온도스트레스 저감기술을 활용한 사료제품화 예상 매출

항목	세부항목	성과			
		고단백질 적용사료	글루코제닉 적용사료		
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	3.3억원	2.9억원
			향후 3년간 예상 매출	15억원	36억원
		관련제품	개발후 현재까지	관련제품 없음	관련제품 없음
			향후 3년간 예상 매출	관련제품 없음	관련제품 없음
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0.06% 국외 : 해당사항없음	국내 : 0.04% 국외 : 해당사항없음
			향후 3년간 예상 매출	국내 : 0.09% 국외 : 해당사항없음	국내 : 0.06% 국외 : 해당사항없음
		관련제품	개발후 현재까지	관련제품 없음	관련제품 없음
			향후 3년간 예상 매출	관련제품 없음	관련제품 없음

- (1) 온도스트레스 저감기술을 활용한 시제품을 활용하여 사업화 실시
- (2) 온도스트레스 저감형 기능성 사료첨가제를 이용한 사업화 실시

# 제 4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호 D-06

## 제 1절 목표달성도

본 연구개발 과제를 수행함에 있어서 당초의 연구개발 목표를 대부분 달성하였다. 본 연구개발의 최종 목표는 한우 사양에 있어 온도스트레스에 의해 야기되는 악영향을 최소화하고 한우의 생산성을 향상시킬 수 있는 기술 및 IT 통합 정밀사양관리 시스템을 개발하는 것으로 연구목표를 달성하였다. 각 연차별 연구목표와 달성도는 다음과 같다.

### 1. 1차년도 연구목표 및 달성도

세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도
[제 1세부] 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발 및 지표를 활용한 IT 기반 통합목장관리 시스템 개발	○ 온도스트레스 관련 생리지표 및 행동 모니터링 항목 선정	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도스트레스 관련 생리지표 및 행동 모니터링 항목 선정 조사</li> <li>한우의 생육단계별 온/습도 변화에 따른 생리지표 및 행동변화 조사</li> </ul>	100
	○ 생육 단계별 고온 및 저온환경에 따른 한우 생리 및 행동지표 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역별 온/습도 변화에 따른 생리 지표 및 행동 변화 조사</li> <li>한우 송아지에 있어서 THI chart 개발 진행</li> </ul>	
[제 1협동] 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양시스템 개발	○ ICT 기술을 이용하여 농장 내 주요 기기 및 장치의 작동상태를 실시간으로 모니터링 하는 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>WPAN(Wireless Personal Area Network)기술을 이용한 행동모니터링 기술 개발</li> <li>USN(Ubiquitous Sensor Network)기술을 이용하여 실시간 축사환경 모니터링 기술 개발</li> </ul>	100
	○ 정자 활성화 증진을 통한 수태율 향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>모델 동물을 이용한 임신초기 온도스트레스와 번식 효율과의 관계 규명</li> <li>정자생리활성 물질 선발</li> </ul>	
[제 1협동] 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양시스템 개발	○ 한우 번식우 수태율 제고 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도스트레스 조건하에서 정자의 산화 스트레스 저감 방안 개발</li> </ul>	100
	○ CNCPS 기반 환경 효과 보정 모듈이 적용된 한국형 한우 영양소 공급 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>한국의 지역별, 계절별 기후의 변화정도 조사</li> <li>수치화 된 온·습도 지수를 반영한 한우의 최적 영양소 요구량 예측 기초 모델 개발</li> <li>온도스트레스 저감 영양소 공급모델을 평가하기 위한 사양실험 개시 및 Model farm 구축</li> <li>사양 조건별 한우 번식우의 번식 생리지수/</li> </ul>	

		지표 설정을 위한 생물/화학적 데이터 수집	
<b>[제 2협동]</b> 한우 거세우 온도스트레스 저감 영양학적 기술 개발	○ 기후변화 대응 한우 온도스트레스 저감 영양소 조절 방안 고안 ○ 기후변화에 따른 한우 영양소 대사 및 면역학적 변화 구명	<ul style="list-style-type: none"> <li>월별/계절별 육질/육량 등 도축 성적 차이 분석</li> <li>한우 거세우 온도 스트레스에 따른 영양 생리학적 지표, 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 발굴</li> <li>한우 거세우 고온 스트레스 대응 시험 사료 고안 및 사양실험</li> <li>한우 거세우 흑서기용 사료의 온도 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 변화 분석</li> <li>한우 거세우 흑서기 사료의 사양 실험 효과 구명</li> </ul>	100
<b>[제 3협동]</b> 기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양 시스템을 위한 DB 구축	○ 국내 농산부산물의 종류 및 사료적 특성 파악	<ul style="list-style-type: none"> <li>기준에 발표된 농산부산물 관련 자료수집</li> <li>사료가치를 기준으로 후보 사료자원 파악</li> </ul>	100
	○ 자료수집과 직접 수거를 통한 국내 농산부산물의 사료가치 조사	<ul style="list-style-type: none"> <li>자료수집 정리 및 분류</li> <li>부산물의 화학적 분석 실시</li> <li>국내 부산물의 사료가치 평가</li> <li>항영양인자, 저장성 및 제한급여 수준 평가</li> </ul>	100
	○ 한국형 사료자원 농립부산물 발굴	<ul style="list-style-type: none"> <li>조사된 농산부산물의 품질과 사료 가치를 비교분석</li> <li>한국형 농산부산물로 신종 3개 제시</li> </ul>	100

## 2. 2차년도 연구목표 및 달성도

세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도
<b>[제 1세부]</b> 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발 및 지표를 활용한 IT 기반 통합목장관리 시스템 개발	○ 온도스트레스 저감을 위한 한우용 THI Chart 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온 및 저온 환경 THI(온도·습도 지수) 기준설정 및 스트레스 판정 알고리즘 개발</li> <li>THI chart 및 생리지표를 활용한 기후변화 대응형 한우 사양관리 프로그램 개발</li> </ul>	100
	○ 온도스트레스 저감을 위한 Smart Farming System 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>스트레스 저감을 위한 환경제어 항목 및 기준 설정</li> <li>원격 감시 및 제어 미들웨어 S/W 설계</li> <li>생리·행동정보 처리 및 환경제어를 위한 서버플랫폼 기술개발(참여기업-공동)</li> <li>축사 환기 관리 제어 항목 및 기준 설정</li> <li>Smart Farming System 시범목장 구축</li> <li>원격감시 및 제어 시스템 적용시험</li> <li>스마트폰용 생리변화감지 Application 개발</li> </ul>	100
<b>[제 1협동]</b> 온도스트레스 저감 한우	○ 한우 번식우 수정/수태율 및 분만간격 단축을 위한 최	<ul style="list-style-type: none"> <li>고온스트레스하의 난자질 측정 하절기 인공수정 시 수정율 및 임신율제고를 위한 기술 개발</li> <li>정자 생리활성 물질 선발을 통해 고온조건하</li> </ul>	100

<p>번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양시스템 개발</p>	<p>적 조건 정립</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한우 번식우의 수태율 및 분만간격 단축기술 개발</li> <li>○ 온도스트레스 저감 한우 비육우 영양소 공급 모델의 개발 및 검증</li> </ul>	<p>배아발달률 제고방안 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 고온 스트레스가 한우 번식에 미치는 영향을 사전 조사하기 위해 7~9월동안 인공수정 실험 수행</li> <li>• 하절기 수태율 조사</li> <li>• 1년차에서 조사한 기후 변화 지수를 바탕으로 보정 계수 개발</li> <li>• 한우 미경산우 사양실험을 기반으로 사료 영양소 함량, 섭취량, 증체량을 바탕으로 영양소 요구량 모델 구축</li> </ul>	
<p>[제 2협동] 한우 거세우 온도스트레스 저감 영양학적 기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 혹서기에 영양소 처리에 의한 영양생리·면역학적 지표 개선 효과 구명</li> <li>○ 혹서기에 영양소 처리에 의한 사료섭취량, 성장률 및 사료효율 개선 효과 구명</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여름철 고온 저감 사료 개발</li> <li>• 사료처리에 의한 영양생리학적 지표 개선 효과 구명</li> <li>• 반추위 발효성상 분석</li> <li>• 온도 스트레스 지표 및 면역 반응 지표 개선 효과 분석</li> <li>• 사료섭취량/성장률 개선 효과 구명</li> <li>• 겨울철 사료 지방첨가 사료 효과 및 RUP 단백질 첨가 효과 구명</li> </ul>	100
<p>[제 3협동] 기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양 시스템을 위한 DB 구축</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지역별 가용 사료 자원(조사료포함)의 데이터베이스 구축</li> <li>○ 시기별 가용 사료 자원(조사료 포함)의 생산관리 시스템 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전국의 각지에서 생산되는 부산물의 자료수집 및 CNCPS 분석을 통해 정밀사양시스템에 필요한 사료가치 제시를 통해서 사료자원데이터베이스 및 생산관리 시스템 구축</li> <li>• 각 시기별로 생산되는 부산물의 자료수집 및 CNCPS 분석을 통해 정밀사양시스템에 필요한 사료가치 제시를 통해 사료자원데이터베이스 및 생산관리 시스템 구축</li> </ul>	100 100

### 3. 3차년도 연구목표 및 달성도

세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도
<p>[제 1세부] 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발 및</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Smart Farming System 접목형 사양관리 통합 프로그램 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한우용 THI Chart 검증</li> <li>• 한우농장통합관리 프로그램 개발</li> <li>• 한국형 기후대응 한우 사양프로그램 개발</li> </ul>	100
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Smart Farming system 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• THI Chart를 이용한 Smart Farming System 운영전략 수립</li> <li>• 통합관리정보 서비스 시나리오 제작</li> </ul>	100

지표를 활용한 IT 기반 통합목장관리 시스템 개발	○ 스마트폰용 운영 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시스템 및 정보서비스 S/W 제작</li> <li>• 농장 사양 및 환경정보 획득 및 원격관리를 위한 기본시스템 구축</li> </ul>	100
[제 1협동] 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양시스템 개발	○ 한우 번식우 수태 율 및 분만간격 단 축 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한우 번식우 효율 분석</li> <li>• 체측을 통한 임신 여부 측정</li> <li>• 번식 관련된 분자지표 정립</li> <li>• 고온스트레스하 난자/배아 발달 향상 방안개발</li> </ul>	100
	○ 한우 번식우 수정 /수태율 및 분만간 격 단축 기술을 적 용 최적 조건 정립	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정자의 생리 활성 증진</li> <li>• 난자의 환경온도에 따른 번식우 영양소 요구 량 정밀 사양구축으로 양질의 난자 생산 가 능</li> <li>• 번식 적기 예측가능한 분자마커 선별</li> </ul>	100
	○ 온도스트레스 저 감 한우 번식우· 거세우 영양소 공 급 모델의 개발 및 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 혹한기 한우 번식우 영양소 공급 모델 개발 및 분만간격 단축을 위한 사양실험</li> <li>• 사양방법(이유방법과 시기)차이에 따른 한우 송아지 성장률 비교 평가 실험</li> <li>• 한우 육성우 영양소 공급 모델개발을 위한 사양실험</li> <li>• 한우 미경산우 영양소 공급 모델 개발 및 고 온스트레스 저감을 위한 사양실험</li> <li>• 한우 거세우 영양소 공급 모델 개발 및 고온 스트레스 저감을 위한 사양실험</li> <li>• 웹기반 한우 번식우·거세우 영양소 공급 모 델 시스템 개발 (한국형 보정계수 탑재, 광역 권별 현장 적용 및 검증)</li> </ul>	100
[제 2협동] 한우 거세우 온도스트레스 저감 영양학적 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한우 거세우에 대 한 온도스트레스 대응 영양소 요구 량 설정</li> <li>○ 온도스트레스 대 응 영양소 조절방 안에 대한 문헌조 사</li> <li>○ 영양소 처리실험 결과를 반영한 영 양소 요구량 Guideline 제안</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도스트레스 대응 영양소 조절 방안에 대한 문헌조사</li> <li>• 온도스트레스 대응 영양소 처리 실험 : RUP, 지방, 글리세롤 및 광물질 첨가에 대한 사양 실험 및 대사 실험 수행</li> <li>• 온도스트레스 저감용 영양소 요구량 설정 Guideline 제안 : 상기 문헌조사 내용 및 영 양소 처리 실험 결과를 반영하여 제안</li> </ul>	100
[제 3협동]	○ 지역별 가용 사료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도스트레스 저감 사료 배합비 guideline 제 안</li> </ul>	100
[제 3협동]	○ 지역별 가용 사료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역별 사료자원의 종류, 생산량 및 사료적</li> </ul>	100

기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양 시스템을 위한 DB 구축	자원(조사료포함) 의 데이터 베이스 구축	특성 파악 • 일반성분분석 및 CNCPS를 이용하여 부산물 의 성분분석 실시 • 사료성분표식 표로 개발	100
	○ 시기별 가용 사료 자원(조사료포함) 의 데이터베이스 및 생산 관리 시스 템 구축	• 시기별 사료자원의 종류, 생산량 및 사료적 특성 파악 • 일반성분분석 및 CNCPS를 이용하여 부산물 의 성분분석 실시 • 사료성분표식 표로 개발 • 지역별, 시기별 국내 가용 사료자원의 데이 터베이스 및 생산관리 시스템 완성	

#### 4. 4차년도 연구목표 및 달성도

세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도
[제 1세부] 한우에서 온도스트레스 및 생리적 변화를 적기에 탐지할 수 있는 지표 개발 및 지표를 활용한 IT 기반 통합목장관리 시스템 개발	○ Smart Farming System 상용화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart Farming System 농가 보급 최적화 시 험</li> <li>• Smart Farming System 농가 보급</li> <li>• 한우 생리지표 및 THI Chart를 이용한 온도 스트레스 대응형 한우 정밀사양시스템 구축 상용화</li> </ul>	100
[제 1협동] 온도스트레스 저감 한우 번식우 번식효율 개선 기술 및 한우 거세우 및 번식우 정밀사양시스템 개발	○ 정자 활성화 증진 을 통한 수태율 향 상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정자의 생리 활성을 통한 운동성 및 수태율 향상을 위한 물질을 개발함.</li> </ul>	100
	○ 한우 번식우 수태 율 제고 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한우 번식우의 수태율 제고를 위한 암소의 번식 생리 지표에 대한 분자 마커를 개발함.</li> <li>• 번식 생리 지표로 활용할 수 있는 비침습적 으로 생리 상태를 확인 가능한 지표 유전자 를 발굴함.</li> <li>• 한우 번식우에서 하절기 온도스트레스에 의 한 에너지 음균형을 보정하고, 번식기에 더 높은 번식효율을 나타나게 하는 글루코제닉 사료 제조 기술을 개발함.</li> </ul>	100
	○ CNCPS 기반 환경 효과 보정모듈이 적용된 한국형 한	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기본 모델에 환경에 따른 영양소 요구량의 변화를 고려한 CNCPS의 환경 모듈을 융합하 여 기후변화에 따른 한우의 영양소 요구량 및 생산성을 예측할 수 있는 모델 시스템인</li> </ul>	100



	우 영양소 공급 모델 개발	한우정밀사양시스템을 구축함.	
[제 2협동] 한우 거세우 온도스트레스 저감 영양학적 기술 개발	○ 온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증 실험 및 실용화	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증 실험을 통한 사료섭취량 및 성장률 개선 효과 검증</li> <li>온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증 실험을 통한 육량/육질 개선 효과 검증</li> <li>온도 스트레스 저감용 사료 실용화</li> </ul>	100
	○ 농가 실증 실험에서 영양생리학적 지표, 스트레스 및 면역 지표 개선 효과 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증 실험을 통한 영양생리학적 지표 개선 효과 검증</li> <li>온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증 실험을 통한 스트레스 및 면역 지표 개선 효과 검증</li> </ul>	100
[제 3협동] 기후변화 대응 한국형 부산물 사료자원 개발 및 IT 융합형 한우 사양 시스템을 위한 DB 구축	○ 정밀사양시스템에 적용 가능한 라이브러리 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>CNCPS 지표 분석실시</li> <li>CNCPS 사양시스템용 국내 사료자원 사료성분표 제작</li> <li>축산과학원 사료자원 DB와 연동하여 CNCPS 정밀 사양 시스템을 이용할 수 있도록 개발</li> </ul>	100

## 제 2절 관련분야 기여도

- IT 융합형 한우정밀사양시스템 개발 및 웹 버전 보급으로 산업체와 농가에서 용이하게 정밀 사양 프로그램을 구축할 수 있는 기회를 제공하였음
- 온도스트레스 저감을 위한 한우용 THI Chart를 여름철, 겨울철 생육 단계별로 제시함으로써 농가에서 사양관리에 활용할 수 있는 매뉴얼을 제공하였음
- IT를 접목한 Smart Farming System을 구축함으로써 인해 농장주에게 편리성을 제공과 더불어 생산성까지 향상시킬 수 있다는 측면에 기여함
- 국내 한우 사양에 빈번히 사용하고 있는 50여개의 사료자원과 30여개의 국내 부존사료자원의 세부 영양소를 포함하는 사료 DB를 구축하여 사료의 정밀한 영양가치 평가가 가능하도록 함
- 번식우 및 비육우 사양 실험에서 효과를 보인 전분질-위주 사료와 고단백 사료를 사료업체와 연계하여 실제 제품화하였음
- 하절기 인공수정 시 고온에 의한 정자의 활력저하와 수정율 저하를 저감시킬 수 있는 정자 생리 활성 물질을 발굴하였음
- 비침습적 분석이 가능한 분자 마커 발굴로 임신 적기에 판정을 위한 분자 생물학적 기법 활용 가능성 확대
- 미경산 암소의 수태와 관련된 SNP 발굴 및 간단한 분석 방법 (qPCR-HRM)으로 한우

변식 농가에서 변식우 선발/구입 결정에 기여 할 수 있음

- 온도 스트레스 저감을 위한 영양학적 개발 과제를 통하여, 혹서기, 혹한기 상황에서 한우의 생리학적, 면역학적 변화를 관찰하였으며, 이를 토대로 온도 스트레스 상황에서 한우의 생리학적, 면역학적 지표의 기초 데이터를 축적할 수 있었음
- 또한, 각종 영양소 처리 (지방, RUP, glycerol, 광물질)를 통하여 이 물질들이 혹한기, 혹서기에 한우에 미치는 영향을 관찰하였으며, glycerol 첨가의 경우 일부 긍정적인 영향을 관찰할 수 있었음
- 향후 온도 스트레스 저감을 위한 영양학적 개발 과제에서 축적된 데이터를 참고로 혹한기, 혹서기에 더위, 추위 스트레스 저감을 위한 사료 및 첨가제 개발에 유용하게 사용될 기초 데이터를 축적하였으며, glycerol 첨가 등 긍정적 영향이 발견되었던 영양소의 경우 추가 연구를 통하여 상품화까지 이어질 수 있을 것임
- 지역별, 시기별 국내 가용사료자원의 모든 정보를 DB화하고 생산관리시스템을 구축함으로써 지역별 사료산업 관련 업체의 원료사료 선택 및 관리 자료로 활용
- 정밀사양시스템의 활용을 위한 사료자원의 라이브러리를 제작함으로써 사료업체의 새로운 사료 배합프로그램 개발에 기여
- 농림부산물을 이용한 신종 사료자원의 개발 및 산업화를 통한 사료비 절감 및 한우 생산비 저감에 기여
- 한국형 사료자원의 DB의 산업화 및 연속적 업데이트를 통한 관련 업계 제공 서비스 사업화
- 온도스트레스 저감 한국형 정밀사양관리 시스템의 산업화를 통한 농가 보급 및 한우 농가의 사료비 저감, 생산성 향상 및 경제성 제고

## 제 5장 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

### ○ 추가 연구의 필요성

- ✓ 본 연구에서 제시된 Smart farming System을 지역별 농가시스템에 적용하여 각 지역별 기후환경특성에 맞는 THI에 따른 사양관리 가이드라인을 제시 가능한 연구 필요
- ✓ 하절기 고온 스트레스 조건하 인공 수정 시 Trequinisin 처리된 동결정액 활용으로 수태율 향상 실험
- ✓ 다양한 급여 방법과 계절 효과와 같은 후생학적 영향 분석을 위한 분자 지표에 대한 활용 실험
- ✓ 선발된 한국형 농산·가공부산물을 이용한 사양실험을 수행하여 실질적인 사료가치 확인 실험 수행
- ✓ 각 지역과 시기에 맞는 농산·가공부산물을 이용한 지역별 특성화 사료의 개발 및 사료효율 향상 방안 모색

### ○ 타 연구에의 응용

- ✓ 동결 정액의 활용성 확대를 위한 유리화 동결 (vitrification) 개발
- ✓ SNP 활용도를 증대시키기 위해 보다 많은 미경산우 및 경산우의 임신 기록 및 SNP 분석 및 이를 활용한 저밀도 칩 개발
- ✓ 고단백 및 글루코제닉 사료제조기술에 대한 기업체 기술이전을 통해 사료 시판
- ✓ 농가 및 기업에 환경효과 보정 모듈이 적용된 한국형 한우영양소 모델인 한우정밀사양시스템(CNUCNM) 보급

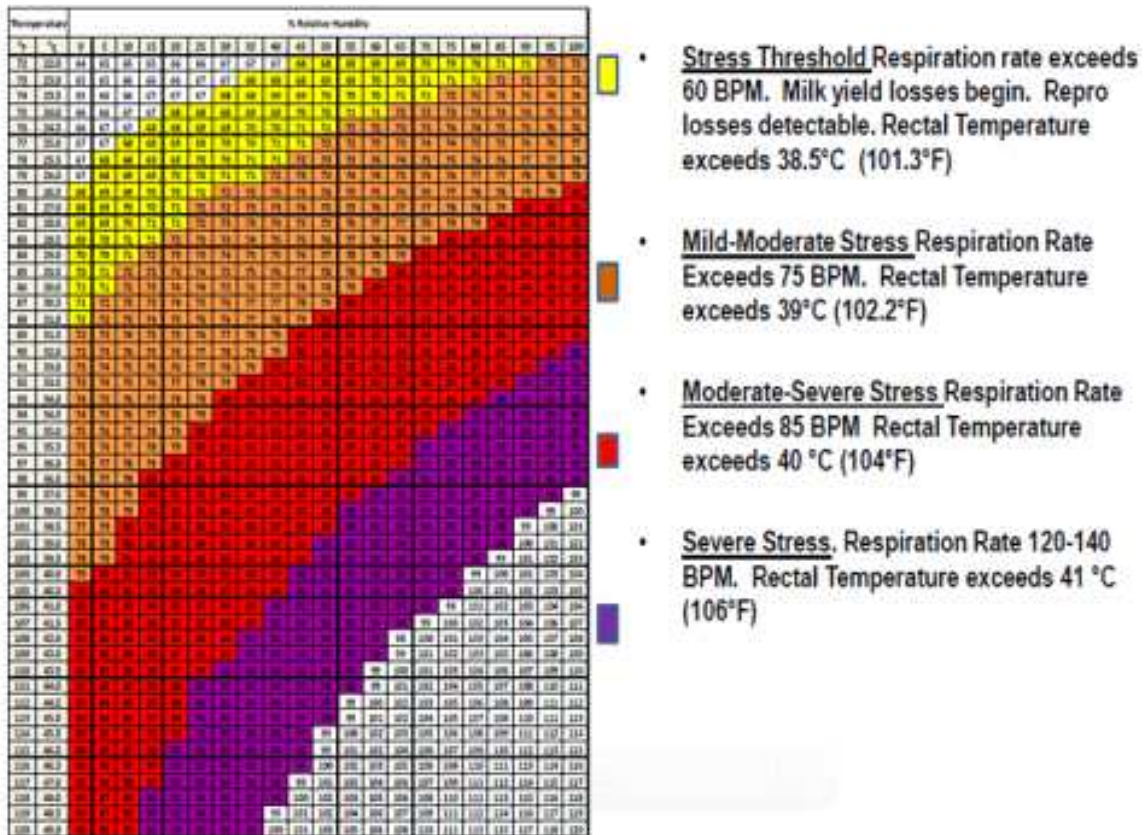
### ○ 기업화 추진방안

- ✓ 한국형 한우 THI (온·습도 지수) chart를 활용한 기후 변화에 따른 영양소 요구량 제시 및 기후변화 대응 사료 급여 프로그램 개발 및 상용화
- ✓ 한우용 온도 스트레스 저감 기술을 개발하여 육질 및 번식효율을 개선하고 사료회사와 연계하여 흑한기, 흑서기 대비용 사료 프로그램 기술 이전 및 산업화
- ✓ 농산·가공부산물을 이용한 CNCPS 프로그램 구동으로 정밀한 부산물 베이스의 사료개발 및 급여시스템 구축

## 제 6장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호

D-08



젖소 온습도 지수(THI chart)

- Thom. E. C에 의해 최초로 불쾌지수 즉 THI를 정량화 하는 것에 대해 제안, 이는 건구온도와 습구온도를 이용한 최초의 THI 지수임
- 1960년 University of Missouri에서 THI와 관련된 연구를 시작하였으며 1962년 Hannah Dairy Research Institute에서 소에 있어 고온스트레스중 건구온도와 습구온도가 미치는 영향이 크다는 것을 제안함
- 1981년 University of Arizona에서 젖소에 있어 온습도 지수를 만드는 연구를 진행하였음
- Black globe-humidity index (BGHI, 흑구온습도지표)에 대한 Equation을 제안함
- 2000년대 University of Arizona에서 젖소에 대한 THI Chart를 개발하여 사양관리로 제시하였음
- 이렇게 개발된 THI Chart는 1960년대와 비교하여 더 많은 유량생산과 사료섭취량에 증가 등으로 인해 고온스트레스에 더욱 더 취약하게 개량되어 기존의 THI를 보완하는 연구를 진행하여 제안하였음
- THI 71까지는 안정한 상태, 72 ~ 79까지는 Mild stress 단계, 80 ~ 89까지는 Moderate한 단계, 90 이상은 Severe한 단계로 정의하였음 (Diamond사에서 상업화 실시)
- 한국에서의 각 지역별 온도에 따른 한우에 대한 에너지 요구량의 변화에 대한 연구가 미

비했기 때문에, AJF Webster의 연구 결과를 참고하여 외국의 지역별 온도 차이 및 소의 사육 단계에 따른 에너지 요구량의 변화를 토대로 본 연구의 각종 에너지 첨가 수준을 결정하였음 (Webster AJF, 1970).

- 한국에서의 각 지역별 온도 및 바람의 영향에 대한 한우의 에너지 요구량의 변화에 대한 연구가 미비했기 때문에, DG Fox의 연구 결과를 참고하여 외국의 온도 차이 및 바람의 영향에 대한 에너지 요구량의 변화를 토대로 본 연구의 각종 에너지 첨가 수준을 결정하였음 (Fox DG, 1998).
- 한국에서의 지역별 온도 및 바람의 영향이 에너지 요구량에 미치는 전반적인 영향을 정리한 연구가 미비했기 때문에 외국의 기준으로 정리된 Wind-Chill chart를 참고하여 본 연구 설계에 참고하였음 (Webinar Portal for Forestry and Natural Resources, 2014: wind-chill chart).
- 이 외에, 연구 결과 5. 더위 및 추위 스트레스 저감용 영양소 요구량 설정 guideline 제안을 각종 해외 참고문헌을 통해 수집한 해외 과학기술 정보를 토대로 작성하였음 (Cummins, 1992; West, 1991, 1999; Wang et al., 2010; Huber et al., 1994; Schneider et al., 1986; NRC, 1981; Escobosa et al., 1984, Muller et al., 1986; Di Costanzo et al., 1997; Sontakke and Bisitha, 2013; Hess et al., 2008).

## 제 7장 연구개발결과의 보안등급

코드번호

D-09

- 본 연구개발과제가 보안과제가 되기 위해서는 보안과제 분류 기준인 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의 4(분류기준) 1호 중 한 가지 항목에 해당되어야 함

### 제24조의 4(분류기준) 1호

- 가. 세계 초일류 기술제품의 개발과 관련되는 연구개발과제
- 나. 외국에서 기술이전을 거부하여 국산화를 추진 중인 기술 또는 미래핵심 기술로서 보호의 필요성이 인정되는 연구개발과제
- 다. 「산업기술의 유출방지 및 보호에 관한 법률」 제2조제2호의 국가핵심 기술과 관련된 연구개발과제
- 라. 「대외무역법」 제19조제1항 및 같은 법 시행령 제32조의2에 따른 수출허가 등의 제한이 필요한 기술과 관련된 연구개발과제
- 마. 그 밖에 중앙행정기관의 장이 보안과제로 분류되어야 할 사유가 있다고 인정하는 과제

- 본 연구개발과제는 보안과제로 분류할 사유가 없어서 일반과제임

## 제 8장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)		

# 제 9장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행 실적

코드번호	D-11
------	------

**[제 1세부 : 건국대학교]**

- 연구실 안전조치 이행계획은 본 기관의 연구실 안전관리 규정에 의거하여 추진한다.
- 연구실 안전교육 대상
  - 대학 및 연구기관 등에서 과학기술분야 연구개발활동에 종사하는 연구원·대학생·대학원생 및 연구보조원
- 연구원의 안전교육훈련 정기 실시
  - 관련근거 : 연구실 안전환경 조성에 관한 법령 제 18조, 동법 시행령 제17조 및 동법 시행규칙 제9조 실험실 안전관리 규정 제16장 (안전교육), 제17조 (안전교육의 관리)
  - 연구실안전교육 훈련시간 및 수료인정기간 : 출입하는 실험실의 위험등급(A,B,C등급) 및 전공특성에 따라 안전교육을 받아야 하며, 1년에 8시간 이상 교육을 받음.

과정	대상	시간
정기	연구활동종사자	8시간이상/반기별
신규채용	신규채용된 연구활동 종사자(계약직 포함)	6시간이상
	대학·연구기관 등에서 채용된 자 외의 자로서 신규로 연구개발활동에 참여하는 연구활동종사자	2시간이상
특별안전	중대 연구실사고발생 및 연구내용변경 등의 경우 연구주체의 장이 필요하다고 인정하는 연구활동종사자	6시간이상

- 안전교육과정 : 전공 특성에 따라 A,B,C 코스로 구분하여 교육 실시
  - A코스 : 생물·방사선 취급
  - B코스 : 화학·가스 취급
  - C코스 : 전기·기계 취급
- 교육과정 :



- 안전관리추진계획
  - 각 실험 단과대학별 안전관리실무위원회 구성 및 운영
  - 교내 전체 건물 소방시설 통합관리체계 구성
  - 실험실 내부 점검실시 후 실험등급 지정 표찰 부착
  - 건물별 복도 및 비상계단 통로 확보와 불법사무실철거
  - 사이버 안전교육 훈련
- 실험실환경안전점검 실시
  - 실험실안전관리규정에 의거 실험실의 위험 정도에 따라 A,B,C로 관리등급을 분류하여, 실험실환경안전점검을 실시하고 있으며, 안전점검실시 결과 실험실의 재해예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 전문기관에 의뢰하여 정밀안전진단을 실시하고 있다.



- 본기관의 연구관리규정 제3장(간접비 관리)에 따라 해당 과제의 간접비에서 연구실 안전관리비를 편성하여 사용할 수 있다. 연구실안전관리비는 안전환경 조성에 관한 법률에 의거 연구활동종사자에 대한 보험료, 교육훈련, 건강검진 비용, 보호장비구입, 안전설비 설치·유지 및 보수, 안전 점검 및 정밀안전진단비 등에 사용하는 경비를 말하며 연구과제 수행 시 해당과제 인건비 총액의 2% 범위 내에서 예산편성에 반영할 수 있다.

**[제 1협동 : 충남대학교]**

1) 연구실 기술적 위험요소 및 안전관리 대책

가. 일반 사항

- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 시행령 제7조(안전점검의 실시시기 등)에 의거 일상점검 실시 및 점검 기록 비치
- 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제6조(안전관리규정의 작성 및 준수 등) 노동부 고시[제2009-53호]공작기계 안전기준 일반에 관한 기술상의 지침 제24조(취급설명서)에 의거 안전수칙 및 지침 부착
- 산업안전보건법 제12조(안전·보건표지의 부착 등) 및 산업안전보건법 시행규칙 제7조(안전·보건표지의 설치 등)에 의거 연구실 내 경고표지 부착
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제450조(호흡용 보호구의 지급 등) 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 제451조(보호복 등의 비치 등)에 의거 안전보호구 비치
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제82조(구급용구)에 의거 비상 구급함 비치

나. 화공안전

- 산업안전보건법 제41조 제1항(물질안전보건자료의 작성·비치 등)에 의거 물질안전보건자료(MSDS) 비치
- 산업안전보건법 시행규칙(GHS 체계에 의한 화학물질 분류 및 표시) 및 GHS 경고표지의 구성요소 및 작성방법에 의거 화학물질 경고표지부착
- LMO 통합고시 별표 9-1,2,3,4 운영기준에 의거 연구실 내 외부인 출입제한, 출입대장 비치

다. 보건위생

- 실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE : G-7-2006)에 의거 연구실 내 전체 환기 시설 설치

라. 가스안전

- 실험실 안전·보건에 관한 기술지침 [KOSHA CODE G-07-2006], 고압가스안전관리법 별표 8 [고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사기준] 및 고용노동부, 고시 제2009-42호 [가스누출감지경보기 설치에 관한 기술상의 지침]에 의거 가스경보장치(가연성, 독성가스) 설치
- 실험실 안전·보건에 관한 기술지침 [KOSHA CODE G-07-2006] 및 고압가스안전관리법 별표 8 [고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사기준]에 의거 고압가스용기 적정 장소 보관, 안전표지부착, 운반기구 구비

마. 전기안전

- 전기설비기술기준의 판단기준 제171조에 의거 배전반 앞 장애물 제거, 배전반 보호판 부착
- 실험실 전기안전수칙에 의거 실험기구 미 사용시 전원차단

바. 소방안전

- 소방기술기준에 관한 규칙 제2조(소화기구의 설치기준) 및 소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 제9조1항에 의거 소화기 보유, 충압, 점검 실시
- 자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203) 제7조(감지기)에 의거 감지기 설치

2) 안전 교육 및 점검

가. 안전 교육

- 산업안전보건법 제31조 (안전보건교육) 및 연구실 안전환경조성에 관한 법률 제 18조에 의거, 전 연구원에 대한 안전보건교육을 실시하고, 안전보건교육 일지를 작성하여 관리함.
- 충남대학교 자체 연구실안전관리통합시스템을 통한 연구활동종사자 반기별 안전교육 (6시간)
- 충남대학교 자체 특별안전교육 및 훈련을 통한 안전교육 (2시간 이상)
- 연구실안전관리 담당자를 통한 연구실 내 자체 안전 교육 실시 (월 1회 이상)
- 참여 연구원들이 안전관련 각종 법규, 규정 및 지침을 준수하도록 하며, 요구되는 안전교육 및 훈련 실시
- 실험에 관련된 위험 정보를 숙지하고 적절한 개인 보호 장비 착용 실험실에 노출된 위험을 안전관리책임자에게 보고
- 연구실의 잠재되어 있는 위험성 발견 및 위험물질과 각종 실험장비 등 사용에 따른 안전수칙이 잘 이행될 수 있도록 지도점검 및 교육

나. 안전 점검

- 연구실의 기능 및 안전을 유지 관리하기 위하여 안전점검지침에 따라 연구실 안전관리담당자가 연구실에 관한 일상점검 (매일) 실시하고, 학교 자체 관리자가 정밀안전점검 (분기별 1회) 을 정기적으로 실시
- 정기적으로 인원 및 시설 보안 항목, 문서보안 항목 그리고 정보보안 항목의 보안점검을 실시하여 연구 내용 및 결과물의 안전을 확보하고 있음.

**[제 2협동 : 서울대학교]**

○ 기술적 위험요소 분석

① 연구활동종사자 환경안전교육 실시

- 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 및 「환경안전관리규정」에 의거 연구활동종사를 대상으로 실험실 안전환경 조성 및 사고예방을 위한 환경안전교육 실시
- 교육은 년 2회의 정기 환경안전교육과 2회의 환경안전사이버교육 으로 구성되어 있으며, 환경안전관리, 독성화학물질을 비롯한 총16개 과목을 교육생들의 전공에 맞추어 3개의 과정으로 분류하여 교육하고 있다. 교육 강사진은 각 분야의 권위자인 서울대학교 현직교수들로 구성되어 있다.

② 실험실 안전점검 실시

연구실 안전환경 조성에 관한 법률에 의거 이공계 대학, 연구소 실험실 및 미술대학 작업장을 실험 특성에 따라 유형별로 분류하여 일상점검, 정기점검, 특별안전점검, 정밀안전진단을 실시

③ 서울대학교 환경안전원에서는 매년 연구활동종사자를 대상으로 건강검진 실시

○ 안전관리대책

실험실에서 발생하는 안전사고에 적절히 대응하여 그 피해를 최소화하고 유사사고 방지 위해 대책을 수립

- 화학약품 누출 대응 장비함 설치

화학약품 누출 및 폐수용기 폭발 등의 사고 발생 시 신속한 대응 및 확산 방지를 위해 「화학약품 누출 대응 장비함」을 설치

- 실험실 안전사고 대응 및 처리 매뉴얼 보완 및 사고 대응 훈련 실시

실험실 안전사고 대응 및 처리 매뉴얼에 따라 사고 전파, 조치하며 실험실 안전사고 대응훈련을 실시하여 유사사고 발생 시 대응능력 향상

**[제 3협동 : 강원대학교]**

○ 기술적 위험요소 분석 및 안전관리 대책

구 분	점 검 분 야	중점 점검 사항	비 고
자 체	○ 각종 실험장치	○ 시약장 관리상태 ○ 분석기기 관리 상태 ○ 폐수관리 상태	일일
	○ 야간 및 휴일	○ 시설운영상태 ○ 24시간 가동장비 운영상태	일일
	○ 안전장비 관리	○ 실험실에 배치한 소화기, 안전고글 등 정검	년 12회
학교 시설 과	○ 안전검사 및 정기검사	○ 각 실험실 별 분기별 안전정검 실시	년 4회

○ 연구실 안전 확보 계획

1년에 1회 참여 연구원들이 안전관련 각종 법규, 규정 및 지침을 준수하도록 하며, 요구되는 안전교육 및 훈련 실시

## 제 10장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사시여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	특허	한국형 한우의 고온 스트레스 지표 및 그 개발방법	건국대		대한민국		2017.06.12		등록
2	논문	Correlation between blood, physiological and behavioral parameters in beef calves under heat stress	건국대	교신저 자	Asian-Aust ralasian Journal of Animal Science	0.971	2017.12.01	단독사사	SCIE/0
3	논문	Social relationships enhance the time spent eating and intake of a novel diet in pregnant Hanwoo ( <i>Bos taurus coreanae</i> ) heifers	충남대	교신저 자	PeerJ	2.2	2017.05.09	단독사사	SCIE/0
4	논문	Effects of ambient temperature and dietary glycerol addition on growth performance, blood parameters and immune cell populations of Korean cattle steers.	서울대	교신저 자	Asian-Aust ralasian Journal of Animal Science	0.971	2017.04.01	중복사사	SCIE/0
5	논문	Effects of water addition to total mixed ration on water intake, nutrient digestibility, wool cortisol and blood indices in <i>corridale</i> ewes	강원대	교신저 자	Asian-Aust ralasian Journal of Animal Science	0.971	2017.10.30	중복사사	SCI/2

## 제 11장 기타사항

코드번호

D-13

○ 본 연구개발은 2013년 10월 15일부터 4년간 진행하는 연구 개발 사업으로 주관기관인 건국대학교에서 (주)옥타컴이 2차년도 초반까지 참여기업으로 참여를 하였으나, 참여기업인 (주)옥타컴의 경영악화로 더 이상 연구개발 진행이 어려움이 발생하여, 농림축산식품 연구개발사업 운영규정(2013.4.12.) 제 19조(협약의 변경)에 의거하여, 2015년 11월 30일부로 하랑아이 측에서 양도양수를 진행하여 참여기업으로 본 연구개발을 수행하였음

## 제 12장 참고문헌

	코드번호	D-14
○ Abeni, F., Calamari, L., Stefanini, L. 2007. Metabolic conditions of lactating Friesian cows during the hot season in the Po valley. 1. Blood indicators of heat stress. <i>Int. J. Biometeorol.</i> 52:87-96.		
○ Altland, PD. and Highman, B. 1961. Effects of exercise on serum enzyme values and tissues of rats. <i>Am. J. Physiol.</i> 201:393-395.		
○ Agricultural Research Council (ARC). 1986. <i>The Nutrient Requirements of Farm Livestock No. 2. Ruminants.</i> Agricultural Research Council, London.		
○ AOAC. 1990. <i>Official Methods of Analysis 15th ed.</i> Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, U.S.A.		
○ Baumgard, LB., Wheelock, JB., O'Brien, M., Shwartz, G., Zimbelman, RB., Sanders, SR., VanBaale, MJ., Collier, RJ., Rhoads, ML., Rhoads, RP. 2007. The differential effects of heat stress vs. underfeeding on production and post-absorptive nutrient partitioning. In: <i>Proc. 22th Ann. Southwest Nutr. Manage. Conf., Tempe, AZ.</i> p. 116-124.		
○ Birkelo, CP., Johnson, DE., Phetteplace, HP. 1991. Maintenance requirements of beef cattle as affected by season on different planes of nutrition. <i>J. Anim. Sci.</i> 69:1214-1222.		
○ Collier, RJ., Hall, LW., Rungruang, S., Zimbleman, RB. 2012. Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. In : <i>Proceedings of the Florida Ruminant Nutrition Symposium.</i> Gainesville, FL. 74-83.		
○ Cunningham, JG., Klein, BG. <i>Veterinary Physiology (4th Edition).</i> 2007. Saunders Elsevier. USA, Missouri.		
○ Cummins, KA. Effect of Dietary Acid Detergent Fiber on Responses to High Environmental Temperature. 1992. <i>J Dairy Sci.</i> 75:1465-1471		
○ Czerkawski, JW. and Grace Breckenridge. 1972. Fermentation of various glycolytic intermediates and other compounds by rumen micro-organisms, with particular reference to methane production. <i>British J Nutr.</i> 131-146		
○ Delfino, JG and Mathison, GW. 1991. Effects of cold environment and intake level on the energetic efficiency of feedlot steers. <i>J. anim. sci.</i> 69:4577-4587.		
○ Di Costanzo, A., Spain, JN., Spiers, DE. 1997. Supplementation of nicotinic acid for lactating Holstein cows under heat stress conditions. <i>J Dairy Sci.</i> 80:1200-1206.		
○ Elam, CJ. Problems related to intensive indoor and outdoor beef production systems. <i>J. Anim. sci.</i> 1971;32:554-559.		
○ Escobosa, A., Coppock, CE., Rowe Jr, LD., Jenkins, WL., Gates, CE. 1984. Effects of dietary sodium bicarbonate and calcium chloride on physiological responses of lactating dairy cows in hot weather. <i>J. Dairy. Sci.</i> 67:574-584.		
○ Fabio, DR and Rex, SJ. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: a review. <i>Theriogenology.</i> 60:1139-51.		
○ Fox, DG. 1998. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and		

environmental variations. *J Anim. Sci.* 66:1475-1495

- Fox, D. G., L. O. Tedeschi, T. P. Tylutki, J. B. Russell, M. E. Van Amburgh, L. E. Chase, A. N. Pell, and T. R. Overton. 2004. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology* 112(1):29-78.
- Górski, J. et al. 1981. Effect of acute cold exposure on the mobilization of intramuscular glycogen and triglycerides in the rat. *Acta Physiol.* 32:755-759.
- Grzych, M. 2010. Webinar Portal for Forestry and Natural Resources. [http://www.forestrywebinars.net/webinars/planning-and-design-of-livestock-watering-systems/Cattle Stress Index Description](http://www.forestrywebinars.net/webinars/planning-and-design-of-livestock-watering-systems/Cattle%20Stress%20Index%20Description). Accessed Jun 26, 2014.
- Goering, H. K. and Van Soest, P.J. 1979. Forage fiber analysis. *Agr. Handbook.No. 379*. ARS. USDA. Washington, DC.
- G. Liccitra, T.M. Hernandez, P.J. Van soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* 57; 347-358.
- Hagemester, H., Luppig, W., Kaufmann, W. 1981. In *Recent Advances in Animal Nutrition*. Ed. W. Haresign. UK, London, Butterworths.
- Hess, BW., Moss GE., Rule, DC., 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *J. anim. sci.* 86(14 Suppl):E188-E204
- Huber, JT., Higginbotham, G., Gomez-Alarcon, RA., Taylor, RB., Chen, KH., Chan SC., Wu, Z. 1994. Heat Stress Interactions with Protein Supplemental Fat, and Fungal Cultures. *J Dairy Sci.* 77:2080-2090
- Kadzere, CT., Murphy, MR., Silanikove, N., Maltz, E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Prod Sci.* 77:59-91.
- Korea Meteorological Administration (KMA; 한국기상청)
- Kume, S. 1989. Effect of dietary trace element level and hot environmental temperature on trace element nutrition of Holstein dairy cattle. National Agricultural Experimental station, MAFF, Nishigoshi, Kumamoto, Japan. pp317-705.
- Kume, S., Kurihara, M., Takahashi, S., Shibata, M., Aii, T. 1986. Effect of hot environmental temperature on major mineral balance in dairy cows. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 57:940-945.
- Leyens G, Knoops B, Donnay I. 2004. Expression of peroxiredoxins in bovine oocytes and embryos produced in vitro. *Mol Reprod Dev* 69:243-251.
- Muller, LD., Heinrichs, AJ., Cooper, JB., Atkin, YH. 1986. Supplemental Niacin for Lactating Cows During Summer Feeding. *J Dairy Sci.* 69:1416-1420
- National Livestock Cooperatives Federation (NLCF) 2016. 16 feed.
- NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 1981. 5th rev ed. Washington, DC: National Academy Press
- O' Brien, MD., Rhoads, RP., Sanders, SR., Duff, GC. and Baumgard, LH. 2010. Metabolic

adaptations to heat stress in growing cattle. *Domest Anim Endocrinol.* 38:86-94.

- Ronchi, B., Bernabucci, U., Lacetera, NG., Nardone A., Bertoni, G. 1995. Effects of heat stress on metabolic status of Friesian heifer calves. *Zootenica E. Nutrizione Animale.* 21:209-221
- Ronchi, B., Bernabucci, U., Lacetera, N., Nardone. A. 1997. Effects of heat stress on metabolic-nutritional status of Holstein cows. *Zootec Nutr Anim.* 23:3-15
- Ronchi, B., Bernabucci, U., Lacetera, N., Verini A., Supplizi., Nardone, A. 1999. Distinct and common effects of heat stress and restricted feeding on metabolic status of Holstein heifers. *Zoot Nutr Anim.* 25:11-20.
- Schneider, PL., Beede, K., Wilcox, CJ. 1986. Responses of Lactating Cows to Dietary Sodium Source and Quantity and Potassium Quantity During Heat Stress. *J Dairy Sci.* 69:99-110
- Silva, Nebra, Machado Silva, and Sanchez. 1998. The use of biomass residues in the brazilian soluble coffee industry. *Biomass and Bioenergy* 14: 457-467.
- Sontakke, U. and Bisitha, KS. 2013. Nutritional Management and Feeding Strategies for Lactating Dairy Cows Under Heat Stress. <https://en.engormix.com/dairy-cattle/forums/nutritional-management-feeding-strategies-t29624/>
- Tylutki, T. P., D. G. Fox, and M. McMahon. 2004. Implementation of nutrient management planning on a dairy farm. *The Professional Animal Scientist* 20(1):58-65.
- Wang, JP., Bu, DP., Wang, JQ., Huo, XK., Guo, TJ., Wei, HY., Zhou, LY., Rastani, RR., Baumgard, LH., Li, FD. 2010. Effect of saturated fatty acid supplementation on production and metabolism indices in heat-stressed mid-lactation dairy cows. *J Dairy Sci.* 93:4121-4127.
- Webinar Portal for Forestry and Natural Resources, 2014.
- Webster, AJF. 1970. Direct effects of cold weather on the energetic efficiency of beef production in different regions of Canada. *Canadian J. anim. sci.* 50:563-573.
- Webster, AJF. 1976. Effects of cold energy metabolism of sheep. *Progress in animal biometeorology.* Johnsen HD, editorI: Swets and Zeitlinger ;Amsterdam, The Netherland. 218-226. Part 1.
- West, JW., Mullinix, BG., Sandifer, TG. 1991. Changing dietary electrolyte balance for dairy cows in cool and hot environments. *J Dairy Sci.* 74:1662-1674.
- West, JW. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77:21-35.
- Wheelock, JB., Rhoads, RP., Vanbaale, MJ., Sanders, SR., Baumgard, LH. 2010. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *J Dairy Sci.* 93:644-655.
- Young, BA. 1981. Cold stress as it affects animal production. *J. Anim. sci.* 52:154-163.
- Zimbleman, RB., Rhoads, RP., Rhoads, ML., Duff, GC., Baumgard, LH., Collier, RJ. 2009.



A re-valuation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. In : Proceedings of the 24th Annual Southwest Nutrition and Management Conference; Arizona, USA. 158-168.

- 광원섭, 윤정식. 2003. 농산업부산물들에 대한 배출 현장 조사 및 사료적 가치평가. 동물자원과학회지. 45(2) 251-264.
- 관세청, 2017.
- 구교영. 2016. 농식품부산물의 거래 활성화를 위한 유통체계 구축 및 제도 개선. 농촌진흥청.
- 김준봉. 2016. 감 껍질 및 광물질 사료 첨가 급여가 후기 비육돈에 미치는 영향. 경북대학교 농학석사 학위논문.경북대학교.
- 김방글. 2015. 파프리카, 토마토 및 배추부산물의 첨가가 반추위 발효성상에 미치는 영향. 순천대학교 일반대학원 석사학위 논문. 순천대학교.
- 나영준. 2017. 파인애플 부산물의 사료가치 평가 및 거세 한우의 생산성에 미치는 영향. 건국대학교 일반대학원 박사학위 논문. 건국대학교.
- 성경일. 1998. 조사료의 확보방안 및 농산부산물의 활용. IMF 시대의 조사료대책 심포지엄.
- 이종섭, 박은희, 권세영, 여수환, 김명동, 2014. 효모를 이용한 에탄올 생산을 위한 감껍질 전처리조건의 최적화. Korean J. Microbiol. Biotechnol. (2014), 42(2), 202-206.
- 이윤희. 2012. 마늘부산물의 발생량 조사 및 반추가축 사료화 공법에 관한 연구. 건국대학교 일반대학원 석사학위논문. 건국대학교.
- 장하라. 2016. 바나나 및 양배추 부산물의 *in vitro* 발효 특성과 반추위 *in situ* 소실을 평가. 건국대학교 일반대학원 석사학위논문. 건국대학교.
- 통계청. 2017.
- 한상익, 남민희, 김상열, 장기창, 오성환, 서우덕, 나지은. 2012. 벼 부산물의 변신 - 다양한 신소재로의 이용 -. 농촌진흥청 인테러뱅 vol. 65.
- 한국농수산물유통공사. 2017. 밀착포커스! 제철농사산물 -멜론
- 한국무역협회. 2017.
- 한국농촌경제연구원,2017. 과일(수입과일) 2017년 10월. 농업관측본부.
- 한국농촌경제연구원, 2017. 농업전2017-미래를 향산 농업·농촌, 변화와 도전.
- 한국표준사료성분표. 2012. 국립축산과학원. 농촌진흥청.
- 한국가축사양표준-한우. 2012. 국립축산과학원. 농촌진흥청.
- KREI. 2017. 축산관측-한육우 3월호. 한국농촌경제연구원 농업관측본부.

[별첨 1]

# 사양관리 시스템

## 사용자 메뉴얼

2018. 02. 05

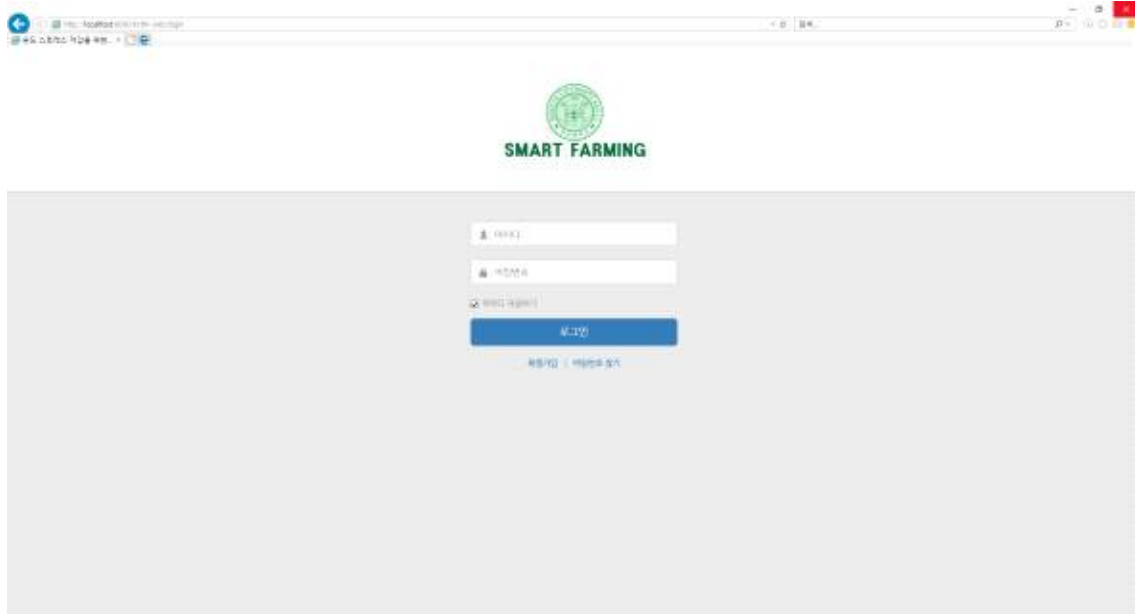
# 목차

목차 .....	452
<b>1 Main .....</b>	<b>453</b>
1.1 로그인 .....	453
<b>2 HOME .....</b>	<b>453</b>
2.1 HOME 목록 .....	453
2.1.1 노트 등록 .....	454
2.1.2 노트 수정 .....	454
<b>3 개체 관리 .....</b>	<b>455</b>
3.1 개체 목록 .....	455
3.1.1 개체 등록 .....	456
3.1.2 개체 상세정보 .....	457
3.1.3 개체 그룹 .....	457
3.1.4 개체 도축 .....	458
3.2 비육우 목록 .....	458
3.2.1 비육우 상세정보 .....	459
3.2.2 비육우 도축 .....	459
3.3 번식우 목록 .....	460
3.3.1 번식우 상세정보 .....	460
3.3.2 번식우 수정 .....	461
3.4 가축성적관리 목록 .....	461
3.4.1 가축성적관리 상세정보 .....	462
<b>4 환경 관리 .....</b>	<b>462</b>
4.1 모니터링 .....	462
4.2 영상 관리 .....	463
4.3 기간 조회 .....	463
<b>5 설정 .....</b>	<b>465</b>
5.1 센서노드 목록 .....	465
5.1.1 센서노드 등록 .....	465
5.2 제어기 목록 .....	466
5.2.1 제어기 등록 .....	466
5.3 카메라 목록 .....	467
5.3.1 카메라 등록 .....	467
5.4 센서알람 목록 .....	468
5.4.1 센서알람 등록 .....	468
5.4.2 센서알람 수정 .....	469
5.4.3 제어알람 목록 .....	469
5.4.4 제어알람 등록 .....	470
5.4.5 제어알람 수정 .....	470
5.5 임계치 목록 .....	471
5.5.1 임계치 등록 .....	471
<b>6 My Page .....</b>	<b>472</b>
6.1 사용자 정보 .....	472
6.1.1 사용자 수정 .....	472
6.2 농장 정보 .....	473
6.2.1 농장 등록 .....	473
6.2.2 농장 상세정보 .....	474
6.2.3 농장 수정 .....	474
6.2.4 축사 등록 .....	475

# 1 Main

## 1.1 로그인

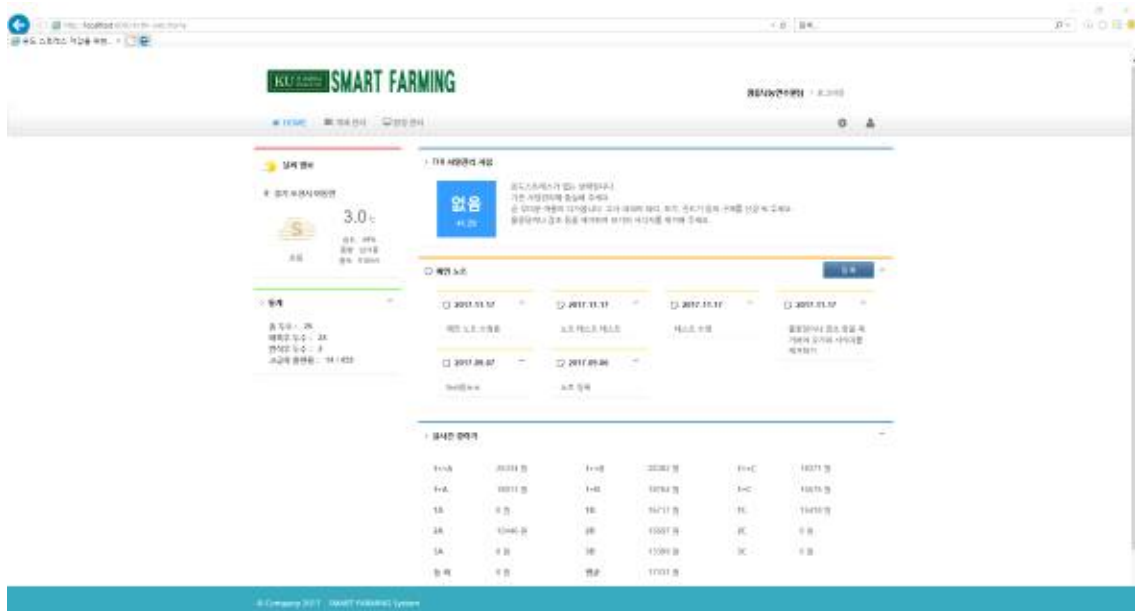
사양관리 시스템을 사용하기 위해서는 로그인이 반드시 필요하며, 해당 ID와 PASSWORD를 입력하여 로그인을 하여야 합니다.



## 2 Home

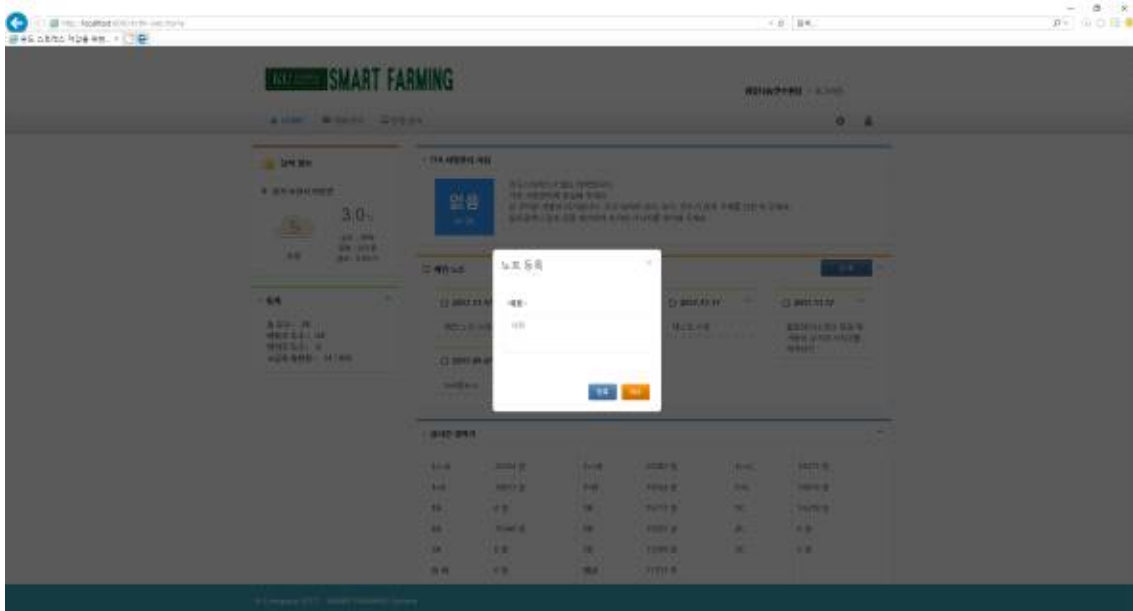
### 2.1 Home 목록

Home 목록에서는 저장된 농장 날씨정보, 통계, THI 사양관리 지침, 메인노트, 실시간 경락가를 확인할 수 있습니다.



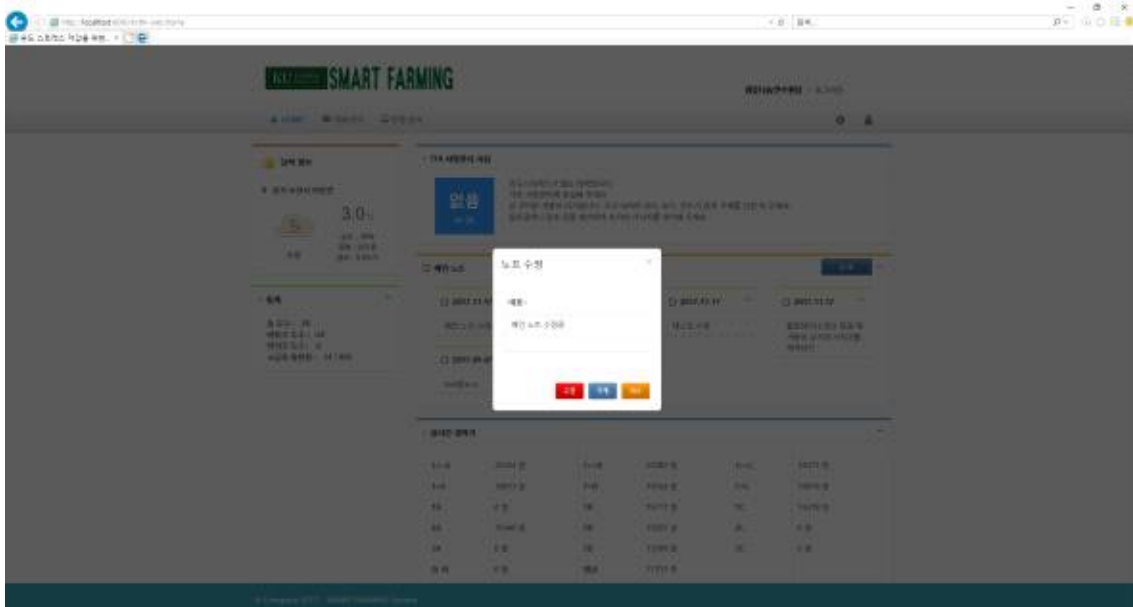
## 2.1.1 노트 등록

노트 등록은 노트할 내용을 입력하고 추가할 수 있습니다.



## 2.1.2 노트 수정

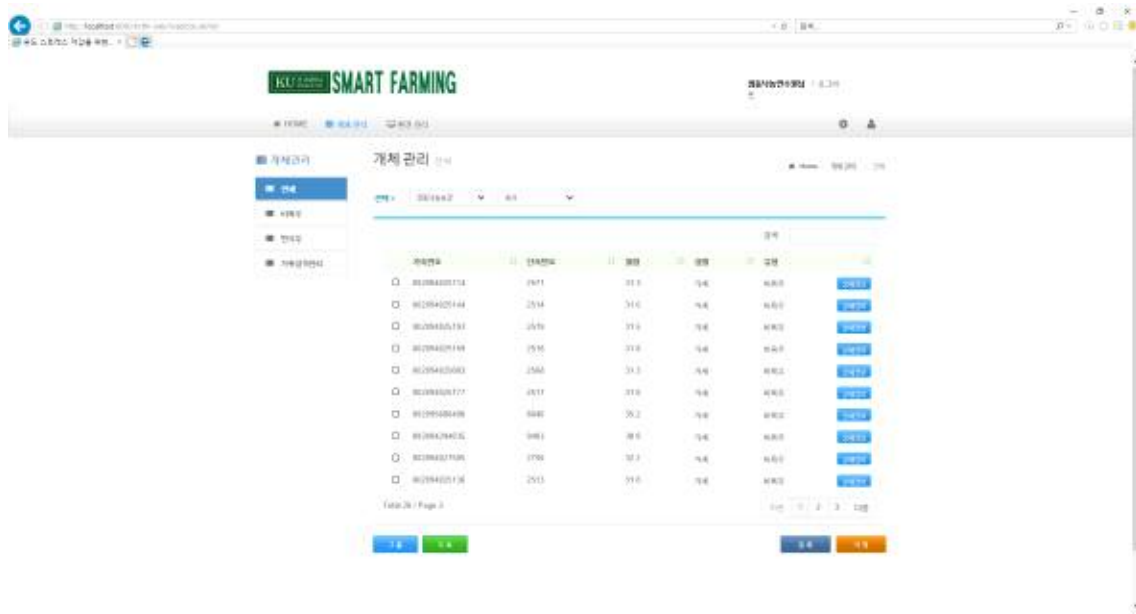
노트 수정은 선택한 노트의 내용을 확인할 수 있고 수정, 삭제 할 수 있습니다.



### 3 개체 관리

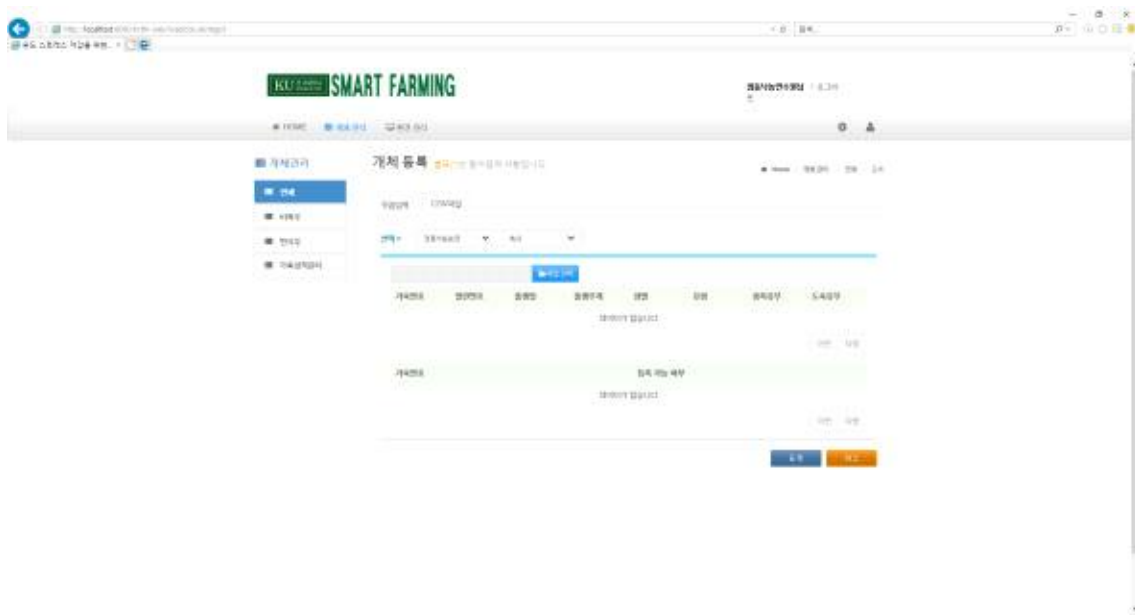
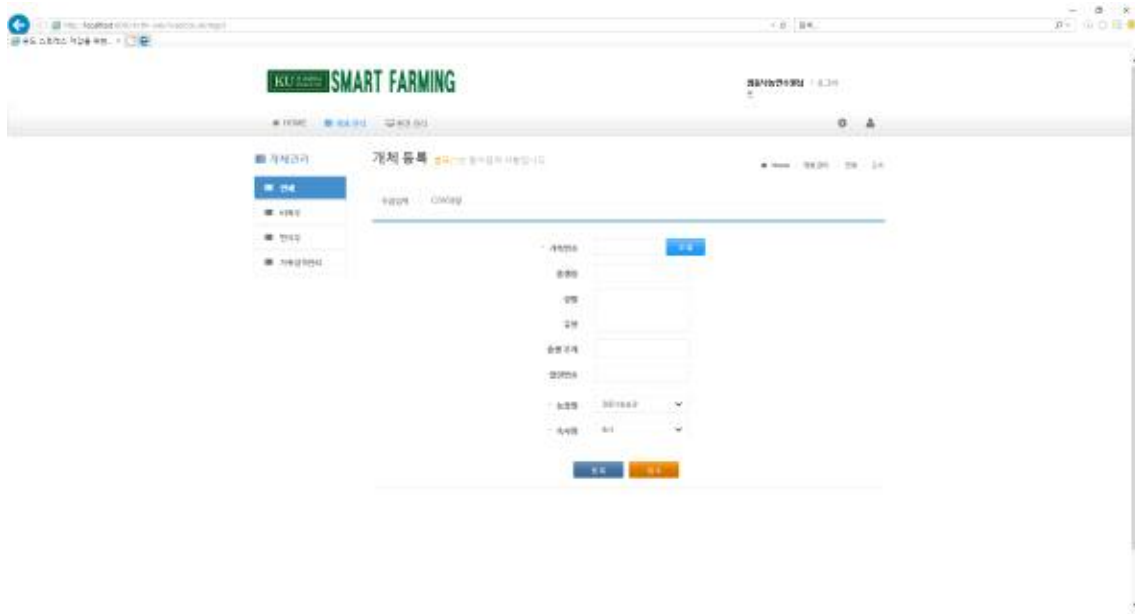
#### 3.1 개체 목록

개체 목록에서는 등록된 개체의 목록을 확인하고 개체 등록, 삭제, 그룹, 도축을 할 수 있으며 상세정보를 볼 수 있습니다.



### 3.1.1 개체 등록

개체 등록은 개체의 정보를 입력하여 직접등록과 csv파일 등록으로 추가할 수 있습니다.



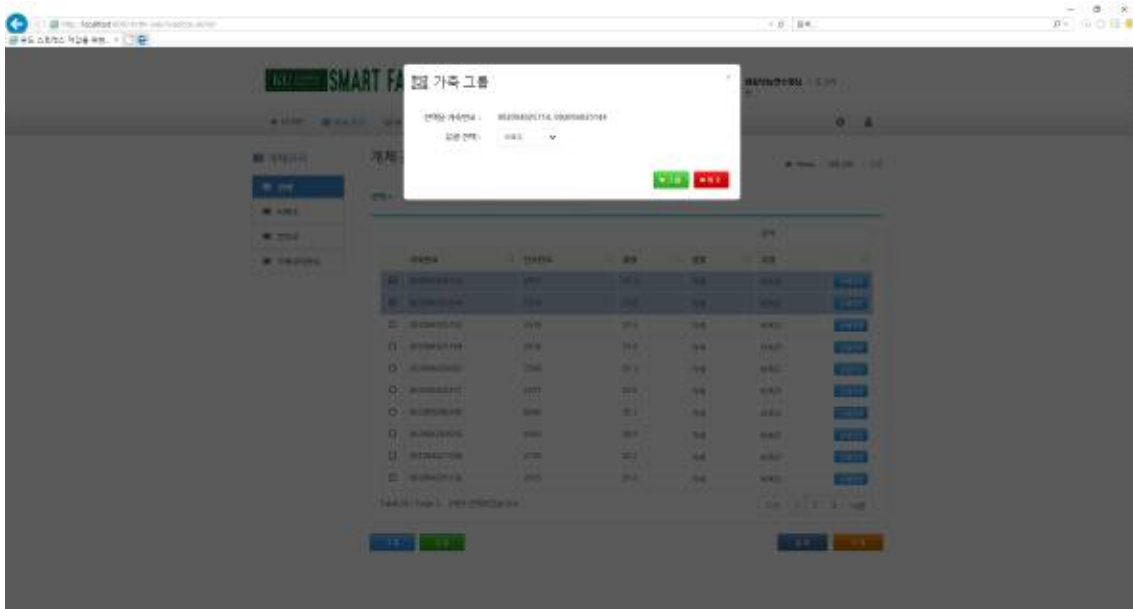
### 3.1.2 개체 상세정보

개체 상세정보는 선택한 개체의 정보를 보여주는 페이지입니다.



### 3.1.3 개체 그룹

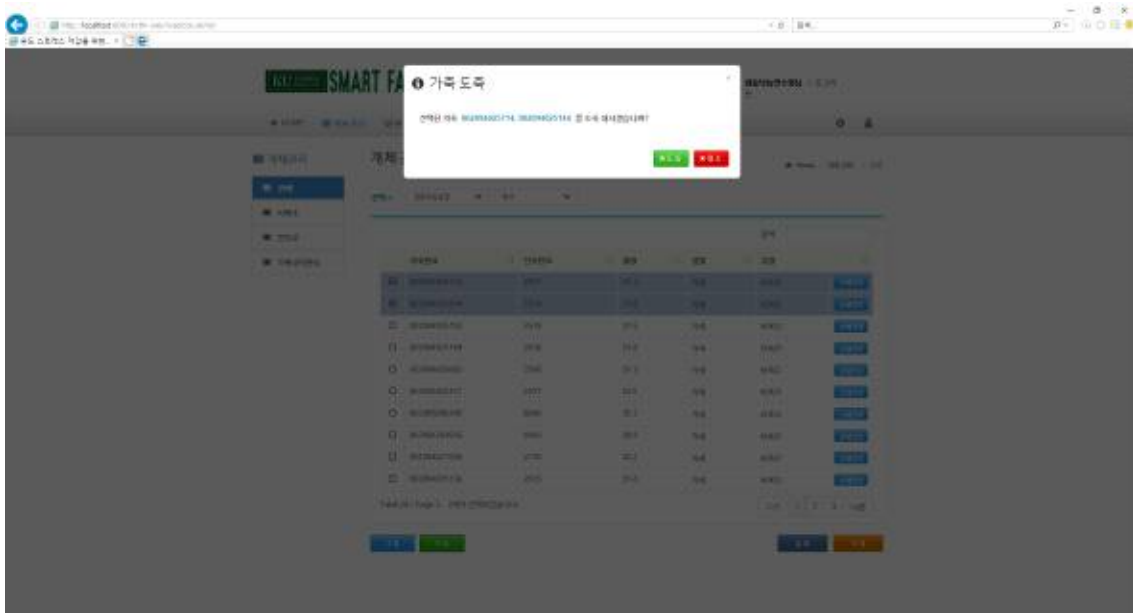
개체 그룹은 선택한 개체들을 그룹화를 할 수 있습니다.





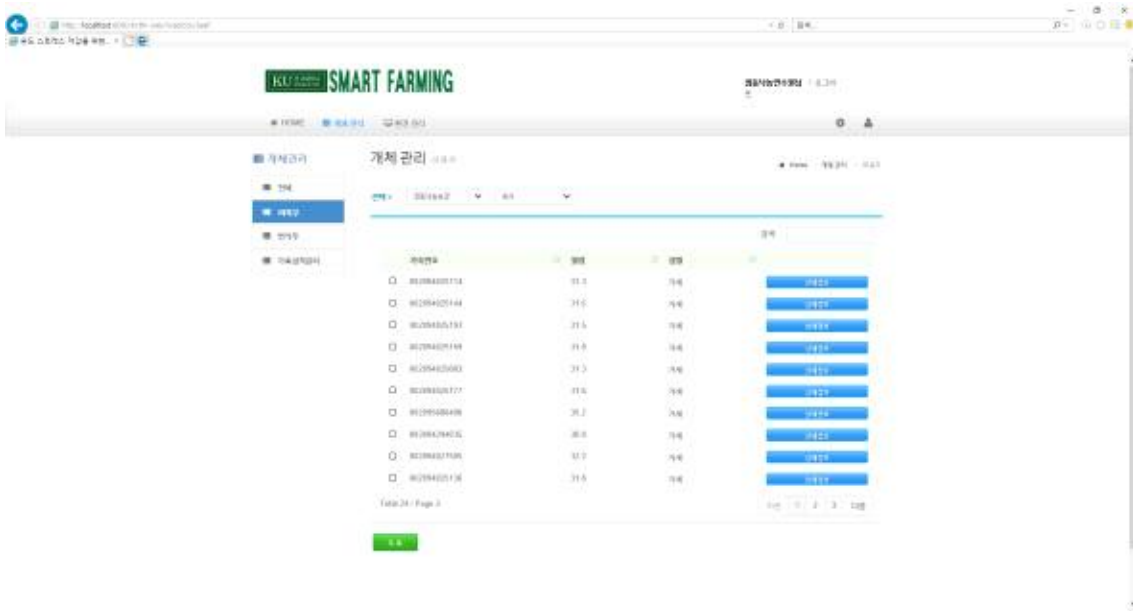
### 3.1.4 개체 도축

개체 도축은 선택한 개체들을 도축할 수 있습니다.



### 3.2 비육우 목록

비육우 목록에서는 등록된 비육우의 목록을 확인하고 상세정보를 볼 수 있으며 도축할 수 있습니다.



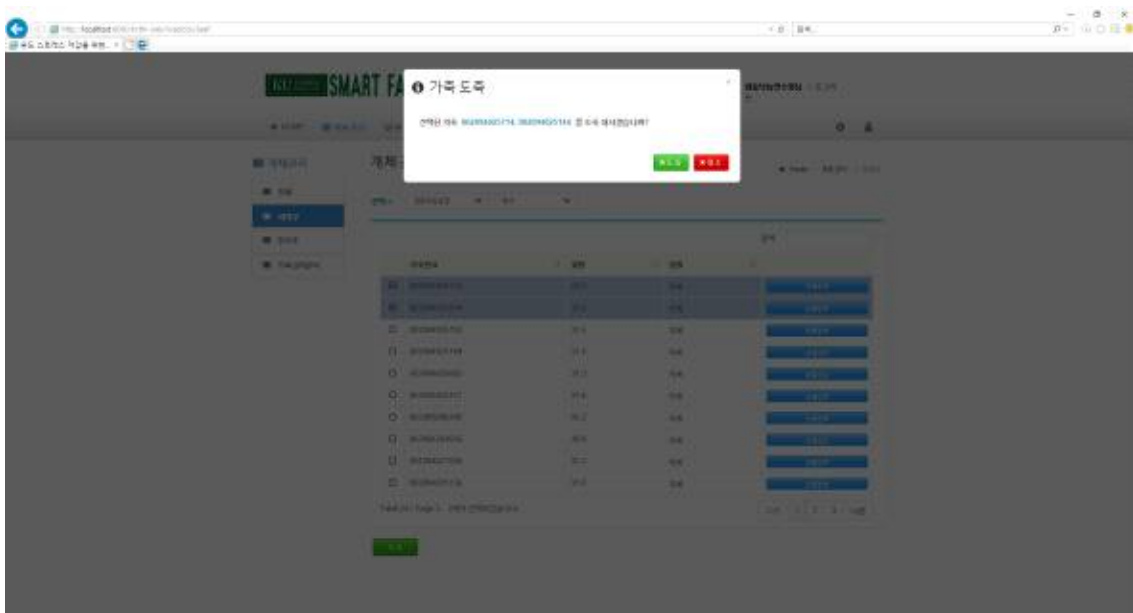
### 3.2.1 비육우 상세정보

비육우 상세정보는 선택한 비육우의 정보를 보여주는 페이지입니다.



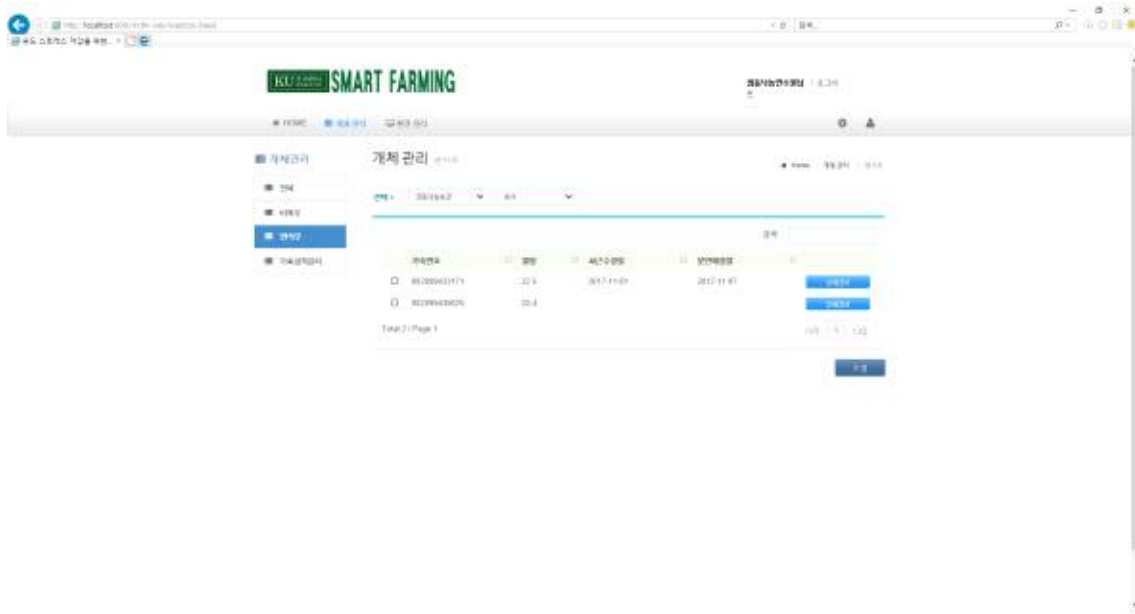
### 3.2.2 비육우 도축

비육우 도축은 선택한 개체들을 도축할 수 있습니다.



### 3.3 번식우 목록

번식우 목록에서는 등록된 번식우의 목록을 확인하고 상세정보를 볼 수 있으며 수정할 수 있습니다.



#### 3.3.1 번식우 상세정보

번식우 상세정보는 선택한 번식우의 정보를 보여주는 페이지입니다.





### 3.4.1 가축성적관리 상세정보

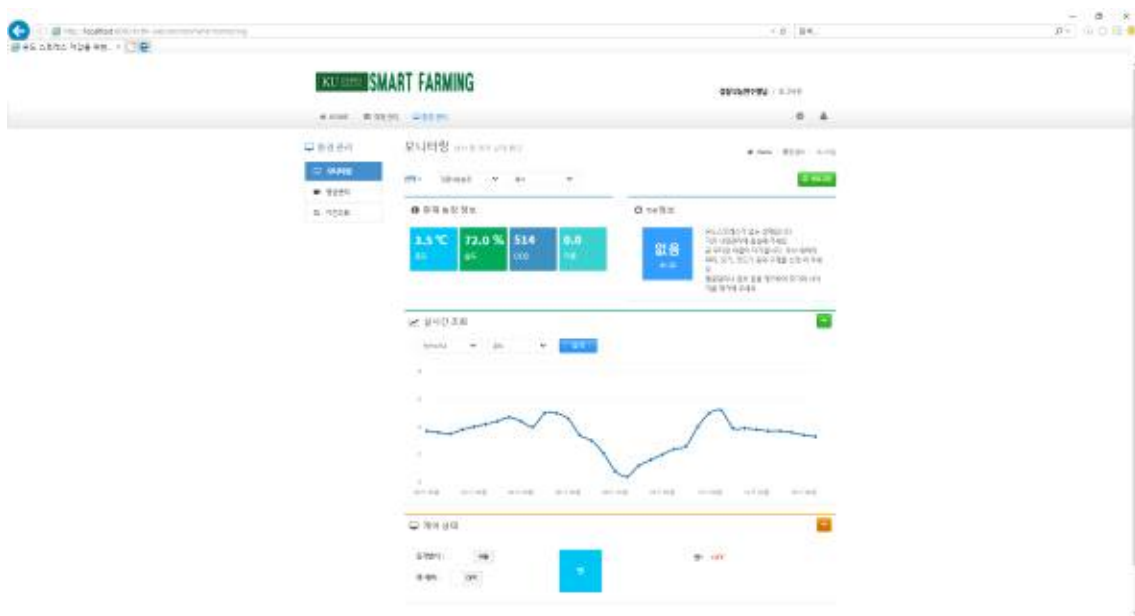
가축성적관리 상세정보는 선택한 개체의 정보를 보여주는 페이지입니다.



## 4 환경 관리

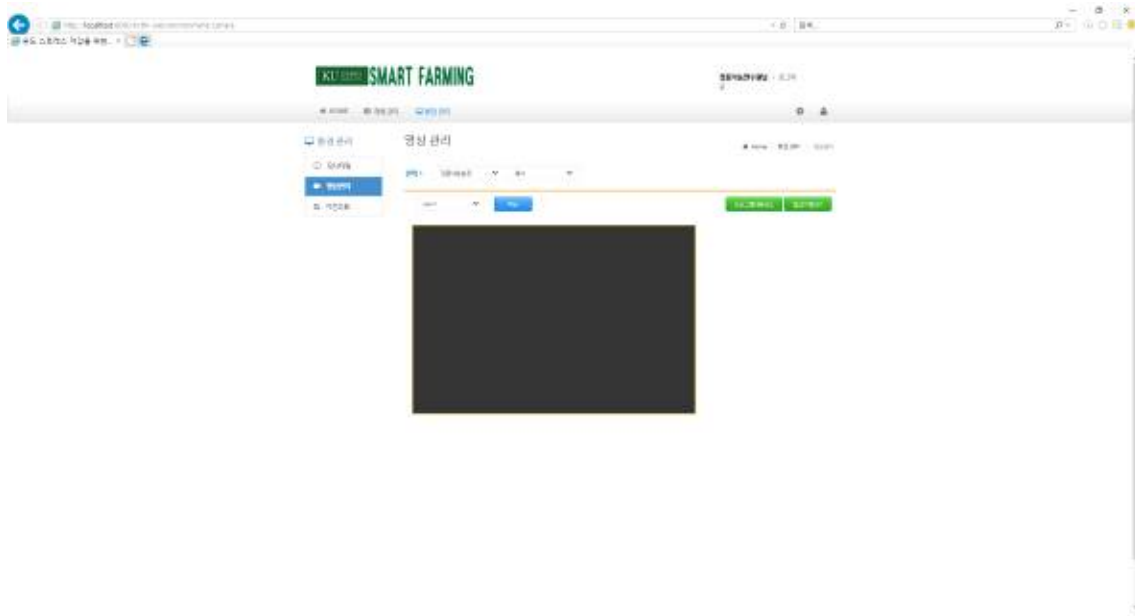
### 4.1 모니터링

모니터링에서는 현재 농장 정보, THI정보, 실시간 조회, 제어상태를 확인할 수 있습니다.



## 4.2 영상관리

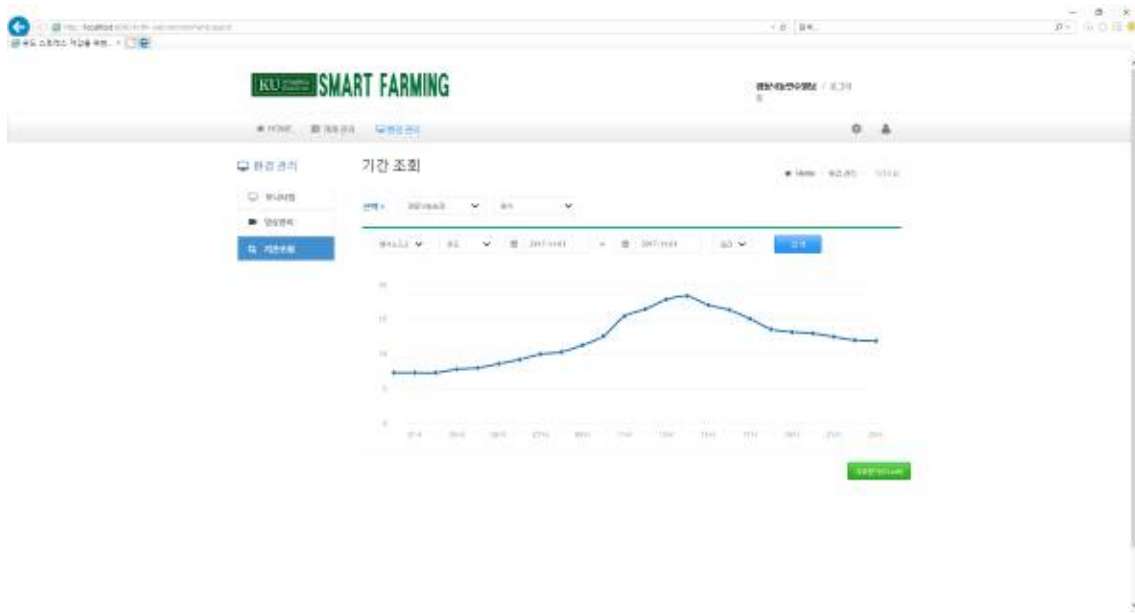
영상관리는 실시간으로 영상을 확인할 수 있으며, 영상 기록보기를 통해 저장된 영상을 볼 수 있습니다.



## 4.3 기간조회

기간조회는 장비와 센서유형, 날짜를 검색하여 볼 수 있습니다.

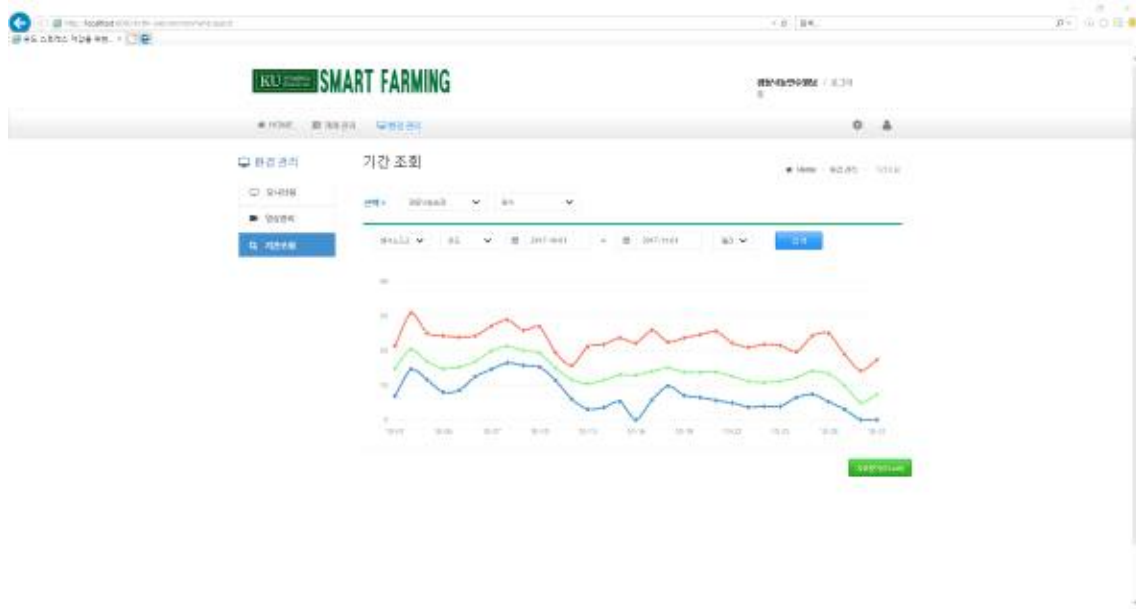
# 일간



## # 주간



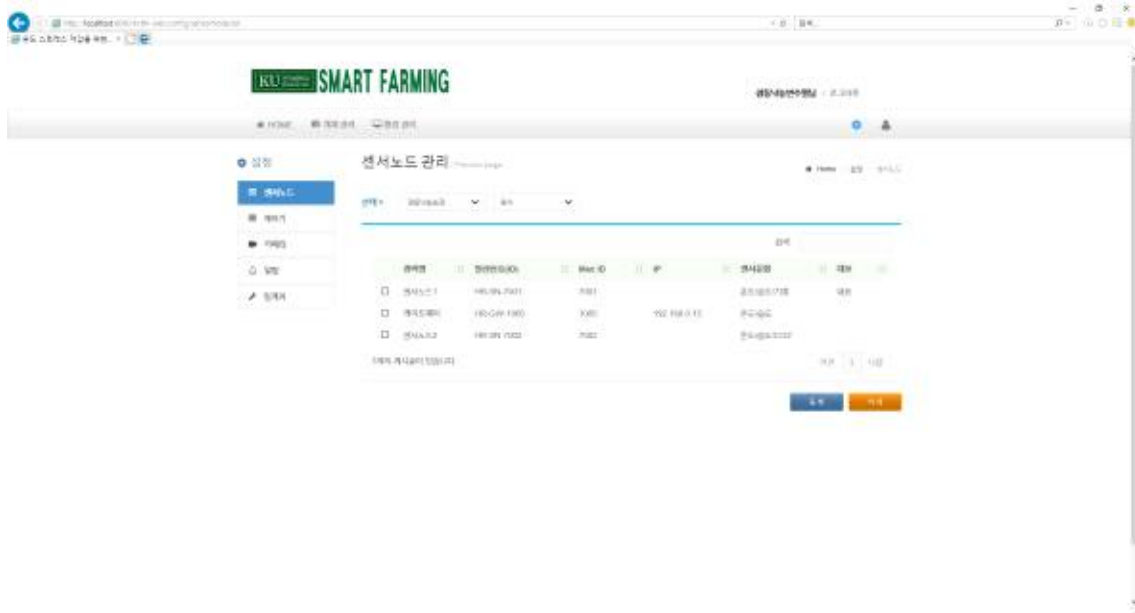
## # 월간



## 5 설정

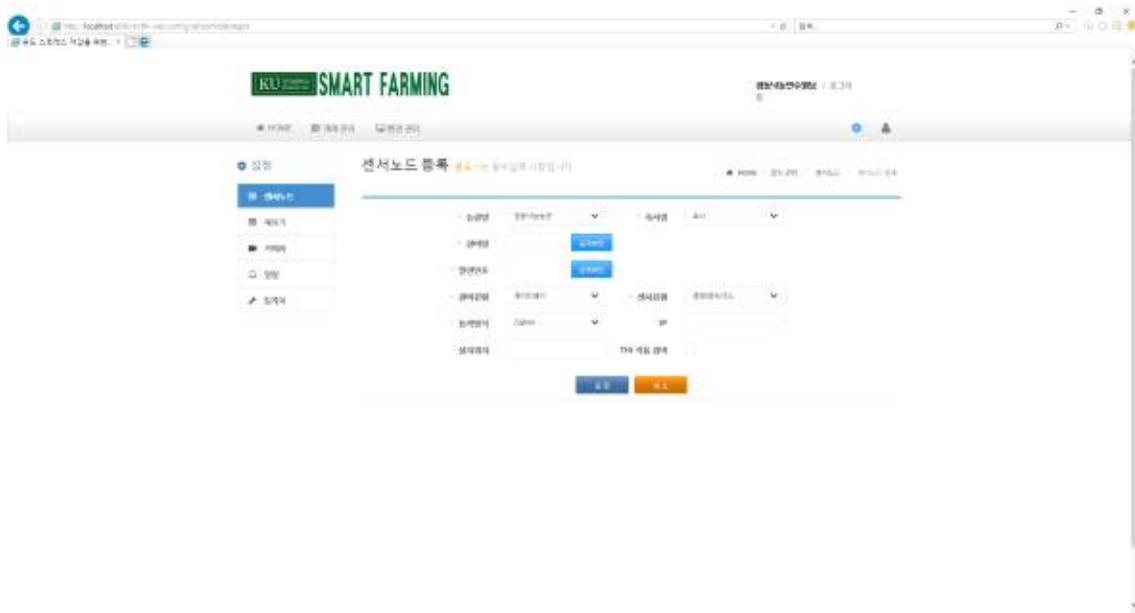
### 5.1 센서노드 목록

센서노드 목록에서는 등록된 센서노드의 목록을 확인할 수 있고 등록, 삭제 할 수 있습니다.



### 5.1.2 센서노드 등록

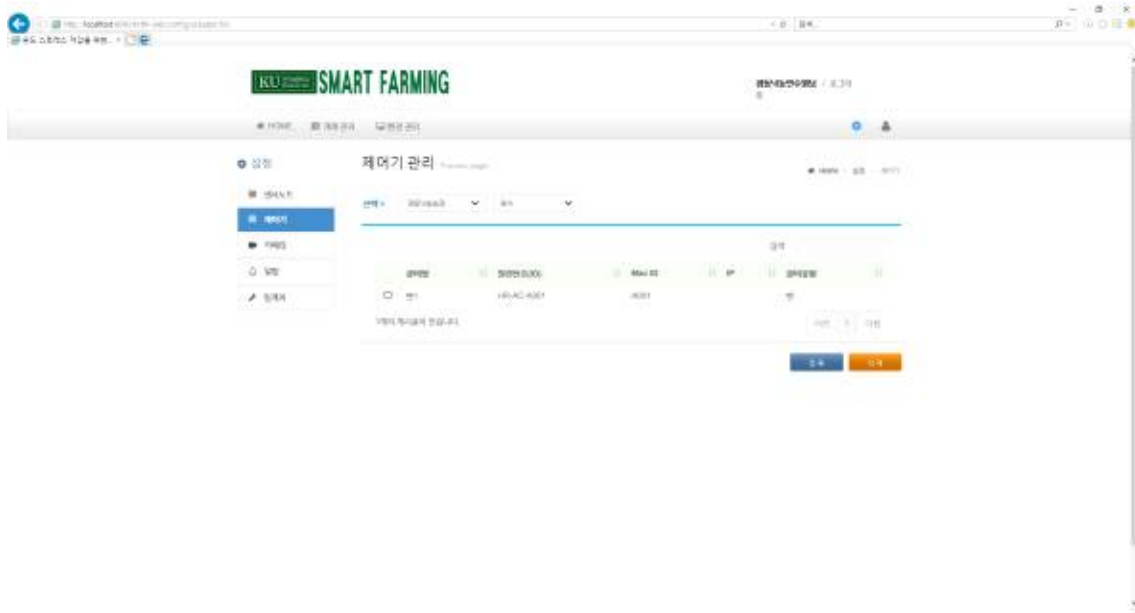
센서노드 등록은 센서노드의 정보를 입력하고 추가할 수 있습니다.





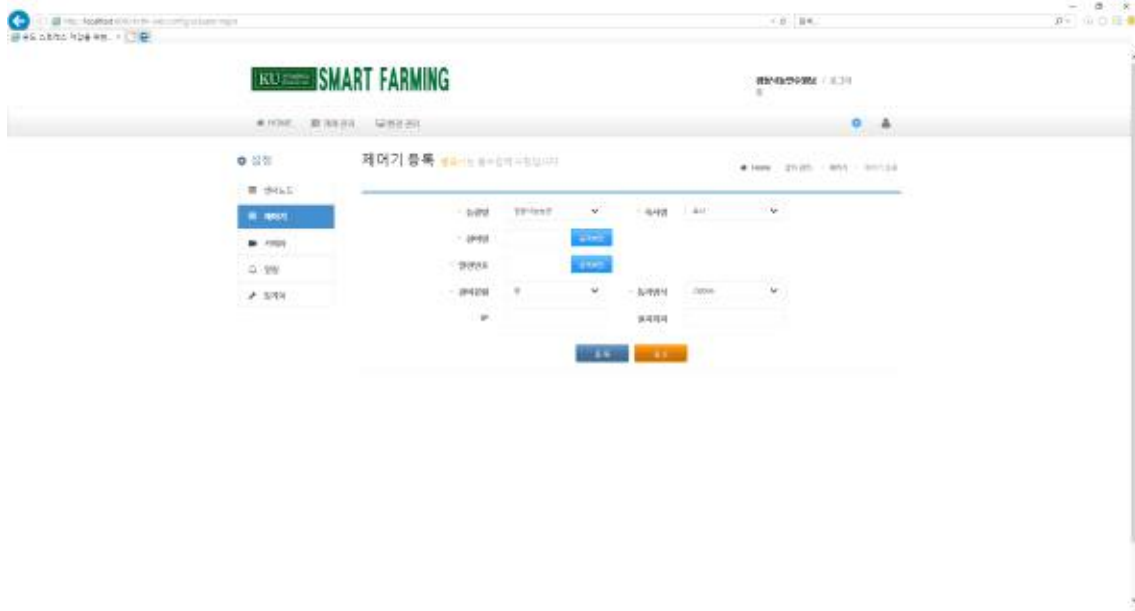
## 5.2 제어기 목록

제어기 목록에서는 등록된 제어기의 목록을 확인할 수 있고 등록, 삭제 할 수 있습니다.



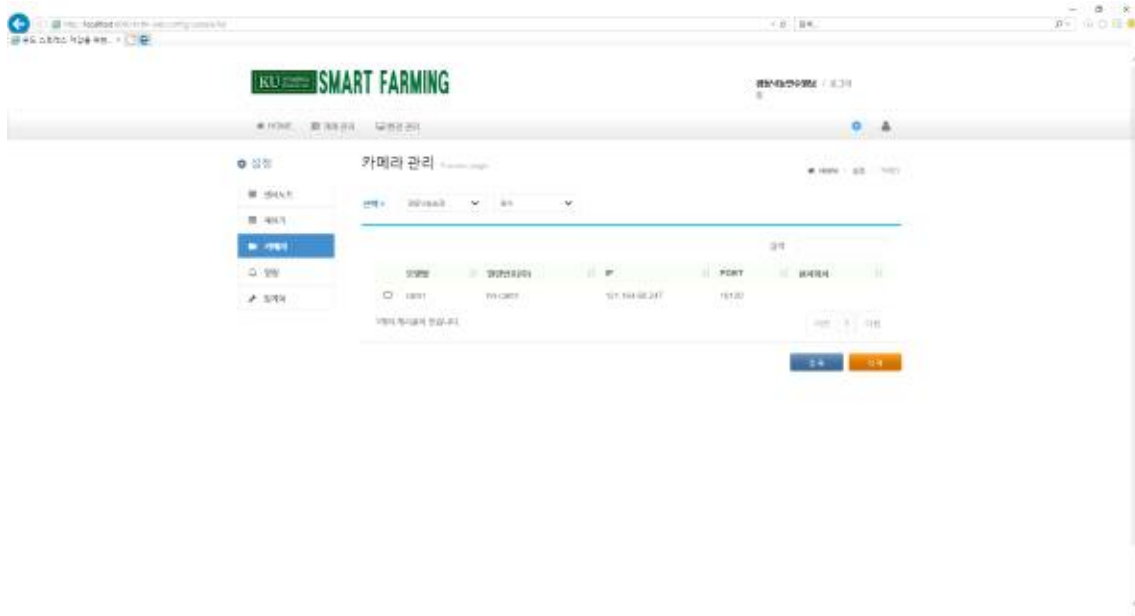
### 5.2.1 제어기 등록

제어기 등록은 제어기의 정보를 입력하고 추가할 수 있습니다.



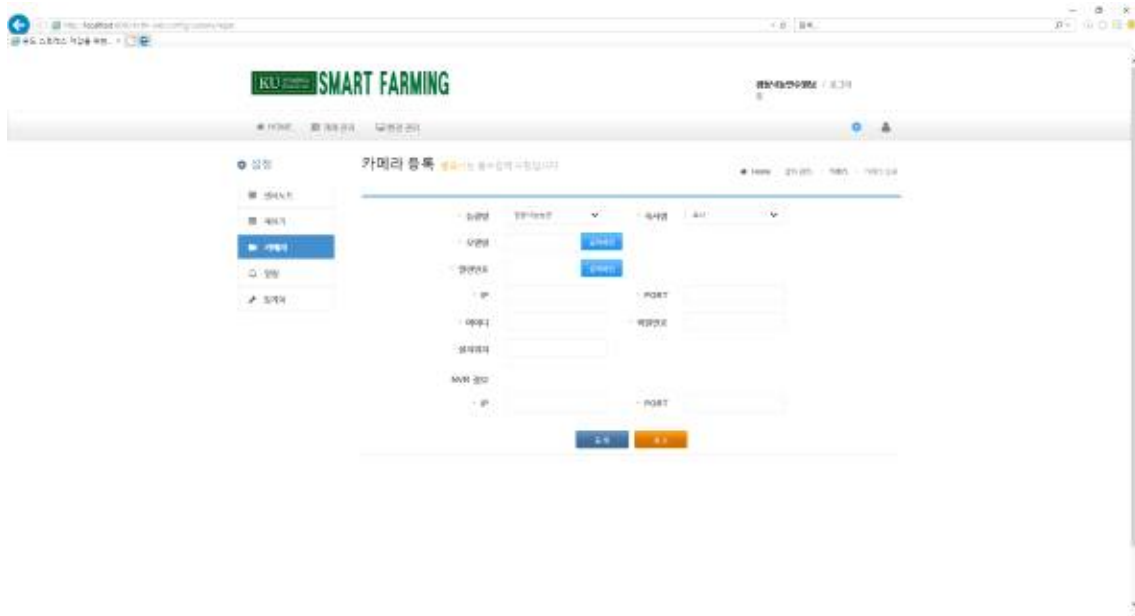
### 5.3 카메라 목록

카메라 목록에서는 등록된 카메라의 목록을 확인할 수 있고 등록, 삭제 할 수 있습니다.



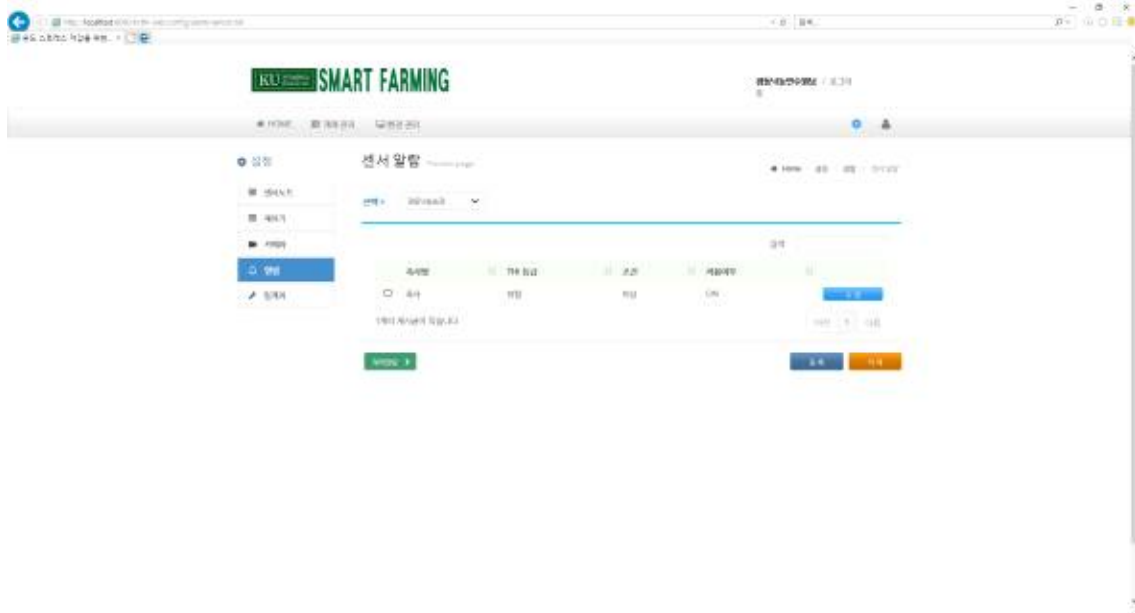
#### 5.3.1 카메라 등록

카메라 등록은 카메라의 정보를 입력하여 추가할 수 있습니다.



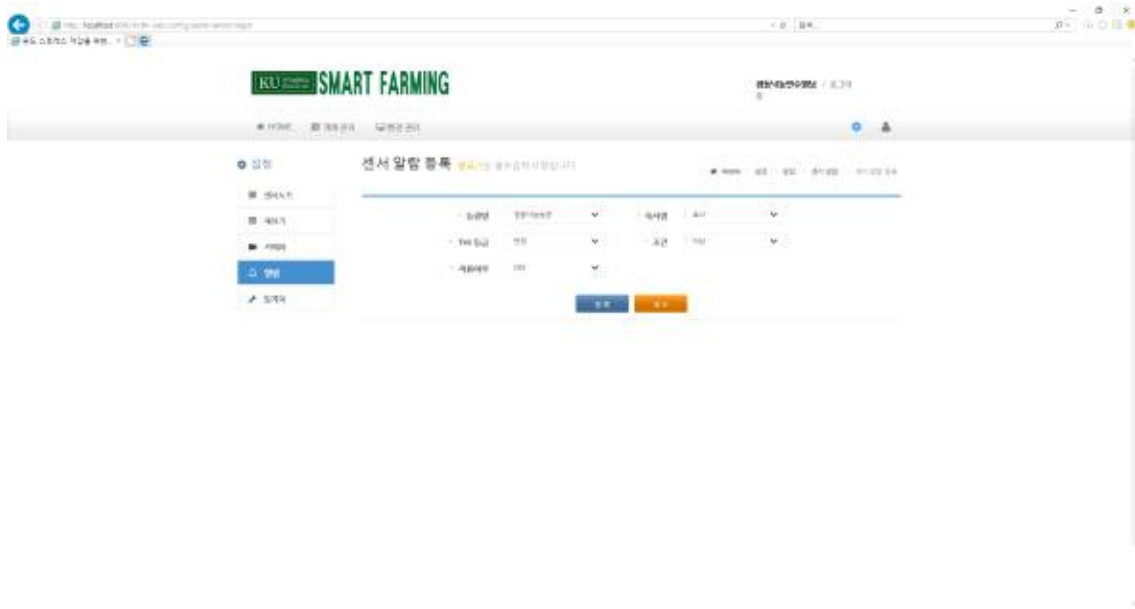
## 5.4 센서알람 목록

센서알람 목록에서는 등록된 센서알람 목록을 확인하고 추가, 삭제, 수정을 할 수 있습니다.



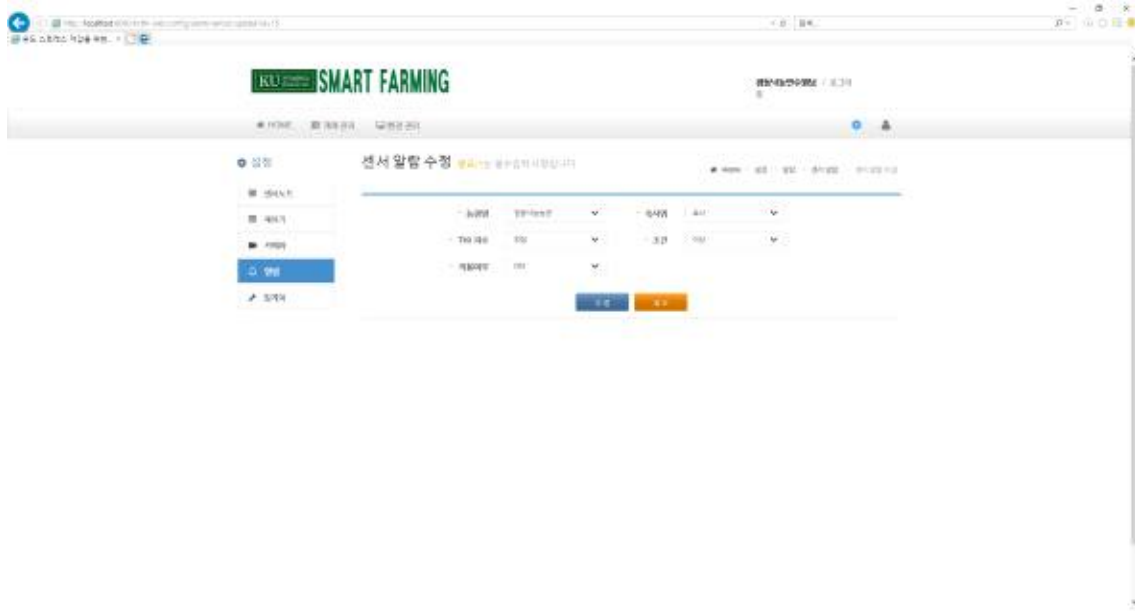
### 5.4.1 센서알람 등록

센서알람 등록은 센서알람 정보를 입력하고 추가할 수 있습니다.



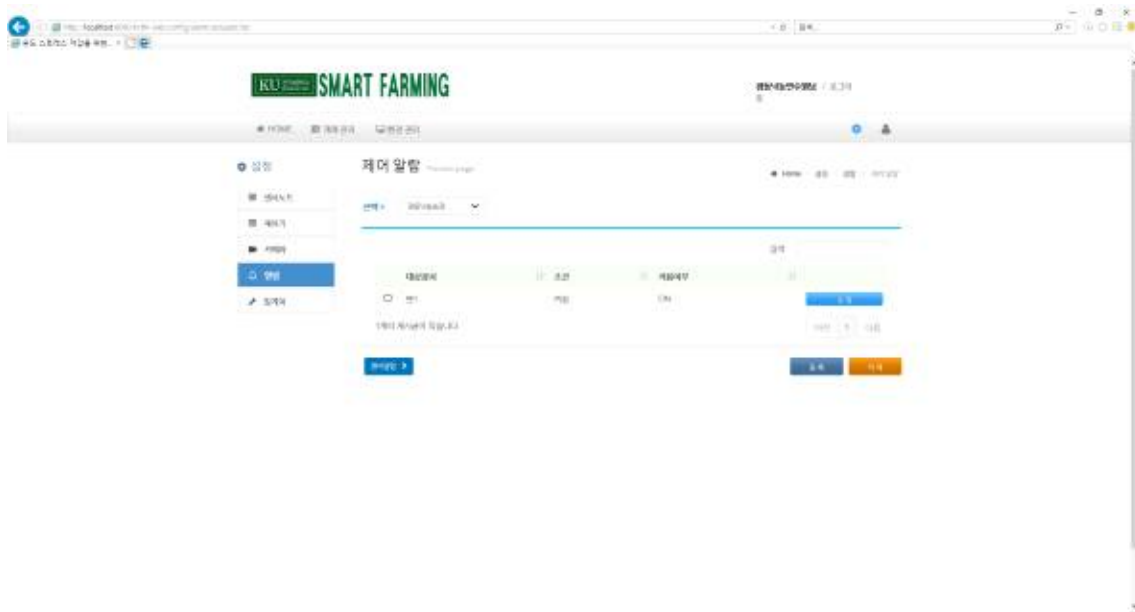
### 5.4.2 센서알람 수정

센서알람 수정은 선택한 센서알람의 정보를 수정할 수 있습니다.



### 5.4.3 제어알람 목록

제어알람 목록에서는 등록된 제어알람 목록을 확인하고 추가, 삭제, 수정을 할 수 있습니다.



#### 5.4.4 제어알람 등록

제어알람 등록은 제어알람 정보를 입력하고 추가할 수 있습니다.



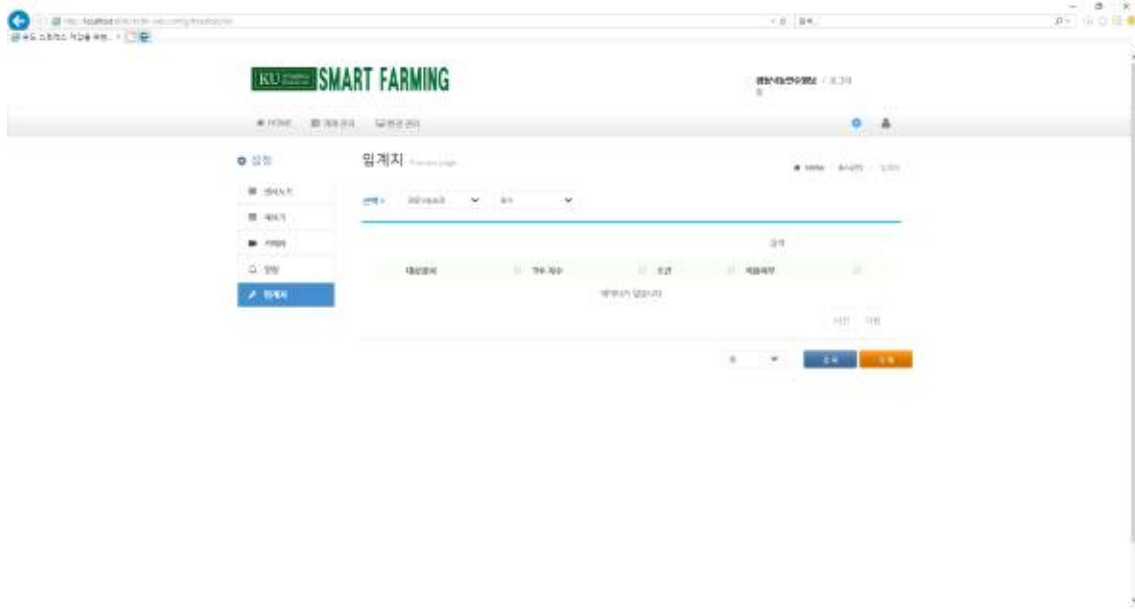
#### 5.4.5 제어알람 수정

제어알람 수정은 선택한 제어알람의 정보를 수정할 수 있습니다.



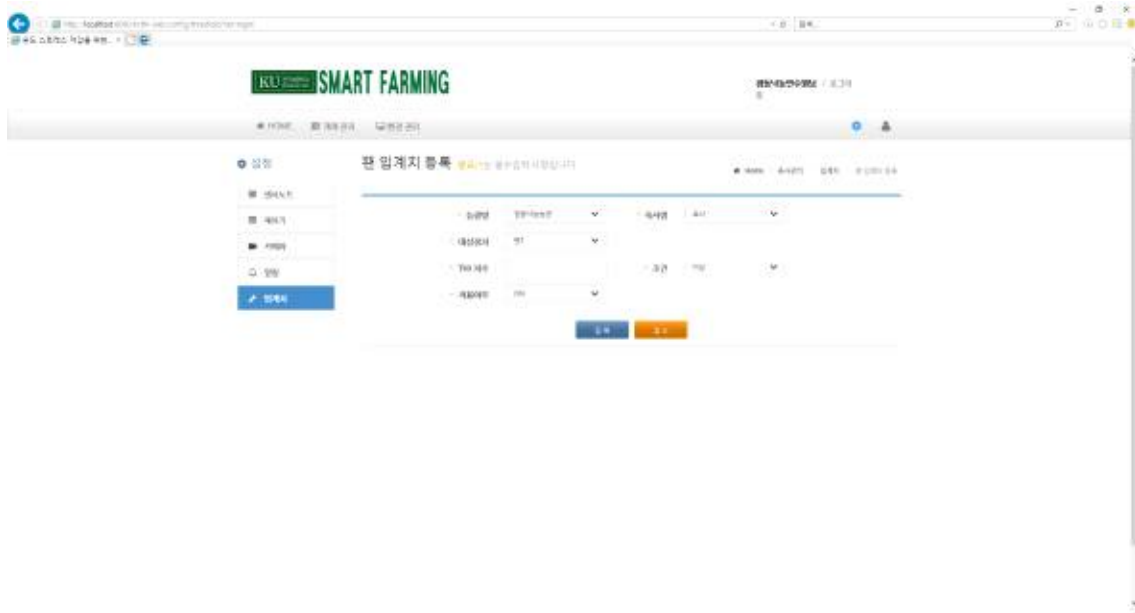
## 5.5 임계치 목록

임계치 목록에서는 등록된 임계치 목록을 확인하고 추가, 삭제할 수 있습니다.



### 5.5.1 임계치 등록

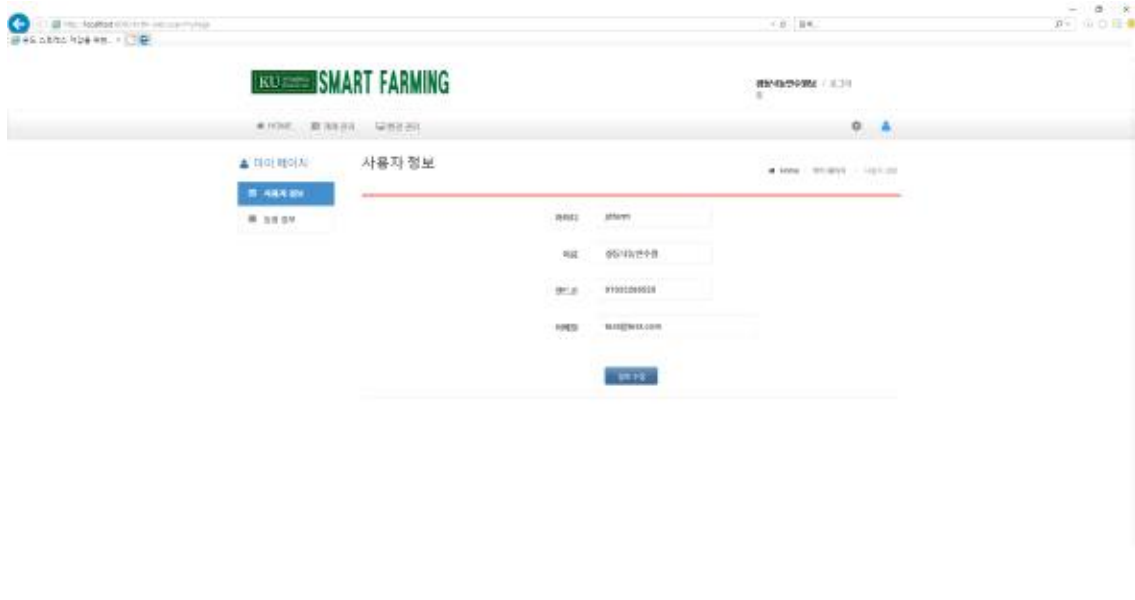
임계치 등록은 임계치의 정보를 입력하고 추가할 수 있습니다.



## 6 My Page

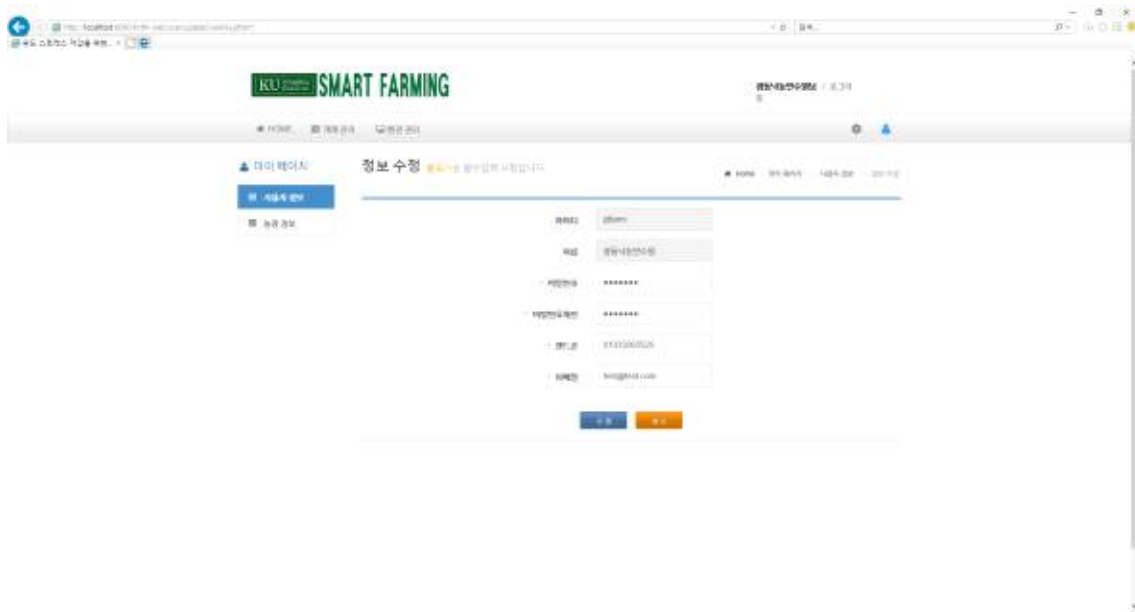
### 6.1 사용자 정보

사용자 정보에서는 로그인한 자신의 정보를 확인하고 수정할 수 있습니다.



#### 6.1.1 사용자 수정

사용자 수정은 자신의 정보를 수정할 수 있습니다.



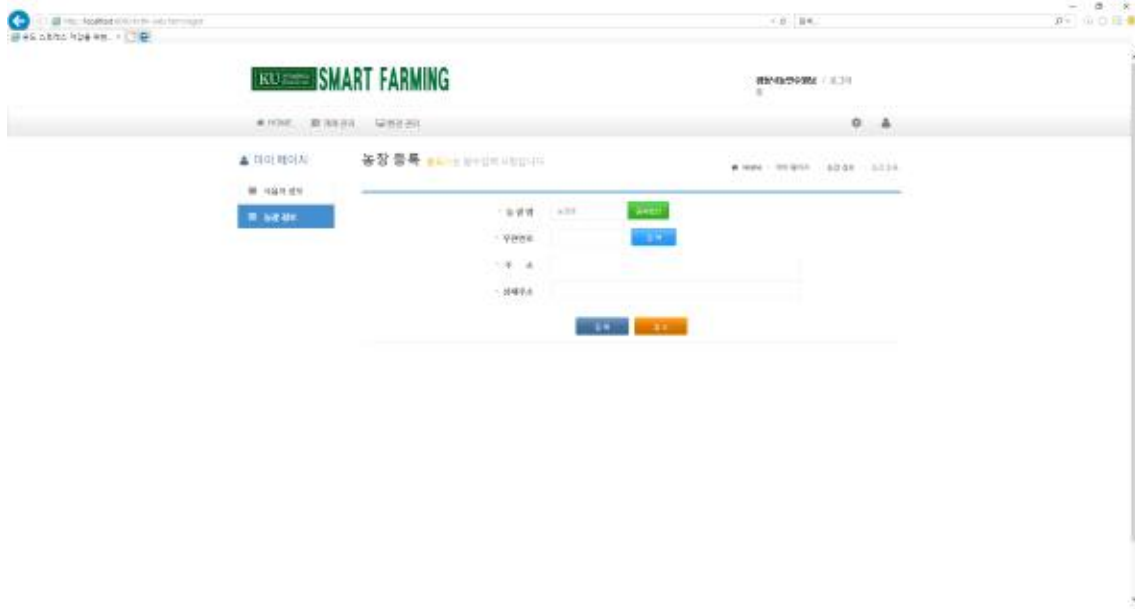
## 6.2 농장 정보

농장 정보는 저장된 농장의 정보를 보여주고 추가, 삭제, 상세정보를 확인할 수 있습니다.



### 6.2.1 농장 등록

농장 등록은 농장의 정보를 입력하고 추가할 수 있습니다.





## 6.2.2 농장 상세정보

농장 상세정보는 농장의 정보를 확인, 수정하고 축사정보도 확인할 수 있습니다.

The screenshot shows the '농장 상세정보' (Farm Detailed Information) page. The page is divided into two main sections: '농장 정보' (Farm Information) and '축사 정보' (Stable Information).

**농장 정보 (Farm Information):**

- 농장명 (Farm Name): 김대우농장
- 농장번호 (Farm No.): 11112
- 주소 (Address): 경기도 고양시 덕양구 관세자선로

**축사 정보 (Stable Information):**

구분	축사명	상태	비고
0	000		

Buttons: [추가] [삭제]

## 6.2.3 농장 수정

농장 수정은 농장의 정보를 수정할 수 있습니다.

The screenshot shows the '농장 정보 수정' (Farm Information Modification) page. The page is divided into two main sections: '농장 정보 수정' (Farm Information Modification) and '축사 정보' (Stable Information).

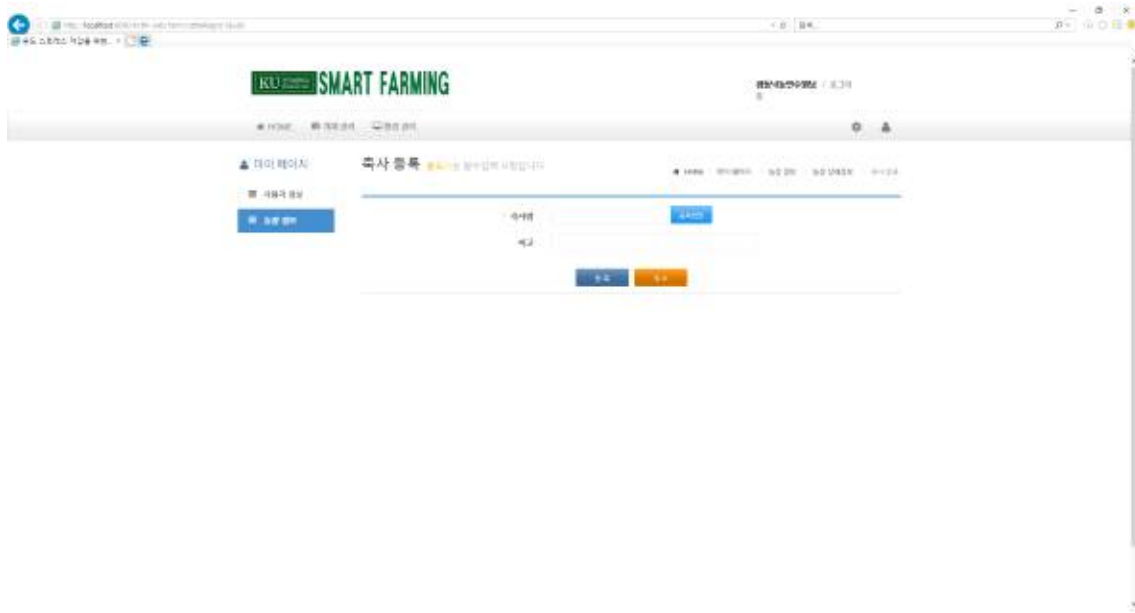
**농장 정보 수정 (Farm Information Modification):**

- 농장명 (Farm Name): 김대우농장
- 농장번호 (Farm No.): 11112
- 주소 (Address): 경기도 고양시 덕양구 관세자선로

Buttons: [추가] [삭제]


## 6.2.4 축사 등록

축사 등록은 축사의 정보를 입력하고 추가할 수 있습니다.



# # 모바일

## 1 로그인



**SMART FARMING**

아이디 저장하기

[회원가입](#) | [비밀번호 찾기](#)

## 2 Home



한우 사양시스템

---

 날씨 정보

📍 경기 포천시 아동면



흐리고 눈

-1.7℃

습도: 69%  
풍향: 남풍  
풍속: 0.8m/s

---

> 통계

총 두수 : 26

© Company 2017 SMART FARMING System

> 통계

총 두수 : 26  
비육우 두수 : 24  
번식우 두수 : 2  
고급육 출현율 : 35 / 458

---

> THI 사양관리 지침

없음

33.43

온도스트레스가 없는 상태입니다.  
기존 사양관리에 충실해 주세요.  
곧 무더운 여름이 다가옵니다. 우사 내외의 파리, 모기, 진드기 등의 구제를 신경 써 주세요.  
물웅덩이나 잡초 등을 제거하여 모기의 서식지를 제거해 주세요.

---

메인 노트 등록

---

2017-11-17

메인 노트 수정증

© Company 2017 SMART FARMING System

메인 노트 등록

---

2017-11-17

메인 노트 수정증

---

2017-09-07

test중중중

---

2017-11-17

---

2017-09-06

---

2017-11-17

---

2017-11-17

© Company 2017 SMART FARMING System

test중중중

---

2017-11-17

---

2017-09-06

---

2017-11-17

---

2017-11-17

---

> 실시간 경락가

1++A	0 원	1++B	0 원	1++C	0 원
1+A	18439 원	1+B	0 원	1+C	1710
1A	17399 원	1B	0 원	1C	0 원
2A	0 원	2B	15126 원	2C	0 원
3A	0 원	3B	0 원	3C	0 원

© Company 2017 SMART FARMING System

### 3 개체 관리

#### 3.1 전체

한우 사양시스템

개체관리

- 전체
- 비육우
- 번식우
- 가축성적관리

개체 관리 전체

선택 > 경동낙농농장 | 축사

검색:

가축번호	단축번호
002094025714	2571

월령 31.4  
성별 거세  
유형 비육우

상세정보

- + 002094025144 2514
- + 002094025193 2519
- + 002094025169 2516
- + 002094025683 2568
- + 002094025177 2517
- + 002095680408 8040
- + 002094294035 9403
- + 002094027505 2750

### 3.1.1 상세정보

개체 상세정보

×

---

≡ 이력정보

이력번호	재부착식별번호	출생년월일	월령	종류	성별
410002094025714	-	2015-04-11	31.4	비육우	거세

≡ 신고정보

No	소유주	신고구분	년월일	사육지
1	김희동	전산등록	20150511	경기도 포천시 이동면 화동로
2	김희동	도축출하	20170916	경기도 포천시 이동면 화동로

1 김희동 전산등록 20150511 경기도 포천시 이동면 화동로

2 김희동 도축출하 20170916 경기도 포천시 이동면 화동로

이전 1 다음

---


≡ 접종정보

구제역접종일	구제역접종경과일	구제역접종차수	질병유무	브루셀라접종일	브루셀라접종유무
20170905	접종 후 11일 경과	3차		20150916	음성

× 닫기

- 479 -

### 3.2 비육우



한우 사양시스템

개체관리

- 전체
- 비육우
- 번식우
- 가축성적관리

개체 관리 비육우

선택 > 경동낙농농장 ▼ 육사 ▼

검색:

가축번호	월령
<span style="color: blue;">+</span> 002094025714	31.4

가축번호	월령
<span style="color: red;">- ✓</span> 002094025714	31.4

성별      거세

상세정보

<span style="color: blue;">+</span> 002094025144	31.7
<span style="color: blue;">+</span> 002094025193	31.6
<span style="color: blue;">+</span> 002094025169	31.9
<span style="color: blue;">+</span> 002094025683	31.4
<span style="color: blue;">+</span> 002094025177	31.7
<span style="color: blue;">+</span> 002095680408	35.3
<span style="color: blue;">+</span> 002094294035	38.9
<span style="color: blue;">+</span> 002094027505	32.3
<span style="color: blue;">+</span> 002094025136	31.9

Total 24 / Page 3  
1개가 선택되었습니다.

이전
1
2
3
다음

### 3.2.1 상세정보

**개체 상세정보**
✕

---

≡ 이력정보

이력번호	재부착식별번호	출생년월일	월령	종류	성별
410002094025714	-	2015-04-11	31.4	비육우	거세

≡ 신고정보

№	소유주	신고구분	신고년월일	사육지
1	김희동	전산등록	20150511	경기도 포천시 이동면 화동로
2	김희동	도축출하	20170916	경기도 포천시 이동면 화동로


≡ 접종정보

구제역접종일	구제역접종경과일	구제역접종차수	질병유무	브루셀라접종일	브루셀라접종유무
20170905	접종 후 11일 경과	3차		20150916	음성

✕ Close



### 3.3 번식우



한우 사양시스템

**개체 관리**

- 전체
- 비육우
- 번식우
- 가축성적관리

**개체 관리** 번식우

선택 > 경동낙농농장 축사

---

검색:

가축번호	월령
+ 002099433171	22.6

**번식우**

가축성적관리

**개체 관리** 번식우

선택 > 경동낙농농장 축사

---

검색:

가축번호	월령
- ✓ 002099433171	22.6
<p>최근수정일 2017-11-01</p> <p>분만에정일 2017-11-07</p>	
<p style="background-color: #007bff; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">상세정보</p>	
+ 002099439025	20.5

Total 2 / Page 1  
1개가 선택되었습니다.

이전 1 다음

### 3.3.1 상세정보

#### 개체 상세정보

**이력정보**

이력번호	재부착식별번호	출생년월일	월령	종류	성별
410002099433171	-	2016-01-02	22.6	번식우	거세

**신고정보**

소유주	신고구분	년월일	사육지
1 김희동	전산등록	20160114	경기도 포천시 이동면 화동로


이전 1 다음

**접종정보**

구제역접종일	구제역접종경과일	구제역접종차수	질병유무	브루셀라접종일	브루셀라접종유무
20170905	검종후 76일 경과	4차		20160704	음성

Close

### 3.4 가축성적관리



한우 사양시스템

개체관리

- 전체
- 비육우
- 번식우
- 가축성적관리

#### 가축 성적 관리

선택 > 경동낙농농장 축사

검색:

가축번호	성별
<span style="color: blue;">+</span> 002307060477	거세

<span style="color: blue;">+</span> 002309874401	거세
<span style="color: blue;">+</span> 002095169062	거세
<span style="color: blue;">+</span> 002077482034	거세
<span style="color: blue;">+</span> 002077473179	거세
<span style="color: red;">-</span> <input checked="" type="checkbox"/> 002077482624	거세

도축개정일 20170314

출생일자 2014-04-11

등급명 1+

도체중량 0.0

육량지수 61

육량등급 C

위생검사 합격

상세정보

Total 458 / Page 46  
1개가 선택되었습니다.

이전	1	2	3	4	5	...
46	다음					

### 3.4.1 상세정보

#### 개체 상세정보

이력정보

이력번호	재부착식별번호	출생년월일	월령	종류	성별
410002077482624	-	2014-04-11	43.4	비육우	거세

신고정보

소유주	신고구분	년월일	사육지
1 김희동	전산등록	20140414	경기도 포천시 이동면 화동로
2 김희동	도축출하	20170314	경기도 포천시 이동면 화동로

#### 접종정보

구제역접종일	구제역접종경과일	구제역접종차수	질병유무	브루셀라접종일	브루셀라접종유무
20170211	점종 후 31일 경과	6차		20141017	음성

#### 도축정보

도축장명	도축일자	등급명	위생검사결과	도축장주소
협신식품	20170314	1+	합격	경기도 안양시 만안구 박달로

포장처리업소명	포장처리업소 주소
농업회사법인주식회사도모	충청남도 천안시 서북구 입장면 성진로

## 4 환경관리

### 4.1 모니터링

The screenshot displays the SMART FARMING monitoring interface. On the left, a navigation menu includes '환경 관리' (Environment Management) with sub-items '모니터링' (Monitoring), '영상관리' (Video Management), and '기간조회' (Period Search). The main content area is titled '모니터링' (Monitoring) and '센서 및 제어 상태 확인' (Check Sensor and Control Status). It features dropdown menus for '선택 >' (Select) with options '정동낙농농장' (Jeongdong Nongnongjang) and '축사' (Chuksa). Below this, the '현재 농장 정보' (Current Farm Information) section shows a temperature of 0.5 °C and humidity of 99.0%. On the right, the '실시간 조회' (Real-time Search) section has dropdowns for '센서노드' (Sensor Node) and '온도' (Temperature), with a '검색' (Search) button. The '제어 상태' (Control Status) section shows '동작방식' (Operation Mode) set to '수동' (Manual), '팬 제어' (Fan Control) set to 'OFF', and a '팬' (Fan) button with '팬1 : OFF' (Fan 1: OFF) status.

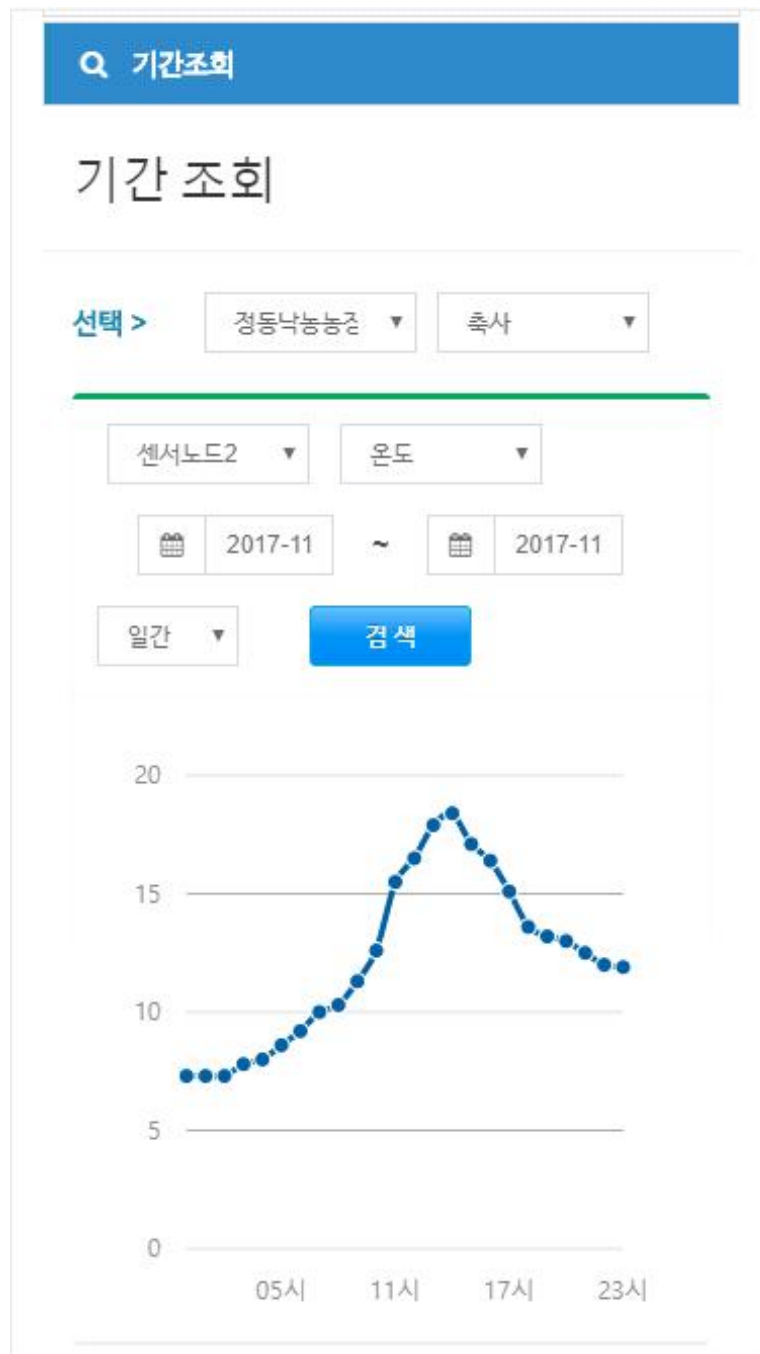
## 4.2 영상 관리

The screenshot displays the 'SMART FARMING' web interface. At the top, there is a logo for 'KU 한국대학교' (Korea University) and the text 'SMART FARMING'. Below the logo, the main navigation bar shows '한우 사양시스템' (Hanwoo Saging System) with a hamburger menu icon. The left sidebar contains a navigation menu with the following items: '환경 관리' (Environment Management), '모니터링' (Monitoring), '영상관리' (Video Management), and '기간조회' (Period Search). The '영상관리' item is highlighted in blue. The main content area is titled '영상 관리' (Video Management). It features a filter section with a '선택 >' label and two dropdown menus: '정동낙농농장' (Jeongdong Nongnongjang) and '축사' (Chuksa). Below the filter section, there is a video player area with a dropdown menu showing 'cam1' and a blue 'Play' button. At the bottom of the video player area, there is a message: '지원하지 않는 브라우저 입니다. Internet Explorer 만 영상을 볼 수 있습니다.' (This browser is not supported. Only Internet Explorer can view videos.)

### 4.3 기간 조회

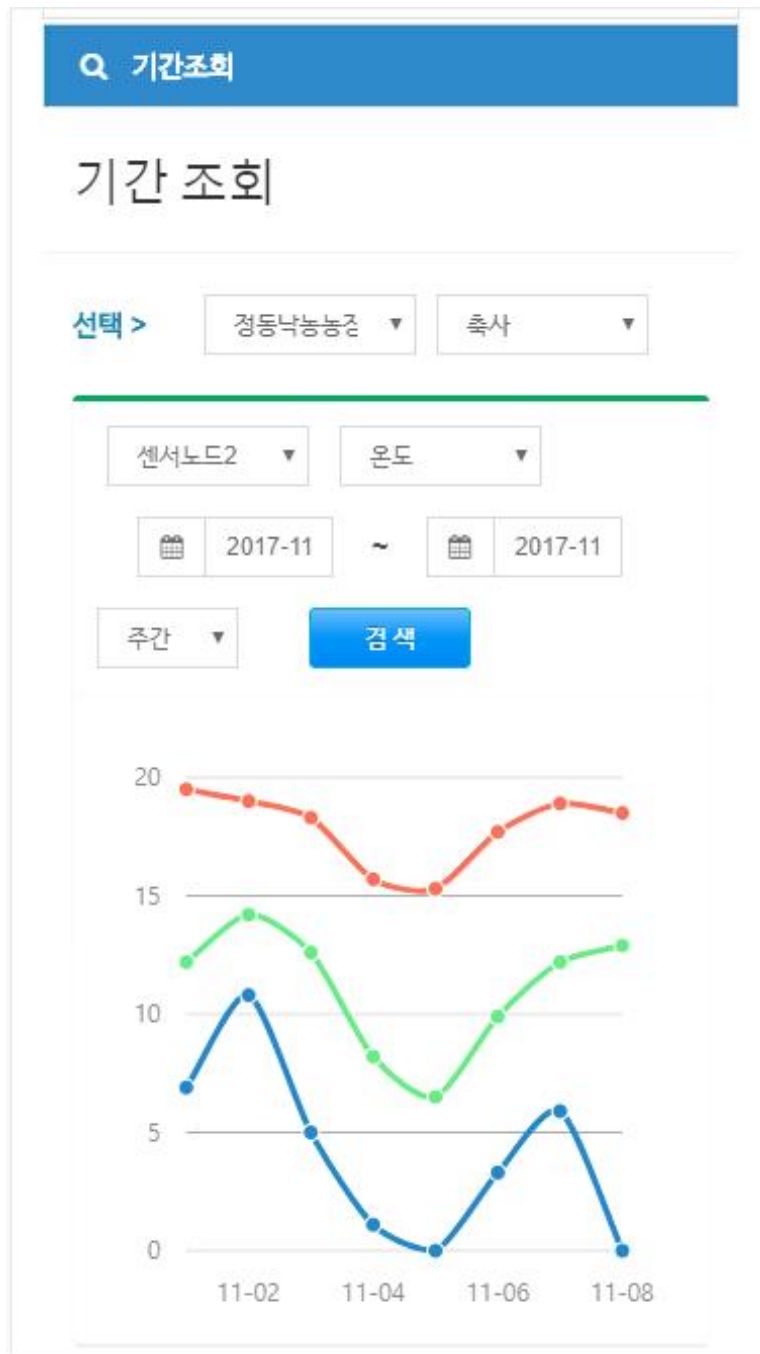
The screenshot displays the 'SMART FARMING' web application interface. At the top, there is a header with the 'KU' logo and the text 'SMART FARMING'. Below the header, a navigation bar contains the text '한우 사양시스템' (Hanwoo Sajeong System) and a hamburger menu icon. The main content area is titled '환경 관리' (Environment Management) and includes a list of options: '모니터링' (Monitoring), '영상관리' (Video Management), and '기간조회' (Period Search), which is highlighted in blue. Below this, the '기간 조회' (Period Search) section is shown, featuring a '선택 >' (Select >) label and two dropdown menus: '정동낙농농장' (Jeongdong Nongnongjang) and '축사' (Chuksa). A horizontal line separates this from the search criteria section, which includes dropdowns for '센서노드2' (Sensor Node 2) and '온도' (Temperature). Below these are date selection boxes for '2017-11' and another '2017-11' box, with a tilde '~' between them. At the bottom of this section, there is a '일간' (Daily) dropdown and a blue '검색' (Search) button.

# 일간





# 주간



# 월간



## 5 설정

### 5.1 센서노드

한우 사양시스템

**설정**

- 센서노드
- 제어기
- 카메라
- 알람
- 임계치

### 센서노드 관리 Preview page

선택 > 경동낙농농장 축사

검색:

장비명	일련번호(ID)
<input checked="" type="checkbox"/> 센서노드 1	HR-SN-7001
<input type="checkbox"/> 게이트웨이	HR-GW-1005
<input type="checkbox"/> 센서노드2	HR-SN-7002

Mac ID 7001


IP

센서유형 온도/습도/기류

대표 대표

3개의 게시글이 있습니다.  
1개가 선택되었습니다.

## 5.2 제어기



한우 사양시스템

---

**설정**

- ☰ 센서노드
- ☰ **제어기**
- 📷 카메라
- 🔔 알람
- 🔧 임계치

**제어기 관리** Preview page

선택 > 경동낙농농장 ▼ 축사 ▼

---

검색:

장비명	일련번호(ID)
<input checked="" type="checkbox"/> 팬1	HR-AC-A001
Mac ID	A001
IP	
장비유형	팬

1개의 게시글이 있습니다.  
1개가 선택되었습니다.

**제어기 관리** Preview page

선택 > 경동낙농농장 ▼ 축사 ▼

---

검색:

장비명	일련번호(ID)
<input checked="" type="checkbox"/> 팬1	HR-AC-A001
Mac ID	A001
IP	
장비유형	팬

1개의 게시글이 있습니다.  
1개가 선택되었습니다.

### 5.3 카메라

**KU** 한국대학교 **SMART FARMING**

한우 사양시스템

**설정**

- ☰ 센서노드
- ☰ 제어기
- 카메라**
- 🔔 알람
- 🔧 임계치

### 카메라 관리 Preview page

선택 > 경동낙농농장 ▼ 축사 ▼

검색:

모델명	일련번호(ID)
<input checked="" type="checkbox"/> cam1	hri-cam1

IP 121.164.68.247

PORT 10120

설치위치

1개의 게시글이 있습니다.  
1개가 선택되었습니다.

이전 1 다음

## 5.4 알람

### 5.4.1 센서알람

The screenshot displays the 'Sensor Alarm' management interface. On the left, a sidebar contains a navigation menu with '알람' (Alarm) selected and '임계치' (Threshold). The main area is titled '센서 알람' (Sensor Alarm) with a 'Preview page' link. Below this, there is a search bar and a dropdown menu for '선택' (Select) set to '경동낙농농장' (Gyeongdong Nongnongjang). A table lists alarm items with columns for '속사명' (Incident Name) and 'THI 등급' (THI Level). One item is selected, showing details: '속사' (Incident), '위험' (Danger), '조건' (Condition) '이상' (Abnormal), and '적용여부' (Application) 'ON'. A '수정' (Edit) button is present. Below the table, a message states '1개의 게시글이 있습니다. 1개가 선택되었습니다.' (There is 1 post. 1 is selected.) with navigation buttons '이전' (Previous), '1', and '다음' (Next). A '게어알람' (Go to Alarm) button is at the bottom left.

The right sidebar shows a navigation menu with '센서노드' (Sensor Node), '제어기' (Controller), and '카메라' (Camera). The '알람' (Alarm) option is selected. Below it, there is an '임계치' (Threshold) link and a '센서 알람 수정' (Sensor Alarm Edit) section. A note indicates that items with an asterisk (\*) are required. The edit form includes dropdown menus for '농장명' (Farm Name) '경동낙농농장', '속사명' (Incident Name) '속사', 'THI 지수' (THI Index) '위험', '조건' (Condition) '이상', and '적용여부' (Application) 'ON'. '수정' (Edit) and '취소' (Cancel) buttons are at the bottom.

## 5.4.2 제어알람

카메라
알람

임계치

### 제어 알람 Preview page

선택 > 경동낙농농장

---

검색:

	대상장치	조건	
<input checked="" type="checkbox"/>	팬1	켜짐	

적용여부 ON

수정

1개의 게시글이 있습니다.  
1개가 선택되었습니다.

이전
1
다음

센서알람 >

센서노드
제어기

카메라
알람

임계치

### 제어 알람 수정

별표(\*)는 필수입력 사항입니다.


---






- \* 농장명 경동낙농농장 ▼
- \* 축사명 축사 ▼
- 대상장치 팬1
- \* 조건 켜짐 ▼
- \* 적용여부 ON ▼

수정

취소

## 5.5 임계치

 **설정**

-  센서노드
-  제어기
-  카메라
-  알람
-  **임계치**

### 임계치 Preview page

**선택 >**       

---


검색:

대상장치	↕	THI 지수	↕
데이터가 없습니다			




## 6 마이페이지

### 6.1 사용자 정보

**SMART FARMING**

한우 사양시스템 

 마이 페이지

**☰ 사용자 정보**


☰ 농장 정보


### 사용자 정보

---

아이디	<input type="text" value="jdfarm"/>
이름	<input type="text" value="정동낙농연수원"/>
핸드폰	<input type="text" value="01033265525"/>
이메일	<input type="text" value="test@test.com"/>

## 6.2 농장 정보

 마이 페이지

 사용자 정보

 **농장 정보**

### 농장 정보

검색:

농장명



정동낙농농장

주소

경기도 포천시 이동면 연곡리 552

**상세정보**

1개의 게시글이 있습니다.

1개가 선택되었습니다.

이전

1

다음

## 6.2.1 상세정보

### 농장 상세정보

#### **i** 농장 정보

농장명 정동낙농농장

우편번호 11113

주소 경기도 포천시 이동면 연곡리 552

뒤로

#### **i** 축사 정보

검색:

선택 **축사명** **비고**

축사

1개의 게시글이 있습니다.

이전 1 다음

[별첨 2]

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

	코드번호	D-15			
과제번호	313020-4				
사업구분	농생명산업기술개발사업				
연구분야	과제구분	단위			
사업명		주관			
총괄과제	총괄책임자	기재하지 않음			
과제명	과제유형	기초			
연구기관	연구책임자	이홍구			
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2013.10.15. ~ 2014.10.14	500,000	210,000	710,000
	2차년도	2014.10.15. ~ 2015.10.14	500,000	210,000	710,000
	3차년도	2015.10.15. ~ 2016.10.14	500,000	210,000	710,000
	4차년도	2016.10.15. ~2017.10.14	500,000	210,000	710,000
	계		2,000,000	840,000	2,840,000
참여기업	하랑아이, (주)카길애그리퓨리나				
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2017.11.17

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
건국대학교	교수	이홍구

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확 약



## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 본 연구진은 각 세부, 협동 기관에 따라 온도스트레스가 한우에 미치는 영향에 대하여 영양 생리학적, 면역학적, 영양소 요구량, Smart Farming System 등 그 동안 국내에서 많은 연구가 되어 있지 않았던 온도스트레스가 한우에 미치는 영향에 대해 기초 데이터를 확보하였음
- 우리나라 기후에 맞는 한국형 한우의 THI Chart를 개발하여 온도스트레스 저감 사양관리에 활용할 수 있도록 제시함
- Smart Farming System을 실제 농가에서 활용하고 접목함으로써 IT와 온도스트레스를 연계한 사양관리 시스템을 개발함
- 국내 사료자원 DB를 구축하고, IT 기반 사양시스템을 통합함으로써 국내 사양환경에서 효율적으로 이용할 수 있는 정밀사양시스템을 개발하였음
- 고온스트레스 저감을 위한 사료를 개발하고 직접 검증하여 제품화하였음
- 정자의 생리 활성 물질인 Trequinisin을 발견하였으며 이외에도 스트레스 모니터링을 위한 유전자 지표와 SNP를 발견하여 암소의 번식 효율을 증진하는 목적을 달성함

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 온도스트레스가 한우에 미치는 영향에 대해 조사하여 기후변화에 따른 THI Chart를 제시함으로써 농가에서 활용 가능한 사양관리 가이드라인을 제시하여 생산성 향상에 도움을 줄 수 있을 것으로 예상함
- Smart Farming System을 통해 우리나라 환경에 따른 스트레스 단계에 따라 사양관리를 실시해 줌으로써 농가에서 좀 더 간편하고 쉽게 접근할 수 있는 방법을 제안함
- 한우 정밀사양시스템은 쉬운 인터페이스 구성으로 누구나 이용할 수 있으며 또한 섭취량 조사 장치 등의 IT기기와 연동한다면 온도 스트레스 하에서 적절한 사양이 가능할 것으로 사료됨
- 전분질-위주 사료와 고단백 사료는 실제 제품으로 출시된만큼 연구결과의 파급효과는 큰 것으로 사료됨
- 고온에 의한 정자의 활력 및 수정 저하를 방지할 수 있는 물질과 임신적기를 발견할 수 있는 분자 마커를 발굴하여 번식우의 번식률을 제고하였음
- 온도스트레스가 한우에 미치는 영향을 영양생리학적, 면역학적 지표를 통하여 구명하였으며, 이를 토대로 온도 스트레스 저감 사료 및 첨가제를 개발함으로써 한우의 생산성 향상에 도움을 줄 것으로 예상함

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 한국형 한우 생리에 맞는 THI Chart를 개발하여 그에 따른 농가에서 사양관리 할 수 있는 가이드라인을 제시함으로써 고온스트레스를 저감시켜 한우 생산성 향상에 크게 활용될 것으로 예상됨
- 웹 버전의 한우정밀사양시스템은 영양소 요구량을 일괄적으로 계산하므로 쉽게 이용할 수 있다. 또한, 개발된 전분질-위주 및 고단백 사료는 실제 출시되었으므로 해당 연구결과의 활용 가능성은 우수한 편임
- 정자 생리 활성 물질인 Trequinisin은 동결 전 농도를 최적화함으로써 상업적 이용 가능성을 도모하였다. 또한, 축우의 스트레스 여부를 모니터링 할 수 있는 유전자 지표는 분자 생리학적 접근을 통해 실제 현장에서도 충분히 이용가능 할 것으로 사료됨
- 한우 온도 스트레스 저감용 사료 및 첨가제 개발의 기초 데이터를 확보하였으며, 긍정적 영향을 미친 영양소 발굴을 통해 스트레스 저감용 사료 개발에 도움을 줄 것으로 예상됨

#### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 본 연구를 수행한 기관인 건국대, 충남대, 서울대, 강원대 및 참여기업들은 분기별 회의를 진행하여 각 협동과제별 연구결과와 방향을 협의할 수 있는 기회를 가졌음
- 각 연구결과의 검증을 위해 각 기관에서 In vivo 실험을 통해 실제 개발된 사양관리 가이드라인, 개발된 사료, 첨가제 등을 검증하기 위해 노력함

#### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, **우수**, 보통, 미흡, 불량)

- 과제의 최종 정성적 목표는 90%이상 달성하였고, SCI급 16편, 비SCI급 12편, 국내외 학술발표 37편 지적소유권 6건 등 특허등록 2건을 제외한 나머지 연구성과에 있어 100%이상 초과달성 실시하였음
- 또한 본 과제를 수행함에 있어 그 연구결과의 우수성은 2015, 2016, 2017년 한국 동물자원과학회에서 3차례나 우수성이 입증된 바 있음
- 하지만 In vivo 실험 특성 상 결과 도출에 시간이 소요되어 아직 논문으로 공개되지 않은 결과들이 남아있는 부분이 미흡한 부분으로 여겨진다. 해당 연구 결과는 빠른 시일 내에 추가적으로 SCI급 논문을 발표할 예정임

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한우의 고온 및 저온 스트레스 지표 개발</li> <li>• ICT 기술을 이용하여 농장내 주요 기기 및 장치의 작동상태를 실시간으로 모니터링하는 기술 개발</li> <li>• Smart Farming System 구축</li> <li>• ICT 기술을 이용한 스마트폰 어플리케이션 개발</li> </ul>	25	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 우리나라 환경에 맞는 한국형 한우 THI Chart를 생육단계별 여름철, 겨울철에 나누어 지표를 개발하고 그에따른 사양관리 가이드라인을 제시함</li> <li>○ ICT 기술을 접목한 농장에서 주요 기기 및 장치의 작동상태를</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart Farming System 접목형 한우 사양관리 통합 프로그램 개발</li> </ul>			<p>실시간으로 모니터링 하는 기술을 개발함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ ICT 모니터링 기술과 THI Chart에 따른 사양관리 가이드라인을 이용하여 Smart Farming System을 구축함</li> <li>○ Smart Farming System을 통해 개발된 어플리케이션을 이용하여 실제 농가에 적용하고 생산성에 미치는 효과에 대해 확인함</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정자 활성화 증진을 통한 수태율 향상 개발</li> <li>• 한우 번식우 수태율 제고 기술 개발</li> <li>• CNCPS 기반 환경효과 보정모듈이 적용된 한국형 한우 영양소 공급모델 개발</li> </ul>	25	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 한우 번식우의 수태율 제고를 위한 암소의 번식 생리 지표에 대한 분자 마커를 개발함</li> <li>○ 번식 생리 지표로 활용할 수 있는 비침습적으로 생리 상태를 확인 가능한 지표 유전자를 발굴함</li> <li>○ 한우 번식우에서 하절기 온도스트레스에 의한 에너지 음균형을 보정하고, 번식기에 더 높은 번식효율을 나타나게 하는 글루코제닉 사료 제조 기술을 개발함</li> <li>○ 기본 모델에 환경에 따른 영양소 요구량의 변화를 고려한 CNCPS의 환경 모듈을 융합하여 기후변화에 따른 한우의 영양소 요구량 및 생산성을 예측할 수 있는 모델 시스템인 한우정밀사양시스템을 구축하였음</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 한우 거세우 온도스트레스 저감을 위한 영양소처리 방법 고안</li> <li>• 한우에서 온도 스트레스에 따른 영양생리·면역학적 변화 및 대응기전 이해</li> <li>• 온도스트레스 저감 영양소 처리에 의한 영양생리·면역학적 지표 개선효과 구명</li> <li>• 온도스트레스 저감 영양소 처리에 의한 사료섭취량, 성장률 및 육량/육질 개선 효과 구명</li> <li>• 한우 거세우에 대한 온도 스트레스 대응 영양소 요구량 설정</li> <li>• 한우 거세우에 대한 기후변화 대응 맞춤형 사료배합비 제작 및 사료 개발</li> </ul>	25	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계절별 육질 및 육량 성적 변이 분석 연구를 통하여 혹한기, 혹서기 환경이 한우의 생산성에 미치는 영향을 분석함</li> <li>○ 2014년 3~5월 사양실험을 통하여 한우의 생리학적, 면역학적 지표 기초 데이터를 확보함</li> <li>○ 2014년 여름 글리세롤 첨가 사양실험 및 2015년 겨울 지방 첨가사양실험을 통하여 영양소 처리에 의한 영양생리·면역학적 지표 개선 효과, 사료섭취량, 성장률 및 육량/육질 개선 효과를 구명함</li> <li>○ 2015년 여름 RUP 첨가 사양실험 및 2016년 겨울 지방 첨가</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>온도 스트레스 저감용 사료 농가 실증 실험 및 실용화</li> <li>농가 실증 실험에서 영양생리학적 지표, 스트레스 및 면역 지표 개선 효과 검증</li> </ul>			<p>사양실험을 통하여 온도 스트레스 대응 적정 영양소 요구량을 설정하였으며, 맞춤형 사료배합비를 개발하여 기술이전함</p> <p>○ 농가 실증 실험 수행함</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>국내 농산부산물물의 Screening을 통한 사료자원 발굴</li> <li>국내 가용 사료자원의 데이터베이스 구축</li> <li>정밀사양시스템에 적용 가능한 사료 라이브러리 구축</li> </ul>	25	100	<p>○ 국내 농산부산물 약 100종의 Screening을 통해 효용가치가 높은 사료자원 발굴함</p> <p>○ 국내 가용 사료자원의 데이터베이스를 구축함</p> <p>○ 국내 가용 사료자원 데이터 베이스를 토대로 하여 정밀사양시스템에 적용 가능한 사료 라이브러리 구축함</p>
합계	100점	100	

### III. 종합의견

#### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구팀은 4년간의 연구를 통해 한우 사양에 있어 온도스트레스에 의해 야기되는 악영향을 최소화하고 한우의 생산성을 향상 시킬 수 있는 기술 및 IT 통합 정밀사양관리 시스템 개발을 주 목적으로 연구를 시행하였음. 한국형 한우에 적용 가능한 THI Chart를 개발하여 IT를 기반으로 한 한우목장 통합관리 시스템을 개발하였고 한우 번식우 번식효율의 개선 기술 개발 및 생산성을 향상시킬 수 있는 정밀사양 시스템을 개발하였음. 또한, 한우의 온도스트레스를 저감할 수 있는 영양소 요구량에 대한 기초 데이터 확보와 함께 저감용 사료첨가제와 사양기술을 제시하였으며 한국형 사료자원의 DB 및 생산관리 시스템 구축을 확보하였음. 이러한 연구결과를 토대로 연구 성과와 사업화 성과 측면에 있어서 초기 달성 목표를 달성하였으며, 아직 도출되지 않은 결과들에 대해 정리하여 추가적인 논문이나 지식재산권 등의 성과를 이룰 것임

#### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

없음

#### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견



본 연구결과로 제시된 한국형 한우 THI Chart는 고온스트레스를 저감하기 위한 한우 사양시스템의 기본 자료로써 활용될 것이며, ICT 기술을 접목한 Smart Farming System은 한우 사양 농가 및 기업에서 활용될 가능성이 충분하다고 사료됨. 또한, 본 연구결과로 개발된 고단백 및 글루코제닉 관련 사료제조기술은 기업에게 기술이전 하였으며 관련 사료가 시판될 예정임. 또한 개발한 고온스트레스 하에서 정자 활동성 증진시킬 수 있는 물질은 *in vivo* 검증을 통해 향후 상품 개발 계획을 검토할 예정임. 환경효과 보정 모듈이 적용된 한국형 한우영양소 모델인 한우정밀사양시스템은 한우 사양 농가 및 기업에 활용될 수 있음.

#### IV. 보안성 검토

해당사항 없음