

최 중
연구보고서

한우 경쟁력 제고 기술 개발
Development of technologies to improve
competitiveness of Hanwoo

연구기관 : 영남대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “한우 경쟁력 제고 기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003 년 8 월 일

주관연구기관명 : 영 남 대 학 교
총괄연구책임자 : 정 근 기
세부연구기관명 : 영 남 대 학 교
세부연구책임자 : 정 근 기
위탁연구기관명 : 충 북 대 학 교
위탁연구책임자 : 송 만 강
위탁연구기관명 : 건 국 대 학 교
위탁연구책임자 : 곽 완 섭
협동연구기관명 : 충 북 대 학 교
협동연구책임자 : 김 내 수
위탁연구기관명 : 동 아 대 학 교
위탁연구책임자 : 방 극 승
위탁연구기관명 : 영 남 대 학 교
위탁연구책임자 : 여 정 수
협동연구기관명 : 서 울 대 학 교
협동연구책임자 : 강 성 근
협동연구기관명 : 한국종축개량협회
협동연구책임자 : 이 문 연
협동연구기관명 : 축산기술연구소
협동연구책임자 : 백 봉 현

요 약 문

I. 제 목

한우 경쟁력 제고 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

쇠고기 시장에 이어 생우 시장 마저도 개방되면서 우리나라 한우 산업은 유래없이 그 존립기반이 위협을 받고 있다. 이미 호주, 미국, 캐나다산 쇠고기가 국내 쇠고기 소비량의 절반 이상을 차지하고 있으며, 소비자들의 기호도 역시 저렴한 가격의 수입 쇠고기에 점점 익숙해지고 있다. 더구나 앞으로는 호주 뿐만 아니라 미국, 캐나다에 이어 이웃 중국까지도 우리나라에 생우를 수출하기 위하여 기술 개발에 심혈을 기울이고 있는 것으로 파악되고 있다. 따라서 그 어느 때 보다도 한우의 국제 경쟁력 제고가 시급한 상황이며, 수입 생우와 쇠고기에 대응한다는 소극적 경쟁이 아니라 일본이나 중국 나아가서는 호주나 미국 육류 시장의 틈새를 공략한다는 적극적, 공격적 경쟁력을 제고 하여야 한다. 따라서 본 연구는, 위기에 처한 한우의 국제 경쟁력을 제고하기 위하여, 사양 및 경영, 유전·육종, 번식, 등급제도, 질병 관리 등 다양한 분야에 걸쳐서 현재 한우 고급육 생산 과정과 제도의 문제점을 파악하고 그 개선책을 제시하고자 실시되었다.

세부 연구별 목적 및 필요성은 다음과 같다.

첫째, 한우 쇠고기의 고급화라는 목적을 달성하기 위해서는 무엇보다도 고급육을 생산할 수 있는 비육기술 개발이 선행되어야 한다. 한우의 고급육 생산을 위해서는 거세가 필수조건이며, 비육단계별로 산육 및 육질형질의 특성에 맞게 사료를 급여하는 기술이 필요하다. 한우의 육질 개선은 소비자가 느끼는 맛과 육색 그리고 신선도 등에서, 그리고 생산원가의 절감을 위한 방안은 사료비의 절감과 경영효율의 극대화에 그 중점을 두고 있다. 또한 고급육의 품질유지 및 개선과 함께 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위해서는 개발한 비육기술의 경제성 분석과 출하유통에 따른 손익분기점 분석

및 부산물 사료 급여에 따른 수익성 분석을 통하여 고급육 생산 농가의 경영합리화에 기여 할 수 있는 방안을 제시하고, 아울러 브랜드육으로 정착하려는 고급육 생산단지의 경영실태를 조사함으로써 문제점을 검토하여 개선방안을 제시하고자 하였다.

둘째, 현재 팽이버섯(*Flammuliu velutipes*)을 재배한 후 대량으로 폐기되고 있는 “잔사”의 처리가 버섯 재배 농가에 문제점으로 등장하고 있다. 다행히 잔사의 주요 구성 성분이 섬유소이고, 아울러 버섯 수확 후에도 남는 버섯 성분이 있는 것으로 알려져 조사료로의 사용 가능성이 있는 것으로 여겨진다. 그러나 지금까지 버섯재배 잔사의 영양적 가치나 체내 이용성 등 사료적 활용방법이 알려져 있지 않다. 따라서 팽이버섯 재배 잔사를 한우 사육용 경제 사료로 활용하기 위한 기술을 개발하고자 하였다.

셋째, 국내 부존 사료 자원을 최대한 활용하여 값싼 비육우용 TMR 사료를 개발하고, 동물 실험을 통하여 효과를 확인하여 실용적으로 비육우 농가들에 보급함으로써 한우 생산에 소요되는 사료비를 대폭 절감함과 동시에 기존의 고급육에 버금가는 한우 쇠고기를 생산하고자 하였다. 본 연구를 위해서는, 주원료로 이용되는 육계분의 단미사료로의 가치 증진을 위하여 맥아근과 혼합하여 발효사료를 개발하고, 육계분에 제과폐기물을 혼합한 TMR 발효사료를 개발하며, 이를 펠렛화하여 최종 사료적 가치를 평가하고자 하였다. 또한, 개발된 TMR 사료를 대량 생산하여 영양적 가치를 확인하고, 면양 대사 실험을 통하여 TMR 사료의 체내 활용성을 추적, 평가하며, 한우 사양 실험을 통하여 기존 사료의 대체 효과를 검증하고자 하였다.

넷째, 우수한 비육 밀소의 공급을 위해서는 근본적으로 한우의 유전 능력을 제고하여야 하는 바, 생체로부터의 능력 추정은 고급육 생산을 위하여 필수적인 후대검정을 생략할 수 있어 세대 단축을 통한 신속한 개량을 이룩할 수 있으며, 우수축을 확인 할 수 있는 marker가 있다면 선발강도를 높이는데 지대한 역할을 할 것이다. 또한 외모로부터 쉽게 우수축을 구분할 수 있다면 현재 개량에 참여하지 않는 80% 이상의 한우 빈우 집단의 대체우 선정을 통하여 개량을 촉진할 수 있을 것이다.

다섯째, 생체관정에 의한 육질 능력의 초기 예측과 이에 따른 선발은 한우 산업에서 절실히 요구되는 기술로서 우수한 비육 밀소의 공급을 위해서는 근본적으로 한우의 유전 능력을 제고 하여야 하는 바, 생체로부터 초음파 검사를 통한 능력 추정은 고급육 생산을 위하여 필수적인 후대검정을 생략할 수 있어 세대 단축을 통한 신속한 개량을 이룩할 수 있으며, 한우의 경쟁력 제고를 위해서 절대적으로 필요하다.

여섯째, 생명공학기술의 발달로 정확성과 편리성이 전제된 DNA work를 바탕으로 한 유전공학 기법을 이용하여 고유한 유전자원인 한우의 근내지방도와 등지방두께

및 순수 한우 식별에 관여하는 유전적 표식(DNA marker)들을 규명하여 한우의 유전 능력 개량을 위한 정확하고, 손쉬운 경제적인 선발의 수단으로 활용하고자 하였다.

일곱째, 한우가 국제경쟁력을 지니기 위해서는 고급육을 생산할 수 있는 유전형질을 지닌 번식우 및 종모우를 선발하여 지속적으로 품종을 개량하며, 이러한 소들의 번식률을 향상시켜 신속하게 증식시킬 수 있는 일련의 생산체계의 확립이 선행되어야 한다. 따라서, 현재 국내에서 사육되고 있는 번식우의 사육현황 및 번식 실태를 파악하고, 번식 질환 진단 및 초기 임신진단법이 확립되어야 하며, 공태기를 줄이기 위한 여러 가지 임상적용 가능한 방법을 제시되어야 하며, 가장 효율적인 번식 질환 진단법과 농가에서 활용할 수 있는 처치 protocol 개발이 필요하다. 또한, 한우 종모우 정액의 정액자동분석기를 통한 정자운동성 분석 및 최적 수정능을 획득할 수 있는 활성화 물질을 탐색함으로써, 한우의 번식률을 향상시킬 수 있는 최적 모델을 제시하고자 하였다.

여덟째, 한우의 근내 지방도를 표준화하고, 근내 지방도의 객관적인 영상해석기술을 개발함으로써 유전적으로 육질이 우수한 종모우를 선발하고 육질을 개선하는 우수한 사양시스템을 개발하는데 이용되는 기준을 마련하고자 하였다.

아홉째, 한우 생산기반을 안정적으로 유지하기 위해서는 송아지의 지속적인 생산과 함께 이들 송아지들의 질병 이환율과 이에 따른 폐사율을 최대한 낮추어야 한다. 그러나 우리나라의 번식농가는 주로 사육공간이 제한된 우사에서 벗짚위주의 사양을 실시하고 있어, 송아지의 경우 대부분 설사가 주요 질병으로 대두되고 있다. 따라서 본 연구는 국내 농가의 송아지 질병 실태를 파악하고 면역강화 물질을 탐색함으로써 송아지의 항병력을 증진시키기 위하여 수행되었다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

[고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육기술 개발]

1. 사육단계별 증체율 조절이 거세 한우 육질에 미치는 효과

고급육의 생산 효율을 높이기 위한 거세한우의 사양프로그램을 확립하기 위하여 개시월령을 세가지 월령(7, 8, 및 9), 출하월령을 세가지 월령(24, 26, 및 28), 증체량 조절을 위한 농후사료 급여수준을 두 수준(저와 고)으로 하고, 한우 거세우 180두를

공시하여 3×3×2 요인 실험을 실시하였다. 농후사료는 육성기, 비육전기 및 비육후기의 세단계로 구분하여 급여수준에 의한 사양프로그램에 따라 급여하였고, 벗짚은 전 기간 자유채식 시켰다.

2. 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선

한우거세우의 고품질육 생산을 목적으로 사료내 비타민 E와 niacin 첨가가 비육능력과 도체 특성에 미치는 효과를 구명하고, 아울러 소매진열중 쇠고기 색소의 변색 억제 및 지질의 산화방지에 미치는 효과를 검토하고자 하였다. 비타민 E 급여량은 1일 1500IU로 하고 급여기간은 120일로 하였으며, niacin의 첨가량은 체중 kg당 50mg으로 계산하여 0.33%를 배합사료에 첨가하여 한우거세비육우의 사양프로그램 개발을 위해 사육중인 21개월령 된 비육우 24두를 대조구와 시험구로 하여 각각 12두씩 배치하고 168일간 실시하였다.

3. 한우 고급육의 품질유지 및 육질개선

고급육의 품질 유지와 개선을 위한 처리 방법을 모색하고자 위생실태와 오염감소 효과를 검토하였으며, 도살 후 도체의 냉각시간에 따라 육 품질의 변화와 숙성방법 및 등급에 따른 저장 중 품질 변화를 측정하였다.

4. 한우 지방축적 조절을 위한 기술 개발

사료 중 비타민 A 농도 조절을 통한 고급육 생산 기술 개발을 위한 기초실험의 일환으로, 비타민 A가 거세 한우의 육질에 미치는 영향을 구명하고자 실시되었다. 본 연구에서는 (사)한국종축개량협회에서 주관하는 제 4회 전국한우능력평가대회(1999)에 출품된 거세한우 210두와 기획과제 공시한우 118두에 대하여 혈청 및 간장내 비타민 A 농도를 분석하고, 비타민 A 농도와 육질 및 육량 판정 항목들간 상관관계를 조사하였다.

5. 한우 생산농가 및 생산단지의 경영합리화

고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안으로 고급육 생산농가의 경영실태, 출하월령 및 부산물 사료급여에 따른 경제성 및 고급육 생산농가와 생산단지의 경영실태를 분석하였다. 또한, 고급육의 유통, 차별화 및 정책지원 방안으로는 고급육 생산 및 유통 차별화의 문제점과 냉장 및 브랜드고기 유통상의 문제점 분석하고, 이

에 대한 고급육의 효율적인 유통을 위한 정책지원방안과 고급육의 브랜드화 정착방안 제시하였다.

[버섯재배 잔사를 이용한 한우고기 생산]

본 연구는 궁극적으로 한우고기 생산에 버섯 재배 잔사를 조사료 자원으로 이용하기 위해 기초 및 응용관련 시험이 3년에 걸쳐 실시되었다.

먼저, 1차 년도에서는 버섯재배 잔사의 반추가축용 사료가치 평가를 위한 기초 시험으로 버섯재배 잔사의 영양소 함량을 우선적으로 분석하고, 기호성 개선을 위한 발효처리를 실시하였다. 아울러 반추위 fistula가 장착된 면양을 이용하여 발효처리된 버섯재배 잔사의 체내 이용율(반추위 내 분해율 및 소화율) 등이 조사되었으며 면양을 이용하여 조사료로 이용되는 볶짚을 처리된 버섯재배 잔사로 대체, 성장과 관련된 사양 시험을 실시하였다(2차-3차 년도).

본 연구의 최종 단계(2차-3차 년도)에서는 이와 같은 일련의 시험 결과를 실제 한우(21두)에 6개월 이상 적용시킴으로서 버섯재배 잔사의 사료적(버섯재배 잔사의 볶짚 대체 급여 수준, 섭취량, 성장 및 도체 특성 등) 가치를 확인하였다.

[계분발효사료를 이용한 한우육 생산]

1. 육계분 주원료의 값싼 비육우용 TMR 사료 개발

가. 연구내용

- 1) 육계분과 맥아근 혼합물의 small-silo study
- 2) 육계분 혼합물의 퇴적발효 처리
 - 처리 1: 맥아근 첨가한 육계분발효사료 제조
 - 처리 2: 제과폐기물 혼합한 TMR 사료 제조
- 3) TMR 사료의 펠릿화 실험

나. 연구범위

- 1) 혐기 발효 육계분의 사료적 가치 증진을 위해 이용된 맥아근의 첨가 효과 및 적정 혼합 수준 도출
- 2) 육계분-맥아근 혼합물의 퇴적 발효 시의 영양적 가치 평가 및 육계분-제과폐기물 퇴적 발효 사료(TMR사료)의 특성 규명
- 3) 국산 펠렛 제조기를 이용한 TMR 사료의 펠렛 가능성 시험

2. TMR 사료 대량 생산 및 동물 급여 실험

가. 연구내용

- 1) 육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 대량 제조
- 2) 면양 대사 실험 통한 TMR 사료 영양소의 체내 활용성 평가
- 3) 한우 사양 실험 통한 배합사료-볏짚 대체 가능성, 생산성 및 경제성 평가

나. 연구범위

- 1) 육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 대량 제조 및 사료적 가치 확인
- 2) 면양 대사 실험 통한 TMR 사료 영양소의 체내 활용성(소화율, 반추위 정상, 혈액 정상, N balance) 평가
- 3) 한우 사양 실험 통한 배합사료-볏짚 대체(배합사료 100%, 볏짚 73%) 가능성, 생산성(증체량 및 사료 효율), 경제성(증체당 사료 비용) 평가

[형태학적 특성에 의한 비육 밀소 선발방법의 추정]

우수한 비육용 밀소의 예측을 위하여 세 가지 측면에서 접근하였다.

형태학적 접근을 통하여 비육용 밀소의 관정을 위하여 비육용 밀소의 형태학적 관정을 위하여

1. 체형특성과 비육과의 상관관계를 구명하고,
2. 피모 및 얼굴 특성과 비육과의 상관관계 구명하며,
3. 고환둘레와 번식간의 상관을 구명하여 우수한 비육용소우 번식 효율성을 높이는 연구를 협동연구 기관에서 진행하였다.

[초음파를 이용한 비육밀소의 능력 예측시스템 개발]

초음파 진단 기기를 이용하여 비육용 소의 관정을 위한 연구 범위는

1. 초음파진단기를 이용하여 등지방층 발달의 생체 관정을 하며,
2. 등심 단면적 발달의 생체관정을 하고
3. 배최장근 발달의 생체관정(화상분석)에 의한 선발을 최종 도체성적과 비교하여 가장 우수한 상관관계를 나타내는 지표 또는 선발에 응용할 수 있는 관계의 선택하고,
4. 육질 능력의 초기 선발 방법으로 선정된 후 선정된 선발기술을 좀 더 조기에 좀 더 효율적으로 선발할 수 있는 방향으로 발전 개발하고자 하였다

[DNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구]

최고기 수입의 개방으로 한우의 국제 경쟁력 제고의 방안은 외국 축종과의 차별화가 유일한 방법으로 대두되고 있는 현 시점에 한우의 고유 유전적 특성을 파악하고 경제 형질에 연관되는 DNA marker의 규명은 한우의 개량 체계 확립에 무엇보다 우선되어야 할 과제이다. 이에 본 연구는 순수 한우 식별과 경제형질인 근내지방도 및 등지방 두께에 연관된 DNA marker를 규명하고 이를 검정함은 물론 유전양식을 파악하여 한우의 개량 체계 확립에 적용하고자 하였다.

[고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식 기술 개발]

본 연구는 고급육 한우의 신속증식을 위한 번식우의 사육현황 및 번식 실태 파악, 번식에 관련된 병류별 발생률 조사 및 효율적인 번식을 위한 지표 설정한다. 한우 번식효율 향상을 위하여 번식질환별 특징 및 내분비학적 분석을 통해 진단법을 탐색하여, 가장 효율적인 진단법을 제시한다. 한우 번식장애 진단 및 치료에 있어 농가에 적용할 수 있는 protocol 개발과 치료효과의 monitoring을 통해 한우의 번식장애를 줄일 수 있는 방안을 모색한다. 종모우 차원에서 번식 효율의 증진을 위해서는 한우 종모우 정액의 정액자동분석기를 통한 정자의 운동특성을 분석하고 이를 체외수정에 공여하여 운동특성과 체외수정율의 상관관계를 알아봄으로써 수태율 예측하는 체외

시스템을 구축하고자 하였다. 또한 정자의 활성화가 수태율을 향상시킬 수 있다는 가정하에 한우 정자에 효과적인 활성화 물질을 탐색하고, 최종적으로는 이러한 모든 개발 기술을 목장 현장에 적용하여 공태기를 줄이고 수태율을 향상시켜 한우의 신속 증식을 위한 모델을 제시하고자 하였다.

[근내지방도 단계별 측정 및 표준화 기술 개발]

고급육 생산을 위한 근내지방도의 세분화방법을 확립하기 위하여 채취 샘플의 조지방 함량을 분석하고, 기존의 육질평가 방법들(육질등급 4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계)의 정규분포성을 검증하였다. 가장 정규성이 높은 것은 본 연구의 조지방 함량에 의한 분류 기준이었다.

이 중에서 가장 정규성이 좋은 분류기준인 조지방 함량을 기준하여 기존의 방법과 종모우 평가에 의한 순위상관 비교로서 기존의 방법과 조지방 함량 순위상관간의 통계적 유의성을 검증하여 최종적으로 단계별로 표준화된 육질등급의 객관적 기준이 되는 근내지방도의 기준을 작성하였다.

분류된 근내지방도의 객관적인 평가방법의 도입을 위하여 아날로그와 디지털 영상자료를 획득하여 실험실내에서 영상분석장비인 SigmaScan Pro Ver 5.0을 이용하여 영상해석에 의한 등심단면적의 지방면적(마블링 면적)비율인 영상 해석치를 구하여 조지방 함량과 상관을 구하였다.

[항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발]

본 연구는 우리나라 축산업의 대외 경쟁력을 확보하고 축산농가의 생산성을 증대시키기 위해 소 사육에 있어서 생산성을 저하시키는 가장 큰 요인인 송아지 질병발생에 대한 대책마련을 위해 국내 한우농가를 대상으로 송아지 질병발생 실태 조사와 그 원인을 규명하고, 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질 탐색 및 한우 송아지의 초유섭취에 대한 연구를 통해 본 연구의 종합 개발목적인 건강한 송아지의 육성기술을 확보하기 위해 다음과 같은 목표를 갖고 수행하였다.

1. 현재 국내의 사육관리 체계 아래서 발생되고 있는 송아지 질병 상황 및 원인 규명

2. 어미소를 통한 면역전이로 인해 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질과 신생송아지에게 직접적으로 투여시 면역능력을 강화시키는 물질의 탐색
3. 한우 송아지의 초유 섭취량 및 섭취행동에 관한 연구와 그에 따른 대책방안 제시

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

[고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육기술 개발]

1. 사육단계별 증체율 조절이 거세 한우 육질에 미치는 효과

- 가. 육성기 일당증체량은 급여수준과 출하월령이 높은 그룹에서 증가하였으나, 개시월령이 높을수록 감소한 것으로 나타났다. 사료 요구율은 출하월령과 급여수준에 의한 차이는 나타나지 않았으나, 개시월령이 높을수록 나빠졌다.
- 나. 비육전기의 일당증체량 및 사료요구율은 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 뚜렷하지 않았다.
- 다. 비육후기 일당증체량은 특히 출하월령이 28개월령에서 크게 낮았으며, 사료요구율도 28개월령일 때 현저하게 나쁜 것으로 나타났다.
- 라. 전 비육기간 일당증체량은 출하월령과 급여수준에 의한 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았지만, 개시월령이 높은 9개월령 그룹에서 유의하게 감소하였다. 그러나 종료체중은 출하월령의 증가와 함께 크게 증가하였다. 사료요구율은 특히, 출하월령이 28개월령인 그룹과 개시월령이 높은 9개월령에서 나쁜 것으로 나타났다.
- 마. 도체특성에서는 출하월령의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 냉도체중은 출하월령의 증가와 함께 크게 증가하였다. 육량형질의 경우에는 등지방두께가 출하월령이 28개월령에서 두드러지게 증가하였고, 등심면적은 넓어졌다. 따라서 육량지수도 28개월령에서 크게 낮아져 육량등급이 나빠지는 것으로 나타났다. 육질형질의 경우, 근내지방도는 출하월령의 증가와 함께 현저한 증가를 보였으며, 특히 28개월령에서 보다 높은 증가를 보여 매우 좋은 육질등급을 받은 것으로 나타났다.
- 바. 도체구성의 경우 출하월령이 증가함에 따라 거래정육율과 근육비율은 현저하게 감소되는데 반하여, 지방비율은 크게 증가하였고, 부분육 생산 비율에 있어서도 양지를 제외한 다른 부분육 생산 비율은 출하월령의 증가와 함께 감소하였다.

- 사. 도체의 이화학적 특성의 경우는 출하월령에 의한 영향보다 육질등급에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 육질등급이 좋을수록 도체의 수분함량은 크게 감소한데 반하여 조지방 함량은 현저하게 증가하였고, 육색의 밝기를 나타내는 L값은 가장 좋은 등급인 1+ 등급에서 가장 높은 것으로 나타났다.
- 아. 도체의 지방산 조성은 육질등급에 의한 영향보다 출하월령에 의한 영향이 더 뚜렷하였다. 출하월령의 증가와 함께 포화지방산은 감소한데 반하여 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산은 현저하게 증가하였다. 특히 C18:1지방산은 출하월령에 의한 차이는 없었으나, 육질등급이 좋을수록 현저하게 높게 나타났다.
- 자. 이러한 결과로 볼 때 출하월령의 증가는 비육능력과 도체형질의 일부, 도체구성 및 부분육 생산비율 등에 불리하게 작용하지만, 출하체중과 도체중의 증가를 비롯하여 고급육 특성과 관련되는 형질의 발현에는 유리하게 작용하였다. 따라서 한우의 고급육 생산이라는 측면에서 한우거세우의 출하월령은 28개월령으로 연장하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 또한, 본 연구결과에 나타난 자료는 고급육 생산을 위한 사료급여프로그램을 작성하는데 이용하였다.

2. 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선

가. Tocopherol 첨가 실험

비타민 E 급여는 한우거세우의 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 영향을 미치지 않았으며, 도체 육량등급 판정에 관련된 항목인 냉도체중, 등지방두께, 등심단면적 등에도 영향을 미치지 않았다. 또한, 도체 육질등급 판정에 관련된 항목인 근내지방도, 지방의 색깔, 조직감, 성숙도 등에도 비타민 E 급여가 영향을 미치지 않았으나, 육색 판정결과에서는 비타민 E 급여에 의해 밝은 적색을 나타내었다.

시험우 등심쇠고기의 이화학적 특성인 수분, 조지방, 연도, 보수력 등에서도 비타민 E 급여에 따른 차이는 인정되지 않았다.

사료내 α -tocopherol 함량은 각 시험구간에 유의한 차이가 있었으며, 시험우의 혈장 및 근육내 이들의 농도는 비타민 E 급여에 의해 유의하게 증가하였다.

비타민 E를 급여한 시험우의 등심부위 쇠고기를 냉장 진열하였을 경우, 육색의 명도(L값)는 높게 유지되었으며, 적색도(a값)와 황색도(b값)도 비타민 E 급여에 의해

높은 값을 나타내었으며, 이들의 값은 냉장진열 1일째에서 3일째 사이에 가장 높은 값을 나타내었다. 채도에서는 비타민 E 급여구가 대조구에 비하여 높았으며, 색상은 비타민 E를 120일간 급여한 경우 진열초기 대조구에 비하여 높은 경향을 나타내었다. 비타민 E 급여에 따른 등심 쇠고기의 냉장 진열 중 육색 변화를 전문가로 하여금 육안으로 측정하도록 하였을 경우 대조구에 비하여 밝은 적색을 나타내었다.

한우쇠고기의 냉장 진열 중 육즙손실 정도는 비타민 E 급여군이 대조구에 비하여 적었으며, 지방 산패 정도를 나타내는 TBA 값에서는 대조군에 비하여 비타민 E 급여군이 낮았고, 냉장 진열중 미생물수의 변화는 대조군과 시험군간에 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 비타민 E 급여는 비육우의 능력 및 도체특성과 이화학적 특성에 미치는 영향은 없으나 육색을 개선하고 지질 산화와 육즙손실을 억제하는데 현저한 효과가 있는 것으로 나타났다.

나. Niacin 첨가실험

Niacin의 급여는 한우 거세우의 비육능력에 미치는 효과가 거의 없는 것으로 판단되며, 도체특성에 있어서 육량 형질을 결정하는 육량지수는 대조구와 시험구 사이에 차이를 나타내지 않았다. 육질 등급을 결정하는 근내지방도를 비롯한 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에서도 대조구와 시험구간 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 또한 시험우의 등심쇠고기의 이화학적 특성에도 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

Niacin를 급여한 시험우의 배최장근과 대퇴이두근을 냉장진열 하였을 경우, 육색의 명도는 배최장근에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 대퇴이두근의 경우, 진열 후 1, 3 및 5일째 유의하게 밝은 것으로 나타났다. 적색도(a값)의 경우 배최장근은 1, 3 및 5일째, 대퇴이두근은 진열개시일과 진열 후 전 기간에서 높은 경향을 보였으며, 황색도(b값)의 경우는 Niacin의 급여로 인한 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 이상의 육색변화로 볼 때 Niacin의 급여가 육색에 미치는 효과는 적색도(a값)이고, 배최장근보다는 대퇴이두근의 적색도에 미치는 효과가 더욱 뚜렷한 것으로 판단되었다. 그러나 더욱 확실한 효과를 구명하기 위한 추가시험이 필요한 것으로 생각된다.

Niacin 급여로 인한 지방산패도(TBA치)의 변화는 대퇴이두근에서 전진열기간에서 시험구가 낮은 TBA치를 보였다 특히 5일째와 7일째에서는 뚜렷한 감소를 나타내었다. 이는 배최장근보다 대퇴이두근에서 Niacin의 항산화 효과가 더욱 뚜렷함을 보인 것으로 판단되었다. 그러나 이 부분도 보다 확실한 효과를 구명하기 위한 추가시험을

필요로 한다.

한우쇠고기의 냉장 진열 중 육즙손실 정도는 대퇴이두근에서 Niacin 급여군이 대조구에 비해서 낮은 육즙손실율을 나타내었다. 따라서 육즙손실율에서도 Niacin의 급여가 육즙손실율에 미치는 효과는 대퇴이두근에서 더욱 현저한 것으로 보였다.

이상의 결과로 볼 때 Niacin의 급여는 비육능력, 도체특성 및 이화학적 특성에 미치는 영향은 없었으나, 육색을 개선하고 지질산화와 육즙손실을 억제하는데 효과가 있는 것으로 나타났으며, 보다 확실한 영향을 구명하기 위해서는 추가시험을 필요로 한다.

3. 한우 고급육의 품질유지 및 육질개선

- 가. 한우육 처리 과정의 위생실태 계절별로 조사한 결과, 여름이 오염도가 가장 높게 나타났으며, 봄, 겨울이 오염정도가 상대적으로 낮게 나타났다. 도체와 사용기기 표면에 70% Ethanol 처리한 결과, 무처리구에 비해 뚜렷한 감소현상을 나타내었다.
- 나. $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 냉각시간을 달리한 도체의 육량등급과 육질등급을 비교한 결과, 육량등급은 48시간 동안 냉각시킨 도체가 24시간 냉각도체에 비해 다소 높게 나타났다. 근내지방도는 48시간 냉각한 도체가 24시간 냉각한 도체보다 유의적으로 향상되었다. 냉각시간에 따른 육질등급은 48시간 냉각시킨 도체가 24시간 냉각시킨 도체보다 낮게 나타나, 48시간 냉각시킨 도체의 육질 등급이 약 8.9% 향상되는 것으로 나타내었다.
- 다. 도체의 예비 숙성시간 및 온도에 따른 이화학적 특성의 변화를 살펴본 결과, 근원섬유 소편화 지수는 35°C 와 16°C 에서 예비 숙성된 경우 높은 수치를 나타내었으며, 5°C 의 경우 증가가 미미하였다. 가열감량은 저장기간에 따라 예비 숙성 온도에 관계없이 증가하였다. 저장기간 중 L, a, b값은 증가하는 경향이었으며, 적색도의 경우 예비 숙성 온도 35°C , 16°C , 5°C 순으로 높게 나타났다.
- 라. 육 표면에 70% ethanol을 분무한 후 진공 및 일반포장하여 각각을 저장하면서 품질 변화를 측정하였다. 일반포장한 경우 70% ethanol 처리구는 무처리구에 비해 총균수는 저장 15일 까지 뚜렷한 차이를 나타내었다. Coliform bacteria의 경우 저장 15일째 2-2.5 log cycle 정도 감소하였고, psychrotrophs의 경우 2 log cycle 정도의 뚜렷한 감소를 나타내었다. 근원섬유 소편화 지수는 저장기간동안 증가하는 경향이었으며, ethanol 처리구가 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었

으며, 가열감량은 낮은 값을 나타내었다. 저장기간동안 L, a, b값은 전반적으로 감소하는 경향이었으며, a값(적색도)은 저장기간이 경과함에 따라 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 높은 수치를 나타내었다. 진공포장을 한 경우 일반포장에 비해 ethanol 처리효과는 뚜렷하게 나타내지 않았다.

- 마. 한우 안심부위를 채취하여 육포장용 거즈로 포장한 후 2℃에서 숙성시키면서 육의 품질변화를 측정된 결과 저장 70일 동안 대조구는 표면건조 현상이 발생한 반면 거즈 포장구는 slime형성이 관찰되었다. 저장기간동안 pH, 근원섭유 소편화지수와 적색도(a)는 거즈 포장구가 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었다.
- 바. 1등급과 3등급의 우육안심을 랩포장한 후 1℃에서 저장하면서 이화학적, 미생물학적 품질변화를 측정하였다. 조지방의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 지방함유율을 나타내었고, 수분함량의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 낮게 나타났다. 총균수와 psychrotrophs는 저장 21일째 약 106CFU/cm²을 나타내었다. 휘발성 염기태 질소 함량(VBN)은 저장기간동안 1등급 우육에 비해 3등급 우육이 높게 나타났다. 드립 발생량은 저장 14일째 1등급, 3등급 우육 각각 3.19%와 6.06%으로 3등급 우육의 드립량이 현저히 높게 나타났다. 가열 감량의 경우 저장 7일째까지는 다소 증가하였으나 7일 이후부터는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. L값, a값, b값 모두 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. a 값의 경우 저장 초기에는 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 값을 나타내었다.

5. 한우 지방축적 조절을 위한 기술 개발

비육전기 거세한우의 혈중 비타민 A 농도는 평균 212.0±32.7 IU/dl 이었으며, 비육말기 거세한우의 혈중 비타민 A 농도는 117.56±43.15 IU/dl를 나타내었으며, 비육말기 거세한우의 간장내 비타민 A 농도는 평균 143.62±110 IU/g로서 개체별, 지역별, 농가별로 큰 변이를 나타내었다. 또한, 거세한우의 혈청내 비타민 A 농도는 근내지방도($r=-0.24$, $P<0.01$), 등심내 조지방함량($r=-0.21$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=-0.20$, $P<0.01$)과 유의한 부(負)의 상관성을 나타내었으며, 간장내 비타민 A plamitate는 등심내 조지방함량($r=-0.18$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=-0.16$, $P<0.05$)과 유의한 부(負)의 상관성을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 거세한우의 혈청 및 간장내 비타민 A 농도와 근내 지방도 및 육질등급간에는 유의한 부(負)의 상관성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 한우 고급육 생산시 사료내 비타민 A 함량을 조절함으로써 근내지방도를 향상시킬 수 있다는 가능성을 시사한다. 그러나 한우 고급육 생산을 위한 거세한우의 사료내 비타민 A의 함량과 급여량 및 급여시기 등에 대한 보다 구체적인 연구가 계속해서 수행되어야 할 것으로 생각된다.

6. 한우 생산농가 및 생산단지의 경영합리화

가. 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안

고품질 한우고기의 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안은 다음과 같이 제시될 수 있다.

첫째, 경영의 효율성을 제고하기 위하여 사육규모를 늘릴 필요가 있다. 사육두수가 큰 농가가 작은 농가에 비해 상대적으로 규모의 경제 이득을 누릴 수 있으며 효율적인 경영이 가능하므로 사육규모가 작은 농가는 사육두수를 늘려가는 것이 바람직하다.

둘째, 거세율 고양(高揚) 및 자체 사양 프로그램의 개발이 필요하다. 주지하는 바와 같이 한우 고급육 생산에서 거세의 필요성은 생산기술 측면의 여러 연구에서 강조되고 있다. 또한 사양의 효과가 개체별로 매우 다르게 나타나므로 외부 기관의 사양 프로그램에 의존하기보다는 자체 사양 프로그램을 개발하여 각 개체별로 적용하는 것이 필요하다.

셋째, 경영효율성 증대를 위한 유통측면의 과제로는 계통출하 확대를 들 수 있다. 계통출하를 늘려가기 위해서는 한우 고급육 생산단지의 조성 및 더불어 참여농가의 적극적인 협조가 요구된다.

나. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안

첫째, 현재의 브랜드에 걸맞은 제품 생산 및 브랜드 이미지(image) 제고가 필요하다.

둘째, 부가가치를 창출하기 위해서는 일관 생산·유통 체계를 확립해야 한다.

셋째, 거세율을 높이고, 혈통관리를 통한 고급육을 생산해야 한다.

넷째, 조사료 생산기반을 공고히 하여 비용절감에 힘써야 한다.

다섯째, 조직을 원활히 이끌어 나갈 수 있는 지도자의 능력을 고양해야 한다.

[버섯재배 잔사를 이용한 한우고기 생산]

본 연구를 3년 간에 걸쳐 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 버섯 재배 잔사의 기호성 개선을 위한 발효 처리 방법을 확립하였다.
2. 볏짚에 대한 발효 처리된 버섯 재배 잔사의 대치 수준 결정을 위한 체내 이용성을 조사하였다.
3. 발효 처리된 버섯 재배 잔사를 실제 한우에 6개월 이상 적용시킴으로서 발효 처리된 버섯 재배 잔사의 적정 사용시기와 사용 기간을 조사하였다.
4. 본 연구를 수행하는 과정에 있어 가장 큰 애로점은 팽이버섯 재배 후 잔사의 저장 과정과 방법에 따른 곰팡이 발생문제였으며, 아울러 일종의 곰팡이류에 속하는 버섯 고유의 냄새가 가축의 기호성을 떨어뜨린다는 점이었다.
5. 따라서, 버섯 재배 잔사를 사료화 하기 위해서는 무엇보다도 잔사의 저장 방법이 개선되어야 할 것이다.
6. 그러나 본 연구를 통하여 잔사의 기호성과 이용성이 크게 개선됨으로서 주요 조사료 자원인 볏짚을 상당부분 대체할 수 있는 것으로 판명되었다.
7. 단, 버섯 재배 잔사의 활용성을 극대화하기 위해서는 이를 발효 처리할 수 있는 시설의 대형화가 요구된다 하겠다.

[계분발효사료를 이용한 한우육 생산]

1. 육계분 주원료의 값싼 비육우용 TMR 사료 개발

- 가. 육계분의 혐기 또는 퇴적 발효 시 맥아근의 첨가량이 증가함(0-10%)에 따라 발효물의 영양적 특성은 더 양호하여 졌다.
- 나. 육계분-제과폐기물의 퇴적 발효 결과 공기 접촉 부위에 곰팡이가 발생하였으나, 비닐로 외부를 밀봉할 경우에 이 문제는 예방할 수 있을 것이다. 이와 같이 제조된 TMR 사료는 한우 육성우용으로서 양호한 화학적 조성(약 15% CP, 약 32% NDF)을 보여주었다.
- 다. 제조된 TMR 사료의 펠렛화는 제과폐기물(특히 지방 성분)이 성형 촉진제로 작용하여 성공적으로 이루어졌다.

2. TMR 사료 대량 생산 및 동물 급여 실험

- 가. 현장 규모의 TMR 사료 제조 실험 결과, 육계분-제과폐기물 혼합물의 퇴적 발효 시 고수분, 고열 부분의 검게 탄화되는 현상은 정상적인 부분과 화학적 조성에 있어서 뚜렷한 차이는 없었지만 향후 해결되어야 할 문제점으로 지적되었다.
- 나. 육계분-제과폐기물 혼합물의 혐기 발효는 화학적 조성 상의 손실이 매우 적어지는 장점이 있었다.
- 다. TMR 사료 제조 시 위생 처리된 육계분 단일 퇴적 발효물을 제과폐기물과 혼합하여 급여하는 것도 매우 효율적인 방법인 것으로 나타났다.
- 라. 제조된 한우 육성우용 TMR 사료는 평균적으로(n=10) TDN 69%, 조지방 5.8%, 조단백질 17%, NPN/CP 약 50%, NDF 32% 수준의 영양적 특성을 보였다.
- 마. 면양 대사 실험 결과, TMR 사료로 기존의 배합사료와 볏짚 급여 체계를 대체하였을 때 영양소(조지방을 제외한) 소화율은 전반적으로 낮았으나, 반추위에서의 발효는 정상적으로 일어났으며, 특히 단백질 체내 활용성(소화율 및 축적율)은 양호한 것으로 나타났다.
- 바. 한우 육성우 사양 실험 결과, 기존의 배합사료-볏짚 급여 체계와 비교해서 육계분-제과폐기물로 제조된 TMR사료의 급여 체계는 한우 육성우의 생산성을 비슷하게 유지하면서 약 46% 정도의 사료비 절감 효과를 누리는 것으로 나타났다.

우리나라에서 연간 60만 톤 이상의 육계분-제과폐기물 TMR 사료의 제조가 가능하며, 이는 한우 육성우용 사료로의 경제적 이용 가치가 크기 때문에 향후 이의 적극적인 산업적 이용 노력이 요구된다.

3. 기술 활용

- 가. 현장 비육우 농장에 기술 보급 또는 필요시 제조 사료 판매.
- 나. 지역 단위 축협에 사료비 절감 차원에서 개발 기술 우선 적용 필요.
- 다. 비육우용 TMR 사료 회사에 기술 제공

※ 대 정부 건의사항

- 가. 축분의 사료화 시 퇴비화 수준의 정부 차원의 지원 필요.
- 나. 축분을 이용한 저질 사료의 유통을 예방하기 위해서는 관련 종사자의 정기적 교육 실시 및 사료 판매시 허가증(license) 취득 필요.
- 다. 정부 차원의 개발 기술의 적극적 홍보 지원 필요.
- 라. 필요 시 정부 지원 하에 민간 시범 사업 개시.

[형태학적 특성에 의한 비육 밀소 선발방법의 추정]

1. 밀소의 형태적 특성과 도체성적간의 상관관계를 조사한 결과 거세우에 대한 개시 시 체중과 냉도체중, 등지방두께 및 배최장근단면적 간의 표현형상관은 각각 0.613, 0.258 및 0.364로 정의 관계를 나타내었고, 체적과는 각각 0.511, 0.204 및 0.247로 추정되었으며, 얼굴 길이, 얼굴 폭 및 입둘레와 도체성적간에는 0.194~0.539로 정의상관을 나타내었다. 목의 두께와 털의 굵기와 도체성적간 상관관계는 각각 0.203~0.259와 0.172~0.179로 정의 상관으로 추정되었으며 특히 근내지방도와 털의 굵기는 0.172로 정의 상관이 추정되었다.
2. 종모우의 고환둘레가 클수록 정액생산량은 많아지나($r=0.10$), 농도는 유의적이지는 않지만 부의 상관을 보였다. 정액량과 농도와의 부분상관관계는 거의 없었으나 ($r=0.04$) 총 정자수와는 0.69로 높게 나타났다. 종모우의 나이와 정액량, 정자농도 및 총 정자수와의 상관관계는 작았지만(0.06 ~ 0.11) 부의 상관을 나타냈다. 종모우의 나이가 증가할수록 정액량은 적어지고 농도 역시 적어져서 결국은 총 정자수도 감소하는 것으로 나타났다.
3. BP94 marker($p<0.01$)와 BP94와 BP36 상호 작용의 결과($P<0.0001$) 상강도에 영향을 미친 것으로 보인다. 도체의 상강도 등지방 두께 및 등심 단면적과 초음파 측정치간에는 정의 상관을 나타내고는 있다. MS-UMS 간에는 0.36, BF-UBF 간에는 0.48, RA-MRA 간에는 0.41로 상당히 높은 상관 관계를 가지고 있으나 아직은 좀 더 기술을 개발하여 상관을 높일 필요가 있을 것으로 사료된다.

[초음파를 이용한 비육밀소의 능력 예측시스템 개발]

초음파 생체 관정에 의한 한우의 조기 능력 예측을 위하여 거세우를 대상으로 실시한 결과 등지방층의 과잉 발달 개체를 사전 차단하기 위하여 double fat layer가 발생되어 있는 개체에서 뚜렷한 과잉의 등지방층 발달하는 경향이 뚜렷하였으며 3mm 이상의 등지방층이 발달하여 있는 개체에서 다소 비대한 등지방층의 발달을 볼 수 있었다.

등심단면적에서는 생체중 10 kg당 1cm² 이하의 개체에서는 평균치 보다 낮은 면적으로 성장하였으며 1.3cm² 이상의 개체에서는 등심단면적의 발달 우수하였다.

육질의 조기 예측에서는 육안 관정이 화상분석에 비교하여 쉽고 빠른 관정을 할 수 있었으며 아주 우수한 개체와 아주 저질의 개체를 선발 할 수는 있었으나 보편적인 개체에서는 선발의 의미가 없었다.

이상의 결과로서 다음과 같이 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 등지방층의 과잉 성장 가능성이 있는 개체는 12개월령에 2차 지방층의 띠를 확인할 수 있었던 바 과잉의 등지방 발달 가능성이 있는 개체를 사전 제외하는데 이용할 수 있을 것이다.
2. 등심단면적이 큰 개체를 선발하기 위하여 12개월령에서 체중 10kg 당 1.3cm² 이상의 개체를 선발하도록 하여야 할 것이며 1cm² 이하는 사전 제외하도록 하여야 할 것이다.
3. 육질의 조기 예측은 전반적으로 50% 수준으로서 일반적으로 보급할 수준은 아니나 우수한 능력이 있는 개체와 아주 저질 능력 우의 사전 선발에는 육안판단과 화상 분석으로 50% 수준으로 가능 할 것으로 사료된다.

※ 문제점과 건의 사항

본 연구에서 등지방층의 발달을 확인하기 위한 실험 중 도체와 생체관정 등지방층의 차이가 심각한 수준으로 매우 우려되는 실정이다. 또 도축장별로도 상당한 차이가 있는 것으로 확인되었던 바 육량의 계산에는 상당한 문제와 착오가 발생되고 있다고 본다.

초음파 생체관정에 의한 등지방층과 등심단면적은 도체측정에 비하면 과소평가된다는 것이 일반적인 생체관정 기술로 인정되고 있는 실정이다. 그러나 국내에서는 본 실험에서와 같이 오히려 생체관정이 도체관정 보다 과대평가 되고 있다는 사실은 도체에서 상당한 량의 등지방층이 실수로 또는 인위적으로 제거되고 있다는 사실을

간접적으로 제시하는 것으로 현재까지 시행하고 있는 육량의 계산은 상당한 문제가 있다고 본다. 아울러 경제적인 한우의 사육을 위하여 무엇보다도 과잉의 지방층 발달을 억제하여야 하나 현재와 같은 도축과정에서 발생하는 등지방층의 제거에 대한 문제점을 개선되지 않는다면 앞으로 심각한 문제에 봉착할 수 있을 것으로 심히 우려되는 사항인바 보다 확실한 육량 계산을 위한 제도적인 장치가 보완되도록 건의합니다.

[DNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구]

1. 연구개발 결과

가. 유전자 지문에 의한 유전적 순수 한우의 규명

외국 축종과의 차별된 한우의 검정을 위해 외모심사에 합격한 한우 집단과 외국 축우 품종인 Holstein, Aberdeen Angus, Charolais, Simmental, 일본 Kobe지역 흑모 화우와 연변 황우를 이용하여 유전자 지문을 실시하였다. 유전자 지문은 M13 DNA probe와 Pst I 를 사용하여 실험하였고, 그 결과 외국 축우품종들과 차별화 되는 한우의 specific DNA marker 2종류(2.4와 2.2kb)를 확인 할 수 있었다.

그리고 한우 집단에서 순수한 한우와 외국 품종과 교잡이 이루어진 것으로 추정되는 한우를 식별을 위한 유전자 지문을 실시하였으며, 이 실험에는 DNA probe [(AAC)_n] 과 제한 효소 Pst I 을 사용하였다. 실험 결과 한우 집단 내에서 순수 한우에 특이적인 DNA maker(10kb)를 규명하였다.

나. 근내지방도 연관 DNA marker의 규명 및 검정

한우의 등급 결정에 가장 중요한 부분을 차지하는 근내지방도에 연관된 DNA marker의 규명은 제4회 전국한우 능력평가 대회 출품우(거세우)의 성적별 high와 low group 간에 유의적으로 차이를 나타내는 특이적 DNA marker를 규명하였다. 규명된 근내지방도 특이적 DNA marker별 성적은 1등급 출현율이 9.4kb를 가진 집단에서는 94.4%와 marker를 가지지 않은 집단은 40%로 큰 차이를 나타내었다. 도축을 통하여 판정되는 쇠고기의 육질을 미리 예측할 수 있음은 물론 거세과정을 통해 얻을 수 있는 고급육 생산에 문제점인 경제적인 한우농가의 손실을 최소화할 수가 있는 획기적인 방법으로 판단된다.

다. 등지방두께 연관 DNA marker의 규명 및 검정

등지방두께 연관 DNA marker의 규명 역시 제4회 전국한우 능력평가 대회 출품우(거세우)의 성적별 high와 low group을 이용한 M13/HaeIII 유전자 지문 결과 11.3kb를 가진 개체들과 12.4kb를 가진 개체들의 등지방두께는 0.61cm에서 1cm로 상당한 차이를 나타내었다. 이는 육질 형질인 근내지방도와 함께 한우 능력 개량의 수단으로서 적용이 가능할 것으로 판단된다.

라. 유전자 지문을 이용한 한우 개량체계확립

농협 한우개량부의 후대검정우 제26차, 27차 및 28차 371두를 대상으로한 M13 DNA probe와 제한효소 HaeIII를 이용한 유전자 지문을 실시한 결과 한우의 경제형질 중 육량(등지방두께, 일당증체량)과 육질(근내지방도, 등심단면적)에 연관된 DNA marker(11.3/9.4kb)를 규명하였다. 11.3kb와 9.4kb DNA marker 조합은 주요 경제형질인 등지방두께, 일당증체량과 근내지방도 및 등심단면적을 동시에 확인 할 수 있고 이를 통한 개량 효과 역시 클 것으로 판단된다.

2. 연구개발 결과의 활용

가. 기술교육

- 1) 경상북도 축산관련 담당 공무원 (2001. 5. 8. 영남대학교 국제관)
- 2) 경상남도 수정란 이식 연구회 (2001. 6. 13 경상남도 인공수정협회 회관)
- 3) 경기도 한우고급육 경진대회 (2001. 11. 10 경기도청 회의실)
- 4) 경상남도 농업기술원 (2001. 11. 29 경남농업기술원 회의실)
- 5) 경상북도 고품질 한우생산기술 교육 (2001. 12. 12 경상북도 농업인회관)

나. 기술의 산업화

1) 기술적용 사례

- 제일사료(주) ; 한우 비육능가 현장 검정 적용
- 고려산업(주) ; 한우 비육능가 현장 검정 적용
- 농림부(한국종축개량협회, 농협 가축개량사업소) ; 2001년 농림사업 “DNA marker 혈액분석 사업” (당대 및 후대검정우 적용)

- 경상북도 ; 2001년 경상북도 과제

“유전자 검정에 의한 우수 유전자 보유 한우의 조기선발

2) 앞으로의 활용

본 연구 결과의 여러 과정 및 기술들을 확대 적용시키는 사업들을 국가나 민간기업에서 지속적으로 수행한다면 한우의 끊임없는 개량 연구가 이뤄질 수 있으리라고 기대되고 DNA marker의 이용한 유전적 능력이 우수한 개체를 선발로 중모우 및 암소의 번식체계를 확립함으로써 고품질 한우육 생산 시스템 구축이 가능할 것으로 판단된다. 특히 우수한 육질과 등지방두께의 유전적 자질을 보유한 밀소 생산을 통한 고급육의 대량 생산 및 고부가 한우산업에서 중요한 수단으로서 이용이 가능 할 것으로 판단된다.

[고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식 기술 개발]

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우 번식실태 조사를 위해 연구가 수행되었다. 연구 결과에 의하면 국내 한우의 사육규모는 사육두수가 50두 이하인 농가가 전체의 89%를 차지하여 현재까지도 영세한 형태가 대부분인 것으로 나타났는데 이는 유우에 비하여 한우사육형태가 영세하였다. 특히 번식우의 사육기간에 있어 3산차 이하가 86%를 차지할 정도로 짧은 것으로 조사되었다. 이는 국내 한우 가격 변동 및 수입개방에 따른 문제의식에 대한 불안감의 영향을 받은 것으로 사료되며, 국내 축산농가의 출하 및 사육 생산 기반이 매우 취약하다는 것을 의미한다. 국내 한우의 분만 간격은 13개월 이상인 개체가 44%를 나타내고 있어 일부 개체에서는 공태기의 단축으로 경제성을 향상시킬 필요성이 제기된다. 이상의 결과로 보아 국내 한우의 사육형태는 아직 그 취약성을 면하지 못하고 있으며, 사육기간이 짧고 효과적인 번식관리가 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다.

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우 조기 임신진단에 관하여 연구를 수행하였다. 임신진단을 위해 소에서는 주로 직장검사법 및 초음파검사법이 최근에 이용되고 있으며, 제한적이나마 면역학적 진단법이 소개되고 있다. 본 연구에서는 수정 21일째에 progesterone (P4) 농도를 측정하여 3.0 ng/ml 이상이면 간접적으로 임신이라고 생각하고 30일에 초음파를 이용하여 확진한 결과 임신 확진률이 87.2%로 매우 높게 나타났다. 결론적으로 한우의 공태기가 증가되는 이유 중의 하나로 분만

후 정확한 발정의 발견 잘못을 들 수 있는데 본 연구에서는 정확한 난소 질환 및 발정 발견을 판단하기 위하여 P4 농도를 측정하여 알 수 있었으며 또한, 혈중 P4 농도를 이용한 후 초음파를 이용한 임신 확인은 한우의 조기 임신 진단에 좋은 도구로 사용될 수 있어 한우의 신속한 번식증진에 도움을 줄 것으로 판단된다.

한우의 효율적인 번식을 위하여 발정동기화를 유도하는 방법으로 PGF2a 투여법(근육내, 질내 또는 난소실질내)과 Ovsynch 법이 이용되고 있다. 연구보고에 의하면 난소실질내 PGF2a 감량 투여법이 가장 효과적이나 투여의 기술적 문제점을 가지고 있다. 이 방법이 어려울 경우에는 PGF2a 근육내 투여법과 기구를 이용한 progesterone 제제의 질내 분비기구의 삽입법과 최근에 와서는 Ovsynch 법이 시도되고 있다. 본 연구는 전술한 방법들을 농가에 실제적으로 적용할 수 있도록 개선하여 사용하였다. 본 연구에서 초음파를 사용하지 않고 간단한 난소실질주사기를 고안하여 사용하여 앞서 발표된 연구와 PGF2a의 투여시기 및 방법을 달리하여 난소실질내 PGF2a 투여가 발정동기화 유도 및 수태율에 미치는 영향을 조사한 결과 분만 후 20일 경과한 소에 대해 PGF2a 투여 간격을 14 일로 하여 74%의 수태율을, 11일 간격으로 PGF2a를 투여한 군에서는 94%의 높은 수태율을 보여 공태기를 획기적으로 단축할 수 있는 우수한 처리법임을 알 수 있었다. 본 연구에서 얻은 결과는 국내의 공태기 실정을 감안할 때 획기적인 방법으로 향후 농가의 적용 연구 및 영농활용에 도움이 될 것으로 사료된다.

본 연구는 정액자동분석기를 이용하여 한우정액의 운동특성을 분석하고 이를 체외수정에 공여하여 수태에 직접 관련이 있는 요인을 찾아내어 동결정액의 제조시 활용함으로써 수태율을 높일 수 있는 조건을 체외에서 검증하기 위함이다. 동결융해 한우정자의 MOT 및 VCL 의 운동특성은 한우정액의 융해 30분 후부터 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 본 실험의 결과 한우 정액에서도 운동성 (MOT) 및 곡선운동속도 (VCL)은 체외수정 후 분할율과 유의적인 관련이 있는 것으로 나타나 정자의 기능과 밀접하다고 판정되며, 수태율을 예측할 수 있는 요인이라 사려된다. 정자의 수태능을 높이기 위해 정자활성물질을 사용, 정자의 운동성과 생존성을 검토하였다. 정자활성물질 중 theophylline과 pentoxifylline의 최적농도 결정하여 첨가 후 CASA를 이용하여 분석하였다. Pentoxifylline 이 정자의 운동성과 침체반응을 촉진한다고 알려진 것과 같이 본 실험에서도 같은 결과가 도출되었으며, 이들의 동결정액에 첨가시 체내에서의 역할에 관해서는 더 연구가 필요하다. 그러나 각각의 물질은 정자활성의 증가에 따른 생존성의 저하를 야기하지는 않았지만, theophylline과 pentoxifylline의 합제의 경우 정자에 상해를 입힌 것으로 사료된다. 체외에서 heparin을 첨가한 것은 다른 활

성물질에 비해 우수한 결과를 보였다. 또한 한우 동결정액을 용해 후 정자를 배양액 내에서 배양시 theophylline과 IBMX를 첨가시에 생존성에는 악영향이 미치지 않았을 뿐만 아니라 정자의 수정율 획득 및 정자의 운동성은 증가하는 경향을 보였다. 이상의 결과로 보아 번식보조기법 중 정자의 운동성이 중요시되는 인공수정에는 IBMX, theophylline이, 정자의 생존성과 침체반응이 중요시되는 체외수정에는 heparin이 정자 활성화물질로서 효과적이라고 생각되며 정자활성물질을 적용하는 방법을 달리한 후의 효과와 정자활성물질이 수정율 획득과 침체반응을 유발시키는 기전에 관해서는 추가 연구를 통한 규명이 필요할 것으로 생각된다.

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우의 번식장애를 감별 진단하고 치료 protocol의 개발을 위해 본 연구가 수행되었다. 본 연구는 분만 후 60일까지 발정이 재귀되지 않은 무발정 한우 43두를 대상으로 이들의 감별진단 및 치료효과를 판정하기 위하여 P4 농도를 측정 및 직장검사와 초음파 검사를 시행하여 정확한 진단을 하였다. 결과는 검사두수 43두중 둔성발정 또는 발정발견의 잘못이 18두(41.9%)로 가장 많았고, 난소기능정지 14두(32.6%), 난포낭종 4두(9.3%), 영구황체 3두(7.0%), 자궁 내막염 2두(4.7%), 자궁축농증과 황체낭종은 각각 1두(2.3%)로 나타나 국내 한우에서 공태기를 줄이기 위한 방법으로는 발정발견 방법을 개선하는 것이 가장 시급한 문제로 나타났다. 이를 개선하기 위해서는 일일 3회, 30분 이상 우군의 면밀한 관찰이나 시정우(teaser bull)의 도입 등이 권장된다.

소에서의 번식장애의 치료를 위해 본 연구의 검사두수 43두중 치료 실시에서도 나타났듯이 둔성발정 또는 발정발견의 잘못 18두를 PGF2a 25 mg으로 치료를 하였던 바 18두가 발정이 발현되었는데 이중 16두 임신되었으며, 난소기능정지되어 난소내 특별한 구조물이 없이 진행중인 소의 경우 그 진단은 직장검사 및 초음파검사를 통해 실시할 수 있었으며, 혈장 progesterone의 농도도 매우 낮게 유지됨을 알 수 있었다. 난소기능장애 소의 GnRH로, 난포낭종은 GnRH 200 μ g의 처치로, 영구황체는 PGF2a 25 mg으로 처치 후 좋은 반응을 보였다. 이상에서와 같이 분만 후 무발정우를 대상으로 한 초음파검사 및 혈중 progesterone 농도측정은 직장검사를 통한 진단을 객관화 할 수 있어 번식장애를 조기에 발견하고 이어서 정확한 감별진단에 수행 할 수 있어 효과적인 치료를 함으로써 분만 후 공태기를 단축시킬 수 있는 유용한 방법으로 나타났다.

[근내지방도 단계별 측정 및 표준화 기술 개발]

기존의 육량등급 4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계와 본 연구의 조지방함량 17단계의 양적형질로서의 정규성분포를 검정한 결과 본 연구에서 제시한 조지방함량 분류가 가장 정규분포에 가까운 것으로 나타났다.

정규분포성이 가장 높은 조지방함량의 분석치를 기준으로 한 종모우들의 순위상관은 조지방함량에 의한 종모우 선발 방법이 1% 수준에서 유의적인 차이가 인정되었다. 지금까지 살펴본 바와 같이 근내지방도의 분류는 조지방함량 분석에 기초하여 근내지방도의 분류를 표준화하고, 근내지방이 우수한 종모우의 선발은 물론 각종 실험의 기준이 되는 근내지방도의 표준화는 조지방함량 3%미만, 20%이상 사이에 17단계를 두어 총 19단계로 나누어진 근내지방도를 표준화하고 육질등급은 7등급으로 하였다. 영상분석치와 조지방율과의 상관은 0.84($p < 0.01$)로 높은 상관치를 보여 주었으며, 실측치인 조지방 분석치를 기준으로 할 경우 영상분석치가 1sd 범위에 속하는 것은 79.1%, 2sd의 범위는 94.20%가 포함되었다.

우선적으로 본 연구에서 확립된 “근내지방도의 단계별 표준화 기준”은 새로운 육질등급판정 기준으로 채택되어 생산자에게는 생산 지표로서 소비자에게는 쇠고기의 올바른 선택의 기준으로 종모우 평가나 사양시험의 비교평가지 합리적인 비교기준으로 활용하여야 할 것으로 사료되었다.

영상분석 기술도 개선의 여지가 있으나 육질의 객관적인 보조지표로서 활용 할 수 있을 정도의 상관을 보여주고 있어 이를 잘 활용하면 생산자와 등급판정사간의 판정에 대한 불필요한 마찰을 최소한으로 줄이는데 기여할 것으로 사료되었다.

[항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발]

1. 연구개발 결과

가. 송아지 질병 발생 및 원인 조사

국내 한우 농가의 송아지 질병 발생과 원인을 구명하기 위한 실태조사에서 질병 발생율과 폐사율은 지역에 따른 차이를 보였고, 사육규모가 커질수록 질병 발생율과 폐사율이 증가하여 사육규모가 200두 이상인 농가에서 소화기 및 호흡기 질병 발생을

은 각각 73.4% 및 26.2%였고, 폐사율은 17.2%인 것으로 조사되었다. 송아지 설사의 발생시기는 생후 11~30일 사이가 가장 높았고, 송아지 혈액내 면역글로블린의 농도는 초유를 섭취하고 나서 급속도로 증가한 후 생후 14일령까지 지속적으로 낮아지는 것으로 나타나 생후 11~30일령시 수동면역은 점차적으로 감소되고 송아지 자체의 능동면역은 아직까지 제대로 작용하지 못함으로써 질병감염이 취약한 시기로 판단되었다. 질병발생의 예방조치에 대한 조사에서는 축사 및 운반차량의 소독을 전혀 실시하지 않는 농가가 52.4%로 국내 한우 농가의 질병예방에 대한 의식과 노력이 상당히 저조한 것으로 판단되었다. 또한 질병예방을 위한 백신이나 면역물질의 투여율도 저조하였고, 질병에 대한 대처도 자가 치료가 80.9%로 가장 높은 것으로 조사되었다. 송아지 설사의 원인 구명을 위한 바이러스 및 세균검사를 실시한 결과, 설사증상을 보인 46두의 송아지 중 3두가 코로나 바이러스에 감염된 것으로 조사되었다. 세균에 감염된 송아지는 40두였고, 이 중 *Enterococcus* spp.에 감염된 개체가 20두로 가장 많이 검출되었다. 이와 같이 국내 송아지 설사는 대부분이 세균 감염에 의한 것으로 조사되었다.

나. 면역능 강화 물질 탐색

어미로부터 송아지로의 수동 면역의 전이를 강화시킴으로써 송아지의 항병력을 높여줄 수 있는 물질을 탐색하기 위하여 임신우를 대상으로 β -carotene, Power Mixer, Chito-Zn-S, Bio-Herb 및 Chito 153을 급여하여 시험한 결과, 처리에 따른 송아지 면역증강의 효과가 뚜렷하게 인정되질 않았다. 이러한 결과는 본 시험에 공시된 임신우의 사양관리가 벼짚위주의 일반농가와 달리 양질의 조사료를 급여함으로써 면역증강의 효과를 명확히 확인하지 못한 것으로 판단되었으며, 이에 일반농가의 사육조건에서 비타민, 광물질 및 면역강화제를 급여하여 2차 실험을 실시하였다. 대조구, 처리구-A(Vit. ADE 10g/두/일), 처리구-B(Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g) 및 처리구-C(Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g + Levamisole HCl 5g + Natural-2000 20g)에서 분만된 5일령 송아지의 혈액내 IgG를 분석한 결과, 처리구-A와 처리구-C가 대조구에 비하여 IgG 함량이 각각 565 및 735mg/100ml 더 높은 것으로 나타났다. 이는 임신우의 비타민, 광물질 및 면역증강제의 급여가 태아상태에서나 분만 후 초유를 통해서 송아지의 면역증강에 효과가 있는 것으로 판단되나, 각 투여물질의 단독 효과인지 복합 효과인지의 여부는 추후 조사가 필요할 것으로 사료된다.

어미소에 의한 면역물질의 전이를 통한 수동면역 외에 송아지에게 직접적으로 면역력을 증가시킬 수 있는 물질을 탐색하기 위하여 송아지의 면역력 증강에 효과가 있다

고 사료되는 시료에 대한 병원성 세균에 대한 증식억제 효과 실험과 세균 증식억제 물질 투여 후 자연 설사 발병률 조사를 실시하였다. 설사를 유발시키는 병원성 세균을 배양시킨 후 POF(Power Feel), CIA(Citric Acid), C153(Chito 153), FOA(Formic Acid) 및 WOV(Wood Vinegar)를 투여하여 세균증식에 미치는 영향을 살펴본 결과, POF 처리시 Clostridium perfringens에 대한 억제 효과가 나타났고, CIA와 FOA는 시험에 공시된 모든 병원성 세균에 대하여 증식억제 효과가 있었으며, 공시된 시료 중 FOA가 병원성 세균에 대한 증식 억제 효과가 가장 높았다. 한우 송아지를 생시부터 6개월령까지 항병력을 증강시키기 위하여 인위적으로 면역 강화제를 급여하여 설사 발생율을 조사한 결과, Citric Acid를 급여한 처리구는 50.0%로 대조구의 57.9%에 비해 낮게 나타났으나, 다른 처리구에서는 대조구에 비해 높은 설사 발생율을 나타냈다. 또한 설사발생시 회복기간은 Lactobacillus와 Chito 153을 급여한 처리구에서 각각 2.5 및 2.0일로 대조구의 2.7일에 비해 짧은 것으로 나타났다.

다. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석

한우 송아지의 생후 24시간동안의 초유섭취 특성을 조사하고 혈중 면역글로불린과의 연관성을 구명하고자 실시한 시험 결과, 한우 신생 송아지가 분만 후 첫 흡유까지 걸린 시간은 평균 72.9분이었고, 첫 흡유량과 분만 후 24시간동안의 흡유량은 각각 865 및 3,255g으로 조사되었으며, 생후 5일령과 10일령의 혈중 IgG 함량은 3,136 및 2,805mg/100ml으로 나타났다. 이와 같이 한우는 초유섭취량이 적기 때문에 신생송아지가 흡수하는 면역글로불린을 높여주기 위해서는 분만 후 최대한 빨리 초유를 섭취할 수 있도록 관리해야 하며, 이를 위해 분만우의 주간분만을 유도하여 관리자가 신생 송아지의 초유섭취 시간을 앞당기고 섭취량을 높여준다면 송아지의 면역글로불린 섭취량 및 흡수량을 높여 면역증강에 도움을 줄 것으로 사료된다.

초유의 성분 중 immunoglobulin을 간단한 방법으로 분리하여 초유량이 부족한 한우 송아지에게 초유보충제로써 급여하기 위하여 젖소의 초유를 원심분리에 의해 지방을 분리하고, 산도를 이용한 casein을 제거한 후 동결건조를 하여 분말화하였다. 이렇게 제조된 인공유는 immunoglobulin 농도가 높아 초유량이 부족한 한우 신생 송아지에게 급여시 immunoglobulin의 보충효과가 높을 것으로 사료되나, 실제 이에 대한 실험이 이루어지지 않아 추후 인공유의 적정 급여량, 급여방법 및 그에 따른 면역증진 효과에 대한 실험이 수행되어야 할 것으로 생각되어진다.

2. 연구개발 활용에 대한 건의

- 가. 송아지 질병발생 및 원인에 대한 연구결과 송아지 설사는 바이러스에 의한 발병보다 세균감염에 의한 설사의 비중이 상당히 높았다. 또한, 질병발생의 예방조치에 대한 농가실태조사에서 축사 및 운반차량의 소독을 전혀 실시하지 않는 농가가 52.4%로 나타나 국내 한우사육농가의 질병예방에 대한 의식과 노력이 상당히 저조한 것으로 판단되었다. 따라서 한우사육농가에 대하여 소독과 위생에 관한 홍보와 지도를 시급히 수행하여 송아지 설사의 발생률을 줄여야 할 것이다.
- 나. 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질 탐색에 관한 연구를 통해 어미소에 대한 비타민, 광물질 및 면역증강제의 급여가 송아지의 면역을 증강시키는 것으로 나타났다. 병원성 세균의 증식을 억제시키는 물질을 찾을 수 있었다. 그러나 송아지 항병력 증가 기술을 농가에 보급하기 위해서는 추후 다양하고 세부적인 연구들이 수행되어야 할 것으로 사료된다.
- 다. 한우 송아지의 초유섭취량과 섭취행동에 관한 연구결과 한우 송아지는 초유섭취량이 상당히 적었고, 인위적인 도움없이 송아지 스스로 초유를 섭취하는 데 걸린 시간이 70분을 넘기는 것으로 나타났다. 따라서 초유섭취량이 부족한 송아지에 대한 인공초유 급여 및 송아지 분만관리 등에 관하여 한우사육농가에 홍보 및 지도가 필요할 것으로 사료된다.

SUMMARY

I. Title of the project

Development of technologies to improve competitiveness of Hanwoo

II. Purposes and importance of study

It is very critical situation to Hanwoo industry in Korea since importation of live beef cattle as well as packed beef has been allowed since 2002. Imported beef from Australia, USA, and Canada already occupies more than half of beef consumption per year in Korea with merits of low-price. Furthermore, China will also try to export their beef to Korean market in a near future. Thus it is urgent to put international competitiveness to Hanwoo beef. The competitiveness of Hanwoo should be considered as an offensive strategy to export Hanwoo beef to those countries such as Japan, China, Australia, and USA instead of defensive strategy against imported beef. Thus, the current studies were conducted to give international competitiveness to Hanwoo by pointing existing problems in the processes of producing high-quality beef in Hanwoo and by suggesting modified methods in the area of feeding and managements, genetics and breeding, reproduction, carcass grading systems, and disease control.

Detailed purposes and importance of study for each study are as follows;

Firstly, development of feeding programs to produce high-quality beef in Hanwoo is essential to survive open market era. To produce high-quality beef in Hanwoo, it is necessary to castrate Hanwoo bulls and to feed Hanwoo steers according to their performance characteristics depending on physiological stages. Flavors, meat color and freshness are emphasized to improve beef quality. And reduction in feeding cost is important for profitable management. The next thing to be considered is to improve beef quality and to maintain it. And, the current

studies were conducted to suggest new and improved feeding programs to produce high-quality beef in Hanwoo by providing data for business analysis, break-even-point depending on market ages, and profit analysis of feeding agriculture by-products. Furthermore, this study suggests the methods to optimize and to improve farm management and then to make their own brand by surveying current management status of high-quality Hanwoo beef production complex.

Secondly, we have to find some way to use the wasting beds of *flammuliua velutipes*. It might be a good roughage sources because the major constituents of the wasting beds are fibers and it contains some mushroom portion after harvesting. Unfortunately, however, nutritional values, in vivo availabilities and utilizing methods as feeds for *flammuliua velutipes* are not reported. Thus, technologies to utilize *flammuliua velutipes* as an economic feeds for Hanwoo is considered in this study.

Thirdly, it is essential to develop cheap total mixed rations(TMR) for Hanwoo grower. The production and distribution of cheap TMR will promote the replacement of expensive formulated feed and rice straw, resulting in considerable feed cost reduction in beef cattle farms as well as producing Hanwoo beef of medium to good quality. In the current study, fermented broiler litter added with barley malt sprouts and TMR including broiler litter and bakery waste were developed and pelleting of the developed TMR was evaluated as a feed. And, large scale production of the developed TMR, nutrient digestibility and balance trial with sheep, and a feeding trial with Hanwoo were conducted.

Fourthly, it is necessary to improve genetic performances of Hanwoo to supply good calf. And assumption of live animal will help to shorten the long progeny test. Some marker to confirm good cattle will help to increase selection intensity. And furthermore, selection of good calf by phenotypic appearances will stimulate improvement of Hanwoo by selecting replacement heifers within more than 80% of population which is not involving in improvement program.

Fifthly, early estimation of meat quality in live animals and selection is very important in Hanwoo industry. And estimation of meat quality by ultrasound technology will help rapid improvement by shortening generation intervals needed

in progeny test.

Sixthly, in order to identify the genetic purity and provide new tools to genetic system of improvement in Hanwoo as a unique genetic source in Korea, this study tried several DNA techniques of DNA fingerprinting(DFP), random amplified polymorphic DNA(RAPD). Identified DNA markers were differentiated Hanwoo from other cattle breeds and considered relate with economic traits of Hanwoo.

Seventhly, in order to have international competitiveness of Hanwoo with high quality, improvement of genetical and phenotypical background of reproductive and stock cows and establishment of rapid production system are necessary. For the mass production of high performance Hanwoo, consistent research and development are the most critical and indispensable. No data have been collected for the establishment of reproductive parameter in Hanwoo and thereby, the research on this subject should be performed. And in order to increase reproductive performance, the methods for diagnosis of reproductive disorders and early pregnancy should be established. And, estrus synchronization and fixed artificial insemination method should be established in order to reduce open period. And, the optimal diagnosis method and practical treatment protocol of the disease should be developed. And, by establishing the parameters for high quality of sperm using computer-aided sperm analysis (CASA), optimal semen should be used for artificial insemination. In addition, sperm activators that could increase the capacitation of sperm should be obtained. The goals of this project is the development of new breeding technique in order to increase Hanwoo population in Korea by applying the results of the proposed study.

Eighthly, the goals of this study were to make the beef marbling standard and develop the technique of the image analysis for the marbling fat content of the ribeye because the marbling score must be measured objectively for the selection of the genetically superior sire and the development of the feeding system to produce the high quality beef.

Ninthly, to maintain stable cattle production foundation should be grown calves that are minimized morbidity and mortality into cows together with

continuous production of calves. The Hanwoo farms raise cattle in barn limited space by rice straw based feeding, so a diarrhea is the biggest problem in newborn calves. Therefore an increase of disease resistance in calf period on high susceptibility can decrease healing cost and antibiotic abuse as well as cut down beef production cost through increase survival rate and body weight on weaning period.

III. Contents and Results

[Development of feeding programs for production of high-quality beef from Hanwoo steers]

1. The effect of manipulating growth rate in growing and fattening stage on carcass quality.

This study was undertaken to investigate the effect of starting age (7, 8 and 9 months), slaughter age (24, 26 and 28 months) and the level of concentrate allowance (low and high) on growth performance and carcass characteristics and to develop feeding programs for production of high-quality beef from Hanwoo steers. A total of 180 Hanwoo steers were randomly assigned to 18 groups (3 X 3 X 2 factorial design) and fed the concentrates and rice straw according to a set of feeding regimes that were divided into three periods (growing, fattening I and fattening II) . The results obtained are summarized as follows:

- A. Average daily gain (ADG) during growing period was higher at the high level of concentrate allowance and increased with increasing slaughter age, but decreased with increasing starting age. Feed conversion ratio (FCR) was not affected by the level of concentrate allowance or slaughter age, but worsened as starting age was increased.
- B. ADG and FCR during fattening period I appeared to be not affected by any of the factors above.

- C. In fattening period II, ADG and FCR were significantly lower in the 28-month slaughter group.
- D. During the whole period, the level of concentrate allowance and slaughter age did not influence ADG, but the starting age had a significant effect with the 9-month starting group being the lowest. The final live weight increased with increasing slaughter age as expected. FCR was particularly higher in the 28-month slaughter group and the 9-month starting group than the other groups.
- E. Carcass characteristics were influenced most by slaughter age. In particular, cold carcass weight increased markedly with increasing slaughter age. The steers slaughtered at 28 months of age had significantly thicker back fat and greater longissimus dorsi cross-section. The marbling score was closely related to slaughter age, hence resulting in a higher meat quality grade when slaughtered at 28 months of age.
- F. In composition of the carcass, the increased slaughter age resulted in decreased percentages of lean meat and muscle, and an increased percentage of fat. In addition, delaying the slaughter decreased the yield (%) of parts of the carcass except of brisket and flank.
- G. The physico-chemical properties of a carcass were dependent more on meat quality grade than on slaughter age. The meat quality grade (the smaller numerically, the better) was correlated positively with water content and negatively with fat content in the carcass. Lightness value (L) of the meat appeared to be higher in carcasses of the best grade (1+).
- H. The fatty acid composition of the carcass was much more dependent on slaughter age than on meat quality grade. Increased slaughter age resulted in significant increases in the level of polyunsaturated fatty acids, the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acids and the level of monounsaturated fatty acids in the carcass. Especially, the proportion of C18:1 was significantly higher in carcasses of higher grades irrespective of slaughter age.
- I. Overall, it was concluded that slaughtering the steers at 28 months of age resulted in increases in live weight at slaughter and carcass weight, and

improvement in carcass quality traits associated with high-quality beef. Therefore, extension of slaughter age to 28 months for Hanwoo steers would be beneficial to the producers of high-quality beef. The results obtained in this study have been applied to a new feeding program for production of high-quality Hanwoo beef.

2. Studies on improvement of meat color for production of high-quality Hanwoo beef.

A. Trial 1: Dietary supplementation of vitamin E to improve meat color in Hanwoo steers

For production of high-quality beef from Hanwoo steers, this study was conducted to evaluate the effects of dietary vitamin E supplementation on growth performance, carcass characteristics and meat quality measurements including changes in meat color and oxidation of the lipid during display in the supermarket. The Hanwoo steers were fed either a diet supplemented with 1,500 IU/day of vitamin E (treatment) or a diet with no vitamin E supplementation (control) for 120 days. The results are as follows:

The dietary supplementation of vitamin E did not affect average daily gain, feed intake and feed conversion ratio (FCR), and carcass quantity grade factors like cold carcass weight, backfat thickness and longissimus dorsi area. Also, the vitamin E supplementation did not alter carcass quality factors like marbling score, fat color, and firmness and maturity of the meat; the only exception was lightness of the meat that was significantly increased. The physico-chemical properties of the meat including moisture and crude fat content, and firmness and water holding capacity of the meat were neither influenced by dietary supplementation of vitamin E. There was a significant increase of vitamin E in the trial diet, plasma and muscle in the treatment group. The carcasses of the treatment group showed higher values of lightness (L), redness (a) and yellowness (b) compared with those of the control group when the loin was displayed in the supermarket. These

values peaked between day 1 to day 3 of the display. The chroma value of the displayed loin was higher and the hue value tended to be higher in the treatment group than in the control group. The loin of the treatment group was judged to be redder in appearance during display by a visual panel test. The vitamin E supplementation reduced the drip loss of the meat and TBA during the supermarket display, but there was no difference in microbial counts of the meat between the two groups.

In conclusion, the dietary supplementation of vitamin E improved stability of the meat color, delayed lipid oxidation and reduced drip loss without affecting the growth performance and the characteristics and physicochemical properties of the carcass.

B. Trial 2: Dietary supplementation of niacin for improvement of meat color in Hanwoo steers

This study was conducted to investigate the effects of dietary niacin supplementation on growth performance, carcass characteristics and meat quality including changes in meat color and oxidation of the lipid during display in the supermarket for production of high-quality beef from Hanwoo steers. A total of twenty-four, 21-month old Hanwoo steers were allotted to two groups (treatment and control) and fed either a diet supplemented with niacin or a diet with no supplementation for 168 days. Niacin was added to the basal diet at the level of 0.33% (50mg/kg body weight).

Dietary supplementation of niacin did not affect growth performance and carcass quantity characters. Also, there were no differences in carcass quality factors like marbling score, fat color, and firmness and maturity of the meat and in physicochemical properties of the meat between the two groups. When the carcasses from the two groups were displayed in the supermarket, compared with the control group, the treatment group showed a significantly higher lightness value (L) in the thigh biceps of the carcass on days 1, 3 and 5 of display, but no significant differences in the loin; the loin showed higher values of redness(a) on days 1, 3 and 5 of display; and the thigh biceps tended to show higher values of

redness throughout the entire display period. There was no difference in yellowness value (b) between the groups. These observations suggest that the dietary supplementation of niacin had a more marked impact on meat redness in the thigh biceps than in the loin.

The niacin supplementation resulted in a significantly lower TBA value in the thigh biceps during the display, especially on days 5 and 7. This indicates that the antioxidant effect of niacin was more apparent in the thigh biceps than in the loin. The supplementation also resulted in a significantly lower drip loss in the thigh biceps, but not in the loin.

It was concluded that the supplementary niacin in the treatment group improved stability of the meat color, delayed lipid oxidation and reduced drip loss without affecting the growth performance and the characteristics and physicochemical properties of the carcass. However, further studies would be needed to determine the effect of niacin on meat quality during display under various other circumstances.

3. Studies on improvement and maintenance of beef quality in Hanwoo

The hygienic quality of meat during cut meat processing, effect of alcohol on reducing contamination, effect of cooling time of carcass on meat quality and effect of meat grade and temperature on quality changes of meat during storage were investigated to maintain and improve high quality of Hanwoo beef. The results were summarized as follows.

- A. The degree of microbiological contamination during cut meat processing showed the highest in summer season during a year. The contamination of carcass surface and working environments was reduced by treatment of 70% ethanol.
- B. Yield grade of carcass chilled for 48 hrs showed higher than that of chilled for 24hr at $2\pm 1^{\circ}\text{C}$. Marbling number of carcass cooled for 48 hrs improved significantly compared with carcass chilled for 24 hrs at $2\pm 1^{\circ}\text{C}$. Quality grade

of carcass chilled for 48 hrs showed lower than that of chilled for 24 hrs 2 ± 1 °C. Quality grade of carcass chilled for 48 hrs improved about 8.9%.

- C. Effect of pre-aging temperature and time on physico-chemical characteristic changes of carcass during storage at 2 ± 1 °C was investigated. Myofibrillar fragmentation index of meat showed high level after pre-aging at 35°C and 16 °C compared with at 5°C during storage at 2 ± 1 °C. Cooking loss increased during storage regardless pre-aging temperature. L, a and b value of meat increased during storage, especially a value showed higher gradually as increase the pre-aging temperature from 5°C to 35°C.
- D. The quality changes of vacuum and wrap packaged meat during storage at 2 ± 1 °C after sprayed with 70% ethanol were investigated. Total bacterial count of ethanol treated meat showed significantly lower than that of control during wrap packaged storage for 15 days. Number of coliform bacteria and psychrotrophic bacteria of wrap packaged meat were reduced 2 - 2.5 log and 2 log by treatment of ethanol during storage for 15 days at 2 ± 1 °C, respectively. Myofibrillar fragmentation index increased during storage and ethanol treated meat showed higher value than that of control. Cooking loss value decreased compared with control. Redness(a) value of 70% ethanol treated meat showed higher than that of control. Effect of ethanol treatment in Vacuum packaged meat did not show significantly compared with in wrap packaged meat during storage at 2 ± 1 °C
- E. Quality changes of gauze packaged meat and control during storage at 2°C for 90 days were investigated. Surface of control meat changed dry and hard during storage for 90 days. The surface of gauze packaged meat was covered with slime during storage for 90 days at 2 ± 1 °C. But pH, myofibrillar fragmentation index(MFI) and redness(a) of gauze packaged meat was higher than that of control during storage 2 ± 1 °C.
- F. Crude fat contents of first grade meat was higher than that of third grade meat. But water contents of first grade meat was lower than that of third grade meat. Number of psychrotrophs and total bacteria of wrap packaged meat showed 106CFU/cm² for 21 days at 1°C. Volatile basic nitrogen(VBN)

value of first grade meats were lower than that of third grade meat during storage for 28 days 1°C. Drip loss percent of first and third grade meat showed 31.9% and 6.06% during storage for 14days at 1°C, respectively. Cooking loss of first and third grade meat increased until 7 days storage, after then decreased rapidly. L, a and b value decreased gradually during storage regardless meat grade. Redness(a) value of first grade meat was higher than that of third grade meat at early stage storage at 1°C.

4. Development of technologies to regulate body fat accumulation in Hanwoo

The current study was conducted to determine the relationships of vitamin A on meat quality of Hanwoo as a basic study to manipulate vitamin A contents in feeds to produce high quality beef. Concentrations of vitamin A in serum and liver of Hanwoo steers (n=328) were analyzed and correlation coefficients with carcass properties were evaluated. Mean vitamin A concentration in the serum of Hanwoo steers in the early fattening period was 212.0 ± 32.7 IU/dl, and that in the late fattening period was 117.56 ± 43.15 IU/dl. Mean vitamin A concentration in the liver of Hanwoo steers in the late fattening period was 143.62 ± 110 IU/g expressing large variations might be depended on animals, feeds and farms. There were negative correlations between serum vitamin A concentration and marbling degree ($r = -0.24$, $P < 0.01$), fat contents in *M. Logissimus dorsi* ($r = -0.21$, $P < 0.01$), and beef quality grade ($r = -0.20$, $P < 0.01$). Vitamin A-palmitate in liver also expressed negative correlations with fat contents in *M. Logissimus dorsi* ($r = -0.18$, $P < 0.01$) and beef quality grade ($r = -0.16$, $P < 0.05$). From the results obtained in the current study, we concluded that it might be possible to produce high quality beef in Hanwoo by manipulating vitamin A contents in the feeds. Further detailed studies, however, are necessary to determine vitamin A contents in feeds, feeding levels, and feeding periods.

5. Management strategies for Hanwoo farmers and production complex

A. Strategies of mass production of high quality meat

In order to increase the management efficiency,

First, Need to expand the size of operation

Second, Need to increase castration rate and develop a own feeding program

Third, Need to coordinate the marketing channel from production to retailing

B. Strategies of competitive advantage of high quality producing complex

First, an effort on brand naming and increase in brand image

Second, preparation of an integrated production-marketing system

Third, production of high quality meat through castration and blood control

Fourth, reduction in production costs, particularly in the cow-calf and feed

Fifth, augmentation in the ability of managers and leadership

[Hanwoo beef production using bedding residues of *flammuliua velutipes*]

The serial studies were conducted for three years to develop the mushroom (*Flammuliua velutipes*) bedding residue(MBR) as a roughage source replacing rice straw. In first year, feeding value of MBR was evaluated in terms of nutrient contents and development of MBR fermentation and availability of fermented MBR(FMBR) in sheep. In 2nd to 3rd year, feeding trial was made to estimate the replacement level of rice straw with FMBR using 21 Hanwoo steers for 6 month(from 13 month to 18 month of age). Thereafter, the steers were continuously fed up to 26 month of age on a regular basis without feeding the FMBR and examined carcass characteristics.

The results of the experiment are as follows :

1. Fermentation method was developed for the improvements of palatability and nutrient contents of MBR.

2. Availability of FMBR in sheep was examined in terms of ruminal fermentation characteristics and digestibility, and for the optimal replacement level of roughage with FMBR.
3. An optimum feeding period of FMBR and replacement level of rice straw with FMBR were determined through the feeding trial with Hanwoo steers. It was determined that an optimum period of FMBR feeding was late growing (11 month of age) to early finishing stages (18 month of age) and replacement level of rice straw with could be 20 to 40% on a DM basis depending on the growing stage.
4. Carcass characteristics examined at the age of 27 month were not influenced by the replacement feeding of FMBR.
5. Feeding program of FMBR to Hanwoo steers was established.

[Studies on production of Hanwoo beef through the use of fermented broiler litter]

1. Contents of researches
 - A. A development of cheap TMR's using broiler litter and other organic wastes
 - a. A small-silo study of broiler litter-barley malt sprouts mixture
 - b. A development of TMR using a deepstacking method
 - Treat 1: Production of fermented mixture of broiler litter and barley malt sprouts
 - Treat 2: Production of TMR including broiler litter and bakery waste
 - c. Pelleting of the developed TMR
 - B. A large scale production of TMR and animal feeding trials
 - a. A large scale production of TMR including broiler litter and bakery waste
 - b. Evaluation on bodily utilization of TMR nutrients through a digestibility and balance study using sheep
 - c. Evaluation on possibility of conventional feed replacement, productivity and

economy for 'Hanwoo' growers

2. Sphere of researches

- A. A development of cheap TMR's using broiler litter and other organic wastes
 - a. Effect of different addition levels of barley malt sprouts to broiler litter on fermentation characteristics
 - b. Nutritional characteristics of TMR produced by deepstacking of broiler litter and bakery waste
 - c. Possibility of TMR pelleting and its feed value
- B. A large scale production of TMR and animal feeding trials
 - a. A large scale production of TMR including broiler litter and bakery waste and assurance of its feed value
 - b. Evaluation on bodily utilization of TMR nutrients through a in vivo study(nutrients digestibility, N balance, ruminal and blood parameters assays) using sheep
 - c. Evaluation on possibility of conventional feed replacement(100% of formulated feed and 73% of rice straw), productivity(wt gain and feed efficiency) and economy(feed cost per wt gain) for 'Hanwoo' growers

3. Results

- A. A development of cheap TMR's using broiler litter and other organic wastes
 - a. The increased levels of barley malt sprouts added to broiler litter at the time of ensiling or deepstacking resulted in the linearly improved nutritional properties.
 - b. Deepstacking of broiler litter and bakery waste was effective in the manufacture of TMR for 'Hanwoo' growers.
 - c. The produced TMR contained approximately 15% of crude protein and 32% of neutral detergent fiber.
 - d. The pelleting of TMR was successful and the high fat content in TMR

stimulated pelleting of TMR.

B. A large scale production of TMR and animal feeding trials

- a. The large scale production of TMR revealed that charring of TMR can occur at the site of high moisture and high temperature. However, difference between charred and normal material was little.
- b. At the manufacture of TMR, ensiling method was very effective in the aspect of minimum loss of nutrients.
- c. Mixing deepstacked broiler litter with bakery waste at the time of feeding was also a very effective method.
- d. The TMR produced contained 69% TDN, 5.8% ether extract, 17% crude protein, 50% NPN/CP and 32% NDF.
- e. Compared with formulated feed and rice straw feeding system, feeding TMR to sheep resulted in lower digestibilities of nutrients, normal ruminal fermentation and desirable N retention.
- f. Compared with formulated feed and rice straw feeding system, feeding TMR to Hanwoo growers resulted in similar production and 46% of feed cost reduction.

4. Plan of application

- A. Technique application to beef cattle farms and distribution of manufactured TMR to farms.
- B. Technique application to regional livestock corporatives.
- C. Technique application to environmentally friendly venture company.

[A study on selection criteria of beef calves by morphological characteristics]

1. The correlation between morphological characteristics and carcass traits in steer of Hanwoo were as follows; Weaning weight and carcass weight 0.613,

Weaning weight and backfat thickness 0.258, and Weaning weight and Rib eye area 0.364. Those between body size and carcass weight, backfat thickness, and Rib eye area were 0.511, 0.204 and 0.247, respectively. The correlation between length of face, width of face, circumference of mouth and carcass traits showed high positive correlation, from 0.194 to 0.539. Those of between size of neck, radius of hair and carcass traits showed also positive relationship(0.203~0.259 and 0.172~0.179), especially the correlation between radius of hair and marbling score showed positive relationship(0.172)

2. The scrotal circumference of bull showed positive relationship with semen production($r=0.10$), but slight negative relationship with concentration of semen. The concentration of semen showed no relationship with semen production but that showed high correlation with the number of sperm in semen($r=0.69$). Age of bull has small effects on semen production, concentration of semen and number of sperm in semen. But older bull showed less amount of semen production, lower concentration of semen and less number of sperm in semen.
3. The BP94 marker gene($p<0.01$) and Combination of BP94 and BP36 marker gene($P<0.0001$) showed positive effects on marbling score of beef. The carcass traits such as marbling score(MS), backfat thickness(BF) and rib eye area(RA) were determined by carcass and ultrasound. The values of measured from carcass and ultrasound showed high positive correlations(MS-UMS 0.36, BF-UBF 0.48 and RA-MRA 0.41).

[A study of selection criteria of beef calves using ultrasound technology]

This study was performed to evaluate the performing characteristics of Hanwoo in early physiological stages using ultrasound technology in Hanwoo steers. Individuals with remarkable double fat layer and with thicker than 3mm in backfat tended to have excessive backfat thickness. Individuals with smaller than

1 cm² in area of *M. logissumus dorsi* per 10 kg of live body weight grew up with below average whereas those with bigger than 1.3 cm² grew up with well developed in area of *M. logissumus dorsi*.

Visual finding was found to be easier and quicker way to judge comparing to image finding and it was possible to select very good individuals and very bad individuals whereas it could not be applies apply to select average individuals.

The current results would be used as follows;

1. It might be useful to exclude the individuals with excessive backfat because those individuals could be confirmed with double fat layer at 12 months of age.
2. To select individuals with wider *M. logissumus dorsi* area, individuals with bigger than 1.3 cm² per live body weight at 12 months of age should be selected while those with smaller than 1 cm² should be excluded.
3. The percentage of accuracy for early assumption of the meat quality was somewhere around 50 % which was not suitable to apply to farm level.

[Problems and suggestions]

It is very disappointing to find that there was serious discrepancies between live animal and carcass in backfat thickness. And there might be some problems in carcass yield calculation in local slaughter houses.

Generally, determination of backfat thickness and area of *M. logissumus dorsi* by ultrasound in live animal is considered to be lower comparing to carcass evaluation. However, this study revealed that current carcass yield calculation process bears serious problems because considerable amount of backfat is discarded during meat processing with or without purposes. Thus, we suggest to modify current carcass yield calculation system because of removal of backfat in slaughter house as well as efforts to reduce excessive backfat by feeding program in farm level.

[A study on performance prediction of beef calves using DNA marker]

In order to identify the genetic purity and provide new tools to genetic system of improvement in Hanwoo as a unique genetic source in Korea, this study tried several DNA techniques of DNA fingerprinting(DFP), random amplified polymorphic DNA(RAPD). Identified DNA markers were differentiated Hanwoo from other cattle breeds and considered relate with economic traits of Hanwoo.

1. Genetic purity in Hanwoo from other cattle cluster

Hanwoo was compared with five different foreign breeds, Holstein, Charolais, Aberdeen, Simmental and Japanese black cattle, using M13 as a probe and Pst I as a restriction enzyme(M13/PstI). 2.4 and 2.2kb of several DNA markers were the most distinguishable markers to differentiate Hanwoo from foreign breeds. Specific DNA marker at 10kb with (AAC)_n/Pst I was identified as most desirable preservation and selection criteria of pure individuals through DNA fingerprinting from 382 heads for Hanwoo(KPN bull and registered cow, progeny test bull etc.).

2. Identify of DNA marker related with marbling score in Hanwoo

In studies with Hanwoo steer, the groups having either 9.4, 3.6 or 9.4/3.6kb by M13/HaeIII showed higher frequency of quality grade 1 or 2 than the group having no-marker. Also, the group having 9.4kb in M13/Hinf I were not showed frequency of grade 3, indicating that this marker is valuable for the improvement of meat quality in steer. The 9.4kb marker related to meat quality improvement had a higher frequency in the registered cow than in Korean proven bull(KPN) indicating that female is more efficient to improve meat quality in Hanwoo.

3. Identify of DNA marker related with back fat thickness in Hanwoo

The 11.3kb group by M13/HaeIII showed a significantly thinner backfat thickness than no-marker groups, suggesting that these markers are valuable for use to reduce the backfat thickness of Hanwoo.

4. DNA markers related with economic traits and genetic analysis and pedigree system

A few DNA markers related with each economic trait of Hanwoo, daily gain, backfat thickness, marbling, and M. longissimus dorsi area were identified with several DNA processes. When these DNA markers were considered all together and analyzed with statistical model, it was found that critical markers located at 11.3 and 9.4kbs with M13/HaeIII were powerful relativeness to important economic traits in Hanwoo. Without change of back fat thickness and M. longissimus dorsi area, the best carcass quality of marbling score and daily gain could be selected.

Pedigree system to identify inheritance of desirable genetic markers to progeny using DNA technique could be also useful to genetic research of Hanwoo.

[Studies on development of breeding technique to increase Hanwoo(*Bos taurus coreanae*)]

1. The contents and range of the project

This study was performed to establish the technique to increase high performance Korean native cattle, Hanwoo. The contents of the research as follows. First, reproductive parameters including reproductive efficiency, total number of cow, the management of breeding stock, distribution of reproductive disease will be established. Second, the characterization and differential diagnosis of reproductive disorders will be made and thereby the most efficient and practical diagnosis and treatment protocol will be presented. Third, in order to diagnosis male infertility and thereby increase the production rate of calf by artificial insemination, the analysis of sperm using CASA will be performed. Through this analysis, sperm with good motility will be selected and used for in vitro fertilization, and thereby increase the pregnancy rate. In addition, sperm activator will be searched in order to increase capacitation and fertilization of sperm. This will provide the fixed system for the production of good quality of semen. In conclusion, our research proposed will provide the new, efficient and practical technique to increase Hanwoo population in Korea.

2. Results and their applications

Reproductive status of Hanwoo such as size of farm, breeding system and gestation length was investigated. The size of farm was classified by the total number of cows and the number of breeding stocks, respectively. The distribution of herd size of <5, 6-10, 11-30, 31-50 and >50 heads were 31%, 15%, 39%, 4% and 11%, respectively. This results showed that 89% of Hanwoo farm breed less than 50 cows, suggesting small size of farm. Furthermore, the distribution of breeding stock size of <5, 6-10, 11-30, 31-50 and >50 heads were 36%, 28%, 31%, 3% and 3%, respectively. Average parity was 2.1 in breeding stock. When examined the calving interval in Hanwoo, 20% of cow have 12 month of the interval and 36 % of cow have 12 to 13 month interval. In addition, 19% (13 to 14 month) and 25% (over 14 month) showed calving interval. Taken together, these results suggests that the new breeding technique should be used in order to have international competitiveness of Hanwoo.

Using progesterone concentration and ultrasonography, the diagnosis of pregnancy and reproductive disorder were performed. In this study, on day 21 fertilization, 3.0 ng/ml of P4 was considered as putative pregnancy detection and confirmed by ultrasonography on 30 days of fertilization. As results, the confirmation rate of pregnancy was high (82%). Considering that the reason for the extension of open period is due to inaccuracy of estrus and reproductive disorder detection using conventional method, our results showed that the concentration of serum P4 level and subsequent ultrasonography can be used for the diagnosis of early pregnancy and reproductive disorder.

In order to synchronize the estrus and reduce open period, administration of PGF2 α into intramuscular, intraovarian and intravaginal is used. In addition, recently, programmed methods of Ovsync is also used. In this study, these approaches were used and found that intraovarian injection of PGF2 α gave the best results, even though need for the technical accuracy. Intramuscular injection of natural and synthetic PGF2 α resulted in upto 70% pregnancy. 5 mg of PGF2 α was administrated intraovarian to 20 days cows after delivery, heat-detected, artificially inseminated and monitored pregnancy. In the first experiment, in order

to recover uterus, 5 mg PGF2 α were administrated, followed by administration of 5 mg PGF2 α at the interval of 14 days. As results, 74% (17/23 cows) of pregnancy rate after AI. In order to further reduce the open period, 5 mg PGF2 α was administrated at the interval of 11 days without the period of uterus recovery, resulted in 94% (16/17 cows) pregnancy rate. Using Ovsync program, comparable rate of pregnancy as found in intramuscular injection of PGF2 α was achieved. However, this approach has a limitation in term of the expense. Taken together, our results showed that modified protocol of intraovarian PGF2 α administration could be the effective method for reducing the open period.

In order to produce high quality of semen and sperm, the motility and other parameters analysis of sperm using CASA was performed. A significant decrease in MOT and VCL of thawed Hanwoo sperm was observed 30 min after thawing ($P < 0.05$). As results, it is considered that MOT and VCL are the predictable parameter for the quality of sperm because they have a significant relationship with cleavage rate after in vitro fertilization. In addition, to increase the capacitance of sperm, various sperm activators were added and motility and survival rate of the sperm were investigated. The optimal concentration of sperm activators was decided and used for the experiments. As seen the results, pentoxifylline stimulated the sperm motility and acromosomal reaction. Each sperm activator alone had no effect on the survival rate of sperm, while combination of theophylline and pentoxifylline had decrease the survival rate. The combination of theophylline and IBMX stimulated the capacitance of sperm with affecting the survival rate. As results, IBMX and theophylline can be used for artificial insemination where sperm motility is important, and heparin can be used for in vitro fertilization where capacitation is important.

In order to achieve differential diagnosis and their treatment protocol on reproductive disorders, this study was performed. The differential diagnosis was by blood progesterone concentration and ultrasonography and treatment was done with GnRH or PGF2 α . Among total of 43 diagnosed, high percentage of cows (41.9%, 18 cows) were diagnosed as silent heat, followed by inactive ovaries (32.6%, 14 cows), ovarian cysts (9.3%, 4 cows), persistent corpus luteum (7.0%, 3

cows), endometriosis (4.7%, 2 cows), pyometra (2.3%, 1 cow) and luteal cysts (2.3%, 1 cow). To treat silent heat, 18 cows were administrated with 25 mg PGF₂ α, heat-detected, artificially inseminated and monitored pregnancy. All treated cows were heat-detected and 16 cows (88%) were successfully pregnant. With 200 μg GnRH treatment, 7 cows (70%) with inactive ovaries and 3 cows (75%) with ovarian cysts were successfully pregnant. Administration with 25 mg PGF₂α successfully treated 3 cows (100%) with persistent corpus luteum and 1 cow (100%) with luteal cysts, followed by 100% pregnancy rate. With the combined treatment of 25 mg PGF₂α and antibiotics, 2 cows (100%) with endometriosis were effectively treated and got pregnant after artificial insemination (AI). Taken together, these results showed that PGF₂α and GnRH treatment were effective hormonal treatment resume in Hanwoo with various reproductive disorders.

[Development of Beef Marbling Standard Number for the Marbling of Hanwoo Beef]

1. The normality of the data distribution were tested among the crude fat content(19 levels) of the this study and the existing meat quality grades(meat quality grade 4, intramuscular fat 7, and intramuscular 19 levels). The crude fat content of the this study showed the best normality.

The ranks of the sire were calculated about above 4 methods. The rank correlations among the crude fat content and the existing methods showed the significant difference, $p < 0.01$. The new meat grade draft was made on the criterion of the crude fat content.

2. The correlation between the crude fat content and image analysis percentage was 0.84($p < 0.01$). The image analysis percentage were obtained from the digital image by the SigmaScan Pro Ver 5.0. for the introduction of the objective evaluation method of the marbling particle on the ribeye.

According to the results of this work, the beef marbling standard of the this

study, the crude fat content 19 levels was the best one in the normality of data distribution and the rank correlations of the sire comparing with the existing meat quality grades. The new meat quality grade draft were classified by 7 grades and 19 levels, the first grade 3%<, 3%>= ~ 4%<, 4%>= ~ 5%<, the second grade 5%>= ~ 6%<, 6%>= ~ 7%<, 7%>= ~ 8%<, the third grade 8%>= ~ 9%<, 9%>= ~ 10%<, 10%>= ~ 11%<, 4th grade 11%>= ~ 12%<, 12%>= ~ 13%<, 13%>= ~ 14%<, 5th grade 14%>= ~ 15%<, 15%>= ~ 16%<, 16%>= ~ 17%<, 6th grade 17%>= ~ 18%<, 18%>= ~ 19%<, 19%>= ~ 20%<, 7th grade 20%>.

The correlation coefficient between the crude fat and the image analysis percentage was 0.84($p < 0.01$) high. The range of the difference between the crude fat content and the image analysis percentage within $\pm 1sd$ and $\pm 2sd$ was 79.1% and 94.2% respectively.

The existing meat quality grade system must be replaced with the beef mabing standard of this study for the selection of the genetically superior sire and the development of the feeding system to produce the high quality beef. Also, the image analysis technique was thought as the good method to reduce the troubles between the farmer and the judge about the judgement of the meat quality grade.

[The development of calf starer to fortify disease resistance]

This study was carried to seek a system to enhance disease resistance of the calf through investigation of the actual condition in farms and search of immunity strengthening substance.

1. Calf disease occurrence and the cause survey

The morbidity and mortality of Hanwoo calves on farm level was surveyed to differ from a region, and increased to a larger raising scale. The disease occurrence in raising farms more than 200 heads was surveyed respectively 73.4 , 26.2 and 17.2 in dietary, respiratory system and mortality. The calf diarrhea

occurrence rate was highest after birth 11~30days, and a serum immunoglobulin concentration of new born calves increased rapidly after colostrum intake and then decreased gradually until 14day-old.

The farmers in a survey of disease occurrence prevention activity was poor 52.4% for nothing prevention of epidemics in farms, and 80.9% in home treatment. The 3 heads in 46 calves in diarrhea was infected corona virus, and *Enterococcus* spp. in 40 heads.

2. Investigation of immunity enrichment

β -carotene, Power Mixer, Chito-Zn-S, Bio-Herb, and Chito 153 were fed for 153 days to cow in order to fortify negative immune body from cow to calf and to investigate immunity enrichment. But there were no differences among treatments. It was considered that this result came from good forage feeding different from poor forage such as rice straw on farm.

In 2nd trial Vit.ADE (plot A), Vit. ADE+Biotin+Se (plot B), and Vit. ADE+Biotin+Se+ Levamisole HCl+ Natural-2000 (plot C) were fed to cow in order to investigate immunity enrichment. IgG concentration in blood of 5-day calf was analyzed. IgG concentration of plot A and plot C were 565 and 735mg/100ml, higher rather than control. It is considered that vitamin, mineral, and immunity enrichment were good for pregnant cow to fortify immunity, but these enrichment should be investigate in detail.

In vitro experiment POF(Power Feel), CIA(Citric Acid), C153(Chito 153), FOA(Formic Acid), and WOV(Wood Vinegar) were used to investigate resistance to pathogenic bacteria. POF prohibited growth of *clostridium perfringens*. CIA and FOA was effective on all pathogenic bacteria resistance.

Immunity enrichments were fed to calf to fortify immunity from calf birth to 6-month old. diarrhea incidence of citric acid plot was lower 50.0% than 57.9% of control. Remedy periods after diarrhea of *Lactobacillus* and Chito 153 plot of were 2.5 and 2.0 days that are shorter than control 2.7 days.

3. Colostrum intake and analysis of IgG concentration in blood

Sucking characteristics of colostrum during 24 hrs after parturition was

investigated in order to make clear correlation between colostrum and immunoglobulin. As a result it took 72.9 min. for calf to suck first. First intake of colostrum and intake during 24 hrs after parturition were 865g and 3,255g, respectively. In 5 day and 10 day calves IgG concentration were 3,136 and 2,805mg/100ml, respectively. Because Hanwoo have a little colostrum intake they must have calf suck shortly after parturition in order to increase immunoglobulin for calf. Artificial milk for calft was made in order to give immunity enrichment. Making prograss was composed of immunoglobulin separation, casein removal by acid, freeze-drying, and powdering. It considered that artificial milk is good for calf that it lack colostrum in because artificial milk contains high concentration immunoglobulin. But it is consider that many studies such as optimum intake, feeding methods, and increasing immunity are needed.

※ Implementation

1. It was concluded that calf diarrhea comes from mainly infection by bacteria rather than by virus as a result of this study about calf infection. It is considered that farmers have no effort of disinfection because 52.4% of them did not disinfect livestock barn and vehicles. It is proposed that government offer public information and guidance about disinfection and sanitation to farmer in order to reduce incidence of calf infection.
2. We found out that feeding immune enrichment such as vitamin and mineral on cow increased calf immunity and that matter in order to increase calf immunity. But it is consider that many studies are needed for farmers in order to spread technique for immunity enrichment.
3. Calf took colostrum a little and it took over 70 min. for calf to suck without farmer's aid. Therefore it is proposed government offer public information and guidance to farmer about feeding artificial colostrum and parturition management to calf that lack colostrum.

CONTENTS

Chapter 1. Development of feeding program for production of high-quality beef from Hanwoo steers	85
Part 1. Introduction	85
1. General background	85
A. Technical side	85
B. Economical and industrial side	86
C. Social and cultural side	87
2. Objective and contents of study	88
A. Objective and contents of study	88
B. Contents and range of study	88
C. Annual subject and content	92
Part 2. The present status of domestic and foreign technology	93
1. Production of high-quality beef from Hanwoo steers	93
2. Meat color	94
3. Regulate body fat accumulation in Hanwoo	94
4. Utilization of by product and other resources : economical feed	95
5. Improvement and maintenance of beef quality	96
6. Management strategies	96
Part 3. The effect of manipulation growth rate in growing and fattening stage on carcass quality	97
1. Purpose of study	97
2. Content of study	97
A. Experimental design	97
B. Experimental feed	98
C. Feeding management	99
D. Investigation of carcass characteristics	100

E. Investigation of composition and retail cuts	100
F. Investigation of physico-chemical properties and fatty acid composition of the carcass	100
G. Analyze the sample	101
H. Statistical analysis	101
3. Results and discussion	102
A. Growing period	102
B. Early fattening period(fattening I)	111
C. Late fattening period(fattening II)	119
D. Entire fattening period	127
E. Carcass grade	136
F. Composition and retail cuts	139
G. Correlations between cold carcass weight and carcass characteristics, carcass characteristics and carcass compositions, and carcass characteristics and ratio of retail cuts in Hanwoo steers	144
H. Physico-chemical properties and fatty acid composition of the carcass	147
I. Correlations among marbling degree, quality grade, yield grade, physico-chemical characteristics, and major fatty acids	151
4. Results and new feeding program for production of high-quality Hanwoo beef	155
5. Abstract of results	159
Part 4. Studies on improvement of meat color for production of high-quality Hanwoo beef	161
[Trial 1: Dietary supplementation of vitamin E to improve meat color in Hanwoo steers]	161
1. Introduction	161
2. Materials and Methods	162
A. Effects of vit. E supplementation on growth performance and the characteristics of the carcass ..	162
B. Effects of vit. E supplementation on meat color and lipid stability	164
3. Results and Discussion	165
A. Effects of vit. E supplementation on growth performance and the characteristics of the carcass ..	165
B. Effects of vit. E supplementation on meat color and lipid stability	171
4. Abstract of results	177
[Trial 2: Dietary supplementation of niacin for improvement of meat color in Hanwoo steers]	178
1. Introduction	178

A. Effects of niacin supplementation on growth performance and the characteristics of the carcass ..	178
B. Effects of niacin supplementation on meat color and reduced drip loss	179
2. Results	180
A. Effects of niacin supplementation on growth performance and the characteristics of the carcass ..	180
B. Effects of niacin supplementation on meat color and lipid stability	183
3. Abstract of results	187
 Part 5. Studies on improvement and maintenance of beef quality in Hanwoo	188
1. Purpose of study	188
2. Content of study	188
A. Materials and Methods	188
B. Results and discussion	193
3. Abstract of results	219
 Part 6. Development of technologies to regulate body fat accumulation in Hanwoo	221
1. Introduction	221
2. Materials and Methods	222
A. Experimental animal	222
B. Collection of blood and liver	223
C. Carcass analysis	223
D. Quantitative analysis of vitamin A	223
E. Statistical analysis	225
3. Results and discussion	225
A. The level of serum vitamin A during early fattening period of Hanwoo steers	225
B. The level of serum vitamin A and liver vitamin A during late fattening period of Hanwoo steers	226
C. The correlation coefficients of vitamin A concentration in serum with carcass characteristics of Hanwoo steers	229
D. The correlation coefficients of vitamin A-palmitate concentration in liver with carcass characteristics of Hanwoo steers	231
E. Discussion	233
 Part 7. Management strategies for Hanwoo farmers and production complex	234

1. Strategies of mass production of high-quality beef	234
A. Methods of study	234
B. Analyze the efficiency of Hanwoo farmers	234
C. Analysis of slaughter age and feeding levels on economical efficiency	240
D. Strategies of economical on high-quality beef producing farmers	244
2. Strategies of competitive advantage of high-quality beef producing complex	245
A. Analyze the efficiency of Hanwoo production complex	245
B. Strategies of fixation branding on high-quality beef	251
C. Strategies of competitive advantage of high-quality beef producing complex	255
3. Analysis of slaughter age and feeding levels on economical efficiency	259
A. Experimental data	259
B. Compare Slaughter age and feeding levels on income with net proceeds	259
C. Estimation of weight function and optimum slaughter age	260
4. Analyze the production of high-quality beef and issue of marketing distinction	260
5. Analyze the marketing of high-quality beef and issue of consumption	262
6. Countermeasures of revitalization of production, marketing, and consumption of high-quality Hanwoo beef	265
A. Countermeasure of revitalization production	265
B. Countermeasure of revitalization marketing	266
C. Countermeasure of revitalization consumption	269
7. Abstract of results	270
A. Strategies of mass production of high-quality beef	270
B. Strategies of competitive advantage of high-quality beef producing complex	271
Part 8. References	272
Summary(Korean)	281
Summary(English)	290
Chapter 2. Hanwoo beef production using residues of <i>flammulium velutipes</i> ..	299
Part 1. Introduction	299

Part 2. The present status of domestic and foreign technology	300
Part 3. Contents and results of the study	301
1. Contents and results in 1st year	301
A. Stage 1 : Proximal analysis of mushroom bedding residue	301
B. Stage 2 : Treatment of mushroom bedding residue for the improvement of palatability ..	302
C. Stage 3 : Examination of availability of fermented mushroom bedding residue in sheep ..	303
2. Contents and results in 2nd - 3rd year	311
A. Fermentation of mushroom bedding residue for the improvement of feeding value ..	312
B. Design an feeding plan for the experiment	313
C. Feeding management	313
D. Examination items and methods	314
E. Results of feeding trial with Hanwoo steers	314
F. Carcass characteristics of experimental steers	317
3. Overall discussion and feeding program of fermented mushroom bedding residue	318
Part 4. Degree of attainment and contribution of the related field	321
1. Degree of attainment the goal	321
Part 5. Application plan of the results of this study	322
Part 6. Foreign technical information collected during this R&D	322
Part 7. References	323
Summary(Korean)	324
Summary(English)	326
Chapter 3. Studies on production of Hanwoo beef through the use of fermented brolier litter	327

Part 1. Introduction	327
1. Purpose and necessity	327
2. Contents and range of study	328
A. Contents and range of 1st year research	328
B. Contents and range of 2nd year research	329
Part 2. The present status of domestic and foreign technology	330
1. The present status of domestic technology	330
2. The present status of foreign technology	331
Part 3. Economical and hygienical manufacture of TMR including broiler litter	332
1. Introduction	332
2. Fermentation of broiler litter and bakery waste	332
A. Purpose of study	332
B. Contents and methods of study	333
C. Results	335
3. Manufacture of TMR including broiler litter and bakery waste	341
A. Purpose of study	341
B. Contents and methods of study	341
C. Results	342
4. Summary of conclusion	349
Part 4. A large scale production of TMR, animal feeding trials	349
1. Introduction	349
2. Study on a large scale manufacture of TMR	350
A. Purpose of study	350
B. Contents and methods of study	350
C. Results	352
3. Bodily utilization of TMR nutrients using sheep	364
A. Purpose of study	364
B. Contents and methods of study	364
C. Results	365
4. 'Hanwoo' feeding trial	369

A. Purpose of study	369
B. Contents and methods of study	369
C. Results	370
5. Summary of conclusion	377
Part 5. General conclusion	378
Part 6. References	379
Summary(Korean)	383
Summary(English)	387
Chapter 4. A study on selection criteria of beef calves by morphological characteristics	391
Part 1. Introduction	391
1. Objective and contents of study	391
2. Range of study	392
Part 2. The present status of domestic and foreign technology	394
Part 3. Contents and results of the study	398
1. Relationship between morphological characteristics and beef production	398
A. Materials and methods	398
B. Results and discussion	400
2. Relationship between scrotal circumference and semen production, reproduction in Hanwoo ...	406
A. Materials and methods	406
B. Results and discussion	408
3. Relationship between carcass traits determined by live/ultrasound and DNA marker ·	416
Part 4. References	419

Sumamry(Korean)	423
Summary(English)	425

Chapter 5. A study of selection criteria of beef calves using ultrasound technology 426

Part 1. Introduction	426
1. Purpose and range of study	426

Part 2. Methods of study	427
1. Target animal	427
A. 1st trial : Basic experiment	427
B. 2nd trial : Estimate experiment	427
C. 3rd trial : supplement experiment	427
2. Ultrasound equipment and instruction	427
3. Evaluate of live animal by ultrasound technology	427
A. Prediction of back-fat layer and <i>M. logissumus dorsi</i>	427
B. Judgement of quality grade on live animal	428
4. Estimate of carcass	429

Part 3. Contents and results of the study	429
1. Early estimation of growth and development of backfat layers	429
A. Estimation of backfat layers	430
B. Estimation of backfat thickness in live body and evaluation of backfat thickness in carcass	433
C. Relationships between live animal estimation and carcass measurement of backfat thickness depending on local abattoirs	436
2. Growth and prediction of <i>M. logissumus dorsi</i>	438
A. Growth of <i>M. logissumus dorsi</i>	438
B. Early prediction	439
3. Early estimation of quality grade	440
A. Visual findings methods	440

B. Image analysis	445
C. Accuracies of live animal estimation for quality grade	449
Part 4. References	450
Summary(Korean)	453
Summary(English)	455
Chapter 6. A study on performance prediction of beef calves using DNA marker	457
Part 1. Introduction	457
1. Purpose and necessity of study	457
A. Purpose of study	457
B. Necessity of study	457
2. Range of study	459
Part 2. Identification of DNA markers related with economic traits an genetic analysis and pedigree system of Hanwoo	461
1. Introduction	461
2. Materials and methods	463
A. Material animal	463
B. Methods	465
3. Results and discussion	467
A. Inheritance of pure Hanwoo using DNA fingerprinting	467
B. In study of DNA marker related with marbling score	472
C. In study of DNA marker related with backfat thickness	479
D. In study of DNA marker about Hanwoo performance using RAPD	483
E. In parentage test of DNA marker related with marbling score and backfat thickness ...	486
F. In study of economic traits related DNA markers in Hanwoo	490

Part 3. References	492
Summary(Korean)	494
Summary(English)	500
Chapter 7. Studies on development of breeding technique to increase Hanwoo(<i>Bos taurus coreanae</i>)	502
Part 1. Introduction	502
1. General background	502
2. Necessity of study	503
A. Technical side	503
B. Economical and industrial side	507
C. Social and cultural side	509
2. Objectives	512
A. Objective and contents of study	512
B. Annual subject and content	513
Part 2. Investigation of Reproductive performance in Hanwoo	516
1. Introduction	516
2. Materials and methods	516
A. Range of the investigation	516
B. Investigation methods	517
3. Results	518
A. Distribution of parity in Hanwoo breeding stock	518
B. Pregnancy periods distribution of Hanwoo	518
C. Distribution of calving intervals in Hanwoo	520
D. Distribution of total number of cow	520
E. Breeding patterns of Hanwoo farm in Korea	521
4. Discussion	522

Part 3. Establishment of early pregnancy diagnosis method	523
1. Introduction	523
2. Materials and methods	524
A. Sample animal	524
B. Artificial insemination	524
C. Analysis of serum progesterone for estrus detection in Hanwoo	524
D. Estrus confirmation and early pregnancy diagnosis by serum progesterone concentration	525
E. Ultrasonography for pregnancy diagnosis	525
3. Results	526
A. Estrus confirmation by serum progesterone level	526
B. Early pregnancy diagnosis by serum progesterone level	527
C. Accuracy of early pregnancy diagnosis by serum progesterone level	527
D. Ultrasonography for pregnancy diagnosis	528
4. Discussion	529
Part 4. Development of a method to reduce open period in Hanwoo	531
1. Introduction	531
2. Materials and methods	531
A. Estrus synchronization by intramuscular injection of $PGF2\alpha$	531
B. Intraovarian administration of $PGF2\alpha$	532
C. Use of Ovsynch program	533
3. Results	534
A. Improvement of efficiency of reproductive performance by intramuscular injection of $PGF2\alpha$...	534
B. Intramuscular injection of $PGF2\alpha$ according to open period after delivery	535
C. Time period for estrus induction by intramuscular injection of $PGF2\alpha$	535
D. Induction of estrus by intramuscular injection of natural and artificial $PGF2\alpha$ administration	536
E. Intramuscular injection of $PGF2\alpha$ in cow in heifer	537
F. Intravaginal insertion of progesterone releasing device in cow and heifer	538
G. Intraovarian administration of $PGF2\alpha$	538
H. Efficiency of reproductive performance using Ovsynch program	539
4. Discussion	540
Part 5. Establishment of parameter of sperm of Hanwoo for high pregnancy rate	541

1. Introduction	541
2. Materials and methods	541
A. Collection, cryopreservation and thawing of semen	541
B. Analysis of motility and morphology of sperm	542
C. Parameters for sperm analysis	543
D. Establishment of optimal concentration of sperm activator	543
E. Medium containing optimal sperm activator	543
F. Sperm analysis after sperm activator addition	545
G. Effect of sperm activator on <i>in vitro</i> fertilization rate of Hanwoo oocytes	545
H. Investigation of protein tyrosine phosphorylation	547
I. Statistical analysis	547
3. Results	547
A. Analysis of sperm motility by CASA system	547
B. Effect of sperm concentration, motility and VCL on cleavage rate of in vitro fertilized oocyte in Hanwoo	547
C. Effect of sperm activator on capacitation, fertilization rate, and oocyte development competence	550
4. Discussion	556
Part 6. Diagnosis reproductive disorders and their treatment protocol in Hanwoo	558
1. Introduction	558
2. Materials and methods	559
A. Sample animal	559
B. blood collection and estrus detection	559
C. Analysis of serum progesterone level and ultrasonography	560
D. Differential diagnosis and treatment of silent estrus	560
E. PGF 2α treatment in a dose-dependant manner	563
F. Analysis of treatment effect on reproductive disorders	563
G. Statistical analysis	563
3. Results	563
A. Distribution of reproductive disorders in Hanwoo	563
B. Differential diagnosis	564
C. Treatment and its effect of reproductive disorders	565

D. Effect of PGF 2α treatment according to route of administration	566
E. Differential diagnosis and treatment	567
4. Discussion	571
Part 7. References	574
Summary(Korean)	585
Sumamry(English)	590
Chapter 8. Development of beef marbling standard number for the marbling of Hanwoo beef	595
Part 1. Introduction	595
1. Objective of study	595
2. General background	595
A. Technical side	595
B. Economical and industrial side	597
C. Social and cultural side	597
3. Range of study	598
Part 2. The present status of domestic and foreign technology	599
Part 3. Contents and results of the study	601
1. Outline of the study	601
2. Materials and methods	602
A. Materials	602
B. Experimental traits	602
C. Methods	604
3. Results and discussion	605
A. General means	605
B. Standardization of crude fat content by meat quality grade	606

C. Estimation of crude fat content by image analysis	614
4. Abstract of results	625
Part 4. Degree of attainment and contribution of the related field	627
1. Degree of attainment the goal	627
A. Collection of sample	627
B. Standardization of the beef marbling	628
C. Image analysis of the beef marbling	628
2. Contribution of the related field	629
A. Technical side	629
B. Economical and industrial side	629
Part 5. Application plan of the results of this study	630
1. Standardization of the beef marbling	630
2. Image analysis of the beef marbling	631
Part 6. References	632
Summary(Korean)	634
Summary(English)	636
Chapter 8. The development of calf starter to fortify disease resistance ...	638
Part 1. Introduction	638
1. General background	638
A. Technical side	638
B. Economical and industrial side	638
C. Social and cultural side	639
Part 2. The present status of domestic and foreign technology	640
1. The present status of foreign technology	640
2. The present status of domestic technology	641

Part 3. Contents and results of the study	642
1. Introduction	642
2. Materials and methods	644
[Trial 1. Calf disease occurrence and the cause survey]	644
A. Experimental region and herd size	644
B. Changes on serum immunoglobulin concentration of new born calves	645
C. Analysis of cause fungus on calf diarrhea	645
[Trial 2. Investigation of immunity enrichment]	647
A. Investigation of auto-immunity enrichment in cow	647
B. Investigation of artificial immunity and fortify immunity for calf	647
[Trial 3. Colostrum intake and analysis of IgG concentration in blood]	648
A. Analysis of colostrum intake and time in calf	648
B. Analysis of IgG concentration in calf blood for colostrum intake	648
C. Manufacture of artificial colostrum	649
3. Results and discussion	649
[Trial 1. Calf disease occurrence and the cause survey]	649
[Trial 2. Investigation of immunity enrichment]	654
A. Investigation of auto-immunity enrichment in cow	654
B. Investigation of artificial immunity and fortify immunity for calf	656
[Trial 3. Colostrum intake and analysis of IgG concentration in blood]	658
A. Analysis of colostrum intake and time in calf	658
B. Analysis of IgG concentration in calf blood for colostrum intake	659
C. Manufacture of artificial colostrum	660
4. Abstract of results	661
[Trial 1. Calf disease occurrence and the cause survey]]	661
[Trial 2. Investigation of immunity enrichment]	662
A. Investigation of auto-immunity enrichment in cow	662
B. Investigation of artificial immunity and fortify immunity for calf	663
[Trial 3. Colostrum intake and analysis of IgG concentration in blood]	663
Part 4. Degree of attainment and contribution of the related field	664
Part 5. Application plan of the results of this study	665

Part 6. References	665
Summary(Korean)	670
Summary(English)	675
Chapter 10. Degree of attainment and contribution of the related field	679
Chapter 11. Application plan of the results of this study	683

목 차

제 1 장	고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육기술 개발	85
제 1 절	서론	85
1.	연구개발의 필요성	85
가.	기술적 측면	85
나.	경제·산업적 측면	86
다.	사회·문화적 측면	87
2.	연구개발의 목표와 내용	88
가.	연구개발의 목표와 내용	88
나.	연구개발 내용 및 범위	88
다.	연차별 연구개발 목표와 내용	92
제 2 절	국내외 기술개발 현황	93
1.	고급육 양산체계	93
2.	육색	94
3.	체지방 축적 관계	94
4.	부산물 및 기타 자원의 이용 : 경제사료	95
5.	고급육의 품질 유지 및 개선	96
6.	경영합리화	96
제 3 절	사육단계별 증체율 조절이 거세 한우 육질에 미치는 효과	97
1.	연구개발 목표	97
2.	연구개발 내용	97
가.	시험설계	97
나.	시험사료	98
다.	사양관리	99
라.	도체특성 조사	100

마. 도체구성 및 부분육 조사	100
바. 이화학적 특성 및 지방산조성 조사	100
사. 시료분석	101
아. 통계처리	101
3. 결과 및 고찰	102
가. 육성기	102
나. 비육전기	111
다. 비육후기	119
라. 전 비육기간	127
마. 도체성적	136
바. 도체구성과 부분육생산	139
사. 한우거세우의 냉도체중과 도체형질간, 도체형질과 도체구성간 및 도체형질과 부분육생산 비율간의 상관관계	144
아. 도체의 이화학적 특성과 지방산조성	147
자. 근내지방도, 육질등급 및 육량등급과 이화학적 특성간 및 주요지방산 조성간의 상관관계	151
4. 결론 및 고급육 생산을 위한 사료 급여프로그램 도출	155
5. 요약	159
제 4 절 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선	161
[시험 1. Tocopherol 첨가 시험]	161
1. 서론	161
2. 재료 및 방법	162
가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향	162
나. 육색 및 지질안정에 미치는 영향	164
3. 결과 및 고찰	165
가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향	165
나. 육색 및 지질안정성에 미치는 영향	171
4. 요약	177
[시험 2. Niacin 첨가 시험]	178

1. 연구개발 내용	178
가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향	178
나. 육색 및 육즙손실에 미치는 영향	179
2. 결 과	180
가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향	180
나. 육색 및 지질 안정에 미치는 영향	183
3. 요 약	187
제 5 절 한우 고급육의 품질유지 및 육질 개선	188
1. 연구개발 목표	188
2. 연구개발 내용	188
가. 재료 및 방법	188
나. 결과 및 고찰	193
3. 요 약	219
제 6 절 한우 지방축적 조절을 위한 기술 개발	221
1. 서 론	221
2. 재료 및 방법	222
가. 공시동물	222
나. 혈액 및 간장의 채취	223
다. 도체분석	223
라. 비타민 A 정량분석	223
마. 통계분석	225
3. 결과 및 고찰	225
가. 비육전기 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도	225
나. 비육말기 거세한우의 혈청 및 간장 내 비타민 A 농도	226
다. 거세한우의 혈청 내 비타민A 농도와 도체등급간의 상관관계	229
라. 거세한우의 간장 내 비타민 A 농도와 육질간의 상관관계	231
마. 고 찰	233
제 7 절 한우 생산능가 및 생산단지의 경영합리화	234

1. 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안	234
가. 연구수행 방법	234
나. 고급육 생산농가의 경영실태(효율성) 분석	234
다. 출하월령 및 사료급여에 따른 경제성 분석	240
라. 고급육 생산농가의 경영합리화 방안	244
2. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안	245
가. 고급육 생산단지의 경영실태 분석	245
나. 고급육의 브랜드화 정착방안	251
다. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안	255
3. 출하월령 및 사료급여에 따른 경제성 분석	259
가. 실험자료	259
나. 출하월령 및 사료급여별 소득과 순수익 비교	259
다. 증체곡선의 추정과 최적 출하주령(월령)	260
4. 고급육 생산 및 유통 차별화의 문제점 분석	260
5. 고급육 유통/소비상의 문제점 분석	262
6. 고급육 생산·유통·소비 활성화를 위한 정책지원방안	265
가. 생산 활성화 대책	265
나. 유통 활성화 대책	266
다. 소비 활성화 대책	269
7. 요약	270
가. 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안	270
나. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안	271
제 8 절 참고문헌	272
요 약 문	281
SUMMARY	290
제 2 장 머섯재배 잔사를 이용한 한우고기 생산	299

제 1 절 서 론	299
제 2 절 국내외 기술개발 현황	300
제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과	301
1. 1차 년도 시험 내용 및 결과	301
가. 1 단계 시험 : 재배잔사의 선택과 성분 분석	301
나. 2단계 시험 : 기호성 조사 및 기호성 향상을 위한 버섯 재배잔사의 처리	302
다. 3단계 시험 : 처리된 버섯재배 잔사 사료의 체내 이용성 조사	303
2. 2차~3차 년도 시험 내용 및 결과	311
가. 버섯재배 잔사의 사료가치 개선을 위한 발효사료 제조	312
나. 시험설계 및 시험개시 시 사료 급여량 계획표	313
다. 사양관리	313
라. 조사 내용 및 조사방법	314
마. 거세 한우에 대한 사양시험 성적	314
바. 거세 한우에 대한 도체 성적	317
3. 종합 고찰 및 발효 팽이버섯 재배 잔사의 급여 프로그램	318
제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	321
1. 연구 개발 목표의 달성도	321
제 5 절 연구개발결과의 활용계획	322
제 6 절 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술정보	322
제 7 절 참고문헌	323
요 약 문	324
SUMMARY	326

제 3 장	계분발효사료를 이용한 한우육 생산	327
제 1 절	서 론	327
1.	연구개발의 목적과 중요성	327
2.	연구개발의 내용 및 범위	328
가.	1차년도 연구(TMR 사료 시험 제조) 내용 및 범위	328
나.	2차년도 연구(TMR 사료 대량 생산 및 동물 실험) 내용 및 범위	329
제 2 절	국내외 기술개발 현황	330
1.	국내 기술 현황	330
2.	국외 기술 현황	331
제 3 절	경제적이고도 위생적인 계분발효 TMR사료 생산에 관한 연구	332
1.	서 설	332
2.	육계분과 맥아근 혼합물의 발효 연구	332
가.	연구 목표	332
나.	연구 내용 및 방법	333
다.	연구 결과	335
3.	육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 제조에 관한 연구	341
가.	연구 목표	341
나.	연구 내용 및 방법	341
다.	연구 결과	342
4.	결과 적요	349
제 4 절	TMR사료 대량 제조, 면양 대사실험 및 한우 사양 실험 통한 사료적 가치 평가 ..	349
1.	서 설	349
2.	실험용 TMR 사료 대량 제조에 관한 연구	350
가.	연구 목표	350
나.	연구 내용 및 방법	350
다.	연구 결과	352
3.	면양 대사실험 통한 TMR 사료의 체내 활용성 평가	364

가. 연구 목표	364
나. 연구 내용 및 방법	364
다. 연구 결과	365
4. TMR 사료의 한우 사양시험 통한 생산성 및 경제성 평가	369
가. 연구 목표	369
나. 연구 내용 및 방법	369
다. 연구 결과	370
5. 결과 적요	377
제 5 절 종합결론	378
제 6 절 참고문헌	379
요 약 문	383
SUMMARY	387
제 4 장 형태학적 특성에 의한 비육 밀소 선발방법의 추정	391
제 1 절 서 론	391
1. 연구개발의 목적과 필요성	391
2. 연구개발의 범위	392
제 2 절 국내외 기술개발 현황	394
제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과	398
1. 비육밀소의 형태학적 특징과 비육 관계 연구	398
가. 재료 및 방법	398
나. 결과 및 고찰	400
2. 한우의 고환둘레와 정액생산 및 번식과의 관계	406
가. 재료 및 방법	406
나. 결과 및 고찰	408

3. 생체 · 초음파 측정 · DNA marker 간의 상관	416
제 4 절 참고문헌	419
요 약 문	423
Summary	425
제 5 장 초음파를 이용한 비육밑소의 능력 예측시스템 개발	426
제 1 절 서 론	426
1. 연구개발의 목적과 범위	426
제 2 절 연구개발 수행방법	427
1. 대상동물	427
가. 1차 실험 :기초실험	427
나. 2차 실험 : 추정실험	427
다. 3차 실험 :보충실험	427
2. 초음파 기기 및 측정방법	427
3. 초음파 생체판정	427
가. 등지방층과 등심단면적 예측	427
나. 생체 육질등급 판정	428
4. 도체평가	429
제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과	429
1. 등지방층의 성장과 발달 조기 예측	429
가. 등지방층의 성장 예측	430
나. 등지방층 생체 판정 및 도체 판정 등지방층 두께에 대한 평가	433
다. 도축장별 생체판정과 도체판정 등지방층의 관계	436
2. 등심(배최장근) 단면적의 성장과 예측	438
가. 단면적의 성장	438

나. 조기 예측	439
3. 육질 조기능력	440
가. 육안적판정 방법	440
나. 화상분석(3차실험)	445
다. 육질등급의 생체 예측 정확도	449
제 4 절 참고문헌	450
요 약 문	453
Summary	455
제 6 장 DNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구	457
제 1 절 서 론	457
1. 연구개발의 목적과 필요성	457
가. 목 적	457
나. 필 요 성	457
2. 연구개발의 범위	459
제 2 절 DNA marker와 관련된 한우의 유전적 능력 규명과 예측을 통한 한우 개량 체계 확립	461
1. 서 설	461
2. 실험 재료 및 방법	463
가. 실험재료	463
나. 실험방법	465
3. 결과 및 고찰	467
가. 유전자 지문에 의한 유전적 순수 한우의 규명	467
나. 육질형질인 근내지방도 연관 DNA marker의 규명 및 검정	472
다. 육량형질인 등지방두께 연관 DNA marker의 규명 및 검정	479
라. Random primer를 이용한 한우의 능력에 따른 DNA marker의 규명	483

마. 근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA marker의 유전양식 규명	486
바. 한우 경제형질(근내지방도, 일당증체량, 등지방두께, 등심단면적) 연관 DNA marker의 규명 ...	490
제 3 절 참고문헌	492
요 약 문	494
SUMMARY	500
제 7 장 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식 기술 개발	502
제 1 절 서 론	502
1. 연구배경	502
2. 연구개발의 필요성	503
가. 기술적 측면	503
나. 경제·산업적 측면	507
다. 사회·문화적 측면	509
2. 연구개발의 목표	512
가. 연구개발의 목표와 내용	512
나. 연차별 연구개발목표와 내용	513
제 2 절 한우의 번식실태 조사	516
1. 서 설	516
2. 재료 및 방법	516
가. 조사범위	516
나. 조사방법	517
3. 결과	518
가. 번식우의 산차별 분포	518
나. 한우의 평균 임신기간	518
다. 한우의 분만 간격	520
라. 사육규모	520

마. 변식관리 형태	521
4. 고 찰	522
제 3 절 한우의 조기임신 진단법 확립	523
1. 서 론	523
2. 재료 및 방법	524
가. 대상동물	524
나. 인공수정	524
다. 한우 발정양상 분석을 위한 혈중 progesterone 농도 측정	524
라. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 발정확인 및 조기 임신진단	525
마. 임신진단을 위한 초음파검사	525
3. 결 과	526
가. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 발정상태의 확인	526
나. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 조기 임신진단	527
다. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 조기 임신진단의 정확성	527
라. 초음파검사에 의한 임신진단	528
4. 고 찰	529
제 4 절 한우의 공태기 단축법 개발	531
1. 서 론	531
2. 재료 및 방법	531
가. PGF2 α 의 근육내 투여에 의한 발정동기화	531
나. 난소 실질내 PGF2 α 투여	532
다. Ovsynch program 을 이용한 한우 번식효율 검토	533
3. 결 과	534
가. PGF2 α 근육주사에 의한 한우번식효율 개선효과	534
나. 분만후 공태일수에 따른 근육내 PGF2 α 투여에 의한 발정유도 효율	535
다. 근육내 PGF2 α 투여후 발정발현까지의 시간	535
라. 천연 및 합성 PGF2 α 근육내 투여에 의한 한우에서의 발정유도 효율	536
마. 경산우와 미경산우의 PGF2 α 근육내 투여 비교	537
바. 경산우와 미경산우의 합성 progesterone 질내삽입법	538

사. 난소실질내 PGF2 α 투여에 의한 공태기 단축	538
아. Ovsynch program 을 이용한 한우 번식효율 검토	539
4. 고 찰	540
제 5 절 한우의 고수태 정액 요건 제시	541
1. 서 론	541
2. 재료 및 방법	541
가. 정액의 채취, 동결 및 용해	541
나. 정자의 운동성 및 형태학적 분석	542
다. 정액분석의 기준	543
라. 정자활성물질의 최적 농도 결정	543
마. 최적 정자활성물질이 첨가된 배지의 작성	543
바. 정액 활성물질 첨가 후 정액의 분석	545
사. 정액활성물질이 첨가가 정자의 한우난자의 체외수정율에 대한 분석	545
아. Protein tyrosine phosphorylation 검사	547
자. 통계학적 분석방법	547
3. 결 과	547
가. CASA system을 이용한 한우 동결-용해 정자의 운동특성	547
나. 한우 동결-용해 정자의 농도, 운동성 및 VCL 이 체외수정란의 분할에 미치는 영향	547
다. Sperm activator의 탐색 및 정자활성, 수정능 및 난자 발생능에 미치는 영향	550
4. 고 찰	556
제 6 절 한우의 번식장애 진단 및 치료법 개발	558
1. 서 론	558
2. 재료 및 방법	559
가. 공시동물	559
나. 혈액채취 및 발정관찰	559
다. 혈중 progesterone 농도측정 및 초음파 검사	560
라. 무발정의 감별진단 및 치료	560
마. 감량법에 의한 PGF2 α 의 처치	563
바. 번식장애에 대한 치료효과의 판정	563

사. 통계학적 분석방법	563
3. 결 과	563
가. 한우 번식장애의 유형별 분류	563
나. 한우에서 생식기질병의 감별진단	564
다. 번식장애의 치료 및 치료효과	565
라. PGF2 α 투여경로에 따른 치료효과	566
마. 각 번식장애에 대한 감별진단 및 치료효과의 판정	567
4. 고 찰	571
제 7 절 참고문헌	574
요 약 문	585
SUMMARY	590
제 8 장 근내지방도 단계별 측정 및 표준화 기술 개발	595
제 1 절 서 론	595
1. 연구개발의 목적	595
2. 연구개발의 필요성	595
가. 기술적 측면	595
나. 경제 산업적 측면	597
다. 사회 문화적 측면	597
3. 연구개발의 범위	598
제 2 절 국내외 기술개발 현황	599
제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과	601
1. 연구개요	601
2. 재료 및 방법	602
가. 재료	602
나. 조사형질	602

다. 분석방법	604
3. 결과 및 고찰	605
가. 일반평균	605
나. 육질단계별 조지방 함량의 표준화	606
다. 영상해석에 의한 조지방비율 추정	614
4. 연구결과 요약	625
제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	627
1. 연구목표달성도	627
가. 표본집단 선정	627
나. 근내지방도의 단계별 표준화	628
다. 영상해석에 의한 근내지방도의 객관적 평가방법	628
2. 관련분야에의 기여도	629
가. 기술적 측면	629
나. 경제 산업적 측면	629
제 5 절 연구개발결과의 활용계획	630
1. 근내지방의 단계별표준화	630
2. 근내지방도의 영상해석치	631
제 6 절 참고문헌	632
요 약 문	634
SUMMARY	636
제 9 장 항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발	638
제 1 절 서 론	638
1. 연구개발의 필요성	638
가. 기술적 측면	638

나. 경제·산업적 측면	638
다. 사회·문화적 측면	639
제 2 절 국내외 기술개발 현황	640
1. 국외 관련기술 현황	640
2. 국내 관련기술 현황	641
제 3 절 연구수행 내용 및 결과	642
1. 서 설	642
2. 재료 및 방법	644
[시험 1. 송아지 질병 발생 및 원인 조사]	644
가. 조사지역 및 대상	644
나. 신생송아지의 혈중 면역글로불린 농도 변화 측정	645
다. 송아지 설사 원인균 분석	645
[시험 2. 면역능 강화 물질 탐색]	647
가. 어미소에 의한 자동면역능 강화물질 탐색	647
나. 송아지에 대한 인위적 면역능 및 항병력 강화 물질 탐색	647
[시험 3. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석]	648
가. 한우 송아지의 초유섭취시간과 섭취량 조사	648
나. 초유섭취량에 따른 송아지 혈액내 IgG 함량 분석	648
다. 인공초유 제조	649
3. 결과 및 고찰	649
[시험 1. 송아지 질병 발생 및 원인 조사]	649
[시험 2. 면역능 강화 물질 탐색]	654
가. 어미소에 의한 자동면역능 강화물질 탐색	654
나. 송아지에 대한 인위적 면역능 및 항병력 강화 물질 탐색	656
[시험 3. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석]	658
가. 한우 송아지의 초유섭취시간과 섭취량 조사	658
나. 초유섭취량에 따른 송아지 혈액내 IgG 함량 분석	659
다. 인공초유 제조	660
4. 결 론	661

[시험 1. 송아지 질병 발생 및 원인 조사]	661
[시험 2. 면역능 강화 물질 탐색]	662
가. 어미소에 의한 자동면역능 강화물질 탐색	662
나. 송아지에 대한 인위적 면역능 및 항병력 강화 물질 탐색	663
[시험 3. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석]	663
제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	664
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	665
제 6 절 참고문헌	665
요 약 문	670
SUMMARY	675
제 10 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	679
제 11 장 연구개발결과의 활용계획	683

제 1 장 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육기술 개발

제 1 절 서 론

1. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

정부가 추진하고 있는 “한우 경쟁력 제고를 위한 기술개발”은 품질 우위를 통한 경쟁력 확보와 사양체계의 확립을 통한 고급육 생산의 재현성을 높이고, 보다 경제적인 사료를 개발하여 한우고급육의 생산원가를 낮추며 국내소비의 확대와 수출시장의 개척을 위한 견인차적 역할을 위해 매우 필요한 과제이다. 한우산업의 경쟁력 제고를 위한 전략은 육질 개선에 의한 쇠고기의 차별화와 생산원가의 절감, 생산된 고급육의 품질 유지 그리고 효율적인 경영에 초점을 두고 있다 해도 과언이 아니다.

육질 개선은 주로 소비자가 느끼는 맛과 육색 그리고 신선도 등에서, 그리고 생산원가의 절감을 위한 방안은 사료비의 절감과 경영효율의 극대화에 그 중점을 두고 있다. 뿐만 아니라 저렴한 수입 쇠고기의 무제한적인 국내 시장의 공략에 맞서 한우산업을 지속시키고 육성하기 위해서는 한우고기의 고급화를 통한 쇠고기 시장의 일정 비율 확보가 필수적이다. 한편으로는 고급육을 생산하여 수출을 통한 실질 소득의 증대를 꾀해야 한다. 아직 한번도 시도해보지 않았던 일이지만 가까운 일본의 쇠고기 시장을 공략해볼 만큼 국내의 여건이 성숙되어왔다. 질과 값에서 우리의 한우고기가 유리하다면 이제는 수출을 위해 수입국의 소비자가 원하는 최고급의 한우고기 생산을 최우선적인 목표로 설정할 필요가 있는 것이다.

우리는 한우 고급육을 생산하는 과정에서 불가피하게 고에너지 사료를 장기적으로 투입하게 된다. 이로 인한 지방의 지나친 축적은 보상받을 수 있는 쇠고기 값에 관계없이 그 자체로 외화의 낭비이자 경쟁력의 저하로 이어진다. 이러한 이유만으로

도 우리는 고급육을 생산하는 과정에서 어떠한 형태로든 부존자원이나 부산물을 적극 활용하는 방법을 모색해야 한다.

다음으로 고려해야 할 사항은 고급육의 품질유지와 개선이다. 이는 한우가 도축 단계에서부터 신선육의 처리와 유통단계에 이르기까지의 취급, 처리기술 등 품질유지 기술이 확립되지 않아 장기간에 걸쳐 고비용으로 사육된 한우가 고품질을 유지하지 못하고 저급육으로 전락되기 때문이다.

지금까지 한우의 고급육 생산을 위한 비육기술 분야는 기술적 측면에서의 연구가 상당히 강조되어 진척되어 왔다. 그러나 경제성 분석의 철저한 검증 없이는 고급육 생산 농가에 실제 도움을 주거나 현장에서 적용되기가 어렵다. 그러므로 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위해서는 개발한 비육기술의 경제성 분석과 출하월령에 따른 손익분기점 분석 및 부산물 사료 급여에 따른 수익성 분석을 통하여 고급육 생산 농가의 경영합리화에 기여 할 수 있는 방안을 제시하고, 아울러 브랜드육으로 정착하려는 고급육 생산단지의 경영실태를 조사함으로써 문제점을 검토하여 개선방안을 제시 하고자 한다.

따라서 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육기술이라는 목표의 달성을 위해 다음과 같은 기술적인 내용에 중점을 두고 연구를 추진할 것이다.

- ◆ 도체월령별로 성장단계에 따른 증체율을 조절하여 고급육 생산을 위한 새로운 비육기술과 사양관리 프로그램을 개발한다.
- ◆ 고급육의 육색 개선기술을 개발한다.
- ◆ 지방 축적 조절 기술을 개발한다.
- ◆ 부존자원의 이용성을 높여 사료의 경제적 이용기술을 개발한다.
- ◆ 고급육 생산농가 및 생산단지의 경영합리화와 경쟁력 제고방안을 제시한다.

나. 경제·산업적 측면

한우산업의 경쟁력 제고는 사육농가의 실질적인 소득 증대로부터 기인될 수 있다. 이를 위해서는 무엇보다도 다양하면서도 재현성이 높은 고급육 생산 기술의 보급이 우선되어야 하며, 보존자원이나 부산물 등의 이용율을 높이는 보다 경제적인 사육

방법의 제시가 필요하다. 아울러 도축단계에서의 처리 및 취급방법 미숙과 유통과정에서의 관리소홀 등으로 인하여 고품질 한우육이 저품질화로 유통되어 초래되는 손실을 방지해야 한다. 이를 위해 안전한 식품을 생산하기 위한 예방 시스템을 적용할 필요가 있다.

또한 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위해 개발하는 비육기술의 경제성 분석과 출하월령에 따른 손익분기점 분석 및 부산물 사료 급여에 따른 수익성 분석을 통하여 고급육 생산농가의 경영합리화에 기여할 수 있는 방안을 제시할 것이다. 아울러 브랜드육으로 정착하려는 고급육 생산단지의 경영실태를 조사하므로써 문제점을 검토하여 개선방안을 제시하고자 한다.

이를 위해 다음과 같은 측면에 연구의 중점을 둘 것이다.

- ◆ 다양하면서도 재현성이 높은 고급육 생산 양산체계와 비육기술의 보급을 목표로 한다.
- ◆ 한우 고급육의 육색을 개선시켜 한우고기 수출을 위한 걸림돌을 제거한다.
- ◆ 부존자원의 이용율을 높여 한우고기 생산단가를 낮춘다.
- ◆ 한우 고급육 양산체계 비육기술의 경제성 분석을 통한 경쟁력 제고와 경영합리화 및 고급육의 효율적인 유통방안을 강구한다.

다. 사회·문화적 측면

우리나라의 경우 주요 가축 중 유일한 유전자원인 한우의 경쟁력 상실은 곧 한우산업의 붕괴로 이어질 것이다. 그렇게될 경우 돼지와 닭에 이어 소(비육우)까지도 외국으로부터 수입한 품종에 의존할 수밖에 없게 된다. 이는 곧 한우를 사육해온 대다수의 농가뿐만 아니라 한우고기 특유의 풍미를 음미해온 모든 국민의 자긍심을 잃게 하는 것이다.

따라서 본 연구를 통하여 다른 품종 또는 수입육의 경우에 비하여 한우고기가 맛과 질에 있어 명실공히 타의 추종을 불허하는 실질적인 여건을 조성할 필요가 있겠다

2. 연구개발의 목표와 내용

가. 연구개발의 목표와 내용

1) 연구개발 목표

- 고급육 생산을 위한 거세 한우의 다양하면서도 재현성이 높은 비육기술을 확립하여 질적인 면에서 한우산업의 국제 경쟁력 강화한다.
- 고급육의 소비확대는 물론 앞으로의 한우고기 수출전략에 걸림돌이 될 수 있는 육색을 개선시킨다.
- 부산물의 사료가치를 높이고, 이의 고급육 생산과정에 활용할 수 있는 방법을 개발한다.
- 한우 생산농가와 생산단체의 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안과 출하월령 및 부산물 사료 급여에 따른 경제성을 분석한다.

나. 연구개발 내용 및 범위

1) 사육단계별 증체율 조절이 거세 한우 육질에 미치는 효과(1-4차년도)

- 시험설계 및 공시두수 ; 출하월령 및 증체 조절율에 따른 시험설계

- 비육기 구분 ;

	육성기	비육전기	비육후기	
24개월령	: 6 -----	12 -----	18 -----	24 개월령

	육성기	비육전기	비육후기	
26개월령	: 6 -----	13 -----	20 -----	26 개월령

	육성기	비육전기	비육후기	
28개월령	: 6 -----	14 -----	22 -----	28 개월령

○ 증체율 조절 방법 ; (농후사료 급여량의 경우에만 해당, 조사료는 자유채식)

육 성 기 : ① 0.70 ~ 0.75kg (체중의 1.4%)

② 0.80 ~ 0.85kg (체중의 1.7%)

비육전기 : ① 0.75 ~ 0.80kg (체중의 1.7%)

② 0.85 ~ 0.90kg (체중의 1.9%)

비육후기 : 자유채식

○ 도축 및 시료채취 두수 (이화학적 조사용) ; 총 90두

① 24개월령 도축시 : 30두

② 26개월령 도축시 : 30두

③ 28개월령 도축시 : 30두

○ 조사항목 ;

① 체중, 증체량

② 농후사료 섭취량, 사료요구율

③ 도체특성 : 육량, 육질

④ 도체의 이화학적 특성 조사

⑤ 경제성 분석

○ 본 연구의 농후사료 급여량 결정 기준 ;

성장단계별 증체율 조절을 위한 농후사료 급여량은 기본적으로 일본 사양표준(1994)의 육용종 거세우의 비육에 필요한 영양소 요구량에 의해 계산하되, 1990년에서 1997년 사이에 정근기 등에 의해 실시된 한우의 고급육 생산시험에서 얻은 자료를 감안하여 결정된 수준이다.

① 일본 육용우 사양표준. 1994. 농림수산성 농림수산기술회의 사무국. 도쿄

② 정근기, 김상오, 성삼경, 김대곤, 최창분. 1994. 한우의 고급육 생산을 위한 시험 I. 거세가 한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향. 한국축산분야학회 협의회. 축산분야 종합 학술대회. P169.

③ 정근기, 최창분, 김대곤. 1994. 한우의 고급육 생산을 위한 시험 II. 거세 및 호르몬 처리가 한우의 비육능력 및 육질에 미치는 영향. 한국축산분야학회협의회. 축산분야 종합 학술대회. P174.

④ 정근기, 김상오, 양태근, 박노웅. 1996. 벧짚의 암모니아 처리가 한우거세우의 비육능력과 육질에 미치는 영향. 한국축산분야학회 협의회. 축산분야 종합 학술대회. P229.

⑤ 정근기, 최창본, 김성원, 안병홍, 도재철. 1996. 한우 비육우에 대한 탈구로 처리가 비육능력과 혈액 화학성분에 미치는 영향. 한국축산분야학회 협의회. 축산분야 종합 학술대회. P230.

⑥ 정근기, 정경남. 1997. 농후사료 급여량의 제한 정도가 한우거세우의 비육능력과 육질에 미치는 영향. 미발표

⑦ 정근기, 정경남. 1997. 출하월령의 차이가 한우 거세우의 비육능력과 육질형질 및 경제성에 미치는 영향. 미발표.

⑧ 정근기, 정경남. 1997. 농후사료 급여회수가 한우 거세우의 비육능력과 육질형질 및 경제성에 미치는 영향. 미발표.

2) 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선 (1-2차년도)

○ 시험설계 및 시험동물 ;

6-24개월령 거세우 사용 ;

반복 1 : 무첨가구 : 14두

반복 2 : Tocopherol 60일 첨가 (23-24개월령) 14두

반복 3 : Tocopherol 90일 첨가 (21-24개월령) 14두

○ 육색 개선제 : Tocopherol 사용(첨가)

첨가량 : 두당 1일 2,000 IU

○ 도축시기 및 도축두수 : 24개월령, 반복당 3두, 총 9두

○ 사육 방법 및 사료 급여 : 그룹 사양, 일반 관행에 의한 사료 급여

○ 조사 항목 ;

① 체중, 증체량

② 농후사료 섭취량, 사료요구율

③ 도체특성 : 육량, 육질

④ 도체의 이화학적 특성 조사

3) 한우 고급육의 품질유지 및 육질개선 (3차년도)

○ 공시사육 한우육의 육질특성 :

- ① 공시 한우육에 대한 전기자극처리, 도체냉각 소요시간에 따른 육질 특성 변화 구명
- ② 고품질 한우육의 품질보존을 위한 적정 전처리 방안 구명

4) 한우 지방축적 조절을 위한 기술 개발(1-3차년도)

○ 사양 단계별 혈중 비타민 A 농도 측정(1차년도)

- 사양단계; 비육전기, 비육후기

○ 혈중 비타민 A 농도와 육질관계 구명(2차년도)

- 증체량 및 육질조사

○ 사양단계별 비타민 A 급여 수준 결정(3차년도)

- 근내지방도와 혈중 비타민 A 급여 관계식 설정
- 사양단계별 비타민 A 결핍 가이드 작성

5) 한우 생산농가 및 생산단지의 경영합리화 (2-3차년도)

○ 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안 (2차년도)

- 고급육 생산농가의 경영실태 분석
- 출하월령 및 부산물 사료급여에 따른 경제성 분석
- 고급육 생산농가의 경제성 분석 및 경영합리화 방안 제시
- 고급육 생산단지의 경영실태 분석
- 고급육 생산단지의 경쟁력 제고방안 제시

○ 고급육의 유통, 차별화 및 정책지원 방안 (3차년도)

- 고급육 생산 및 유통 차별화의 문제점 분석
- 냉장 및 브랜드고기 유통상의 문제점 분석
- 고급육의 효율적인 유통을 위한 정책지원방안 제시
- 고급육의 브랜드화 정착방안 제시

다. 연차별 연구개발 목표와 내용

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발내용 및 범위
1차년도 (1999)	○ 증체율 조절에 의한 고품질 한우육 생산 비육기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 사육단계별 증체율 조절이 거세한우 육질에 미치는 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 육성기 및 비육전기 • 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선 <ul style="list-style-type: none"> - Tocopherol 첨가 시험 • 한우의 혈중 비타민 A 농도 측정
2차년도 (2000)	○ 증체율 조절에 의한 고품질 한우육 생산 비육기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 사육단계별 증체율 조절이 거세한우 육질에 미치는 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 비육후기 • 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선 <ul style="list-style-type: none"> - Niacin 첨가 시험 • 혈중 비타민 A 농도와 육질 관계 구명 • 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 고급육 생산농가의 경제성 분석 - 고급육 생산단지의 경영실태 분석
3차년도 (2001)	○ 증체율 조절에 의한 고품질 한우육 생산 비육기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 사육단계별 증체율 조절이 거세한우 육질에 미치는 영향 <ul style="list-style-type: none"> - 도축시기별 도살 및 시료분석 • 사양단계별 비타민 A 급여수준 결정 • 고급육의 유통 차별화 및 정책지원 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 고급육 및 브랜드육의 유통상 문제점 분석 - 고급육의 효율적인 유통을 위한 정책지원 방안 제시 • 한우고급육의 품질 유지 및 육질 개선 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 한우육의 육질 특성 구명 - 품질유지 및 육질 개선을 위한 방안 제시
4차년도 (2002)	○ “고품질 한우육의 양산 체계 확립을 위한 비육 기술 개발” 시험 결과 종합	<ul style="list-style-type: none"> • 한우 고급육의 양산체계 확립을 위한 프로그램 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 고급육 생산 사양단계별 증체율 조절 프로그램 개발 - 육색개선 방법 제시 - 경영합리화 방안 제시 - 품질 유지 및 육질개선 방안 제시

제 2 절 국내외 기술개발 현황

국내의 경제상황은 제대로 확립되지 못한 고급육 생산기술의 개발과 보급은 물론 한우사육농가의 고급육 생산에 대한 인식에 큰 장애 요인이 되고 있다. 특히, 그동안 고급육의 생산이 대부분 거세에만 의존되어 온 반면 이를 위한 사양관리는 주로 관행에 따라왔을 뿐이었다. 비록 축산기술연구소를 중심으로 한우의 사양체계에 대한 폭넓은 연구가 실시되어 왔으나 다양하면서도 재현성이 높은 실용적인 고급육 생산기술의 보급을 위해서 해결되어야 할 문제가 산적해 있는 실정이다. 특히, 한우고기의 안정성과 질에 대한 관리기술의 미흡은 국내 소비의 위축은 물론 앞으로의 수출 가능성에 제한 요소를 작용할 수 있는 것이다. 현재까지 수행된 국내·외 연구현황을 살펴보기로 한다.

1. 고급육 양산체계

일반적으로 소의 성장은 동일한 환경 여건 하에서 영양소 섭취량에 의해 직접적인 영향을 받는데, 특히, 소의 성장에 있어 단백질보다는 에너지 섭취수준이 증체와 사료효율에 더 크게 영향을 하는 것으로 보고된 바 있다(Ferrell 등, 1978; Prior 등, 1977; 강 등, 1995; 홍 등, 1996). 뿐만 아니라, 특정기간에서의 영양적 제한으로 위축된 성장은 그 이후에 제한요소를 제거할 경우 성장속도가 빨라진다는 보상성장 효과가 발표되었다(Hironaka와 Kozub, 1973; O'Donovan, 1984; Patterson 등, 1995; 강 등, 1995; 홍 등, 1996). 그러나 보상증체에 대한 확인이 계속되어 왔음에도 불구하고 일정기간 제한사양을 시킨 소의 성장은 정상적인 사양관리 하에서 육성된 소의 성장에 미치지 못하는 것으로 보인다.

비육우의 일반적인 성장특성으로 미루어 볼 때 사육기간이 도체의 구성에 크게 영향을 하는 것으로 알려지고 있다. 일반적으로 비육기간의 연장은 육질등급을 증가시키는 것으로 보고되어 왔다(Zinn 등, 1970; Field, 1971; Dolezal 등, 1982; 清水 등, 1975). 김 등(1987)은 한우의 출하체중이 350kg에서 650kg까지 증가함에 따라 도체율이 약 6% 도체의 지방량도 약 7% 증가되었으나 거래정육율은 약 4% 감소되었다고 하였다. 뿐만 아니라 쇠고기의 지방산 조성 연령(Waldman 등, 1968; Link 등, 1970)에 따라 달라질 수 있는 것으로 보이는데, Hornstein 등(1967)의 보고에 의하면 대체로 연령이 증가할 수록 피하지방의 주요 불포화지방산 비율이 증가한 반면 포화지방산

비율은 감소되었으며, Waldman 등(1968) 역시 연령이 증가함에 따라 피하지방의 불포화지방산 함량이 증가되었다고 하였다. 이러한 경향은 한우를 대상으로 조사한 결과(송 등, 1998)에서도 확인된 바 있다.

한편, 수소에 대한 거세가 증체를 둔화시키고 사료효율을 낮추는(Ford와 Gregory, 1983; Vanderwert 등, 1985; Worrell 등, 1987; 백 등1989) 등의 문제점이 있는 것으로 알려져 왔으나 근내지방도와 연도 등에서 쇠고기의 질을 크게 개선시킬 수 있는 가장 확실한 방법 (Ntunde 등, 1977; Landon 등, 1978; Gregory 등, 1983; Worrell 등, 1987; 백 등, 1989)의 하나이기에 거세에 대한 인식이 날로 증가되고 있는 것 또한 사실이다.

앞에서 살펴본 바와 같이 국내에서 한우에 대하여 육질 또는 성장단계에 관련된 연구가 부분적으로 이루어졌으나 고급육 생산, 특히 한우고기의 수출을 고려할 경우 한우 고급육의 양산체계 프로그램의 문제를 전면적으로 확립 또는 보완해야할 실정이라 하겠다.

2. 육색

현재 한우 고급육의 수요 창출을 위한 결정적 방안이 수출이라고 할 때 이에 대한 전략을 세우는 것 만큼이나 구체적으로 준비하는 것이라고 본다. 그중 최우선적으로 해결해야할 과제가 육색의 개선이다. 쇠고기의 육색이 유전적 형질에 의해 기인된다고 보기에는 국내의 사육여건 및 취급과정에 많은 문제가 있다. 이는 출하과정, 수송 및 도축과정에서 받는 스트레스가 본래의 육색에 크게 영향하기 때문이다.

그러나, 비록 국내에서는 시도된 바 없지만, 미국 등지의 경우 육색을 개선시키기 위한 연구가 수행되어 왔다. 가장 대표적인 것이 vitamin E를 이용하는 연구였다. Vitamin E의 기능 중 하나는 산화에 의한 피해로부터 생물학적 세포막을 유지하고 보호하는 것인데(Rice와 Kennedy, 1988), vitamin E는 고기내 deoxymyoglobin이 metmyoglobin으로 산화되는 것을 막아주는 항산화제(antioxidant) 역할을 수행하는 것으로 알려지고 있다(Faustman과 Cassens, 1990). 이와 같은 vitamin E의 작용은 선홍색(bright cherry red color)의 쇠고기를 선호하는 소비자를 위하고 쇠고기 수요를 확대시킬 수 있는 매우 유용한 방법으로 활용될 수 있다. 실제로 vitamin E를 사료에 첨가하여 급여했을 때 닭고기(Marusich 등, 1975; Bartov 등, 1983)와 돼지고기(Tsai 등, 1978; Buckley 등, 1989)에서 지방의 산화를 감소시킬수 있었다. 또한 Arnold 등

(1992)도 거세 비육우에 vitamin E의 전구물질인 tocopherol을 사료에 첨가하여 급여한 결과 본래의 육색이 크게 유지되었음을 알 수 있었다고 하였다. 비육우를 대상으로 조사된 그러한 결과는 Liu 등(1996)에 의해서도 확인된 바 있다.

따라서 한우고기의 육색 개선이 절실히 요구되는 시점에서 어떠한 형태로든 이에 대한 연구가 이루어져야 할 필요가 있다.

3. 체지방 축적 관계

岡 章生(1995)은 화우 거세우에 대한 비타민 A 결핍 효과를 구명하기 위한 사양 시험에서 15개월령부터 비타민 A를 결핍 시킬 경우 육질 개선 효과가 뚜렷하게 나타났지만, 23개월령 이상부터 결핍 시키면 육질 개선 효과가 없었다고 하였으며, 또한 같은 15개월령에 비타민 A를 결핍시키더라도 사료를 TDN 수준, 전분 함유량에 따라서 그 효과가 다르게 나타날 수 있다고 하였다. 비타민 A 결핍시에는 사양단계를 고려한 전략이 필요하다고 하였다.

일본 교토대에서는 도살 화우 간장의 평균 비타민 A 함량은 $7.6 \mu\text{g/g}$ 으로서 매우 낮게 존재한다고 하여 화우 비육 농가에서는 비타민 A 결핍에 의해 육질 개선을 도모하고 있다는 사실을 입증하였으나 비타민 A 결핍 정도에 따라 근육내 수송, 간장 폐기종 등이 발생할 우려가 있기 때문에 조절 급여에 유의 하여야 할 점을 지적하고 있다.

4. 부산물 및 기타 자원의 이용 : 경제사료

가축이 배설하는 분은 처리 여부에 따라 재활용이 가능하거나 환경 오염의 주범으로 남게된다. 특히, 배합사료에만 의존하는 가축(닭이나 돼지 등)의 분에 소화되지 못한 상태로 배설되는 주요 성분의 양이 많기 때문에 환경오염을 줄이면서 동시에 이를 재활용하는 지혜가 필요한 시기이다. 이중, 육계의 분은 영양소의 재활용 측면에서 소 사료로서의 활용가치가 매우 높은 것으로 추정된다. 이를 조사료와 혼합하여 발효시킨 다음 펠렛화 시켜(계분발효 펠렛 사료) 한우에 급여할 경우 사료비를 획기적으로 절감할 수 있을 것으로 여겨진다. 아울러 고단백 조사료인 본 사료를 이용하므로써 수입되는 비싼 조사료와 단백질 사료를 대체함으로써 최소 1500억원 이상의 외화를 절감할 수 있다고 본다.

5. 고급육의 품질 유지 및 개선

현재 한우육의 생산 기술은 어느정도 축적되어 있으나 고급 한우육은 실제로 유통단계에서 고품질을 유지하지 못하고 있다. 이러한 결과는 쇠고기의 생산,포장 및 유통단계에서의 적절한 방법개선이 필요함을 뜻한다. 숙성방법의 개선 등으로 쇠고기의 품질개선 방법에 관한 연구와 신선육의 저장중 품질 변화에 관한 단편적인 연구는 비교적 많이 수행되었으나 품질의 보존에 관한 종합적이고 체계적인 연구는 드문 실정이다. 쇠고기의 품질특성에 있어 중요한 요인은 연도이며, 쇠고기 수입개방과 더불어 연도에 대한 소비자들의 인식이 높아져 쇠고기의 품질향상에 중요한 관건이 되고 있다. 쇠고기의 연도에 영향을 미치는 요인으로는 도체의 저장온도 및 저장기간이 크게 관여하며, 냉장저장은 고기를 연화시키는 중요한 방법이다. 그러나 냉장저장에 의한 쇠고기의 숙성은 냉장시설과 노동력 그리고 에너지 소비의 과다로 원가상승의 원인이 되고 있어 사후 초기의 고온유지 방법으로 쇠고기의 숙성을 촉진시킬수 있는 것으로 알려져 있다. 국내에서도 성 등이 이에 대한 연구를 시도하여 사후 지연냉각이 연도 개선에 뚜렷한 효과가 있음을 보고하였다.

따라서 상업적인 도축장 및 육가공장에서 실질적으로 한우도체를 직접 고온에서 일정시간 숙성시킨 후 저온저장시켰을 때 쇠고기의 연도를 비롯한 육질에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지를 살펴보는 것은 매우 의미있는 일이라 할 수 있다.

6. 경영합리화

한우 고급육 생산에 관한 필요성이 어느때 보다 높은 시전에 와있으나, 국내 한우 농가나 생산단체의 경우 비육기술과 경영분석 방법이 실용화되지 못한 관계로 여전히 부실화된 경영을 면치 못하고 있다. 특히, 고품질 한우육 양산과 관련된 비육기술의 경제성과 출하월령에 따른 손익분기점 분석 및 부산물 사료 급여에 따른 수익성 분석의 실용화가 문제점으로 지적되어 왔다. 아울러 브랜드육으로 정착하려는 고급육 생산단지의 경영실태를 조사하여 문제점에 대한 개선방안을 제시할 필요가 있다. 외국의 경우 비육필소 및 농가의 사양기술 수준에 따라 육질형과 육량형 생산체계를 적용하므로써 사료비 및 관리비 절감을 유도하고 그 재현성이 뛰어나 농가가 안심하고 사양관리에 임할 수 있다. 육질에 있어서도 소비자의 수용에 따라 다양한 제품을 생산하고 있으며 식품의 안전성을 고려한 철저한 관리지침을 마련하여 예상되는 문제를 사전에 차단하고 있다.

제 3 절 사육단계별 증체율 조절이 거세 한우 육질에 미치는 효과

1. 연구개발 목표

한우 쇠고기의 고급화는 수입자유화 시대에 한우가 살아남을 수 있는 유일한 수단으로 이미 널리 인식돼온 것이 사실이다.

이러한 목적을 달성하기 위해서는 무엇보다 먼저 한우사육농가로 하여금 고급육을 생산할 수 있도록 하는 비육기술 개발이 선행되어야 한다. 한우의 고급육 생산은 거세가 필수조건이며, 비육기간 비육단계별로 산육 및 육질형질의 발육특성에 맞게 사료를 급여하는 기술이 필요하다. 이와 같은 비육기술은 비육기간 농후사료와 조사료를 효과적으로 급여하여 바라는 증체와 육질의 쇠고기를 얻어야 하는 것이므로, 각 비육단계별로 급여하는 농후사료와 조사료의 영양적 특성에 맞게 사양프로그램이 개발되거나 확립되지 않으면 안 된다.

따라서 본 연구는 고급육의 생산효율을 높이기 위한 거세한우의 사양프로그램을 개발하여 재현성 높은 비육기술을 확립함으로써 한우 산업의 경쟁력 제고를 목표로 하였다.

2. 연구개발 내용

가. 시험설계

개시월령은 세월령(7, 8 및 9), 출하월령은 세월령(24, 26 및 28), 증체량 조절을 위한 농후사료 급여 수준은 두 수준(저 와 고)으로 하고, 3×2×3 요인 실험을 실시하였다. 시험우는 총 180두를 공시하였으며, 개시월령, 출하월령 및 급여수준 별 공시동물의 수는 Table 1에 나타낸 바와 같다. 농후사료 급여수준의 저 와 고는 극단적인 높낮음이 아니라, “저”는 “고”에 비하여 육성기와 비육전기 기간에 1일 두당 500g 내외의 차이가 있게 하였다.

또한 개시월령은 송아지 구입시기와 시험전까지의 사육성적을 참고로 했지만, 체중 중심으로 그룹 구분을 했기 때문에 월령이 부정확하고, 동일 그룹내에서도 체중에 비해 나이든 것과 어린것이 혼재되어 있을 것으로 본다.

Table 1. The number of animals by feeding level, and starting and marketing age

Feeding level ¹⁾	Starting age, month	Marketing age, month			Total
		24	26	28	
L	7	10	10	10	30
L	8	10	10	10	30
L	9	10	10	10	30
H	7	10	10	10	30
H	8	10	10	10	30
H	9	10	10	10	30
Total		60	60	60	180

¹⁾ L low; H high.

나. 시험사료

시험사료 중 농후사료는 시판중인 배합사료(육성기, 비육전기 및 비육후기용 사료)를 이용하였고, 조사료는 알팔파 큐브와 일반벼짚을 사용하였다. 시험사료의 화학적 조성은 Table 2 및 3에서와 같다.

Table 2. Chemical composition of the experimental concentrates

Nutrients	Concentrates		
	Growing	Fattening	Finishing
	%, as-fed		
Moisture	13.47±0.10 ¹⁾	13.60±0.06	13.83±0.03
Crude protein	15.09±0.10	12.68±0.13	11.56±0.08
Crude fat	3.33±0.07	3.64±0.09	3.61±0.06
Crude fiber	7.40±0.05	5.36±0.04	3.51±0.03
Crude ash	5.39±0.02	4.59±0.06	4.58±0.20
NFE	55.34±0.14	60.15±0.10	62.91±0.22
Ca	0.64±0.01	0.60±0.02	0.57±0.01
P	0.47±0.01	0.43±0.01	0.36±0.01
TDN ²⁾	70.0	72.0	74.0

1) Mean ± standard error.

2) Calculated.

Table 3. Chemical composition of the experimental roughages

Nutrients	Roughages		
	Alfalfa cube ¹⁾	Rice straw ²⁾	Rice straw ³⁾
	—%, as-fed—		
Moisture	9.05	10.78±0.80 ⁴⁾	9.66±0.52
Crude protein	16.78	4.81±0.11	4.86±0.18
Crude fat	2.98	1.55±0.08	1.54±0.07
Crude fiber	24.65	31.90±0.58	32.58±0.40
Crude ash	6.90	10.71±0.39	10.30±0.28
NFE	39.64	40.25±0.84	41.05±0.52
Ca	1.04	0.37±0.01	0.37±0.02
P	0.31	0.13±0.02	0.10±0.01
TDN ⁵⁾	53.55	37.5	37.5

1) Fed only in the growing period.

2) Fed in the growing period.

3) Fed in the fattening and finishing period.

4) Mean±standard error.

5) Adapted from the Composition of Korean Feedstuffs(1988).

다. 사양관리

시험우는 6×12.6m의 우리 내에 10두씩 군 사육하였으며, 농후사료 급여는 비육기를 육성기, 비육전기 및 비육후기의 세 단계로 구분하여, 급여수준(저 와 고)에 의한 사료급여 프로그램에 따라 육성기와 비육전기 때는 제한하였고, 비육후기 때는 자유채식 시켰다. 조사료는 알팔파큐브의 경우 시험개시 후 2개월간(56일)만 1일 두당 약 700g을 급여하였고, 벣짚의 경우는 전기간 자유채식 시켰다.

체중측정은 시험개시시와 개시후 종료시까지 4주간격으로 일정시각에 실시하였으며, 사료 섭취량은 체중측정 시에 잔량을 조사하여 기록하였다. 물과 미네랄 블록은 자유로이 섭취할 수 있도록 하였다.

라. 도체특성 조사

시험이 종료된 시험 축은 12시간 절식시킨 다음, 농협중앙회 서울 가락동 축산물 공판장, 한냉(주) 중부공장(도축장), 세한(주) 안동 도축장 등으로 운반하여 도축하였다. 도축된 소는 24시간 냉장실에서 냉각시킨 후 한국쇠고기 등급기준에 따라 냉도체중 및 육량형질(등지방 두께, 등심면적)과 육질형질(근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도)을 측정하였고, 한국 축산물 등급판정소 등급사에 의해 육량등급과 육질등급 판정을 받았다.

마. 도체구성 및 부분육 조사

도체구성과 부분육 생산량 조사를 위해 사용된 도체의 개체수는 비육시험에 공시한 180두중 137개체였으며, 출하 24, 26 및 28개월령 별로 각각 40, 38 및 59개체였다. 도체형질은 좌반도체의 제 13번째 늑골을 절개한 단면적 부위에서 한국쇠고기 등급 기준에 따라 조사되었다.

도체구성과 부분육은 농림수산부에서 고시한 분할 정형 요령(농림부산부 고시 제 90-50호, 1990)에 따라 도체를 발골 해체하여 정육은 10개 부위(안심, 등심, 채끝, 우둔, 설도, 앞다리, 목심, 양지, 사태, 갈비)로 분할 정형하고 각각의 부분육량을 측정하였으며 전체 도체구성 중에 차지하는 비율로 나타내었다. 도체구성은 갈비를 포함시키지 않은 정육을 근육, 갈비를 포함시킨 것은 거래정육으로 표시하였고, 지방과 뼈는 갈비에 포함된 것은 제외하고 나타내었다.

바. 이화학적 특성 및 지방산조성 조사

이화학적 특성 및 지방산조성 조사에 사용된 도체의 개체수는 24, 26 및 28개월령의 출하월령 별로 각각 30개체, 총 90개체였으며, 육질등급별 이화학적 특성 및 지방산 조사에서는 시험 1-2의 육색 개선시험(제 4절)에서 얻은 3두의 개체를 추가하여 총 93개체로 하였다.

시료는 도체등급 판정을 받은 제 13번째 늑골의 등심부위를 일정량 채취하고,

개체별로 냉장상태(0~5℃)를 유지시켜 실험실로 운반한 다음, 시료 주위 지방을 제거한 후, Hanil mini cooking cutter(한일 전기주식회사 HMC-150T)로 잘게 분쇄하여 분석시까지 -80℃에서 냉동 보관하였다.

사. 시료분석

사료의 일반조성분, Ca 과 P, 및 도체의 수분, 조지방, 조단백질은 AOAC(1984) 방법으로 분석하였으며, 특히 도체시료의 수분함량은 105℃의 건조기에서 18시간 건조시켜 구웠고, 조지방은 수분 측정이 끝난 시료를 Ethyl ether로 16시간 추출하여 측정하였다. 도체의 pH는 시료 5g에 증류수를 10배가하여 9,000 rpm에서 2분간 균질시킨 후 pH meter(TOA, HM-20S, Japan)로 측정하였다.

육색측정은 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 이용하여 CIE L(명도), a(적색도), b(황색도)로 표시하였으며, b/a 값을 색상(hue), $\sqrt{a^2+b^2}$ 값을 채도(chroma)로 하였다. 이때 사용된 표준색판은 기기의 manual에 따라 Y=94.5, x=0.3132, y=0.3203으로 하였으며, 시료의 3부위를 1회씩 측정하여 평균값으로 나타내었다.

도체의 지방산은 도체시료에서 Folch 등(1957)의 방법으로 지방을 추출한 다음, Lepage와 Roy(1986)의 방법에 따라 지방산을 methylation시킨 후 gas chromatography로 분석하였다.

아. 통계처리

본 시험에서 얻어진 모든 자료는 SAS(2000)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 단 사료섭취량, 사료요구율, CP와 TDN섭취량과 요구율은 군 사육으로 반복이 없기 때문에 분석에서 제외하였다.

또한 도체형질에 대한 결과분석은 다음 선형 모델로 분산분석을 하였다.

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + L_k + AS_{ij} + AL_{ik} + SL_{jk} + ASL_{ijk} + e_{ijkl}$$

여기서 Y_{ijkl} 은 i^{th} 개시월령, j^{th} 도축월령, k^{th} 사료급여수준 처리구의 l^{th} 개체의 관측치이며, μ 는 전체 평균, A_i 는 i^{th} 개시월령의 효과, S_j 는 j^{th} 도축월령의 효과, L_k 는 k^{th} 사료급여수준의 효과, AS_{ij} 는 i^{th} 개시월령과 j^{th} 도축월령 간의 상호작용, AL_{ik} 는 i^{th}

개시월령과 k^{th} 사료급여수준 간의 상호작용, SL_{jk} 는 j^{th} 도축월령과 k^{th} 사료급여수준 간의 상호작용, ASL_{ijk} 는 i^{th} 개시월령, j^{th} 도축월령 및 k^{th} 사료급여수준간의 상호작용, 그리고 e_{ijkl} 은 임의오차이다.

3. 결과 및 고찰

가. 육성기

시험개시 후 육성기간의 사육성적에 대한 결과는 Table 4 ~ 10에 제시된 바와 같다.

Table 4에서 보는바와 같이 육성기 종료체중과 일당증체량은 사료급여수준에서 뚜렷한 차이를 보였으며, 프로그램상 농후사료 급여량이 많았던 H 그룹에서 그 만큼 증가한 것으로 나타났다.

출하월령간에서도 출하월령이 높은 그룹에서 현저한 증가를 하였다. 이는 출하월령간에 육성기간이 동일하지 않았던 데서 온 차이로 보인다. 또한 개시월령간에서도 큰차이가 있었는데, 육성기 종료체중은 월령이 높은 그룹에서 증가한 것으로 나타났다지만, 일당증체량은 감소하였다. 이는 월령에 비하여 농후사료 급여량이 다소 부족했거나, 본 시험우는 시험개시 후 84일만에 농장사정으로 80여 km 정도 떨어진 새로운 장소로 옮겨야 했기 때문에 이것이 스트레스 요인으로 영향을 주었을 가능성도 있다. 특히 월령이 경과된 것일수록 환경스트레스에 더 민감했을 수 있다.

사료 섭취량(Table 5)은 농후사료의 경우 출하월령간, 급여수준간 및 개시월령간에 각각 큰 ($P<0.0001$)차이를 나타내었으나, 조사료의 경우는 출하월령간에서만 유의한 ($P<0.0001$)차이를 보였다. 그러나 농후사료와 조사료를 합한 총사료 섭취량에서는 출하월령간, 급여수준간 및 개시월령간에 각각 현저한 차이가 있었다. 즉 농후사료 섭취량과 총사료 섭취량은 출하월령 과 급여수준 및 개시월령이 높은 그룹에서 높았는데, 이는 출하월령에 따른 육성기간의 차이 및 개시월령과 급여수준에 의한 농후사료 급여량의 차이에서 온 것으로 보인다.

따라서 사료요구율 (Table 6)의 경우 농후사료는 급여수준 및 개시월령에서, 총사료 요구율은 개시월령에서 뚜렷한 차이를 보였는데, 농후사료 요구율은 급여수준과 월령이 높은 그룹에서 불리하였고, 조사료요구율은 급여수준과 출하월령이 높은 그룹

에서 유리하였으며, 개시월령이 높은 그룹은 불리한 것으로 나타났다. 총사료요구율에서도 개시월령이 높을수록 현저하게 나뉘었다. 이와 같이 농후사료 급여수준이 높은 그룹에서 요구율이 나뉘었던 것은 증체량이 섭취량에 비례하여 증가하지 못했던 때문으로 생각되며, 개시월령이 높은 그룹에서 불리했던 것은 월령이 높은 것일수록 이동 및 새로운 환경에 의한 스트레스에 더 민감했던 것이 원인이 되었을 것으로 사료된다.

한편 Table 7과 8에 나타난 바와 같이 조단백질과 TDN 섭취량은 조사료로부터 영향은 없는 것으로 나타나, 주로 농후사료로부터 영향을 받았다. 출하월령, 급여수준 및 개시월령이 높을수록 높았는데, 이는 사료섭취량(Table 5)의 결과와 같았다. 또한 조단백질과 TDN 요구율(Table 9와 10)에서도 각 요인간 반응은 사료요구율(Table 6)과 동일한 결과를 나타내었다.

이와 같이 특히 개시월령이 높을수록 조단백질과 TDN 섭취량이 많았는데 비하여 이들 영양소 이용효율이 나뉘었던 것은 일당증체량(Table 4)이 낮았던 것을 잘 설명해주는 결과로 보여진다.

Table 4. Daily gain in the growing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Initial wt., kg	L	7	165.8±5.0 ¹⁾	165.8±3.6	165.8±3.6
	L	8	207.6±4.1	207.8±4.0	207.8±4.0
	L	9	246.4±3.1	246.4±3.1	246.5±3.0
	H	7	165.8±3.5	166.2±3.4	166.6±3.4
	H	8	207.7±3.9	207.8±4.0	207.8±4.0
	H	9	246.5±3.0	246.6±2.9	246.6±3.0
Final wt., kg	L	7	283.6±6.5	303.4±4.5	341.5±9.2
	L	8	293.2±5.5	317.6±4.2	346.1±5.2
	L	9	309.1±6.1	333.6±4.9	349.4±5.5
	H	7	288.0±5.2	318.8±7.0	346.4±6.4
	H	8	304.0±3.6	323.1±6.1	352.9±6.2
	H	9	311.9±4.6	343.5±7.0	361.3±6.1
Daily gain, g	L	7	703.0±20.3	699.5±25.6	768.3±46.3
	L	8	629.3±21.4	670.8±26.6	701.3±17.9
	L	9	567.9±44.4	610.7±36.3	607.7±36.5
	H	7	716.7±23.9	769.4±34.1	796.4±29.0
	H	8	665.7±19.3	682.7±19.2	755.9±31.2
	H	9	589.3±38.2	692.9±44.4	672.6±24.7

1) Mean ± standard error.

Probability of the F test

Factors	Initial wt.	Final wt.	Daily gain
Marketing age	0.9940	0.0001	0.0004
Feeding level	0.9155	0.0038	0.0037
Starting age	0.0001	0.0001	0.0001

Table 5. Daily feed intake per head in the growing period

Feeds	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	3.54	3.71	3.90
	L	8	3.99	4.19	4.41
	L	9	4.31	4.55	4.76
	H	7	3.99	4.18	4.37
	H	8	4.42	4.61	4.83
	H	9	4.90	5.12	5.32
Roughage, kg	L	7	3.32	3.25	3.12
	L	8	3.04	3.20	3.11
	L	9	3.22	3.18	3.09
	H	7	2.86	3.07	3.16
	H	8	2.92	3.24	3.32
	H	9	3.23	3.24	2.86
Concentrate + roughage, kg	L	7	6.86	6.96	7.02
	L	8	7.03	7.39	7.52
	L	9	7.53	7.73	7.85
	H	7	6.85	7.25	7.53
	H	8	7.34	7.85	8.15
	H	9	8.13	8.36	8.18

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.0017	0.0017
Feeding level	0.0001	0.1024	0.0001
Starting age	0.0001	0.0976	0.0001

Table 6. Feed conversion ratios in the growing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	5.04	5.31	5.07
	L	8	6.34	6.25	6.28
	L	9	7.59	7.45	7.83
	H	7	5.57	5.43	5.48
	H	8	6.63	6.76	6.39
	H	9	8.32	7.39	7.90
Roughage	L	7	4.73	4.64	4.06
	L	8	4.83	4.77	4.43
	L	9	5.67	5.21	5.09
	H	7	3.99	4.00	3.97
	H	8	4.39	4.75	4.39
	H	9	5.49	4.68	4.25
Concentrate + roughage	L	7	9.77	9.95	9.13
	L	8	11.17	11.02	10.71
	L	9	13.26	12.66	12.92
	H	7	9.56	9.43	9.45
	H	8	11.02	11.51	10.78
	H	9	13.81	12.07	12.15

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.5048	0.0222	0.0905
Feeding level	0.0128	0.0074	0.6350
Starting age	0.0001	0.0005	0.0001

Table 7. Daily crude protein intake per head in the growing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	0.53	0.56	0.58
	L	8	0.60	0.63	0.66
	L	9	0.65	0.68	0.71
	H	7	0.60	0.63	0.65
	H	8	0.66	0.69	0.72
	H	9	0.73	0.77	0.80
Roughage, kg	L	7	0.16	0.16	0.15
	L	8	0.15	0.16	0.15
	L	9	0.16	0.15	0.15
	H	7	0.14	0.15	0.15
	H	8	0.14	0.16	0.16
	H	9	0.16	0.16	0.14
Concentrate + roughage, kg	L	7	0.69	0.72	0.73
	L	8	0.75	0.79	0.81
	L	9	0.81	0.83	0.86
	H	7	0.74	0.78	0.80
	H	8	0.80	0.85	0.88
	H	9	0.89	0.93	0.94

Probability of the F test

Factor	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.4894	0.0001
Feeding level	0.0001	0.3328	0.0001
Starting age	0.0001	0.9960	0.0001

Table 8. Daily TDN intake per head in the growing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	2.45	2.57	2.70
	L	8	2.76	2.90	3.05
	L	9	2.99	3.15	3.29
	H	7	2.76	2.89	3.02
	H	8	3.06	3.19	3.34
	H	9	3.39	3.54	3.68
Roughage, kg	L	7	1.25	1.22	1.17
	L	8	1.14	1.20	1.17
	L	9	1.21	1.19	1.16
	H	7	1.07	1.15	1.19
	H	8	1.09	1.22	1.24
	H	9	1.21	1.22	1.07
Concentrate + roughage, kg	L	7	3.70	3.79	3.87
	L	8	3.90	4.10	4.22
	L	9	4.20	4.34	4.45
	H	7	3.83	4.04	4.21
	H	8	4.15	4.41	4.58
	H	9	4.60	4.76	4.75

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.4896	0.0001
Feeding level	0.0001	0.3524	0.0001
Starting age	0.0001	0.9954	0.0001

Table 9. Crude protein conversion ratios in the growing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	0.75	0.79	0.76
	L	8	0.95	0.94	0.94
	L	9	1.14	1.12	1.17
	H	7	0.83	0.81	0.82
	H	8	0.99	1.01	0.96
	H	9	1.25	1.11	1.18
Roughage	L	7	0.23	0.23	0.20
	L	8	0.23	0.23	0.22
	L	9	0.28	0.25	0.25
	H	7	0.19	0.19	0.19
	H	8	0.21	0.23	0.21
	H	9	0.27	0.23	0.21
Concentrate + roughage	L	7	0.98	1.02	0.96
	L	8	1.18	1.17	1.16
	L	9	1.41	1.37	1.42
	H	7	1.03	1.01	1.01
	H	8	1.21	1.24	1.17
	H	9	1.51	1.33	1.39

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.5046	0.0221	0.2724
Feeding level	0.0128	0.0075	0.1934
Starting age	0.0001	0.0005	0.0001

Table 10. TDN conversion ratios in the growing period

Item	Feeding level	Starting age, month	Market age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	3.49	3.67	3.51
	L	8	4.39	4.32	4.35
	L	9	5.26	5.16	5.42
	H	7	3.85	3.76	3.80
	H	8	4.59	4.68	4.42
	H	9	5.76	5.12	5.47
Roughage	L	7	1.77	1.74	1.52
	L	8	1.81	1.79	1.66
	L	9	2.13	1.96	1.91
	H	7	1.50	1.50	1.49
	H	8	1.64	1.78	1.64
	H	9	2.06	1.75	1.60
Concentrate + roughage	L	7	5.26	5.41	5.04
	L	8	6.20	6.11	6.01
	L	9	7.38	7.11	7.33
	H	7	5.35	5.26	5.28
	H	8	6.24	6.46	6.07
	H	9	7.82	6.87	7.07

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.5044	0.0222	0.1740
Feeding level	0.0128	0.0073	0.5603
Starting age	0.0001	0.0005	0.0001

나. 비육전기

비육전기에 나타난 비육성적은 Table 11 ~ 17에 제시한 바와 같다.

Table 11에서와 같이, 비육전기 종료체중은 출하월령, 급여수준 및 개시월령이 높은 그룹에서 유의한 증가를 한 것으로 나타났다. 일당증체량은 출하월령간과 개시월령간에 두드러진 차이가 없었으나, 급여수준간에서는 농후사료 급여량이 많았던 H 그룹이 다소 높은 증체를 나타내는 뚜렷한 경향을 보였다.

사료섭취량은 농후사료의 경우 출하월령, 급여수준 및 개시월령이 높은 그룹에서 높았고, 조사료는 출하월령이 28개월령 그룹에서 유의하게 ($P < 0.0017$) 낮았다. 이는 농후사료 섭취량이 많았기 때문에 그 만큼 낮아진 결과로 보여진다. 또한 총사료 섭취량에서는 출하월령이 28개월령 그룹에서 뚜렷한 증가를 보였고, 급여수준에서는 급여량이 많았던 H 그룹이 높은 것으로 나타났다.

따라서 사료요구율은 농후사료의 경우 출하월령과 개시월령이 높은 그룹에서, 조사료의 경우는 출하월령과 급여수준이 높은 그룹에서 나뉘었다. 또한 총사료 요구율에서는 출하월령이 높은 그룹에서 뚜렷하게 나빠지는 경향이 있는 것으로 드러났다.

한편 조단백질 섭취량(Table 14)과 TDN 섭취량(Table 15)은 농후사료의 경우 출하월령, 급여수준 및 개시월령이 높은 그룹에서 높았고, 조사료는 출하월령이 28개월령인 그룹에서 적게 섭취하였다. 이와 같이 농후사료와 조사료로부터 각각 섭취한 조단백질과 TDN의 요인간 차이는 사료섭취량(Table 12)의 결과와 동일하였다. 그러나 총사료로부터 섭취한 조단백질과 TDN은 출하월령, 급여수준 및 개시월령이 높은 그룹에서 높은 것으로 나타나, 개시월령간에서 차이가 없었던 사료섭취량의 결과와는 다소 달랐다.

또한 조단백질 요구율(Table 16)과 TDN 요구율(Table 17)은 농후사료의 경우 출하월령과 개시월령이 높은 그룹에서 크게 불리하였다. 이에 반하여 조사료의 경우는 출하월령간과 급여수준간에 뚜렷한 차이가 있었으며, 출하월령과 급여수준이 높은 그룹에서 유리한 것으로 나타났다. 총 단백질과 총 TDN 요구율에 있어서도 출하월령과 개시월령이 높은 그룹이 크게 불리하거나 불리한 경향을 보였다. 이러한 결과는 출하월령과 개시월령이 높은 그룹에서 조단백질과 TDN 섭취량이 많은데 비하여 영양소 이용성이 나빴던 것은 일당증체량(Table 11)의 증가가 없었던 결과를 잘 나타내 주는 것이다. 또한 요인간에 일당증체량의 차이가 없었던 것은 이기간의 농후사료 제한량이 상당히 증가된 량이므로 육성기 때 부족했던 그룹들의 효율적인 보상성장이 있었기 때문으로 생각된다.

Table 11. Daily gain in the fattening period

Item	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Initial wt., kg	L	7	283.6±6.5 ¹⁾	303.4±4.5	341.5±9.2
	L	8	293.2±5.5	317.6±4.2	346.1±5.2
	L	9	309.1±6.1	333.6±4.9	349.4±5.5
	H	7	288.0±5.2	318.8±7.0	346.4±6.4
	H	8	304.0±3.6	323.1±6.1	352.9±6.2
	H	9	311.9±4.6	343.5±7.0	361.3±6.1
Final wt., kg	L	7	429.0±7.8	475.6±10.3	537.9±6.8
	L	8	438.7±4.5	486.8±11.4	534.3±8.7
	L	9	456.2±8.3	499.6±12.0	542.0±10.7
	H	7	439.5±12.0	489.2±13.1	553.3±12.8
	H	8	457.8±6.5	494.7±7.4	549.8±11.2
	H	9	464.4±12.1	535.6±18.0	552.7±12.1
Daily gain, g	L	7	741.8±19.9	768.8±31.8	779.4±48.3
	L	8	742.4±22.2	755.4±48.2	747.0±37.0
	L	9	750.5±18.2	741.1±35.8	764.3±29.8
	H	7	773.0±45.5	760.7±48.0	821.0±40.7
	H	8	784.7±28.1	766.1±19.0	781.6±30.2
	H	9	778.1±44.1	857.6±55.9	759.5±34.4

1) Mean ± standard error.

Probability of the F test

Factors	Initial wt.	Final wt.	Daily gain
Marketing age	0.0001	0.0001	0.7564
Feeding level	0.0038	0.0028	0.0579
Starting age	0.0001	0.0026	0.8057

Table 12. Daily feed intake per head in the fattening period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	6.36	7.08	7.66
	L	8	6.74	7.36	7.79
	L	9	6.94	7.51	7.93
	H	7	6.84	7.50	7.99
	H	8	7.25	7.81	8.19
	H	9	7.43	8.02	8.15
Roughage, kg	L	7	2.66	2.80	2.24
	L	8	2.78	2.53	2.33
	L	9	2.62	2.79	2.22
	H	7	2.81	2.56	2.60
	H	8	2.55	2.36	2.14
	H	9	2.49	2.40	1.86
Concentrate + roughage, kg	L	7	9.02	9.88	9.90
	L	8	9.52	9.89	10.12
	L	9	9.56	10.30	10.15
	H	7	9.65	10.06	10.59
	H	8	9.80	10.17	10.33
	H	9	9.92	10.42	10.01

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.0017	0.0005
Feeding level	0.0001	0.1024	0.0112
Starting age	0.0001	0.0976	0.2437

Table 13. Feed conversion ratio's in the fattening period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	8.57	9.20	9.82
	L	8	9.08	9.74	10.42
	L	9	9.24	10.13	10.38
	H	7	8.85	9.86	9.73
	H	8	9.24	10.20	10.48
	H	9	9.55	9.35	10.74
Roughage	L	7	1.56	1.48	2.09
	L	8	1.15	1.34	1.47
	L	9	1.36	1.69	2.12
	H	7	1.64	1.27	1.62
	H	8	1.42	1.88	2.09
	H	9	1.50	1.52	2.42
Concentrate + roughage	L	7	10.13	10.68	11.91
	L	8	10.23	11.08	11.89
	L	9	10.60	11.82	12.50
	H	7	10.49	11.13	11.35
	H	8	10.66	11.62	12.83
	H	9	11.05	10.87	13.16

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.0009	0.0550
Feeding level	0.2495	0.0092	0.4175
Starting age	0.0069	0.1209	0.2889

Table 14. Daily crude protein intake per head in the fattening period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	0.81	0.90	0.97
	L	8	0.85	0.93	0.99
	L	9	0.88	0.95	1.00
	H	7	0.87	0.95	1.01
	H	8	0.92	0.99	1.04
	H	9	0.94	1.02	1.03
Roughage, kg	L	7	0.13	0.14	0.11
	L	8	0.14	0.12	0.11
	L	9	0.13	0.14	0.11
	H	7	0.14	0.12	0.13
	H	8	0.12	0.11	0.10
	H	9	0.12	0.12	0.09
Concentrate + roughage, kg	L	7	0.94	1.04	1.08
	L	8	0.99	1.05	1.10
	L	9	1.01	1.09	1.11
	H	7	1.01	1.07	1.14
	H	8	1.04	1.10	1.14
	H	9	1.06	1.14	1.12

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.0017	0.0001
Feeding level	0.0001	0.1109	0.0001
Starting age	0.0001	0.1030	0.0016

Table 15. Daily TDN intake per head per day in the fattening period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	4.60	5.11	5.53
	L	8	4.87	5.32	5.63
	L	9	5.01	5.43	5.73
	H	7	4.95	5.42	5.78
	H	8	5.24	5.65	5.92
	H	9	5.37	5.80	5.90
Roughage, kg	L	7	1.00	1.05	0.84
	L	8	1.04	0.95	0.87
	L	9	0.98	1.05	0.83
	H	7	1.05	0.96	0.97
	H	8	0.96	0.88	0.80
	H	9	0.93	0.90	0.70
Concentrate + roughage, kg	L	7	5.60	6.16	6.37
	L	8	5.91	6.27	6.50
	L	9	5.99	6.48	6.56
	H	7	6.00	6.38	6.75
	H	8	6.20	6.53	6.72
	H	9	6.30	6.70	6.60

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.0018	0.0001
Feeding level	0.0001	0.1041	0.0002
Starting age	0.0001	0.0979	0.0072

Table 16. Crude protein conversion ratio's in the fattening period

Item	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	1.09	1.17	1.25
	L	8	1.15	1.24	1.32
	L	9	1.17	1.28	1.32
	H	7	1.12	1.25	1.23
	H	8	1.17	1.29	1.33
	H	9	1.21	1.19	1.36
Roughage	L	7	0.17	0.18	0.14
	L	8	0.18	0.16	0.15
	L	9	0.17	0.18	0.14
	H	7	0.18	0.16	0.15
	H	8	0.16	0.15	0.13
	H	9	0.16	0.14	0.12
Concentrate + roughage	L	7	1.26	1.34	1.38
	L	8	1.33	1.40	1.47
	L	9	1.34	1.47	1.46
	H	7	1.30	1.41	1.39
	H	8	1.33	1.44	1.46
	H	9	1.37	1.32	1.48

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.0010	0.0007
Feeding level	0.2528	0.0098	0.8044
Starting age	0.0070	0.1205	0.0374

Table 17. TDN conversion ratio's in the fattening period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marking age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	6.20	6.65	7.10
	L	8	6.56	7.04	7.54
	L	9	6.68	7.32	7.50
	H	7	6.40	7.13	7.03
	H	8	6.68	7.37	7.57
	H	9	6.90	6.76	7.76
Roughage	L	7	1.34	1.37	1.08
	L	8	1.41	1.26	1.17
	L	9	1.31	1.41	1.09
	H	7	1.36	1.26	1.19
	H	8	1.22	1.15	1.03
	H	9	1.20	1.05	0.92
Concentrate + roughage	L	7	7.54	8.02	8.18
	L	8	7.97	8.30	8.71
	L	9	7.99	8.74	8.59
	H	7	7.76	8.39	8.22
	H	8	7.90	8.52	8.60
	H	9	8.10	7.81	8.68

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.0009	0.0020
Feeding level	0.2498	0.0092	0.9725
Starting age	0.0069	0.1204	0.0656

다. 비육후기

비육후기에 나타난 비육성적은 Table 18 ~ 24에서와 같다.

Table 18에 나타난 바와 같이 종료시체중은 급여수준과 개시월령에 의한 특별한 차이를 찾아볼 수 없었으나, 출하월령에 의한 차이는 뚜렷하게 나타났으며, 출하월령이 증가함에 따라 증가하였다. 이에 반하여 일당증체량은 특히 출하월령이 28개월령으로 증가했을 때 두드러진 감소를 나타내었다. 사료 섭취량(Table 19)의 경우는 농후사료, 조사료 및 총사료섭취량 모두가 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 뚜렷하지 않았다. 따라서 사료요구율(Table 20)은 출하월령의 증가와 함께 특히 28개월령에서 가장 나쁜 것으로 드러났다. 이는 28개월령때 일당증체량(Table 18)이 감소된데 기인한다 하겠다.

한편 조단백질섭취량(Table 21)과 TDN섭취량(Table 22)은 사료섭취량(Table 19)의 결과와 마찬가지로 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 없었다.

또한 조단백질(Table 23)과 TDN(Table 24)요구율은 급여수준과 개시월령에 의한 차이가 없었으나, 농후사료, 조사료 및 총사료요구율 모두에서 출하월령에 의한 차이는 뚜렷하였으며, 출하월령이 증가될수록 특히 28개월령에서 요구율이 나쁜 것으로 나타났다.

비육후기는 농후사료를 자유채식 시켰으므로 이 기간의 비육능력은 후기 이전기간(육성기와 비육전기)때의 사료급여량에 크게 영향을 받는다. 그러므로 급여수준 및 개시월령에 의한 뚜렷한 섭취량의 차이를 나타내지 않았던 것도 육성기와 비육전기때 부족했던 사료를 보상 섭취하였기 때문이다. 또한 출하월령이 증가함에 따라 증체량이 감소한 것은 지방축적 때문으로 사료된다.

Table 18. Daily gain in the finishing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Initial wt., kg	L	7	429.0±7.8 ¹⁾	475.6±10.3	537.9±6.8
	L	8	438.7±4.5	486.8±11.4	534.3±8.7
	L	9	456.2±8.3	499.6±12.0	542.0±10.7
	H	7	439.5±12.0	489.2±13.1	553.3±12.8
	H	8	457.8±6.5	494.7±7.4	549.8±11.2
	H	9	464.4±12.1	535.6±18.0	552.7±12.1
Final wt., kg	L	7	583.2±10.1	622.4±14.7	632.5±12.8
	L	8	585.7±8.0	636.8±21.1	668.5±9.9
	L	9	583.4±12.7	618.3±14.9	643.0±15.4
	H	7	591.0±11.8	659.2±14.1	692.4±19.8
	H	8	600.9±9.2	611.2±9.2	650.9±13.7
	H	9	576.9±16.4	655.6±23.5	641.9±16.8
Daily gain, g	L	7	838.1±35.2	829.4±37.6	583.6±50.4
	L	8	875.0±38.0	892.9±70.0	833.5±26.5
	L	9	908.6±37.0	799.0±48.9	601.9±34.9
	H	7	823.4±21.4	922.2±27.9	848.4±69.3
	H	8	851.8±38.4	693.5±32.4	627.9±30.8
	H	9	803.6±37.2	764.3±47.2	547.3±36.4

1) Mean±standard error.

Probability of the F test

Factors	Initial wt.	Final wt.	Daily gain
Marketing age	0.0001	0.0001	0.0001
Feeding level	0.0028	0.1106	0.1240
Starting age	0.0026	0.5470	0.0370

Table 19. Daily feed intake per head in the finishing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	8.48	9.01	8.38
	L	8	8.49	9.13	9.06
	L	9	8.69	9.44	8.11
	H	7	8.56	9.25	9.63
	H	8	8.63	8.28	8.45
	H	9	8.50	8.46	8.06
Roughage, kg	L	7	1.31	1.23	1.22
	L	8	1.01	1.20	1.23
	L	9	1.24	1.35	1.27
	H	7	1.35	1.17	1.37
	H	8	1.21	1.39	1.32
	H	9	1.21	1.16	1.33
Concentrate + roughage, kg	L	7	9.79	10.24	9.60
	L	8	9.50	10.33	10.29
	L	9	9.93	10.79	9.38
	H	7	9.91	10.42	11.00
	H	8	9.84	9.67	9.77
	H	9	9.71	9.62	9.39

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.3576	0.3954	0.4035
Feeding level	0.6246	0.3573	0.7688
Starting age	0.4603	0.4553	0.4340

Table 20. Feed conversion ratio's in the finishing period

Item	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	10.12	10.87	14.36
	L	8	9.70	10.23	10.86
	L	9	9.57	11.81	13.48
	H	7	10.39	10.03	11.35
	H	8	10.13	11.94	13.45
	H	9	10.58	11.07	14.73
Roughage	L	7	1.56	1.48	2.09
	L	8	1.15	1.34	1.47
	L	9	1.36	1.69	2.12
	H	7	1.64	1.27	1.62
	H	8	1.42	1.88	2.09
	H	9	1.50	1.52	2.42
Concentrate + roughage	L	7	11.68	12.35	16.45
	L	8	10.85	11.57	12.33
	L	9	10.93	13.50	15.60
	H	7	12.03	11.30	12.97
	H	8	11.55	13.82	15.54
	H	9	12.08	12.59	17.15

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0013	0.0094	0.0018
Feeding level	0.5656	0.3417	0.5107
Starting age	0.3886	0.3862	0.3800

Table 21. Daily crude protein intake per head in the finishing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	1.00	1.06	0.99
	L	8	1.00	1.08	1.07
	L	9	1.02	1.11	0.95
	H	7	1.01	1.09	1.13
	H	8	1.02	0.97	0.99
	H	9	1.00	1.00	0.95
Roughage, kg	L	7	0.06	0.06	0.06
	L	8	0.05	0.06	0.06
	L	9	0.06	0.07	0.06
	H	7	0.07	0.06	0.07
	H	8	0.06	0.06	0.06
	H	9	0.06	0.06	0.06
Concentrate + roughage, kg	L	7	1.06	1.12	1.05
	L	8	1.05	1.14	1.13
	L	9	1.08	1.18	1.01
	H	7	1.08	1.15	1.20
	H	8	1.08	1.03	1.05
	H	9	1.06	1.06	1.01

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.3552	0.4108	0.3800
Feeding level	0.6202	0.3489	0.6762
Starting age	0.4632	0.4300	0.4431

Table 22. Daily TDN intake per head in the finishing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	6.30	6.70	6.23
	L	8	6.31	6.79	6.73
	L	9	6.46	7.02	6.03
	H	7	6.36	6.87	7.16
	H	8	6.41	6.15	6.28
	H	9	6.32	6.29	5.99
Roughage, kg	L	7	0.49	0.46	0.46
	L	8	0.38	0.45	0.46
	L	9	0.46	0.51	0.48
	H	7	0.51	0.44	0.52
	H	8	0.45	0.49	0.49
	H	9	0.45	0.43	0.50
Concentrate + roughage, kg	L	7	6.79	7.16	6.69
	L	8	6.69	7.24	7.19
	L	9	6.92	7.53	6.51
	H	7	6.86	7.31	7.68
	H	8	6.86	6.64	6.77
	H	9	6.77	6.72	6.49

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.3576	0.3942	0.3820
Feeding level	0.6251	0.3566	0.6964
Starting age	0.4601	0.4530	0.4462

Table 23. Crude protein conversion ratio's in the finishing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	1.19	1.28	1.69
	L	8	1.14	1.20	1.28
	L	9	1.13	1.39	1.59
	H	7	1.22	1.18	1.34
	H	8	1.19	1.41	1.58
	H	9	1.25	1.30	1.73
Roughage	L	7	0.08	0.07	0.10
	L	8	0.06	0.07	0.07
	L	9	0.07	0.08	0.10
	H	7	0.08	0.06	0.08
	H	8	0.07	0.09	0.10
	H	9	0.07	0.07	0.12
Concentrate + roughage	L	7	1.27	1.35	1.79
	L	8	1.20	1.27	1.35
	L	9	1.19	1.47	1.69
	H	7	1.30	1.24	1.42
	H	8	1.26	1.50	1.69
	H	9	1.32	1.38	1.85

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0013	0.0084	0.0015
Feeding level	0.5667	0.3334	0.5375
Starting age	0.3900	0.3815	0.3840

Table 24. TDN conversion ratio's in the finishing period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	7.52	8.08	10.67
	L	8	7.21	7.60	8.08
	L	9	7.11	8.78	10.02
	H	7	7.73	7.45	8.44
	H	8	7.53	8.87	10.00
	H	9	7.86	8.23	10.95
Roughage	L	7	0.59	0.56	0.78
	L	8	0.43	0.50	0.55
	L	9	0.51	0.63	0.79
	H	7	0.62	0.47	0.61
	H	8	0.53	0.70	0.79
	H	9	0.56	0.57	0.91
Concentrate + roughage	L	7	8.11	8.63	11.46
	L	8	7.64	8.11	8.63
	L	9	7.62	9.41	10.81
	H	7	8.34	7.93	9.04
	H	8	8.06	9.58	10.79
	H	9	8.43	8.80	11.86

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0013	0.0095	0.0016
Feeding level	0.5659	0.3409	0.5343
Starting age	0.3890	0.3871	0.3837

라. 전 비육기간

전 비육기간의 비육성적 결과는 Table 25 ~ 31에 나타낸바와 같다.

시험종료시 체중(Table 25)은 비육후기 성적에서 설명한 바와 같이 출하월령의 증가와 함께 크게($P < 0.0001$)증가 하였다. 그러나 급여수준과 개시월령에 의한 차이는 명확하지 않았다. 이는 육성기와 비육전기 때 농후사료 급여량 제한에 의한 차이가 비육후기의 자유채식으로 보상성장이 일어났기 때문으로 생각된다.

또한 일당증체량의 경우, 출하월령과 급여수준에 의한 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았으나, 출하월령이 28개월령으로 증가되었을 때 감소하는 경향을 보였다. 이는 지방축적이 높기 때문으로 보인다. 개시월령에 의한 일당증체량의 차이도 유의하게 ($P < 0.0095$)나타났는데, 개시월령이 가장 높은 그룹에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

사료섭취량(Table 26)은 농후사료의 경우 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 뚜렷하게 나타났으며, 출하월령이 증가함에 따라 증가하였고, 급여수준이 높았던 그룹에서 증가하였다. 또 개시월령에 의한 차이는 월령이 높을수록 증가됨을 보였다. 이에 반하여 조사료의 경우는 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 뚜렷하지 않았다.

총 사료섭취량의 경우는 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 있었으며, 출하월령과 개시월령이 높을수록 증가하였고, 급여수준이 높았던 그룹에서 증가함을 나타내었다.

따라서 사료요구율(Table 27)은 농후사료의 경우 출하월령이 증가할수록, 개시월령이 높을수록 나쁜 것으로 나타났다. 조사료의 경우는 출하월령과 개시월령에 의한 차이는 없었으나, 급여수준간에는 유의한($P < 0.0418$)차이가 있었고, 급여수준이 높았던 그룹이 유리함을 보였다. 또한 총 사료요구율에서도 농후사료 요구율에서와 같이 출하월령이 증가될수록, 개시월령이 높을수록 불리하였으며, 급여수준에 의한 차이는 없었다.

한편 조단백질(Table 28)과 TDN(Table 29)섭취량은 농후사료의 경우 사료섭취량(Table 26)결과와 같이, 출하월령이 증가 될수록, 개시월령이 높을수록, 그리고 급여수준이 높았던 그룹에서 뚜렷하게 증가된 것으로 나타났다. 그러나 조사료의 경우는 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이는 두드러지지 않았다. 또한 총사료섭취량은 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 유의하게 나타났으며, 요인간 변화는 농후사료 섭취량의 변화와 동일하였다.

따라서 조단백질(Table 30)과 TDN(Table 31)요구율의 경우, 농후사료로부터 섭취한 조단백질과 TDN요구율은 농후사료요구율(Table 27)에서와 마찬가지로 출하월령이 증가될수록, 개시월령이 높을수록, 그리고 급여수준이 높았던 그룹에서 불리한 것으로 드러났으며, 조사료의 경우는 출하월령과 개시월령에 의한 조단백질과 TDN요구율의 차이가 없었으나, 급여수준에 의한 차이는 유의하게($P < 0.0441$) 나타났으며, 급여수준이 높았던 그룹에서 유리하였다. 또한 총 조단백질과 총 TDN요구율에서는 출하월령간과 개시월령간에 뚜렷한 차이가 있었고, 요인간 변화 패턴은 농후사료로부터 섭취한 조단백질과 TDN요구율과 같은 변화를 나타내었다.

Table 25. Daily gain in the whole period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Initial wt., kg	L	7	165.8±5.0 ¹⁾	165.8±3.6	165.8±3.6
	L	8	207.6±4.1	207.8±4.0	207.8±4.0
	L	9	246.4±3.1	246.4±3.1	246.5±3.0
	H	7	165.8±3.5	166.2±3.4	166.6±3.4
	H	8	207.7±3.9	207.8±4.0	207.8±4.0
	H	9	246.5±3.0	246.6±2.9	246.6±3.0
Final wt., kg	L	7	583.2±10.1	622.4±14.7	632.5±12.8
	L	8	585.7±8.0	636.8±21.1	668.5±9.9
	L	9	583.4±12.7	618.3±14.9	643.0±15.4
	H	7	591.0±11.8	659.2±14.1	692.4±19.8
	H	8	600.9±9.2	611.2±9.2	650.9±13.7
	H	9	576.9±16.4	655.6±23.5	641.9±16.8
Daily gain, g	L	7	762.2±16.9	764.0±25.8	725.8±19.0
	L	8	755.2±14.4	771.3±39.7	755.2±14.8
	L	9	754.2±24.7	725.9±31.5	674.1±25.8
	H	7	772.6±18.9	801.5±31.9	818.2±29.2
	H	8	774.0±18.7	719.3±14.4	732.7±23.2
	H	9	738.8±35.2	785.2±43.9	675.1±27.9

1) Mean ± standard error.

Probability of the F test

Factors	Initial wt.	Final wt.	Daily gain
Marketing age	0.9940	0.0001	0.0872
Feeding level	0.9155	0.1106	0.2622
Starting age	0.0001	0.5470	0.0095

Table 26. Daily feed intake per head in the whole period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	6.21	6.54	6.52
	L	8	6.56	6.94	7.03
	L	9	6.83	7.29	7.07
	H	7	6.54	6.93	7.13
	H	8	6.92	6.99	7.17
	H	9	7.13	7.37	7.31
Roughage, kg	L	7	2.41	2.48	2.29
	L	8	2.26	2.33	2.29
	L	9	2.34	2.46	2.21
	H	7	2.34	2.32	2.48
	H	8	2.20	2.31	2.30
	H	9	2.28	2.25	2.00
Concentrate + roughage, kg	L	7	8.62	9.02	8.81
	L	8	8.82	9.27	9.32
	L	9	9.17	9.75	9.28
	H	7	8.88	9.25	9.61
	H	8	9.12	9.30	9.47
	H	9	9.41	9.62	9.31

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0007	0.2740	0.0175
Feeding level	0.0004	0.1762	0.0427
Starting age	0.0001	0.0911	0.0174

Table 27. Feed conversion ratio's in the whole period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	8.14	8.57	8.98
	L	8	8.68	9.00	9.31
	L	9	9.05	10.08	10.49
	H	7	8.47	8.54	8.71
	H	8	8.95	9.72	9.79
	H	9	9.65	9.39	10.83
Roughage	L	7	3.16	3.25	3.16
	L	8	3.00	3.02	3.03
	L	9	3.10	3.40	3.28
	H	7	3.02	2.85	3.03
	H	8	2.85	3.21	3.14
	H	9	3.08	2.87	2.96
Concentrate + roughage	L	7	11.30	11.82	12.14
	L	8	11.68	12.02	12.34
	L	9	12.15	13.48	13.77
	H	7	11.51	11.39	11.74
	H	8	11.80	12.93	12.93
	H	9	12.73	12.26	13.79

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0022	0.6629	0.0095
Feeding level	0.2330	0.0418	0.8527
Starting age	0.0001	0.6896	0.0004

Table 28. Daily crude protein intake per head in the whole period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	0.79	0.83	0.84
	L	8	0.83	0.88	0.90
	L	9	0.87	0.93	0.91
	H	7	0.83	0.88	0.92
	H	8	0.88	0.90	0.92
	H	9	0.91	0.94	0.94
Roughage, kg	L	7	0.12	0.12	0.11
	L	8	0.11	0.11	0.11
	L	9	0.11	0.12	0.11
	H	7	0.11	0.11	0.12
	H	8	0.11	0.11	0.11
	H	9	0.11	0.11	0.10
Concentrate + roughage, kg	L	7	0.91	0.95	0.95
	L	8	0.94	0.99	1.01
	L	9	0.98	1.05	1.02
	H	7	0.95	0.99	1.04
	H	8	0.99	1.01	1.03
	H	9	1.02	1.05	1.04

Probability of the F test

Factore	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0001	0.2773	0.0006
Feeding level	0.0001	0.1933	0.0014
Starting age	0.0001	0.1024	0.0004

Table 29. Daily TDN intake per head in the whole period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate, kg	L	7	4.51	4.75	4.71
	L	8	4.76	5.04	5.09
	L	9	4.96	5.29	5.11
	H	7	4.75	5.02	5.16
	H	8	5.03	5.06	5.18
	H	9	5.17	5.34	5.28
Roughage, kg	L	7	0.90	0.93	0.86
	L	8	0.85	0.87	0.86
	L	9	0.88	0.92	0.83
	H	7	0.88	0.87	0.93
	H	8	0.83	0.86	0.86
	H	9	0.85	0.84	0.75
Concentrate + roughage, kg	L	7	5.41	5.68	5.57
	L	8	5.61	5.91	5.95
	L	9	5.84	6.21	5.94
	H	7	5.63	5.89	6.09
	H	8	5.86	5.92	6.04
	H	9	6.02	6.18	6.03

Probability of F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0013	0.2720	0.0076
Feeding level	0.0006	0.1772	0.0089
Starting age	0.0001	0.0889	0.0015

Table 30. Crude protein conversion ratio's of in the whole period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	1.03	1.09	1.16
	L	8	1.10	1.15	1.20
	L	9	1.15	1.28	1.35
	H	7	1.08	1.09	1.12
	H	8	1.14	1.25	1.26
	H	9	1.23	1.20	1.39
Roughage	L	7	0.15	0.16	0.15
	L	8	0.15	0.15	0.15
	L	9	0.15	0.17	0.16
	H	7	0.15	0.14	0.15
	H	8	0.14	0.16	0.15
	H	9	0.15	0.14	0.14
Concentrate + roughage	L	7	1.18	1.25	1.31
	L	8	1.25	1.29	1.34
	L	9	1.30	1.45	1.51
	H	7	1.22	1.23	1.27
	H	8	1.28	1.40	1.42
	H	9	1.38	1.34	1.54

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0008	0.7145	0.0016
Feeding level	0.1675	0.0441	0.3392
Starting age	0.0001	0.6965	0.0001

Table 31. TDN conversion ratio's in the whole period

Items	Feeding level	Starting age, month	Marketing age, month		
			24	26	28
Concentrate	L	7	5.92	6.22	6.50
	L	8	6.31	6.53	6.74
	L	9	6.58	7.32	7.59
	H	7	6.15	6.19	6.30
	H	8	6.49	7.04	7.08
	H	9	7.00	6.80	7.83
Roughage	L	7	1.19	1.22	1.18
	L	8	1.12	1.13	1.14
	L	9	1.16	1.28	1.23
	H	7	1.13	1.07	1.14
	H	8	1.07	1.20	1.18
	H	9	1.16	1.08	1.11
Concentrate + roughage	L	7	7.10	7.43	7.68
	L	8	7.43	7.66	7.88
	L	9	7.74	8.59	8.82
	H	7	7.28	7.26	7.44
	H	8	7.56	8.24	8.25
	H	9	8.16	7.88	8.94

Probability of the F test

Factors	Concentrate	Roughage	Concentrate + roughage
Marketing age	0.0031	0.6570	0.0065
Feeding level	0.2558	0.0425	0.5732
Starting age	0.0001	0.6884	0.0002

마. 도체성적

도체특성에 대한 결과는 Table 32와 33에서 보는바와 같다.

Table 32에 나타낸바와 같이, 출하월령이 냉도체중 및 육량과 육질형질에 미치는 영향을 보면, 냉도체중은 출하월령이 증가함에 따라 크게 증가하였고, 육량형질의 경우도 등지방두께는 증가하였으며 특히 28개월령에서 현저한 증가를 보였다. 등심면적도 출하월령의 증가와 함께 증가하는 경향을 나타내었지만, 육량등급을 결정하는 육량지수는 감소하여, 육량등급은 출하월령이 증가함에 따라 나빠지는 것으로 나타났다.

또한 육질형질의 경우 근내지방도는 출하월령의 증가와 함께 현저한 증가를 나타내었으며, 특히 28개월령에서는 큰 증가가 있어 매우 좋은 것으로 나타났다. 육색도 출하월령이 증가함에 따라 뚜렷한 증가를 하여 좋지 않는 것으로 나타났지만, 육색의 경우는 수송방법과 거리, 수송시 무리구성과 밀도, 도축장의 계류조건, 도축전 절식유무 등 많은 스트레스 요인에 의한 영향을 크게 받는 것으로, 본 시험우의 도축은 판매사정상 동일 장소와 동일 조건하에서 실시되지 못했다. 따라서 본 육색 결과는 반드시 출하월령에 의한 영향이라고 단정하기 어렵다. 지방색과 조직감은 출하월령에 의한 차이가 뚜렷하지 않았으나, 성숙도는 출하월령이 증가함에 따라 증가하여 좋지 않는 것으로 드러났으며, 육질등급은 현저하게 개선되어 특히 28개월령에서는 아주 좋은 등급을 받은 것으로 나타났다.

한편 개시월령에 의한 영향을 보면, 냉도체중은 개시월령이 9개월령 때 유의한 감소를 보였으나, 등지방두께와 등심면적 및 육량지수와 육량등급은 개시월령에 의한 영향이 뚜렷하지 않았다. 또한 근내지방도와 지방색 및 육질등급은 개시월령에 의한 영향이 없었으나, 육색, 조직감, 성숙도등의 육질형질은 개시월령이 9개월령 때 현저하게 좋은 것으로 나타났다. 그러나 본 시험우의 개시월령은 체중에 의해 추정한 것이므로, 본 시험우만으로 개시월령에 의한 영향을 결정하기는 무리일 것으로 판단된다.

또 한편 출하월령과 개시월령을 조합한 결과(Table 33)을 보면, 냉도체중, 등지방두께와 등심면적 및 육량지수와 육량등급은 출하월령과 개시월령간에 상호작용이 있는 것으로 나타났으며, 육질형질중 근내지방도와 육색 및 육질등급은 상호작용이 없었으나, 지방색, 조직감 및 성숙도는 상호작용이 있는 것으로 나타났다. 상호작용이 있는 경우에도 출하월령별 개시월령이 일정한 경향을 나타내고 있지 않았다.

이상의 결과로 보면, 도체특성은 출하월령에 의한 영향이 가장 크고, 출하월령이 24개월령에서 26과 28개월령으로 연장되었을 때 등지방두께가 두꺼워지지만, 특히 28개월령에서는 도체중의 증가와 함께 근내지방도와 육질등급이 크게 향상되는 것으로 나타났으며, 한우의 고급육 생산이라는 측면에서 볼 때 거세한우의 출하월령은 28개월령으로 하는 것이 유리한 것으로 판단되었다.

Table 32. Least-square means for carcass characteristics by marketing and starting ages¹⁾

Items	Marketing age,			P ²⁾	Starting age,			P
	month				month			
	24	26	28		7	8	9	
No. of carcasses	60	59	59		59	60	59	
Finishing live wt., kg	586.9	634.1	656.0	0.001	629.7	626.8	620.3	0.50
Chilled carcass wt., kg	319.6	359.5	383.7	0.001	358.3	357.9	346.8	0.05
Yield traits:								
Backfat thickness, cm	1.06	1.09	1.27	0.01	1.21	1.16	1.05	0.07
Longissimus muscle area, cm ²	80.9	82.9	84.5	0.06	83.2	83.3	81.8	0.53
Yield index	68.3	68.0	67.3	0.003	67.5	67.8	68.2	0.09
Yield grade ³⁾	1.72	1.92	2.05	0.01	1.97	1.95	1.77	0.11
Quality traits:								
Marbling score ⁴⁾	3.94	4.26	4.76	0.01	4.26	4.55	4.14	0.26
Meat color ⁵⁾	4.63	4.83	4.93	0.001	4.83	4.90	4.66	0.01
Fat color ⁶⁾	2.93	2.83	2.83	0.15	2.93	2.87	2.80	0.07
Texture ⁷⁾	1.66	1.78	1.73	0.07	1.75	1.76	1.65	0.05
Maturity ⁸⁾	1.33	1.50	1.66	0.001	1.66	1.50	1.33	0.001
Quality grade ⁹⁾	1.37	1.29	0.97	0.01	1.20	1.15	1.27	0.69

1) Measured at the cross-section between the 13th rib and the 1st lumbar.

2) Probability of the F test.

3) Converted to a numeric: grade A = 1, B = 2, and C = 3.

4) 7=abundant, 1=devoid.

5) 7=dark red, 1=bright red.

6) 7=yellowish, 1=white.

7) 3=coarse, 1=fine.

8) 3=mature, 1=youthful.

9) Grade 1+ was given a value of zero.

Table 33. Least-square means for carcass characteristics by marketing and starting ages¹⁾

Items	24 ¹⁾									P value for interaction
	7 ²⁾	8	9	7	8	9	7	8	9	
No. of carcasses	20	20	20	19	20	20	20	20	19	
Finishing live wt., kg	587.1	593.3	580.2	639.8	624.0	638.5	662.3	663.2	642.4	0.46
Chilled carcass wt., kg	311.4	321.9	325.5	373.2	361.4	344.1	390.5	390.3	370.9	0.02
Yield traits:										
Backfat thickness, cm	1.08	0.91	1.21	1.31	1.21	0.74	1.23	1.37	1.20	0.001
Longissimus muscle area, cm ²	79.4	80.7	82.5	82.9	81.4	84.5	87.4	87.8	78.5	0.003
Yield index	68.1	69.0	67.8	66.9	67.5	69.7	67.6	67.0	67.2	0.001
Yield grade ³⁾	1.70	1.50	1.95	2.32	2.15	1.30	1.90	2.20	2.05	0.001
Quality traits:										
Marbling score ⁴⁾	3.60	4.06	4.15	4.50	4.40	3.86	4.68	5.20	4.40	0.34
Meat color ⁵⁾	4.60	4.80	4.50	4.95	4.95	4.60	4.95	4.95	4.89	0.37
Fat color ⁶⁾	2.85	2.95	3.00	3.00	2.85	2.65	2.95	2.80	2.74	0.02
Texture ⁷⁾	1.75	1.78	1.45	1.82	1.76	1.75	1.70	1.75	1.75	0.02
Maturity ⁸⁾	1.50	1.50	1.00	1.50	1.50	1.50	1.98	1.50	1.50	0.001
Quality grade ⁹⁾	1.45	1.40	1.25	1.16	1.30	1.40	1.00	0.75	1.16	0.42

1) Marketing age(month).

2) Starting age(month).

3) ~ 9) Refer to the footnotes in Table 32.

바. 도체구성과 부분육생산

도체구성과 부분육 조사에 공시된 137두의 자료를 분석한 결과는 Table 34 ~ 36에서와 같다.

출하월령이 도체형질에 미치는 영향을 보면(Table 34), 냉도체중은 출하월령이 24개월령에서 26과 28개월령으로 증가함에 따라 현저한 증가를 나타내었다. 등지방두께의 경우는 출하월령의 증가와 함께 크게 두꺼워지는 것으로 나타났으며, 등심면적도 넓어졌으나, 26개월령과 28개월령 사이는 비슷하였다. 수치화한 육량등급의 경우도 출하월령이 증가함에 따라 증가하였다. 이는 A등급을 1, B등급을 2, C등급을 3으로 하여 수치화한 것이므로, 이 수치가 1보다 높아질수록 육량 A등급 비율은 적어지고, B와 C등급 비율이 높아짐을 의미한다.

육질등급을 결정하는 근내지방도는 출하월령의 증가와 함께 크게 증가하였으며, 24개월령에 비하여 26개월령과 28개월령에서는 각각 22.9와 31.5%가 더 증가됨을 나타내었고, 26개월령에서 28개월령 사이의 증가도 7.0%로, 28개월령 출하시의 근내지방도가 월등히 좋은 것으로 나타났다. 또한 도체형질에서는 급여수준의 영향이 크지 않는 것으로 나타났다. 도체중과 등심면적은 급여수준이 낮은 그룹에서 유의한 감소를 보였지만, 등지방두께와 육량등급은 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, 육질등급은 급여수준에 따른 차이가 없었다.

또 개시월령에 의한 영향을 보면 특히 개시월령이 9개월령 때 두드러진 차이를 나타내었다. 냉도체중, 등심면적 및 근내지방도는 현저한 감소를 보여, 불리한 영향을 주는 것으로 나타났고, 등지방두께와 육량등급은 유의한 차이는 아니었으나 9개월령 그룹에서 감소하여 유리한 경향을 보였다. 그러나 개시월령에 의한 영향은 본 시험우의 월령이 정확하지 않기 때문에 확실한 영향을 규명하기 위해서는 별도의 추가 시험이 필요할 것으로 보인다..

한편 출하월령에 의한 도체구성의 변화를 보면(Table 35), 갈비의 뼈와 지방이 포함된 거래정육율과 근육비율은 출하월령이 증가함에 따라 뚜렷하게 감소함을 보였으며, 이에 반하여 지방비율은 현저하게 증가함을 나타내었다. 뼈의 비율도 특히 출하월령이 28개월령 때 낮은 것으로 나타났다. 또한 뼈에 대한 근육 비율은 출하월령의 증가와 함께 감소한데 반하여 뼈에 대한 지방 비율은 크게 증가하였다. 이 같은 뼈에 대한 근육과 지방비율은 근육, 지방 및 뼈의 도체구성비율에 비례하여 나타났다.

또한 도체구성에 미치는 급여수준의 영향은 도체형질에서와 같이 그리 크지 않

았다. 거래정육율, 근육과 지방 비율 및 뼈에 대한 근육 비율은 급여수준에 의한 차이가 뚜렷하지 않았으나, 뼈의 비율과 뼈에 대한 지방비율은 차이가 있는 것으로 나타나 급여수준이 낮은 그룹에서 뼈의 비율은 높고, 뼈에 대한 지방 비율은 낮았다. 또한 개시월령이 도체구성에 미치는 영향도 뚜렷하지 않았다. 개시월령이 9개월령 그룹에서 뼈의 비율은 높고, 뼈에 대한 지방 비율이 낮았다.

또 한편 Table 36에서 보는바와 같이 출하월령이 부분육 생산비율에 미치는 영향을 보면 부분육 비율 중에 안심, 등심, 채끝, 우둔, 설도, 앞다리, 목심, 사태 및 갈비 등의 비율은 출하월령이 증가함에 따라 뚜렷하게 감소한데 반하여 양지는 증가하는 것으로 나타났다. 급여수준이 부분육 생산 비율에 미친 영향은 급여수준이 낮은 그룹에서 사태비율이 증가한 것을 제외하고 없었다. 또한 개시월령에 의한 영향은 9개월령 그룹에서 등심, 앞다리, 목심 및 갈비 등의 비율이 증가하고, 양지 생산비율이 낮았다.

이상의 결과로 볼 때 도체형질과 도체구성 및 부분육 생산에 미치는 영향은 출하월령이 가장 큰 것으로 나타났다.

Table 34. Least-square means for carcass traits in Hanwoo steers

Item	Marketing age, month			Feeding level		Starting age, month			Probability of the F test		
	24	26	28	H	L	7	8	9	Market age	Feeding level	Start age
No. of carcasses	40	38	59	69	68	59	40	38			
Chilled carcass wt., kg	308.3	363.5	383.7	358.7	345.0	358.4	361.9	335.2	0.001	0.01	0.001
Backfat thickness, cm	0.74	1.21	1.68	1.47	0.96	1.31	1.61	0.71	0.05	0.10	0.14
Longissimus muscle area, cm ²	78.3	85.1	84.6	84.1	81.2	83.3	85.4	79.2	0.01	0.04	0.02
Yield grade	1.46	1.84	2.05	1.82	1.74	1.97	1.88	1.49	0.001	0.41	0.002
BMS number	3.62	4.45	4.76	4.27	4.27	4.26	4.72	3.84	0.001	1.00	0.06

Table 35. Least-square means for percentages of the carcass components in Hanwoo steers

Item	Marketing age, month			Feeding level		Starting age, month			Probability of the F test		
	24	26	28	H	L	7	8	9	Market age	Feeding level	Start age
No. of carcasses	40	38	59	69	68	59	40	38			
Chilled carcass wt., kg	308.3	363.5	383.7	358.7	345.0	358.4	361.9	335.2	0.001	0.01	0.001
Percent salable meat ¹⁾	73.1	68.2	65.3	68.7	69.1	68.2	67.8	70.6	0.001	0.38	0.001
Percent muscle	56.8	53.6	51.6	53.8	54.2	53.8	53.2	55.0	0.001	0.43	0.02
Percent fat	14.7	19.7	22.8	19.4	18.7	19.7	20.2	17.3	0.001	0.11	0.001
Percent bone ²⁾	12.2	12.0	11.4	11.7	12.0	11.8	11.7	12.0	0.001	0.01	0.22
Muscle/bone ratio	4.69	4.47	4.54	4.61	4.51	4.57	4.54	4.58	0.02	0.06	0.94
Fat/bone ratio	1.22	1.64	2.01	1.68	1.57	1.69	1.74	1.45	0.001	0.02	0.001

1) Including muscle, bone and fat in the ribs.

2) Excluding bone in the ribs.

Table 36. Least-square means for percentages of the retail cuts in the carcass of Hanwoo steers

Item	Marketing age, month			Feeding level		Starting age, month			Probability of the F test		
	24	26	28	H	L	7	8	9	Market age	Feeding level	Start age
No. of carcasses	40	38	59	69	68	59	40	38			
Tenderloin ¹⁾	1.89	1.83	1.70	1.80	1.82	1.80	1.77	1.85	0.001	0.35	0.07
Loin ²⁾	12.3	11.1	10.3	11.3	11.2	10.9	11.2	11.7	0.001	0.69	0.001
Striploin ³⁾	2.38	2.27	2.25	2.29	2.30	2.30	2.27	2.33	0.004	0.75	0.37
Topside / inside ⁴⁾	5.91	5.50	5.20	5.54	5.53	5.57	5.42	5.62	0.001	0.87	0.17
Butt & rump ⁵⁾	9.45	8.96	8.41	8.93	8.94	8.99	8.81	9.01	0.001	0.93	0.33
Blade / clod ⁶⁾	6.61	6.36	6.20	6.34	6.44	6.33	6.27	6.58	0.001	0.17	0.01
Neck ⁷⁾	4.43	3.21	2.36	3.33	3.34	2.89	3.15	3.97	0.001	0.89	0.001
Brisket & flank ⁸⁾	9.0	9.7	10.1	9.6	9.6	10.0	9.6	9.2	0.001	0.85	0.001
Shin / shank ⁹⁾	4.62	4.07	3.95	4.08	4.35	4.16	4.06	4.43	0.001	0.05	0.08
Ribs ¹⁰⁾	16.3	14.6	13.8	14.9	14.9	14.4	14.7	15.6	0.001	0.71	0.001

1) Ansim, 2) Deungsim, 3) Chaekrut, 4) Udam, 5) Suldo, 6) Apdari, 7) Mocksim, 8) Yangzi, 9) Satae, 10) Kalbi.

사. 한우거세우의 냉도체중과 도체형질간, 도체형질과 도체구성간 및 도체형질과 부분육생산 비율간의 상관관계

도체형질간, 도체형질과 도체구성간 및 도체형질과 부분육간의 상관관계는 Table 37 ~ 39에 보여주는 바와 같다.

Table 37에 나타낸바와 같이 냉도체중과 도체형질간과의 상관관계를 보면 냉도체중은 등지방두께 및 근내지방도 와는 낮은 정의 상관관계를 나타내었으나, 등심면적과는 높은 정의 상관관계를, 육량등급 과는 중정도의 정의 상관관계를 보였다. 이와 같이 도체중이 도체 형질에 미치는 영향이 가장 뚜렷한 영향은 등심면적이고, 도체중이 증가하면 등심면적이 넓어지는 것으로 나타났다.

도체형질간의 상관관계에서는 등지방두께의 경우 등심면적 및 근내지방도 와는 유의한 상관관계가 없었으나, 육량등급과는 중정도의 정의 상관관계가 있었으며, 근내지방도는 등심면적과 낮은 정의 상관관계를 나타내었다.

한편 도체중 및 도체형질과 도체구성과의 상관관계를 보면(Table 38), 냉도체중은 거래정육율 및 근육비율과 높은 부의 상관관계를, 지방비율과 뼈에 대한 지방비율과는 높은 정의 상관관계를, 뼈 비율과는 중정도의 부의 상관관계를 나타내었다. 등지방두께는 거래정육율, 근육비율 및 뼈 비율과 중정도의 부의 상관관계를, 지방비율 및 뼈에 대한 지방비율과는 중정도의 정의 상관관계를 보였다. 등심면적은 거래정육율 및 근육 비율과 낮은 정의 상관관계가, 뼈에 대한 근육 비율과는 중정도의 정의 상관관계가 있었다.

근내지방도는 뼈 비율과 중정도의 부의 상관관계를, 뼈에 대한 지방 비율과는 낮은 정의 상관관계를 나타내었다. 육량등급은 거래정육율 및 근육비율과 높은 부의 상관관계, 지방 비율 및 뼈에 대한 지방 비율과는 높은 정의 상관관계를, 뼈 비율과는 중정도의 부의 상관관계, 뼈에 대한 근육 비율은 낮은 부의 상관관계를 보였다.

특히 냉도체중, 등지방두께 및 육량등급과 도체구성과의 관계는 냉도체중, 등지방두께 및 육량등급 수치가 증가하면 거래정육율과 근육비율이 감소하고, 지방 비율과 뼈에 대한 지방 비율이 증가함을 나타내었다.

또한 냉도체중 및 도체형질과 부분육 생산 비율과의 상관관계를 보면(Table 39), 냉도체중은 안심, 등심, 우둔, 목심 및 갈비와 중정도의 부의 상관관계를, 설도와는 높은 부의 상관관계를 보였으며, 등지방두께는 안심, 등심, 목심 및 사태와 중 정도의 부의 상관관계를, 앞다리와는 낮은 부의 상관관계를 나타내었다.

등심면적은 등심과 중 정도의 정외 상관관계가, 채끝과는 높은 정외 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 근내지방도의 경우는 부분육 생산 비율에 미치는 영향이 없음을 나타내었다. 그러나 육량등급은 안심과 높은 부외 상관관계를, 등심, 채끝, 앞다리 및 사태와는 중 정도의 부외 상관관계를 보였다.

이와 같은 상관관계로 볼 때 냉도체중 및 도체형질과 부분육 생산 비율과는 냉도체중이 증가하면 안심, 등심, 우둔, 설도, 목심 및 갈비의 생산비율이 감소하고, 등지방이 증가하면 안심, 등심, 목심 및 사태의 생산비율이 감소하며, 육량등급 수치가 증가하면 안심, 등심, 채끝, 목심 및 사태의 생산비율이 감소함을 나타내었다. 이에 반하여 등심면적이 증가할 때는 등심과 채끝의 생산비율이 증가하는 것으로 나타났다.

Table 37. Correlation coefficients between chilled carcass weight and carcass traits, and among carcass traits of Hanwoo steers

Item	CCW ¹⁾	BFT ²⁾	LMA ³⁾	BMS ⁴⁾	YG ⁵⁾
CCW	1.00				
BFT	0.19*	1.00			
LMA	0.56*	0.11	1.00		
BMS	0.24*	0.10	0.29*	1.00	
YG	0.39*	0.30*	-0.07	0.11	1.00

1) Chilled carcass weight.

2) Backfat thickness.

3) Longissimus muscle area.

4) Beef marbling number.

5) Yield grade.

※ P<0.05.

Table 38. Correlation coefficients of chilled carcass weight and carcass traits with percentages of the carcass components in Hanwoo steers

Item	CCW ¹⁾	BFT ²⁾	LMA ³⁾	BMS ⁴⁾	YG ⁵⁾
Percent salable meat	-0.57*	-0.43*	0.29*	-0.16	-0.54*
Percent muscle	-0.53*	-0.43*	0.29*	-0.20	-0.56*
Percent bone	-0.39*	-0.39*	-0.21	-0.39*	-0.31*
Percent Fat	0.58*	0.46*	-0.23	0.22	0.55*
Muscle/bone ratio	-0.13	0.05	0.36*	0.10	-0.29*
Fat/bone ratio	0.66*	0.32*	0.09	0.25*	0.53*

1) Chilled carcass weight. 2) Backfat thickness. 3) Longissimus muscle area.

4) Beef marbling number. 5) Yield grade.

* P<0.05.

Table 39. Correlation coefficients of chilled carcass weight and carcass traits with percentages of the retail cuts in Hanwoo steers

Item	CCW ¹⁾	BFT ²⁾	LMA ³⁾	BMS ⁴⁾	YG ⁵⁾
Tenderloin	-0.48*	-0.37*	0.08	-0.20	-0.50*
Loin	-0.47*	-0.41*	0.32*	-0.06	-0.49*
Skirt	0.55*	0.25	-0.10	0.17	0.29*
Striploin	-0.14	-0.19	0.50*	-0.13	-0.32*
Topside / Inside	-0.45*	-0.19	0.16	-0.20	-0.26
Butt & Rump	-0.50*	-0.19	0.19	-0.28	-0.29*
Blade / Clod	-0.08	-0.29*	0.18	-0.15	-0.43*
Neck	-0.42*	-0.33*	0.20	-0.14	-0.44*
Brisket & Flank	0.02	0.16	0.04	0.09	0.19
Shin / Shank	-0.22	-0.41*	-0.06	-0.13	-0.44*
Rib	-0.37*	-0.19	0.11	0.03	-0.20

1) Chilled carcass weight. 2) Backfat thickness. 3) Longissimus muscle area.

4) Beef marbling number. 5) Yield grade.

* P<0.05.

아. 도체의 이화학적 특성과 지방산조성

출하월령별 및 육질등급별 도체의 이화학적 특성과 지방산 조성에 대한 결과는 Table 40 ~ 43에 제시된바와 같다.

Table 40에 나타낸바와 같이, 이화학적 특성은 출하월령의 증가에 의한 영향이 일정하지 않은 것으로 나타났다. 도체의 수분함량은 출하월령간에 유의성은 인정되지 않았지만 24개월령 때 가장 낮고, 26개월령 때 가장 높았으며, 이에 반하여 조지방 함량은 24개월령 때가 가장 높고, 26개월령 때에는 가장 낮아, 도체의 수분 함량과 조지방 함량은 역의 관계를 나타내었다. 조단백질 함량도 24개월령이 가장 낮은 것으로 나타났다.

도체의 pH는 출하월령이 28개월령 때 크게 낮았음을 보였다. 육색을 나타내는 L, a, b 및 chroma는 출하월령에 의한 차이가 뚜렷하지 않았으나 hue 값은 26과 28개월령에서 유의하게 낮았다.

한편 육질등급이 이화학적 특성에 미치는 영향을 보면(Table 41), 수분 함량은 육질등급이 좋을수록 뚜렷하게 감소함을 보였고, 이에 반하여 조지방 함량은 현저하게 증가함을 나타내었다. 조단백질 함량도 육질등급이 향상되는 만큼 감소되는 것으로 나타났다.

또한 도체의 pH, 육색의 a, b, chroma 및 hue 값은 육질등급에 의한 영향이 없었으나 육색의 밝기를 나타내는 L값은 가장 좋은 등급인 1+등급에서 가장 높았다.

또 한편 출하월령이 등심의 지방산 조성에 미치는 영향을 보면(Table 42), C_{14:0}, C_{14:1}, C_{17:0} 및 C_{18:1} 지방산을 제외한 다른 지방산 및 포화지방산, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율, 단가 불포화지방산 등은 출하월령에 의한 영향을 크게 받았음을 나타내었다. C_{15:0}, C_{16:0} 및 C_{18:0} 지방산 과 포화지방산은 출하월령의 증가와 함께 감소한 반면에 C_{16:1}, C_{18:2}, C_{18:3}, C_{20:0}, C_{20:1}, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산은 증가하였다.

또한 육질등급에 의한 영향을 보면(Table 43), C_{15:0} 와 C_{18:2} 지방산은 육질등급이 나쁠수록 증가한데 반하여 C_{18:1} 와 단가 불포화지방산 함량은 육질등급이 좋을수록 현저하게 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과로 볼 때 도체의 이화학적 특성은 출하월령 보다 육질등급에 의해서, 지방산 조성은 육질등급보다 출하월령에 의해서 뚜렷한 영향을 받는 것으로 드러났다.

Table 40. Physico-chemical characteristics of the longissimus muscle in Hanwoo steers at different marketing ages

Item	Marketing age, month			P ¹⁾
	24	26	28	
No. carcasses	30	30	30	
Moisture, %	65.02 ± 1.44 ²⁾	68.14 ± 0.40	66.98 ± 0.50	0.0561
Crude fat, %	11.70 ± 0.96	8.45 ± 0.53	10.28 ± 0.75	0.0150
Crude protein, %	20.74 ± 0.25	21.58 ± 0.15	21.40 ± 0.19	0.0124
pH	5.51 ± 0.03	5.51 ± 0.03	5.35 ± 0.02	0.0001
L	38.58 ± 0.41	37.67 ± 0.27	37.73 ± 0.38	0.1360
a	21.29 ± 0.56	21.09 ± 0.38	20.76 ± 0.35	0.6631
b	10.50 ± 0.36	9.85 ± 0.25	9.80 ± 0.21	0.1312
Chroma	23.66 ± 0.65	23.30 ± 0.45	22.93 ± 0.40	0.5747
Hue	26.10 ± 0.27	25.04 ± 0.26	25.20 ± 0.24	0.0102

1) Probability of the F test.

2) Mean ± standard error.

Table 41. Physico-chemical characteristics of the longissimus muscle in Hanwoo steers of different quality grades

Item	Quality grade				P ¹⁾
	1+	1	2	3	
No. carcasses	22	37	31	3	
Moisture, %	63.52 ± 0.53 ²⁾	67.19 ± 0.26	69.18 ± 0.32	71.30 ± 0.82	0.0001
Crude fat, %	15.68 ± 0.93	9.99 ± 0.37	7.22 ± 0.47	4.73 ± 0.68	0.0001
Crude protein, %	19.91 ± 0.28	21.21 ± 0.12	21.93 ± 0.16	22.21 ± 0.40	0.0001
pH	5.47 ± 0.05	5.48 ± 0.03	5.46 ± 0.04	5.60 ± 0.05	0.7220
L ³⁾	39.32 ± 0.45	37.85 ± 0.31	37.28 ± 0.28	37.09 ± 0.34	0.0012
a ³⁾	21.10 ± 0.55	21.21 ± 0.41	20.92 ± 0.39	20.05 ± 1.14	0.8544
b ³⁾	10.14 ± 0.33	10.09 ± 0.26	9.97 ± 0.28	9.21 ± 0.85	0.7909
Chroma	23.48 ± 0.63	23.42 ± 0.47	23.13 ± 0.47	21.97 ± 1.36	0.8156
Hue	25.81 ± 0.34	25.30 ± 0.23	25.32 ± 0.29	24.46 ± 0.84	0.3879

1) Probability of the F test.

2) Mean ± Standard error.

3) CIE L(lightness), a(redness), b(yellowness).

Table 42. Fatty acid composition of the longissimus muscle fat in Hanwoo steers

Fatty acid, %	Marketing age, month			P ¹⁾
	24	26	28	
No. carcasses	30	30	30	
C14:0	3.17±0.15	2.94±0.06	2.96±0.09	0.3595
C14:1	0.94±0.07	0.97±0.05	0.97±0.05	0.9221
C15:0	1.24±0.18	0.25±0.01	0.24±0.01	0.0001
C16:0	29.16±0.44	26.70±0.22	26.79±0.34	0.0001
C16:1	2.04±0.45	5.62±0.17	5.68±0.17	0.0001
C17:0	0.65±0.03	0.65±0.02	0.64±0.03	0.9050
C18:0	11.02±0.21	9.58±0.23	9.53±0.32	0.0001
C18:1	46.11±0.48	46.12±0.38	46.18±0.49	0.9498
C18:2	4.66±0.24	5.87±0.25	5.49±0.21	0.0212
C18:3	0.28±0.02	0.31±0.02	0.48±0.08	0.0015
C20:0	0.21±0.02	0.36±0.02	0.34±0.04	0.0141
C20:1	0.52±0.03	0.64±0.04	0.69±0.06	0.0135
SFA ²⁾	45.45±0.65	40.47±0.31	40.51±0.56	0.0001
UFA ³⁾	54.55±0.65	59.53±0.31	59.49±0.56	0.0001
UFA/SFA ratio	1.21±0.03	1.48±0.02	1.48±0.03	0.0001
MUFA ⁴⁾	49.61±0.65	53.36±0.41	53.52±0.54	0.0001

1) Probability of the F test.

2) Saturated fatty acids.

3) Unsaturated fatty acids.

4) Mono-unsaturated fatty acids.

Table 43. Fatty acid composition of the longissimus muscle fat in Hanwoo steers of different quality grades(%)

Fatty acid	Quality grade				P ¹⁾
	1+	1	2	3	
No. carcasses	22	37	31	3	
C14:0	3.19±0.12 ²⁾	2.95±0.12	3.02±0.08	2.87±0.24	0.4797
C14:1	1.03±0.08	0.93±0.05	0.97±0.05	0.81±0.16	0.5290
C15:0	0.45±0.09	0.41±0.06	0.73±0.16	1.58±1.33	0.0196
C16:0	27.85±0.59	27.20±0.28	27.73±0.41	26.86±0.78	0.6047
C16:1	4.64±0.54	4.67±0.35	4.25±0.43	3.98±1.80	0.8603
C17:0	0.68±0.04	0.67±0.02	0.60±0.02	0.57±0.06	0.1247
C18:0	9.56±0.34	10.16±0.26	10.32±0.26	10.18±0.41	0.3428
C18:1	47.27±0.57	46.43±0.39	45.06±0.37	45.20±0.95	0.0074
C18:2	4.17±0.23	5.29±0.23	6.02±0.19	6.48±0.31	0.0001
C18:3	0.35±0.07	0.35±0.03	0.36±0.06	6.40±0.01	0.9860
C20:0	0.25±0.04	0.32±0.02	0.32±0.04	0.31±0.03	0.5225
C20:1	0.55±0.08	0.63±0.03	0.62±0.03	0.76±0.07	0.4943
SFA ³⁾	41.98±0.95	41.71±0.51	42.72±0.67	42.37±1.95	0.7229
UFA ⁴⁾	58.02±0.95	58.29±0.51	57.28±0.67	57.63±1.95	0.7220
U/S ratio ⁵⁾	1.41±0.05	1.41±0.03	1.36±0.04	1.37±0.11	0.7429
MUFA ⁶⁾	53.50±0.90	52.66±0.47	50.90±0.57	50.75±1.74	0.0309

1) Probability of the F test.

2) Mean ± standard error.

3) Saturated fatty acids.

4) Unsaturated fatty acids.

5) UFA/SFA ratio.

6) Mono-unsaturated fatty acids.

자. 근내지방도, 육질등급 및 육량등급과 이화학적 특성간 및 주요지방산 조성간의 상관관계

이화학적 특성간 및 주요지방산 조성간의 상관관계는 Table 44 와 45에서 보여주는 바와 같다.

Table 44에 나타낸바와 같이 근내지방도는 육질등급, 수분 함량 및 조단백질 함량과 높은 부의 상관관계를, 육색 L값과는 중정도의 정의 상관관계를 나타내었다. 이는 근내지방도가 높으면 육질등급이 좋고, 수분 함량은 증가하며 육색의 밝기가 좋아지는 관계를 보였다.

육질등급은 육색 L값과 중정도의 부의 상관관계가, 수분 함량 및 조단백질 함량과는 높은 정의 상관관계가, 조지방 함량과는 높은 부의 상관관계가 있었다. 육질등급과 이화학적 특성과의 관계는 근내지방도에서 나타난 것과 같은 관계를 보여주었다.

육량등급은 pH와 낮은 부의 상관관계를 나타내었고, 다른 이화학적 특성과는 낮은 상관관계를 보였으나 유의성은 없었다. pH는 육색 a, b, chroma, hue 값과 낮은 부의 상관관계가 있었다. 육색 L값은 육색 hue 값과 중정도의 정의 상관관계를, 조지방 함량과는 높은 정의 상관관계를, 수분 함량 및 조단백질 함량과는 중정도의 부의 상관관계를 나타내었다. 이는 특히 L값이 높아지면 수분함량이 낮아지고 조지방 함량이 높아져 고기의 밝기가 증가되는 관계를 나타낸 것이다.

또한 육색 a값은 b값 및 chroma 값과 높은 정의 상관관계가, hue 값과는 중정도의 정의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, b값은 chroma 및 hue 값과 높은 정의 상관관계가 있었다. 수분 함량은 조지방 함량과 높은 부의 상관관계를, 조단백질 함량과는 높은 정의 상관관계가 있었다. 수분, 조지방 및 조단백질 함량간에 나타난 관계는 수분 함량이 낮으면 조지방 함량은 높고, 조단백질 함량이 낮음을 보여준 것이다.

한편 지방산 조성간의 상관관계를 보면(Table 45), 근내지방도는 $C_{18:2}$ 와 높은 부의 상관관계를, $C_{18:1}$ 및 단가 불포화지방산 함량과는 중정도의 정의 상관관계를, $C_{18:0}$ 과는 낮은 부의 상관관계를, 불포화지방산/포화지방산 비율과는 낮은 정의 상관관계를 보였다. 육질등급은 $C_{18:1}$ 및 단가 불포화지방산과 중정도의 부의 상관관계가, $C_{18:0}$ 와는 낮은 정의 상관관계가, $C_{18:2}$ 와는 높은 정의 상관관계가 있었다.

이러한 근내지방도 및 육질 등급과 지방산 조성과의 관계는 근내지방도와 육질이 좋아지면 $C_{18:0}$ 와 $C_{18:2}$ 가 감소하고, $C_{18:1}$ 과 단가 불포화지방산 함량이 증가됨을 나

타내었다. 육량등급은 $C_{16:0}$ 및 $C_{18:0}$ 와 낮은 부의 상관관계가, $C_{16:1}$ 및 불포화지방산 함량과는 중정도의 부의 상관관계가, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산과는 낮은 정의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. $C_{16:0}$ 지방산은 $C_{16:1}$, $C_{18:1}$, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산과 높은 부의 상관관계를, $C_{18:0}$ 와는 중정도의 정의 상관관계를, 포화지방산과는 높은 정의 상관관계를 보였으며, $C_{16:1}$ 지방산은 $C_{18:0}$, 및 포화지방산과 높은 부의 상관관계가, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산과는 높은 정의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. $C_{18:0}$ 지방산은 $C_{18:1}$ 과 중정도의 부의 상관관계가, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산과는 높은 부의 상관관계가, 포화지방산과는 높은 정의 상관관계가 있었다.

$C_{18:1}$ 지방산은 $C_{18:2}$ 와 중정도의 부의 상관관계를, 포화지방산과는 높은 부의 상관관계를, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산과는 높은 정의 상관관계를 나타내었다.

이 같은 $C_{16:0}$ 및 $C_{18:0}$ 과 $C_{16:1}$ 및 $C_{18:1}$ 지방산과 다른 지방산과의 관계는 $C_{16:0}$ 와 $C_{18:0}$ 지방산이 많아지면 $C_{18:1}$, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산이 낮아지고 포화지방산이 높아지며, $C_{16:1}$ 및 $C_{18:1}$ 지방산이 많아지면 포화지방산이 적어지고, 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산이 높아짐을 나타내었다.

또한 $C_{18:2}$ 지방산은 포화지방산과 낮은 부의 상관관계가, 불포화지방산 및 불포화지방산/포화지방산 비율과는 낮은 정의 상관관계가 있었다. 포화지방산은 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산과 높은 부의 상관관계를, 불포화지방산은 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산과 높은 정의 상관관계를, 단가 불포화지방산은 불포화지방산/포화지방산 비율과 높은 정의 상관관계를 보였다.

Table 44. Correlation coefficients among BMS number, quality and yield grades and physico-chemical parameters of the longissimus muscle

Item	BMS ¹⁾	QG ²⁾	YG ³⁾	pH	L ⁴⁾	a ⁴⁾	b ⁴⁾	Chroma	Hue	Moisture	CP ⁵⁾	CP ⁶⁾
BMS	1.00											
QG	-0.94**	1.00										
YG	0.07	0.01	1.00									
pH	-0.10	0.08	-0.24*	1.00								
L	0.38**	-0.40**	-0.11	0.04	1.00							
a	0.03	-0.06	0.16	-0.26**	0.04	1.00						
b	0.04	-0.06	0.14	-0.28**	0.19	0.91**	1.00					
Chroma	0.03	-0.06	0.17	-0.26**	0.08	0.97**	0.95**	1.00				
Hue	0.13	-0.13	0.07	-0.21*	0.40**	0.44**	0.73**	0.54**	1.00			
Moisture	-0.78**	0.77**	0.05	-0.11	-0.45**	-0.01	-0.06	-0.02	-0.17	1.00		
CP	0.75**	-0.74**	-0.06	0.17	0.51**	0.02	0.09	0.04	0.18	-0.96**	1.00	
CP	-0.62**	0.63**	0.10	-0.34**	-0.45**	0.08	0.01	0.06	-0.13	0.81**	-0.86**	1.00

1) Beef marbling score.

2) Quality grade.

3) Yield grade.

4) CIE L(lightness), a(redness), b(yellowness), chroma value, hue angle.

5) Crude fat

6) Crude protein.

* : P<0.05 ** : P<0.01

Table 45. Correlation coefficients among BMS number, quality and yield grades and percentage of the major fatty acids

Traits	BMS ¹⁾	QG ²⁾	YG ³⁾	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	SFA ⁴⁾	UFA ⁵⁾	U/S ratio ⁶⁾	MUFA ⁷⁾
BMS	1.00											
QG	-0.94***	1.00										
YG	0.07	0.01	1.00									
C16:0	-0.04	0.05	-0.22*	1.00								
C16:1	0.10	-0.10	0.37**	-0.60***	1.00							
C18:0	-0.27**	0.24*	-0.25**	0.42***	-0.57**	1.00						
C18:1	0.41***	-0.41***	0.07	-0.61***	0.07	-0.44***	1.00					
C18:2	-0.53**	0.54**	0.04	-0.22*	0.27**	-0.17	-0.39**	1.00				
SFA	-0.17	0.16	-0.30**	0.91**	-0.74**	0.73**	-0.63**	-0.24*	1.00			
UFA	0.17	-0.16	0.30**	-0.91***	0.74**	-0.73**	0.63**	0.24*	-1.00***	1.00		
U/S ratio	0.19*	-0.18	0.29**	-0.89***	0.70**	-0.75**	0.66**	0.23*	-0.99***	0.99***	1.00	
MUFA	0.37**	-0.36***	0.29**	-0.84***	0.67**	-0.70**	0.78**	-0.11	-0.93***	0.93***	0.93***	1.00

1) Beef marbling score.

2) Quality grade.

3) Yield grade.

4) Saturated fatty acids.

5) Unsaturated fatty acids.

6) UFA/SFA ratio.

7) Mono-unsaturated fatty acids.

* : P<0.05 ** : P<0.01

4. 결론 및 고급육 생산을 위한 사료 급여프로그램 도출

본 연구 결과는 출하월령이 24개월령에서 26과 28개월령으로 증가함에 따라 한우 거세우의 비육능력, 도체특성, 도체구성, 부분육 생산비율, 이화학적 특성 및 지방산 조성 등의 장단점이 뚜렷하게 나타났다.

출하월령의 증가로 불리하게 나타난 것은 사료요구율의 감소, 등지방두께의 증가, 육량등급의 감소, 거래정육율과 근육 비율의 감소, 지방비율의 증가 및 부분육 생산 비율의 감소 등이었고, 유리하게 나타난 것은 출하체중과 도체중의 증가, 등심면적의 증가, 근내지방도와 육질등급의 향상, 도체 수분함량의 감소와 조지방함량의 증가, 육색의 밝기를 나타내는 L값의 증가, 포화지방산의 감소, 불포화지방산의 증가, 단가 불포화 지방산 증가 및 불포화지방산/포화지방산 비율의 증가 등이었다. 이는 출하월령이 28개월령일 때 더욱 뚜렷하였다.

이러한 결과로 볼 때 한우거세우의 출하월령은 28개월령이 특히 한우의 고급육 생산이라는 측면에서 유리한 것으로 판단되었다. 또한 본 연구의 시험자료를 이용한 경제성 분석 결과에서도 출하월령이 28개월령일 때 가장 높은 지육가격을 얻은 것으로 나타났다(김태균 등, 2002).

이와 같은 본 연구의 결과를 근거로 하여 출하월령을 28개월로 한 사료급여프로그램을 도출하였다. Table 46은 실제 본 연구에서 얻은 자료를 기초로 하고, 계절적 요인이나 기타요인에 의해 일당증체량이 감소되었다고 판단되는 부분은 일부 수정하여 작성하였다. 농후사료와 조사료 급여량은 그룹별로 실제 급여한 양의 평균값을 구하여 사용하였다. 육성기(growing phase)와 비육전기(fattening phase)때 급여한 육성기용 사료(grower)와 비육전기용 사료(finisher I)는 프로그램에 의한 급여량이고, 비육후기(finishing) 때 비육후기용 사료(finisher II)는 이 기간에 무제한 급여시킴으로 자유 채식량이 된다. 벣짚 또한 자유 채식량이다.

이와 같이 여기에 작성해 놓은 프로그램에 따라 사육하면 사료와 환경요인이 정상적일 경우에는 원하는 출하체중과 적절한 육질등급을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 고급육 생산에 미치는 요인이 밀소의 자질을 비롯하여 사료, 우사와 사료조의 구조, 사육밀도, 우사환경, 위생관리, 물의 질과 양 등 많기 때문에 이들 요인을 고려한 사양관리 또한 매우 중요하다.

또한, 볏짚을 주 조사료원으로 급여할 때는 비육이 순조롭지 못한 경우가 종종 발생한다. 볏짚은 특성상 기호성이 좋지 않아 필요한 만큼 많이 섭취시킬 수 없기 때문에 섬유소 부족으로 농후사료 섭취가 원활하지 않게 되는 경우도 발생하게 된다. 특히, 육성기는 조사료 섭취량을 많게 하여 반추위 발달을 촉진시키고, 배통을 크게 하여 기초체형을 갖추도록 해야하는 시기인데도 볏짚 급여만으로는 어렵다.

그래서 Table 47은 육성기일 때 양질 조사료를 급여하는 사료 급여 프로그램을 예시한 것이다. 이 프로그램은 이미 수행한 본 연구의 보완시험을 겸하여 영남대학교 부속목장에서 수행중인 자료에 기초하고 있다. 현재 15개월령까지 진행 중에 있으며, 15개월령까지의 농후사료와 조사료 급여량은 실제 급여한 양에 해당된다. 16개월령 이후의 급여량은 추정하여 작성한 것이다.

이 프로그램의 특징은 육성기에 조사료를 많이 섭취하도록 하여 반추위를 비롯한 기초체형을 만들고, 비육전기에 농후사료를 많이 섭취할 수 있도록 하여 비육전기에 후반기의 자유 채식량에 도달하도록 되어 있다. 볏짚은 16개월령부터 건초와 교체하여 급여하도록 만들어져있다. 또한, 이 프로그램에서 기대하는 것은 출하월령의 증가와 육질개선이다.

이와 같은 사료급여 프로그램은 고급육 생산에 미치는 모든 요인이 고려된 것이 아닐 뿐 아니라 다만 하나의 지침에 지나지 않음으로, 이 지침을 참고로 하여 각자가 사용하는 사료와 비육환경에 맞는 KNOW-HOW를 찾아내는 것이 무엇보다 중요할 것으로 사료된다.

Table 46. Feeding program with rice straw as roughage source for Hanwoo steers

Fattening phase	Age in month	Body Weight range (kg)	Daily gain (kg)	Concentrate fed (kg/head/day, as-fed basis)			Roughage fed (kg/head/day, as-fed basis)	
				Grower	Finisher I	Finisher II	Rice straw	Alfalfa cube
G r o w i n g	7	162~183	0.70	2.70				
	8	183~204	0.70	3.00			2.2	0.70
	9	204~225	0.70	3.30			2.3	0.70
	10	225~248	0.75	3.70			2.6	
	11	248~272	0.80	4.30			2.8	
	12	272~296	0.80	4.80			2.8	
	13	296~320	0.80	5.30			2.9	
F a t t e n i n g	14	320~346	0.85		5.80		3.1	
	15	346~372	0.85		6.30		3.1	
	16	372~399	0.90		6.80		3.2	
	17	399~426	0.90		7.40		3.2	
	18	426~455	0.95		8.20		2.8	
	19	455~484	0.95		8.80		2.4	
	20	484~511	0.90		9.50		2.0	
	21	511~537	0.85		9.90		1.6	
	22	537~561	0.80		10.30		1.5	
F i n i s h i n g	23	561~584	0.75			10.20	1.4	
	24	584~605	0.70			9.90	1.3	
	25	605~625	0.65			9.70	1.3	
	26	625~643	0.60			9.40	1.2	
	27	643~661	0.60			9.30	1.2	
	28	661~676	0.50			9.00	1.2	

Table 47. Feeding program with hay as roughage source for Hanwoo steers

Fattening phase	Age in month	Body Weight range (kg)	Daily gain (kg)	Concentrate fed (kg/head/day, as-fed basis)			Roughage fed (kg/head/day, as-fed basis)		
				Grower	Finisher I	Finisher II	Rice straw	Bailed alfalfa	Hay (Timothy)
G r o w i n g	6	141~167	0.85	2.1			0.5	2.5	
	7	167~193	0.85	2.5			0.5	3.2	
	8	193~219	0.85	2.9			0.5	3.5	
	9	219~245	0.85	3.3			0.5	3.8	
	10	245~272	0.90	3.8			0.5	4.6	
	11	272~299	0.90	4.4			0.5	4.8	
	12	299~326	0.90	4.9			0.5	5.0	
F a t t e n i n g	13	326~353	0.90		5.9			5.2	
	14	353~379	0.95		6.8			4.6	
	15	379~408	0.95		7.7			4.0	
	16	408~437	0.95		8.6		3.5		
	17	437~467	1.00		9.1		3.0		
	18	467~497	1.00		9.5		3.0		
	19	497~524	0.90		10.0		2.0		
	20	524~550	0.85		10.0		2.0		
	21	550~574	0.80		9.5		1.5		
	22	574~598	0.80		9.5		1.5		
F i n i s h i n g	23	598~619	0.70			9.0	1.2		
	24	619~637	0.60			8.5	1.2		
	25	637~654	0.55			8.4	1.2		
	26	654~669	0.50			8.4	1.2		
	27	669~681	0.40			8.4	1.2		
	28	681~692	0.35			8.0	1.2		

5. 요약

본 연구는 고급육의 생산 효율을 높이기 위한 거세한우의 사양프로그램을 확립하기 위하여 개시월령을 세가지 월령(7, 8, 및 9), 출하월령을 세가지 월령(24, 26, 및 28), 증체량 조절을 위한 농후사료 급여수준을 두 수준(저와 고)으로 하고, 한우 거세우 180두를 공시하여 3×3×2 요인 실험을 실시하였다. 농후사료는 육성기, 비육전기 및 비육후기의 세단계로 구분하여 급여수준에 의한 사양프로그램에 따라 급여하였고, 벗짚은 전기간 자유채식 시켰다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

- 가. 육성기 일당증체량은 급여수준과 출하월령이 높은 그룹에서 증가하였으나, 개시월령이 높을수록 감소한 것으로 나타났다. 사료 요구율은 출하월령과 급여수준에 의한 차이는 나타나지 않았으나, 개시월령이 높을수록 나빠졌다.
- 나. 비육전기의 일당증체량 및 사료요구율은 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 뚜렷하지 않았다.
- 다. 비육후기 일당증체량은 특히 출하월령이 28개월령에서 크게 낮았으며, 사료요구율도 28개월령일 때 현저하게 나쁜 것으로 나타났다.
- 라. 전 비육기간 일당증체량은 출하월령과 급여수준에 의한 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았지만, 개시월령이 높은 9개월령 그룹에서 유의하게 감소하였다. 그러나 종료체중은 출하월령의 증가와 함께 크게 증가하였다. 사료요구율은 특히, 출하월령이 28개월령인 그룹과 개시월령이 높은 9개월령에서 나쁜 것으로 나타났다.
- 마. 도체특성에서는 출하월령의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 냉도체중은 출하월령의 증가와 함께 크게 증가하였다. 육량형질의 경우에는 등지방두께가 출하월령이 28개월령에서 두드러지게 증가하였고, 등심면적은 넓어졌다. 따라서 육량지수도 28개월령에서 크게 낮아져 육량등급이 나빠지는 것으로 나타났다. 육질형질의 경우, 근내지방도는 출하월령의 증가와 함께 현저한 증가를 보였으며, 특히 28개월령에서 보다 높은 증가를 보여 매우 좋은 육질등급을 받은 것으로 나타났다.
- 바. 도체구성의 경우 출하월령이 증가함에 따라 거래정육율과 근육비율은 현저하게 감소되는데 반하여, 지방비율은 크게 증가하였고, 부분육 생산 비율에 있어서도 양지를 제외한 다른 부분육 생산 비율은 출하월령의 증가와 함께 감소하였다.

- 사. 도체의 이화학적 특성의 경우는 출하월령에 의한 영향보다 육질등급에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 육질등급이 좋을수록 도체의 수분함량은 크게 감소하는데 반하여 조지방 함량은 현저하게 증가하였고, 육색의 밝기를 나타내는 L값은 가장 좋은 등급인 1+ 등급에서 가장 높은 것으로 나타났다.
- 아. 도체의 지방산 조성은 육질등급에 의한 영향보다 출하월령에 의한 영향이 더 뚜렷하였다. 출하월령의 증가와 함께 포화지방산은 감소하는데 반하여 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산은 현저하게 증가하였다. 특히 C_{18:1}지방산은 출하월령에 의한 차이는 없었으나, 육질등급이 좋을수록 현저하게 높게 나타났다.
- 자. 이러한 결과로 볼 때 출하월령의 증가는 비육능력과 도체형질의 일부, 도체구성 및 부분육 생산비율 등에 불리하게 작용하지만, 출하체중과 도체중의 증가를 비롯하여 고급육 특성과 관련되는 형질의 발현에는 유리하게 작용하였다.

따라서 한우의 고급육 생산이라는 측면에서 한우거세우의 출하월령은 28개월령으로 연장하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

또한, 본 연구결과에 나타난 자료는 고급육 생산을 위한 사료급여프로그램을 작성하는데 이용하였다.

제 4 절 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선

[시험 1. Tocopherol 첨가 시험]

1. 서론

한우 도체의 육질등급은 도체 등급기준에 따라 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에 의해 결정된다. 이중에서도 등급 판정에 가장 영향을 미치는 근내지방도이다. 그러나 소비자가 쇠고기를 구매할 때 육질, 특히 신선도를 판단하는 기준은 육색이다(Kropf 등, 1986; Faustman과 Cassens, 1990). 육색은 산화에 의해 쉽게 변색되므로 산화를 방지하거나 지연시키는 것이 소비자가 선호하는 육색을 장기간 유지하는 관건이 된다.

지방의 산화는 신선육의 산패를 야기시키고, 가열된 고기에 warmed-over flavor를 생성시키는 원인이 되며, 육색산화와 상관이 높다(Hutchins 등, 1967; Greene, 1969; Faustman 등, 1989a). 지질산화중에 생성되는 free radical 물질들은 육색산화를 직접 촉진시키기도 하고 육색 발현에 관련된 시스템에 간접적으로 영향을 미치기도 한다(Liu 등, 1995).

육색의 퇴색은 조명정도, 포장방법, 근육의 종류 등에 따라 달라진다(Kropf, 1982; Mac Dougall, 1982; Bertelsen과 Skibsted, 1987; Andersen 등, 1989; Lanari 등, 1989; Lanari와 Zaritzky, 1991).

비타민 E는 생체세포막에서의 항산화작용을 가지는 물질로서 지질산화를 방지하고, 쇠고기 색소의 산화를 억제하는 효과가 뚜렷한 것으로 알려져 있다(Faustaman 등, 1989b; Arnold 등, 1992). 여러 연구자들의 가설은 비육우에 비타민 E를 급여하였을 때 근육내에 α -tocopherol의 농도가 증가하고 따라서 근육내 지질의 산화를 방지하며, 근형질내에 존재하는 육색소인 myoglobin을 환원상태에서 산화적 상태로 전환되는 것을 억제한다는 것이다. 그러나 비타민 E가 myoglobin의 산화를 억제하는 기작에 대하여서는 아직 명확하게 밝혀져 있지 않다.

따라서 본 시험은 한우거세우의 고품질육 생산을 목적으로 사료내 비타민 E 첨가 수준이 비육능력과 도체 특성에 미치는 효과를 구명하고, 아울러 소매진열중 쇠고기 색소의 변색 억제 및 지질의 산화방지에 미치는 효과를 검토하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향

1) 시험동물 및 시험설계

비육후기 (약 18개월령)의 한우거세우 27두를 공시하여 비타민 E 첨가수준에 따라 대조구(0 IU/일)에는 14두, 시험구(1,500IU/일)에는 13두씩 완전 임의 배치하였으며, 총 시험기간은 120일로 하고, 비육능력 조사기간은 84일로 하였다.

농후사료는 (주) 제일사료의 비육후기용 배합사료를 사용하였고, 조사료는 볏짚을 이용하였으며, 시험사료의 화학적 조성은 표 1에서와 같았다. 비타민 E 공급원으로는 Hoffman LaRoche사 제품인 dl- α -tocopherol acetate를 사용하였고, 급여량은 1500IU/일 이었다.

시험우는 각 처리별로 9m × 9m 우리에 군사(group feeding)하였고, 배합사료급여는 제일사료 주식회사 비육후기 사양 프로그램에 따랐으며, 조사료는 자유 채식시켰다.

체중은 시험 개시시에서 종료시까지 매일 1회씩 일정시각에 측정하였고, 사료 섭취량은 매일 급여량을 기록하고 체중측정시에 잔량을 조사하여 증체량 및 사료요구율을 구하였다.

2) 시료채취와 처리 및 분석 방법

사료의 시료채취는 시험사료 급여 개시시(0일)와 120일째 실시하였으며, 혈액은 각 처리별로 각각 6두씩을 선발하여 사료 급여전과 도축전에 각각 채취한 다음 즉시 혈장을 분리하였다.

도체의 시료는 시험우 도축 후 도체등급 판정을 받고 절개된 13번째 늑골부위의 등심을 채취하였다. 모든 시료는 분석시까지 -80°C 에서 보관하였다.

사료의 조성분, 칼슘과 인 및 도체의 수분과 조지방은 AOAC(1980)방법에 의하여 분석하였으며, 시험사료의 화학적 조성은 표 1과 같았다.

등심부위 쇠고기의 보수력 측정은 이와 성(1983)의 방법에 따라 실시하였고, 기기에 의한 연도측정은 시료를 3cm×6cm×6cm의 크기로 절단하고 75 $^{\circ}\text{C}$ 의 열탕에서 시료의 중심온도가 70 $^{\circ}\text{C}$ 에 달한 후 30분간 가열하여 corer로 1cm×1.2cm×3cm의 크기로 만들어 Rheometer(Model CR-100, Sun Scientific. Co. Japan)로 측정하였다. 이 때

Rheometer의 운전조건은 table speed 200mm/min, graph speed 100mm/min, load cell 10kg, sample height 1mm로 하였다.

사료, 혈장 및 도체중의 비타민 E는 Liu 등(1996)의 방법에 따라 실시하였다. 즉, 근육 1g(혈장 0.5ml, 사료 1g)을 2개의 20×150mm test tube에 넣고 각 시험관에 ascorbic acid 0.25g과 saponification 용액 7.3ml을 함께 넣고 ascorbic acid가 완전히 용해될 때까지 가볍게 혼합하였다. 이들 각 시험관을 80 °C shaking water bath에서 200rpm으로 15분 동안 가온후 얼음에서 시험관을 냉각시키고, isooctane 4ml을 가하여 2분 동안 혼합하였다. 이들 시험관을 약 10분 정도 정치시켜 isooctane층이 분리되게 하고 상층의 isooctane층을 분취하여 0.45 μ m syringe filter로 여과한 후 microcentrifuge tube에 넣어 HPLC로 분석하였다.

이때 HPLC 분석조건은 표 2와 같았으며, 표준곡선은 외부표준법을 사용하여 0.5 μ g에서 4 μ g tocopherol을 isooctane에 용해시켜 회귀분석하고 표준곡선을 만들어 각 시료의 농도를 구하였다.

표 1. 시험사료의 화학적 조성

성 분	비타민 E, IU		벳 질
	0	1500	
수 분	13.85	13.51	11.07
조단백질	11.93	12.22	4.33
조 지방	3.34	3.51	2.19
조 섬유	6.13	5.58	30.37
조 회 분	5.54	5.55	11.04
가용무질소물	59.21	59.63	41.00
칼슘	0.73	0.74	0.39
인	0.46	0.48	0.09

표 2. 비타민 E 함량분석을 위한 HPLC 운전조건

기 기	:	Water HPLC
Pump	:	Waters 510
Injector	:	Waters U6K
Detector	:	Jasco FP 920 fluorescence detector (gain : 10)
Data processor	:	Waters Maxima 810
Column	:	Water u-Novapak Silica(60Å, 4μm, 3.9×150mm)
Wavelength	:	Excitation 296nm, Emission 325nm
Injection volume	:	50μl
Flow rate	:	1.0ml/min
Run time	:	10min
Mobile phase	:	96% isoovtane(vol/vol) : 4% tetrahydrofuran(vol/vol)

나. 육색 및 지질안정에 미치는 영향

시험개시 후 120일째에 대조구와 시험구별로 3두씩을 도출하고 24시간 냉장후 도체등급 판정이 끝난 각 도체로부터 13번째 늑골부위의 등심을 채취한 다음, 직경 약 10cm, 두께 약 1cm의 크기로 절단하였으며, 절단 즉시 진열용 접시에 담아 PVC 랩으로 포장한 다음 소매 전시용 진열장에 0, 1, 3, 5 및 7일간 전시하였다.

진열장내의 온도는 $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이었고, 조명은 백색형광등으로 하였으며, 진열장내의 조도는 조도계(Yew type 3281, Yokogawa, Japan)로 측정하였을 때 1950~ 2450 lux 를 나타내었다.

각 시료의 분석은 진열기간 0, 1, 3, 5 및 7일째에 각각 측정하였다.

육색의 측정은 기기에 의한 방법과 훈련된 요원에 의한 육안측정을 실시하였다. 육색 측정에 사용된 기기는 색차계(Minolta CR-300, Japan)로서 CIE값(L = 명도, a = 적색도, b = 황색도, 색상, 채도)으로 표시하였다. 이때 사용된 표준 백색판은 기기의 manual 에 따라 $Y=94.5$, $x=0.3132$, $y=0.3203$ 으로 하였으며, 각 시료를 9회 반복 측정하여 평균

값을 구하였다. 또한 육안에 의한 육색 측정은 한국도체등급기준의 육색 표준인 7단계를 기준하여 가장 밝은 적색을 1점, 가장 어두운 적색을 7점으로 하되, 1~7사이는 0.5단계로 다시 세분하여 점수화한 다음 훈련된 검사원 3인이 측정한 것을 평균하였다.

저장기간 중 시료로부터 유리되는 driploss의 양은 시료채취 당일에 각 시료의 무게를 측정하고, 각각의 시험일에 시료의 무게를 다시 측정하여 시료채취 당일의 시료중량에 대한 중량감소 비율을 구하여 Drip loss로 하였다.

지방산패도의 측정은 Salih 등(1987)의 방법에 따라 TBA값을 측정하여 나타내었다. 즉 시료 10g을 homogenized flask에 3.86% perchloric acid 35ml와 함께 넣어 1분 동안 13800rpm에서 균질한 후 시험관으로 옮기고, homogenized flask를 증류수 5ml로 세척 후 상기 시험관에 함께 넣었다. 균질화된 시료는 Whatman No. 2 filter paper로 여과하고, 여과액 2.5ml과 0.02M 수용성 thiobarbituric acid(TBA) 2.5ml을 넣어 cap을 닫은 후 boiling water bath에서 30분 동안 가열하였다. 이것을 냉각시킨 후 spectrophotometer(Shimadzu 160A, Japan)로 531nm에서 흡광도를 측정하였다.

표준곡선은 1×10^{-7} —1,1,3,3 tetraethoxypropane(TEP)를 증류수에 용해시킨 후 stock solution을 만들고 1×10^{-8} 에서 8×10^{-8} 까지 희석하여 작성하였으며, 농도는 회귀분석하고 표준곡선에서 나온 malondialdehyde농도에 0.77을 곱하여 TBA값을 구하였다.

일반 생균수는 도체 표면적 cm^2 당 세균수를 산정 하였으며, 진열중인 시료 표면($5\text{cm} \times 5\text{cm}$)을 2겹의 거즈로 몇 차례 마찰하여 부착세균을 집균한 후 25ml BPD(Bufferfield's phosphate Diluent) 용액에 희석하여 2~5분간 진탕 혼합하여 재료로 이용하였다. 이 혼합용액을 10^{-1} 에서 10^{-5} 까지 단계적으로 희석하여 각 단계별 용액 1ml씩 채취하고 Plate count agar에 접종한 후 35°C 에서 48시간 배양하였다. 집락수가 30~300개를 형성한 배지를 선택하여 집락수를 측정하여 도체표면 cm^2 당 총 생균수를 산정 하였다.

본 실험의 통계처리는 SAS-package(1985)에 의해 T-test를 하고 유의성은 5% 수준에서 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향

1) 비육능력

비타민 E 급여 수준이 한우거세우의 비육능력에 미치는 영향은 표 3에 나타난 바와 같다.

일당 증체량은 대조구 및 비타민 E 급여구가 각각 0.94와 0.96kg으로 각 처리구간에 차이를 나타내지 않았고, 배합사료 및 볏짚을 합한 사료섭취량에 있어서도 두당 868.14와 851.39kg으로 각 처리구간에 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 1kg 증체하는데 소요된 사료량에 있어서도 뚜렷한 차이가 없었다. 이러한 결과로 볼 때 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 비타민 E 급여여부에 영향을 받지 않는 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 사료내 비타민 E 첨가가 비육능력에 영향을 미치지 않았다는 Kobayashi와 Takasaki(1985) 및 Arnold 등(1992a, 1993b)의 보고와는 일치하였으나, 비타민 E 첨가에 의해 일당증체량과 사료요구율의 개선이 뚜렷하게 있었다는 Hill 등(1989)의 보고와는 상반되었다.

표 3. 비타민 E 급여가 한우거세우의 비육능력에 미치는 영향

항 목	비타민 E, IU	
	0	1500
두 수	14	13
비육기간,일	84	84
증체성적(kg/두) :		
개시시 체중	439.6±7.1 ¹⁾	449.8±7.4
종료시 체중	518.9±9.4	530.1±8.4
총증체량	79.3±3.3	80.3±3.8
일당증체량	0.94±0.04	0.96±0.05
사료섭취량(kg/두) :		
농후사료	748.14(8.91) ²⁾	728.62(8.67)
볏 짚	120.00(1.43)	122.77(1.46)
계	868.14(10.34)	851.39(10.14)
사료요구율(kg/kg증체) :		
농후사료	9.43	9.07
볏 짚	1.51	1.53
계	10.95	10.60

1) mean ± standard error

2) Values in parentheses represent intake/head/day

2) 도체특성

표 4는 도체의 육량등급 및 육질등급 판정결과를 나타낸 것이다.

냉도체중은 대조구가 331.33 kg, 비타민 E 1500 IU/일을 급여한 구가 326.33 kg이었으며, 등지방 두께와 등심면적에서는 각각 대조구가 1.33 cm 및 74.50 cm², 비타민 E 급여구가 1.25 cm 및 76.17 cm² 이었고, 냉도체중, 등지방 두께 및 등심면적의 차이는 양 시험구간에 유의성이 인정되지 않았다.

냉도체중, 등지방 두께, 등심 면적등을 고려한 육량지수에서와 육량등급 A등급을 1, B등급을 2, C등급을 3으로 하여 수치화한 결과를 보면 각 시험구간에 유의성은 인정되지 않았으나, 대조구에 비하여 비타민 E를 급여한 구가 다소 유리한 육량등급 판정을 받은 것으로 나타났다. 그러나 이러한 결과는 도축두수 6두의 적은 두수로부터 얻은 것이므로 비타민 E급여에 따른 결과라고 보기는 어렵다.

이러한 결과는 Arnold 등(1992a)이 홀스타인 거세우에 비타민 E를 500 IU씩 266일간 급여하고 또한 Arnold 등(1993a)이 비타민 E를 500 IU 및 2000 IU씩 252일간 급여한 결과 도체율, 등지방 두께, 등심 단면적 및 육량지수에 차이가 없었다고 한 것과 일치하고 있다.

한편 육질등급 판정결과를 보면, 근내지방도는 대조구가 4.17, 비타민 E 급여구가 3.67로서 대조구가 다소 높으나, 육색 판정결과에서는 대조구가 4.83, 비타민 E 급여구가 4.00을 나타내어 육색은 사료내 비타민 E 첨가에 의해 크게 개선되는 것으로 판단되었다. 지방의 색깔, 조직감과 성숙도는 비타민 E 첨가에 의한 뚜렷한 효과가 없었다.

최종 육질등급 판정결과에서는 대조구가 평균 1.17, 비타민 E 급여구가 1.50으로 대조구가 더욱 높은 등급을 받았으나 유의성은 인정되지 않았다. 이와 같이 도체육질 등급 판정에 있어서 대조구가 높은 등급을 받은 것은 육질등급 판정시에 가장 중요한 항목인 근내지방도에서 대조구가 더욱 높았기 때문으로 생각되며, 이것은 비타민 E 급여에 의한 것이 아니라 시험우 개체별 유전적 자질의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

이 같은 본 시험의 결과는 Arnold 등(1992a, 1993b)이 비타민 E를 500 IU와 2000 IU씩 252일간 급여하였을 때 육질등급 및 이와 관련된 항목에서 비타민 E 급여수준에 따른 차이가 없었다고 한 것과 일치하였다.

표 4. 비타민 E 급여가 한우 거세우의 도체특성에 미치는 영향

항 목	비타민 E, IU	
	0	1500
냉도체중	331.33 ± 4.98 ¹⁾	326.33 ± 2.84
육량형질 :		
등지방 두께, cm	1.33 ± 0.19	1.25 ± 0.13
등심 면적, cm ²	74.50 ± 2.10	76.17 ± 0.44
육량지수	66.51 ± 0.79	67.02 ± 0.48
육량등급 :	2.33 ± 0.33	2.17 ± 0.17
A	1 ²⁾ (16.7%) ³⁾	0(0.0%)
B	2(33.3%)	5(83.3%)
C	3(50.0%)	1(16.7%)
육질형질 :		
근내지방도 ⁴⁾	4.17 ± 0.28	3.67 ± 0.56
육색 ⁵⁾	4.83 ± 0.15 ^A	3.33 ± 0.24 ^B
지방색 ⁶⁾	3.33 ± 0.19	3.00 ± 0.00
조적감 ⁷⁾	1.17 ± 0.15	1.17 ± 0.15
성숙도 ⁸⁾	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00
육질등급 :	1.17 ± 0.17	1.50 ± 0.22
1	5(83.3%)	3(50.0%)
2	1(16.7%)	3(50.0%)
3	0(0.0%)	0(0.0%)

1) Mean ± standard error.

2) Heads observed.

3) Values in parentheses represent the percentage of total heads.

4) 5=abundant ; 1=devoid.

5) 1=bright red ; 7=dark red.

6) 1=white ; 7=yellow.

7) 1=soft ; 3=firm

8) 1=young ; 3=aged.

^{A,B} Means in the same row bearing different superscripts are significantly different(P<0.05).

3) 쇠고기의 이화학적 특성변화

비타민 E 급여에 따른 시험우 등심의 이화학적 특성변화는 표 5에 나타내었다.

수분과 조지방 함량은 양 시험구간에 뚜렷한 차이가 없었다. 기기측정에 의한 연도와 보수력에서는 비타민 E 급여군이 대조구에 비하여 각각 낮고 높은 수치를 나타내었으나, 유의성은 인정되지 않았다.

이러한 결과에 대하여 三津本 등(1995a, b)은 비육우에 비타민 E 수준을 다르게 급여하여도 반건양근의 조지방함량 및 전단력가에는 각 시험구간에 차이가 없다고 하였다.

이것으로 보아 한우 거세우에 비타민 E를 급여하여도 쇠고기의 이화학적 특성변화에는 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

표 5. 비타민E 급여가 한우 거세우 등심의 이화학적 특성에 미치는 영향

항 목	비타민 E, IU	
	0	1500
수 분, %	68.86±0.33 ^U	66.94±0.53
조지방, %	10.11±0.37	10.96±0.33
연 도, kg	29.65±1.11	23.96±1.52
보수력, %	63.06±2.08	68.39±2.13

1) 평균 ± 표준오차

4) 사료, 혈장 및 근육내 α -tocopherol 함량변화

표 6은 비타민 E급여에 따른 사료와 혈장 및 배최장근내 α -tocopherol의 함량을 분석한 결과이다.

대조구의 사료내 α -tocopherol 함량은 8.76 $\mu\text{g/g}$ 이었으나, 비타민 E를 1500 IU 급여한 구는 70.15 $\mu\text{g/g}$ 이었다. 시험개시전 혈장내 α -tocopherol 농도는 2.02~2.18 $\mu\text{g/ml}$ 수준으로 각 시험구간에 유의한 차이가 없었으나, 비타민 E를 120일간 급여한 후

는 대조구가 3.0 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 1500 IU 급여구가 6.22 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로서 비타민 E 급여에 의해 비육우 혈장내 α -tocopherol 농도는 현저한 증가를 보였다.

표 6. 비타민E 급여가 사료, 혈장 및 한우 거세우 등심의 α -토코페롤 함량에 미치는 영향

항 목	비타민 E, IU	
	0	1500
사료, $\mu\text{g}/\text{g}$	8.76	70.15
혈장, $\mu\text{g}/\text{g}$		
0 day	2.18 \pm 0.20 ^{AU}	2.02 \pm 0.25 ^A
120th day	3.00 \pm 0.27 ^A	6.22 \pm 0.24 ^B
등심, $\mu\text{g}/\text{g}$	0.78 \pm 0.07 ^A	2.40 \pm 0.17 ^B

1) 평균 \pm 표준오차

^{A,B} Means in the same column bearing different superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

배최장근내 α -tocopherol 농도의 경우, 대조구는 0.78 $\mu\text{g}/\text{g}$ 인데 비하여 비타민 E 급여구는 2.40 $\mu\text{g}/\text{g}$ 으로 비타민 E 급여에 따른 시험구간에 유의하게 차이가 있어 비타민 E 급여가 근육내에 축적되는 α -tocopherol의 농도를 크게 증가하는 것으로 나타났다.

三津本 등(1995a)은 일본 흑모화우거세우에 비타민 E를 4주간 2500 mg 사료로 투여하였을 때, 혈장내 α -tocopherol의 농도는 대조구가 1.3mg/l 인데 반하여, 시험구는 6.8 mg/l 이었으며, 반건양근에서는 대조구가 1.3mg/kg인데 반하여 시험구는 2.4 mg/kg로서 대조구에 비하여 유의하게 높았다고 하였다. 또한 三津本(1995b)는 비타민 E 공급원으로 α -tocopherol acetate를 홀스타인 거세우에 도살전 38일간 1200mg씩 급여한 경우와 육용종 거세우에 도살전 67일간 동일 수준의 비타민 E를 급여한 경우, 배최장근내 비타민 E 농도가 육용종에서는 대조구에 비하여 시험구가 2.7배, 홀스타인에서는 대조구에 비하여 시험구가 1.6배 높았다고 하였다. 또한 Arnold 등(1993a)은 비타민 E 급여 개시전 시험우의 혈장내 α -tocopherol 농도는 품종이나 비타민 E 급여 수준에 따른 차이가 인정되지 않았으나 비타민 E 급여이후 시험종료일까지 혈장내 그 농도는 대조구가 가장 낮았고, 2000 IU 급여구가 가장 높았으며, 500 IU 급여구는 그 중간이라고 하였다. 또한 이들은 252일간 비타민 E를 급여하였을 경우 배최장근내 α

-tocopherol의 농도는 500 IU 급여구가 4.1 $\mu\text{g/g}$, 2000 IU 급여구가 7.2 $\mu\text{g/g}$ 이었다고 하여 본 실험의 결과와 같은 경향이었으나 본 실험의 결과는 이들의 연구결과보다 그 농도가 낮았는데 이러한 차이는 비타민 E 급여기간과 시험우의 사양방법 차이에 기인한 것으로 생각되었다.

나. 육색 및 지질안정성에 미치는 영향

1) 경시적 육색의 변화

표 7은 한우 거세우에 비타민 E를 120일간 급여하고 도축후 36시간이내에 도체를 발골 해체한 다음 등심부위를 소매진열장에서 냉장진열하고 경시적으로 육색의 변화를 색차계로 측정 한 값이다.

표 7. 비타민 E 급여가 진열중 한우 거세우 등심의 CIE치에 미치는 영향

색 상	비타민 E	진열 기간, 일				
		0	1	3	5	7
L	0IU	29.86 ^a ±0.47 ^{ij}	30.52 ^{aa} ±0.66	30.26 ^a ±0.71	30.53 ^a ±0.62	31.43 ^b ±0.39
	1500IU	30.75±0.88	32.68 ^b ±0.51	31.50±0.63	32.32±0.38	31.69±0.77
a	0IU	14.36 ^{aa} ±0.52	17.91 ^{ca} ±0.74	16.22 ^b ±0.52	14.47 ^{abA} ±0.39	14.45 ^{aa} ±0.51
	1500IU	17.40 ^{ab} ±0.38	19.87 ^{db} ±0.63	18.00 ^{ab} ±0.48	16.98 ^{ab} ±0.42	17.21 ^{ab} ±0.59
b	0IU	5.23 ^{aa} ±0.23	7.28 ^{ba} ±0.19	6.75 ^{bca} ±0.33	6.21 ^{ca} ±0.21	6.69 ^{bc} ±0.26
	1500IU	6.88 ^{ab} ±0.31	8.13 ^{db} ±0.26	7.31 ^{ab} ±0.34	7.11 ^{ab} ±0.31	7.15 ^a ±0.31
chroma	0IU	20.33 ^{aa} ±0.63	25.77 ^{ca} ±0.23	23.60 ^b ±0.34	21.23 ^{ab} ±0.46	21.28 ^{aa} ±0.41
	1500IU	25.86 ^{ab} ±0.41	27.96 ^{ab} ±0.62	25.63 ^{ab} ±0.52	24.13 ^b ±0.21	24.60 ^{ab} ±0.36
hue	0IU	23.26 ^{aa} ±0.44	27.17 ^b ±0.52	27.27 ^b ±0.33	27.43 ^b ±0.27	29.27 ^{ba} ±0.69
	1500IU	26.85 ^b ±0.32	27.53 ^b ±0.41	27.03 ^b ±0.64	27.82 ^b ±0.33	27.33 ^b ±0.58

1) 평균 ± 표준오차

^{a,b} Means in the same column bearing different superscripts are significantly different(P<0.05).

^{A,B} Means in the same row bearing different superscripts are significantly different(P<0.05).

명도(L값)의 변화에서는 비타민 E 급여군이 진열 1일째에 대조구보다 높았으며, 진열 개시일과 3일 및 5일째에도 유의성은 인정되지 않으나, 대조구에 비하여 비타민 E를 급여한 구의 명도가 높은 경향을 나타내었다.

적색도(a값)는 비타민 E 급여여부에 관계없이 양 처리구 모두 진열 1일째와 3일째에 가장 높은 값을 나타내었으며, 비타민 E 급여구의 적색도는 대조구에 비하여 진열개시 3일째를 제외하고 전 진열 기간동안 유의하게 높은 값을 나타내었다.

등심부위의 냉장 진열중 황색도(b값)변화에서는 적색도에서와 같이 비타민 E 급여여부에 관계없이 진열개시 후 1일째부터 값이 증가하였으며, 비타민 E 급여구는 대조구에 비하여 진열개시 직후부터 1일째까지는 유의하게 높은 값을 나타내었고 이후에도 높은 값을 나타내는 경향을 보였다.

색깔을 표현하는 방법 중에서 채도란 색깔의 선명도, 즉 색채의 강, 약 정도와 그 색깔의 깨끗한 정도를 의미하며, 채도가 높은 색깔을 淸色이라고 하고, 탁하거나 선명하지 못한 색깔을 濁色이라고 한다. 이러한 색깔의 선명한 정도를 나타내는 채도의 변화에서는 비타민 E 급여여부에 관계없이 모든 처리구에서 진열개시 1일째에 가장 높은 값을 나타내었다가 점차 감소하는 경향을 나타내었는데, 비타민 E 급여구는 진열초기의 대조구에 비하여 선명도가 더욱 높게 나타났으며, 이후에도 이러한 경향은 지속되었다. 대조구는 진열 1일째에 최고값에 도달하였다가 3일째부터 크게 감소하였지만, 비타민 E 급여구는 진열 1일째에 최고값에 도달하였다가 7일째까지도 높은 선명도를 유지하였다.

색깔의 이름으로 구별되는 모든 색깔들은 감각으로 느낄수 있는데 이러한 색깔의 속성을 색상이라 한다.

비타민 E 급여군의 색상은 모든 처리구에서 진열직후에 비하여 진열개시 1일째에 높은 값을 나타내었으나, 이후 색상의 변화는 거의 일어나지 않았다. 그러나 진열개시 직후 비타민 E 급여구는 대조구에 비하여 색상의 값이 높았다.

Faustman 등(1989a, b)은 비육우를 체중 110kg에서 545kg이 될 때까지 370mg의 dl- α -tocopherol을 매일 투여하였을 경우 이들 비육우의 배최장근은 냉장 전시중 적색도(a값)와 채도가 대조구에 비하여 높았다고 하여 본 실험의 결과도 이들의 결과와 일치하고 있다. 또한 三津本 등(1995a)은 일본 흑모화우 거세우에 4주간 2500mg의 dl- α -tocopherol을 급여하고 반건양근을 10일간 냉장 전시하였을 경우 a값이 대조구에 비하여 유의하게 높았다고 하였다. 그리고 Chan 등(1996)도 α -tocopherol acetate를 도축전 122일간 2000mg씩 급여하고, 도축후 14일째에 등심육을 채취하여 12일간 4℃

에서 진열하였을 경우 대조구에 비하여 비타민 E 급여구가 전 진열기간 동안 a값이 유의하게 높았다고 하였다.

기기측정에 의한 육색 변화에 대한 전반적인 결과는 한우 거세우에 비타민 E를 급여함으로써 쇠고기의 색깔이 더욱 좋아지는 것으로 생각되었다.

2) 냉장진열 중 육색변화

비타민 E 급여에 따른 등심의 냉장진열 중 육색변화를 전문가로 하여금 육안으로 측정하도록 하여 그 값을 표 8에 나타내었다.

표 8. 비타민 E 급여가 진열중 육안에 의한 한우 거세우 등심의 육색 평가치에 미치는 영향

진열 기간, 일	비타민 E, IU	
	0	1500
0	5.22 ^A ± 0.22 ^{1),2)}	4.44 ^{abB} ± 0.31
1	4.70 ^A ± 0.19	4.10 ^{bB} ± 0.19
3	5.02 ± 0.34	4.40 ^{ab} ± 0.26
5	5.50 ^A ± 0.29	4.50 ^{abB} ± 0.34
7	5.40 ± 0.16	5.00 ^b ± 0.33

1) 평균 ± 표준오차

2) 1 = bright red cherry, 7 = extremely dark brown

^{a,b} Means in the same row bearing different superscripts are significantly different (P<0.05).

^{A,B} Means in the same column bearing different superscripts are significantly different (P<0.05).

비타민 E 급여여부에 관계없이 모든 시험구에서 진열 1일째에 등심의 색깔은 가장 밝은 적색을 띠게 되고 이후에는 점차로 어두워지는 것으로 나타났다. 비타민 E 급여구는 진열직후와 진열 1일째에 대조구에 비하여 밝은 적색을 띠었으며, 이후 전 진열기간에도 비타민 E 급여구가 더욱 밝은 적색을 띠는 것으로 나타났는데, 이것은 기기 측정에 의한 육색변화에서의 적색도와 육색의 선명도를 나타내는 채도에서의 결과와 유사한 것으로 판단되었다.

쇠고기의 색깔은 3가지 색소에 의해 결정되는데, 신선육의 바람직한 색깔은 밝은 적색이며 신선육이 이러한 색깔을 유지할 수 있는 기간은 매우 짧다. 환원 육색소

(deoxymyoglobin)는 적자색을 띄며, 신선한 정육의 절단면에서 볼 수 있다. 고기의 절단면을 공기중에 몇분간 노출시켜 두면 환원 육색소는 산소화가 일어나 산소화 육색소(oxy-myoglobin)로 되며, 이 때 육색은 밝은 적색을 띄게 된다. 공기에 노출시킨 지 몇 시간 내지 몇 일이 지나면 산소화 육색소는 산화 육색소(metmyoglobin)로 되어 육색은 갈색이 된다. 환원 육색소와 산소화 육색소는 heme 단백질내의 Fe가 2가인 환원철 상태로 존재하고, 산화 육색소는 3가인 산화철 상태로 존재한다. 환원철이 산화철로 전환되는 것은 산화라고 하는 과정을 거쳤기 때문이다(Livingston과 Brown, 1981).

Mitsumoto 등(1993)은 홀스타인 비육우에 232일간 비타민 E를 80 또는 1500 IU 씩 공급하고 이들의 등심육을 분쇄하여 냉장 진열하였을 경우 메트미오글로빈의 형성 비율이 진열초기에는 6.8%이었던 것이 진열 9일째에는 40.4%로 증가한데 그쳤으나, 대조구는 진열초기에 19.0%에서 진열 9일째에는 86.9%로 크게 증가했다고 하였다. 또한 三津本(1995a)은 일본 흑모화종 거세우에 2500mg의 dl- α -tocopherol을 4주간 투여하고 이들의 등심부위를 10일간 냉장 진열하였을 경우 대조구의 메트미오글로빈 형성 비율은 3.0에서 52.7%로 증가한데 비하여 시험구는 4.4%에서 23.5%밖에 증가하지 않아 비타민 E급여가 신선육의 육색을 유지하는데 매우 효과적임을 나타내었다.

또한 Arnold 등(1992a)은 홀스타인 거세우에 300 IU의 비타민 E를 도축전 9개월 간 급여하고 이들의 등심을 냉장 진열하였을 경우 진열 11일째에 외관상 육색은 완전하게 변색되는 것으로 판단된다고 하였으며, 비타민 E를 급여한 시험구의 바람직한 육색을 유지하기까지에는 7.4일 소요되었으나, 대조구는 4.9일밖에 되지 않는다고 하였다.

이상의 결과로 보아 한우 거세우에 비타민 E 급여는 냉장육의 장기간 진열시에 육색을 밝게 유지하는데 효과적임을 알 수 있었다.

3) 육즙손실의 변화

표 9는 비타민 E 급여에 따른 한우쇠고기의 냉장진열중 육즙손실 정도를 나타내는 drip loss의 변화를 나타낸 것이다.

모든 시험군들에서 진열기간이 길어짐에 따라 점차 육즙손실량이 증가하였는데, 비타민 E 급여군과 대조구를 비교하여 보면 진열개시후 1일째까지는 양 시험구간에 차이가 없었으나, 진열 3일째부터 유의한 차이를 나타내기 시작하였다. 그러나 이후 전 진열기간 동안 비타민 E 급여군이 대조구에 비하여 유의하게 육즙손실이 적었다.

표 9. 비타민 E 급여가 진열중 한우거세우 등심의 육즙손실율에 미치는 영향

진열 기간, 일	비타민 E, IU	
	0	1500
1	1.07 ^a ± 0.12 ¹⁾	1.06 ^a ± 0.31
3	3.37 ^{bA} ± 0.23	2.22 ^{bB} ± 0.19
5	4.91 ^{cA} ± 0.18	3.25 ^{cB} ± 0.28
7	6.41 ^{dA} ± 0.26	4.14 ^{dB} ± 0.24

1) 평균 ± 표준오차

^{a,b} Means in the same row bearing different superscripts are significantly different (P<0.05).

^{A,B} Means in the same column bearing different superscripts are significantly different (P<0.05).

이러한 결과는 한우 거세우에 급여된 비타민 E가 쇠고기의 냉장진열중 육즙손실을 억제시키는 것으로 생각되었다. 三津本(1995a)도 홀스타인과 교잡종 거세우에 비타민 E를 급여하고 이들의 배최장근을 14일간 냉장전시하였을 경우, 비타민 E 투여구가 무투여구에 비하여 육즙손실이 적었으며, 근섬유의 붕괴정도도 적었다고 하면서, 이것은 투여된 비타민 E가 근섬유 세포막으로 들어가 free radical과 반응하여 세포막내의 지질산화를 방지하기 때문에 근섬유의 구조가 유지된다고 하였다.

4) 지방산패도의 변화

표 10은 비타민 E 급여에 따른 한우 거세우 등심쇠고기의 냉장 진열중 지방산패정도를 나타내는 TBA값의 변화를 나타낸 것이다.

비타민 E 급여군을 보면 진열개시 직후와 1일째까지는 처리구간에 TBA값의 차이가 없었다. 그러나 진열개시 3일째부터 대조구가 0.82mg 비타민 E 급여구가 0.73mg으로 대조구의 TBA값이 유의하게 높아지기 시작하였다.

생체에 공급되는 비타민 E는 지용성이므로 α -tocopherol 은 생체막내로 분산되고, 사료내 비타민 E의 농도가 증가할수록 막내에 존재하는 불포화지방산이 산화되는 것을 방지하고, 따라서 신선육의 지질산화를 억제하는 것으로 알려져 있다(Faustman 등 1989a, b; Mitsumoto 등 1991a, b, 1993; Arnold 등 1992a, 1993a, b).

표 10. 비타민 E 급여가 진열중 한우거세우 등심의 TBA치에 미치는 영향

진열 기간, 일	비타민 E, IU	
	0	1500
0	0.73 ^a ±0.09 ^U	0.60 ^a ±0.08
1	0.77 ^a ±0.18	0.70 ^{ab} ±0.08
3	0.82 ^{abA} ±0.21	0.73 ^{bb} ±0.22
5	1.12 ^{bA} ±0.23	0.75 ^{bb} ±0.09
7	1.22 ^{bA} ±0.08	0.75 ^{bb} ±0.17

1) 평균 ± 표준오차

^{a,b} Means in the same row bearing different superscripts are significantly different(P<0.05).

^{A,B} Means in the same column bearing different superscripts are significantly different(P<0.05).

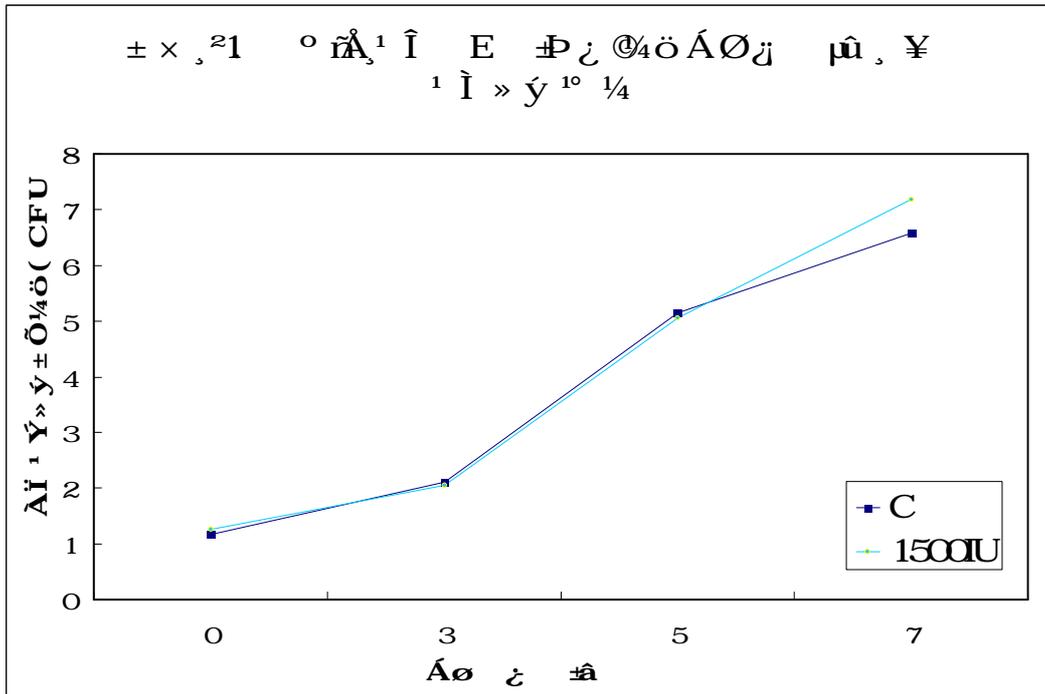
三津本 등(1995a)은 일본 흑모화우 거세우에 2500mg의 dl- α tocopherol을 4주간 급여하고 이들의 반건양근을 10일간 냉장 진열하였을 경우 TBA값이 대조구는 1.66mg MDA/kg인데 비하여 시험구는 0.53mgMDA/kg으로 시험구가 유의하게 낮았다고 하였다. 또한 Mitsumoto 등(1993)은 홀스타인 비육우에 232일간 비타민 E를 80 또는 1500 IU 급여하고, 등심을 분쇄하여 냉장 진열하였을 경우 대조구의 TBA값이 6.91인데 비하여, 시험구는 0.58로서 유의하게 시험구가 낮았다고 하였다.

5) 육 표면 미생물수의 변화

그림 1은 한우 등심부위의 쇠고기를 냉장진열하는 동안 표면에 생육하는 미생물수의 변화를 나타낸 것이다.

비타민 E 급여여부에 관계없이 각 처리구간에 생균수의 차이가 없었으며, 진열 개시 3일째에서 5일째 사이에 미생물수가 급격히 증가한 것으로 나타났다.

이러한 결과에 대하여 Chan 등(1995, 1996)도 비타민 E 급여수준에 따라 고기 표면에 존재하는 생균수에 차이가 없었다고 하면서 미생물의 생육에 의한 육색 변화는 육표면 미생물의 수가 10⁷ log CFU/cm² 이상이 되어야 한다고 하였으며, Arnold 등(1993)도 비타민 E 급여수준에 따라 진열중인 고기의 표면에 존재하는 미생물의 수는 차이가 없다고 하였다.



4. 요약

본 시험은 한우거세우의 고품질육 생산을 목적으로 사료내 비타민 E 첨가가 비육능력과 도체 특성에 미치는 효과를 구명하고, 아울러 소매진열중 쇠고기 색소의 변색 억제 및 지질의 산화방지에 미치는 효과를 검토하고자 하였다.

비타민 E 급여량은 1일 1500IU로 하고 급여기간은 120일로 하였으며, 얻어진 결과는 다음과 같다.

비타민 E 급여는 한우거세우의 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 영향을 미치지 않았으며, 도체 육량등급 판정에 관련된 항목인 냉도체중, 등지방두께, 등심단면적등에도 영향을 미치지 않았다.

또한 도체 육질등급 판정에 관련된 항목인 근내지방도, 지방의 색깔, 조직감, 성숙도 등에도 비타민 E 급여가 영향을 미치지 않았으나, 육색 판정결과에서는 비타민 E 급여에 의해 밝은 적색을 나타내었다.

시험우 등심쇠고기의 이화학적 특성인 수분, 조지방, 연도, 보수력등에서도 비타

민 E 급여에 따른 차이는 인정되지 않았다.

사료내 α -tocopherol 함량은 각 시험구간에 유의한 차이가 있었으며, 시험우의 혈장 및 근육내 이들의 농도는 비타민 E 급여에 의해 유의하게 증가하였다.

비타민 E를 급여한 시험우의 등심부위 쇠고기를 냉장 진열하였을 경우, 육색의 명도(L값)는 높게 유지되었으며, 적색도(a값)와 황색도(b값)도 비타민 E 급여에 의해 높은 값을 나타내었으며, 이들의 값은 냉장진열 1일째에서 3일째 사이에 가장 높은 값을 나타내었다. 체도에서는 비타민 E 급여구가 대조구에 비하여 높았으며, 색상은 비타민 E를 120일간 급여한 경우 진열초기 대조구에 비하여 높은 경향을 나타내었다. 비타민 E 급여에 따른 등심 쇠고기의 냉장 진열중 육색 변화를 전문가로 하여금 육안으로 측정하도록 하였을 경우 대조구에 비하여 밝은 적색을 나타내었다.

한우쇠고기의 냉장 진열중 육즙손실 정도는 비타민 E 급여군이 대조구에 비하여 적었으며, 지방 산패 정도를 나타내는 TBA 값에서는 대조군에 비하여 비타민 E 급여군이 낮았고, 냉장 진열중 미생물수의 변화는 대조군과 시험군간에 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 비타민 E 급여는 비육우의 능력 및 도체특성과 이화학적 특성에 미치는 영향은 없으나 육색을 개선하고 지질 산화와 육즙손실을 억제하는데 현저한 효과가 있는 것으로 나타났다.

[시험 2. Niacin 첨가 시험]

1. 연구개발 내용

가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향

1) 시험설계 및 시험동물

한우거세비육우의 사양프로그램 개발을 위해 사육중인 21개월령 된 비육우(평균체중524.0kg) 24두를 대조구와 시험구로 하여 각각 12두씩 배치하여 168일간 실시하였다.

2) 육색 개선제

Niacin을 육색 개선제로 사용하였고, Niacin 첨가량은 체중 kg당 50mg로 계산하여 0.33%을 배합사료에 첨가하였다.

3) 시험사료 및 사양관리

시험사료 중 농후사료는 시판중인 배합사료(비육후기용)를 사용하였고, 조사료는 일반벚짚을 사용하였다. 시험사료의 화학적 조성은 표 11에 나타난 바와 같다. 시험우는 2.75×5.5m 크기의 우리에 3두씩 수용하여 대조구 4우리, 시험구 4우리 씩 나누어 group사양을 하였다.

사료는 농후사료와 조사료 다같이 자유채식 시켰으며, 물과 광염은 자유로이 섭취할 수 있도록 하였다. 체중은 시험개시시와 개시후 종료시까지 매월(28일 간격) 일정시각에 측정하였으며, 사료 섭취량은 체중측정시 잔량을 기록하여 조사하였다. 시험종료후 모든 시험우는 도축한 다음 한국 쇠고기 등급 기준에 의해 등급판정 하였다.

4) 통계 처리

본 시험의 통계처리는 SAS-package(1985)에 의한 T-test를 하고 유의성은 5%수준에서 검정하였다.

나. 육색 및 육즙손실에 미치는 영향

1) 시험설계

시험개시 후 168일째에 시험구와 대조구 3두씩을 도축하고 도체등급 판정이 끝난 각 도체로부터 13번째 늑골부위의 배최장근과 대퇴이두근을 채취한 다음, 소매 전시진열장에서 7일간 저장하였다.

2) 시료처리 방법 및 진열장 조건

채취한 배최장근과 대퇴이두근은 직경 약 5cm, 두께 약 1cm의 크기로 절단 즉시 진열용 접시에 담아, PVC랩으로 포장한 다음, 소매 전시용 진열장에 전시하였다. 진열장내의 온도는 $0 \pm 1^\circ\text{C}$ 이었고, 조명은 백색형광등으로 하였으며, 진열장내의 조도는 조도계(Yew type 3281, Yokogawa, Japan)로 측정하였을 때, 1950~ 2450 lux를 나타내었다.

3) 시료의 분석

각 시료의 분석은 진열기간 0, 1, 3, 5 및 7일째에 각각 측정하였다.

육색의 측정은 기기에 의한 방법과 혼련된 요원에 의한 육안측정을 실시하였다. 육색 측정에 사용된 기기는 색차계(Minolta CR-300, Japan)로서 CIE값으로 표시하였다. 이때 사용된 표준 백색판은 기기의 manual에 따라 $Y=94.5$, $x=0.3132$, $y=0.3203$ 으로 하였으며, 각 시료를 6회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

또한 육안에 의한 육색 측정은 한국도체등급기준의 육색 표준인 7단계를 기준하여 가장 밝은 적색을 1점, 가장 어두운 적색을 7점으로 하되, 1~7사이는 0.5단계로 다시 세분하여 점수화한 다음 훈련된 검사원 3인이 측정된 것을 평균하였다.

저장기간 중 시료로부터 유리되는 drip의 양은 시료 채취 당일에 각 시료의 무게를 측정하고, 각각의 시험일에 시료의 무게를 다시 측정하여 시료 채취 당일의 시료중량에 대한 중량감소 비율을 구하여 Drip loss로 하였다.

지방산패의 측정은 Salih등(1987)의 방법에 따라 TBA값을 측정하여 나타내었다. 즉 시료 10g을 3.86% perchloric acid 35ml와 함께 1분간 균질한 후 Whatman No. 2 filter paper로 여과하고, 여과액 2.5ml과 0.02M thiobarbituric acid(TBA) 2.5ml을 넣어 30분간 가열하고 냉각시킨 후 spectrophotometer (Shimadzu 160A, Japan)로 531nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 곡선은 1×10^{-7} -1,1,3,3 tetraethoxypropane를 희석하여 작성하였으며, 표준곡선에서 나온 malondialdehyde 농도에 0.77을 곱하여 TBA값을 구하였다.

표 11. 비육후기 사료의 화학적 조성 (단위,%)

성분	농후사료		볏짚
	대조구사료	나이아신첨가사료	
수분	12.94±0.31	13.28±0.22	9.62±1.06
조단백질	11.41±0.15	11.78±0.07	4.30±0.25
조지방	4.80±0.05	4.27±0.19	1.39±0.09
조섬유	6.88±0.17	5.32±0.44	31.35±0.41
조회분	5.42±0.11	5.94±0.17	11.18±0.27
가용무질소물	58.55±0.45	59.41±0.38	42.16±0.61
칼슘	0.67±0.03	0.96±0.04	0.27±0.04
인	0.44±0.03	0.46±0.02	0.06±0.00

2. 결 과

가. 비육능력과 도체특성에 미치는 영향

1) 비육능력

168일간에 나타난 결과는 표 12에 제시된 바와 같다. 대조구와 시험구의 일당증체량은 각각 0.82와 0.74kg으로 대조구가 10.8% 더 증체되었고, 사료섭취량의 경우 조사료는 양구간 비슷한 섭취량을 나타내었으나, 농후사료는 대조구가 5.7% 더 섭취하였다.

이러한 결과로 볼 때 나이아신이 비육능력에 미치는 효과는 없는 것으로 판단된다. 본 시험에서 시험구의 증체량이 증가하지 못한 것은 농후사료 섭취량이 증가되지 못했던데 기인된 것으로 생각되며, 이는 시험구중에 식성이나 먹성이 좋지 않은 개체가 포함되어 있었던 것이 아닌가 사료된다.

표 12. 나이아신 첨가가 한우거세우의 비육능력에 미치는 영향

항 목	처 리	
	대 조 구	시 험 구
증체성적,kg/두		
개시시체중	529.8±9.47 ¹⁾	518.3±9.17
종료시체중	667.7±12.44	642.2±13.08
총증체량	137.8±5.76	123.8±5.24
일당증체량	0.82±0.03	0.74±0.03
사료섭취량, kg/두		
농후사료	1449.04±2.63(8.63±0.02) ²⁾	1370.45±9.47(8.16±0.06)
조사료	208.19±5.31(1.24±0.03)	206.15±4.4(1.23±0.03)
계	1657.2±7.40(9.86±0.04)	1576.6±8.78(9.38±0.05)
사료요구율, 사료kg/증체kg		
농후사료	10.52±0.18	11.16±0.56
조사료	1.51±0.03	1.68±0.10
계	12.03±0.19	12.84±0.65

1) 평균±표준오차.

2) 1일1두 사료섭취량을 나타냄.

2) 도체특성

도체 성적은 표 13에 나타난 바와 같다.

육량형질의 경우 등지방 두께는 대조구와 시험구가 각각 0.97과 1.07cm로 시험구가 10.3% 더 두꺼웠으며, 등심면적은 대조구의 82.33cm²에 비하여 시험구가 87.07cm²로 5.8% 더 넓었다. 그러나 육량등급을 결정하는 육량지수는 양구간 차이를 나타내지 않았다. 따라서 육량등급의 판정결과는 A등급을 받은 것이 양구간 각각 3두로 전체 두 수 중 출현비율로 볼 때 25%였고, 대조구에서 1두가 C등급 판정을 받았다. 육질형질

의 경우는 육질 등급을 결정하는 근내지방도를 비롯한 육색 지방색 조직감 및 성숙도에서 대조구와 시험구간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 따라서 육질 등급 판정 결과에서도 양구간은 똑같았다. 대조구와 시험구 공히 1+ 등급을 받은 것이 5두, 1등급이 6두, 2등급이 1두로 각각 41.7, 50.0 및 8.3%의 출현 비율을 나타내었다.

이와 같이 양구 모두가 1등급 이상의 출현율이 91.7%를 나타낸 것은 대단히 좋은 결과로 판단되며, 나이아신이 육량과 육질에 미치는 효과는 특별하게 없는 것으로 판단되었다.

표 13. 나이아신 첨가가 한우 거세우의 도체특성에 미치는 영향

항 목	처 리	
	대 조 구	시 험 구
두수	12	12
도체중,kg	378.8±8.5	370±8.4
육량형질:		
등지방두께,cm	0.97±0.07	1.07±0.08
등심면적,cm ²	82.33±0.35	87.07±2.47
육량지수	68.25±0.35	68.34±0.30
육량등급		
A	3두(25.0%)	3두(25.0%)
B	8 (66.7)	9 (75.0)
C	1 (8.3)	0 (0.0)
육질형질:		
근내지방도	5.05±0.38	5.22±0.37
육색	4.67±0.14	4.75±0.13
지방색	2.83±0.11	3.00±0.00
조직감	1.55±0.06	1.50±0.06
성숙도	1.33±0.00	1.33±0.00
육질등급		
1+	5두(41.7%)	5두(41.7%)
1	6 (50.0)	6 (50.0)
2	1 (8.3)	1 (8.3)
3	0 (0.0)	0 (0.0)

- 1) 평균±표준오차
- 2) A=육량많은 것, B=보통, C=육량적은 것,
- 3) 육량등급출현비율을 나타냄.
- 4) 7=지방침착이 가장 많은 것, 1=가장 적은 것.
- 5) 7=암적색, 1=선홍색
- 6) 7=노랑색, 1=백색
- 7) 3=탄력성이 없고 결이 거친 것, 1=탄력성이 있고 결이 섬세한 것.
- 8) 3=연골석회화가 된 것, 1=연골석회화가 안된 것.
- 9) 1+=육질등급최고인 것, 1=좋은 것, 2=보통, 3=나쁜 것.
- 10) 육질등급출현비율을 나타냄.

나. 육색 및 지질 안정에 미치는 영향

1) 도체의 이화학적 특성 변화

배최장근 과 대퇴이두근의 이화학적 특성 변화는 표 14에 나타내었다.

수분함량은 배최장근과 대퇴이두근에서 각각 대조구와 시험구간에는 차이가 없었으나, 대퇴이두근은 배최장근 보다 현저하게 높은 것으로 나타났다. 이에 반하여 조지방 함량 대퇴이두근에서 월등히 낮았고, 수분함량은 훨씬 높았다. 그러나 근육별 대조구와 시험구간에는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 이와 같이 지육내 수분함량과 조지방함량과의 관계는 조지방함량이 높으면 수분함량이 낮고, 조지방함량이 낮으면 수분함량이 높은 역의 관계에 있다. 배최장근이 대퇴이두근에 비하여 수분함량이 낮고 조지방 함량이 높았던 것은 배최장근내 축적된 마블링지방 때문이다.

한편 조단백질 함량과 pH는 각각 21.03~22.19%와 5.31~5.37를 나타내어 근육간 및 처리구간에 뚜렷한 차이가 없었다. 이것으로 보아 나이아신 급여는 한우거세우 도체의 이화학적 특성에는 별 다른 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

표 14. 나이아신 급여가 한우도체의 이화학적 특성에 미치는 영향

성분	배최장근		대퇴이두근	
	대조구	시험구	대조구	시험구
수분	67.95±0.41 ^{1)a}	68.71±1.41 ^a	74.08±0.09 ^b	73.49±0.28 ^b
조지방	0.36±1.05 ^a	8.67±2.32 ^a	2.84±0.38 ^b	2.65±0.21 ^b
조단백질	21.03±0.51	21.47±0.96	21.72±0.45	22.19±0.15
조회분	1.07±0.06 ^a	1.25±0.07 ^{ab}	1.31±0.05	1.25±0.03 ^{ab}
pH	5.35±0.03	5.37±0.01	5.31±0.01	5.35±0.02

1) 평균±표준오차.

a.b P <.05.

2) 육안에 의한 육색변화

나이아신 급여에 따른 배최장근과 대퇴이두근의 냉장 진열중 육색변화를 전문가(등급사)로 하여 금 육안 측정하게 하여 그 값을 표 15에 나타내었다.

배최장근의 경우 진열개시일과 진열후 1, 5 및 7일째에 나이아신을 급여한 시험구가 대조구에 비하여 육색이 다소 밝은 경향을 보였으나 유의한 차이는 아니었다. 대퇴이두근의 경우, 진열 개시일에는 시험구가 대조구보다 뚜렷하게 진한색을 나타내었지만, 진열후 1, 3 및 5일째는 유의하게 밝은 것으로 나타났다. 그러나 7일째에는 대조구와 시험구간에 차이가 없었다. 전체적으로 볼 때 나이아신 급여효과는 배최장

근보다 대퇴이두근에서 다소 더 뚜렷했던 것으로 보인다.

표 15. 나이아신 급여가 진열중 한우도체의 육안에 의한 육색변화에 미치는 영향

진열기간(일)	배최장근		대퇴이두근	
	대조구	시험구	대조구	시험구
0	4.67±0.17 ^{1),a}	4.33±0.17 ^{ab}	4.50±0.00 ^a	5.00±0.00 ^b
1	4.83±0.17	4.67±0.44	5.00±0.29	4.83±0.17
3	5.17±0.17	5.33±0.33	5.17±0.17	4.83±0.17
5	5.83±0.17 ^b	5.33±0.33 ^{ab}	6.17±0.17 ^a	5.00±0.00 ^b
7	6.00±0.50	5.67±0.33	6.17±0.60	6.17±0.33

1) 평균±표준오차.

a,b P <.05.

3) 기기 측정에 의한 육색변화

표 16, 17 및 18은 배최장근과 대퇴이두근을 소매진열장에 진열하고 경시적으로 육색변화를 색차계로 측정된 값이다. 명도의 경우(표 16), 배최장근과 대퇴이두근은 다같이 전 진열기간동안 대조구와 시험구 사이에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

적색도의 경우(표 17), 배최장근은 진열 후 1, 3 및 5일째, 대퇴이두근은 진열개시일과 진열 후 전기간에서 높은 경향을 보였다. 특히 대퇴이두근의 경우는 진열 후 5 및 7일째에서 현저하게 높은 수치를 나타내었다.

또한 황색도의 경우(표 18)는 전 진열 기간동안 배최장근과 대퇴이두근의 대조구와 시험구 사이에 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 이상의 육색 변화로 볼 때 나이아신 급여가 육색에 미치는 효과는 적색도(a값)이고, 배최장근 보다는 대퇴이두근의 적색도에 미치는 효과가 더욱 뚜렷한 것으로 판단되었다. 그러나 더욱 확실한 효과를 구명하기 위한 추가 시험이 필요한 것으로 생각되었다.

4) 지방산패도(TBA치)의 변화

표 19는 나이아신 급여가 소매진열중 배최장근과 대퇴이두근의 지방산화에 미치는 영향을 나타낸 것이다. 배최장근의 경우 진열후 1, 5 및 7일째 나이아신을 급여한 시험구에서 TBA치가 낮아지는 경향이었으나 유의한 차이는 아니었다. 대퇴이두근의 경우는 전진열기간에서 시험구가 낮은 TBA치를 보였고 특히 5일째와 7일째에서는 뚜렷한 감소를 나타내었다. 이는 배최장근보다 대퇴이두근에서 나이아신의 항산화 효과가 더욱 뚜렷함을 보인 것으로 판단되었다. 그러나 이 부분도 보다 확실한 효과를 구명하기 위한 추가 시험이 필요하다.

표 16. 나이아신 급여가 진열 중 한우도체의 CIE L 값(명도)에 미치는 영향

진열기간(일)	배최장근		대퇴이두근	
	대조구	시험구	대조구	시험구
0	29.36±0.40 ¹⁾	29.69±0.49	30.00±1.05	30.37±0.40
1	32.15±1.39	33.25±0.52	30.53±1.05	32.32±1.36
3	31.13±1.09	32.05±0.60	29.71±0.32	29.94±0.67
5	29.56±1.49	31.01±1.31	30.04±1.35	31.41±1.12
7	31.40±1.47	32.13±0.84	28.65±1.10	28.82±0.81

1) 평균±표준오차.

표 17. 나이아신 급여가 진열 중 한우도체의 CIE a 값(적색도)에 미치는 영향

진열기간(일)	배최장근		대퇴이두근	
	대조구	시험구	대조구	시험구
0	16.19±0.16 ¹⁾	16.17±0.34	15.74±0.83	17.37±1.14
1	18.50±0.27	20.84±0.97	18.93±0.49	19.30±0.60
3	17.49±0.70	18.52±0.81	15.37±1.00	16.89±0.58
5	15.91±1.13 ^a	17.07±2.13 ^a	11.09±0.99 ^b	15.62±0.49 ^a
7	14.64±1.65 ^a	14.43±2.13 ^b	9.17±0.68 ^b	12.75±0.84 ^{ab}

1) 평균±표준오차.

a,b P <.05.

표 18. 나이아신 급여가 진열 중 한우도체의 CIE b 값(황색도)에 미치는 영향

진열기간(일)	배최장근		대퇴이두근	
	대조구	시험구	대조구	시험구
0	6.15±0.14 ¹⁾	6.34±0.29	6.24±0.50	7.07±0.59
1	9.11±0.03	10.26±0.60	10.02±0.39	9.51±0.44
3	8.50±0.29	9.00±0.49	7.97±0.48	8.11±0.14
5	7.57±0.60	7.72±1.13	6.54±0.52	7.92±0.25
7	7.50±0.68	7.61±0.90	6.34±0.46	6.32±0.32

1) 평균±표준오차.

표 19. 나이아신 급여가 진열 중 한우도체의 TBA치(지방산화치)에 미치는 영향

진열기간(일)	배최장근		대퇴이두근	
	대조구	시험구	대조구	시험구
0	0.64±0.20 ¹⁾	0.61±0.09	0.59±0.31	0.61±0.07
1	0.92±0.23	0.83±0.13	1.01±0.61	0.83±0.13
3	1.21±0.41	1.45±0.20	1.59±0.80	1.57±0.35
5	1.86±0.50 ^a	1.79±0.24 ^a	3.60±1.47 ^b	1.83±0.23 ^a
7	3.12±0.28 ^a	2.19±0.38 ^a	5.91±1.50 ^b	2.10±0.72 ^a

1) 평균±표준오차.

a,b P <.05.

5) 육즙 손실(drip loss)의 변화

한우 쇠고기의 냉장 진열 중 육즙 손실정도를 나타내는 drip loss의 변화는 표 20에서와 같다.

육즙 손실율은 부위(근육)에 관계없이 진열기간이 길어짐에 따라 점차 증가하였고, 배최장근의 경우는 대조구와 시험구간에 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 그러나 대퇴이두근에서는 진열 5일째와 7일째에 시험구에서 각각 28.8% 와 25%의 육즙손실율 감소를 나타내었다. 따라서 육즙손실율에서도 나이아신 급여가 육즙손실율에 미치는 효과는 대퇴이두근에서 더욱 현저한 것으로 보였다.

표 20. 나이아신 급여가 진열 중 한우도체의 육즙손실에 미치는 영향

진열기간(일)	배최장근		대퇴이두근	
	대조구	시험구	대조구	시험구
1	1.00±0.15 ¹⁾	1.15±0.14	1.21±0.12	1.30±0.07
3	2.40±0.23	3.19±0.64	2.43±0.28	3.04±0.10
5	4.59±0.39 ^{ab}	3.85±0.32 ^a	5.53±0.63 ^b	3.94±0.13 ^a
7	4.02±0.56 ^a	5.02±0.87 ^{ab}	6.69±0.49 ^b	5.02±0.87 ^{ab}

1) 평균±표준오차.

a,b P <.05.

3. 요 약

본 시험은 한우거세우의 고품질육 생산을 목적으로 비타민 E 외 Niacin 첨가가 비육능력과 도체 특성에 미치는 효과를 구명하고, 아울러 육색 및 육즙손실에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

한우거세비육우의 사양프로그램 개발을 위해 사육중인 21개월령 된 비육우 24두를 대조구와 시험구로 하여 각각 12두씩 배치하고 168일간 실시하였으며, Niacin 첨가량은 체중 kg당 50mg으로 계산하여 0.33%를 배합사료에 첨가하였다.

Niacin의 급여는 한우 거세우의 비육능력에 미치는 효과가 거의 없는 것으로 판단되며, 도체특성에 있어서 육량 형질을 결정하는 육량지수는 대조구와 시험구 사이에 차이를 나타내지 않았다. 육질 등급을 결정하는 근내지방도를 비롯한 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에서도 대조구와 시험구간 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 또한 시험우의 등심쇠고기의 이화학적 특성에도 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

Niacin를 급여한 시험우의 배최장근과 대퇴이두근을 냉장진열 하였을 경우, 육색의 명도는 배최장근에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 대퇴이두근의 경우, 진열 후 1, 3 및 5일째 유의하게 밝은 것으로 나타났다. 적색도(a값)의 경우 배최장근은 1, 3 및 5일째, 대퇴이두근은 진열개시일과 진열 후 전 기간에서 높은 경향을 보였으며, 황색도(b값)의 경우는 Niacin의 급여로 인한 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 이상의 육색변화로 볼 때 Niacin의 급여가 육색에 미치는 효과는 적색도(a값)이고, 배최장근보다는 대퇴이두근의 적색도에 미치는 효과가 더욱 뚜렷한 것으로 판단되었다. 그러나 더욱 확실한 효과를 구명하기 위한 추가시험이 필요한 것으로 생각된다.

Niacin 급여로 인한 지방산패도(TBA치)의 변화는 대퇴이두근에서 전진열기간에서 시험구가 낮은 TBA치를 보였다 특히 5일째와 7일째에서는 뚜렷한 감소를 나타내었다. 이는 배최장근보다 대퇴이두근에서 Niacin의 항산화 효과가 더욱 뚜렷함을 보인 것으로 판단되었다. 그러나 이 부분도 보다 확실한 효과를 구명하기 위한 추가시험을 필요로 한다.

한우쇠고기의 냉장 진열 중 육즙손실 정도는 대퇴이두근에서 Niacin 급여군이 대조구에 비해서 낮은 육즙손실율을 나타내었다. 따라서 육즙손실율에서도 Niacin의 급여가 육즙손실율에 미치는 효과는 대퇴이두근에서 더욱 현저한 것으로 보였다.

이상의 결과로 볼 때 Niacin의 급여는 비육능력, 도체특성 및 이화학적 특성에 미치는 영향은 없었으나, 육색을 개선하고 지질산화와 육즙손실을 억제하는데 효과가 있는 것으로 나타났으며, 보다 확실한 영향을 구명하기 위해서는 추가시험을 필요로 한다.

제 5 절 한우 고급육의 품질유지 및 육질 개선

1. 연구개발 목표

육질 개선은 주로 소비자가 느끼는 맛과 육색 그리고 신선도 등에서, 그리고 생산원가의 절감을 위한 방안은 사료비의 절감과 경영효율의 극대화에 그 중점을 두고 있다. 뿐만 아니라 저렴한 수입 쇠고기의 무제한적인 국내 시장의 공략에 맞서 한우 산업을 지속시키고 육성하기 위해서는 한우고기의 고급화를 통한 쇠고기 시장의 일정 비율 확보가 필수적이다. 한편으로는 고급육을 생산하여 수출을 통한 실질 소득의 증대를 꾀해야 한다. 수출을 증대시키기 위해서는 고급육의 생산뿐만 아니라 고급육의 품질유지와 개선이 필요하다. 지금까지 한우의 고급육 생산을 위한 비육기술 분야는 기술적 측면에서의 연구가 상당히 강조되어 진척되어 왔으나 한우가 도축단계에서부터 신선육의 처리와 유통단계에 이르기까지의 취급, 처리기술 등 품질유지 기술이 확립되지 않아 장기간에 걸쳐 고비용으로 사육된 한우가 고품질을 유지하지 못하고 있다. 이러한 결과는 쇠고기의 생산, 포장 및 유통단계에서의 적절한 방법개선이 필요함을 시사한다. 이와 관련된 국내연구로는 숙성방법의 개선 등과 같은 쇠고기의 품질개선 방법에 관한 연구와 신선육의 저장 중 품질 변화에 관한 것들이 있으나 대부분이 단편적인 연구로 품질 보존에 관한 종합적이고 체계적인 연구는 드문 실정이다.

본 연구는 고급육의 품질 유지를 위한 실용적인 처리 방법을 확립하고자 육의 위생처리 실태조사와 오염감소 방안확립, 개선방안을 모색, 도살후 도체의 냉각시간에 따른 육 품질, 숙성방법에 따른 저장중 한우의 품질 변화를 측정하였다.

2. 연구개발 내용

가. 재료 및 방법

1) 시료의 처리

가) 고급 한우육의 품질개선을 위한 미생물학적 안정성

도체의 위생검사는 도축장에서 출하직후 한우의 반도체 육표면과 육내부의 근육, 발골이 끝난 육의 미생물학적 검사를 실시하였다. 골발 포장 과정의 위생상태를

조사하기 위해 대구 근교 한우육의 골발 포장 작업장의 위생상태는 작업대, 이동벨트, 칼, 장갑, 도체표면과 도체 내부 등에 관한 미생물학적 검사를 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울)로 실시하였다. 뿐만 아니라 도체, 도마, 칼, 포장작업대 70% Ethanol 용액을 표면에 분무하여 60초간 방치한 후 상기와 같은 방법으로 표면 미생물수를 측정하여 무처리구와 비교하여 알콜처리효과를 검토하였다.

나) 도체의 냉각시간에 따른 품질개선

본 연구에서 사용된 재료는 시험 1-1(제 3 절)에서 도축한 24-28개월령의 거세 한우 45두를 사용하였다. 시험우를 12시간 절식시킨 다음 일반지 도축장에 수송하여 12시간 계류 안정시켜 관행법에 따라 도축하고 좌도체, 우도체로 각각 2분도체하였다. 좌도체는 24시간, 우도체는 48시간동안 $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 냉장실에서 냉각시킨 후 육량 등급과 육질 등급 평가를 실시하였다.

또한 도체의 이화학적 특성 측정을 위한 시료는 한쪽 반도체의 등심을 가능한 한 빠른 시간내에 채취하여(기절 후 약 2시간 이내) 처리온도별로 일정시간 냉각시킨 후 실험에 사용하였다. 냉각 중 오염된 미생물에 의한 영향을 최소한으로 감소시키기 위하여 육 표면을 5mM NaN_3 용액으로 분무하여 폴리에틸렌 주머니에 넣고, 각각 35 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10시간(35 $^{\circ}\text{C}$ 구), 16 $^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간(16 $^{\circ}\text{C}$ 구), 5 $^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간(5 $^{\circ}\text{C}$ 구)동안 냉각시킨 다음, $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 저온에서 숙성시켰다. 냉각처리를 끝낸 시점을 기준으로 0, 5, 10, 15일째 시료를 채취하여 pH, 근원섭유소산화지수, 가열감량을 측정하였다.

다) 숙성 방법에 따른 육의 품질

진공 및 표면 알콜 처리에 의한 숙성 중 품질 변화를 알아보기 위해 축협공판장에 출하된 한우 암소의 안심부위를 채취하여 2.5 cm의 두께로 잘라 약 300g씩 포장하였다. 포장은 진공포장(포장재 : polyamide/polyethylene, 50mL/m²·24h.atm)과 일반포장(포장재: polyvinylchloride, 80~320mL/m²·24h.atm)을 실시하였으며, 70% ethanol을 분무한 후 진공포장도 병행하였다. 포장된 각 군은 $2^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 진공 포장군은 90일간 일반포장군은 25일간 저장하면서 표면 미생물, pH, 근원섭유 소산화, 가열감량, 육색변화 등을 일정기간마다 조사하였다.

현수 방법에 의한 숙성효과를 검토하기 위해 한우 안심부위를 절단하기 않고 그대로 육포장 gauze로 포장하여 $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 의 저온저장고에 현수하여 보관하면서 60일간 숙성시키면서 일정기간마다 일부를 무균적으로 절단하여 미생물학적, 이화학적 변화를 대조구와 비교하였다. 표면 미생물, pH, 근원섬유 소편화, 가열감량, 육색변화 등을 일정기간마다 조사하였다.

라) 등급에 따른 한우의 품질 변화

본 연구에 사용된 재료는 축협공판장에 출하된 거세한우 암소의 안심부위(1⁺등급과 3등급육)를 채취하여 2.5 cm의 두께로 잘라 약 200g씩 포장하였다. 포장은 일반포장(포장재: polyvinylchloride, $80\sim 320\text{mL}/\text{m}^2 \cdot 24\text{h.atm}$)을 실시하였으며, 포장된 각군은 $1^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하면서 28일간 저장하면서 미생물 검사, pH, 산도, 가열감량, 육색변화 등을 일정기간마다 조사하였다.

Table 1. Characteristics of raw material(Hanwoo beef)

Final grade	Finishing Live Wt.(kg)	Yield traits					Quality traits				
		Backfat thickness(cm)	Longissimus dorsi area (cm^2)	Yield index	Yield grade	Marbling No	Meat color No	Fat color No	Texture	Maturity	Quality grade
A1	740	8	113	71.19	A	7	5	3	1	3	1+
A3	700	5	95	70.95	A	1	4	3	2	2	3

2) 실험방법

가) 육량 및 육질 등급 판정

육량 등급은 냉도체 중 제 13늑골과 제 1 요추 사이의 배최장근 단면적 및 등지방 두께를 측정하여 육량지수를 구하고 얻어진 지수에 따라 3개 등급으로 구분하였다. 또한 육질 등급은 육량등급 판정에서와 동일한 부위의 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도의 5개 항목을 평가하여 4개 등급으로 판정하였으며, 통계처리는 각

각의 등급을 점수로 환산하여 SPSS program을 이용하여 T-test를 실시하였다.

나) 일반 성분 분석

AOAC 방법에 준하여 수분은 105℃ 건조법, 조지방은 soxhlet 추출법으로 측정하였다.

다) 표면 미생물 측정

미생물학적 검사를 위한 시료 채취는 Swab method로 실시하였다. 내경이 2 cm 인 일정면적(3.14 cm²)을 채취, 무균적으로 절단하여 0.1%용액에 넣어 적정 희석한 후 pour plate method로 각각의 배지에 접종하여 생균수를 측정하였다. 각 측정 미생물 별 배양조건과 사용배지는 Table 2에서 보는 바와 같다.

Table 2. Medium and conditions of incubation

Type of count	Medium	Temp	Time
Total count	Plate count agar(PCA)	32℃	24hr
Pshychrotrophs	Plate count agar	4℃	10day
Lactic acid bacteria	MRS(0.02% sodium azide)	37℃	24hr
Coliform bacteria	Violet red bile agar	32℃	24hr

라) pH 측정

pH 측정은 시료 10g에 증류수 30mL를 가하여 균질기(Nihon Seiki, ACE, Japen)으로 9,000rpm에서 2분간 균질시킨 후 증류수를 가하여 100mL로 맞춘 후 용액을 pH meter(Corning ion-analyzer 150, USA)로 측정하였다.

마) 가열감량 측정

가열감량은 30 g 정도의 시료를 75℃ 열탕에서 시료의 중심온도가 70℃에 달한 후 30분간 가열하고, 실온에서 30분 방냉 한 다음, 수분손실율을 측정하여 시료 단위 중량에 대한 수분손실량의 백분율로 나타내었다.

바) 근원섬유소편화지수 측정

근원섬유소편화지수(myofibrillar fragmentation index ; MFI)는 Olson 등(1976)의 방법에 따라 측정하였다. 분리액(100mM KCl, 20mM K-phosphate, 1mM NaN₃, pH 7.0)으로 근원섬유를 분리, 세척하여 0.5±0.05mg/mL의 농도로 희석한 다음, 540nm에서 흡광도를 측정하고 200을 곱하여 근원섬유소편화지수로 하였다.

사) 육색 측정

육색은 시료를 30분간 공기 중에 노출시켜 발색시킨 후 색차계(Minolta CR-200, Japan)를 이용하여 Hunter 값(L=명도, a=적색도, b=황색도)으로 표시하였다. 이때 사용된 표준색판은 기기의 manual 에 따라 Y=94.95, a=0.3132, b=0.3203 으로 하였으며, 6회 반복하여 평균값을 구하였다.

아) Drip 감량 측정

저장 중 육의 drip에 의한 무게감량을 측정하기 위해 시료처리 후 바로 무게를 측정하고 일정기간이 지난 후 다시 무게를 측정하여 저장전과의 무게차이를 drip에 의한 감량으로 정하였다.

사) VBN 측정

단백질의 변성 정도를 조사하기 위하여 휘발성 염기태 질소를 Conway 미량 확산법을 이용하여 측정하였다. 10g의 시료를 취한뒤 증류수를 약 90mL를 가하여 균질기로 최고 75,000 rpm에서 1분간 균질화 시킨 후 여과지(Whatman No. 1)를 이용하여 여과하였다. 여과액 1 mL를 Conway 외실 왼쪽에 넣고 50% K₂CO₃ 1mL를 외실 오른쪽에 넣은 후 내실에는 0.01N H₃BO₃ 1 mL와 500 μ l 지시약(0.066% Methyl red in ethanol : 0.066% Bromocresol green in ethanol - 1:1)을 넣은후 글리세린을 바른 뚜껑을 닫은 후 외실의 샘플과 K₂CO₃를 반응시켰다. 반응시킨 후 37 $^{\circ}$ C의 배양기에서 120분간 반응을 촉진된 Conway의 뚜껑을 열어 빠른 시간안에 10 μ l GCdyinjector로 중화될 때까지 0.01N H₂SO₄소모되는 양을 측정하여 계산하였다.

$$\text{VBN mg \% (mg/100g sample)} = \frac{(a-b) \times 0.02 \times f \times 14.007}{S} \times 100 \times 100$$

S : 시료(g)

a : 본 실험 적정치(mL)

b : 공시험 적정치(mL)

f : 0.02 N H₂SO₄의 표준화 지수(역가)

나. 결과 및 고찰

1) 고급 한우육의 품질개선을 위한 미생물학적 안정성

미생물의 오염정도는 한우육의 품질유지와 직결되므로 한우의 도살에서부터 유통처리 과정중의 미생물학적 안전성 확보는 고급 한우육의 품질유지에 중요한 요인이다. 고급 한우육의 유통 처리과정중의 미생물학적 안전성을 확보하기 위해 처리과정중의 위생실태와 오염감소 방안에 관해 조사하였다.

가) 한우육 처리 과정의 위생실태

도체를 골발할 때부터 고기의 표면은 새로운 오염원에 노출된다. 유통을 위한 한우 처리공정에서 도체의 표면, 골발 작업대, 골발 과정중 육을 운반하는 conveyer belt, 작업자가 사용하는 칼, 장갑 등이 주 오염원으로 간주되어 이들의 위생상태를 봄, 여름, 가을과 겨울로 나누어 조사한 결과는 Table 3 - Table 6에 나타내었다.

도체 표면의 경우 봄, 가을, 겨울이 10²~10³/cm²의 총균수를 나타내었고 여름에는 10⁵~10⁶/cm²를 나타내어 여름이 가장 오염이 심하였고 coliform bacteria의 경우도 10³/cm²의 균수를 나타내어 다른 계절에 비해 높게 나타났다. 육내부의 경우 4계절 모두 10¹/cm² 정도의 총균수와 <10¹/cm²의 대장균균수를 나타내어 계절간의 차이는 관찰할 수 없었다.

도마와 칼의 경우 봄, 가을, 겨울에 총균수와 coliform bacteria수는 10²~10³/cm² 정도를 나타낸 반면, 여름은 10³~10⁴/cm²를 나타내어 도체와 마찬가지로 여

름이 가장 오염이 심하였다. conveyer belt의 총균수는 계절간의 차이를 관찰할 수 없었으나 대장균군의 경우 $10^3/\text{cm}^2$ 로 여름이 가장 높게 나타났다.

작업 중 작업자의 손을 보호하고 오염을 방지하기 위하여 위생장갑을 착용하는 것이 바람직하나 현재 부분육 공장에서 종사하는 작업자의 대부분이 면장갑을 착용하고 있다. 작업중 작업자가 착용하는 면장갑과 골발 안전장갑의 경우 여름에는 $10^4 \sim 10^5/\text{cm}^2$ 정도의 총균수를 나타내었고 봄, 가을 겨울의 경우 $10^2 \sim 10^3/\text{cm}^2$ 이 관찰되었다. 골발 안전장갑의 대장균군수의 경우 여름과 가을에 비해 봄, 겨울이 약 2 log cycle 정도의 균수의 감소를 나타내었다. 본 실험의 결과 육과 육과 접촉되는 기구의 오염도는 여름이 가장 높게 나타났으며, 봄, 겨울이 오염정도가 상대적으로 낮게 나타났다. 가을의 경우 여름에 비해 높지는 않지만 비교적 높은 오염도를 나타내었다.

Table 3. Number of viable microorganism of meat and meat processing plants in spring (log CFU/Cm²)

	Carcass (surface)	Carcass (Inner meat)	Cut meat (surface)	Working board	Knife	Conveyer belt	Cotten glove	Debonding iron glove
Total bacteria	2.84±0.20	0.63±0.38	2.22±0.16	3.98±0.44	1.93±0.27	3.53±0.38	2.64±0.32	2.34±0.60
Coliforms	0.78±0.00	nd	nd	3.96±0.57	0.60±0.00	0.39±0.12	1.20±0.00	1.18±0.26
Gram negative bacteria	1.87±0.00	2.20±0.23	1.07±0.10	1.47±0.12	nd	1.15±0.00	1.59±0.25	1.52±0.16
Psychrotrophs	2.21±0.40	nd	3.13±0.02	1.00±0.14	1.90±0.39	2.05±0.11	2.59±0.47	2.72±0.23

* mean ± Standard deviation (n=5)

nd: not detected

Table 4. Number of viable microorganism of meat and meat processing plants in summer. (log CFU/Cm²)

	Carcass (surface)	Carcass (Inner meat)	Cut meat (surface)	Working board	Knife	Conveyer belt	Cotten glove	Debonding iron glove
Total bacteria	5.74±0.08	1.19±0.14	5.44±0.15	4.78±0.23	3.89±0.32	3.92±0.08	4.99±0.04	5.29±0.35
Coliforms	3.01±0.28	0.69±0.07	3.04±0.06	3.90±0.04	2.88±0.22	3.11±0.18	3.10±0.18	3.59±0.35
Gram negative bacteria	3.57±0.11	0.44±0.19	3.07±0.10	3.01±0.02	2.34±0.27	2.07±0.08	2.46±0.18	4.45±0.39
Psychrotrophs	2.81±0.13	0.35±0.09	4.15±0.04	4.90±0.08	4.54±0.43	3.16±0.15	3.81±0.17	3.74±0.15

* mean ± Standard deviation (n=5) nd: not detected

Table 5. Number of viable microorganism of meat and meat processing plants in autumn. (log CFU/Cm²)

	Carcass (surface)	Carcass (Inner meat)	Cut meat (surface)	Working board	Knife	Conveyer belt	Cotten glove	Debonding iron glove
Total bacteria	3.72±0.38	1.65±0.24	4.18±0.11	3.65±0.27	2.87±0.08	3.73±0.34	2.79±0.22	3.53±0.45
Coliforms	1.87±0.02	0.30±0.00	2.05±0.42	1.76±0.17	1.48±0.43	1.42±0.45	1.39±0.08	3.91±0.01
Gram negative bacteria	3.58±0.39	nd	3.02±0.49	2.03±0.36	1.79±0.23	1.80±0.14	1.68±0.14	4.79±0.00
Psychrotrophs	2.77±0.40	1.67±0.21	3.76±0.43	3.36±0.87	2.50±0.08	2.74±0.32	2.93±0.37	4.01±0.75

* mean ± Standard deviation (n=5) nd: not detected

Table 6. Number of viable microorganism of meat and meat processing plants in winter. (log CFU/Cm²)

	Carcass (surface)	Carcass (Inner meat)	Cut meat (surface)	Working board	Knife	Conveyer belt	Cotten glove	Debonding iron glove
Total bacteria	2.67±0.35	1.18±0.55	2.53±0.75	3.60±0.61	2.07±0.29	3.79±0.36	2.80±0.20	3.09±0.71
Coliforms	nd	nd	1.87±0.02	1.82±0.44	0.45±0.17	0.87±0.66	1.32±0.17	1.66±0.52
Gram negative bacteria	2.65±0.64	0.88±0.68	2.29±0.26	2.57±0.71	1.00±0.05	1.77±0.16	2.06±0.49	2.86±0.75
Psychrotrophs	2.65±0.64	0.88±0.68	2.29±0.26	3.43±0.54	2.26±0.35	3.15±0.10	2.48±0.63	3.16±0.61

* mean ± Standard deviation (n=5) nd: not detected

나) 알콜처리 효과

도체 및 육처리 시 사용하는 기구의 표면 미생물 수를 최소화하기 위한 위생적인 처리 방안을 확립하고, 신선육의 유통기한 연장을 위한 기초적 연구로 70% Ethanol 처리가 도체표면 미생물에 미치는 효과를 알아보기 위해 도체와 사용기기 표면에 70% Ethanol 처리효과는 Table 7과 같다.

도체, 도마, 칼, conveyer belt에 70% ethanol을 처리한 경우가 무처리구에 비해 뚜렷한 감소현상을 나타내었다. 70% ethanol은 쉽게 구할 수 있고 제조할 수 있으며, 식품내에 처리하여도 빨리 휘발하기 때문에 식품에 적용할 수 있으며 본 실험에서도 70% Ethanol 처리에 의해서 균수가 감소하여, 육가공공장에서 육처리 기구의 미생물 오염을 다소 감소시키는 방안으로 70% ethaol을 사용하는 것이 효율적이라 판단된다.

Table 7. Effect of 70% ethanol treatment on number of viable microorganism of meat and meat processing plants (log CFU/Cm²)

	Control				70% Ethanol			
	Carcass surface	Working board	Knife	Conveyer belt	Carcass surface	Working board	Knife	Conveyer belt
Total bacteria	2.98±0.39	4.13±0.13	2.31±0.14	4.08±0.11	1.38±0.39	2.42±0.30	1.96±0.25	2.28±0.03
Coliform bacteria	nd	2.31±0.51	0.60±0.00	1.43±0.18	nd	1.41±0.72	0.41±0.00	nd
Gram negative bacteria	2.28±0.00	3.17±0.24	1.04±0.00	1.73±0.18	nd	1.21±0.07	0.56±0.09	nd
Psychrotrophs	3.48±0.02	3.89±0.09	2.68±0.13	3.23±0.07	1.81±0.22	1.81±0.93	1.09±0.36	2.12±0.11

* mean ± Standard deviation (n=5)

nd: not detected

2) 도체의 냉각시간에 따른 품질개선

도체의 냉각 온도와 시간은 숙성 후 육의 품질에 영향을 미치는 요인중의 하나이다. 도살 해체 후 냉각 온도에 따른 숙성중의 육의 이화학적 품질 변화를 비교 검토하였다.

가) 냉각시간에 따른 도체의 등급변화

Table 8은 냉각시간을 달리한 도체의 육량등급 판정치를 비교한 결과이다. 24시간 동안 냉각시킨 도체의 등지방 두께는 평균 1.21cm를 나타내었으며, 48시간 동안 냉각한 도체의 등지방 두께는 1.23cm를 나타내어 48시간 냉각한 도체가 약 0.03cm 정도 두꺼웠다. 배최장근 단면적은 등지방의 경우와 반대로 24시간 동안 냉각한 도체가 48시간 동안 냉각한 도체보다 평균적으로 0.6cm²정도 넓게 나타났다. 육량 등급은 A를 1, B를 2, C를 3으로 하여 수치화하여 나타내었으므로 수치가 1보다 높으면 B 또는 C등급으로 증가됨을 나타낸다. 본 실험에서는 육량지수의 경우 24시간, 48시간 동안 냉각한 도체 각각 67.5, 67.2를 나타내어 거의 유사한 경향을 나타내었으며 육량등급은 각각 1.98과 2.04를 나타내어 48시간 동안 냉각시킨 도체가 다소 높게 나타났다. 등지방두께와 육량등급과 육량등급 판정시 사용되는 등지방두께, 배최장근 단면적, 육량지수는 도체의 냉각시간에 따른 유의적인 차이는 나타내지 않았다(p<0.05).

Table 8. Carcass yield traits, index and grade measured by Korean grading standard in Hanwoo.

Item	Cooling time(hrs)	
	24	48
Backfat thickness ¹⁾ , cm	1.21±0.39	1.23±0.43
Longissimus dorsi area ²⁾ , cm ²	83.2±9.25	82.6±8.23
Yield index ³⁾	67.5±1.71	67.2±2.15
Yield grade ⁴⁾	1.98±0.69	2.04±0.64

1) Mean±S.D.

2) Between 13th rib and 1st lumbar

3) Between 6th rib and 7th rib

4) 1=A ; 2=B ; 3=C

Table 9는 냉각시간을 달리한 도체의 육질등급 판정치를 비교한 결과이다. 근내 지방도의 경우 24시간 냉각한 도체와 48시간 냉각한 도체가 각각 4.31, 4.54로 평가되어 48시간 냉각한 도체가 24시간 냉각한 도체보다 유의적으로 향상되었다.($P<0.05$). 육색은 24시간 냉각한 도체의 경우 평균 4.76, 48시간 냉각한 도체는 평균 4.78을 나타내어 냉각시간에 따른 차이는 관찰되지 않았으며 지방의 색도 육색의 경우와 마찬가지로 냉각시간에 따른 뚜렷한 차이는 관찰되지 않았으나 48시간 냉각시킨 도체가 평균 0.02 정도 높게 나타나는 경향을 나타내어 시간이 경과함에 따라 지방의 색이 약간 노란색 계통으로 변한 것으로 판단되었다. 성숙도와 조직감도 냉각시간에 의한 변화는 거의 관찰되지 않았다. 육질 등급은 1+ 등급을 0, 1등급을 1, 2등급을 2, 3등급을 3으로 하여 수치화 하였으므로 수치가 작을수록 등급은 좋아짐을 나타낸다. 본 실험의 결과, 냉각시간에 따른 육질등급은 48시간 냉각시킨 도체가 24시간 냉각시킨 도체보다 낮게 나타나, 48시간 냉각시킨 도체의 육질 등급이 약 8.9% 향상되는 것으로 나타났다

Table 9. Carcass quality traits and grade measured by Korean grading standard in Hanwoo.

Item	Cooling time(hrs)	
	24	48
Marbling No. ¹⁾	4.31 ± 1.36 ^a	4.54 ± 1.33 ^b
Meat color ²⁾	4.76 ± 0.43	4.78 ± 0.42
Fat color ³⁾	2.89 ± 0.32	2.91 ± 0.29
Maturity ⁴⁾	0.22 ± 0.64	0.22 ± 0.64
Texture(Firmness) ⁵⁾	1.72 ± 0.22	1.71 ± 0.20
Quality grade ⁶⁾	1.24 ± 0.68	1.13 ± 0.73

1) 1=devoid, 7=abundant

2) 1 bright red, 7= dark red

3) 1=light, 7= yellowish

4) 1=youthful, 3=mature

5) 1=fine, 3=coarse

6) 1=good; 3=bed

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

2 ± 1 °C에서 도체의 냉각시간에 따라 육량지수와 육량등급은 뚜렷한 변화를 나타내지 않은 반면 육질등급을 판정하는 주요한 지표인 근내지방도의 경우 냉각 시간이 경과함에 따라 유의적으로 향상되는 경향을 나타내었다. Table 10은 냉각 시간에 따른 45두의 한우 근내지방도의 증감을 개체수와 개체별 백분율로 나타낸 결과이다. 공시도체 중 약 28.9%가 24시간과 48시간의 냉각시간에 따른 근내지방도의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 냉각시간이 경과함에 따라 도체 중 64.4%가 근내지방도 등급이 향상되었으며 감소한 경우는 6.7%를 나타내어 2 ± 1 °C에서 48시간 동안 냉각에 의해 근내지방도 등급을 향상시킬 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 10. Marbling Number changes of beef carcass during cooling for 48 hrs compare with for 24 hrs at 2 ± 1 °C

	Increased carcass	Unchanged carcass	Decreased carcass	Total
Number of carcass	29	13	3	45
Ratio (%)	64.4	28.9	6.7	100

나) 도체의 냉각시간에 따른 이화학적 특성 변화

도체의 냉각시간 및 온도에 따른 이화학적 특성의 변화를 살펴본 결과(Table 11), pH의 경우 온도에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향이었으며, 특히 저장 0일과 5일째의 변화가 크게 나타났다. 각 지연냉각 온도에 대한 차이는 나타나지 않았다. 근원섬유 소편화 지수는 35℃와 16℃가 높은 수치를 나타내었으며, 5℃는 저장기간동안 근원섬유 소편화 지수는 증가가 미미하였다. 가열감량은 저장기간에 따라 온도에 관계없이 증가하는 경향이었으며, 연도와는 달리 35℃와 16℃에 비하여 5℃의 경우가 다소 낮은 값을 나타내었다. Table 12는 냉각온도에 따른 색차를 나타낸 결과로서 저장기간 중 L, a, b값은 증가하는 경향이었으며, 적색도의 경우 35℃, 16℃, 5℃ 순으로 높게 나타났다. 이상의 결과를 종합해보면 미생물학적 관리가 철저히 이루어진다면 35℃에서 10시간 보관 후 냉각하거나 16℃에서 24시간동안 냉각하여 2±1℃의 저온에서 저장하는 방법이 도살 즉시 냉각하는 방법보다 고기의 연도증가 및 육색 유지에 긍정적인 효과를 미칠 것으로 판단된다.

Table 11. pH, FMI and cooking loss changes of Hanwoo beef during storage at various temperature.

Storage days	35℃			16℃			5℃		
	pH	FMI	Cooking loss(%)	pH	FMI	Cooking loss(%)	pH	FMI	Cooking loss(%)
0	6.5±0.23	42.47±0.70	19.08±2.72	6.5±0.23	42.47±0.70	19.08±2.72	6.5±0.47	42.47±0.70	19.08±2.72
5	5.5±0.07	68.25±2.51	23.56±2.48	5.7±0.11	51.40±0.35	22.99±1.29	6.2±0.27	46.23±1.35	23.14±1.46
10	5.3±0.24	89.33±2.10	28.37±3.49	5.5±0.08	83.44±3.57	24.80±4.27	5.7±0.35	47.67±2.40	23.27±2.16
15	5.3±0.04	92.37±3.14	28.23±2.65	5.3±0.17	87.00±2.42	26.12±0.48	5.4±0.22	50.49±3.21	23.46±0.91

* mean ± standard deviation (n=4)

Table 12. Hunter value changes of Hanwoo beef during storage at various temperature.

Storage days	35℃			16℃			5℃		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
0	42.43±1.47	21.18±0.99	5.69±1.06	42.43±1.47	21.18±0.99	5.69±1.06	42.43±1.47	21.18±0.99	5.69±1.06
5	42.77±1.07	23.27±0.29	7.49±0.48	42.53±1.57	23.56±1.37	6.80±1.68	42.39±1.52	20.69±0.86	6.84±0.47
10	43.25±0.94	24.23±1.08	7.83±0.49	43.54±3.00	23.71±1.45	9.05±1.66	42.51±1.63	22.41±1.54	7.66±1.35
15	45.73±1.24	25.65±3.42	8.93±0.65	46.96±3.74	24.02±2.68	9.75±0.93	43.13±2.38	23.16±1.29	8.85±1.33

* mean ± standard deviation (n=4)

3) 숙성 방법에 따른 육의 품질

도살 후 육질은 숙성방법이나 보관 방법에 따라 품질의 영향을 받는다. 숙성은 일반적으로 육의 연도와 풍미를 증진시키는 효과가 있으므로 숙성온도와 숙성방법은 매우 중요한 요인으로 작용한다. 보다 효율적인 숙성방법을 확립하고자 숙성온도 $2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 포장방법에 따른 육의 품질을 비교하였다.

가) 진공포장과 알콜처리 효과

상기의 실험에서 육가공공장에서 사용되는 육처리 기구에 70% Ethanol 처리하였을 때, 육처리 기구의 미생물 감소효과가 인정되어, 70% ethanol을 기기 외에 육에 적용시켰을 때 품질 변화를 관찰하기 위해 육 표면에 70% ethanol을 분무한 후 진공 및 일반포장하여 각각을 저장하면서 품질 변화를 측정하였다. 소 안심을 진공포장 및 일반포장하여 저온저장고에서 저장중 미생물 변화를 측정한 결과는 Table 10~11과 같다.

Table 13은 일반포장을 한 경우와 70% ethanol 분무처리 후 일반포장한 육의 미생물변화를 나타낸 결과이다. 70% ethanol 처리구와 무처리구의 총균수는 저장 15일 까지 뚜렷한 차이를 나타내었으나 저장 25일째는 각각 $10^5/\text{cm}^2$, $10^6/\text{cm}^2$ 를 나타내어 뚜렷한 차이를 관찰할 수 없었다. Coliform bacteria의 경우 저장 5일째는 관찰되지 않다가 저장 10일과 15일째 $10^1-10^2/\text{cm}^2$ 을 나타내어 무처리구에 비해 2-2.5 log cycle 정도 감소하였으며 저장 25일째는 1 log cycle 정도 감소하였다. Psychrotrophs의 경우 저장 5일째까지 70% ethanol 처리구는 무처리구에 비해 2 log cycle 정도의 뚜렷한 감소를 나타내었으나 저장 10일째부터 서서히 증가하여 저장 25일째는 거의 비슷한 경향을 나타내었다. Yeast & Mold는 총 균수의 변화와 유사한 경향을 나타내었다. 전 저장기간동안 70% ethanol 분무처리구가 무처리구에 비해 미생물의 억제효과를 나타내었다. .

Table 14는 진공포장을 한 경우와 70% ethanol 분무처리 후 진공포장한 육의 미생물변화를 나타낸 결과이다.

Total bacteria의 경우 초기 육에서는 $10^2/\text{cm}$ 의 균수를 나타내었으나 저장 10일 후 $10^1/\text{cm}$ 로 균수가 1 log 정도 감소하였다. 이는 초기에는 호기성 상태에 있다가 진공포장에 의해 육 주위의 환경이 혐기성으로 바뀌면서 일부 호기성 세균들의 성장이 저해되었기 때문이라 판단된다. 저장 30일째까지는 대조구와 70% ethanol 처리구사이

의 균수차이는 나타내지 않았으나 저장 30일 이후부터 저장 90일째까지 70% ethanol 처리구가 대조구에 비해 약 1 log 정도 낮게 나타났다. Coliform bacteria의 경우 저장 20일부터 저장 30일까지는 알콜처리구간의 차이를 관찰할 수 없었으나 저장 40일째부터 70% ethanol 처리구가 대조구에 비해 약 1 log cycle 정도 균수가 낮게 나타났다. 육 진공포장시 알콜을 분무 처리함으로써 coliform bacteria의 성장을 저해할 수 있을 것이라 판단된다. Pshychrotrophs의 경우 70% ethanol 처리구가 저장 20일째까지는 대조구에 비해 약 2 log cycle정도 낮은 균수를 나타냈으나 저장 30일째부터 저장 80일째는 약 1 log cycle 정도 감소하였으며 저장 90일째는 대조구와 거의 유사한 경향을 나타내어 저장 초기에 비해 균수 차이가 낮게 나타났다. Yeast & Mold는 저장 30일까지는 알콜처리구에 의한 효과는 관찰할 수 없었으나 저장 40일 이후부터는 알콜 처리구와 대조구사이에 약 1 log 정도 균수차이를 나타내었다. Lactobacilli의 경우 저장 60일을 제외한 나머지 저장기간동안에는 알콜 처리에 의해 균의 증식이 억제되어 무처리구와 뚜렷한 차이를 나타내었다.

일반포장육과 진공포장육의 총균수의 경우 각각 저장 25일째와 저장 60일째가 비슷한 균수를 나타내었고, coliform bacteria는 25일째와 40일째, psychrtrophs의 경우는 저장 15일째와 30일째가 비슷한 균수를 나타내어 진공포장이 일반포장에 비해 균 증식 억제율이 높았으며 여기에 알콜처리는 미생물 증식억제 효과를 증가하는 경향을 나타내었다. 본 실험의 결과 다소 균 종류간의 차이는 있었지만 70% ethanol 처리에 의해 저장 전기간동안 미생물의 증식이 다소 억제되었으며 초기 억제율이 높게 나타났다.

Table 13. Effect of 70% ethanol spray on changes of microorganism in air packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

Treatment		Storage time(days)					
		0	5	10	15	20	25
Total bacteria	Control	2.60±0.10	3.23±0.03	2.57±0.23	5.42±0.12	7.92±0.01	6.65±0.43
	70% E-OH	2.60±0.10	0.72±0.04	1.35±0.24	2.81±0.04	4.85±0.08	5.06±0.02
Coliform bacteria	Control	2.26±0.24	2.52±0.05	2.04±0.43	4.08±0.41	4.95±0.06	5.67±0.05
	70% E-OH	2.26±0.24	ND	1.00±0.01	1.57±0.01	3.72±0.07	4.85±0.06
Psychrotrophs	Control	2.09±0.10	3.06±0.15	4.81±0.13	5.63±0.28	6.09±0.34	5.25±0.28
	70% E-OH	2.09±0.10	0.15±0.07	4.22±0.29	4.83±0.18	5.10±0.49	5.54±0.25
Yeast & Mold	Control	1.80±0.63	1.47±0.44	5.48±0.15	3.47±0.37	5.30±0.01	4.85±0.34
	70% E-OH	1.80±0.63	0.77±0.08	2.68±0.42	1.95±0.14	4.47±0.01	3.79±0.57
Lactic acid bacteria	Control	0.30±0.00	ND	0.60±0.01	0.95±0.01	ND	ND
	70% E-OH	0.30±0.00	ND	0.30±0.01	ND	ND	ND

* mean ± Standard deviation (n=4)

Table 14. Effect of 70% ethanol spray on changes of microorganism in vacuum packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

Treatment		Storage time(days)									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
A	I	2.60±0.10	1.57±0.11	3.18±0.13	4.36±0.10	5.43±0.19	5.35±0.09	6.64±0.66	7.71±0.35	7.33±0.05	7.98±0.06
	II	2.60±0.10	1.33±0.08	3.54±0.59	4.60±0.62	4.57±0.06	4.53±0.28	5.57±0.12	6.60±0.09	6.75±0.12	6.62±0.24
B	I	2.26±0.24	1.32±0.03	1.95±0.31	2.86±0.25	5.18±0.28	4.70±0.49	5.61±0.23	5.77±0.25	5.14±0.04	5.21±0.36
	II	2.26±0.24	ND	1.14±0.34	3.00±0.28	3.74±0.19	3.70±0.00	4.31±0.34	4.46±0.22	4.40±0.16	4.60±0.47
C	I	2.09±0.10	2.36±0.12	4.35±0.24	5.19±0.25	5.63±0.28	5.60±0.09	6.59±0.43	7.89±0.07	7.87±0.10	7.19±0.18
	II	2.09±0.10	0.30±0.00	1.73±0.35	4.22±0.14	4.83±0.18	3.85±0.26	5.43±0.43	6.83±0.02	6.90±0.12	6.83±0.02
D	I	1.80±0.63	1.12±0.17	1.56±0.39	1.77±0.16	3.46±0.02	5.48±0.12	5.98±1.05	5.30±0.00	5.60±0.00	5.32±0.03
	II	1.80±0.63	ND	1.09±0.31	2.03±0.09	1.99±0.52	4.63±0.32	4.90±0.86	5.00±0.00	4.85±0.00	4.53±0.27
E	I	0.30±0.00	ND	1.30±0.00	2.61±0.85	3.14±0.92	3.71±0.90	3.43±0.13	4.28±0.00	5.32±0.03	5.56±0.22
	II	0.30±0.00	ND	0.78±0.00	ND	1.19±0.13	2.48±0.07	2.94±0.27	3.18±0.00	3.53±0.27	3.60±0.21

* mean ± Standard deviation (n=4)

I: control II : 70% Ethanol

A: Total bacteria B: Coliform bacteria C: Psychrotrophs

D: Yeast & Mold E: Lactic acid bacteria

Table 15, 16는 일반포장의 경우 저장 25일 동안 pH, 근원섬유 소편화, 가열감량 및 색차를 나타낸 결과로서 pH의 경우 저장기간동안 전반적으로 감소하는 경향이었으며, 70% ethanol에 비하여 대조구 pH가 약간 높은 수치를 나타내었다. 연도 즉 근원섬유 소편화 지수는 저장기간동안 증가하는 경향이었으며, 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 높은 수치를 나타내어 70% ethanol 처리로서 안심의 연도가 개선되는 효과를 나타내었다. 가열감량은 pH와 달리 저장기간동안 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 낮은 값을 나타내었으며, 70% ethanol 처리구가 보수력이 향상됨을 알수 있었다. 저장기간동안 색차의 변화는 L, a, b값이 전반적으로 감소하는 경향이었으며, 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구는 L값(명도)의 차이는 나타나지 않았으나, a값(적색도)은 저장기간이 경과함에 따라 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 높은 수치를 나타내었다. 이는 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 붉은색을 유지함의 나타내는 것이다.

진공포장의 경우 Table 17, 18과 같이 pH의 경우 저장기간이 경과함에 따라 일반포장과는 달리 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 높은 수치를 나타내었다. 근원섬유 소편화, 가열감량 및 색차의 경우는 일반포장과 같은 경향을 나타내었으며, 근원섬유 소편화의 경우 처리구에 관계없이 저장 20일에서 30일 사이에 큰폭으로 상승하는 현상을 나타내었다.

Table 15. Effect of 70% ethanol spray on changes of pH, fragmentation index and cooking loss in air packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

		Storage time(days)					
		0	5	10	15	20	25
pH	Control	5.63±0.12	6.10±0.08	5.87±0.14	5.85±0.07	5.84±0.02	5.62±0.06
	70% E-OH	5.63±0.12	5.77±0.06	5.69±0.06	5.61±0.10	5.62±0.04	5.58±0.13
Fragmentation index	Control	50.9±2.02	53.6±1.69	60.4±2.16	60.8±5.11	62.7±3.27	91.6±4.92
	70% E-OH	50.9±2.02	57.8±2.47	87.2±7.19	102.9±7.13	129.7±3.56	143.5±8.55
Cooking loss(%)	Control	18.6±1.37	27.7±3.65	31.2±2.79	34.9±1.78	34.5±0.85	35.1±2.70
	70% E-OH	18.6±1.37	25.2±2.94	29.3±3.04	28.6±1.00	28.7±1.12	28.7±0.95

* mean ± Standard deviation (n=4)

Table 16. Effect of 70% ethanol spray on changes of hunter value in air packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

		Storage time(days)					
		0	5	10	15	20	25
Control	L	31.70±1.38	32.36±1.13	31.12±1.82	31.91±0.75	31.26±1.36	31.22±1.47
	a	19.94±2.27	12.23±2.13	12.07±0.88	15.25±1.37	14.92±1.67	13.78±1.83
	b	8.24±1.36	6.86±1.22	6.80±1.07	7.45±1.38	7.62±1.37	7.88±0.85
70% E-OH	L	31.70±1.38	33.02±0.68	32.87±1.61	32.93±1.08	32.19±1.76	31.24±1.28
	a	19.94±2.27	13.61±1.18	14.12±1.71	12.38±0.97	16.33±1.00	16.27±1.04
	b	8.24±1.36	6.87±0.96	7.07±1.02	6.55±0.67	7.86±0.27	8.49±0.87

* mean ± Standard deviation (n=4)

Table 17. Effect of 70% ethanol spray on changes of pH, fragmentation index, cooking loss and drip loss in air packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

		Storage time(days)									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
pH	Control	5.63±0.12	5.48±0.13	5.58±0.14	5.47±0.06	5.54±0.11	5.46±0.13	5.36±0.14	5.40±0.21	5.32±0.17	5.27±0.08
	70% E-OH	5.63±0.12	5.58±0.21	5.46±0.03	5.56±0.10	5.55±0.12	5.61±0.07	5.48±0.13	5.49±0.05	5.45±0.07	5.45±0.12
Fragmentation index	Control	50.9±2.02	62.4±2.17	84.5±2.76	116.7±5.94	126.4±6.71	128.7±5.18	146.9±3.86	153.4±4.16	161.0±5.72	169.2±10.55
	70% E-OH	50.9±2.02	64.8±3.47	82.7±2.19	159.4±9.47	174.3±8.19	188.4±9.87	191.5±7.26	201.3±13.56	203.7±11.23	201.8±21.92
Cooking loss(%)	Control	18.6±1.37	23.4±1.08	28.7±1.08	31.5±1.06	30.1±2.47	27.5±1.00	32.0±1.43	33.4±0.87	33.2±1.69	35.4±1.83
	70% E-OH	18.6±1.37	24.8±2.11	25.5±1.42	29.9±1.13	27.7±1.09	27.4±0.85	30.0±0.95	31.6±1.32	30.6±0.84	30.5±1.21
Drip loss(%)	Control	-	2.9±0.31	3.9±0.34	6.7±0.17	7.0±0.08	9.2±0.41	10.55±0.32	11.2±0.13	12.7±0.20	13.6±0.10
	70% E-OH	-	3.3±0.13	3.7±0.21	4.4±0.12	5.5±0.17	9.5±0.25	10.4±0.91	11.0±0.48	11.7±0.78	12.1±0.28

* mean ± Standard deviation (n=4)

Table 18. Effect of 70% ethanol spray on changes of hunter value in air packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

Treatment	Storage time(days)										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
L	31.70±1.38	30.86±1.63	30.24±1.67	32.31±1.82	30.85±0.99	29.84±1.63	30.56±1.34	28.34±1.07	30.13±0.85	27.33±1.13	
Control	a	19.94±2.27	20.36±1.27	19.04±0.84	17.94±1.28	16.52±1.71	15.05±0.84	14.81±1.27	12.11±1.38	13.10±0.94	11.08±0.07
	b	8.24±1.36	5.57±0.67	7.03±0.96	6.72±1.11	6.27±0.91	5.17±0.75	6.01±1.08	6.87±1.47	5.43±0.69	6.17±0.81
L	31.70±1.38	32.59±2.06	32.74±1.16	30.08±1.63	30.01±1.66	30.17±1.19	30.04±0.82	30.12±1.26	30.18±1.14	29.39±2.04	
70% E-OH	a	19.94±2.27	21.88±1.62	20.74±1.43	19.76±0.64	17.70±1.48	16.11±1.07	15.76±1.09	14.96±1.28	13.95±0.68	13.33±0.79
	b	8.24±1.36	8.07±1.07	7.83±1.06	6.19±1.08	5.86±1.10	5.28±0.94	6.74±0.84	5.64±0.59	6.51±1.17	7.03±2.37

* mean ± Standard deviation (n=4)

나) 현수방법에 의한 숙성

한우육의 고급화를 위한 방법의 하나로 한우 안심부위를 채취하여 2°C에서 현수하여 안심표면을 육포장용 거즈로 포장하여 숙성시키면서 육의 품질변화를 대조구와 비교하였다.

Table 19은 육의 숙성과정 중 육 표면의 미생물 변화를 나타낸 결과이다. 거즈 포장구의 경우 총균수는 저장 30일째까지는 대조구와 거의 유사한 경향을 나타내었으나 저장 50일째에는 대조구에 비해 약 1 log cycle정도 낮게 나타났다. 저장 60일 이후부터는 대조구의 경우에는 total bacteria의 수가 감소하였으나 거즈포장구의 경우 저장 90일째까지 계속적으로 균수가 증가하였다. 저장 일이 경과할수록 육의 수분이 서서히 증발하여 육의 표면이 딱딱해지는 현상을 나타내었는데, 대조구의 경우 저장 기간이 경과할수록 이러한 현상이 현저하게 나타났으나 거즈 포장의 경우에는 거즈 때문에 육표면의 수분증발이 완만하게 진행되었다. 이러한 현상 때문에 대조구는 저장 60일 이후부터는 균수가 감소하였으나 거즈포장구의 경우 균수가 계속적으로 증가하였다고 판단된다. Coliform bacteria도 총균수와 유사한 경향을 나타내었는데 거즈 포장구는 저장 기간이 경과할수록 균수도 계속증가하였는데 대조구의 경우 저장 60일

이후부터 다소 감소하는 경향을 나타내었다. Psychrothrophs도 Total bacteria와 유사한 경향을 나타내었다. Yeast & mold는 저장 30일에서 저장 70일째까지는 거즈포장구가 대조구에 비해 낮은 균수를 나타내었으나 저장 70일 이후부터는 대조구와 거즈포장구가 거의 유사한 균수를 나타내었다.

Table 19. Changes of microorganism in gauze packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
A	I	260±0.10	270±0.10	338±0.27	506±0.31	571±0.59	686±0.00	685±0.06	654±0.02	612±0.00	617±0.10
	II	260±0.10	249±0.22	387±0.23	511±0.16	522±0.16	693±0.00	648±0.00	729±0.43	762±0.11	830±0.28
B	I	236±0.24	247±0.30	234±0.00	376±0.51	415±0.34	432±0.00	469±0.10	461±0.16	447±0.19	396±0.18
	II	236±0.24	230±0.00	272±0.03	322±0.27	419±0.13	5.02±0.02	5.62±0.07	5.83±0.06	5.91±0.08	6.52±0.07
C	I	209±0.10	275±0.14	379±0.02	473±0.25	6.05±0.28	6.91±0.01	7.07±0.01	7.18±0.00	6.42±0.42	6.59±0.18
	II	209±0.10	322±0.36	443±0.04	652±0.49	6.00±0.01	5.86±0.05	6.68±0.01	8.21±0.30	8.31±0.42	7.73±0.18
D	I	1.80±0.63	2.61±0.40	4.33±0.36	5.06±0.20	6.50±0.27	7.39±0.01	7.24±0.28	6.54±0.07	6.37±0.24	6.74±0.14
	II	1.80±0.63	2.65±0.12	5.37±0.23	4.43±0.49	4.93±0.06	6.28±0.26	6.58±0.05	6.67±0.07	6.31±0.01	6.48±0.01
E	I	0.30±0.00	nd	nd	3.00±0.01	2.26±0.18	1.22±0.26	1.28±0.33	1.80±0.23	1.28±0.33	1.28±0.10
	II	0.30±0.00	nd	nd	0.90±0.06	1.92±0.29	2.30±0.05	3.10±0.12	3.39±0.18	3.07±0.00	3.53±0.16

* mean± Standard deviation (n=4) nd: not detected

I: Control II : Gauze

A: Total bacteria B: Coliform bacteria C: Psychrotrophs

D: Yeast & Mold E: Lactic acid bacteria

Table 20, 21은 육의 숙성과정중 pH, 근원섭유소편화 지수, 가열감량 및 색차를 나타낸 결과로서 pH의 경우 육의 숙성과정중 감소와 증가로 다소 차이를 나타내었으며, 전반적으로 대조구에 비하여 거즈 처리가 약간 높은 pH를 나타내었다. 근원섭유

소편화 지수는 숙성과정중 증가하는 경향이었으며, 대조구에 비하여 거즈처리가 높은 수치를 나타내었다. 가열감량의 경우는 대조구에 비하여 숙성과정중 거즈처리가 낮은 수치를 나타내었으며, 이는 숙성과정 중 pH의 증가로 인한 보수력의 증가로 사료된다. 육의 색은 숙성과정중 대조구와 거즈처리 모두 육의 표면은 건조되어 암적색의 색깔을 떠나 육의 단면은 선홍색의 밝은 육색을 나타내었다. Table 20은 육의 숙성과정중 육 단면의 색차를 나타낸 결과로서 숙성과정중 L값과 a값은 감소하는 경향이었으며, 대조구에 비하여 거즈 처리가 a값의 경우 육을 숙성하는 동안 높은 값을 나타내었다.

육내부의 미생물은 대조구와 거즈포장구 모두 균이 거의 관찰되지 않아 육 내부는 아주 위생적인 것으로 나타났다. 육 저장기간동안 육을 거시적으로 관찰했을 때 대조구의 경우 시간 경과에 따른 육표면의 수분 손실로 육 절단시 육표면부와 육심부의 육색 차이가 현저하게 나타나 제품의 상품적 가치가 낮아지는 반면 거즈 포장구의 경우 표면의 수분 손실이 낮게 나타나 육색차이가 적었으며, 실험결과 육의 연도가 증가하고 가열감량이 낮게 나타나 대조구에 비해 상품적 가치가 높을 것으로 판단된다.

Table 20. Changes of pH, fragmentation index and cooking loss in gauze packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

Storage time(days) Treatment											
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
pH	Control	5.51±0.13	5.84±0.05	5.82±0.16	6.02±0.27	5.44±0.07	5.77±0.07	5.75±0.27	5.53±0.16	5.38±0.17	5.17±0.08
	Gauze	5.53±0.13	5.32±0.12	6.11±0.25	6.11±0.31	6.24±0.18	6.04±0.15	5.92±0.31	5.73±0.15	5.77±0.14	5.63±0.28
Fragment- ation index	Control	48.7±3.24	67.2±5.16	82.4±7.42	93.5±7.52	108.6±8.85	146.2±4.41	159.9±9.76	165.31±14.69	163.17±6.43	183.54±8.47
	Gauze	48.7±3.24	66.7±4.29	94.2±9.17	112.4±5.69	131.7±6.24	169.4±3.72	176.2±9.18	175.97±8.82	198.5±13.64	201.17±16.03
Cooking loss(%)	Control	18.6±1.37	28.4±1.47	31.7±1.11	25.7±0.75	22.5±1.27	26.5±0.84	21.4±2.15	17.63±1.37	16.39±2.34	17.18±1.56
	Gauze	18.6±1.37	27.5±1.38	25.2±0.91	23.2±1.56	23.5±1.15	27.5±1.08	18.6±1.04	19.21±0.81	20.31±3.06	20.88±1.28

* mean ± Standard deviation (n=4)

Table 21. Changes of hunter value in gauze packaged Hanwoo beef during storage at 2°C

		Storage time(days)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Treatment												
Control	L		29.60±2.17	27.57±1.27	29.19±0.49	29.41±0.82	29.38±1.07	28.39±1.17	24.72±2.76	24.53±0.94	20.51±1.13	20.54±2.37
	a		22.01±1.16	11.27±1.67	14.70±1.17	14.57±2.11	14.37±1.43	13.27±1.63	9.75±1.10	9.36±1.16	8.45±0.83	9.12±1.50
	b		7.39±1.27	3.87±0.82	5.81±0.84	5.38±1.43	5.13±0.87	4.90±0.75	3.55±1.00	5.19±0.62	6.32±0.76	4.22±0.81
Gauze	L		29.60±2.17	27.76±0.96	28.06±1.16	28.69±2.75	28.93±1.38	31.57±0.73	28.77±1.46	29.27±1.29	28.74±1.14	27.63±0.93
	a		22.01±1.16	15.86±1.08	15.82±1.47	16.12±1.08	16.34±2.13	14.77±1.16	14.65±0.82	13.22±0.68	10.87±1.17	11.21±1.37
	b		7.39±1.27	5.80±1.07	5.73±1.62	5.43±1.37	5.93±0.67	5.89±1.07	5.43±0.65	6.17±1.07	5.96±1.34	5.38±1.49

* mean ± Standard deviation (n=4)

4) 등급에 따른 한우의 품질 변화

육질이 좋은 가축을 도축한 후 유통 및 소비되는 과정에서 양질의 육질을 그대로 유지하기 위해서는 식육의 포장 방법과 포장기술의 개발은 매우 중요하다고 할 수 있다. 식육의 포장 방법에는 크게 랩포장, 진공포장 및 가스 치환포장의 세가지 형태로 나눌 수 있다. 이들 포장 방법 중 육색과 기호성이 좋은 wrap 포장을 이용하여 1등급 우육과 3등급 우육을 포장한 후 1°C에서 저장하면서 등급별 냉동우육의 저장성을 측정하였다.

가) 수분 및 조지방의 변화

랩포장한 우육을 1°C에서 저장하면서 수분함량과 조지방함량을 측정한 결과는 Fig. 1과 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 수분함량의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 낮게 나타났으며 저장전 기간 동안 수분 함량의 뚜렷한 변화는 나타내지 않았다. 김 등은 포장 방법별 저장성 검토시 수분 함량을 측정한 결과 수분함량의 변화는 전반적으로 뚜렷하지 않았다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 조지방의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 지방함유율을 나타내었다. 이는 등급차에 의한 것으로 근내 지방함량이 1등급이 높기 때문이라 판단된다.

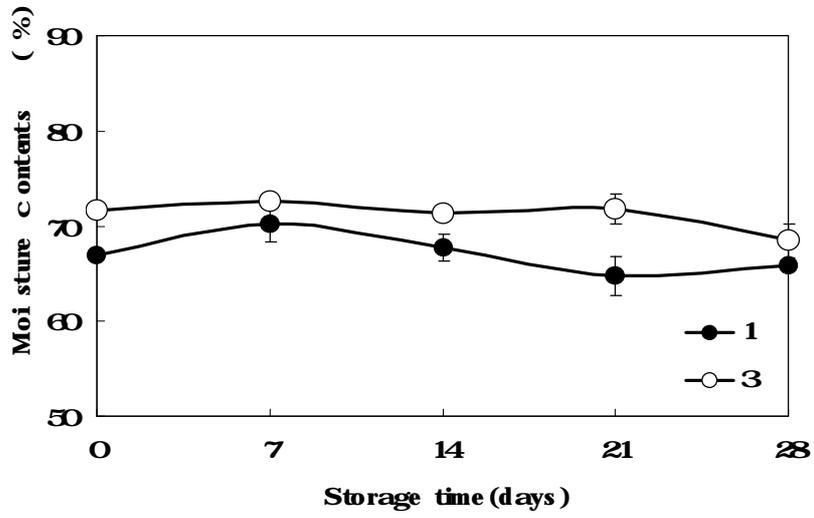


Fig. 1. Change of moisture contents on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C.

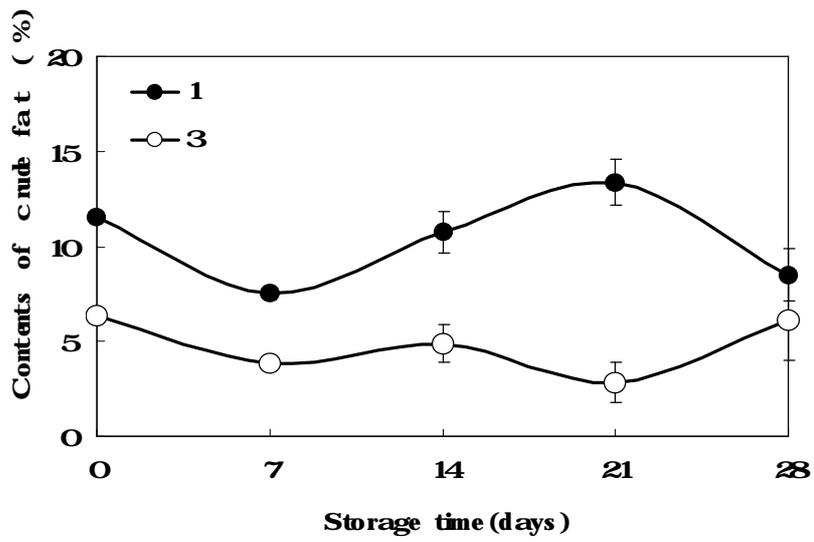


Fig. 2. Change of curd fat contents on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C.

나) 세균수의 변화

등급이 다른 우육안심을 랩포장한 후 1℃에서 저장하면서 미생물수의 변화를 측정한 결과 Fig. 3, 4, 5, 6 과 같다.

총균수의 경우, 초기균수는 1등급과 3등급육의 초기균수는 약 10^2 CFU/cm²을 나타내었고, 저장 14일째까지 서서히 증가하다가 저장 14일 이후부터는 급격히 증가하여 저장하였다. 등급간의 균수 차이는 저장 7일째까지는 거의 유사한 경향을 나타내었으나 저장 14일 이후부터는 1등급이 3등급 육에 비해 약 1 log cycle 정도 낮게 나타났다. 고 등1)은 돈육을 랩포장하여 4℃에서 냉장 저장한 결과 저장 7일까지는 완만하게 증가되었으나 그 이후 급속하게 증가되었으며, 저장 7일과 저장 10일 사이에 일반세균수가 대수적으로 증가되었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Pshychrotrophs의 변화도 총균수와 유사한 경향을 나타내었는데 저장기간이 경과할수록 증가하였으며 저장 14일째까지는 1등급과 3등급 모두 10^5 CFU/cm²정도의 균수를 나타내었으나 저장 14일 이후부터는 1등급과 3등급간에 약 1 log cycle 정도 균수 차이를 나타내었다. Leek12)는 냉장육의 표면에 오염되어 있는 세균수가 $1-5 \times 10^7$ CFU/cm²일 때 전형적인 이취가 감지되고 $5.0 \times 10^7 - 1.0 \times 10^8$ CFU/cm²정도일 때 점질물이 생성된다고 보고하였으며, Ayres13)와 Gill14)은 육류의 저장 한계인 부패수준을 $10^7 - 10^8$ CFU/cm²로 제시하였는데 본 실험의 결과 1등급, 3등급 우육 모두 저장 21일째부터는 10^6 CFU/cm² 이상의 균수를 나타내어 저장 21일째까지는 미생물학적으로 안정한 것으로 판단된다. Coliform bacteria와 lactobacilli도 총균수와 유사한 경향을 나타내었는데 저장 14일과 저장 21일째는 1등급과 3등급 우육간에 약 1 log cycle 이하의 균수차이를 나타내었으며 저장 7일째와 저장 28일째는 등급간의 뚜렷한 균수 차이는 나타나지 않았다.

다) pH 변화

랩포장한 우육 중 3등급의 경우 초기 pH가 6.04였으나 저장 14일째부터 급격히 증가하여 저장 21일과 28일째 각각 pH 6.88과 pH 6.60을 나타내었다. 1등급 우육의 경우 저장 초기에 pH 5.83이었으며 저장기간이 경과할수록 완만하게 증가하는 경향을 나타내어 3등급 우육에 비해 낮은 pH 값을 나타내었다. 고 등1)은 랩포장한 돈육을 4℃에서 저장하면서 pH를 측정한 결과 저장 1일에 pH 5.54였으나 저장 7일 이후 급속하게 증가하여 저장 10일과 15일에는 각각 pH 5.98 및 6.34를 나타내었다고 보고하였다. 저장기간이 경과됨에 따라 pH가 증가하는 이유는 근육내의 효소와 미생물이 분비한 효소에 의해 생성된 단백질 분해 산물의 축척에 기인15), 16)한 것으로 판단된다.

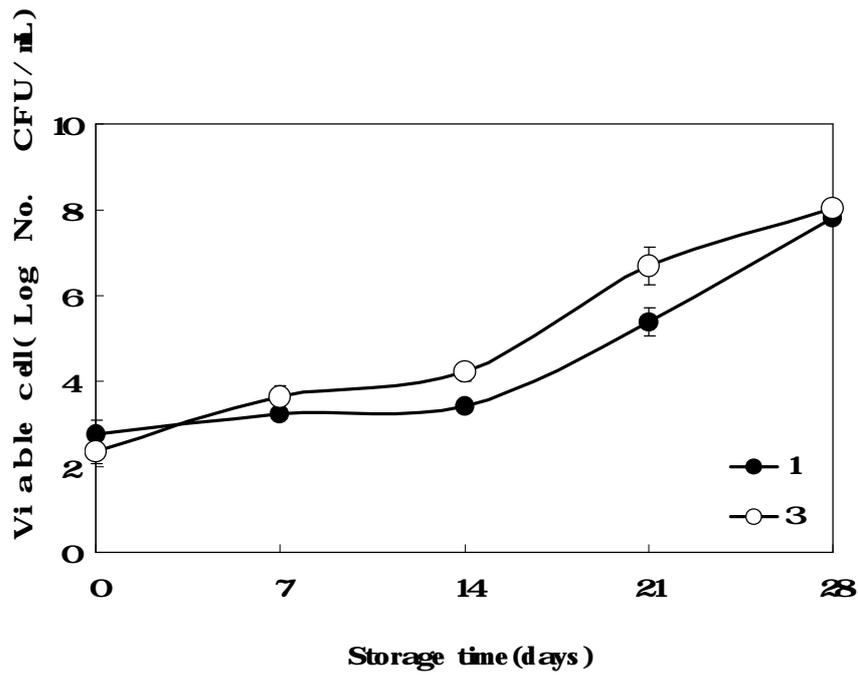


Fig. 3. Change of total bacteria on wrap packaged hanwoo beef during storage at

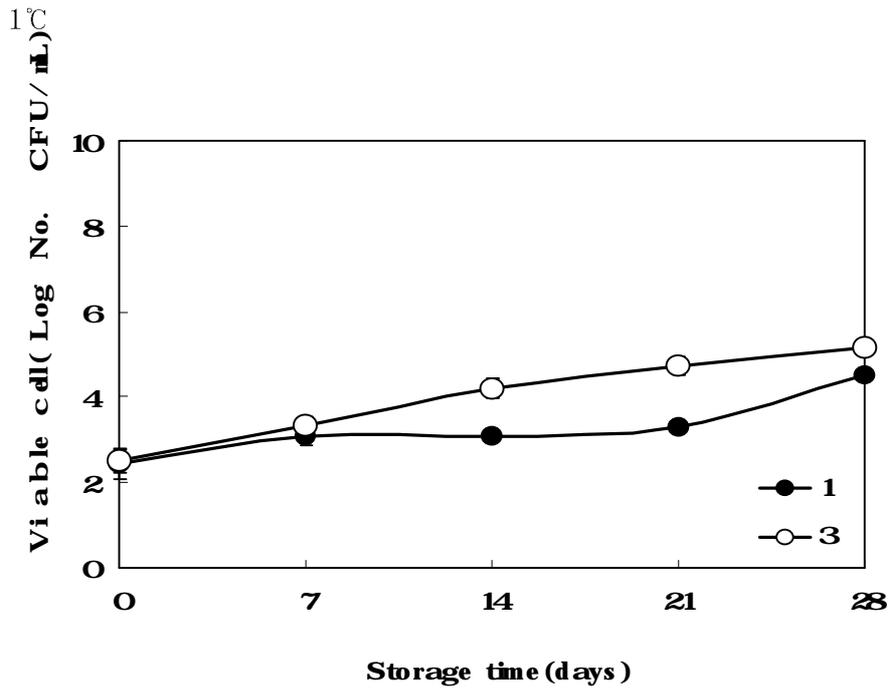


Fig. 4. Change of lactic acid bacteria on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C

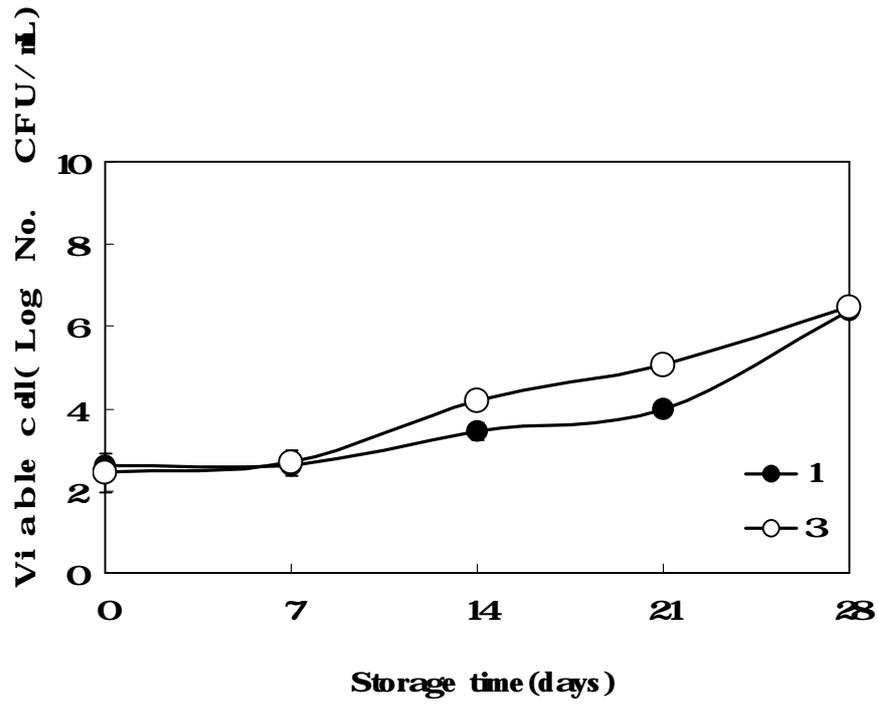


Fig. 5. Change of coliform bacteria on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C

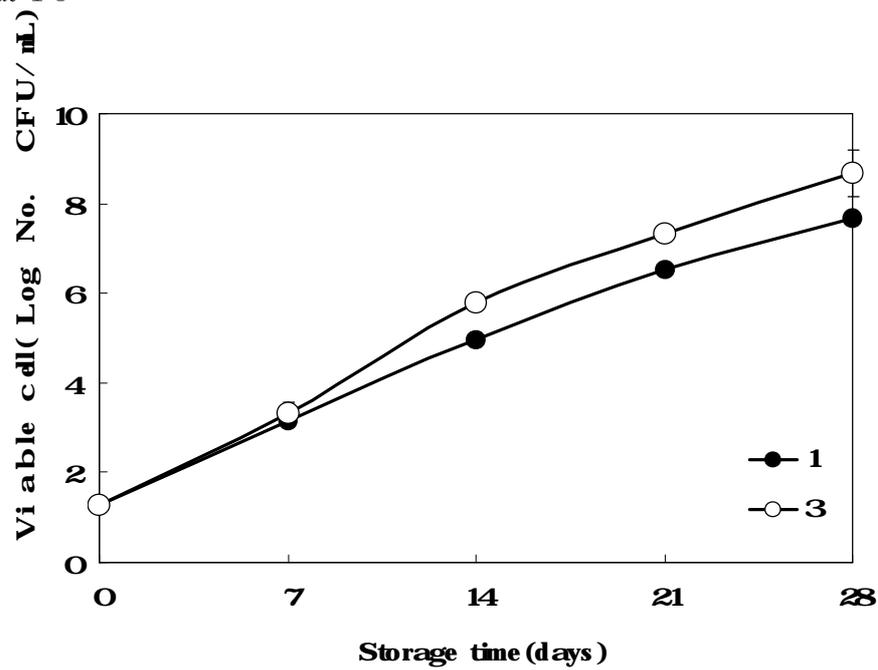


Fig. 6. Change of psychrotrophs on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C

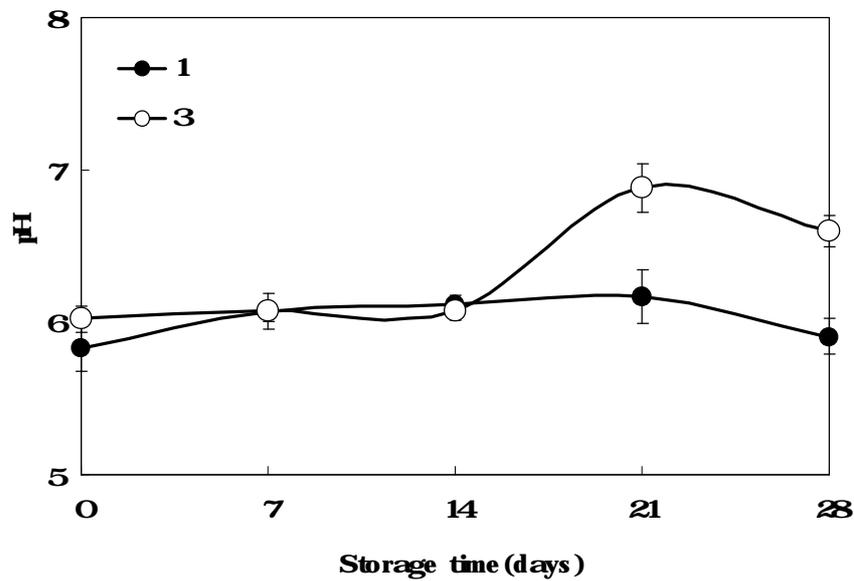


Fig. 7. Change of pH on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C

라) VBN의 변화

Fig.8은 우육의 안심부위를 등급별로 랩포장(합기포장)한 후 냉장 저장하면서 저장기간 동안 휘발성 염기태 질소 함량(VBN)의 변화를 측정된 결과이다. 저장기간이 증가할수록 휘발성 염기태 질소가 증가하였고 1등급 우육에 비해 3등급 우육이 휘발성 염기태 질소가 높게 나타났다. 우리나라 식품공전상에는 신선육의 경우 20mg%이하로 규정하고 있어 일반적으로 20mg%이상이 되면 부패되는 것으로 알려져 있다. 본 실험의 결과 1등급 우육의 경우 저장 기간동안 최대 16.81mg% 값을 나타내는 반면 3등급 우육의 경우 저장 21일째 21.01mg%로 매우 높은 수치를 나타내어 3등급 우육이 먼저 부패가 시작된 것으로 판단된다. 김 등(17)은 저장중에 근육단백질이 아미노산과 그 외 여러 가지 무기태 질소로 분해되는데 이는 단백질의 가수분해에 따른 아미노산과 펩타이드의 증가에 의해서 휘발성 염기태 질소가 증가하고 adenosyl monophosphate(AMP)의 분해에 따른 암모니아의 생성과 nucleotide의 증가에 의해서도 영향을 받는다고 하였다. 최 등(18)은 등심부위를 진공포장하여 냉장 저장하였을 때, 저장기간이 경과함에 따라 VBN이 증가하였고, 저장 21일에 대부분의 돈육에서 19.3-21.0mg/% 수치를 나타낸다고 하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

고 등(2001)은 돈육을 랩포장, 진공포장하여 4℃에서 저장하면서 휘발성 염기태 질소 함량을 측정된 결과 랩포장과 진공포장 각각은 저장 15일에 26mg%, 저장 30일째 19.8mg%를 나타내어 부패수준인 20mg%에 근접하였다고 보고하였다.

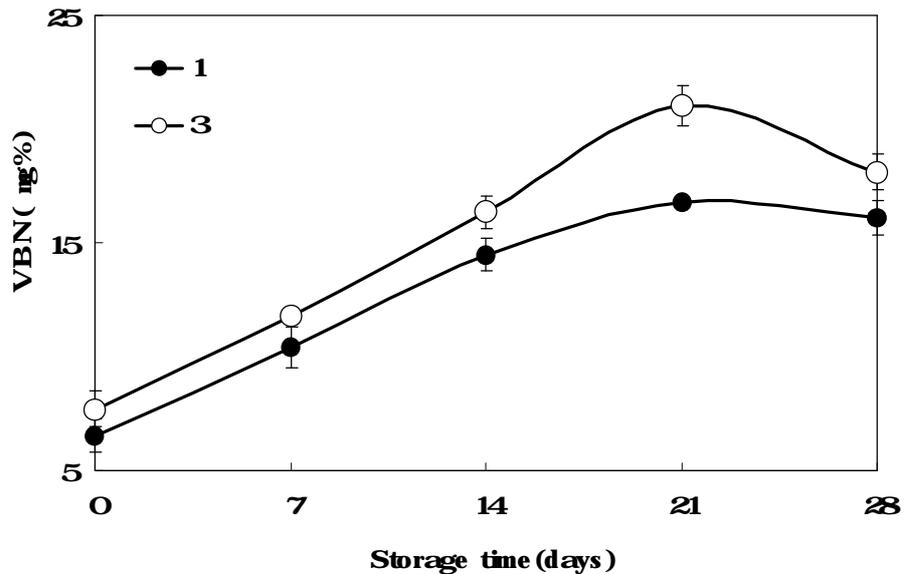


Fig. 8. Change of VBN on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C

마) 드립감량의 변화

우육의 안심부위를 등급별로 랩포장(합기포장)한 후 냉장저장하면서 저장기간동안 드립감량의 변화를 측정된 결과 Fig. 9와 같다.

드립 발생량은 저장기간이 증가하면서 점진적으로 증가되었다. 저장 7일째 1등급 우육과 3등급 우육 각각 2.07%, 2.91%의 드립감량을 나타내어 거의 유사한 경향을 보였으나, 저장 14일째는 각각 3.19%와 6.06%으로 3등급 우육의 드립량이 현저히 높게 나타났다. 3등급 우육의 경우 저장 7일째부터 급격히 증가하였으며 저장 7일 이후부터는 완만하게 증가하였다. 1등급 우육의 경우 저장 14일 이후부터 급격히 증가하여 저장 28일째는 8.36%를 나타내어 3등급우육의 8.46%와 거의 유사한 경향을 나타내었다. 고 등(2001)은 돈육의 등심을 랩포장한 후 냉장저장(4℃)하면서 품질 변화를 측정된 결과 랩포장의 드립감량은 냉장 저장 1일에는 0.85%였고, 저장 7일까지 완만

하게 증가되었으나, 저장 10일 이후 급속하게 증가되어 저장 10일과 15일에는 각각 3.37% 및 6.93%를 나타내었다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 김 등19)은 진공포장된 냉동우육을 저장 온도별로 드립 발생량을 측정한 결과 저장기간이 $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 보다 높게 나타났다고 보고하였다. 허 등20)은 포장 및 저장 조건을 달리한 돈육의 육즙 감량을 측정한 결과 전 저장기간에 걸쳐 처리구들간의 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다고 보고하였다.

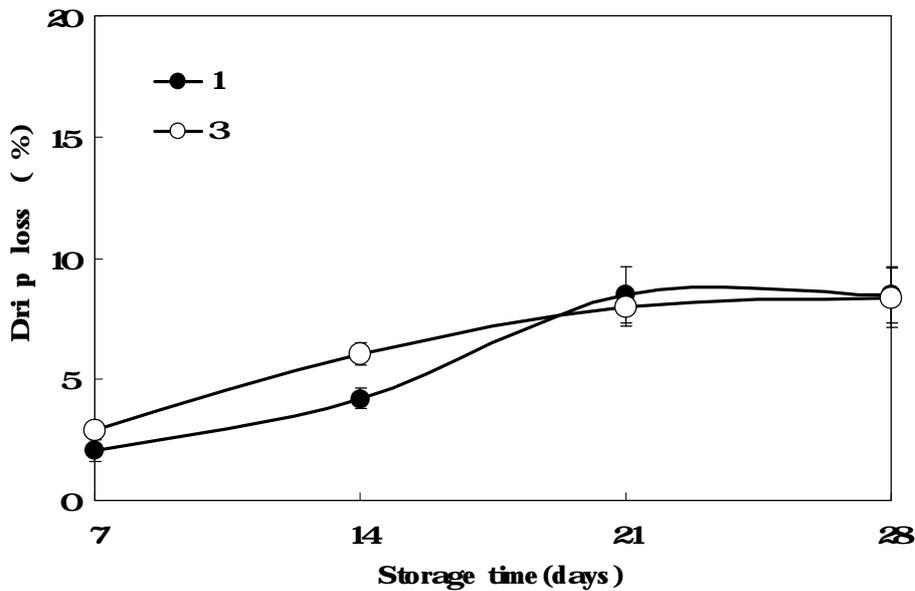


Fig. 9. Change of drip loss on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C

바) 가열감량의 변화

Fig. 10은 랩포장한 우육의 저장중 가열감량의 변화를 나타낸 결과이다. 저장 7일째까지 가열감량이 다소 증가하였으나 7일 이후부터는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 저장 21일째까지 3등급우육이 1등급 우육보다 높은 값을 나타내었으나 저장 28일째는 3등급 우육이 1등급 우육보다 낮은 값을 나타내었다.

고 등(2001)은 랩포장 돈육의 가열감량의 변화를 측정한 결과 저장 1일에는 24.6%에서 저장 7일째는 22.7%로 다소 감소되었으나 그 후 점차 증가되었다고 보고하여 본 실험의 결과와는 다소 다른 결과를 나타내었다.

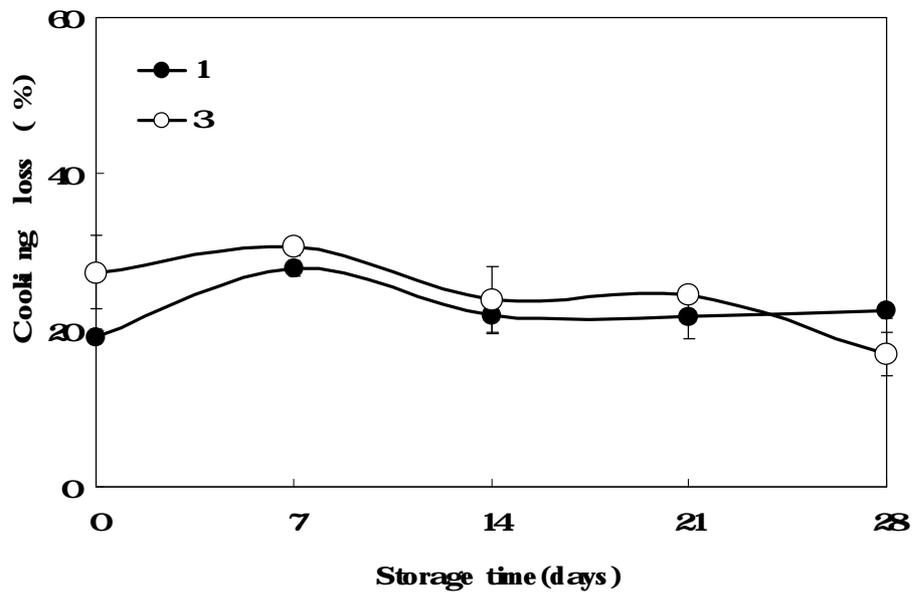


Fig. 10. Change of cooking loss on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C

사) 육색

일반 소비자의 경우 생육을 구매할 때 신선도의 기준으로 색을 중요하게 여기며 소비자는 선홍색을 가장 선호한다. Table 23은 랩포장 우육의 저장중 육색의 변화를 L, a, b 값으로 나타내었다. L 값의 경우 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었고 3등급 우육의 경우 저장 21일째부터 급격히 감소하였다. a 값의 경우 저장 초기에는 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 값을 나타내었으며, 저장기간이 증가할수록 a 값은 감소하여 L값과 유사한 경향을 나타내었다. 이는 저장 기간이 증가할수록 육표면의 수분이 감소함에 따라 육표면의 색이 짙어지고 고유의 붉은 색을 상실했기 때문이라 판단된다. 이 등(1998)은 진공포장한 우육을 0°C에서 저장하면서 a 값의 변화를 측정한 결과 진공포장된 상태하에서 a값은 저장 90일까지 거의 변화가 없었다고 보고하였으며 최 등(1998)은 PVC-wrap으로 포장된 한우를 숙성시키면서 육색을 측정한 결과 0°C에서는 저장기간 중 선홍색이 지속적으로 유지되었으나, 5°C와 10°C에서는 저장기간이 길어질수록 고기색이 짙어지는 경향을 나타내었다고 보고하였다. b 값은 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 값을 유지하였으며 저장기간이

경과할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. 저장중 냉장육의 육색 변화는 고기의 pH, 온도, 산소분압, 지질의 산화, 미생물의 성장, 도축전 스트레스 등 많은 요인들이 복합적으로 작용하는 것으로 알려져 있는데, Renerre 등(1993)은 다양한 식육의 변색요인 가운데 저장기간동안 식육의 변색과 육색의 안정성에 기여하는 가장 중요한 요인은 oxyyoglobin이 자동산화에 의해 metmyoglobin으로 변하기 때문이라고 보고하였다. 본실험의 결과 1등급 우육을 합기포장하여 1°C에서 저장할 경우 미생물학적, 이화학적으로 저장 20일까지는 유효하였으나 3등급 우육의 경우는 미생물학적으로 저장 20일까지는 안정하였으나 VBN 값의 경우 저장 21일째 21.01mg%를 나타내어 부패가 진행되었다고 판단되었으며, 미생물학적 이화학적 결과를 토대로 했을 때 3등급우육은 저장 15일까지는 안전할 것으로 판단된다.

Table 22. Change of meat color loss on wrap packaged hanwoo beef during storage at 1°C.

	Grade	Storage days				
		0	7	14	21	28
Lightness (L)	1	34.61±1.43	34.30±2.25	34.55±2.58	35.74±2.20	34.44±1.29
	3	34.60±1.18	34.33±2.12	34.45±2.61	32.94±1.29	32.69±3.91
Redness (a)	1	16.36±0.63	13.49±0.72	6.01±0.76	6.42±0.35	5.02±0.37
	3	11.60±0.45	10.94±0.73	3.56±0.67	4.91±0.83	3.81±0.79
Yellowness (b)	1	5.42±0.67	3.00±0.61	2.86±0.69	3.08±0.54	3.83±0.27
	3	3.22±0.13	3.41±0.61	2.78±0.23	2.12±0.54	2.60±0.59

3. 요약

본 연구는 고급육의 품질 유지와 개선을 위한 처리 방법을 모색하고자 위생실태와 오염감소 효과를 검토하였으며, 도살후 도체의 냉각시간에 따라 육 품질의 변화와 숙성방법 및 등급에 따른 저장중 품질 변화를 측정하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 한우육 처리 과정의 위생실태 계절별로 조사한 결과, 여름이 오염도가 가장 높게 나타났으며, 봄, 겨울이 오염정도가 상대적으로 낮게 나타났다. 도체와 사용기기 표면에 70% Ethanol 처리한 결과, 무처리구에 비해 뚜렷한 감소현상을 나타내었다.
2. $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 냉각시간을 달리한 도체의 육량등급과 육질등급을 비교한 결과, 육량등급은 48시간 동안 냉각시킨 도체가 24시간 냉각도체에 비해 다소 높게 나타났다. 근내지방도는 48시간 냉각한 도체가 24시간 냉각한 도체보다 유의적으로 향상되었다. 냉각시간에 따른 육질등급은 48시간 냉각시킨 도체가 24시간 냉각시킨 도체보다 낮게 나타나, 48시간 냉각시킨 도체의 육질 등급이 약 8.9% 향상되는 것으로 나타내었다.
3. 도체의 예비 숙성시간 및 온도에 따른 이화학적 특성의 변화를 살펴본 결과, 근원섭유 소편화 지수는 35°C 와 16°C 에서 예비 숙성된 경우 높은 수치를 나타내었으며, 5°C 의 경우 증가가 미미하였다. 가열감량은 저장기간에 따라 예비 숙성 온도에 관계없이 증가하였다. 저장기간 중 L, a, b값은 증가하는 경향이었으며, 적색도의 경우 예비 숙성 온도 35°C , 16°C , 5°C 순으로 높게 나타났다.
4. 육 표면에 70% ethanol을 분무한 후 진공 및 일반포장하여 각각을 저장하면서 품질 변화를 측정하였다. 일반포장한 경우 70% ethanol 처리구는 무처리구에 비해 총균수는 저장 15일 까지 뚜렷한 차이를 나타내었다. Coliform bacteria의 경우 저장 15일째 2-2.5 log cycle 정도 감소하였고, psychrotrophs의 경우 2 log cycle 정도의 뚜렷한 감소를 나타내었다. 근원섭유 소편화 지수는 저장기간동안 증가하는 경향이었으며, ethanol 처리구가 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었으며, 가열감량은 낮은 값을 나타내었다. 저장기간동안 L, a, b값은 전반적으로 감소하는 경향

이었으며, a값(적색도)은 저장기간이 경과함에 따라 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 높은 수치를 나타내었다. 진공포장을 한 경우 일반포장에 비해 ethanol 처리효과는 뚜렷하게 나타내지 않았다.

5. 한우 안심부위를 채취하여 육포장용 거즈로 포장한 후 2℃에서 숙성시키면서 육의 품질변화를 측정된 결과 저장 70일 동안 대조구는 표면건조 현상이 발생한 반면 거즈 포장구는 slime형성이 관찰되었다. 저장기간동안 pH, 근원섭유 소편화 지수와 적색도(a)는 거즈 포장구가 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었다.
6. 1등급과 3등급의 우육안심을 랩포장한 후 1℃에서 저장하면서 이화학적, 미생물학적 품질변화를 측정하였다. 조지방의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 지방함유율을 나타내었고, 수분함량의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 낮게 나타났다. 총균수와 psychrotrophs는 저장 21일째 약 106CFU/cm²을 나타내었다. 휘발성 염기태 질소 함량(VBN)은 저장기간동안 1등급 우육에 비해 3등급 우육이 높게 나타났다. 드립 발생량은 저장 14일째 1등급, 3등급 우육 각각 3.19%와 6.06%으로 3등급 우육의 드립량이 현저히 높게 나타났다. 가열 감량의 경우 저장 7일째까지는 다소 증가하였으나 7일 이후부터는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. L값, a값, b값 모두 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. a 값의 경우 저장 초기에는 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 값을 나타내었다.

제 6 절 한우 지방축적 조절을 위한 기술 개발

1. 서론

한우 거세우의 증체와 육질능력은 타고난 유전적 자질에 의해 크게 좌우되지만, 이에 못지 않게 사료와 사양관리기술도 큰 영향을 미친다. 아무리 우수한 유전자질을 가진 비육밀소라 해도 사양관리를 잘 하지 못하면 그 비육밀소의 유전능력은 기대하는 만큼 발현이 이루어지지 않는다. 결국 사육자의 입장에서 볼 때에는 사료와 사양관리 기술을 통하여 비육밀소의 유전능력을 어떻게 최대한 발휘시킬 수 있도록 하느냐 하는 것이 중요하다. 이와 같은 점으로 미루어 볼 때 비육우의 경영자는 사료의 선택도 중요하고, 비육과정에서 비육우의 능력에 맞는 농후사료와 조사료를 효과적으로 급여하고, 섭취할 수 있도록 사양관리를 잘하는 것도 중요하다. 그러나 한우의 비육경영에서 가장 바람직한 것은 질병을 일으키지 않고, 한우가 가지고 있는 능력을 최대한 발휘시켜 단기간에 목적하는 고급육을 생산하는 것이다.

비타민 A가 비육우의 육질에 미치는 영향에 대해서는 최근 일본을 중심으로 연구가 계속되고 있다. 岡(1991)은 28-31개월령의 흑모화종 거세우 31마리에서 비타민 A와 근내지방도 사이에 서로 부(負)의 상관($r=-0.37$)이 있어, 혈액 중 비타민 A 수준이 낮으면 근내지방도가 높아진다고 보고하였다. 矢野(1992)는 흑모화종 거세우에서 간장 중 비타민 A의 함량과 BMS(beef marbling score)사이에는 부(負)의 상관, BCS(beef color standard)와는 정(正)의 상관이 있다고 하였으며, 高橋 등(1993)은 혈중 비타민 A 수준이 낮으면 BMS치가 높아지며, 비타민 A와 BMS간에는 부(負)의 상관($r=-0.503$)이 있다고 보고하였다. 또한, 甫立(1995)은 거세우와 미경산우 공히 혈장 중 비타민 A 수준과 BMS간에는 부(負)의 상관($P<0.01$)이, BCS와는 정(正)의 상관($P<0.01$)이 있다고 하였고, 미경산우의 경우 비타민 A와 배최장근단면적간에는 부(負)의 상관($P<0.01$)이 나타났으며, 비타민 A가 육질에 미치는 영향은 비육후기가 아니라 좀 더 빠른 시기 즉, 비육전기에 비타민 A값이 저하되면 BMS가 향상된다고 보고하고 있다.

비타민 A의 제어기간이 긴 구의 경우 배최장근의조지방 함량이 높고, 전단력가는 조지방 함량과의 사이에 부(負)의 상관이 나타난다고 보고하였다(常石, 1999). 이는 쇠고기 중 지방함량의높음 즉, 근내지방도가 높을수록 고기의 연도가 증가하는데, 이는 비타민 A의 제어가 전단력가를 낮게 하고 연한 쇠고기를 생산하기 때문이라고 생

각된다. 神辺 등(1997)에 의하면 비타민 A 급여를 조절한다고 해서 증체량, 체고, 흉위에 직접적인 영향은 없다고 보고하였다. 또한 비타민 A는 생체내에서 약 80%가 간장에 축적되어 있기 때문에 그 생체가 가지고 있는 정확한 비타민 A량을 알기 위해서는 혈중 농도뿐만 아니라, 간장 중의 비타민 A함량을 측정할 필요가 있다고 하였지만, 혈중 비타민 A 농도를 측정함으로써 간장 중 비타민 A 함량을 어느 정도 추측할 수는 있다고 보고하였다(岡 등, 1999).

이상에서와 같이 비타민 A가 비육우의 육질에 미치는 영향은 대체로 비타민 A의 급여나 투여 수준이 낮은 경우(비타민 A 결핍증상이 나타나지 않는 범위) 육질등급이 향상되는 것으로 보고되고 있다. 또한 비타민 A의 급여시기에 따라 육질에 미치는 영향도 크게 좌우되는데, 비육전기에 비타민 A수준을 낮게 하고, 그 이후 비타민 A 급여를 사양표준에 따라 급여함으로써 육질과 육량 모두 개선되었다고 보고되었다(高橋, 1997; 常石, 1999; 渡辺 등, 1999).

따라서 본 연구는 전국한우능력평가대회 출품우 및 일반농가 사육우를 대상으로 거세한우의 혈청 및 간장 내 비타민 A 농도와 육질간의 상관관계를 구명하고자 실시되었다.

2. 재료 및 방법

가. 공시동물

본 연구에 공시된 한우는 가계의 기록과 출하일령, 체중 및 도체형질의 기록이 정확하게 정리된 (사)한국종축개량협회에서 주관하는 제 4회 전국한우능력평가대회(1999)에 출품된 거세한우 210두와 제 3차 기획과제 공시우 118두를 이용하였다.

제 4회 전국한우능력평가대회에 출품된 거세한우는 농가별 다양한 환경 조건속에서 사양되었으며, 일반 농가 거세한우는 콘크리트 바닥의 개방우사에서 집단사육되었다. 일반 농가 거세한우는 비육전기(12-18개월령)에 조사료(볏짚)는 자유채식, 농후사료는 체중의 1.7-1.9%급여하였고, 비육후기(24-28개월령)에는 조사료와 농후사료 모두 자유채식 시켰다(정 등, 1994; 1997). 농후사료 중 조단백질 및 에너지(TDN)함량은 비육전기에는 각각 12.7%, 72.0 이었고, 비육후기에는 각각 11.6%, 74.0 이었으며, 조사료(볏짚)내 조단백질 함량은 4.9%였다.

나. 혈액 및 간장의 채취

거세한우의 혈청 및 간장내 비타민 A 농도 분석을 위하여, 전술한 출품우 210두는 도축 직전에, 기획과제 공시우는 비육전기(12-14개월령) 60두와 비육말기(24-28개월령) 118두에 각각 혈액을 항응고제(0.5M EDTA)가 처리된 Vacutainer(BECTON DICKINSON, USA)를 이용하여 채취하였으며, 간장은 출품우 및 일반 농가 모두 도축 직후 채취하였다. 비타민 A는 빛에 의해 산화되기 때문에 채취한 혈액 및 간장은 빛을 차단하였으며, 혈액은 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청만을 채취하여 분석시까지 -80°C 에서 보관하였다.

다. 도체분석

실험동물은 축산물 등급판정 세부기준 농림부 고시 제 1999-64호(농림부장관, 1999)에 의하여 도살처리하여 0°C 내외에서 24시간 냉장하여 등심부위 심부온도가 5°C 이하가 된 때에 반도체의 13번째 늑골과 제 1요추 사이를 절개한 후에 근내지방도(marbling score), 육색(beef color)과 지방색(fat color) 등의 육질등급과, 배최장근 단면적(M. Longissimus dorsi area), 등지방두께(backfat thickness) 등을 측정하고 육량 및 육질등급을 판정하였다.

라. 비타민 A 정량분석

비타민 A 정량방법에는 Carr-Price 비색법, TLC, GLC, HPLC 등의 방법이 사용되는데, 본 연구에서는 HPLC법에 의한 비타민 A 정량방법(일본비타민학회, 1990)을 사용하였다.

혈청 및 간장 중 비타민 A 분석에 필요한 standard solution은 각각 비타민 A-retinol(all trans-RETINOL, Sigma) 100 IU($30\mu\text{g}/\text{dL}$), 250 IU($75\mu\text{g}/\text{dL}$) 및 500 IU($150\mu\text{g}/\text{dL}$)와 비타민 A-palmitate(all trans-RETINOL PALMITATE, Sigma) 100 IU($55\mu\text{g}/\text{dL}$), 250 IU($137.5\mu\text{g}/\text{dL}$) 및 500 IU($275\mu\text{g}/\text{dL}$)를 함유한 3종의 표준용액을 제조하여 사용하였다. 표준용액은 각각 $20\mu\text{L}$ 씩 column(Metasil ODS, $5\mu\text{m}$, $250\times 4.6\text{mm}$)에 주입하여 표준곡선을 구하고, 시료를 각 2회 $20\mu\text{L}$ 씩 주입하여 혈청 100mL 중의 비타민 A의 농도를 구하였으며, 간장은 1g 중 비타민 A-palmitate 및 비타민 A-retinol의 농도를 구하였다(Figure 1, 2).

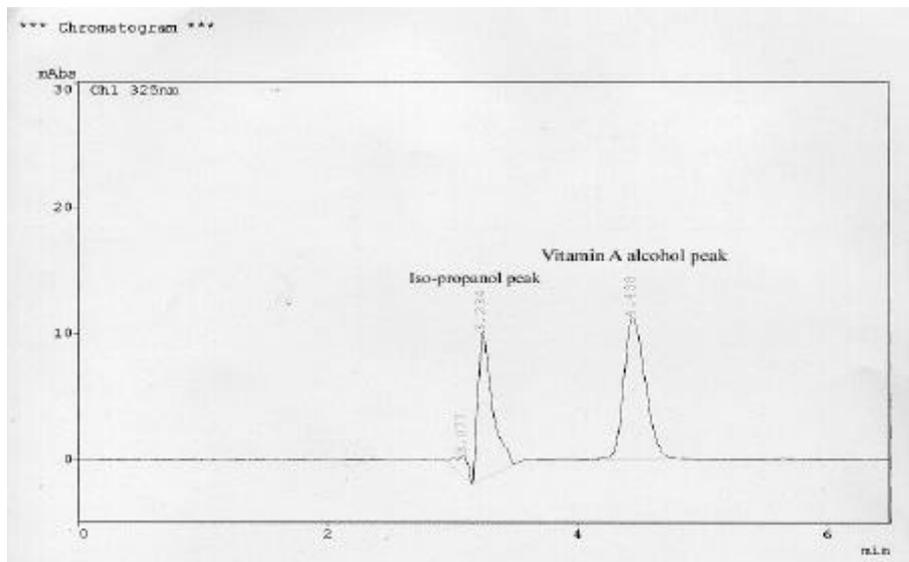


Figure 1. Vitamin A retinol standard graph
 (UV detector 325nm, tR : Vitamin A retinol 5.9min)

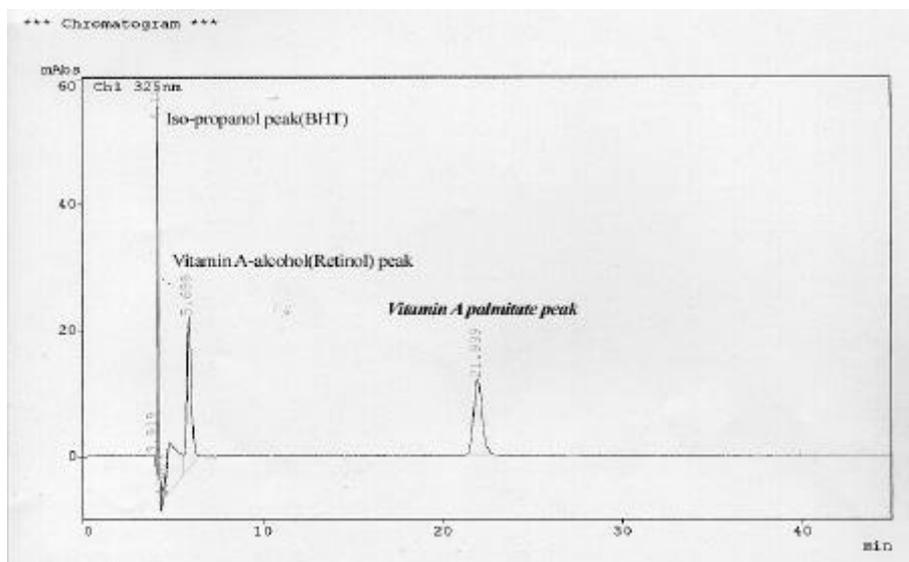


Figure 2. Vitamin A retinol and vitamin A palmitate standard graph
 (UV detector 325nm, tR : Vitamin A palmitate 21.9min, Vitamin A retinol 5.6min)

마. 통계분석

한우의 혈청 및 간장 내 비타민 A 농도와 도체특성(근내지방도, 조지방함량, 육색, 지방색, 등지방두께 및 배최장근단면적)과의 상관관계는 SAS program(2000)을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 비육전기 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도

일반농가에서 사육중인 비육전기(12-14개월령) 거세 한우의 혈청내 비타민 A 농도는 Figure 3에 나타난 바와 같다.

비육전기 거세한우의 혈중 비타민 A 농도는 평균 212.0 ± 32.7 IU/dl(124.3- 281.1 IU/dl)로서 일본화우의평균치인 90-130 IU/dl(岡, 1997 1999)보다 높게 나타났다.

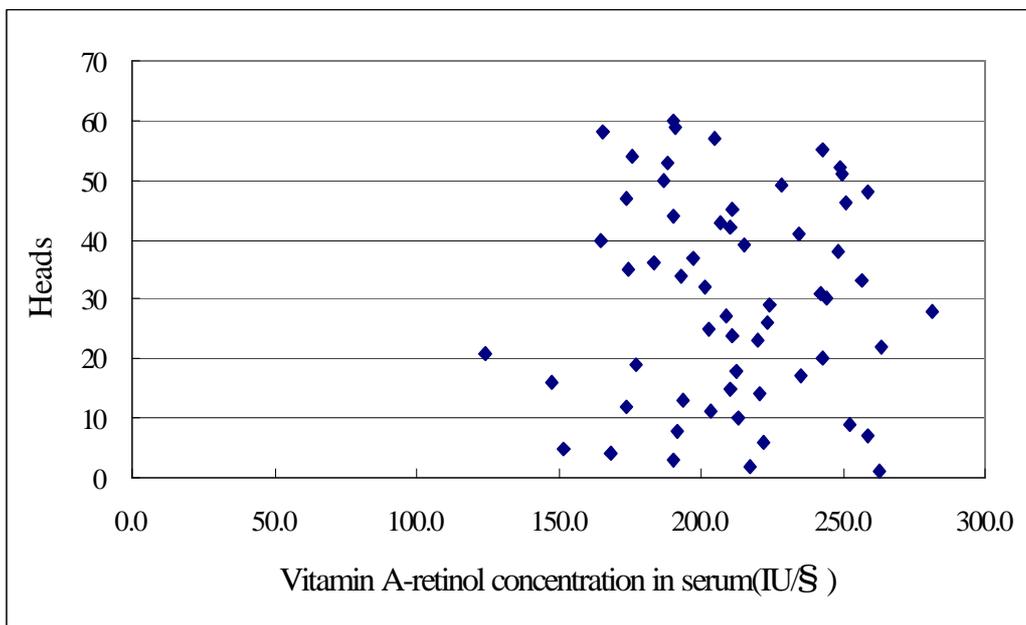


Figure 3. The level of serum vitamin A during early fattening period of Hanwoo steers.

岡(1999)은 비육전기(13-16개월령) 흑모화중거세우에 대해 근내지방도를 기준으로 혈액 중 비타민 A의 농도를 분류하였는데, 비육전기 비타민 A의 농도가 56.31 IU/dl까지 저하한 구가, 나머지 구(90 IU/dl)에 비해 근내지방도가 향상되었으며, 이 결과로서 비육전기에서 중기 사이의 혈액 중 비타민 A의 농도가 근내지방 형성에 영향을 줄 가능성을 시사하였다.

비육우의 혈액 내 비타민 A 농도는 급여하는 사료에 따라 변이가 매우 커질 수 있으며, 본 연구에 공시한 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도가 일본화우에 비하여 높았던 이유는 두 품종간 사육 환경의 차이 특히, 급여하는 사료의 종류가 현저히 달랐으며, 또한 유전적인 소질이 다르기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 일본화우의 혈액 내 낮은 비타민 A 농도는, 일반적으로 일본화우의 근내지방도가 한우에 비하여 높은 결과와도 상관이 있는 것으로 생각된다.

나. 비육말기 거세한우의 혈청 및 간장 내 비타민 A 농도

Figure 4는 비육말기 출품우와 일반농가 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도를 나타낸 것이다.

거세한우의 비육말기 혈청 내 비타민 A 농도는 평균 117.56 ± 43.15 IU/dl(24.24-244.36 IU/dl)로서 일본 화우의 비육말기 평균치인 21.5-45.5 IU/dl(岡, 1997; 1999)와 비교해 볼 때 매우 높게 나타났으나, 양 등(2000; 2001)의 $49.8 \mu\text{g}/100\text{ml}$ 보다는 낮게 나타났다. 이는 각 지역별, 농가별 사용하고 있는 조사료와 배합사료의 종류가 다를 뿐 아니라 실제 급여하고 있는 배합사료 중의 비타민 A-acetate양과 조사료 중의 carotenoids함량과도 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다. 비타민 A는 동물체내에 저장되는 비타민으로서 식물체에는 존재하지 않지만 황색 옥수수나, 청초 및 사일리지 등에는 비타민 A의 전구물질인 carotenoids가 다량 함유되어 있어 동물의 장관벽에 있는 carotene dioxygenase에 의해 비타민 A로 활성화되는데(McDowell, 1989), 특히 조사료 중의 β -carotene은 여름에 청초를 충분히 섭취하였을 경우 겨울을 지내기에 충분한 양의 비타민 A를 체내에 축적할 수 있으며, 대략 비육우의 경우 3.6g까지 간과 체지방에 축적할 수 있다(김, 1989). 따라서 각 개체마다 사료섭취량, β -carotene의 비타민 A로의 전환 양 및 도축시기에 따라 혈청 내 비타민 A의 농도 변이가 높게 나타난 것으로 사료된다.

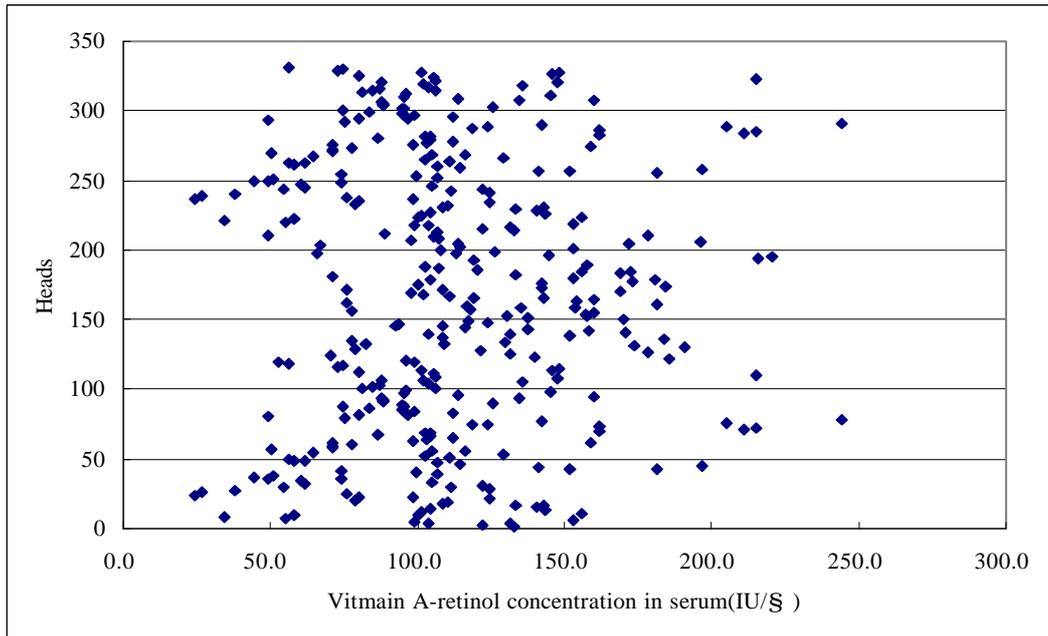


Figure 4. The level of serum vitamin A during late fattening period of Hanwoo steers.

특히, 비육전기에서 비육말기로 사육기간이 경과함에 따라 거세한우와 일본화우의 혈청 내 비타민 A 농도차는 더욱 커지는 것으로 나타났으며, 이는 전술한 바와 같이 두 품종간 근내지방도의 차이를 설명해 주는 중요한 원인 중의 하나라고 생각된다.

Figure 5와 6은 비육말기 출품우와 일반농가 거세한우의 간장 1g 중 비타민 A-palmitate의 농도와 비타민 A-retinol의 농도를 각각 나타낸 것으로, 거세한우의 간장 1g중 비타민 A-palmitate의 농도는 평균 143.62 ± 110 IU/g(31.04-486.04 IU/g)로서 혈중 비타민 A 농도와 마찬가지로 지역별, 농가별, 개체별로 큰 변이를 나타내었다. 그리고, 간장 1g 중 비타민 A-retinol의 농도는 평균 11.04 ± 6.43 IU/g(2.31-63.33 IU/g) 범위에서 비교적 일정한 경향으로 나타났다.

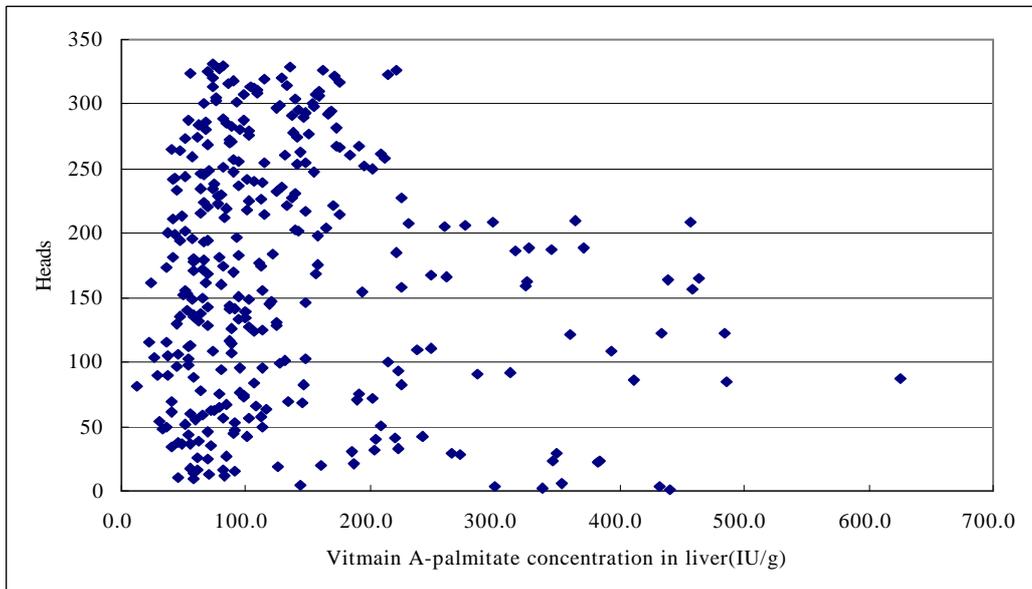


Figure 5. Distribution of liver vitamin A-palmitate during late fattening period of Hanwoo steers.

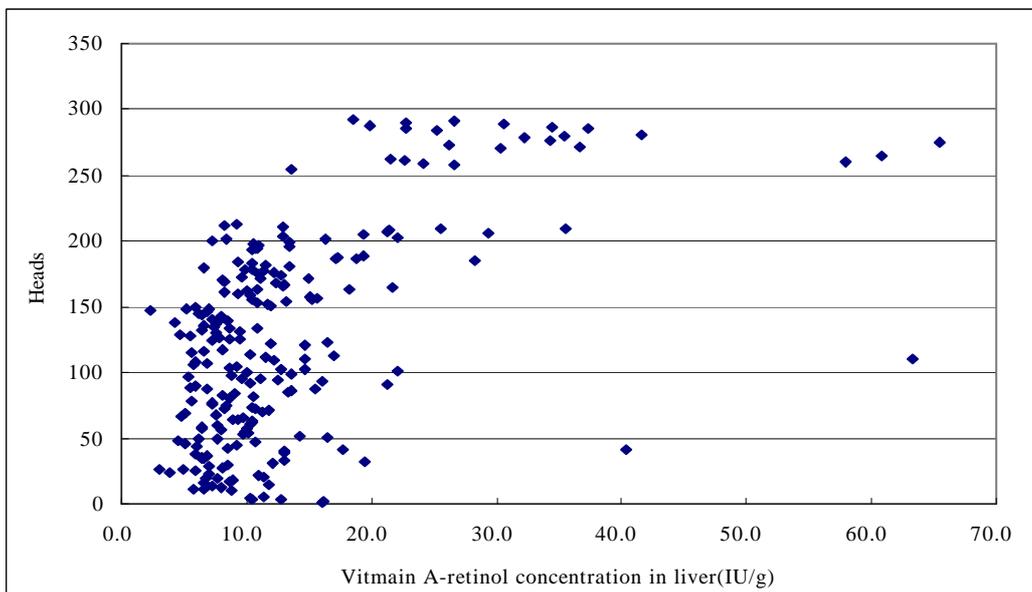


Figure 6. Distribution of liver vitamin A-retinol during late fattening period of Hanwoo steers.

일반적으로 비타민 A는 소장의 점막세포에서 형성된 chylomicron내의 retinyl ester 형태로 림프순환을 거쳐 흉관을 통해 혈류로 들어가며, 간장세포 내 지방구에 retinyl palmitate 형태로 저장하고 필요시 각 기관에 RBP(retinol-binding protein) 및 TTR(transthyretin)과 1:1복합체를 형성하여 이동한 후 retinol로 방출된다(Goodman, 1973). 간에 저장된 비타민 A의 90%정도가 retinol palmitate이며, 약 10%가 retinol 이다(AEC, 1974). 따라서, 비타민 A-retinol의 변이가 적은 것은 간장 내 비타민 A로서 존재하는 양이 비타민 A-palmitate에 비해 미미하기 때문인 것으로 사료된다.

일본 화우의 간장 1g중 비타민 A 농도는 20-50 IU/g(0.4 ~ 219.5 IU/g)로 나타났다(木村, 1997; 岡, 1997), 이를 평균적으로 보면 한우가 2배 가까이 높은 것으로 나타났다지만, 변이의 정도는 큰 차이가 없었다. 간장 내에 저장된 비타민 A의 양이 극미량이라도 존재하면 혈중 비타민 A 농도가 정상을 유지할 수 있으며, 저장되어 있는 비타민 A가 고갈되면 혈액 중의 농도도 급격히 저하된다. Thompson(1975)은 소에 있어 비타민 A가 간 중에 kg당 20-40mg 존재할 경우 고갈되려면 3-4개월 걸린다고 하였으며, 간장 중 비타민 A 함량이 약 18.18 IU/g(10 μ g/g) 이하로 저하되면 혈액 중 비타민 A 농도는 감소하지만, 간장 중 비타민 A 함량이 약 36.36 IU/g(20 μ g/g) 이상 일 때는 혈액 중 비타민 A 농도는 다소 큰 변이차가 나타난다고 하였다(岡, 1999).

다. 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도와 도체등급간의 상관관계

비육말기 출몰우와 일반농가 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도와 육질 및 육량등급 판정 항목들 간의 상관관계는 Table 1에 나타난 바와 같다.

거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도가 높을수록 근내지방도($r=-0.24$, $P<0.01$), 등심내 조지방 함량($r=-0.21$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=-0.20$, $P<0.01$)은 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도는 등지방두께, 지방색, 육색, 및 육량등급과는 뚜렷한 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

Table 1. The correlation coefficients of vitamin A concentration in blood with carcass data of Hanwoo steers

	Vit. A (IU)	Marbling Score	Backfat thickness	Crude fat(%)	Fat color	Meat color	<i>M. Longissimus</i> <i>dorsi</i> area	Quality grade	Yield grade
Vit. A (IU)	1	-0.245**	0.020	-0.213**	0.089	-0.044	-0.020	-0.209**	0.087
Marbling Score	-0.245**	1	0.133	0.778**	-0.031	-0.029	0.272**	0.927**	-0.033
Backfat thickness	0.020	0.133	1	0.117	-0.077	-0.072	-0.018	0.061	0.837**
Crude fat(%)	-0.213**	0.778**	0.117	1	-0.093	-0.008	0.226**	0.732**	0.004
Fat color	0.089	-0.031	-0.077	-0.093	1	-0.032	-0.045	-0.009	-0.026
Meat color	-0.044	-0.029	-0.072	-0.008	-0.032	1	0.038	0.023	0.069
<i>M. Longissimus</i> <i>dorsi</i> area	-0.020	0.272**	-0.018	0.226**	-0.045	0.038	1	0.221**	-0.287**
Quality grade	-0.209**	0.927**	0.061	0.732**	-0.009	0.023	0.221**	1	-0.110
Yield grade	0.087	-0.033	0.837**	0.004	-0.026	0.069	-0.287	-0.110	1

** : P<0.01

양 등(2000; 2001)은 거세한우에 있어 비타민 A는 육량등급($r=-0.13$, $P<0.01$), 육질등급($r=-0.14$, $P<0.01$) 및 근내지방도($r=-0.15$, $P<0.01$)와는 부(負)의 상관관계를 가지고, 등지방두께($r=0.14$, $P<0.01$)와 육색($r=0.13$, $P<0.01$)은 각각 정(正)의 상관관계를 나타낸다고 보고하고 있다. 甫立 등(1995)은 거세우에 있어 혈장중 비타민 A 수준과 BMS간에는 부(負)의 상관($r=-0.27$, $P<0.01$)이, BCS와는 정(正)의 상관($r=0.40$, $P<0.01$)이 있다고 하였으며, 미경산우의 경우에는 거세우에 비해 비타민 A와 BMS간에는 보다 높은 부(負)의 상관($r=-0.51$, $P<0.01$), BCS와 배최장근단면적간에는 부(負)의 상관($r=-0.58$, $P<0.01$)이 나타나는 경향을 보인다고 하였다. 岡(1997)은 흑모화중 비육우에 대한 실험에서 혈중 비타민 A 농도와 BMS간에는 유의한 부(負)의 상관($r=-0.37$, $P<0.05$)이 나타난다고 보고하였다. 따라서, 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도와 근내지방도의 상관관계는 일본화우에 비해 상관계수는 낮지만 유의적인($P<0.01$) 부(負)의 상관이 나타났다. 거세한우와 일본화우 사이에서 상관계수의 차이는 사료 중 비타민 A의 함량 및 그 급여량에 따라 달라질 수 있는데, 일본에서는 일본화우에 있어 비타민 A의 제한급여 및 급여조절을 통해 비육전기에는 정상적인 급여로 비타민 A의 결핍증이 없게 하고, 비육말기에는 일본화우가 필요로 하는 최소량만을 급여함으로써 근내지방도 향상을 높여가는 방법(岡, 1997)을 쓰고 있기 때문이라 생각된다.

도체등급 판정 항목들간 상관관계(Table 1)를 보면, 근내지방도와 조지방($r=0.77$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=0.92$, $P<0.01$)간, 등심내 조지방함량과 근내지방도($r=0.77$, $P<0.01$), 배최장근단면적($r=0.22$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=0.73$, $P<0.01$)간에는 유의한 정(正)의 상관이 있는 것으로 나타났으며, 등지방두께, 지방색 및 육색 간에는 뚜렷한 상관관계가 나타나지 않았다.

라. 거세한우의 간장 내 비타민 A 농도와 육질간의 상관관계

비육말기 출몰우와 일반농가 거세한우의 간장 내 비타민 A-palmitate와 육질 및 육량등급 판정 항목들간의 상관관계는 Table 2에 나타난 바와 같다.

거세한우의 간장 내 비타민 A의 주성분(90% 이상)인 비타민 A-palmitate는 등심내 조지방함량($r=-0.18$, $P<0.01$)과 육질등급($r=-0.16$, $P<0.05$)간에 유의한 부(負)의 상관관계를 나타내었고, 거세한우의 간장 내 비타민 A-palmitate와 등지방두께, 육색, 지방색, 배최장근단면적 및 육량등급간에는 뚜렷한 상관이 없는 것으로 나타났다.

Table 2. The correlation coefficients of vitamin A palmitate and vitamin A retinol concentration in liver with carcass data of Hanwoo steers

	Vit. A (IU)	Marbling Score	Backfat thickness	Crude fat(%)	Fat color	Meat color	<i>M. Longissimus</i> <i>dorsi</i> area	Quality grade	Yield grade
Vitamin A palmitate(IU)	1	-0.111	0.072	-0.189**	-0.077	0.076	0.150	-0.168*	0.136
Marbling Score	-0.111	1	0.133	0.778**	-0.031	-0.029	0.272**	0.927**	-0.033
Backfat thickness	0.072	0.133	1	0.117	-0.077	-0.072	-0.018	0.061	0.837**
Crude fat(%)	-0.189**	0.778**	0.117	1	-0.093	-0.008	0.226**	0.732**	0.004
Fat color	-0.077	-0.031	-0.077	-0.093	1	-0.032	-0.045	-0.009	-0.026
Meat color	0.076	-0.029	-0.072	-0.008	-0.032	1	0.038	0.023	0.069
<i>M. Longissimus</i> <i>dorsi</i> area	-0.020	0.272**	-0.018	0.226**	-0.045	0.038	1	0.221**	-0.287**
Quality grade	0.150	0.927**	0.061	0.732**	-0.009	0.023	0.221**	1	-0.110
Yield grade	0.136	-0.033	0.837**	0.004	-0.026	0.069	-0.287	-0.110	1

* : P<0.05, ** : P<0.01

岡(1997)은 흑모화종 비육우에 대한 실험에서 혈중 비타민 A 농도와 간장 내 비타민 A 농도와는 상관관계가 성립되지 않았으나, 간장 중 비타민 A 대수치 (log 값)와는 정(正)의 상관($r=0.81$, $P<0.01$)이 나타났다고 보고하였고, 高橋(1997)는 혈중 비타민 A 농도와 간장 중 비타민 A 농도는 유의한 정(正)의 상관($r=0.706$, $P<0.01$)이 있다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 거세한우의 혈청 내 비타민 A 농도와 간장 중 비타민 A 농도와는 뚜렷한 상관이 없는 것으로 나타났다. 이는 비육말기의 간장 중 비타민 A 농도가 20개월령 이전의 비타민 A의 상태를 어느 정도 반영(甫立, 1995)하기 때문인 것으로 생각된다.

마. 고 찰

본 연구는 사료 중 비타민 A 농도 조절을 통한 고급육 생산 기술 개발을 위한 기초실험의 일환으로, 비타민 A가 거세 한우의 육질에 미치는 영향을 구명하고자 실시되었다. 본 연구에서는 (사)한국종축개량협회에서 주관하는 제 4회 전국한우능력평가대회(1999)에 출품된 거세한우 210두와 기획과제 공시한우 118두에 대하여 혈청 및 간장내 비타민 A 농도를 분석하고, 비타민 A 농도와 육질 및 육량 판정 항목들간 상관관계를 조사하였다.

비육전기 거세한우의 혈중 비타민 A 농도는 평균 212.0 ± 32.7 IU/dl 이었으며, 비육말기 거세한우의 혈중 비타민 A 농도는 117.56 ± 43.15 IU/dl를 나타내었으며, 비육말기 거세한우의 간장내 비타민 A 농도는 평균 143.62 ± 110 IU/g로서 개체별, 지역별, 농가별로 큰 변이를 나타내었다. 또한, 거세한우의 혈청내 비타민 A 농도는 근내지방도($r=-0.24$, $P<0.01$), 등심내 조지방함량($r=-0.21$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=-0.20$, $P<0.01$)과 유의한 부(負)의 상관을 나타내었으며, 간장내 비타민 A plamate는 등심내 조지방함량($r=-0.18$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=-0.16$, $P<0.05$)과 유의한 부(負)의 상관을 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 거세한우의 혈청 및 간장내 비타민 A 농도와 근내지방도 및 육질등급간에는 유의한 부(負)의 상관이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 한우 고급육 생산시 사료내 비타민 A 함량을 조절함으로써 근내지방도를 향상시킬 수 있다는 가능성을 시사한다. 그러나 한우 고급육 생산을 위한 거세한우의 사료내 비타민 A의 함량과 급여량 및 급여시기 등에 대한 보다 구체적인 연구가 계속해서 수행되어야 할 것으로 생각된다.

제 7 절 한우 생산농가 및 생산단지의 경영합리화

1. 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안

본 세부과제의 첫 번째 목적은 고품질 한우고기의 양산(量産)체계 확립을 위한 경영합리화 방안을 제시하는 것이다. 위의 목적을 달성하기 위하여 첫째, 고급육 생산농가의 경영실태(효율성)를 분석하고, 둘째, 출하월령 및 사료급여에 따른 경제성 분석을 실시하기로 한다.

가. 연구수행 방법

- 1) 101개 농가조사는 조사표를 가지고 현지 면접조사
- 2) 5개 단지는 조사표에 의한 현지 면접조사
- 3) 출하월령 및 사료급여에 따른 자료는 정근기교수님의 사양시험자료 결과를 활용
출하월령 및 사료급여에 따른 경제성분석은 24개월, 26개월, 28개월의 세경우로 구분하고, 사료급여는 소량급여와 다량급여의 두 경우로 구분하여 전부 6개의 경우(case)로 분석을 하게된다. 2차년도의 분석은 2001년 4월까지의 체중측정 자료만을 분석하였다. 따라서 최적출하월령에 따른 경제성 분석은 실험이 완료되는 시점의 자료를 가져야만 분석이 가능하다.

나. 고급육 생산농가의 경영실태(효율성) 분석

1) 분석모형

개별경영체의 경영효율성을 측정하는 방법은 모수적 접근방법(parametric approach)과 비모수적 접근법(nonparametric approach)으로 크게 구분된다. 모수적 접근방법은 생산함수나 비용함수와 오차항의 분포에 대하여 특정한 형태를 가정하고 계량경제학(econometrics) 방법을 이용하여 추정한다. 반면에 비모수적 접근방법은 함수형태와 오차항의 분포에 대한 가정없이 선형계획법(linear programming)을 이용하여 측정한다.

모수적 접근법은 생산자가 통제할 수 없는 요인에 의한 생산량의 변화나 측정오

차 또는 표본오차를 고려할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 특정한 함수형태를 가정함으로써 발생하는 오차(model specification error)가 있을 수 있고 함수추정을 위해서는 표본 수가 비교적 많아야 한다는 제약이 있다.

비모수적 접근법은 생산함수나 비용함수 등에 대하여 특정한 함수형태나 오차항의 분포를 가정하지 않고도 분석할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 이 방법은 각 변수의 측정상의 오차나 기타 자연조건 등과 같은 확률변수가 분석결과에 미치는 영향을 간과하는 단점을 지니고 있다.

본 연구에서는 연구의 수월성을 고려하여 비모수적 방법인 자료포락분석(data envelopment analysis; DEA)을 이용하여 경영효율성을 측정하며, DEA는 아래와 같이 설명된다. m 개의 생산요소를 투입하여 n 개의 생산물을 생산하는 k 개의 표본농가가 있다고 하자. i 번째 개별경영체의 효율성(EI)은 다음의 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$(1) \quad EI = \min[\lambda : (Y_i, \lambda X_i) \in T]$$

여기에서 X_i 와 Y_i 는 각각 i 번째 개별경영체의 요소투입량과 산출량을 나타내며, X_i 는 $1 \times m$ 벡터이고, Y_i 는 $1 \times n$ 벡터이다. 또한 T 는 생산가능집합을 의미한다. i 번째 개별생산자가 효율적인 생산을 하고 있으면 EI는 1이 되고, 비효율적인 생산을 하고 있으면 EI는 1보다 작은 값을 가진다.

만약에 생산기술을 규모에 대한 수확불변(constant returns to scale; CRS)을 가정하면, i 번째 개별생산자에 대한 경영효율성은 다음의 식(2)와 같은 선형계획법 모형에 의해서 추정될 수 있다(Charnes, Cooper and Rhodes, 1978). 이 모형에 의해 추정된 EI를 전체 경영효율성이라고도 한다.

$$(2) \quad \begin{aligned} EI = & \min \lambda \\ \text{s. t. } & wY \geq Y_i \\ & wX \leq \lambda X_i \\ & w \in R_+^k \end{aligned}$$

여기에서 X 는 k 경영체에 대한 m 개의 요소투입량을 나타내는 $k \times m$ 행렬이며, Y 는 k 농가에 대한 n 개의 산출량을 나타내는 $k \times n$ 행렬이다. 그리고 w 는 가중치

(weights)를 나타내며 $1 \times k$ 벡터이다.

만약에 생산기술을 규모에 대한 수확가변(variable returns to scale; VRS)으로 가정하면, i 번째 개별경영체에 대한 경영효율성(PEI)은 다음의 식(3)의 모형에 의해 추정될 수 있다(Banker, Charnes and Cooper, 1984).¹⁾ 그리고 이 모형에 의해 추정된 효율성(PEI)을 순수 경영효율성이라고 한다.

$$(3) \quad \begin{aligned} PEI &= \min \lambda \\ \text{s.t. } wY &\geq Y_i \\ wX &\leq \lambda X_i \\ w &\in R_+^k \\ \sum w_i &= 1 \end{aligned}$$

또한 위의 두 모형의 추정결과에 의해서 규모효율성(scale efficiency; SE)을 측정할 수 있으며, 그 식은 다음과 같다.

$$(4) \quad SE = \frac{EI}{PEI}$$

고급육 생산의 경영합리화 방안을 도출하기 위하여 고급육 생산에서의 효율성의 원인을 분석해야 한다. 즉 경영효율성이 개별경영체의 특성변수들에 의해 어떻게 영향을 받는가를 분석해야 한다. 이를 위하여 위의 식(2)에 의한 경영효율성의 추정결과와 다음의 식과 같은 모형을 이용한다.

$$(5) \quad \begin{aligned} EI &= \alpha_0 + \alpha_1 SCALE + \alpha_2 SALE + \alpha_3 CAST + \alpha_4 OWN \\ &+ \alpha_5 EXP + \alpha_6 EDU + \varepsilon \end{aligned}$$

여기에서 *SCALE*: 사육두수(두),

1) 만약에 생산기술을 규모에 대한 수확체감(decreasing returns to scale; DRS)으로 가정하면 식(3)의 모형에서 마지막 제약조건이 $\sum w_i \leq 1$ 로 변한다.

SALE: 계통출하율(%),

CAST: 거세율(%),

OWN: 사양프로그램(자체개발=1, 사료회사 또는 농·축협 제공=0),

EXP: 경영경력(년),

EDU: 학력(고졸미만=1, 고졸이상=2)

2) 자료 및 변수

고급육 생산의 경영효율성을 측정하고 분석하기 위하여 한우브랜드 생산단지의 농가들을 중심으로 면담에 의한 설문조사를 실시하였으며, 조사에 참여한 농가의 수는 101개이다. 조사내용은 비육우 판매현황(연간 판매두수와 두당 평균 판매가격), 생산비 현황(노동력, 축사, 대농기구, 토지, 차입금, 사료비 등) 그리고 농가 특성변수들(사육두수, 거세율, 계통출하율, 자체 사양 프로그램, 연령, 경영경력, 학력 등)이다.

각 농가(경영체)에 대한 경영효율성을 추정하기 위하여 산출물(output)은 연간 판매수입을 이용하며 판매두수×두당 판매가격에 의해 계산된다. 투입요소(input)는 노동력(시간), 사료비, 유동자본재, 그리고 고정자본재로 구분한다. 사료비는 농후사료비와 조사료비를 합하여 이용하고, 유동자본재는 유동자본액과 가축자본액을 합하여 이용한다. 그리고 고정자본재는 건물자본액과 대농기구자본액을 합하여 이용한다.

분석 대상농가의 주요 변수들에 대한 기초통계량을 보면, 먼저 평균판매두수는 38.58두, 표준편차는 29.08두로 나타났으며, 두당 판매가격은 평균 3,489천원, 표준편차는 526천원으로 나타났다. 산출물로 정의되는 연간 판매수입은 평균 136,426천원, 표준편차는 107,101천원으로 나타나 농가별 차이가 매우 크다는 사실을 알 수 있다<표 1>.

한편 각 농가(경영체)의 특성변수인 사육두수, 계통출하율, 거세율, 경영경력의 평균은 각각 66.49두, 14.53%, 60.45%, 16.21년으로 나타났다. 그리고 자체 사양프로그램을 보유하고 있는 농가는 38농가로 전체 표본의 37.6%를 차지하고 있었으며, 고졸이상의 학력은 61농가로 전체 표본의 60.4%를 차지하고 있는 것으로 밝혀졌다.

Table 1. 주요 변수들의 기초통계량 (Variables and Their Basic Statistics)

변 수	평 균	표준편차	최대값	최소값
연간 판매두수(두)	38.58	29.08	130	2
두당 평균가격(천원)	3,489	526	5,000	2,477
연간 판매수입(천원)	136,426	107,101	573,000	7,150
사육두수(두)	66.49	51.55	267	6
계통출하율(%)	14.53	29.37	100	0
거세율(%)	60.45	41.12	100	0
사양프로그램	0.38	0.49	1	0
경영경력(년)	16.21	6.95	30	2
학력	1.6	0.49	2	1

3) 추정결과 및 해석

앞의 식(2)부터 식(4)에 의해 설명된 모형을 이용하여 한우 고급육 생산에 대한 경영효율성과 규모효율성의 추정결과를 보면, 전체 경영효율성(EI), 순수 경영효율성(PEI), 규모효율성(SE)의 평균은 각각 0.7341, 0.8537, 그리고 0.8545로 나타났다. 이는 순수 경영에 의한 비효율성이 약 15%, 규모에 의한 비효율성이 약 15% 존재한다는 것을 의미한다<표 2>.

Table 2. 효율성의 추정결과(Efficiency Results)

구 분	<i>EI</i>	<i>PEI</i>	<i>SE</i>
평 균	0.7341	0.8537	0.8545
표준편차	0.2423	0.1939	0.1772
최소값	0.2062	0.3653	0.3047
최대값	1.0000	1.0000	1.0000
1.0 (효율적)	21 (20.8)	53 (52.5)	21 (20.8)
0.9~1.0 (준 효율적)	17 (16.8)	6 (5.9)	36 (35.7)
0.7~0.9 (약 비효율적)	17 (16.8)	18 (17.8)	26 (25.7)
<0.7 (비효율적)	46 (45.6)	24 (23.8)	18 (17.8)

주 : ()안의 숫자는 표본농가 중에서 차지하는 비율을 나타냄.

효율성에 의한 농가들의 분포를 Ray and Bhadra(1993)의 해석²⁾에 따라 분류해 보면 전체 경영효율성의 경우 표본농가의 45.6%(46농가)가 ‘비효율적’으로 나타났다. 또한 순수 경영효율성과 규모효율성의 경우에도 표본농가의 23.8%(24농가)와 17.8%(18농가)가 ‘비효율적’인 것으로 나타났다.

이와 같은 결과는 농가의 특성요인을 변화시킴으로써 효율성을 제고시킬 수 있는 농가들이 많이 있다는 것을 의미한다. 즉 효율성(비효율성)의 원인을 찾아 비효율적인 농가에 적용하면 효율성을 제고할 수 있다는 것이다. 그러므로 효율성(비효율성)의 원인을 도출하는 과정이 필요하며, 이를 위하여 앞의 식(5)의 모형을 일반적 최소자승법(ordinary least square)에 의하여 추정하며, 그 결과는 다음과 같다<표 3>.

Table 3. 효율성 분석 결과(Regression Results)

변 수	추정계수	t-ratio
α_0	0.544	5.51**
SCALE	1.458×10^{-3}	3.23**
SALE	1.341×10^{-3}	1.74*
CAST	1.202×10^{-3}	2.22**
OWN	8.110×10^{-2}	1.80*
EXP	0.504×10^{-3}	0.15
EDU	-2.400×10^{-2}	-0.54

$R^2=0.542$

** 5% 유의수준에서 유의성 있음.

* 10% 유의수준에서 유의성 있음.

추정한 설명변수의 t-검정결과를 보면, 첫째 사육두수(SCALE)와 거세율(CAST)의 추정계수는 5% 통계적 유의수준에서 유의하며, 양(陽)의 부호를 갖는다. 이와 같은 결과는 사육두수가 많을수록 또는 거세율이 높을수록 경영효율성이 증가하며, 사육두수와 거세율이 경영효율성에 미치는 영향은 통계적으로 유의함을 나타내는 것이다.

둘째, 계통출하율(SALE)과 사양프로그램(OWN)의 추정계수는 10% 통계적 유의

2) Ray and Bhadra는 효율성이 1.00인 경우를 ‘효율적(not violated)’, 0.90 이상 1.00 미만의 경우를 ‘준 효율적(weakly violated)’, 0.70 이상 0.90 미만의 경우를 ‘약 비효율적(moderately violated)’, 그리고 0.70 미만의 경영을 ‘비효율적(strongly violated)’으로 해석한다.

수준에서 유의하며, 역시 양의 부호를 갖는다. 이는 계통출하율이 높을수록 경영효율성은 증가하며, 다른 기관의 사양프로그램을 이용하는 농가보다 자체 프로그램을 보유하고 있는 농가의 효율성이 높다는 것을 나타내는 것이다.

셋째, 경영경력(EXP)과 학력(EDU)의 추정계수는 통계적으로 유의하지 못한 것으로 판단된다.

이와 같은 분석의 결과에 의해 효율성의 원인으로 가장 중요한 특성변수는 사육규모이며, 그 다음으로 거세율, 그리고 계통출하율과 자체 사양프로그램의 보유를 들 수 있다.

거세율과 계통출하율이 높을수록 경영효율성이 증가하는 것으로 나타나는 것은 거세한 수소를 계통출하할 때 두당 판매가격이 높기 때문인 것으로 평가된다. 이와 같은 관계는 거세율, 계통출하율, 두당 판매가격간의 상관계수를 이용하여 설명할 수 있다. 이들 변수간의 상관계수를 추정한 결과는 다음과 같다<표 4>.

Table 4. 상관계수의 추정결과(Correlation Results)

변 수	거세율	계통출하율	두당 판매가격
거세율	1.000		
계통출하율	0.213*	1.000	
두당 판매가격	0.289*	0.446*	1.000

* 5% 유의수준에서 유의성 있음.

먼저 거세율과 두당 판매가격, 계통출하율과 두당 판매가격은 각각 양(陽)의 상관관계를 가지며 5% 통계적 유의수준에서 유의하다. 이는 거세와 계통출하를 함으로써 높은 가격을 받을 수 있다는 것을 의미한다. 또한 거세율과 계통출하율간에도 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 거세율이 높은 농가는 계통출하율도 높음을 나타내는 것이다.

다. 출하월령 및 사료급여에 따른 경제성 분석

1) 실험자료

출하월령 및 사료급여에 따른 경제성을 분석하기 위해서는 월령 및 사료급여에 따른 체중과 판매자료가 필요하다. 이를 위하여 본 연구의 총괄책임자인 정근기 교수

의 실험자료를 제공받았다.³⁾ 출하월령 및 사료급여에 대한 실험의 설계는 다음과 같다. 먼저 출하월령은 24개월, 26개월, 28개월의 세 경우로 구분하고, 사료급여는 소량급여와 다량급여의 두 경우로 구분한다. 그러므로 전부 6개의 경우(case)로 구분되며, 각 경우별 표본의 수는 다음과 같다<표 5>.

Table 5. 출하월령 및 사료급여별 표본수 (Observations by Feeding and Selling Types)

구 분		출하월령		
		24개월	26개월	28개월
사료급여	소량급여	30 (1-5, 2-2, 2-8)	30 (1-6, 2-3, 2-9)	30 (1-7, 2-4, 2-10)
	다량급여	30 (1-8, 2-5, 2-11)	30 (1-9, 2-6, 2-12)	30 (1-10, 2-7, 2-13)

주 : ()는 실험의 방 번호를 나타내며, 하나의 방에는 10두의 표본이 있음.

2) 분석방법

가) 출하월령 및 사료급여별 소득(순수익)비교

6개의 경우(24개월 소량급여, 24개월 다량급여, 26개월 소량급여, 26개월 다량급여, 28개월 소량급여, 28개월 다량급여)에 대하여 1두당 소득(또는 순수익)을 각각 추정하여 비교한다. 이 분석결과에 의해 가장 소득(또는 순수익)이 높은 경우의 출하월령과 사료급여 방법을 제시할 수 있다. 또한 급여방법별 최적 출하월령과 출하월령별로 더 경제적인 사료급여 방법을 도출할 수 있다.

나) 증체곡선의 추정과 최적 출하월령

위의 실험자료를 이용하여 사료급여 방법별 증체곡선을 추정하여 최적 출하월령을 도출한다. 증체곡선은 다음의 식과 같이 대수역수식의 함수형태를 가정하여 추정할 수 있다.

3) 실험은 현재 진행 중에 있으며, 여기에서는 2001년 4월까지의 자료를 이용하여 분석한다. 완전한 자료를 이용한 분석은 실험이 끝난 후인 연구의 3차 연도에 수행될 것이다.

$$(6) \quad W = e^{\alpha - \beta/t},$$

$$\ln W = \alpha - \beta/t$$

여기에서 W 는 체중(kg)을 나타내며, t 는 월령(또는 주령, 일령)을 의미한다. 본 연구의 실험에서는 4주단위로 체중을 측정하였으므로 t 를 주령으로 정의한다. 추정된 증체곡선을 이용하여 최적 출하월령(주령)을 유도할 수 있다. 즉 다음의 식과 같이 1개월(주)당 두당 증체가치와 비용이 일치되는 월령(주령)이 최적 출하월령(주령)이 된다.

$$(7) \quad 1\text{개월(주)당 증체가치} = 1\text{개월(주)당 생산비}$$

3) 분석결과

가) 출하월령 및 사료급여별 소득(순수익)

출하월령 및 사료급여별 소득(또는 순수익) 비교분석은 표본의 출하가 완료된 시점에서 분석이 가능하다. 그러므로 본 연구의 3차연도에 분석될 것이다.

나) 증체곡선의 추정

2001년 4월까지의 체중 측정 자료와 주령간의 관계를 그림으로 나타내면 다음과 같다 <Figure 1~2>. 두 그림을 비교하면 다량급여의 경우가 소량급여의 경우보다 체중의 극대점에 빨리 도달한다는 것을 알 수 있다.

앞에서 설명한 식(6)의 증체곡선 추정결과는 다음과 같이 요약된다. 즉 다량급여와 소량급여에 대한 β 의 추정치를 비교하여 보면 다량급여가 소량급여보다 더 크게 나타나는데, 이는 일정한 기간 중에 사료급여를 더 많이 한 경우가 그 기간 동안의 증체량이 더 많다는 것을 의미한다. 그러므로 다량급여의 경우가 소량급여보다 출하월령이 빠르게 나타나는 것이다<표 6>.

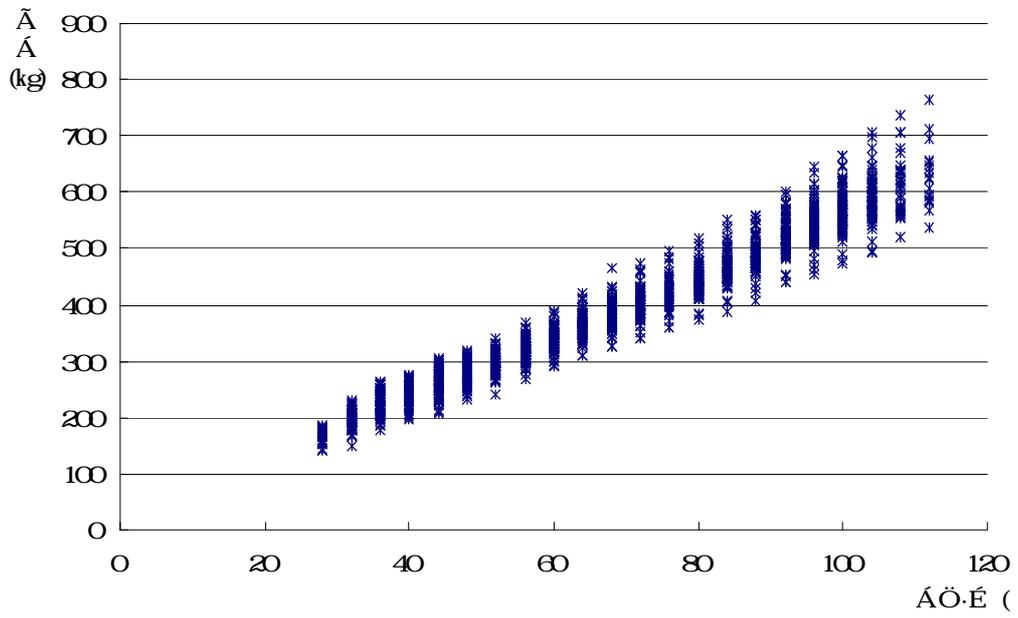


Figure 1. 소량 사료급여 집단의 주령별 체중 (Weights from Small Feeding)

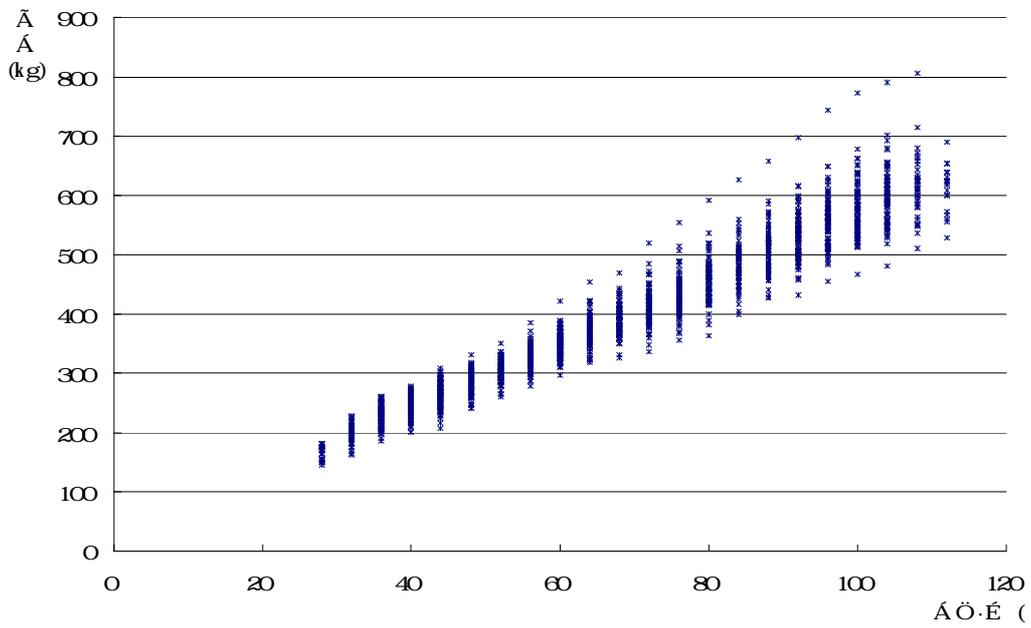


Figure 2. 다량 사료 급여 집단의 주령별 체중(Weights from Large Feeding)

Table 6. 증체곡선의 추정결과(Estimation of Weight Functions)

구 분	다량급여	소량급여
α	6.803 (908.65)*	6.767 (921.93)*
β	53.497 (121.23)*	52.711 (121.87)*
R^2	0.91	0.91

()의 숫자는 t-값을 나타냄.

* 1% 유의수준에서 유의성 있음.

증체곡선의 추정을 위한 자료는 위의 그림들과 마찬가지로 2001년 4월까지의 체중 측정 자료만을 이용하였다. 최적 출하일령의 도출은 증체곡선과 생산비를 모두 고려해야 하므로 완전한 증체곡선의 추정 및 최적 출하일령의 도출은 실험이 완료되는 시점에서 분석이 가능하다. 따라서 본 항목에 대한 결과도출은 ‘출하일령 및 사료급여에 따른 경제성 분석’ 논하였다.

라. 고급육 생산농가의 경영합리화 방안

고급육 생산농가의 효율성 분석결과에 의하여 고품질 한우고기의 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안은 다음과 같이 제시될 수 있다. 첫째, 경영의 효율성을 제고하기 위하여 사육규모를 늘릴 필요가 있다. 사육두수가 큰 농가가 작은 농가에 비해 상대적으로 규모의 경제 이득을 누릴 수 있으며 효율적인 경영이 가능하므로 사육규모가 작은 농가는 사육두수를 늘려가는 것이 바람직하다.

둘째, 거세율 고양(高揚) 및 자체 사양 프로그램의 개발이 필요하다. 주지하는 바와 같이 한우 고급육 생산에서 거세의 필요성은 생산기술 측면의 여러 연구에서 강조되고 있다. 또한 사양의 효과가 개체별로 매우 다르게 나타나므로 외부 기관의 사양 프로그램에 의존하기보다는 자체 사양 프로그램을 개발하여 각 개체별로 적용하는 것이 필요하다.

셋째, 경영효율성 증대를 위한 유통측면의 과제로는 계통출하 확대를 들 수 있다. 계통출하를 늘려가기 위해서는 한우 고급육 생산단지의 조성과 더불어 참여농가

의 적극적인 협조가 요구된다.

한편, 앞에서 설명한 바와 같이 출하월령 및 사료급여에 따른 경제성 분석은 사육 및 출하실험이 완료되는 시점에서 가능하다. 따라서 이에 대한 분석은 본 연구의 3차년도 과제가 될 것이다. 출하월령 및 사료급여에 따른 소득을 비교·분석하여 고급육 생산을 위하여 가장 적합한 출하월령과 사료급여 방법을 제시할 것이며, 증체곡선의 추정에 의하여 사료급여 방법별 최적 출하월령(주령)을 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안

가. 고급육 생산단지의 경영실태 분석

1) 단지의 연혁 및 경영개황

앞 절에서 설명한 바와 같이 이들 생산단지는 성장단계별로 크게 3그룹으로 나뉘어진다. 1982년에 가장 먼저 시작한 안동황우촌의 경우 단지의 주체는 한우사육농가들이며, 시작초기에 비하여 참가농가수가 줄어들기는 했지만(현재 22호), 일정한 사육규모를 유지하고 있음은 물론, 상표등록을 하고 유통 및 판매까지 직접 담당하는 등 비교적 바람직한 성장과정을 거쳐 오늘에 이르고 있다<표 7>.

1989년에 시작한 남해화전한우의 경우 단지의 주체는 영농조합법인이며, 참가농가 56호, 사육규모 2,900두로서 시작초기와 크게 변동 없이 현재까지 유지되어 오고 있는데, 이는 그만큼 내부 결속력이 강하기 때문인 것으로 여겨진다.

이에 비해 비교적 이른 시기인 1984년에 브랜드 확립에 나선 대관령한우의 경우 축협이 중심이 되어 사업을 진행해 왔지만, 생산단계의 브랜드로 그쳐 소비자들에게 이미지(image)를 심어줄 수 있는 기회를 마련하지 못한 것이 성장이 지지부진한 요인이 아닌가 생각된다.

Table 7. 조사대상단지의 연혁 및 경영개황(Branding Cases to Survey)

브랜드명	업체명	참가농가수(호)	착수연도	사육두수(두)	상표등록여부
양주골한우	양주골한우회	32	1999	1,200	미등록
익산황토우	익산황토우 영농조합법인	37	1993	3,000	미등록
대관령한우	평창축협	30	1984	1,400	등록
남해화전한우	남해화전한우 영농조합법인	56	1989	2,900	등록
안동황우촌	안동황우촌	22	1982	1,300	등록

이는 1993년에 시작한 익산황토우, 1999년에 시작한 양주골한우의 경우에도 마찬가지이다. 특히 익산황토우의 경우 의욕에 넘친 이 지역농가 37호가 참가하고 있기는 하지만, 직접 유통·판매에 나서지 못하고 있음은 물론, 아직까지 상표등록도 하지 못하고 있는 등 영농조합법인이 단지의 주체로서 기능을 발휘하지 못하고 있다. 가장 늦게 시작한 양주골한우의 경우 아직까지 뚜렷한 방향이 설정되어 있지 못한데, 앞으로 이들 4단지의 경험을 참고로 하여 여건에 맞는 성장전략을 구사해야 할 것으로 여겨진다.

2) 단지의 협업형태

첫째, 사료급여, 축사 및 시설관리 등 일상관리는 5개 단지 모두 개별 농가 단위로 실시하고 있으며, 사료는 개별 농가별로 따로 구입하되, 안동황우촌은 지역적인 특성을 감안하여 참여 농가 모두 축협사료를 사용하고 있고, 남해화전한우는 사양관리, 재무관리 등 기술 및 경영컨설팅을 해주고 있는 삼양사료를 사용하고 있는데 비하여, 다른 단지의 경우 특정 사료에 대한 일괄 구입은 없는 것으로 나타났다<표 8>.

둘째, 단지별 공동작업 역시 거세를 할 때 서로 도와주는 등 약간의 작업을 제외하고는 거의 없는 것으로 나타났다.

셋째, 송아지구입은 현재까지는 참여농가의 자율의사에 따라 마음대로 구입하고 있지만, 성우 판매는 단지별로 커다란 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다. 이에 대해서는 앞에서 설명한 바 있으므로 여기에서는 설명을 생략하기로 한다.

Table 8. 조사대상단지의 협업형태(Integrating Types in the Cases)

구 분	사료급여 등 일상관리	가축,축사 및 시설관리	사료 및 각종 물재구입	공동작업 유무	송아지 구입 및 성우 판매	직관장 및 식당 운영
양주골한우	개별 실시	개별 실시	사료 공동구입	개별 실시	구입 : 개별 판매 : 개별	-
익산황토우	개별 실시	개별 실시	일부 공동구입	일부 공동실시	구입 : 개별 판매 : 개별	직관장 운영
대관령한우	개별 실시	개별 실시	개별 구입	일부 공동실시	구입 : 개별 판매 : 공동	직관장 운영
남해화전한우	개별 실시	개별 실시	개별 구입	개별 실시	구입 : 개별 판매 : 공동	백화점 납품
안동황우촌	개별 실시	개별 실시	개별 구입	공동 실시	구입 : 개별 판매 : 공동	식당 운영

3) 단지 운영의 우선 순위

단지를 운영함에 있어 가장 중요한 것으로는 4개 단지가 지도자의 헌신적인 노력이라고 답한 반면, 1개 단지는 회원들의 열성적인 참여를 꼽았다.

이와 같은 결과는 어느 조직을 막론하고 3박자를 갖추어야 하지만, 특히 지도자의 역할이 무엇보다도 중요함을 나타내는 것이다<표 9>.

Table 9. 단지운영의 우선 순위(Operational Priorities by the Cases)

구 분	양주골한우	익산황토우	대관령한우	남해화전한우	안동황우촌
회원들의 열성적인 참여	2	2	1	2	2
지도자의 헌신적의 노력	1	1	2	1	1
고급육 사육 환경 조성	3	3	3	3	3

4) 단지성공을 위한 정책 우선 순위

단지를 성공적으로 운영해 나가기 위하여 먼저 고려되어야 할 것은, 정부 정책의 의지 및 일관성 유지인 것으로 나타났다. 이는 지난 1980년대이후 지금까지의 한

우산업의 변화를 고려해 볼 때 어찌 보면 당연한 결과라고 할 수 있다.

경영차원에서는 송아지를 장기에 걸쳐 안정적으로 확보하여 한우가격의 안정을 도모하는 것이라는 대답이 압도적이었다.

이에 비하여 고급육 생산기술 보급 및 용자지원의 확대에는 큰 기대를 하고 있지 않은 것으로 나타났는데, 이는 이미 이들 생산단지의 경우 선진 생산기술 습득을 통하여 고품질 쇠고기 생산에 어느 정도 자신이 있음은 물론, 자금조달 및 운용에도 know-how가 축적되어 별로 필요성을 느끼지 못하고 있기 때문인 것으로 여겨진다< 표 10>.

Table 10. 단지성공을 위한 정책 우선 순위(Stratgy Priorities by the Cases)

구 분	양주골한우	익산황토우	대관령한우	남해화전한우	안동황우촌
한우정책의 일관성 유지	1	1	1	1	1
현실적인 용자 및 지원	5	4	4	4	5
고급육 생산기술 보급	2	5	5	5	4
한우가격 안정 도모	4	3	2	2	3
안정적인 밀소 확보	3	2	3	3	2

5) 브랜드의 특징

성장1단계에 머무르고 있는 양주골한우 및 익산황토우의 경우 생산단계의 브랜드이므로 아직까지 브랜드의 특징은 없다고 할 수 있다. 따라서 여기에서는 대관령한우, 남해화전한우, 안동황우촌에 대하여 설명하기로 한다.

가) 대관령 한우

대관령한우는 생산에서부터 도축, 가공까지 완벽하게 처리함은 물론, 전량 직판장을 통하여 판매되고 있다.

평창축협이 직·간접적으로 관여하고 생산되고 있는 대관령한우는 15년의 역사를 가지고 있다. 특히 'HACCP 700' 대관령한우는 우수한 품질을 바탕으로 까다롭기로 유명한 일본에 8백두에 달하는 한우를 수출한 경력을 갖고 있다. 특히, 평창축협은 천혜의 자연조건을 가진 평창군의 맑은 공기와 생수를 활용하여 사육한 대관령한우를 통해 친환경축산의 선도적 역할과 고급육 생산의 전진기지로 자리 매김한다는 전략을

구사하고 있다.

대관령한우는 평창읍내를 비롯 서울, 대화, 진부 등 5개 영업점에서 성황리에 판매되고 있다.

나) 남해화전한우

남해화전한우는 100% 거세비육하는 것이 특징이다. 이로 인하여 품질이 균일하고, 맛이 뛰어나다는 평가를 받고 있다.

남해화전한우 영농조합법인은 1989년 한우사육농가 7호가 모여서 결성된 이후 1996년에는 '남해화전한우'로 상표를 등록하고 현재는 53호의 한우농가가 참여하여 고급육 생산에 힘쓰고 있다. 남해화전한우는 청정지역인 남해에서 생산된 순수한 한우 수소를 거세해 사료회사가 제공하는 축산물 안정생산 프로그램에 따라 장기 비육하므로 지방산과 필수아미노산이 풍부하고 부드러운 맛이 일품이다.

조합에서는 한우의 혈통보존과 고급육 출현율을 높이기 위하여 '화전한우 번식우단지 조성사업 시행계획'을 마련하여 추진하는 등 수입자유화 시대를 맞이하여 한우브랜드 정착에 앞장서고 있다. 특히 생후 10개월 이상의 암소를 대상으로 기초우 선발등록 및 바코드 장착을 실시하고 있으며 생산된 송아지 가운데 수소는 혈통 등록 후 고급육 생산을 위한 밀소로 활용하고 암송아지는 혈통등록 후 번식우로 활용할 계획을 갖고 있다.

다) 황우촌

2000년 12월 현재 안동황우촌 회원농가수는 22호이고, 최대규모사육농가는 460두, 최저 30두이며 평균 50두규모를 유지하고 있다. 모든 농가가 복합경영(수도작+한우, 밭작물+한우)형태를 띠고 있다. 또한, 대부분의 농가는 밭을 보유하고 있어 구비/퇴비 사용이 필요한 실정이다. 사실 20년 전에 한우사육을 시작한 것은 '유기질 비료'를 확보하기 위한 것이었다. 따라서 이 지역은 구비 전량을 자체 소비하므로 환경오염은 발생하지 않는다고 할 수 있다.

이와 같은 경영형태는 '농법'체계상 매우 중요한 것으로 지역영농시스템을 구축해 나갈 때 있어 반드시 고려되어야 할 것으로 여겨진다. 22농가 모두 10년 이상의 한우사육경력을 갖고 있고, 연령층 역시 45~55세로서 항상 의견을 같이 하는데 노력하고 있다. 생후 26~28개월간 장기 비육하여 평균체중 670Kg에 출하하고 있으며, 출하 14개월 전부터는 항생제, 호르몬제 등을 일체 급여하지 않고 생균제 등을 첨가한 사

료를 급여하고 있다. 뿐만 아니라 각종 미네랄 보충을 위해 황토와 한약재도 함께 급여하는 등 고급육 생산에 힘쓰고 있다.

이 지역은 일교차가 큰 것이 특징인데, 이는 농작물/축산을 하는데 매우 좋은 여건이라고 생각한다. 따라서 장기에 걸쳐 농사를 짓고자 마음만 먹으면 앞으로도 이 지역에서의 한우 사육은 가능성이 매우 크다고 생각한다. 그러나 역시 문제가 되는 것은 송아지를 어떻게 잘 안정적으로 확보할 것 인가이다.

한우농가는 현실적으로 송아지만 사육한다는 것이 어려우므로, 예를 들면 공공 육성목장 등을 정부나 농협이 나서서 조성하여 100만원 전후의 가격으로 구입이 가능하도록 해 주는 것이 바람직하다고 여겨진다. 이 지역의 경우, 송아지가격 100만원, 출하체중 600kg, 지육 1kg당가격 5,000원 정도이면 충분히 해 나갈 수 있다고 생각하는 만큼, 이를 위한 정부의 노력이 필요하다. 앞으로 농가는 판매까지도 책임지고 해야 하고, 이에 필요한 능력을 배양할 필요가 있는데, 이는 조직을 더욱 공고히 함으로써 가능하다고 생각하고 있다. 안동황우촌의 경우 판매는 100% 직영판매인데, 이는 신뢰(소비자)를 확보하기 위함이고, 중간업자의 농간을 막기 위함이다. 이에 그칠 것이 아니라, 국내산 쇠고기의 시장 점유율을 유지해 가는데는 요리방법의 보급/홍보도 매우 중요하다고 생각한다. 양념하지 않은 이른바 생고기를 구워먹는 요리형태가 가장 바람직하다고 생각하는 만큼, 이를 위한 홍보에 정부 및 관련단체가 나서서 것이 바람직하다고 생각한다.

황우촌의 경우 100두 사육규모 증가에 점포 1개소 증설을 목표로 하고 있다. 즉 최소 월 50두 출하규모가 되지 않으면 브랜드 유지는 불가능하다고 생각하고 있다. 앞으로는 서울 및 수도권을 집중적으로 공략할 예정이다. 현재 소의 도축은 안동도축장에 의뢰하고, 수송은 정육상태로 '지육반출차량(자체소유)'을 이용하여 직송하고 있다. 도축을 한 뒤, 생고기 맛을 보면 종종 B3 가운데 맛이 좋은 소가 나오기도 하는데, 이 점이 항상 의문으로 남는다. 현재의 기준은 색깔 및 마블링 뿐인데, 실제 경험으로는 맛을 결정하는 것은 이것만이 아니라고 생각되므로 이 점을 규명해 주었으면 한다. 품질(맛), 안전성 등의 측면에서 자신하고 있지만, 뒷받침할 증거는 없다. 이 점을 극복해야 한다고 생각하지만, 현재로서는 대안이 없다. 실제로 축산기술연구소 등에 맛 성분 감정을 의뢰해 보았지만, 유효치가 나오지 않았다.

안동황우촌은 우리나라 「지역영농(한우사육) 시스템」을 구축함에 있어 좋은 모형으로서 연구할 가치가 있다.

나. 고급육의 브랜드화 정착방안

1) 한우브랜드 전략수립 방향

2000년 말 현재 국내산 쇠고기의 시장점유율은 53%이다. 이는 전년대비 약 13%가 감소한 것으로서, 특히 올해부터 쇠고기 및 생우 시장이 완전 개방되었다는 점을 고려해 볼 때 다소 불안감을 느끼게 하는 수치이다. 그러나 외국산 쇠고기의 한국시장 진출에 맞서 한우고기의 시장점유율을 높이기 위해서는 우리 모두가 인식하고 있는 바와 같이 생산성을 제고하여 경쟁력을 확보해야 한다.

이 경우 경쟁력이란 크게 가격경쟁력과 비 가격경쟁력으로 나누어진다. 즉 앞으로 국내산 축산물, 특히 쇠고기는 가격은 물론, 품질, 안전성, 기능성 등의 측면에서 수입쇠고기에 비하여 우위를 차지해야 만이 생존이 가능하게 되는 것이다.

이와 같은 관점에서 생각해 볼 때 가격경쟁력 및 비가격경쟁력을 확보하는 방법은 생산, 유통 및 판매를 전문화하는 것이다. 즉, 생산단계에 있어서 사육농가는 선진 사양기술을 습득하여 될 수 있는 한 낮은 비용으로 한우고기를 생산하도록 노력해야 한다. 이와 동시에, 유통 및 판매단계에 있어서 식육판매상들은 도매시장의 등급제를 소매단계에서도 그대로 지켜서 구분판매제를 철저히 시행함은 물론, 원산지표기 역시 철저히 하고, 세련된 포장 및 라벨(Label)을 부착하는 등 다방면의 노력을 통하여 한우고기가 소비자들에게 신뢰를 받아 제 값에 팔릴 수 있도록 노력해야 한다.

이는 바꾸어 말하면 외국산 축산물과의 제품차별화를 위한 전략이라고 할 수 있는데, 만일 현 상태에서 한우고기의 생산·유통·판매를 위한 특단의 차별화 전략을 마련하지 못한다면, 한우고기는 외국산 쇠고기와의 경쟁에서 밀려 점차 소비자들에게 외면당하게 될 것이다. 국민소득수준이 향상되고, 소비자들의 제품 구매 행태가 점차 고급화·간편화·다양화되면서 이제는 생산자보다도 소비자들이 시장을 좌우하는 시대가 되었고 이에 따라 '소비자주권' 시대라는 말이 공공연하게 사용되고 있음을 고려해 볼 때, 한우고기를 소비자들이 외면한다는 것은 결국 한우가 이 땅에서 사라진다는 것을 의미하는 것이다. 이는 결국 한우사육농가의 퇴출을 의미하는 것이므로, 한우산업의 구성원들은 경쟁력 확보를 위한 방안을 강구해내야 하는데, 이러한 방안의 하나로 거론되고 있는 것이 바로 전문화인 것이다.

그렇다면 과연 한우 전문화의 구체적인 방안은 무엇인가. 어떻게 해야만 전문화가 되는 것인가. 이에 대한 대답은 앞서도 여러 차례 강조한 바와 같이 「브랜드의 개발·육성」이라고 할 수 있다. 공업, 상업 및 서비스업에 있어서도 이미 브랜드의

중요성이 강조되고 있고, 기업들 역시 자사 제품의 브랜드 가치를 높이기 위하여 온갖 노력을 다하고 있는데, 이는 쇠고기의 경우에도 예외가 아니다. 2001년 2월말 현재 우리 나라의 한우고기 브랜드는 86종에 이르고 있기는 하지만, 아직까지 쇠고기 브랜드에 대한 소비자들의 인식은 양호하지 못하고, 사육농가 입장에서는 왜 브랜드를 개발해야 하는지, 식육판매상 또한 어떻게 육성해 나가는 것이 바람직한지를 제대로 인식하지 못하고 있는 것이 사실이다.

그러나 앞에서도 여러 차례 언급한 바와 같이 한우고기의 우수성을 수입쇠고기와 차별시켜 나가는 것만이 한우고기가 살아남는 유일한 방법임을 감안해 볼 때, 차별화의 방법은 「전문화 = 브랜드의 개발·육성」 밖에 없다는 것은 축산관계자라면 모두가 인식하고 있을 것이라고 생각한다.

2) 한우브랜드 정착방안

쇠고기시장 완전 개방화에 맞서기 위한 방안의 하나로 「'고품의 차별화된 한우고기 = 한우브랜드」 생산의 중요성이 강조되고 있고, 한우사육농가들 역시 그 중요성을 충분히 알고 있으면서도 지금까지 한우브랜드를 생산하기 위한 노력은 제대로 시행되지 않았다.

그 이유는 다음의 세 가지로 요약할 수 있다.

- 첫째, 한우브랜드의 우수성을 객관적으로 입증시키기가 어려워 소비자들에게 제품의 특성을 명확히 인식시켜 주지 못한 점,
- 둘째, 자체사양체계를 확립하여 회원농가들에게 주지시키고 있음에도 불구하고 이를 제대로 지휘·감독하지 못하여 제품의 균일화가 제대로 안되었던 점,
- 셋째, 아직까지 축산물의 브랜드에 대한 소비자들의 인식이 낮은 점.

그렇다면, 거꾸로 각 브랜드별로 위에서 지적한 문제점을 해결할 수 있는 방안을 마련할 수 있다면 의외로 브랜드화는 쉽게 진전될 수도 있을 것이다⁴⁾.

한우브랜드가 우리 국민에게 친근하게 다가가기 위해 사육농가들이 지켜야 할

4) 브랜드와 브랜드화는 개념이 약간 다르다. 일반적으로 브랜드란 기업이 판매하는 상품을 다른 것과 구별하기 위하여 사용하는 명칭, 디자인 및 이들의 결합체를 말한다. 한편, 브랜드화(化)란 첫째, 품질 보증을 포함한 상품명, 기업명, 기업마크 등을 명시하는 것, 둘째, 다른 경쟁자의 상품과 구별할 수 있는 차별적 우위성을 확보하는 것, 셋째, 상품 그 자체의 우위성뿐만 아니라 이미지(image)에 의한 심리적 효과를 확보하는 것을 말한다.

준수사항, 바꾸어 말해서 한우브랜드의 정착을 위한 전제조건은 아래의 여섯 가지 사항을 반드시 준수하는 것이라고 생각한다.

첫째, 얼굴 있는 제품을 만들 것.

우리나라 주부에게 ‘한우’하면 무엇이 떠오르는가에 대하여 질문해 보면, 가장 많이 응답하는 것은 다름 아닌 ‘우리의 맛’, ‘고향의 맛’이다. 즉 우리 국민들에게 있어 한우는 ‘우리’요 ‘고향’인 것이다. 이는 한우가 쌀과 더불어 우리 민족에게 있어 그만큼 귀중한 존재였음을 나타내는 것이다. 사실 한우고기가 수입쇠고기에 비하여 품질이 우수하다든지, 맛이 좋다는 과학적인 분석결과는 없다고 해도 과언이 아니다. 물론, 일부 연구자가 한우고기에는 올레인산(酸)이 풍부하여 향미(香味)가 좋다는 점을 주장하고는 있지만, 커다란 설득력을 얻지 못하고 있다.

이와 같이 객관적인 기준이 없음에도 불구하고, 우리 나라 국민들은 단지 ‘한우’라는 사실만으로 한우고기를 구입하고 있는 것이다. 즉 한우고기는 우리의 ‘얼굴’인 셈이다. 어찌 보면 잘 나지도 못하고 특별히 내세울 것도 없어 보이지만, 우리 국민들은 한우의 근면함, 우직함, 주인을 배반하지 않는 심성 등이 고스란히 한우고기에 배어 있다고 느끼고 있고, 그렇기에 한우고기를 먹으면서 만족을 얻고 있는 것이다.

이는 자본주의 논리, 즉 경제합리성으로는 설명할 수 없는 것이지만, 브랜드한우고기의 판매전략을 수립함에 있어서는 매우 중요한 점이다.

둘째, 믿을 수 있는 제품을 만들 것.

우리나라 한우브랜드의 효시 격인 ‘안동황우촌’의 모토는 ‘믿음을 팝니다’이다. ‘안동황우촌’은 1991년 8월 생산자와 소비자가 직접 만나는 직판장과 쇠고기를 직접 맛볼 수 있는 식당을 열어 운영하고 있는데, 단순히 한우고기를 파는 것이 아니라 믿음을 판다고 하는 점이 소비자들에게 좋은 인상을 심어주고 있는 것이다.

안동지역은 예로부터 소를 팔고 사는 집산지로서 소 시장 등 소와 밀접한 인연을 갖고 있는 고장으로, 이곳에서 사육되는 한우는 임금님께 진상될 정도로 맛이 뛰어났다고 알려져 있다. ‘안동황우촌’은 바로 이 점을 소비자에게 솔직하게 홍보하여 신뢰감을 얻었고, 점차 판매지역을 확대해 나가고 있는 것이다.

셋째, 품질 좋은 제품을 만들 것.

과거 우리 나라 국민 1인당 소득수준이 낮았을 때는 먹거리를 판단하는 기준은 ‘품질’이 아니라 ‘물량’이었다. 그러나 IMF 관리체제하에서 어려움을 겪기는 했지만, 경제가 점차 호전되면서 1만 달러 수준에 근접하면서 소비생활에 있어 커다란 변화가 나타나고 있는데, 이는 다름 아닌 ‘물량’으로부터 ‘품질’로의 전환이다. 이제 소비자들

은 단순히 가격이 저렴하다고 해서 제품을 구입하지는 않는다. 물론, 아직까지도 ‘물량’을 먼저 생각하는 계층이 존재하는 것도 사실이다. 그러나 이미 쇠고기시장은 한우고고기시장과 수입쇠고기시장으로 나뉘어져 있고, 전체 쇠고기시장의 40%를 차지하고 있는 한우고고기시장의 주고객은 소득수준이 높은 계층이다. 그렇다면, 앞으로 한우브랜드 생산업체가 이들 주고객을 지속적으로 확보해 가기 위해서는 당연히 품질을 최우선으로 하는 생산에 힘써야 한다. 등급제가 시행되고 있는 현재, 품질 최우선의 생산이란 곧 1등급 출현율을 높이는 생산이라고 할 수 있다. 우수한 품질로 경남지역에서 호평을 받고 있는 ‘남해화전한우’라든가 전북의 ‘장수한우’의 경우 회원농가 전체의 1등급 출현율이 절반을 넘고 있다. 이들 회원농가는 1등급 출현율 100%를 목표로 송아지 자체생산, 사양관리체제 확립에 노력하고 있다.

쇠고기시장이 완전 개방된 올해 우리 나라를 다녀간 미국 및 호주의 식육마케팅 전문가들은 한결같이 한국의 쇠고기시장 공략에 자신감을 나타내면서, 우리 나라의 한우가 살아남을 길은 오로지 품질차별화, 즉 1등급 쇠고기 생산밖에 없다는데 의견을 같이했다는 사실을 명심해야 한다.

넷째, 안전한 제품을 만들 것.

먹거리의 안전성을 둘러싼 최근의 사건으로는 영국 및 유럽에서 발생한 광우병, 구제역 등을 들 수 있다. 지금까지 안전지대로 여겨졌던 미국 역시 사태의 심각성을 인식하고 대책반을 가동하고 있는 실정이다. 이미 마스크를 통해 보도된 바와 같이 최근 유럽에서 발생한 광우병, 구제역은 축산업뿐만 아니라, 관광산업에까지 영향을 미쳐 사회적으로 커다란 문제가 되고 있기도 하다.

광우병의 원인에 대한 해석은 다양하지만, 아직까지 이렇다 할 원인이 밝혀지지 않고 있는데, 이와 같은 상태에서 쇠고기의 소비가 원상으로 복구되기를 기대하기는 어렵다. 우리나라에서 광우병이 발생하지 않았음에도 불구하고, 혹시나 쇠고기를 잘못 먹으면 인체에 해가 미치는 것이 아닌가 하는 우려를 하는 소비자가 많다고 하는 언론의 보도는, 그만큼 먹거리의 안전성에 대한 소비자들의 관심이 매우 높아졌음을 나타내는 것이다.

따라서 광우병, 구제역이 발생하지 않도록 하지 않고서는 쇠고기 소비증대란 있을 수 없음을 사육농가는 인식해야 함은 물론, 가능하면 유기(有機, organic)축산을 통하여 위생적이면서도 안전한 쇠고기 생산에 힘써야 한다.

다섯째, 고기능성 제품을 만들 것.

DHA성분이 포함된 우유, 항암 물질이 포함된 달걀 등은 기능성식품의 대표적인

예이다. 이제 소비자들은 단순히 음식을 먹는 것이 아니라, 건강에 좋은 성분이 포함된 것이라면 제아무리 비싼 것이라 하더라도 구매하고자 하는 의욕이 매우 강하다. 한우고기의 경우 아직까지 기능성이 첨가되어 출시된 브랜드는 없다. 한편으로는 한우고기에 기능성을 첨가하기란 매우 어려운 일이라는 의식이 강한 것도 사실이다. 그러나 어렵기는 하지만, 만일 기능성을 첨가할 수만 있다면 첨가하는 것이 바람직하다. 기능성이 첨가된 계란에 대한 소비자의 평가가 좋아서 비싼 가격으로 팔리고 있듯이 기능성이 첨가된 쇠고기 역시 비싼 가격으로 팔릴 수가 있기 때문이다.

여섯째, 물량을 안정적으로 공급할 수 있을 것.

현재 한우브랜드 업체로서 입지를 굳혀가고 있는 몇몇 선진업체의 경우 가장 큰 애로사항 가운데 하나는 적시에 적량의 물품을 공급하지 못하고 있는 점이다. 제품차별화를 통하여 소비자들에게 좋은 인식을 심어주면서 서서히 브랜드의 위상을 높여 나가는 업체입장에서 볼 때, 사육규모가 영세하여 소비자가 원하는 물량을 제때에 공급하지 못한다는 것은 그만큼 생산/출하가 계획적이지 못하므로 경영기반이 안정되어 있지 못함을 의미할 뿐만 아니라, 자칫 잘못하여 우선 판매하고자 하는 욕심에서 기준에 미달된 제품을 판매하게 되면 결국에 가서는 이것이 입 소문으로 퍼져 소비자들의 신뢰를 상실할 수 있으므로 유의해야 한다.

위에서 제시한 여섯 가지 사항은 앞으로 한우브랜드를 개발·육성해 감에 있어 매우 중요하다.

이들 전제조건을 만족하지 못한다면, 한우브랜드의 장래는 어두울 수밖에 없다. 따라서 앞으로 한우를 사육하는 농가는 물론, 생산자단체장 등 지역농업을 대표하는 경영인들 역시 브랜드의 중요성을 인식하여 얼굴 있는 제품, 믿을 수 있는 제품, 품질 좋은 제품, 안전한 제품, 고기능성 제품 그리고 이들 제품을 장기간 안정적으로 공급할 수 있는 체제를 갖추도록 혼신의 노력을 다해야 한다.

다. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안

「고급육 = 브랜드」는 명성을 계속해서 유지해 나가는 것이 가장 중요하다. 이를 위해서는 경영 내외적으로 신뢰를 확보해야 한다. 여기서 경영내부란 생산에 참여하고 있는 농가들로 하여금 신뢰를 갖게 하는 것이고, 경영외부란 소비자들로 하여금 신뢰를 갖게 하는 일이다. 5개 단지 경영실태조사를 근거로 하여 단지별 경영합리화 방안을 제시하면 다음과 같다<표 11>.

첫째, 브랜드 이미지(image) 제고.

이들 단지에서 생산되는 소의 브랜드는 지역명 4, (지역+특산물)명 1로 나타나고 있는데, 이 지역들이 예로부터 소 사육으로 유명한 지역임에는 틀림없지만, 이 와 같은 지역의 특수함을 나타낼만한 사육상의 특징이 브랜드에 나타나 있지 않아 이미지(image)제고에 어려움이 있으므로 현재의 브랜드에 걸맞은 제품 생산이 시급하다고 여겨진다. 유일하게 (지역+특산물)명을 부여한 익산황토우의 경우 황토를 급여한다는 특징이 있기는 하지만, 현재 이 단지에서 출하되는 소들이 유통 및 소비단계까지 이 특성이 유지되어 소비자들에게 전달되고 있지 못하다. 이는 전국브랜드로 자리잡아가고 있는 안동황우촌 이외의 다른 단지의 경우에도 마찬가지인데, 이러한 체제로는 브랜드로서의 의미가 없으므로 앞으로 시정해 나가야만 한다.

둘째, 일관 생산·유통체계 구축.

이들 단지의 체제상의 특징은 생산체제구축(성장 1단계 ; 양주골한우, 익산황토우), 생산 및 유통체제 일부구축(성장 2단계 ; 대관령한우, 남해화전한우), 생산 및 유통체제 완전구축(성장 3단계 ; 안동황우촌) 등 크게 세 가지로 구분할 수 있다.

1 단계의 경우 사양관리기준을 설정하여 균일된 고급육 생산에 주안점을 두고 있는 것에 머물러 있는데 반하여, 2단계의 경우 백화점납품, 자체매장 판매 등 유통의 일부까지 영역을 넓혀가고 있고, 3단계의 경우 100%자체매장에서 판매하고 있다. 경영적인 측면에서 볼 때, 앞으로는 부가가치를 창출하는 것이 무엇보다도 중요한 바, 이는 고급육 생산은 물론, 가능하면 유통까지 담당하는 것이 바람직하다고 여겨진다. 현재 생산된 소 및 쇠고기를 100% 자체매장(식당)에서 판매하고 있는 곳은 안동황우촌 한 곳 뿐인데, 앞으로 가능하다면, 1단계 및 2단계 농가는 자체매장에서 100% 판매가 가능하도록 조직력을 강화해 나가는 것이 바람직하다고 여겨진다. 물론, 유통의 효율화를 기하기 위해서는 각 지역의 특수성을 감안한 방안이 강구되어야 함은 두말할 나위가 없다. 현재의 단지 생산규모, 입지조건 등의 측면에서 볼 때, 생산만을 전담하는 것이 바람직할 것인가, 유통 및 판매까지 담당하는 것이 나올 것인가 하는 문제는 진지하게 고민해야 할 대목이다. 사실상 유통은 생산과는 또 다른 기능이므로 전문가적인 자질을 갖추고 있지 못한 자가 담당하기에는 한계가 있고, 이전에 다른 많은 지역의 농·축협이 자체매장을 개설했다가 실패한 쓰라린 경험을 갖고 있는 점을 고려할 필요가 있다. 그러나 원론적으로 말할 수 있는 것은 1단계의 경우 생산단계에서의 브랜드만으로는 부가가치를 높일 수 없으므로 어떠한 방법을 강구해서라도 브랜드 이미지를 제고할 수 있는 유통채널을 확보하는 것이 바람직하다는 점이다.

<표 11> 조사대상단지의 경영개황 및 경영합리화 방안(Characteristics of the Cases)

단지 구분	양주골한우	익산황토우	대관령한우	남해화전한우	안동황우촌
체제상의 특징	성장 1단계 · 생산체제구축 (ex. 사양관리 기준 설정)	성장 1단계 좌 동	성장 2단계 · 생산체제구축 · 유통/판매체제 일부구축 (ex. 백화점납품, 자체매장 판매)	성장 2단계 좌 동	성장 3단계 · 생산체제구축 · 유통판매체제 완전구축 (직영판매)
브랜드 명칭	지역명	(지역+특산물)명	지역명	지역명	지역명
1등급 출현율(%)	미확인	75	69	80	80
품질고급화 방안	· 사료단일화 · 거세 확대	· 황토급여 · 거세 확대	· 한우번식우계열화 사업활성화	· 밀소 자체 확보 · 사양관리 획일화	· 거세 확대 · 조사료(야초)급여
생산비수준	평균수준 이하	좌 동	좌 동	좌 동	좌 동
생산비절감 방안	-	-	-	· 장기비육에 의한 수익향상	· 조사료 급여 확대 (벗짚 등)
유통 Channel	· 소 상인에게 판매	· 익산시 소재 자체매장 1개소 · 우시장 출하	· 자체매장 (평창4, 서울1)	· 백화점 납품	· 직영식당 판매 (10개소)
유통효율화 방안	· 유통업체와 계약고려 중	· 유통업체와 계약고려 중	· 생산규모를 늘려 대도시 진출고려 중	· 브랜드 image 제고를 위한 1등급 (고급육) 출하실시	
지도자능력 (경력/열의)	상	상	상	상	상
경영능력 제고방안 (재교육)	· 기술/경영교육 실시 중	· 기술/경영교육 실시 고려 중	· 조합원(참여농가) 기술/경영교육 수시 실시	좌 동	좌 동

셋째, 거세율 고양(高揚) 및 혈통관리를 통한 고급육 생산.

기술적인 측면에서 볼 때, 1등급 출현율은 생산단계의 조직구축에 그치고 있는 양주골한우 및 익산황토우의 경우 확인할 수 없지만, 대관령한우, 남해화전한우, 안동황우촌의 경우 각각 69%, 80%, 80%로 나타났다.

일반적으로 경영의 성장단계가 높아짐에 따라 1등급 출현율이 높아질 것으로 예상되고 있는데, 이는 이들 단지의 경우 그대로 나타나고 있다. 물론 아직까지 대다수의 한우사육농가는 고급육의 필요성을 느끼지 못하고 있는 것이 사실이다. 즉 지금까지

지 고급육을 생산하면 이것이 도축장에서 정확하게 판정을 받아 고급육을 생산하는 만큼의 이익이 생산자에게 돌아와야 하는데, 지금까지의 경우를 보면 이와 같은 시스템이 제대로 구축되어 있지 않았기에, 농민들이 등급제의 장점(merit)을 느끼지 못하여 구태여 1등급육을 생산하고자 하지 않았다.

그러나 점차 한우브랜드에 대한 소비자들의 인식이 긍정적으로 뒤바뀌면서 어느 생산단지를 막론하고 자신들의 브랜드를 가능하면 직접 고가에 판매하고자 하는 움직임이 나타나게 되자, 이제와는 달리 고급육을 생산하고자 하는 움직임이 강하고 일어나고 있어 앞으로 거세를 통한 고급육 생산은 급속도로 정착되어 갈 것으로 여겨진다. 품질고급화방안으로는 양주골한우 및 익산황토우의 경우 사료단일화 및 거세율을 높이는 것이 필요하고, 대관령한우 및 남해화전한우의 경우 한우번식우 계열화사업을 확대하여 밀소를 자체 확보할 수 있는 시스템을 갖추는 것이 필요하며, 안동황우촌의 경우 앞에서 지적한 바와 같이 지역의 특성상 의외로 거세율이 낮은데, 주요 판매처가 서울 및 수도권으로 점차 바뀌어 가고 있음을 감안할 때 거세율을 높이는 것이 필요하다.

다섯째, 생산비 절감.

생산비수준은 5개 단지 모두 전국평균치를 약간 밑돌고 있어 상대적으로 낮은 비용으로 생산하고 있기는 하지만, 앞으로 이들 단지 모두 자체 송아지 생산기반을 구축하여 밀소 구입비를 좀 더 낮추고, 건·야초를 많이 확보하는 등 조사료생산기반을 마련하여 비용절감에 힘써야 할 것으로 여겨진다.

이와 같은 노력을 경주한다 하더라도 대폭적인 비용절감(cost down)을 통한 수익성증진은 현실적으로 어려울 것으로 여겨지므로, 이와 같은 노력과 동시에 육성시 충분한 조사료를 급여하고, 비육시 양질의 곡물사료를 급여하는 등 장기비육(28개월 이상)을 통한 고급육 생산으로 수익성증진을 모색하는 것이 바람직하다고 본다.

여섯째, 지도자능력 고양(高揚).

단지가 활성화되느냐의 여부는 지도자의 능력(leadership)에 크게 좌우된다고 할 수 있다. 나름대로의 비전을 갖고 구성원의 뜻을 종합하여 박력 있게 추진해 나가는 일이야말로 지도자가 갖추어야 할 요소 가운데 하나이다.

5개 단지 가운데 이제 막 결성된 양주골한우를 제외한 나머지 4개 단지의 경우 공통적으로 지적할 수 있는 것은 단지를 형성해 옴에 있어 지도자의 역할이 매우 컸다는 점이다. 이들은 자기의 경험을 바탕으로 구성원들을 설득하고, 끊임없이 기술교육을 실시하고 경영진단을 시행하는 등 구성원들의 경영능력 제고에 힘써왔다.

예를 들면, 정기적으로 모임을 가지면서 최근의 사양관리 및 효율적인 사료급여 방안에 관한 정보는 물론 우시장의 가격정보 등을 파악·제공하며 구성원 상호간의 친목 도모는 물론, 기술 및 경영능력 향상에 힘써 왔던 것이다. 이와 같은 노력은 앞으로도 계속되어야 하며, 정부는 가능하면 이와 같은 노력을 지속적으로 추진해 나갈 수 있는 지역(단지)을 중심으로 적극적인 지원을 아끼지 말아야 한다. 여기에 한가지 더 주문한다면, 이들 사육농가가 안정적인 소득을 올리면서 지속적으로 경영을 영위해 나가기 위해서는 경영성과를 정확하게 (가능하면 계수적으로) 분석하여 경영상의 문제점을 파악하고 새로운 대응방안을 마련해 나가는 것이 중요한데, 현재 대부분의 농가는 경영성과를 정확하게 분석하고 있지 못한 형편이다. 이는 경영성과(경영지표)를 계산할 수 있는 자료를 마련하고 있지 못하기 때문인데, 이와 같은 자료는 장부기입을 통하여 얻을 수가 있다. 하지만, 일반 기업경영에서 사용하고 있는 부기시스템은 이들 농가에 잘 맞지 않아 현재까지 보급되어 있지 않다.

따라서 이들 농가가 보다 쉽게 기장을 하고 이를 바탕으로 경영성과를 자체적으로 파악·분석할 수 있는 방안을 마련하는 것이 중요하다.

3. 출하월령 및 사료급여에 따른 경제성 분석

가. 실험자료

출하월령 및 사료급여에 따른 경제성을 분석하기 위해서는 월령 및 사료급여에 따른 증체량, 판매자료, 그리고 비용자료 등이 필요하다. 이를 위하여 본 연구에서는 총괄책임자인 정근기 교수의 실험자료를 이용하였다.

나. 출하월령 및 사료급여별 소득과 순수익 비교

월령별 소득과 순수익을 계산한 결과, 먼저 두당 소득(순수익)을 살펴보면 소량급여의 경우 24개월, 26개월, 28개월 월령에서 각각 721,087원(234,973원), 919,831원(363,478원), 1,238,258원(623,390원)으로 28개월령이 가장 높은 것으로 나타났다.

다량급여의 경우에도 각각 782,561원(295,727원), 1,040,952원(487,693원), 1,253,232원(640,572원)으로 28개월령이 가장 높은 소득(순수익)을 가져다주는 것으로 분석되었다.

따라서 급여방법과는 관계없이 최적 출하월령은 28개월로 나타났음을 알 수 있다. 일반적으로 출하월령이 클수록 사육일수가 길며 더 많은 비용이 투입된다. 반면에 육질등급이 상승하고 냉도체중이 증가하므로 비육우 판매수입이 증가한다.

이와 같이 비육우 판매수입 증가가 비용 투입증가보다 더 크므로 출하월령이 클수록 보다 높은 소득(순수익)이 가능하게 되는 것이다.

소량급여와 다량급여의 소득(순수익)을 비교하면 출하월령에 관계없이 다량급여가 소량급여보다 조금 더 높은 소득(순수익)을 나타내고 있다. 가장 큰 차이가 나는 출하월령은 26개월로 121,121원(124,215원)의 소득(순수익)의 차이를 나타내고 있다. 출하월령 28개월의 경우 소득(순수익)의 차이가 14,974원(17,182원)으로 크지 않은 것으로 나타났다.

결론적으로, 가장 높은 소득과 순수익을 얻을 수 있는 출하월령과 사료급여 방법은 28개월령과 다량급여임을 알 수 있다.

다. 증체곡선의 추정과 최적 출하주령(월령)

본 연구의 실험자료에서 출하월령 24~28개월 전체에서의 가장 높은 지육가격을 얻기 위한 출하월령은 28월령인 것으로 나타났다. 즉 이 시기에 고급육 생산이 가능하게 되어 높은 지육가격을 얻게 되는 것이다.

한편, 농후사료 가격 변화에 따른 최적 출하주령(월령)을 도출한 결과를 보면, 다음과 같다. 즉 농후사료 가격이 낮은 경우에는 최적 출하주령(월령)이 크며, 반대로 농후사료 가격이 높은 경우에는 최적 출하주령(월령)이 작다. 여기에서 알 수 있듯이 최적 출하주령(월령)은 농후사료 가격에 반비례한다.

민감도분석에 의하면 최적 출하시기는 한우의 등급, 지육가격 그리고 사료가격에 따라 민감하게 변화함을 알 수 있다. 따라서 개체별로 증체 패턴, 육질, 지육의 시장가격, 사료가격 등을 정확하게 파악하고 출하시기에 대한 의사결정을 수행하여야 한다.

4. 고급육 생산 및 유통 차별화의 문제점 분석

한우고기의 브랜드화 추진은 1980년대부터라고 할 수 있는데 이는 개군한우, 언

양한우, 땅끝으뜸한우와 같이 한우고급육 생산에 노력을 기울여 온 몇 개의 대표적인 브랜드업체에 의해 시작된 것이다.

그러나 본격적인 브랜드화가 전국적인 붐으로 형성되기 시작한 것은 1990년대부터이다. 이는 정부의 법인육성사업과 고급육 생산단지의 육성사업 일환에 힘입은 바가 크다고 할 수 있으나 앞에서 살펴 본 바와 같이 아직 한우 브랜드화의 역사는 짧고 넘어야 할 과제도 많은 것으로 생각된다.

이제 까지 한우고급육 생산을 위한 브랜드단지를 조사한 결과를 토대로 문제점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 무엇보다도 브랜드화를 위한 전제조건이라 할 수 있는 고급육 생산체계가 정착되어 있지 못하고 고급육을 생산한다는 것이 거세를 통한 장기 육성비육에 그치는 사례가 대부분이다. 특히 고급육 생산에 절대적인 영향을 미치는 송아지 밀소 혈통관리 및 번식우의 등록·선발은 거의 전무하다고 할 수 있다. 브랜드화의 생명은 품질의 우수성과 균일성에 있는데 이를 안정적으로 유지하기 위해 혈통관리가 얼마나 중요한지는 일본의 화우산업이 잘 말해 주고 있다.

둘째, 개별경영이든 공동사육장을 이용한 공동경영이든 법인의 브랜드 단지들이 품질의 균일성을 유지하기 위한 공통의 사양관리 프로그램이 미비하다는 것이다. 이는 소비자의 브랜드에 대한 신뢰와 직결되는 것으로 상품화 과정을 거쳐 브랜드화의 성공여부를 결정짓는데 매우 중요한 역할을 수행하는 것이다. 어제와 오늘의 쇠고기 맛이 달라 소비자로부터 외면당해 매출에 심각한 타격을 받고 있는 사례가 적지 않다는 것을 현지조사과정에서 알 수 있었다.

셋째 소위 기능성한우고기라 하여 한약재, 양파, 능금, 맥주박과 같은 부산물을 사료에 첨가하여 급여하고 있다. 그러나 이들 첨가물이 육질변화에 어떠한 변화를 주고 있으며 그 부산물의 좋은 기능이 최종적으로 어느 정도 잔존하여 인체에 도움을 주고 있는가에 대해 공신력 있는 기관으로부터 검증을 받아 제시하는 사례가 적다는 것이다. 브랜드가 소비자들에게 신뢰를 받아 생명력을 지닌 브랜드기능을 발휘하기 위해서는 이러한 검증과정을 거쳐 소비자들에게 정당하게 평가받으려는 자세를 견지하는 것이 중요하다.

넷째, 브랜드 참여농가 수나 사육두수가 적어 소비자에게 충분한 물량을 공급하지 못하고 있다는 것이다. 94개 브랜드업체에 참가하는 평균농가수는 151호이며 업체당 평균사육두수는 1,855두이지만 대규모 농가가 일정지역에 편중되어 있거나 지역의

협동조합에 참여하고 있는 농가수가 많기 때문인 것으로 이를 호당 평균사육두수로 계산하면 13두에 지나지 않는다. 쇠고기의 성수기에도 부족없이 물량을 공급할 수 있을 정도로 규모확대가 이루어져 젓소고기를 한우고기를 둔갑시킨다는 오해를 불식시켜야 할 것이다.

다섯째, 소비자에 대한 신뢰 확보와 우수성을 알리는데 많은 노력을 기울여야 한다. 이는 자신이 생산한 쇠고기가 다른 것에 비해 어떠한 특징이 있는가를 자신있게 설명할 수 있어야 한다는 것과 일맥상통하는 것으로 브랜드육에 대한 좀더 많은 정보가 소비자에게 전달되어야 한다는 것이다. 이를 위해서는 광고를 통한 홍보가 필요한데 매스컴을 이용한 광고에는 막대한 비용이 소요되므로 영세한 브랜드업체들에게는 커다란 부담으로 작용한다. 따라서 이를 해소하기 위해서는 광역브랜드화를 통한 기금형성, 자조금제도 도입, 공동이벤트행사 개최 등과 같은 적극적이고 다양한 홍보방법을 강구하는 자세가 필요할 것이다.

5. 고급육 유통/소비상의 문제점 분석

여기에서는 한우 고급육에 대한 소비자의 인식도, 가격 및 비가격 측면에서의 반응도를 파악하기 위해 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 수도권(경기도 수원시)에 거주하는 소비자 500명을 대상으로 2002년 2월에 실시하였다.

한우고기와 수입쇠고기의 구입처를 살펴보면 한우고기의 구입처는 정육점이 62.2%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 농축협 전문판매장 17.0%, 할인점/백화점 13.2%로 나타났다. 이와 같이 예상과는 달리 정육점 및 농축협 전문판매장의 비율이 높게 나타나는 것은 수원이라는 중형도시의 특성을 고려해 볼 때 이해가 간다. 그러나 수입쇠고기 경우에는 할인점/백화점 17.4%, 정육점 17.2%, 농축협 전문판매장 6.6%로 나타나 할인점/백화점의 비율이 상대적으로 높은 것으로 조사되어 한우고기와 크게 대조를 이루고 있음을 알 수 있다. 이는 지금까지 수입쇠고기의 수입 및 판매를 주로 대형유통업체들이 담당해 온 점을 고려해 볼 때 할인점/백화점에서 한우고기와 수입쇠고기를 동시에 판매하기는 하지만, 지금까지의 관행으로 미루어 짐작하건대 할인점/백화점에서 판매하는 고기는 수입쇠고기라는 인식이 강하게 깔려있기 때문인 것 과도 관련이 있다고 여겨진다.

그러나 수입쇠고기 구입처 질문에 대한 무응답자가 52.0%에 이르고 있어 해석에

신중을 기할 필요가 있다. 이와 같이 무응답자가 많은 것은 쇠고기를 구입함에 있어 아직까지 국내산과 수입쇠고기의 구분을 명확히 하지 않은 채 구입하고 있는 주부가 많다는 것을 나타내는 것이기도 하다.

한우고기와 수입쇠고기의 주당 구입회수를 살펴보면, 한우고기의 경우 2주 1회 구입 29.8%, 주 1회 구입 24.4%, 주 2회 구입 12.2%, 매일 구입 1.4% 순으로 나타났으며, 수입쇠고기의 경우에는 2주 1회 구입 11.8%, 주 1회 구입 4.6%, 주 2회 구입 2%, 매일 구입 0.8% 순으로 나타났다. 또한 기타 의견 가운데 수입쇠고기를 ‘먹지 않는다’는 의견도 다수 있었다. 한우고기와 수입쇠고기의 1회 구입시 구입량을 살펴보면, 한우고기의 경우 1~2근이 60.4%로 가장 높았으며, 1근 미만 20.6%, 2~3근 10.0%, 3근 이상 4.6%로 나타났다. 수입쇠고기의 경우에도 1~2근이 15.4%로 가장 높았으며, 1근 미만 8.6%, 2~3근 5.4%, 3근 이상 3.6% 순으로 나타났다.

쇠고기 1근당 평균 구입가격을 살펴보면, 한우고기의 경우에는 15,681원, 수입쇠고기는 8,647원으로 조사되어 한우고기가 수입쇠고기에 비해 약 2배 정도 높은 가격으로 소비자들에게 판매되고 있음을 알 수 있다.

쇠고기 가격에 대한 소비자의 반응을 보면, 한우고기의 경우에는 응답자의 47.8%가 ‘비싸다’, 35.2%가 ‘매우 비싸다’고 응답하여 83%에 이르는 주부가 한우고기에 대해서는 대체적으로 ‘비싸다’는 반응을 나타냈다. 그러나 수입쇠고기의 경우에는 21%가 ‘보통이다’라고 응답하여 대조적인 반응을 보였다. 이는 한우고기가 수입쇠고기에 비해 가격면에서 경쟁력이 낮음을 나타내는 것이다. 따라서 한우고기가 발전하기 위해서는 가격 경쟁력을 높여나가는 한편, 맛/품질, 위생/안전성 등의 향상을 통한 비가격적인 측면의 경쟁력을 높여나가는 노력이 필요하다고 여겨진다.

한우브랜드에 대한 소비자의 인식을 보면, 전체 응답자의 57.6%(288명)가 ‘들어본 적이 없다’고 응답하였고, ‘들어본 적이 있다’고 응답한 소비자는 41.4%(207명)인 것으로 나타났다. 이는 동일 지역을 대상으로 2년 전에 필자가 실시한 설문조사 결과와 다소 차이를 나타내는 것이다. 기대와는 달리 과반수 이상의 주부가 한우브랜드에 대하여 알고 있지 못하다는 것은 그만큼 브랜드에 대한 홍보/교육이 미흡함을 나타내는 것이므로 앞으로 한우브랜드에 대한 홍보/광고가 필요하다는 점을 강조하고자 한다. 한우브랜드를 알게 된 동기를 보면, TV/라디오가 18.4%로 가장 높게 나타났으며, 팸플렛 10.2%, 신문/잡지 9.0%, 친구소개/음식점방문 6.4%, 옥외광고물 2.8% 순으로 나타났다.

‘한우브랜드를 구입한 경험이 있는가’라는 질문에 대해서는, ‘구입한 적이 없다’는

응답이 84.4%, ‘경험한 적이 있다’ 12.2%로 나타나 아직까지 구입한 적이 없는 주부가 매우 많은 것으로 나타났다. 따라서 아직까지 일반 소비자들은 직접 한우브랜드를 구입한 경험은 그다지 많지 않음을 알 수 있다.

한편, 구입한 한우브랜드의 명칭을 보면, 응답자 41명(8.2%) 가운데 목우촌, 안성맞춤한우가 각각 24.4%로 나타났고, 양평개군한우 14.7% 사과한우 12.2%, 횡성한우 7.3%, 강진맥우, 안동한우가 각각 4.9% 등으로 조사되었다. 한우브랜드를 구입한 소비자가 많지는 않지만, 한번 구입한 소비자는 자기가 구입한 브랜드명을 모두 기억하고 있었다는 것은 그만큼 브랜드의 위력이 크다는 것을 간접적으로 나타내는 것이라고 할 수 있다.

‘한우브랜드와 일반고기의 가격에 대한 소비자의 인식’을 보면, 먼저 가격면에서는 ‘비싸다’는 생각이 26.2%로 가장 높았으며, ‘매우 비싸다’ 12.0%, ‘비슷하다’ 4.8%, ‘싸다’ 1.0% 순으로 나타나 대체적으로 한우브랜드가 일반고기에 비해 ‘비싸다’는 반응을 보였다.

한편, 맛/품질 면에서는 한우브랜드가 일반 한우고기에 비해 ‘매우 좋다’ 2.4%, ‘좋다’ 20.2%, ‘비슷하다’ 12.0%, ‘좋지 않다’ 0.6% 순으로 나타났다.

여기에서 알 수 있듯이 소비자들은 한우브랜드가 일반고기에 비하여 가격이 비싸기는 하지만, 맛/품질이 비교적 좋다고 생각하고 있는 것이다. 한우 브랜드에 대한 소비자들의 신뢰는 ‘신뢰한다’ 19.4%, ‘신뢰하지 않는다’ 20.8%로 나타나 극단적인 반응을 보이고 있음을 알 수 있다. 따라서 한우브랜드의 가치를 제고하기 위해서는 앞으로 소비자에 대한 신뢰도를 높여 가는 노력이 뒤따라야 할 것으로 여겨진다.

한우브랜드가 일반고기에 비해 가격이 조금 비싸더라도 맛/품질이 좋고 안전하다고 할 경우 소비자들의 구입 의사를 질문해 본 결과, ‘구입하겠다’ 60.8%, ‘구입하지 않겠다’ 26.8%로 나타나, 맛/품질/안전성이 보장되면 한우브랜드는 소비자들에게 가까이 다가 갈 수 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 생각해 볼 때, 맛/품질/안전성이 보장된 한우 고급육은 가격은 그다지 커다란 문제가 되지 않음을 알 수 있었다. 또한 소비자들은 전반적으로 육류에 대하여 질적 향상을 요구하고 있는 것으로 판단된다.

소비자들이 육류 구입시 가장 우선시 하는 사항으로는 품질/맛이 37.7%로 가장 높았고, 다음으로는 위생/안전성 33.9%, 가격 9.6%, 기능성강화 0.6% 순으로 나타났다. 결국 응답자의 71.6%가 품질과 안전성이 육류 구입시 가장 먼저 고려하는 사항을 알 수 있다.

따라서 한우브랜드가 활성화되기 위해서는 소비자들이 원하는 부분, 즉 가격보

다는 '품질과 안전성'이라는 비가격 측면의 경쟁력 제고 방안에 관한 논의와 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

6. 고급육 생산·유통·소비 활성화를 위한 정책지원방안

산업화과정을 겪으면서 축산업에 있어서도 그 규모는 증대하였고 생산기술 또한 크게 발달하였다. 이에 따라 생산성은 증대하였고, 마케팅환경도 더불어 개선되어 오고 있다.

소비자 측면에서 볼 때, 보다 다양한 축산물에 대해 빈번한 소량구매가 이루어지고 있고, 축산물 속성에 대한 욕구도 축산물의 다양성 추구에서 점차 품질, 위생·안전성, 건강지향, 기능성 여부를 강조하고 있는 추세이다. 한편, 국제시장의 변화는 공평한 무역질서를 표방하면서 개방의 폭을 보다 확대하라는 압력을 가하고 있어 축산물의 국내 생산과 가공·제조부문에서는 가격경쟁력의 한계를 직시하고 품질 및 기타 소비자욕구에 부응하는 식품생산으로의 전환이 이루어지고 있다.

이러한 전환점이 바로 축산물의 고급화인 것이다. 이와 같은 추세를 대응하여 앞으로 정부가 추진해 나가야 할 고급육의 생산·유통·소비 활성화 대책을 제시하면 다음과 같다.

가. 생산 활성화 대책

1) 고급화 생산지침 작성·공표

고급육 생산 활성화를 위해서는 먼저 지자체가 주도적인 역할을 수행할 수 있는 「생산지침」을 작성·공표하고 지속적인 교육을 실시함으로써 지역축협, 축산농가의 참여를 적극 유도하도록 한다.

지자체, 지역축협, 한우농가를 중심으로 한 현장조사 결과, 이들은 생산지침의 필요성을 절감하고 있지만, 어떤 기준에 의해 생산해야 되는지를 몰라 어려움을 겪고 있는 곳이 많았다. 이와 같은 상황을 고려해 볼 때, 2002년 4월 농림부·축산기술연구소·농협중앙회가 발간한 「한우 사육 길잡이」는 우리 나라를 대표하는 한우전문가들이 모여 만든 지침서인데, 기존의 지침서와는 달리 현장을 중시한 것으로서, 현재 한우를 사육하고 있는 농가는 물론, 앞으로 고급육 생산에 참여하고자 하는 농가의 안

내서(Guide line)로서 매우 유용하게 사용될 것으로 여겨진다. 또한 한우농가의 경영 컨설팅에 관여하는 이들이 이 지침서를 사용하여 현장지도에 나서게 됨으로써, 사업 주체의 인식 확립은 물론, 고급화사업 참여도 제고에 크게 기여할 것으로 기대된다.

2) 고급육 평가지침 및 평가기준표 제정·공표

고급육 생산 활성화를 위해서 고급육 평가지침 및 평가기준(표)을 제정·공표하여 도, 시·군별 『한우산업발전협의회』로 하여금 활용하도록 한다.

『협의회』는 지역별 여건 및 특성이 다른 우리나라의 현실을 감안할 때 반드시 결성·운영되어야 하고 제 기능을 수행해야만 하는 중요한 조직이다. 따라서 이들 『협의회』가 그 기능을 제대로 발휘할 수 있도록 하는 일이 중요한데, 평가지침 및 평가기준표 제정·공표는 『협의회』를 활성화하는데 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

따라서 평가지침 및 평가기준표가 제정·공표되면, 지금까지 객관적인 기준 없이 유명무실한 고급육을 생산·공급해 온 생산업체는 공명정대한 기준이 설정된 만큼 이 기준에 맞추도록 노력하게 될 것이고, 이와 같은 노력은 궁극적으로 고급육의 품질 및 안전성을 보장하게 되어 생산자와 소비자를 동시에 보호하게 될 것으로 기대된다.

3) 고급육 평가사업 실시 및 우수업체 지원

고급육 생산 활성화를 위해서는 「평가기준」에 근거하여 고급육 생산업체를 객관적으로 평가하여 순위를 매긴 다음 우수업체에게 운영자금 등을 지원해 주도록 한다.

정부의 고급육 생산 활성화 대책의 핵심은 우리 고유의 자원이자 먹거리인 한우의 대중육 이미지(image) 강화를 통한 소비증진에 있는 만큼, 고급육 생산을 활성화하기 위해서는 우수한 사업주체를 육성하는 것이 무엇보다도 중요한 바, 이를 위해서는 인센티브(incentive)를 부여하여야 한다.

현지 조사 결과, 우수 업체조차 경영면에서 어려움을 겪고 있고 참여농가 또한 소득 증대 효과가 크지 않음을 알 수 있었는데, 이는 그만큼 사업체 운영에 수반되는 비용이 많기 때문인 것으로 밝혀졌다. 따라서 이들 업체들에게 운영자금을 일부 지원해 주는 등의 방안이 강구될 필요가 있다.

나. 유통 활성화 대책

1) 등급 및 생산지 표시의무 강화

고급육 유통 활성화를 위해서는 등급 및 생산지 표시의무를 강화하여 소비자 신뢰도를 회복하도록 한다. 특히 소매단계에서 생산지 표시를 의무화하여 소비자들로 하여금 안심하고 한우고기를 구입할 수 있는 분위기를 형성해 나가야 한다.

앞에서 언급한 바와 같이 특정 고급육에 대한 소비자의 인식은 상당히 호의적이고, 특히 맛과 품질, 위생·안전성 면에서 다른 쇠고기에 비해 뛰어나다고 평가하고 있는 것으로 나타났다.

이와 같은 긍정적인 인식 및 평가가 지속적으로 유지되고 구매로 연결될 수 있도록 신뢰를 구축하는데 우선적으로 노력해야 할 것이고 이를 위해 지속적인 홍보전략과 고품질, 균일성 확보를 위한 생산단계의 노력이 뒤따라야 한다. 이와 관련하여 고급육 생산은 생산자에게는 보다 고품질, 균일성을 확보하고 위생적이며 안전한 축산물 생산에 대한 동기를 부여하는 장치를 마련하고, 소비자에게는 신뢰감을 부여하는 장치를 마련할 수 있다는 점에서 큰 의미를 지닌다.

먼저 소비자들에게 고급육에 대한 신뢰감을 제공하기 위해서는 고급육에 인증서 및 인증표시(labels)를 의무적으로 부착하도록 하는 것이 바람직하다. 이 경우 고급육 생산농가는 당연히 1등급판정을 받은 것에 한하여 출시해야 함은 물론, 미리 농산물 품질관리원의 품질인증을 받아두도록 한다. 또한 앞에서도 언급한 바와 같이, 다른 고급육과의 공정한 경쟁을 저해할 우려가 있는 표시는 가급적 피하고, 명칭 내에 품질, 위생·안전성을 나타내고자 할 경우에는 합리적인 근거 및 이유를 반드시 제시하도록 한다. 여기에는 품질규격(육질등급, 육량등급)의 범위와 명칭부여 부위가 규정되어야 하고, 고급육 사업주체의 책임소재(대표자, 조직, 소재지, 연락처 등)와 산지에서부터 판매처(도축·가공장 또는 장소, 판매점)까지 명확하게 표시해야 한다. 동시에 지역별 특성을 나타내기 위해서는 원산지를 표시하도록 유도하는 것도 필요하다. 궁극적으로 일반축산물과 차별화된 이미지(image), 즉 고급 이미지 및 위생·안전 이미지를 소비자에게 제공함으로써 소비자들이 지속적으로 구입할 수 있도록 해야 한다.

생산자들에게 고급육 생산을 보다 적극적으로 유도하기 위해서는 희소성 동기를 부여할 수 있는 방법을 마련해야 할 것이다. 즉 A1++ 또는 특상등급을 마련하고 기술적인 등급 분류방법을 마련하여 최상의 제품에 대해서는 그 가치를 충분히 평가받을 수 있도록 해야 한다. 당연한 얘기지만, 이는 소매유통단계에서의 등급적용과 동시에 실시되어야 한다. 이를 위해 유통구조 조정 및 통제(LPC 단일 경유체제 및 경유 인증)와 생산자조직의 자체적인 전산관리를 통해 최종 소비자에게 생산 → 도축·가공 → 소매 단계까지 전과정이 추적·조사될 수 있다는 점을 알려주어야 한다. 이러한

추적(trace back) 시스템을 갖추으로써 소비자의 신뢰를 구축할 수 있을 것이다.

한편, 고급육이 갖는 가치의 기능은 첫째, 식별가치로서 상품의 식별과 분류의 기능을 수행하고, 둘째, 품질보증가치로서 고기술, 용도나 사용층의 범위를 나타내어 품질의 보증, 구매를 유발하며, 셋째, 관련가치로서 품질의 보증은 물론 개인의 자기 만족 및 과시욕 유발 등의 기능을 수행한다.

이와 같이 고급육의 가치를 향상시키기 위해서는 소비자조사 결과에서 시사하는 바와 같이 위생·안전성과 품질을 위주로 하는 판매촉진 활동이 필요하다.

2) 고급육 유통경로 다양화

고급육 유통 활성화를 위해서는 무엇보다도 고급육의 유통경로를 다양화해야 한다. 현재 시행중인 브랜드가맹점 육성·지원을 계속해 나가는 한편, 농협 하나로마트, Cyber Market(TV 홈쇼핑)을 통한 판매를 활성화하도록 한다. 앞으로 고급육이 정착되기 위해서는 생산업체만이 아닌, 유통업체의 협조가 절대적으로 필요하다. 우리나라 축산물소매의 60%를 담당하고 있는 '축산기업중앙회' 및 대형유통매장 담당자의 주장은 나름대로 경청할 필요가 있다고 여겨진다. 예를 들면, 생산-판매를 일관되게 시행하고자 하는 생산/유통주체에게는 정책자금을 지급하여 독려하는 것도 고급육 활성화의 방법이 될 수 있다.

고급육 유통을 정착시키기 위하여 고급육을 유통시키는 도축, 가공업체 및 판매점(정육점, 할인점, 전문음식점, 한우전문점 등)을 지원해 주어야 한다는 견해도 있지만, 이들 업체에 대한 지원은 기존의 한우산업발전대책 가운데 유통개선 추진사업(예: 브랜드육 육성, 도축 및 가공시설 정비지원 등)을 적극 활용하는 것이 현실적이라고 여겨진다. 다음으로, 고급육은 소규모 정육점보다는 주로 대형 유통업체(백화점, 할인매장)에서 판매되고 있는데, 현재의 축산물유통구조를 개선해 나간다는 차원에서 앞으로 대형매장의 판매를 늘리는 한편, 판매처를 다양화해 나갈 필요가 있다. 즉 생산자단체인 농협에서 운영하고 있는 하나로마트 및 Cyber Market(TV 홈쇼핑)에서의 판매 활성화 방안을 적극적으로 고려할 필요가 있다. 이를 위해서는 여러 차례 지적한 바와 같이 생산단계 및 유통단계에서 고급육의 전제조건이 반드시 준수되어야 함은 두말할 나위도 없다.

이와 같이 유통경로를 다양화함으로써 안정적인 수요처를 확보함과 동시에, 판매를 확대해 나갈 수 있을 것으로 기대된다.

다. 소비 활성화 대책

1) 對소비자 홍보 및 광고 강화

고급육의 소비활성화를 위해서는 對소비자 홍보 및 광고를 확대 실시함으로써 소비자들의 인식을 긍정적으로 변화시키도록 한다.

소비자 설문조사에서도 나타났듯이 고급육에 관하여 모르고 있는 소비자가 많다. 따라서 생산자는 물론 소비자들에게 고급육을 알리는 노력이 필요한데, 이를 위한 방법은 홍보 및 광고밖에 없다. 일례로, 지난해까지 두 차례 개최된 바 있는 「우리축산물브랜드전」을 확대 개최하도록 한다. 「우리축산물브랜드전」이 갖는 의미는 크게 두 가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 하나는 우수한 우리 축산물을 소비자들에게 알리는 일이고, 다른 하나는 상대적으로 판매능력이 뒤진 중소규모 생산업자들로 하여금 전시회에 참가하여 자기들이 생산한 고기의 우수성을 바이어(buyer)들에게 알려 그들로 하여금 고급육을 구입해 가도록 노력하는, 이른바 판매의 기회를 열어주는 일이다. 이렇게 하기 위해서는 각 백화점의 담당자들을 브랜드전에 특별 초청해서 시식회를 갖는다는 것, 계약이 성사되도록 도움을 주는 것도 생각해 볼 필요가 있다.

대부분 경영규모가 작고 상대적으로 경영능력이 뒤진, 게다가 판매처도 제대로 확보하고 있지 못한 지방 사업주체의 경우 전시회에 대한 관심은 후자에 있다. 특히 이들은 아직까지 자본력이 취약하므로 전시회에 참가하는데 필요한 경비의 일부를 현재의 수준보다 더 보조해 주는 방안이 검토되어야 한다.

이와 함께 소비자홍보도 중요한데, TV매체, 인터넷 등을 적극 활용함은 물론, 「우리 축산물 브랜드전」을 각계에 잘 홍보하여 주부들뿐만이 아니라, 미래의 소비자인 학생들이 대거 참관하도록 하는 것이 중요하다.

이와 같이 고급육의 對소비자 홍보 및 광고를 강화함으로써 고급육에 대한 소비자의 인지도를 제고해 나갈 수 있음은 물론, 지속적인 구매를 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

2) 축산물 소비동향 조사·분석 실시

고급육의 소비활성화를 위해서는 축산물의 소비동향을 지속적으로 조사·분석해야 한다. 소비자인식의 변화를 객관적이면서도 타당성 있게 조사하여 제시하기 위해서는 관련연구기관으로 하여금 도·소매단계별 축산물의 판매동향 및 소비자를 대상으로 설문조사를 실시하도록 하여 지역별, 연령별, 성별, 가족구성별 소비패턴을 종합

적으로 분석하는 일이 시작되어야 한다.

소비자들의 축산물 소비성향을 지속적으로 파악하여 분석하는 일도 매우 중요하다. 어느 나라를 막론하고, 1인당 국민소득이 1만달러에 근접하면서 축산물을 비롯한 식품의 소비구조에 커다란 변화를 보이는 것이 특징이다. 즉 기존의 물량 중심에서, 품질, 안전성, 다양성 등을 중시하는 경향이 강하게 나타나고 있는 것이다. 현재 우리나라가 바로 이 단계에 진입해 있는 만큼, 축산물에 대한 소비자의 의식 및 소비패턴을 조사하여 체계적으로 분석하는 일은 앞으로 축산업의 성장을 가늠하는 중요한 일이다.

참고로 일본의 경우 (재)일본식육소비종합센터에서 매년 소매점별 식육판매동향, 식육소비동향을 조사하여 보고서를 발간하고 있는데, 이는 축산물에 대한 소비자인식 및 소비패턴의 변화를 객관적이면서도 타당성 있게 조사하여 제시하고 있다는 점에서 매우 긍정적인 평가를 받고 있다. 따라서 우리나라에서도 관련연구기관으로 하여금도·소매단계별 축산물의 판매동향 및 소비자를 대상으로 한 설문조사를 실시하도록 하여 지역별, 연령별, 성별, 가족구성별 소비패턴을 종합적으로 분석하는 일이 시작되어야 한다.

이와 같이 축산물 소비동향을 지속적으로 조사·분석함으로써 고급육에 대한 소비자의 인지도를 제고하고 지속적인 구매를 유도함은 물론, 생산업체의 인식 제고에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

7. 요약

가. 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안

고품질 한우고기의 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안은 다음과 같이 제시될 수 있다.

첫째, 경영의 효율성을 제고하기 위하여 사육규모를 늘릴 필요가 있다. 사육두수가 큰 농가가 작은 농가에 비해 상대적으로 규모의 경제 이득을 누릴 수 있으며 효율적인 경영이 가능하므로 사육규모가 작은 농가는 사육두수를 늘려가는 것이 바람직하다.

둘째, 거세율 고양(高揚) 및 자체 사양 프로그램의 개발이 필요하다. 주지하는 바와 같이 한우 고급육 생산에서 거세의 필요성은 생산기술 측면의 여러 연구에서 강

조되고 있다. 또한 사양의 효과가 개체별로 매우 다르게 나타나므로 외부 기관의 사양 프로그램에 의존하기보다는 자체 사양 프로그램을 개발하여 각 개체별로 적용하는 것이 필요하다.

셋째, 경영효율성 증대를 위한 유통측면의 과제로는 계통출하 확대를 들 수 있다. 계통출하를 늘려가기 위해서는 한우 고급육 생산단지의 조성과 더불어 참여농가의 적극적인 협조가 요구된다.

나. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안

첫째, 현재의 브랜드에 걸맞은 제품 생산 및 브랜드 이미지(image) 제고가 필요하다.

둘째, 부가가치를 창출하기 위해서는 일관 생산·유통 체계를 확립해야 한다.

셋째, 거세율을 높이고, 혈통관리를 통한 고급육을 생산해야 한다.

넷째, 조사료 생산기반을 공고히 하여 비용절감에 힘써야 한다.

다섯째, 조직을 원활히 이끌어 나갈 수 있는 지도자의 능력을 고양해야 한다.

제 8 절 참고문헌

1. Aalhus, J.L., Jones, S.D.M, Lutz, S., Best, D.R. and Robertson, W.M. 1994. The efficacy of high and low voltage electrical stimulation under different chilling regimes. *Canadian J. of Animal Sci.*, 74, 433.
2. AOAC. 1980. Official methods of analysis. 13th ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, PO.
3. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
4. Arnold, R. N., K. K. Scheller, S. C. Arp, S. N. Williams and D. M. Schaefer. 1993. Dietary α -tocopherol acetate enhances beef quality in holstein and beef breed steers. *J. Food Sci.* 58:28-33.
5. Arnold, R. N., K. K. Scheller, S. C. Arp, S. N. Williams, D. R. Buege, and D. M. Schaefer. 1992. Effect of long- or short-term feeding of α -tocopherol acetate to holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability. *J. Anim. Sci.* 70:3055-3065.
6. Ayres, J. C. : Temperature erlationships and some other characteristics of the microbial flora developing on refrigerated veef. *Food Research*, 25, 1-18, 1960
7. Bala, K., Marshall, R.T., Stringer, W.C. and Nauman, H.D. : Changes of color aqueous beef extract caused by *Pseudomonas fragi*. *J. Food Prot.* 40. 824-827. 1977
8. Berg, R. T. and R. M. Butterfield. 1968. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. *J. Anim. Sci.* 27:611-619.
9. Buckley, D.J., J.J. Gray, A. Asghar, J.F. Price, R.L. Crackel, A.M. Booren, A.M. Pearson and E.R. Miller. 1989. Effects of dietary antioxidants and oxidized oil on membranal lipid stability and pork product quality. *J. Food Sci.* 54:1193.
10. Cartwright, C.P., J.R. Juroszek, M.J. Beavan, F.M.S. Ruby, S.M.F. de Moris and A.H. Rose. 1986. Ethanol dissipates the proton-motive force across the plasma membrane of *Saccharomyces cerevisiae*. *J. General Microbiol.* 132:369.
11. Cassens, R.G. : Meat preservation. Food & Nutrition Press, Inc., P. 12-19. 1994
12. Choi, Y.I., Cho, H.G. and Kim, I.S. 1998. A study on the physicochemical and

- storage characteristics of domestic chilled porks. *Kor J. Animal Sci.* 40, 59-60.
13. Choi, Y.S. Cho, S.H. Lee, S.K. Rhee, M.S. and Kim, B.C. : Meat color, TBARS and VBN changes of vacuum packaged korean pork loins for export during cold storage. *Korean J. Food Sci. Ani. RESOUR.* 22, 158-163, 2002
 14. Davey, C.L., Gilbert, K.V. and Carse, W.A. 1976. Carcass electrical stimulation to preventing cold shortening toughness in beef. *N.Z.J. Agric. Res.*, 19:13.
 15. Field, R.A. and Chang, Y.O. 1969. Free amino acids in vobine muscle and their relationship to tenderness. *J. Food Sci.*, 34. 329.
 16. Folch, J., Lee, M. and Sloan-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 226:497.
 17. Frank, J.F. and Koffi, R.A.. 1990. Surface-adherent frowth of *Listeria monocytogenes* in associated with increased resistance to srufactant sanitizers and heat. *J. Food Prot.*, 53:550.
 18. Fu, A.H., Molins, R.A. and Serbranek, J.G. 1992. Storage quality characteristics of beef rib eyesteaks packaged in modified atmospheres. *J.Food Sci.*, 27. 283.
 19. Garcia-de-Siles, J. L., L. L. Wilson, J. H. Ziegler and J. L. Watkins. 1982. The effects of slaughter age on growth and carcass traits in an intensively managed crossbred beef herd. *Livestock Production Science.* 9:375-388.
 20. Gill, C. O. : Microbial interaction with meats. in *Meat Microbiology*. Brown, M.H.(ed.). Applied Scinece Publishers Ltd.. London,. 225-264, 1982
 21. Grau, F.H. : Microbial growth on fat and lean surfaces of vacuum-packaged chilled veef. *J. Food Sci.*, 48, 326-328, 336, 1983
 22. Guenther, J.J., Bushman, D.H., Pope, L.S. and Morris, R.D. 1965. Growth and development of the carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. *J. Anim. Sci.* 24:1184.
 23. Hicks, R. B., F. N. Owens, D. R. Gill, J. J. Martin and C. A. Strasia. 1990. Effects of controlled feed intake on performance and carcass characteristics of feedlot steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 68:233-244.
 24. Hironaka, R. and Kozub, G.C. 1973. Compensatory growth of beef cattle restricted at two energy levels for two periods. *Can. J. Anim. Sci.* 53:709.

25. Huffman, D.L., Davis, K.A., Marple, D.N. and McGuire, J.A. : Effect of gas atmospheres on microbial growth, color, and pH of beef. *J. Food Sci.*, 40, 1229-1231, 1975
26. Hur, S.J., Joo, S.T. , Oh, S.H., Kim, Y. J., Kim, Y.H., Lee, I.J. and Park, G.B. : Effects of packaging method and storage condition on meat shelf life and water holding capacity of pork loin. *J. Anim. Sci. & Technol(Kor)*.43, 121-130. 2001
27. Jung, S.J., Kim, D.E., Moon, G.I., Kang, S.J., Kim, K.Y. and Moon, Y.H. 1998. Effects of freezing temperature on quality of vacuum packaging freezed beef. *Korean J. Food & Nutr.*, 11, 409-415.
28. Kelly, R. F., J. P. Fontenot, P. P. Graham, W. S. Wilkinson and C. M. Kincaid. 1968. Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different planes of nutrition. *J. Anim. Sci.* 27:620-627.
29. Kim, I.S., Min, J.S., Lee, S.O., Shin, D.K., Lee, J.I. and Lee, M. : Physicochemical and sensory characteristics of domestic vacuum package pork loins for export during chilled storage. *Kor. J. Animal Sci.* 40, 401-402, 1998
30. Kim, S.M., Lim, S.D., Park, W.M., Kim, Y.S., Kim, Y.B. and Kang. T.S. : A study on the establishment of Shelf-life of imported beef according to packaging method. *Korean J. Anim. Sci.*, 32. 413-421. 1990
31. Kim, Y.B., Kim, Y.S., Rho, J.H., Sung, K.S., Yoon, C.S. and Lee, N.H : A study on the shelf-life of vacuum packaged imported chilled beef. *Korean J. Anim. Sci.*, 38, 411-422, 1996
32. Ko, M.S. and Yang, J.B. 2001. : Effects of wrap and vacuum packaging shelf life of chilled pork. *Korean J. Food & Nutr.*, 14, 255-262.
33. Knoblich, H. V., F. L. Fluharty, and S. C. Loerch. 1997. Effects of programmed gain strategies on performance and carcass characteristics of steers. *J. Anim. Sci.* 75:3094-3102.
34. Laak, R. L. J. M. : Spoilage and preservation of muscle foods. in *Muscle Food*. Kinsman. D.M., Kotula, A. W. and Breidenstein, B.C.(ed.), Chapman & Hall, Inc., N.Y. p.387-380, 1994
35. Lee, K.T. and Lee, K.J. 1998. Quality changes of Vacuum packaged hanwoo

- beef during cold storage. *Korean J. Anim. Sci.*, 40, 651-660.
36. Lepage, G. and Roy, C. C. 1986. Direct transesterification of all classes of lipid in a one-step reaction. *J. Lipid Research*. 27:114.
37. Liu, Q., M. C. Lanari, and D. M. Schaefer. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73:3131-3140.
38. Loerch, S. C. 1990. Effects of feeding growing cattle high-concentrate diets at a restricted intake on feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 68:3086-3095.
39. Mader, T. L., J. M. Dahlquist and L. K. Schmidt. 1991. Roughage sources in beef cattle finishing diets. *J. Anim. Sci.* 69:462-471.
40. Marsh, B.B., Lochner, J.V., Takahashi, G. and Kraggness, D.D. 1981. Effects of early postmortem pH and temperature on beef tenderness. *Meat Sci.*, 5:479.
41. McBee, J. L., Jr., and J. A. Wiles. 1967. Influence of marbling and carcass grade on the physical and chemical characteristics of beef. *J. Anim. Sci.* 26:701-704.
42. Moon, Y.H., Jung, I.C. and Kim, M.S. 1996. Studies on palatability of vacuum, air package and frozen beef tenderloin. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 16, 155-159.
43. Murphy, T. A. and S. C. Loerch. 1994. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. *J. Anim. Sci.* 72:2497-2507.
44. Naruse, H., T. Matsui and T. Fujihara. 1998. Effect of feeding a diet with niacin supplement on meat color in fattening sheep. *Anim. Sci. Technol.(Jpn)* 69:646-652.
45. Lee, S. K., Y. S. Kim, C. Y. Liang and Y. H. Song. 2003. Effects of dietary vitamin E supplementation on color stability, lipid oxidation and reducing ability of Hanwoo(Korean cattle) beef during retail display. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16:1529-1534.
46. Link, B. A., R. W. Bray, R. G. Cassens and R. G. Kauffman. 1970. Fatty acid composition of bovine skeletal muscle lipids during growth. *J. Anim. Sci.*

30:726-731.

47. Loerch, S. C. and F. L. Fluharty. 1998. Effects of programming intake on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 76:371-377.
48. Nottingham, P.M. : Microbiology of carcass meats. in meat microbiology. Brown, M.H.(ed). Applied Science PublishersLTD., London. 46-55, 1982
49. O'Donovan, P.B. 1984. Compensatory gain in cattle and sheep. *Nutr. Abstr. Rev. Ser. B* 54:389.
50. Oka, A., T. Dohgo, S. Ohtagaki and M. Juen. 1999. Effects of roughage levels on growth, beef quality, ruminal contents and serum constituents in Japanese Black steers during the growing period. *Animal Science Journal.* 70:451-459.
51. Plegge, S. D. 1987. Restricting intake of feedlot cattle. In : F. N. Owens(ed.) *Proc. Feed intake by beef cattle Symp. Oklahoma Agric. Exp. Sta., Stillwater, MP-121, 99.* 297-301.
52. Renerre, M. and Labadie, J. : Fresh meat packaging and meat quality. Review paper. Session 8. *Proc. Int. Congr. Meat Sci. Technol.* 361-387. 1993
53. Rose, A.H. 1980. Recent research on industrially important strains of *Saccharomyces cerevisiae*. In: F.A.
54. Ruosch, W. 1981. Quantitative germ count of wood or plastic surfaces. *Schweiz. Arch. Tierheik.* 123: 97.
55. Saing, R. D., F. De Torre, and J. W. Oltjen. 1995. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and refed beef steers. *J. Anim. Sci.* 73:2971-2979.
56. Sanders, S. K., J. B. Morgans, D. M. Wulf, J. D. Tatum, S. N. Willians, and G. C. Smith. 1997. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. *J. Anim. Sci.* 75:2634-2640.
57. SAS. 2000. *SAS User's Guide : Statistics.* SAS Institute Inc. Cary, NC.
58. Savell, J.W. 1985. Industrial applications of electrical stimulation. Chapter 7 in A.Pearson and T.R. Dutson, eds. *Advances in meat research: Electrical stimulation.* Vol. 1. AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT.
59. Seideman, S.C., Carpenter, Z.L., Smith, G.C. and Hoke, K.E. : Effect of degree

- of vacuum and length of storage on the physical characteristics of vacuum packaged beef wholesale cuts. *J. Food Sci.*, 41, 732-737, 1976
60. Sumida, D.M., Vogt, D.W., Cobb, E.H., Iwanaga, I.I. and Reimer, D. 1972. Effect of breed type and feeding regime on fatty acid composition of certain bovine tissues. *J. Anim. Sci.* 35:1058.
61. Suzuki, A., Matsumoto, Y., Sato, T., Nonami, Y. and Saito, M. 1982. Ca²⁺ activated protease in stored muscle. *Meat Sci.* 7:269.
62. Waldman, R. C., G. G. Suess and V. H. Brungaadt. 1968. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability traits. *J. Anim. Sci.* 27:632-635.
63. Westerling, D. B. and H. B. Hedrick. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci.* 48:1343-1348.
64. Williams, P. E. V., Tait, C. A. G., Innes, G. M. 1991. Effects of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows in milk patterns in the rumen of steers. *J. Anim. Sci.* 69:3016.
65. Zarate, J.F. and Zaritzky, N.E. : Production of weep in packaged refrigerated beef. *J. Food Sci.*, 50. 155-159, 191, 1985
66. 岡 章生. 1997. 肥肉牛の肉質に対するビタミンAの影響と'そ'の効果的な給与法. 肥肉牛研究會報, Jpn. 62 : 2-8.
67. 岡 章生. 1999. 肉用牛飼養におけるビタミンA. 栄養生理研究會報, Jpn. 43(2) : 137-144.
68. 高橋 孝雄. 1997. 飼料中ビタミンAと肉質について. 肥肉牛研究會報, Jpn. 62 : 49-51.
69. 谷明紘. 1996. 和牛肉のおいしさの原因. 日本栄養生理研究會報, 40(1): 67
70. 渡辺大作, 河野 詠, 長谷川眞一, 板垣昌志, 阿部 榮, 阿部省吾, 遠藤祥子, 今野幹雄, 濟藤博水. 1999. 黒毛和種肥肉牛における肥育成績と血清 ビタミンA, E, および 総コレステロールの 関連性. 栄養生理研究會報, Jpn. 43(2) : 119-128.
71. 木村 容子. 1997. ビタミンA缺乏と缺乏症状について. 肥肉牛研究會報, Jpn. 62 : 45-48.

72. 甫立京子. 1995. ビタミンAと 肥肉牛の 肉質との 関係, Proceedings of Japanese Society for Animal Nutrition and Metabolism(栄養生理研究會報, Jpn). 39(2) : 157-171.
73. 小堤恭平, 安藤四郎, 池田敏雄, 中井傳康, 千國幸一. 1985. 市場牛肉の格付等級と理化學的 特性について. 日本畜産學會報. 56:1-7.
74. 小堤恭平. 1989. 牛肉の品質評價に関する研究(總說). 日本食品加工學會誌. 36:857-866.
75. 松崎克彦, 平井啓一, 日浦千尋, 中西直人, 相川勝弘, 村元隆行. 2000. 高知産褐毛和種の産育特性. 肥肉牛研究會報, Jpn. 68 : 34-39.
76. 善林明治, 1993. 去勢 および 此佳肥肉牛の 枝肉組織の成長と分布の比較. 日本畜産學會報. 64:260-266.
77. 善林明治. 1994. 牛肉生産の科學. 養賢堂. 東京.
78. 神辺佳弘, 阿久濤和弘, 増山秀人, 西形藤雄, 川田智弘, 福田修, 田中實. 1997. 微量要素か 黒毛和種肥肉牛の 肉質に与える 影響. Bulletin of Beef Cattle Science(肥肉牛研究會報, Jpn). 62 : 20-21.
79. 牛垣 徹, 佐々木義之. 1999. 肥肉終了時 日齡に伴う脂肪交雜の變化ペターソの 種雄牛 關差. 日本畜産學會報. 70:J151-J156.
80. 日本ビタミン學會 編著. 1981. Vitamin Handbook(ビタミン分析法). 化學同人.
81. 鳥居伸一郎, 松本和典, 松井 徹, 矢野秀雄. 1995. ビタミンA, Cおよび Dがヒツヅ由来培養脂肪前驅細胞のグリセロール酸デヒドロゲナーゼ活性に及ぼす影響. 日畜會報. 66(12) : 1039-1042.
82. 강수원, 장선식, 정연후, 신기준, 손용석. 1995. 성장단계별 농후사료 급여수준이 한우 육성비 육우의 사료효율, 산육능력 및 육질에 미치는 영향. 한국영양사료학회지. 19:495.
83. 권오욱. 1992. “한우사육의 안정화에 관한 연구”, 한국축산경영학회지, 8-1, 16-34.
84. 권오욱. 2000. 비모수적 접근에 의한 비육우생산의 효율성 분석, 농업경영·정책연구. 27(1):63~74.
85. 김대곤, 정근기, 성삼경, 최창분, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 38:239-248.
86. 김대곤, 정근기, 성삼경, 최창분, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996. 한우 및 홀스타인

- 거세우의 출하월령에 따른 도체의 이화학적 특성변화. 한국축산학회지. 38:268-274.
87. 김수민, 김대곤, 성삼경. 1997. 전기자극처리가 한우육의 육색 및 지방산화에 미치는 영향. 한국축산학회지. 39:191.
88. 김상국. 2000. 농산물의 브랜드파워 강화 방안, 농협중앙회 연구보고서.
89. 김태균. 비모수적 접근에 의한 양돈생산의 효율성 분석, 농업경제연구. 36(2):91~108.
90. 김태균, 이상영, 권오욱, 박준형, 정근기. 2002. 한우고급육생산에서의 적정출하월령. 농업경영. 정책연구. 제29권 제4호.:627-638.
91. 농림수산부. 1990. 쇠고기 및 돼지고기의 부위별 분할정형 및 표시방법. 농림수산부고시 제90-50호.
92. 백봉현, 신기준, 김용곤, 이근상, 김강식. 1987. 한우 육성비육시 체중별 육생산과 사료효율 및 적정 출하체중에 관한 연구. 농시논문집 (축산. 가위). 29:6.
93. 성삼경, 김대곤, 김수민, 최용규, 이신호. 1996. 지연냉각이 도체등급별 한우육의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국축산학회지., 38: 629
94. 성삼경, 정근기, 최창본, 김대곤, 김성점, 김덕영, 최봉재. 1996. 거세 및 출하월령이 한우와 홀스타인 비육우의 도체구성과 부분육량에 미치는 영향. 한국축산학회지. 38:261-267.
95. 손호진, 송만강. 1996. 호모사료 급여가 반추위내 발효특성 및 전장소화율에 미치는 효과. 한국축산학회지 38:578.
96. 송만강, 홍성구. 1998. 면양에 의한 호모발효 사료의 반추위내 발효 및 소화 특성. 한국영양사료학회지. 22:201-208.
97. 송만강, 김내수, 정정수, 최양일, 원유석, 정재경, 최성호. 2000. 농후사료 급여수준이 거세한우의 증체와 부위별 지방조직의 지방산 조성에 미치는 효과. 한국동물자원과학회지. 42:859-870.
98. 신용광 외. 2001. 비모수적 접근법을 이용한 양돈단지경영의 효율성 분석, 농업경영·정책연구. 28(1):62~76.
99. 신현암. 2000. 브랜드가 모든 것을 결정한다. 삼성경제연구소
100. 이상철, 강태홍, 한인규. 1991. 한우 수소 증체시 에너지 및 단백질 축적효율에 관한 연구. 한국영양사료학회지. 15:121.
101. 안광호 외. 2000. 전략적 브랜드 관리-이론과 응용. 학현사

102. 연규영 외. 1999. DEA모형을 이용한 낙농농가 경영분석. 한국축산경영학회지. 15(1):49~64.
103. 에릭 조아킴스탈러 외. 2000. 브랜드경영. 21세기북스
104. 이상영. 2001. 브랜드육 소비촉진과 홍보전략. 농업경영·정책연구. 28(1).
105. 이상영 외. 2001. 쇠고기의 품질차별화 전략을 위한 속성가격분석. 농업경영·정책연구. 28(1).
106. 이병오 외. 1997. 농산물 신물류 혁명. 농민신문사.
107. 이병오. 1998. 축산물 브랜드화의 현황과 정책과제. 농정연구포럼
108. 이병오 외. 1999. 한우 성공적인 경영기법. 농민신문사
109. 이병오 외. 1999. 농산물의 지역브랜드화 및 마케팅전략 개발. 농업정책연구. 26(1).
110. 전창곤. 1995. 유통시장 개방과 농산물유통에 대한 영향, 식품유통연구.
111. 정근기, 김대곤, 성삼경, 최창분, 김성겸, 김덕영, 최봉재, 운영탁. 1996. 거세가한 우 및 홀스타인 비육우의 도체등급에 미치는 영향. 한국축산학회지. 38:249-260.
112. 정찬길. 1997. 돈육 수출입국간의 생산·품질·가공·유통 및 지원시책 비교조사에 의한 대응 방안연구, 농촌진흥청.
113. 최규섭, 김태균, 권용덕. 1994. 한우고기와 수입쇠고기 유통체계상의 문제점 및 개선방안, 한국축산경영학회지. 10(1):43.
114. 문기한. 1994. “한우산업의 발전방향”, 농정연구포럼, 10:5-36.
115. 유철호, 1995. 한우산업의 경쟁력 제고 방안, 서울, 한국농촌경제연구원.
116. 한성일. 2000. 기능성축산물의 생산과제와 전망. 식품유통연구. 17(1).
117. 한성일. 2000. 한우고기 잠재수요 개발을 위한 조사연구. 식품유통연구. 17(2).
118. 한성일. 2000. 수입자유화가 한우산업에 미치는 영향. 수입자유화에 대응한 한우 정책 및 영향, 농협 축산교육원 심포지움 자료집
119. 홍성구. 1996. 한우의 육질개선을 위한 비육기술 개발에 관한 연구. 충북대학교 박사학위 논문집.

요 약 문

I. 제 목

고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

한우 쇠고기의 고급화는 수입자유화 시대에 한우가 살아남을 수 있는 유일한 수단으로 이미 널리 인식돼온 것이 사실이다.

이러한 목적을 달성하기 위해서는 무엇보다 먼저 한우사육농가로 하여금 고급육을 생산할 수 있도록 하는 비육기술 개발이 선행되어야 한다. 한우의 고급육 생산은 거세가 필수조건이며, 비육기간 비육단계별로 산육 및 육질형질의 발육특성에 맞게 사료를 급여하는 기술이 필요하다. 이와 같은 비육기술은 비육기간 농후사료와 조사료를 효과적으로 급여하여 바라는 증체와 육질의 쇠고기를 얻어야 하는 것이므로, 각 비육단계별로 급여하는 농후사료와 조사료의 영양적 특성에 맞게 사양프로그램이 개발되거나 확립되지 않으면 안 된다.

육질 개선은 주로 소비자가 느끼는 맛과 육색 그리고 신선도 등에서, 그리고 생산원가의 절감을 위한 방안은 사료비의 절감과 경영효율의 극대화에 그 중점을 두고 있다. 뿐만 아니라 저렴한 수입 쇠고기의 무제한적인 국내 시장의 공략에 맞서 한우 산업을 지속시키고 육성하기 위해서는 한우고기의 고급화를 통한 쇠고기 시장의 일정 비율 확보가 필수적이다. 한편으로는 고급육을 생산하여 수출을 통한 실질 소득의 증대를 꾀해야 한다. 아직 한번도 시도해보지 않았던 일이지만 가까운 일본의 쇠고기 시장을 공략해볼 만큼 국내의 여건이 성숙되어왔다. 질과 값에서 우리의 한우고기가 유리하다면 이제는 수출을 위해 수입국의 소비자가 원하는 최고급의 한우고기 생산을 최우선적인 목표로 설정할 필요가 있는 것이다.

다음으로 고려해야 할 사항은 고급육의 품질유지와 개선이다. 이는 한우가 도축 단계에서부터 신선육의 처리와 유통단계에 이르기까지 취급, 처리기술 등 품질유지 기술이 확립되지 않아 장기간에 걸쳐 고비용으로 사육된 한우가 고품질을 유지하지

못하고 저급육으로 전락되기 때문이다.

지금까지 한우의 고급육 생산을 위한 비육기술 분야는 기술적 측면에서의 연구가 상당히 강조되어 진척되어 왔다. 그러나 경제성 분석의 철저한 검증 없이는 고급육 생산 농가에 실제 도움을 주거나 현장에서 적용되기가 어렵다. 그러므로 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위해서는 개발한 비육기술의 경제성 분석과 출하월령에 따른 손익분기점 분석 및 부산물 사료 급여에 따른 수익성 분석을 통하여 고급육 생산 농가의 경영합리화에 기여 할 수 있는 방안을 제시하고, 아울러 브랜드육으로 정착하려는 고급육 생산단지의 경영실태를 조사함으로써 문제점을 검토하여 개선방안을 제시 하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 사육단계별 증체율 조절이 거세 한우 육질에 미치는 효과

고급육의 생산 효율을 높이기 위한 거세한우의 사양프로그램을 확립하기 위하여 개시월령을 세가지 월령(7, 8, 및 9), 출하월령을 세가지 월령(24, 26, 및 28), 증체량 조절을 위한 농후사료 급여수준을 두 수준(저와 고)으로 하고, 한우 거세우 180두를 공시하여 3×3×2 요인 실험을 실시하였다. 농후사료는 육성기, 비육전기 및 비육후기의 세단계로 구분하여 급여수준에 의한 사양프로그램에 따라 급여하였고, 벗짚은 전 기간 자유채식 시켰다.

2. 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선

한우거세우의 고품질육 생산을 목적으로 사료내 비타민 E와 niacin 첨가가 비육능력과 도체 특성에 미치는 효과를 구명하고, 아울러 소매진열중 쇠고기 색소의 변색 억제 및 지질의 산화방지에 미치는 효과를 검토하고자 하였다. 비타민 E 급여량은 1일 1500IU로 하고 급여기간은 120일로 하였으며, niacin의 첨가량은 체중 kg당 50mg으로 계산하여 0.33%를 배합사료에 첨가하여 한우거세비육우의 사양프로그램 개발을 위해 사육중인 21개월령 된 비육우 24두를 대조구와 시험구로 하여 각각 12두씩 배치하고 168일간 실시하였다.

3. 한우 고급육의 품질유지 및 육질개선

고급육의 품질 유지와 개선을 위한 처리 방법을 모색하고자 위생실태와 오염감소 효과를 검토하였으며, 도살후 도체의 냉각시간에 따라 육 품질의 변화와 숙성방법 및 등급에 따른 저장 중 품질 변화를 측정하였다.

4. 한우 지방축적 조절을 위한 기술 개발

사료 중 비타민 A 농도 조절을 통한 고급육 생산 기술 개발을 위한 기초실험의 일환으로, 비타민 A가 거세 한우의 육질에 미치는 영향을 구명하고자 실시되었다. 본 연구에서는 (사)한국중축개량협회에서 주관하는 제 4회 전국한우능력평가대회(1999)에 출품된 거세한우 210두와 기획과제 공시한우 118두에 대하여 혈청 및 간장내 비타민 A 농도를 분석하고, 비타민 A 농도와 육질 및 육량 판정 항목들간 상관관계를 조사하였다.

5. 한우 생산농가 및 생산단지의 경영합리화

고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안으로 고급육 생산농가의 경영실태, 출하월령 및 부산물 사료급여에 따른 경제성 및 고급육 생산농가와 생산단지의 경영실태를 분석하여 경영합리화 방안과 경쟁력 제고 방안을 제시할 것이다. 또한, 고급육의 유통, 차별화 및 정책지원 방안으로는 고급육 생산 및 유통 차별화의 문제점과 냉장 및 브랜드고기 유통상의 문제점 분석하고, 이에 대한 고급육의 효율적인 유통을 위한 정책지원방안과 고급육의 브랜드화 정착방안 제시할 것이다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 사육단계별 증체율 조절이 거세 한우 육질에 미치는 효과

가. 육성기 일당증체량은 급여수준과 출하월령이 높은 그룹에서 증가하였으나, 개시월령이 높을수록 감소한 것으로 나타났다. 사료 요구율은 출하월령과 급여수준에 의한 차이는 나타나지 않았으나, 개시월령이 높을수록 나빠졌다.

나. 비육전기의 일당증체량 및 사료요구율은 출하월령, 급여수준 및 개시월령에 의한 차이가 뚜렷하지 않았다.

다. 비육후기 일당증체량은 특히 출하월령이 28개월령에서 크게 낮았으며, 사료요구

율도 28개월령일 때 현저하게 나쁜 것으로 나타났다.

- 라. 전 비육기간 일당증체량은 출하월령과 급여수준에 의한 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았지만, 개시월령이 높은 9개월령 그룹에서 유의하게 감소하였다. 그러나 종료체중은 출하월령의 증가와 함께 크게 증가하였다. 사료요구율은 특히, 출하월령이 28개월령인 그룹과 개시월령이 높은 9개월령에서 나쁜 것으로 나타났다.
- 마. 도체특성에서는 출하월령의 영향이 가장 큰 것으로 나타났으며, 냉도체중은 출하월령의 증가와 함께 크게 증가하였다. 육량형질의 경우에는 등지방두께가 출하월령이 28개월령에서 두드러지게 증가하였고, 등심면적은 넓어졌다. 따라서 육량지수도 28개월령에서 크게 낮아져 육량등급이 나빠지는 것으로 나타났다. 육질형질의 경우, 근내지방도는 출하월령의 증가와 함께 현저한 증가를 보였으며, 특히 28개월령에서 보다 높은 증가를 보여 매우 좋은 육질등급을 받은 것으로 나타났다.
- 바. 도체구성의 경우 출하월령이 증가함에 따라 거래정육율과 근육비율은 현저하게 감소되는데 반하여, 지방비율은 크게 증가하였고, 부분육 생산 비율에 있어서도 양지를 제외한 다른 부분육 생산 비율은 출하월령의 증가와 함께 감소하였다.
- 사. 도체의 이화학적 특성의 경우는 출하월령에 의한 영향보다 육질등급에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 육질등급이 좋을수록 도체의 수분함량은 크게 감소한데 반하여 조지방 함량은 현저하게 증가하였고, 육색의 밝기를 나타내는 L값은 가장 좋은 등급인 1+ 등급에서 가장 높은 것으로 나타났다.
- 아. 도체의 지방산 조성은 육질등급에 의한 영향보다 출하월령에 의한 영향이 더 뚜렷하였다. 출하월령의 증가와 함께 포화지방산은 감소한데 반하여 불포화지방산, 불포화지방산/포화지방산 비율 및 단가 불포화지방산은 현저하게 증가하였다. 특히 C18:1지방산은 출하월령에 의한 차이는 없었으나, 육질등급이 좋을수록 현저하게 높게 나타났다.
- 자. 이러한 결과로 볼 때 출하월령의 증가는 비육능력과 도체형질의 일부, 도체구성 및 부분육 생산비율 등에 불리하게 작용하지만, 출하체중과 도체중의 증가를 비롯하여 고급육 특성과 관련되는 형질의 발현에는 유리하게 작용하였다. 따라서 한우의 고급육 생산이라는 측면에서 한우거세우의 출하월령은 28개월령으로 연장하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

또한, 본 연구결과에 나타난 자료는 고급육 생산을 위한 사료급여프로그램을 작성하는데 이용하였다.

2. 한우 고급육 생산을 위한 육색 개선

가. Tocopherol 첨가 실험

비타민 E 급여는 한우거세우의 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 영향을 미치지 않았으며, 도체 육량등급 판정에 관련된 항목인 냉도체중, 등지방두께, 등심단면적 등에도 영향을 미치지 않았다. 또한, 도체 육질등급 판정에 관련된 항목인 근내지방도, 지방의 색깔, 조직감, 성숙도 등에도 비타민 E 급여가 영향을 미치지 않았으나, 육색 판정결과에서는 비타민 E 급여에 의해 밝은 적색을 나타내었다.

시험우 등심쇠고기의 이화학적 특성인 수분, 조지방, 연도, 보수력등에서도 비타민 E 급여에 따른 차이는 인정되지 않았다.

사료내 α -tocopherol 함량은 각 시험구간에 유의한 차이가 있었으며, 시험우의 혈장 및 근육내 이들의 농도는 비타민 E 급여에 의해 유의하게 증가하였다.

비타민 E를 급여한 시험우의 등심부위 쇠고기를 냉장 진열하였을 경우, 육색의 명도(L값)는 높게 유지되었으며, 적색도(a값)와 황색도(b값)도 비타민 E 급여에 의해 높은 값을 나타내었으며, 이들의 값은 냉장진열 1일째에서 3일째 사이에 가장 높은 값을 나타내었다. 채도에서는 비타민 E 급여구가 대조구에 비하여 높았으며, 색상은 비타민 E를 120일간 급여한 경우 진열초기 대조구에 비하여 높은 경향을 나타내었다. 비타민 E 급여에 따른 등심 쇠고기의 냉장 진열중 육색 변화를 전문가로 하여금 육안으로 측정하도록 하였을 경우 대조구에 비하여 밝은 적색을 나타내었다.

한우쇠고기의 냉장 진열중 육즙손실 정도는 비타민 E 급여군이 대조구에 비하여 적었으며, 지방 산패 정도를 나타내는 TBA 값에서는 대조군에 비하여 비타민 E 급여군이 낮았고, 냉장 진열중 미생물수의 변화는 대조군과 시험군간에 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때 비타민 E 급여는 비육우의 능력 및 도체특성과 이화학적 특성에 미치는 영향은 없으나 육색을 개선하고 지질 산화와 육즙손실을 억제하는데 현저한 효과가 있는 것으로 나타났다.

나. Niacin 첨가실험

Niacin의 급여는 한우 거세우의 비육능력에 미치는 효과가 거의 없는 것으로 판단되며, 도체특성에 있어서 육량 형질을 결정하는 육량지수는 대조구와 시험구 사이에 차이를 나타내지 않았다. 육질 등급을 결정하는 근내지방도를 비롯한 육색, 지방색, 조직감 및 성숙도에서도 대조구와 시험구간 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 또한 시험우의 등심쇠고기의 이화학적 특성에도 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

Niacin를 급여한 시험우의 배최장근과 대퇴이두근을 냉장진열 하였을 경우, 육색의 명도는 배최장근에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 대퇴이두근의 경우, 진열 후 1, 3 및 5일째 유의하게 밝은 것으로 나타났다. 적색도(a값)의 경우 배최장근은 1, 3 및 5일째, 대퇴이두근은 진열개시일과 진열 후 전 기간에서 높은 경향을 보였으며, 황색도(b값)의 경우는 Niacin의 급여로 인한 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 이상의 육색변화로 볼 때 Niacin의 급여가 육색에 미치는 효과는 적색도(a값)이고, 배최장근보다는 대퇴이두근의 적색도에 미치는 효과가 더욱 뚜렷한 것으로 판단되었다. 그러나 더욱 확실한 효과를 구명하기 위한 추가시험이 필요한 것으로 생각된다.

Niacin 급여로 인한 지방산패도(TBA치)의 변화는 대퇴이두근에서 전진열기간에 서 시험구가 낮은 TBA치를 보였다 특히 5일째와 7일째에서는 뚜렷한 감소를 나타내었다. 이는 배최장근보다 대퇴이두근에서 Niacin의 항산화 효과가 더욱 뚜렷함을 보인 것으로 판단되었다. 그러나 이 부분도 보다 확실한 효과를 구명하기 위한 추가시험을 필요로 한다.

한우쇠고기의 냉장 진열 중 육즙손실 정도는 대퇴이두근에서 Niacin 급여군이 대조구에 비해서 낮은 육즙손실율을 나타내었다. 따라서 육즙손실율에서도 Niacin의 급여가 육즙손실율에 미치는 효과는 대퇴이두근에서 더욱 현저한 것으로 보였다.

이상의 결과로 볼 때 Niacin의 급여는 비육능력, 도체특성 및 이화학적 특성에 미치는 영향은 없었으나, 육색을 개선하고 지질산화와 육즙손실을 억제하는데 효과가 있는 것으로 나타났으며, 보다 확실한 영향을 구명하기 위해서는 추가시험을 필요로 한다.

3. 한우 고급육의 품질유지 및 육질개선

가. 한우육 처리 과정의 위생실태 계절별로 조사한 결과, 여름이 오염도가 가장 높게 나타났으며, 봄, 겨울이 오염정도가 상대적으로 낮게 나타났다. 도체와 사용기기 표면에 70% Ethanol 처리한 결과, 무처리구에 비해 뚜렷한 감소현상을 나타내었다.

나. $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 냉각시간을 달리한 도체의 육량등급과 육질등급을 비교한 결과, 육량등급은 48시간 동안 냉각시킨 도체가 24시간 냉각도체에 비해 다소 높게 나타났다. 근내지방도는 48시간 냉각한 도체가 24시간 냉각한 도체보다 유의적으로 향상되었다. 냉각시간에 따른 육질등급은 48시간 냉각시킨 도체가 24시간 냉각시킨 도체보다 낮게 나타나, 48시간 냉각시킨 도체의 육질 등급이 약 8.9% 향상되는 것으로 나타내었다.

다. 도체의 예비 숙성시간 및 온도에 따른 이화학적 특성의 변화를 살펴본 결과, 근

- 원섬유 소편화 지수는 35℃와 16℃에서 예비 숙성된 경우 높은 수치를 나타내었으며, 5℃의 경우 증가가 미미하였다. 가열감량은 저장기간에 따라 예비 숙성 온도에 관계없이 증가하였다. 저장기간 중 L, a, b값은 증가하는 경향이었으며, 적색도의 경우 예비 숙성 온도 35℃, 16℃, 5℃ 순으로 높게 나타났다.
- 라. 육 표면에 70% ethanol을 분무한 후 진공 및 일반포장하여 각각을 저장하면서 품질 변화를 측정하였다. 일반포장한 경우 70% ethanol 처리구는 무처리구에 비해 총균수는 저장 15일 까지 뚜렷한 차이를 나타내었다. Coliform bacteria의 경우 저장 15일째 2-2.5 log cycle 정도 감소하였고, psychrotrophs의 경우 2 log cycle 정도의 뚜렷한 감소를 나타내었다. 근원섬유 소편화 지수는 저장기간동안 증가하는 경향이었으며, ethanol 처리구가 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었으며, 가열감량은 낮은 값을 나타내었다. 저장기간동안 L, a, b값은 전반적으로 감소하는 경향이었으며, a값(적색도)은 저장기간이 경과함에 따라 대조구에 비하여 70% ethanol 처리구가 높은 수치를 나타내었다. 진공포장을 한 경우 일반포장에 비해 ethanol 처리효과는 뚜렷하게 나타내지 않았다.
- 마. 한우 안심부위를 채취하여 육포장용 거즈로 포장한 후 2℃에서 숙성시키면서 육의 품질변화를 측정한 결과 저장 70일 동안 대조구는 표면건조 현상이 발생한 반면 거즈 포장구는 slime형성이 관찰되었다. 저장기간동안 pH, 근원섬유 소편화 지수와 적색도(a)는 거즈 포장구가 대조구에 비해 높은 수치를 나타내었다.
- 바. 1등급과 3등급의 우육안심을 랩포장한 후 1℃에서 저장하면서 이화학적, 미생물학적 품질변화를 측정하였다. 조지방의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 지방함유율을 나타내었고, 수분함량의 경우 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 낮게 나타났다. 총균수와 psychrotrophs는 저장 21일째 약 10⁶CFU/cm²을 나타내었다. 휘발성 염기태 질소 함량(VBN)은 저장기간동안 1등급 우육에 비해 3등급 우육이 높게 나타났다. 드립 발생량은 저장 14일째 1등급, 3등급 우육 각각 3.19%와 6.06%으로 3등급 우육의 드립량이 현저히 높게 나타났다. 가열 감량의 경우 저장 7일째까지는 다소 증가하였으나 7일 이후부터는 점차 감소하는 경향을 나타내었다. L값, a값, b값 모두 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었다. a 값의 경우 저장 초기에는 1등급 우육이 3등급 우육에 비해 높은 값을 나타내었다.

5. 한우 지방축적 조절을 위한 기술 개발

비육전기 거세한우의 혈중 비타민 A 농도는 평균 212.0 ± 32.7 IU/dl 이었으며, 비육말기 거세한우의 혈중 비타민 A 농도는 117.56 ± 43.15 IU/dl를 나타내었으며, 비육말기 거세한우의 간장내 비타민 A 농도는 평균 143.62 ± 110 IU/g로서 개체별, 지역별, 농가별로 큰 변이를 나타내었다. 또한, 거세한우의 혈청내 비타민 A 농도는 근내 지방도($r=-0.24$, $P<0.01$), 등심내 조지방함량($r=-0.21$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=-0.20$, $P<0.01$)과 유의한 부(負)의 상관관계를 나타내었으며, 간장내 비타민 A plamitate는 등심내 조지방함량($r=-0.18$, $P<0.01$) 및 육질등급($r=-0.16$, $P<0.05$)과 유의한 부(負)의 상관관계를 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 거세한우의 혈청 및 간장내 비타민 A 농도와 근내 지방도 및 육질등급간에는 유의한 부(負)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과들은 한우 고급육 생산시 사료내 비타민 A 함량을 조절함으로써 근내지방도를 향상시킬 수 있다는 가능성을 시사한다. 그러나 한우 고급육 생산을 위한 거세한우의 사료내 비타민 A의 함량과 급여량 및 급여시기 등에 대한 보다 구체적인 연구가 계속해서 수행되어야 할 것으로 생각된다.

6. 한우 생산농가 및 생산단지의 경영합리화

가. 고급육 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안

고품질 한우고기의 양산체계 확립을 위한 경영합리화 방안은 다음과 같이 제시될 수 있다.

첫째, 경영의 효율성을 제고하기 위하여 사육규모를 늘릴 필요가 있다. 사육두수가 큰 농가가 작은 농가에 비해 상대적으로 규모의 경제 이득을 누릴 수 있으며 효율적인 경영이 가능하므로 사육규모가 작은 농가는 사육두수를 늘려가는 것이 바람직하다.

둘째, 거세율 고양(高揚) 및 자체 사양 프로그램의 개발이 필요하다. 주지하는 바와 같이 한우 고급육 생산에서 거세의 필요성은 생산기술 측면의 여러 연구에서 강조되고 있다. 또한 사양의 효과가 개체별로 매우 다르게 나타나므로 외부 기관의 사양 프로그램에 의존하기보다는 자체 사양 프로그램을 개발하여 각 개체별로 적용하는 것이 필요하다.

셋째, 경영효율성 증대를 위한 유통측면의 과제로는 계통출하 확대를 들 수 있다.

계통출하를 늘려가기 위해서는 한우 고급육 생산단지의 조성과 더불어 참여농가의 적극적인 협조가 요구된다.

나. 고급육 생산단지의 경쟁력 제고 방안

첫째, 현재의 브랜드에 걸맞은 제품 생산 및 브랜드 이미지(image) 제고가 필요하다.

둘째, 부가가치를 창출하기 위해서는 일관 생산·유통 체계를 확립해야 한다.

셋째, 거세율을 높이고, 혈통관리를 통한 고급육을 생산해야 한다.

넷째, 조사료 생산기반을 공고히 하여 비용절감에 힘써야 한다.

다섯째, 조직을 원활히 이끌어 나갈 수 있는 지도자의 능력을 고양해야 한다.

SUMMARY

I. Title of the project

Development of feeding programs for production of high-quality beef from Hanwoo steers

II. Purposes and importance of study

It is well-known that the only way for Hanwoo to survive in open market era is to produce "high-quality beef". And development of feeding programs to produce high-quality beef for farmers is essential to achieve this objective. To produce high-quality beef in Hanwoo, it is necessary to castrate Hanwoo bulls and to feed Hanwoo steers according to their performance characteristics depending on physiological stages. Fundamental goal of development of feeding programs is to produce high-quality beef with adequate performances, and then it is necessary to adjust nutritional characteristics of concentrates and roughages.

Flavors, meat color and freshness are emphasized to improve beef quality. And reduction in feeding cost is emphasized to maximize effective management. And it is essential to secure Hanwoo beef ratio at some point by improving its quality to compete with imported beef and to maintain Hanwoo industry. Hanwoo beef industry improved its compatibility to knock Japanese beef market although it has never been tried to export. And thus, one of top priority for Hanwoo industry is that to produce the most high quality beef to export to other countries where Hanwoo beef might has some compatability in both quality and price.

The next thing to be considered is to improve and to maintain high-quality beef. High-quality Hanwoo beef produced with high cost and long-term turns to be low-quality beef because of lack of technologies in handling fresh meat and in maintaining high-quality beef from slaughtering until consuming stage.

Until recently, technical aspects for the development of feeding programs to produce high-quality beef in Hanwoo have been emphasized. Without complete business analysis, however, it is difficult to apply feeding programs to fields with practical income benefits to farmers. Thus, the current studies were conducted to suggest new and improved feeding programs to produce high-quality beef in Hanwoo by providing data for business analysis, break-even-point depending on market ages, and profit analysis of feeding agriculture by-products. Furthermore, this study suggests the methods to optimize and to improve farm management and then to make their own brand by surveying current management status of high-quality Hanwoo beef production complex.

III. Contents and Results

1. The effect of manipulating growth rate in growing and fattening stage on carcass quality.

This study was undertaken to investigate the effect of starting age (7, 8 and 9 months), slaughter age (24, 26 and 28 months) and the level of concentrate allowance (low and high) on growth performance and carcass characteristics and to develop feeding programs for production of high-quality beef from Hanwoo steers. A total of 180 Hanwoo steers were randomly assigned to 18 groups (3 X 3 X 2 factorial design) and fed the concentrates and rice straw according to a set of feeding regimes that were divided into three periods (growing, fattening I and fattening II) . The results obtained are summarized as follows:

- A. Average daily gain (ADG) during growing period was higher at the high level of concentrate allowance and increased with increasing slaughter age, but decreased with increasing starting age. Feed conversion ratio (FCR) was not affected by the level of concentrate allowance or slaughter age, but worsened as starting age was increased.

- B. ADG and FCR during fattening period I appeared to be not affected by any of the factors above.
- C. In fattening period II, ADG and FCR were significantly lower in the 28-month slaughter group.
- D. During the whole period, the level of concentrate allowance and slaughter age did not influence ADG, but the starting age had a significant effect with the 9-month starting group being the lowest. The final live weight increased with increasing slaughter age as expected. FCR was particularly higher in the 28-month slaughter group and the 9-month starting group than the other groups.
- E. Carcass characteristics were influenced most by slaughter age. In particular, cold carcass weight increased markedly with increasing slaughter age. The steers slaughtered at 28 months of age had significantly thicker back fat and greater longissimus dorsi cross-section. The marbling score was closely related to slaughter age, hence resulting in a higher meat quality grade when slaughtered at 28 months of age.
- F. In composition of the carcass, the increased slaughter age resulted in decreased percentages of lean meat and muscle, and an increased percentage of fat. In addition, delaying the slaughter decreased the yield (%) of parts of the carcass except of brisket and flank.
- G. The physico-chemical properties of a carcass were dependent more on meat quality grade than on slaughter age. The meat quality grade (the smaller numerically, the better) was correlated positively with water content and negatively with fat content in the carcass. Lightness value (L) of the meat appeared to be higher in carcasses of the best grade (1+).
- H. The fatty acid composition of the carcass was much more dependent on slaughter age than on meat quality grade. Increased slaughter age resulted in significant increases in the level of polyunsaturated fatty acids, the ratio of polyunsaturated to saturated fatty acids and the level of monopolyunsaturated fatty acids in the carcass. Especially, the proportion of C18:1 was significantly higher in carcasses of higher grades irrespective of slaughter age.

- I. Overall, it was concluded that slaughtering the steers at 28 months of age resulted in increases in live weight at slaughter and carcass weight, and improvement in carcass quality traits associated with high-quality beef. Therefore, extension of slaughter age to 28 months for Hanwoo steers would be beneficial to the producers of high-quality beef. The results obtained in this study have been applied to a new feeding program for production of high-quality Hanwoo beef.

2. Studies on improvement of meat color for production of high-quality Hanwoo beef.

[Trial 1: Dietary supplementation of vitamin E to improve meat color in Hanwoo steers]

For production of high-quality beef from Hanwoo steers, this study was conducted to evaluate the effects of dietary vitamin E supplementation on growth performance, carcass characteristics and meat quality measurements including changes in meat color and oxidation of the lipid during display in the supermarket. The Hanwoo steers were fed either a diet supplemented with 1,500 IU/day of vitamin E (treatment) or a diet with no vitamin E supplementation (control) for 120 days. The results are as follows:

The dietary supplementation of vitamin E did not affect average daily gain, feed intake and feed conversion ratio (FCR), and carcass quantity grade factors like cold carcass weight, back fat thickness and longissimus dorsi area. Also, the vitamin E supplementation did not alter carcass quality factors like marbling score, fat color, and firmness and maturity of the meat; the only exception was lightness of the meat that was significantly increased. The physico-chemical properties of the meat including moisture and crude fat content, and firmness and water holding capacity of the meat were neither influenced by dietary supplementation of vitamin E. There was a significant increase of vitamin E in the trial diet, plasma and muscle in the treatment group. The carcasses of the treatment group showed higher values of lightness (L), redness (a) and yellowness (b) compared with

those of the control group when the loin was displayed in the supermarket. These values peaked between day 1 to day 3 of the display. The chroma value of the displayed loin was higher and the hue value tended to be higher in the treatment group than in the control group. The loin of the treatment group was judged to be redder in appearance during display by a visual panel test. The vitamin E supplementation reduced the drip loss of the meat and TBA during the supermarket display, but there was no difference in microbial counts of the meat between the two groups.

In conclusion, the dietary supplementation of vitamin E improved stability of the meat color, delayed lipid oxidation and reduced drip loss without affecting the growth performance and the characteristics and physicochemical properties of the carcass.

[Trial 2: Dietary supplementation of niacin for improvement of meat color in Hanwoo steers]

This study was conducted to investigate the effects of dietary niacin supplementation on growth performance, carcass characteristics and meat quality including changes in meat color and oxidation of the lipid during display in the supermarket for production of high-quality beef from Hanwoo steers. A total of twenty-four, 21-month old Hanwoo steers were allotted to two groups (treatment and control) and fed either a diet supplemented with niacin or a diet with no supplementation for 168 days. Niacin was added to the basal diet at the level of 0.33% (50mg/kg body weight).

Dietary supplementation of niacin did not affect growth performance and carcass quantity characters. Also, there were no differences in carcass quality factors like marbling score, fat color, and firmness and maturity of the meat and in physicochemical properties of the meat between the two groups. When the carcasses from the two groups were displayed in the supermarket, compared with the control group, the treatment group showed a significantly higher lightness value (L) in the thigh biceps of the carcass on days 1, 3 and 5 of display, but no significant differences in the loin; the loin showed higher values of redness(a) on days 1, 3 and 5 of display; and the thigh biceps tended to show higher values of

redness throughout the entire display period. There was no difference in yellowness value (b) between the groups. These observations suggest that the dietary supplementation of niacin had a more marked impact on meat redness in the thigh biceps than in the loin.

The niacin supplementation resulted in a significantly lower TBA value in the thigh biceps during the display, especially on days 5 and 7. This indicates that the antioxidant effect of niacin was more apparent in the thigh biceps than in the loin. The supplementation also resulted in a significantly lower drip loss in the thigh biceps, but not in the loin.

It was concluded that the supplementary niacin in the treatment group improved stability of the meat color, delayed lipid oxidation and reduced drip loss without affecting the growth performance and the characteristics and physicochemical properties of the carcass. However, further studies would be needed to determine the effect of niacin on meat quality during display under various other circumstances.

3. Studies on improvement and maintenance of beef quality in Hanwoo.

The hygienic quality of meat during cut meat processing, effect of alcohol on reducing contamination, effect of cooling time of carcass on meat quality and effect of meat grade and temperature on quality changes of meat during storage were investigated to maintain and improve high quality of Hanwoo beef. The results were summarized as follows.

- A. The degree of microbiological contamination during cut meat processing showed the highest in summer season during a year. The contamination of carcass surface and working environments was reduced by treatment of 70% ethanol.
- B. Yield grade of carcass chilled for 48 hrs showed higher than that of chilled for 24hr at $2\pm 1^{\circ}\text{C}$. Marbling number of carcass cooled for 48 hrs improved significantly compared with carcass chilled for 24 hrs at $2\pm 1^{\circ}\text{C}$. Quality grade

of carcass chilled for 48 hrs showed lower than that of chilled for 24 hrs $2 \pm 1^\circ\text{C}$. Quality grade of carcass chilled for 48 hrs improved about 8.9%.

- C. Effect of pre-aging temperature and time on physico-chemical characteristic changes of carcass during storage at $2 \pm 1^\circ\text{C}$ was investigated. Myofibrillar fragmentation index of meat showed high level after pre-aging at 35°C and 16°C compared with at 5°C during storage at $2 \pm 1^\circ\text{C}$. Cooking loss increased during storage regardless pre-aging temperature. L, a and b value of meat increased during storage, especially a value showed higher gradually as increase the pre-aging temperature from 5°C to 35°C .
- D. The quality changes of vacuum and wrap packaged meat during storage at $2 \pm 1^\circ\text{C}$ after sprayed with 70% ethanol were investigated. Total bacterial count of ethanol treated meat showed significantly lower than that of control during wrap packaged storage for 15 days. Number of coliform bacteria and psychrotrophic bacteria of wrap packaged meat were reduced 2 - 2.5 log and 2 log by treatment of ethanol during storage for 15 days at $2 \pm 1^\circ\text{C}$, respectively. Myofibrillar fragmentation index increased during storage and ethanol treated meat showed higher value than that of control. Cooking loss value decreased compared with control. Redness(a) value of 70% ethanol treated meat showed higher than that of control. Effect of ethanol treatment in Vacuum packaged meat did not show significantly compared with in wrap packaged meat during storage at $2 \pm 1^\circ\text{C}$.
- E. Quality changes of gauze packaged meat and control during storage at 2°C for 90 days were investigated. Surface of control meat changed dry and hard during storage for 90 days. The surface of gauze packaged meat was covered with slime during storage for 90 days at $2 \pm 1^\circ\text{C}$. But pH, myofibrillar fragmentation index(MFI) and redness(a) of gauze packaged meat was higher than that of control during storage $2 \pm 1^\circ\text{C}$.
- F. Crude fat contents of first grade meat was higher than that of third grade meat. But water contents of first grade meat was lower than that of third grade meat. Number of psychrotrophs and total bacteria of wrap packaged meat showed $106\text{CFU}/\text{cm}^2$ for 21 days at 1°C . Volatile basic nitrogen(VBN)

value of first grade meats were lower than that of third grade meat during storage for 28 days 1°C. Drip loss percent of first and third grade meat showed 31.9% and 6.06% during storage for 14days at 1°C, respectively. Cooking loss of first and third grade meat increased until 7 days storage, after then decreased rapidly. L, a and b value decreased gradually during storage regardless meat grade. Redness(a) value of first grade meat was higher than that of third grade meat at early stage storage at 1°C.

4. Development of technologies to regulate body fat accumulation in Hanwoo.

The current study was conducted to determine the relationships of vitamin A on meat quality of Hanwoo as a basic study to manipulate vitamin A contents in feeds to produce high quality beef. Concentrations of vitamin A in serum and liver of Hanwoo steers (n=328) were analyzed and correlation coefficients with carcass properties were evaluated. Mean vitamin A concentration in the serum of Hanwoo steers in the early fattening period was 212.032.7 IU/dl, and that in the late fattening period was 117.5643.15 IU/dl. Mean vitamin A concentration in the liver of Hanwoo steers in the late fattening period was 143.62110 IU/g expressing large variations might be depended on animals, feeds and farms. There were negative correlations between serum vitamin A concentration and marbling degree ($r=-0.24$, $P<0.01$), fat contents in *M. Logissimus dorsi* ($r=-0.21$, $P<0.01$), and beef quality grade ($r=-0.20$, $P<0.01$). Vitamin A-palmitate in liver also expressed negative correlations with fat contents in *M. Logissimus dorsi* ($r=-0.18$, $P<0.01$) and beef quality grade ($r=-0.16$, $P<0.05$). From the results obtained in the current study, we concluded that it might be possible to produce high quality beef in Hanwoo by manipulating vitamin A contents in the feeds. Further detailed studies, however, are necessary to determine vitamin A contents in feeds, feeding levels, and feeding periods.

5. Management strategies for Hanwoo farmers and production complex.

A. Strategies of mass production of high quality meat

In order to increase the management efficiency,

First, Need to expand the size of operation

Second, Need to increase castration rate and develop a own feeding program

Third, Need to coordinate the marketing channel from production to retailing

B. Strategies of competitive advantage of high quality producing complex

First, an effort on brand naming and increase in brand image

Second, preparation of an integrated production-marketing system

Third, production of high quality meat through castration and blood control

Fourth, reduction in production costs, particularly in the cow-calf and feed

Fifth, augmentation in the ability of managers and leadership

제 2 장 버섯재배 잔사를 이용한 한우고기 생산

제 1 절 서 론

한우 경쟁력을 높이는 여러 가지 방법 중 경제적인 사료를 개발하여 한우고기의 생산원가를 낮추는 원가 절감 전략이 필요한 시점이다. 한우고기의 생산원가 절감은 무엇보다도 부존자원을 적절히 활용함으로써 이루어질 수 있다.

물론, 한우 사육에 이용될 수 있는 부존자원의 선택에 많은 문제가 있는 것으로 보인다. 그러한 부존자원의 선택 조건에는 무엇보다도 활용 방법에 따라 사료적 가치를 높일 수 있는 가능성이 있어야 하며, 농가에서 필요한 양을 보다 쉽게 확보할 수 있어야 한다는 점이다. 이에 대한 대안의 하나가 버섯 재배 후 버려지는 잔사를 활용할 수 있다. 표고버섯의 경우 재배에 사용한 후 폐기되고 있는 폐골목이 연간 약 150,000m³에 달하는데(조 등, 1995), 이를 반추가축의 섬유소 자원으로 개발할 경우 목질계 폐재로 인한 환경오염의 문제까지도 크게 줄일 수 있을 것으로 여겨진다. 이미 외국에서는 오래 전부터 목질계 섬유소에 대한 물리적 처리(Mellenberger 등, 1971; Welton과 Baumgardt, 1970), 화학적 처리(Dinius 등, 1970), 진동볼밀 처리(Millet 등, 1970) 그리고 발효처리(Baker 등, 1973; Enzmann 등, 1968) 등의 방법으로 조사료로서의 사용 가능성을 조사한 바 있다.

한편, 폐골목에 비하여 농가에서 더 보편적으로 활용할 수 있는 사료자원의 하나가 “버섯재배 잔사”라 할 수 있다. 현재, 팽이 버섯을 재배한 후 대량으로 폐기되고 있는 “잔사”의 처리가 버섯 재배 농가에 문제점으로 등장하고 있다. 다행히 잔사의 주요 구성 성분이 섬유소이고, 아울러 버섯 수확 후에도 남은 버섯 성분이 있는 것으로 알려져 조사료로의 사용 가능성이 있는 것으로 여겨진다. 그러나 지금까지 버섯재배 잔사의 사료적 활용방법이 알려져 있지 않다. 이를 소 사료로 활용하기 위해서는 버섯재배 잔사의 영양적 가치나 체내 이용성 등이 전혀 조사된 바 없다.

따라서 본 연구는 버섯재배 잔사를 한우 사육용 경제 사료로 활용하기 위해서 다음과 같은 기술적인 내용에 중점을 두고 연구를 추진하였다.

- 1) 버섯재배 잔사의 영양적 가치를 분석하고 체내 이용성을 조사한다.
- 2) 특수 처리를 통하여 버섯재배 잔사의 영양적 가치를 개선한다.

- 3) 특정 성장기간 동안 한우에 버섯재배 잔사를 급여하여 사료적 가치를 조사한다.
- 4) 사양시험의 결과를 통하여 버섯재배 잔사를 이용한 사양 프로그램을 설정한다.

앞에서 밝힌 바와 같이 버섯재배 잔사의 이용 목적은 사료비의 절감을 통한 한우 산업의 경쟁력 제고지만 이에 못지 않게 다량 배출되는 폐자원을 사료로 활용할 수 있는 방법을 모색하는 것이다. 국내에서 한우 사육에 가장 보편적으로 이용되는 조사료가 벃짚이나, 벃짚조차 구입 가격이 높아 충분히 사용하기 어려운 실정이라 하겠다. 따라서 버섯재배 잔사가 상당 부분 벃짚을 대신할 경우 조사료 구입비를 절감할 수 있을 것이다.

국내의 경우 한우 사육시 버섯재배 잔사가 조사료의 대체수단으로의 역할과 아울러 폐기물의 적절한 활용은 그 자체로 큰 의미를 갖게 된다. 만약, 버섯재배 잔사의 사료화가 성공적으로 이루어질 경우 잔사의 처리문제로 고심할 필요가 없게 되며, 한우를 사육해온 대다수의 농가 역시 보다 경제적인 사료의 이용을 고무적으로 받아들일 수 있기 때문이다.

제 2 절 국내외 기술개발 현황

전술한 바와 같이 팽이버섯 재배 잔사의 한우에 대한 사료적 가치에 대한 평가나 이용 방법에 대해서는 전혀 알려진 바 없다. 본 연구의 주 목적이 버섯재배 잔사의 사료화에 있는 만큼 그것의 영양적 및 사료적 가치를 우선적으로 평가하고, 이를 근거로 하여 한우의 사육에 있어 일반 조사료의 대체용으로 활용코자 하는 것이다.

그러나 외국의 경우 일찍부터 목질계 섬유소에 대한 물리적 처리(Mellenberger 등, 1971; Welton과 Baumgardt, 1970), 화학적 처리(Dinius 등, 1970), 진동 불밀 처리(Millet 등, 1970) 그리고 발효처리(Baker 등, 1973; Enzmann 등, 1968) 등의 방법으로 조사료로서의 사용 가능성을 조사한 바 있으며, 송과 조(1997) 역시 자기 가수분해 처리된 표고버섯 폐골목의 사료적 가치를 구명한 바 있다.

그럼에도 불구하고 막대한 량이 폐기물로 처리될 수밖에 없는 버섯 재배 잔사의 사료적 이용은 초보단계를 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 그러한 원인에는 여러 가지가 있겠으나, 무엇보다도 버섯재배 이후 사료로 활용될 수 있는 가능성이 배재된

체로 방치되거나 폐기되고 있다는 점이다. 즉, 잔사를 공기나 눈, 비 등에 노출된 체로 야적할 경우 기후나 환경 조건에 따라 버섯균사는 물론 기타 부패 곰팡이의 발생은 더욱 심각해진다. 이에 따라 그 자체의 영양소 감소는 물론 부패 곰팡이류의 성장에 따른 냄새가 가축 사료로서의 기호성을 현저히 감소시키는 것이다.

이러한 여건이 개선되고 공해를 유발하는 폐기물만이 아니라 재활용 가능성을 지닌 사료 자원으로서의 발상이 절실히 요구된다 하겠다. 그렇게 취급될 때만이 비로소 그 이후의 처리 단계 등을 거쳐 부족한 조사료 자원의 대체 물질로 활용될 수 있는 것이다.

제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과

1. 1차 년도 시험 내용 및 결과

버섯재배 잔사의 사료화를 위해 현재까지 다음과 같은 단계를 거쳤다.

- ◇ 1 단계 ; 버섯재배 잔사의 결정, 확보 및 이용성 제고를 위한 기초 조사(성분 분석), 이상의 기초조사를 통하여 팽이버섯 재배 잔사를 벼짚의 일부 대체 조사료로 활용하기로 결정하였다.
- ◇ 2 단계 ; 버섯재배 잔사의 섭취량 제고(기호성 증진)를 위해 재배잔사의 효모 발효 또는 당밀 첨가 시험 및 처리된 버섯재배 잔사의 분해율 등을 조사하였다.
- ◇ 3 단계 ; 버섯재배 잔사가 혼합된 사료를 한우에 적용시키기 위한 전초 시험으로 반추위 누관이 장착된 면양을 이용한 버섯재배 잔사가 혼합된 사료의 체내 이용성을 조사하고 벼짚 대체 수준을 결정하는 단계이다.

가. 1 단계 시험 : 재배잔사의 선택과 성분 분석

- 1) 팽이버섯 재배잔사의 1차 수거지 : 충북 제천 및 단양
- 2) 성분 분석(건물 기준) :

조단백질 7.11%, 조섬유 81.11%, 조지방 1.96%, 조회분 5.92%

나. 2단계 시험 : 기호성 조사 및 기호성 향상을 위한 버섯 재배잔사의 처리

1) 섭취량 조사 : 면양에 처리하지 않은 팽이버섯 재배잔사를 급여한 결과 섭취량이 거의 전무하였는데, 이는 버섯균의 냄새 때문인 것으로 판단되었다.

2) 기호성 향상 방법 : 따라서 기호성을 높이는 방법의 일환으로 다음과 같이 팽이버섯 재배잔사를 여러 방법으로 처리하였다.

가) 처리 1 : 소맥피 1 + yeast 0.5%

나) 처리 2 : 소맥피 1 + 잔사 1 + yeast 0.5%

다) 처리 3 : 소맥피 2 + 잔사 1 + yeast 0.5%

라) 처리 4 : 소맥피 1 + yeast 0.25%

마) 처리 5 : 소맥피 1 + 잔사 1 + yeast 0.5% + 5% 당밀

바) 처리 6 : 소맥피 2 + 잔사 1 + yeast 0.5% + 5% 당밀

3) 배양 및 조사 방법

각각의 배합비로 배합된 처리들을 incubator를 이용하여 35℃에서 5일간 배양하였다. 배양 후 각 처리구별 건물, 조단백질, 조지방, 조회분, 섬유소 등의 일반성분과 효모수 그리고 alcohol인 methanol과 ethanol의 양을 측정하였다. 일반성분은 AOAC 방법(1984)을 이용하여 분석하였고, alcohol은 gas chromatograph(HP5890 II)를 이용하여 분석하였다. 효모수는 malt extract agar를 이용하여 35℃에서 5일간 배양 후 효모 colony 수를 측정하였다

4) 시험 결과

Ethanol의 생성량은 버섯재배 잔사와 소맥피에 효모를 첨가하여 배양한 처리구들 보다 소맥피에 효모를 첨가하여 배양한 처리구에서 높았다(Table 1). 또한 잔사를 첨가한 처리구에서도 소맥피를 더 많이 첨가한 처리구일수록 ethanol의 생성량이 높았다. 그러나, 소맥피만 첨가한 효모배양물의 경우 효모의 첨가수준(0.5%, 0.25%)을 달리할 경우 효모를 많이 첨가하였을 때 더 많은 ethanol을 생성하였지만 현저한 차이는 없었다. 버섯재배 잔사와 소맥피 그리고 당밀을 혼합하고 여기에 효모를 첨가하여 배양한 결과 당밀을 첨가하지 않은 처리구에서 당밀을 첨가한 처리구들에 비해서 ethanol의 생성량이 높은 것으로 나타났다.

Table 1. Ethanol concentration(mmol/100g, DM) in yeast culture with mushroom bedding residue

Treatments	Treat. 1	Treat. 2	Treat. 3	Treat. 4	Treat. 5	Treat. 6
Alcohol concentration	19.7	7.7	14.0	18.0	6.5	8.9

효모 배양한 버섯재배 잔사의 각 영양성분을 살펴보면 처리 2와 처리 3에서는 건물의 함량이 다른 처리구들에 비해서 낮았으며, 조단백질의 함량에 있어서는 다른 처리구 들에 비해서 처리 3 및 처리 4에서 높았다(Table 2). Ethanol의 생성량에 있어 처리 1과 처리 4에서 높게 생성되었는데(Table 1), 효모 수에 있어서도 다른 처리구에 비하여 상당히 높은 수의 효모 수를 확인 할 수 있었다.

Table 2. Chemical composition(%) and yeast number in yeast culture with mushroom bedding residue

Treatments	DM	CP	EE	NDF	ADF	Yeast ¹⁾
Treat 1	46.33	14.82	5.87	46.36	12.15	318.66
Treat 2	40.96	13.66	6.39	59.22	35.36	44.00
Treat 3	37.89	15.09	5.17	52.11	29.27	55.60
Treat 4	46.65	15.63	5.54	46.29	12.79	143.50
Treat 5	51.11	11.75	4.77			
Treat 6	52.33	13.19	4.23			

¹⁾ 10⁵ cells per yeast culture with mushroom bedding residue(DM basis)

다. 3단계 시험 : 처리된 버섯재배 잔사 사료의 체내 이용성 조사

1) 실험목적

각종 효모발효 특성 조사를 토대로 버섯재배 잔사를 재 처리한 다음 면양 내 이용율을 조사함으로써 처리된 버섯재배 잔사의 사료적 가치를 높이기 위함이었다.

2) 처리구 (배합비, %, 건물 기준) :

- 가) 처리 1 : 농후사료 50 : 조사료 30 : 효모배양물 20 => control (대조구)
- 나) 처리 2 : 농후사료 40 : 효모배양물 20 : 잔사 20 : 조사료 20
- 다) 처리 3 : 농후사료 40 : 효모배양물 20 : 잔사 19.5(0.5%당밀) : 조사료 20

공시축으로는 반추위에 fistula가 시술된 면양 3두를 이용하여 3×3 latin square method를 이용하여 사용하였다. 총 사료섭취량은 건물기준으로 1.2 kg을 급여하였으며, 시험기간은 1period당 14일이 소요되었다. 이중 10일간은 새로운 사료의 적응기간으로 설정하였고, 나머지 4일간의 기간동안에는 실험을 위한 sampling기간으로 설정하였다. 조사항목으로는 1일 각 영양소(건물, 조단백질, 조지방, 조섬유 등)의 전장소화율 및 사료 섭취전 후의 시간경과에 따른 반추위내의 발효성상(pH, VFA, ammonia)을 측정하였다. 그 외 각 영양소의 nylon bag 분해율을 측정하였다.

시험사료로는 농후사료, 효모 배양물, 팽이버섯 재배 잔사 등을 이용하였는데, 농후사료는 축협 비육용 중송아지 펠렛 사료를 이용하였고, 효모 배양물은 밀기울과 H₂O를 1:1로 혼합한 후 0.25%의 효모를 첨가하여 배양한 효모 배양물을 사용하였으며, 팽이버섯 재배 잔사(참나무 톱밥 3: 왕겨 1)에 5%의 당밀을 첨가한 것과 첨가하지 않은 것을 사용하여 이들 4가지의 재료를 일정량 혼합하여 사용하였다. 각각의 혼합사료의 일반성분은 Table 3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Proximal analysis of feedstuffs(% , DM basis)

Feedstuffs	CP	EE	C. fiber	C. ash
Concentrate	14	2.5	10	10
Rice straw	5.7	1.9	33.5	12
Yeast culture	15.63	5.54	46.29	10
Mushroom bedding residue	7.11	1.96	81.11	5.92

3) 결 과 :

팽이버섯 재배 잔사가 포함된 시험사료의 반추위액 pH 값을 잔사가 포함되지 않은 대조구 사료의 경우와 비교하면 Figure 1과 같다. 버섯재배 잔사를 건물기준으로 20% 정도 첨가하여 급여하였으나 당밀 0.5% 처리구의 3시간에서 다소 높은 값을 제외하고는 농후사료 50%를 급여한 대조구(A)와 버섯재배 잔사를 20% 첨가하여 급

여한 구(B 및 C) 간에 pH의 차이가 없었다.

암모니아 농도 역시 사료 급여 3시간 및 6시간에서 당밀을 0.5% 첨가한 사료를 섭취한 위액에서 다소 높은 값을 보였다(Figure 2). 반추위액의 총 VFA 농도는 사료 급여 1시간 후를 제외하고는 대조구에 비하여 버섯재배 잔사를 20% 첨가하여 급여한 처리구에서 비교적 높았다(Table 4). 또한 주요 VFA 조성을 보면, acetic acid(C₂)의 경우 전체 채취시간에 걸쳐 당밀이 포함되지 않으면서 버섯재배 잔사가 첨가된 사료(B)에서 다소 높은 수준이었던 반면 propionic acid(C₃)의 경우 가장 낮은 수준을 보였다. 이와는 달리 butyric acid(C₄)의 조성 비율에서는 사료간에 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 반추위 발효특성에 있어 이상의 결과는 농후사료 일부와 볏짚을 버섯재배 잔사로 대체할 수 있는 가능성이 있는 것으로 여겨진다.

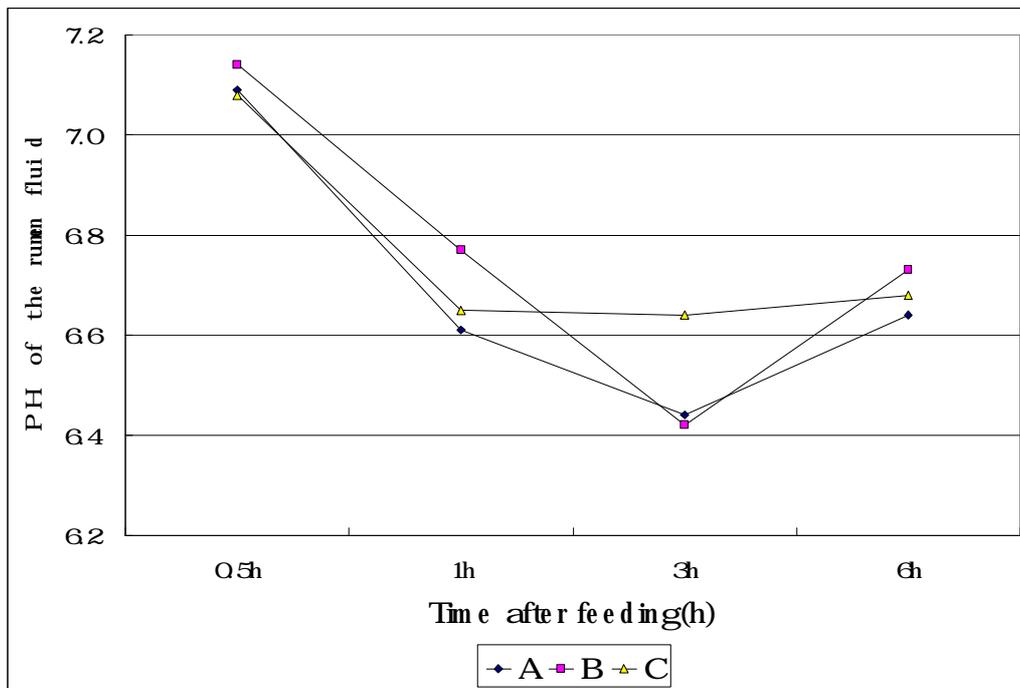


Figure 1. pH of rumen fluid. A(control), concentrate : rice straw : yeast culture = 50 : 30 : 20 ; B, concentrate : yeast culture : mushroom bedding residue : rice straw = 40 : 20 : 20 : 20 ; C, concentrate : yeast culture : mushroom bedding residue(+0.5% molasses) : rice straw = 40 : 20 : 20 : 20

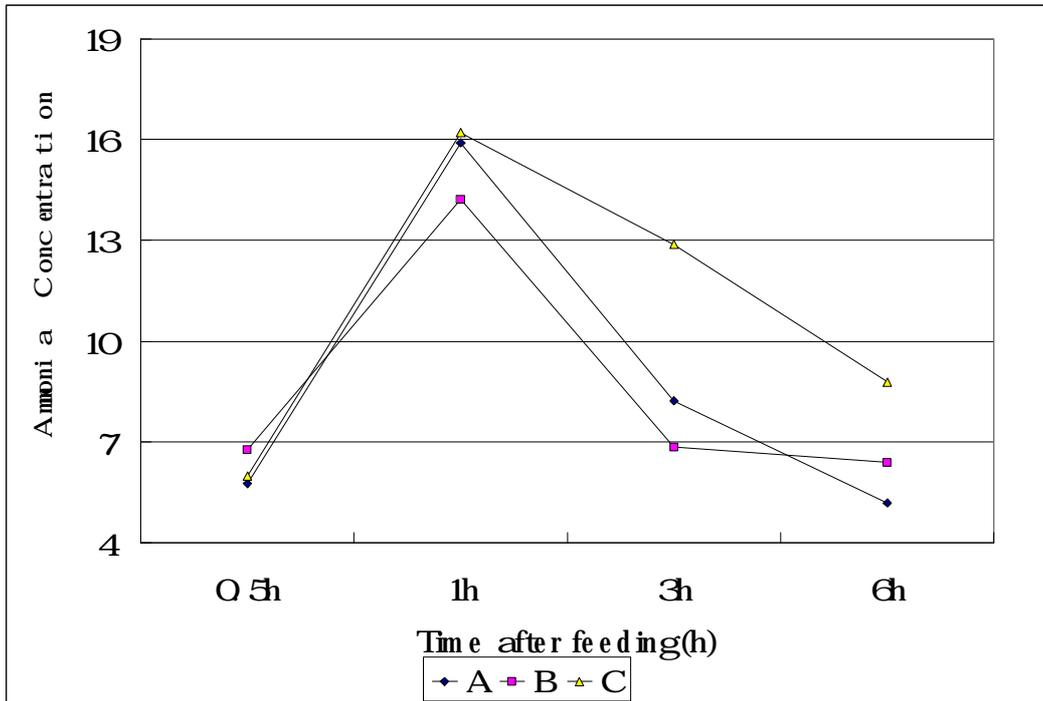


Figure 2. Ruminal ammonia-N concentration(mg/100ml) at various sampling times as influenced by the diets. A(control), concentrate : rice straw : yeast culture = 50 : 30 : 20 ; B, concentrate : yeast culture : mushroom bedding residue : rice straw = 40 : 20 : 20 : 20 ; C, concentrate : yeast culture : mushroom bedding residue(+0.5% molasses) : rice straw = 40 : 20 : 20 : 20

시험사료의 반추위내 분해율을 조사한 바, Figure 3 - Figure 7에서 보는 바와 같다. 먼저, nylon bag을 이용하여 시험사료를 48시간까지 반추위에 배양한 결과 건물 분해율(Figure 3), 조단백질 분해율(Figure 4) 및 조지방 분해율(Figure 5)에 있어서는 버섯재배 잔사의 포함 유무에 관계없이 배양시간에 따른 분해율에 차이가 없었다. 섬유소(NDF, Figure 6) 및 유기물(Figure 7)의 경우 배양 12시간 이후에서 버섯재배 잔사가 포함되지 않은 사료의 분해율이 다소 높은 경향이였다.

Table 4. Major VFA concentration(mmol/100ml) in the rumen fluid as influenced by the diets

Items \ Treatment ¹⁾	A	B	C	SEM ²⁾	Pr>F ³⁾
----- (- 0.5 h) -----					
C ₂	16.77	23.74	21.89	0.996	0.635
C ₃	8.04	13.73	9.61	0.332	0.091
C ₄	5.27	7.78	6.46	0.254	0.087
Total	30.09	45.25	37.96	1.225	0.076
----- (1 h) -----					
C ₂	21.55	13.41	16.37	0.826	0.073
C ₃	16.26 ^a	6.34 ^b	6.28 ^b	0.334	0.044
C ₄	8.13 ^a	4.30 ^b	4.52 ^b	0.311	0.048
Total	45.94	24.04	27.17	1.885	0.087
----- (3 h) -----					
C ₂	11.19	19.18	20.54	0.795	0.082
C ₃	4.44	7.55	13.35	0.456	0.061
C ₄	2.47 ^b	5.31 ^b	8.51 ^a	0.212	0.036
Total	18.09 ^c	32.03 ^b	42.40 ^a	2.056	0.014
----- (6 h) -----					
C ₂	21.89	16.00	20.37	1.223	0.258
C ₃	9.61	9.12	11.12	0.616	0.127
C ₄	6.46	6.21	7.99	0.588	0.246
Total	37.96	31.33	39.48	1.881	0.141

¹⁾ means in the same row with different superscripts differ.

²⁾ Standard error of means

³⁾ Probability levels

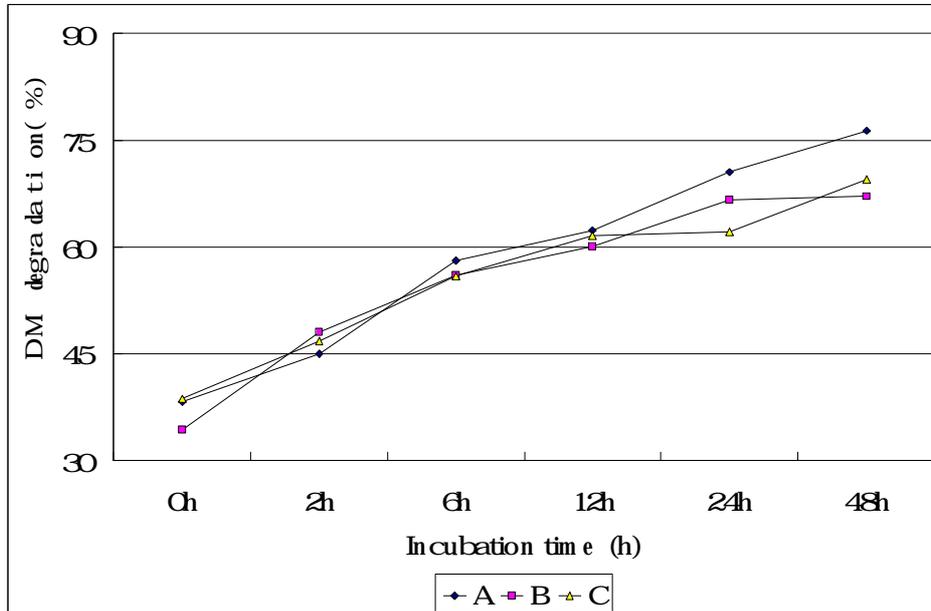


Figure 3. Ruminal degradation of dry matter as influenced by the diets (See the notes of Fig. 1 for the diets A, B and C)

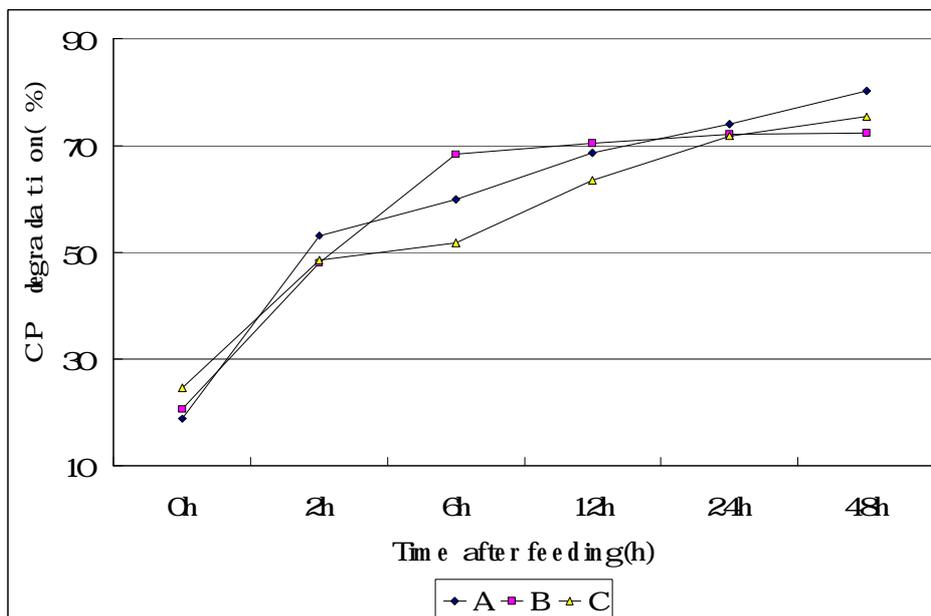


Figure 4. Ruminal degradation of crude protein as influenced by the diets (See the notes of Fig. 1 for the diets A, B and C)

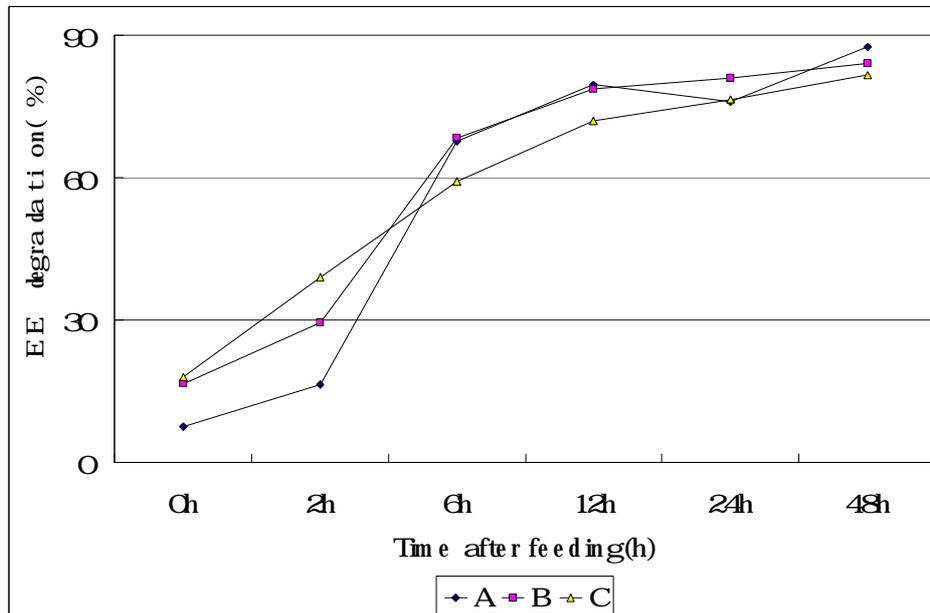


Figure 5. Ruminal degradation of ether extract as influenced by the diets (See the notes of Fig. 1 for the diets A, B and C)

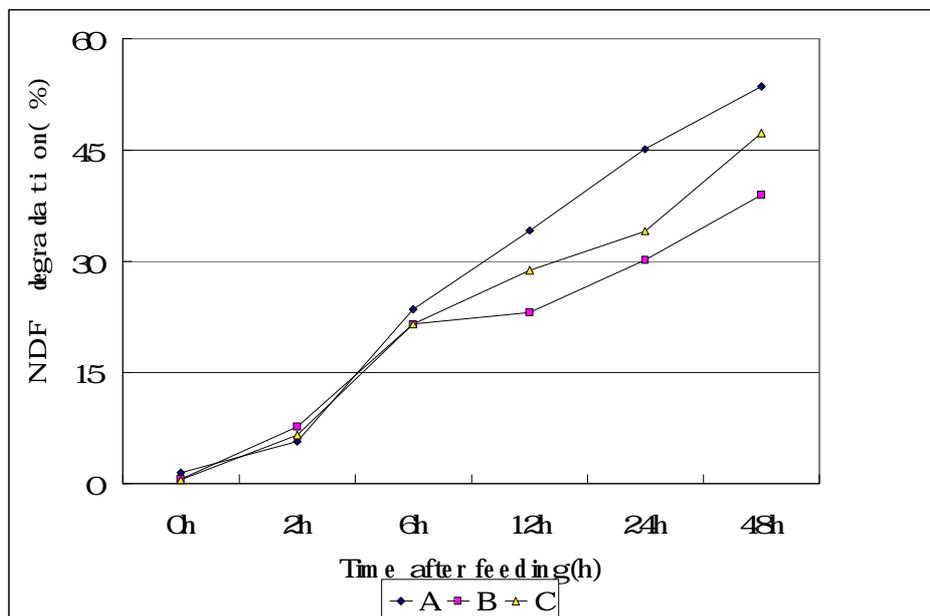


Figure 6. Ruminal degradation of NDF as influenced by the diets (See the notes of Fig. 1 for the diets A, B and C)

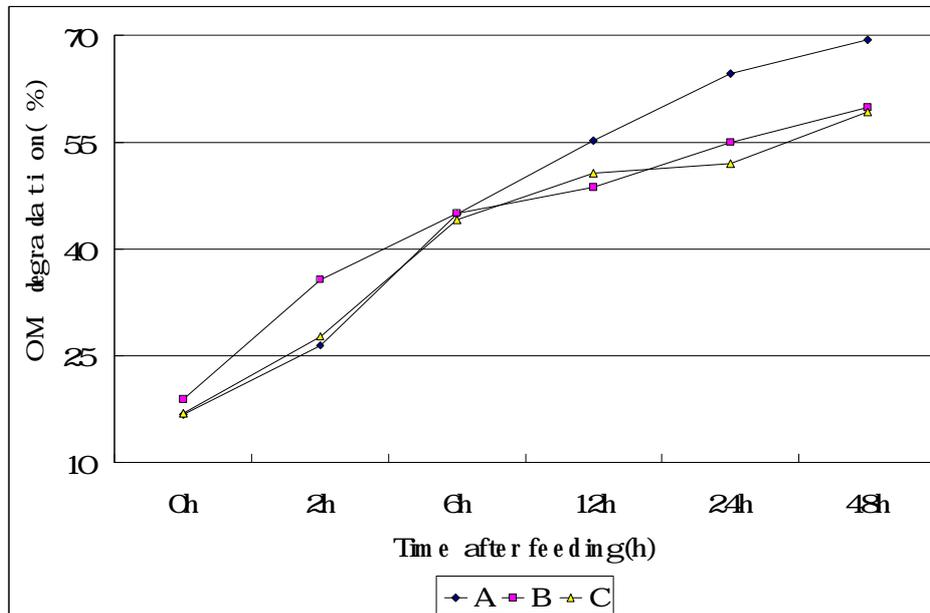


Figure 7. Ruminal degradation of organic matter as influenced by the diets (See the notes of Fig. 1 for the diets A, B and C)

각 시험사료에 대한 전장소화율은 Table 5에서 보는 바와 같다. 즉, 건물, 조단 백질, 조지방, NDF 및 유기물 소화율은 버섯재배 잔사를 섭취한 면양(처리구 B 및 C)에서 상대적으로 낮아 톱밥 위주의 버섯재배 잔사 이용율에 다소 문제가 있는 것으로 나타났다.

Table 5. Whole tract digestibility of the experimental diets in the sheep

Treatment	Component(%)				
	Dry matter	Crude protein	Ether extracts	NDF	Organic matter
A	67.0	69.7	82.9	54.3	70.4
B	54.0	54.9	50.2	36.9	55.7
C	49.6	59.3	65.5	32.5	54.4

비록 대사이험이 완전히 종료되지는 않았지만, 현재까지의 결과를 종합하면 본 시험에서와 같은 조건 하에서 벧짚 대신 팽이버섯 재배 잔사를 20% 이상 첨가시킬 경우 영양소 이용율 측면에서 바람직하지 않을 것으로 추정된다.

2. 2차~3차 년도 시험 내용 및 결과

○ 사양시험을 통한 버섯재배 잔사의 이용성 조사 :

2000년 11월 3일부터 12개월령의 한우 거세우(총 21두)를 이용하여 버섯재배 잔사의 벧짚 대체 효과(증체량, 섭취량, 사료효율) 조사를 조사하고 있는 바, 4월 20일 자료 가장 먼저 시작한 대조구 시험이 완료되었으며 5월 25일 벧짚 대신 발효시킨 버섯재배 잔사를 20% 대체한 시험구의 시험이 완료되었다. 본 2차년도의 사양시험은 계획대로 2001년 6월(벧짚 대신 발효시킨 버섯재배 잔사를 20% 대체한 시험구)에 종료되었다. 그러나 버섯재배 잔사 급여시험 이후(18개월령)에도 비육 후기가 계속되어 잔사를 급여하지 않은 대조구의 경우 2001년 12월에, 그리고 잔사를 급여하였지만 연령 관계로 체중 측정이 늦었던 벧짚의 20% 및 40%를 잔사료 대체하여 급여한 처리구의 경우 각각 1개월 및 2개월 연장되어 동일한 연령에 도축시켰다.

◇ 1 단계 ; 거세 한우에 대한 발효시킨 버섯재배 잔사의 벧짚 대체 수준을 20% 및 40%(건물 기준)으로 정하는 2 처리와 버섯재배 잔사 무 급여구 등 총 3 처리를 두었으며, 각 처리 당 12개월령 거세 한우 7두씩 총 21두를 대상으로 사양시험을 6개월 간 실시하였음. 단, 시험축의 연령이 다른 관계로 대조구(버섯재배 잔사 무 급여구)의 한우를 이용한 시험이 시작된 1개월 후에 20% 급여구 시험을 개시하였으며, 다시 1개월 후에 40% 급여구 시험을 실시하였지만 처리구 공히 각각 총 6개월 간에 걸쳐 실시하였다.

◇ 2 단계 ; 본 사양시험은 2000년 11월 3일부터 2001년 6월에 종료하였으며, 그 이후에는 기존의 농가 사양방법에 따라 26개월령 까지 비육된 다음 도체(육질 및 육량) 성적을 조사하였다 (3차년도 시험). 단, 각 처리군마다 1-2두씩 증체 능력에 크게 미달된 시험축이 있어 처리 별로 5두씩을 선별하여 출하 후의 도체 성적을 비교하였다.

◇ 3 단계 : 벼싯재배 잔사 급여수준이나 급여기간, 그리고 증체 등을 고려하여 향후 벼싯재배 잔사를 급여하는 사양(급여) 프로그램을 작성 중에 있다. 아울러 벼싯재배 잔사의 활용성을 높이기 위한 급여 전 처리(발효) 방법을 모색하고 있다.

가. 벼싯재배 잔사의 사료가치 개선을 위한 발효사료 제조

본 시험에서는 잔사의 물리적 상태를 고려하여 팽이버섯 재배 잔사를 조사료(벼짚) 대치용으로 선택한 바 있다. 그러나 팽이버섯 재배 잔사가 벼짚에 비하여 특유의 곰팡이 냄새로 인하여 기호성이 현저히 감소될 뿐만 아니라 성분 함량 등의 사료적 가치에서도 그 자체를 사료화 하기에는 많은 문제점이 있는 것으로 조사된 바 있다. 이에 따라 팽이버섯 재배 잔사에 밀기울을 혼합하고 아울러 당밀과 효모를 첨가함으로써 영양적 가치와 기호성을 향상시키고 소의 반추작용에 저해하지 않은 범위 내에서 벼짚의 일부를 대체 급여할 경우 그 활용성을 높일 수 있는 것으로 판단되었다. 팽이버섯 재배 잔사의 발효사료 제조 방법은 다음과 같다 :

- 1) 벼싯재배 잔사와 밀기울의 수분 함량을 미리 조사한 다음 각각을 3 : 1 (건물 기준)의 비율이 되도록 혼합한다.
- 2) 그 후 혼합된 벼싯재배 잔사 발효사료의 수분 함량이 60%가 되도록 물을 첨가하여 다시 혼합하였다.
- 3) 또한 벼싯재배 잔사의 곰팡이 냄새를 줄이고 초기 발효를 촉진시키기 위해 당밀을 1% 수준(건물 기준)으로 첨가한다.
- 4) 벼싯재배 잔사 + 밀기울 + 당밀 혼합물의 알콜 발효를 위해 효모를 0.3% 수준(건물 기준)으로 첨가하였다.
- 5) 그 후 각각의 비율로 혼합된 사료를 35℃의 배양기에서 2일간 배양한다.
- 6) 배양기에서의 배양이 완료된 후 급여할 때까지 상온에서 보관한다.

단, 환경 온도가 10℃ 이하인 경우 4주 동안의 보관이 가능하나 25℃ 이상의 환경에서는 변패(곰팡이 발생 등)의 이유로 1주일 간격으로 제조, 급여하는 것이 바람직하다. 혼합 전 벼싯재배 잔사와 발효 전·후의 혼합된 벼싯재배 잔사 그리고 벼짚의 일반성분 함량은 Table 6과 같다.

Table 6. Proximal analysis of mushroom bedding residue(% , DM basis)

Feedstuffs	CP	OM	EE	NDF	Ash
Mushroom bedding residue(MBR)	11.47	91.75	2.88	73.40	8.25
Prior to fermentation of mixed MBR	13.88	93.22	3.52	62.27	6.78
Post fermentation of mixed MBR	14.28	93.52	3.40	62.18	6.48

나. 시험설계 및 시험개시 시 사료 급여량 계획표

21두의 한우를 동일한 연령에서 거세할 수 없었던 한우사육농가 현지의 사정으로 인하여 사양시험을 위한 처리구별 한우의 배치는 연령에 준하여 실시하였다. 즉, 대조구의 경우 평균 연령이 12개월령인 2000년 11월 3일에 시험을 시작하였으나 버섯재배 잔사 20% 대치 급여구의 경우 1개월 이후인 12월에 시험을 시작하였으며 40% 대치 급여구의 경우 2001년 1월에 시험을 실시하였다. 시험 개시 시의 두당 1일 사료 급여량을 보면 배합사료의 경우 7.1kg(급여상태 기준)이었고 볏짚은 건물 기준으로 2kg이었다.

다. 사양관리

시험축(거세 한우)은 성우 10두씩을 수용할 수 있는 pen에 처리별로 7두씩을 사육하였으며, 배합사료(발효 버섯재배 잔사 포함)는 두당 1일 정해진 양을 1일 3회로 나누어 급여하였으며, 조사료(볏짚)는 정해진 양을 1일 2회로 나누어 급여하였다. 배합사료의 경우 사육농가의 관행에 따라 15개월령까지는 기존에 급여해오던 육성비육사료를, 그 후부터 시험이 종료되는 18개월령까지는 비육전기용 사료를 급여키로 하였다. 또한 사육농가의 관행에 따라 2주 간격으로 두당 1일 0.3kg씩 증량하였다. 물과 린칼블록은 자유로이 채식토록 하였다. 시험축에 급여한 배합사료(육성비육 및 비육전기 사료)의 일반성분 함량은 Table 7에서와 같다.

라. 조사 내용 및 조사방법

사료잔량이 있을 경우 3일 간격으로 조사, 기록하였으며 체중은 평균 4주 간격으로 측정하였다. 시험사료의 경우 체중 측정 시에 시료를 채취하여 일반성분 등을 분석하였다.

Table 7. Proximal analysis of concentrate and rice straw(% , DM basis)

Feeds	CP	EE	OM	Ash	NDF	TDN*
Grower	14.9	4.00	91.3	8.73	28.9	68.8
Finisher I	12.5	3.80	92.5	7.48	27.6	70.5
Rice straw	5.02	0.85	91.3	8.75	82.5	41.0*

* Book values.

마. 거세 한우에 대한 사양시험 성적

거세한 한우 21두(처리 당 7두)를 대상으로 2000년 11월 3일부터 6개월(180일)간 볏짚의 일부를 알콜 발효시킨 버섯재배 잔사 위주의 혼합 알콜 발효사료로 대체하여 급여한 결과 처리구별 증체 pattern과 섭취량, 증체량 및 사료효율은 Table 8에서 보는 바와 같다.

처리별 개시 체중(월령)의 차이로 인한 배합사료 섭취량에서의 차이와 버섯재배 잔사의 볏짚 대체(20% 또는 40%)가 있었음에도 처리간 건물 섭취량 및 주요 영양소 섭취량에서 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 일당 증체량의 경우 버섯재배 잔사를 급여하지 않은 대조구 거세 한우와 볏짚의 20%를 대체하여 급여한 처리구(건물 기준) 거세 한우의 두 처리간을 비교하면, 볏짚의 20%를 버섯재배 잔사로 대체하여 급여한 처리구의 두당 일당 증체량이 0.867kg으로 대조구의 0.802kg보다 다소 증가되었다. 또한 볏짚의 40% 대체 급여구 역시 평균 일당 증체량이 0.849kg으로 대조구보다 다소 좋은 성적을 보였다. 이에 따라 사료효율 역시 볏짚에 대한 버섯재배 잔사의 부분 대체 급여로 인하여 다소 개선된 것으로 나타났다.

본 시험의 결과만으로 볼 때 버섯재배 잔사를 급여하지 않은 것에 비하여 볏짚의 일부를 발효시킨 잔사로 대체하여 급여할 경우 건물과 유기물 및 NDF 등에서 대

조구의 섭취량이 높았음에도 불구하고 잔사 급여구의 성적이 대조구보다 다소 좋게 나타난 것은 영양적인 측면에서 잔사 급여구의 조단백질 섭취량이 다소 높았으며, 그 밖에도 효모 및 효모 발효 부산물 등이 증체에 이로운 효과를 나타낸 것이라 할 수 있다(Table 8). 이상의 결과로 미루어 보아 팽이버섯 재배 잔사를 효모처리할 경우 한우의 조사료인 볏짚에 대하여 일부 대체하여 일정기간 급여하여도 정상적인 증체에 문제가 없는 것으로 간주된다.

Table 8. Growth, feed intake and feed efficiency of Hanwoo steers during 6 months of experimental period

Items	Replacement level of straw with fermented mushroom bedding residue (% DM basis)			SEM ¹⁾	Pr>F ²⁾
	0	20	40		
Initial body wt., kg	360.3	331.3	324.9	9.425	0.816
Final body wt., kg	504.7	487.2	477.7	8.122	0.198
Experimental days	180	180	180	-	-
Total body gain, kg	144.4	156.1	152.8	4.663	0.237
Mean daily gain, kg	0.802	0.867	0.849	0.01	0.237
Daily feed intake, kg					
Dry matter :	9.74	9.72	9.43	0.642	0.204
Concentrate	7.74	7.72	7.43	-	-
Rice straw	2.00	1.60	1.20	-	-
Fermented MBR	0	0.40	0.80	-	-
Organic matter	8.94	8.66	8.68	-	-
Crude protein	1.15	1.17	1.20	-	-
NDF	3.83	3.67	3.59	-	-
Daily body gain/DM intake	0.068	0.074	0.074	0.0001	0.315

¹⁾ Standard error of the means

²⁾ Probability level.

또한 12개월령 거세 한우 21두(처리 당 7두)를 대상으로 후기 비육의 시험이 중

료된 시점(26개월령)까지 14개월 동안 처리구별 섭취량, 증체량 및 사료효율은 Table 9에서 보는 바와 같다.

처리별 개시 체중(월령)의 차이로 인한 배합사료 섭취량에서의 차이와 버섯재배 잔사의 볏짚 대체(20% 또는 40%)가 있었음에도 처리간 건물 섭취량 및 주요 영양소 섭취량에서 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 일당 증체량의 경우 버섯재배 잔사를 급여하지 않은 대조구 거세 한우와 볏짚의 20%를 대체하여 급여한 처리구(건물 기준) 거세 한우에 대한 시험(잔사 급여기간 + 후기 비육기간)이 종료된 시점에서 두 처리간을 비교하면, 볏짚의 20%를 버섯재배 잔사로 대체하여 급여한 처리구의 평균 일당 증체량이 0.687kg으로 대조구의 0.679kg보다 다소 증가되었다.

Table 9. Growth, feed intake and feed efficiency of Hanwoo steers during whole experimental period

Items	Replacement level of straw with fermented mushroom bedding residue (% DM basis)			SEM ¹⁾	Pr>F ²⁾
	0	20	40		
Initial body wt., kg	360.3	331.3	324.9	9.425	0.816
Final body wt., kg	646.3	621.8	623.8	6.481	0.302
Total body gain, kg	286.0	290.5	298.9	4.153	0.206
Mean daily gain, kg	0.679	0.687	0.698	0.028	0.206
Mean DM intake, kg	9.85	9.83	9.85	0.596	0.337
Daily body gain/DM intake	0.068	0.074	0.074	0.0002	0.199

¹⁾ Standard error of the means

²⁾ Probability level.

또한 볏짚의 40% 대체 급여구 역시 평균 일당 증체량이 0.698kg으로 대조구와 20% 대체구보다 다소 좋은 성적을 보였다. 이에 따라 사료효율 역시 볏짚에 대한 버섯재배 잔사의 부분 대체 급여로 인하여 다소 개선된 것으로 나타났다.

본 시험의 결과만으로 볼 때 버섯재배 잔사를 급여하지 않은 것에 비하여 볏짚의 일부를 발효시킨 잔사로 대체하여 급여할 경우 잔사 급여구의 성적이 대조구보다 다소 좋게 나타난 것은 영양적인 측면에서 잔사 급여구의 조단백질 섭취량이 다소 높

있으며, 그 밖에도 효모 및 효모 발효 부산물 등이 증체에 이로운 효과를 나타낸 것이라 할 수 있다(2차년도 연차실적서 참조). 이상의 결과로 미루어 보아 팽이버섯 재배 잔사를 효모처리할 경우 한우의 조사료인 볏짚에 대하여 일부 대체하여 일정기간 급여한 다음의 비육 후기에서도 정상적인 증체에 문제가 없는 것으로 간주된다.

바. 거세 한우에 대한 도체 성적

처리 별로 가장 크거나 작은 시험축을 제외한 5두씩의 도체 성적을 조사한 결과는 Table 10과 같다. 단, 버섯재배 잔사 40% 대체구에 속하는 한우의 경우 시험 종료 후 바로 출하하지 못하여 약 3주-4주정도 비육이 계속되었다. 표에서 보는 바와 같이 육량과 육질 등급 모두에서 처리간 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 26개월령 이상 지속된 비육 때문이었는지 육량에서의 B 등급 이상이 공히 같은 것으로 나타났다. 육질 등급의 경우 볏짚 급여량의 40%를 버섯재배 잔사로 대체한 처리구에서 비교적 좋은 성적을 보였다.

Table 10. Carcass characteristics of Hanwoo steers as influenced by replaced feeding of rice straw with fermented mushroom bedding residue

Items	Replacement level of straw with fermented mushroom bedding residue (% DM basis)		
	0	20	40
Live weight, kg	667.6	645.4	683.4
Slaught weight, kg	376.6	381.6	375.2
Back fat thickness, cm	10.4	9.4	9.6
Loin eye area, cm ²	84.0	77.8	86.0
Yield grade (A:B:C)	2 : 2 : 1	2 : 2 : 1	2 : 2 : 1
Marbling score	4.2	3.6	4.8
Meat color	4.2	5.0	5.0
Fat color	3.0	3.0	3.2
Texture	1.6	1.4	1.8
Maturity	2.2	2.0	2.4
Quality grade (1 ⁺ :1:2:3)	0 : 2 : 2 : 1	1 : 2 : 2 : 0	2 : 2 : 1 : 0

3. 종합 고찰 및 발효 팥이버섯 재배 잔사의 급여 프로그램

본 연구는 팥이버섯 재배 후 폐기물로 방치되어온 잔사를 반추가축, 특히 한우 사육용 조사료로의 사료적 가치를 구명하기 위해 실시되었다. 이를 위해 무엇보다도 재배 잔사의 영양소 함량과 기호성 등을 조사하였으며, 이를 근거로 하여 수 차례에 걸쳐 기호성을 개선시키는 처리 방법을 강구하게 되었다. 이에 따라 다음과 같이 처리할 경우 기호성과 영양 상태가 현저히 개선될 수 있음을 알 수 있었다.

즉,

- 가. 가능한 한 신선하게 보관(저장)된 재배 잔사를 선택한다.
- 나. 버섯재배 잔사와 밀기울의 수분 함량을 미리 조사한 다음 각각을 3 : 1 (건물 기준)의 비율이 되도록 혼합한다. 이 때 밀기울은 초기 발효 촉진을 위한 에너지원으로 이용될 수 있다.
- 다. 그 후 혼합된 버섯재배 잔사 발효사료의 수분 함량이 60%가 되도록 물을 첨가하여 다시 혼합한다. 이 단계는 발효 극대화를 위한 수분 함량의 조절에 속한다.
- 라. 또한 버섯재배 잔사의 곰팡이 냄새를 줄이고 초기 발효를 촉진시키기 위해 당밀을 1% 수준(건물 기준)으로 첨가한다. 당밀은 향을 개선하고 기호성을 높이며 발효 시 미생물의 에너지원으로 이용될 수 있다.
- 마. 버섯재배 잔사 + 밀기울 + 당밀 혼합물의 알콜 발효를 위해 효모를 0.3% 수준(건물 기준)으로 첨가한다. 여타 박테리아 그룹의 미생물과는 달리 효모는 생존 능력이 탁월하고, 반추동물의 체내에서 생리 활성화에 크게 기여할 수 있는 것으로 알려져 있다.
- 사. 이상의 모든 재료를 적절히 혼합한 후 가능한 한 공기가 없는 상태의 용기에 넣어 밀봉시킬 필요가 있다. 이 때 대형 비닐 봉투와 같은 용기를 사용할 수 있다. 대부분의 경우 공광이류는 산소를 필요로 하기 때문이고, 이에 반하여 효모는 공기(산소)가 없을 경우에도 잘 성장하며 발효의 과정을 거치면서 알콜 등을 생산하게 된다.
- 자. 그 후 각각의 비율로 혼합된 사료를 25 - 30℃의 배양기에서 2 - 3일간 배양한다. 이 온도 범위는 효모의 최적 성장온도이기 때문이다. 따라서 기온이 30℃ 이상으로 높을 경우 배양 기간이 상대적으로 짧을 수 있고, 20℃ 이하로 낮을 경우 배양 기간은 길어질 수 있다.

차. 배양기에서의 배양이 완료된 후 급여할 때까지 상온에서 보관한다.

단, 환경 온도가 10℃ 이하인 경우 4주 동안의 보관이 가능하나 25℃ 이상의 환경에서는 변패(곰팡이 발생 등)의 이유로 1주일 간격으로 제조, 급여하는 것이 바람직하다.

이상은 팽이버섯 재배 잔사에 대한 처리 과정이었다. 그 다음 단계는 처리된 버섯재배 잔사의 급여 방법이다. 처리된 버섯재배 잔사의 섬유소(NDF) 함량이 볏짚과 큰 차이가 없다 하더라도 잔사 그 자체의 입자도가 매우 작기 때문에 되새김 기능을 가지고 있는 볏짚을 전량 대치할 수 없다. 또한 처리된 버섯재배 잔사가 이용 가능한 에너지 함량이 낮은 것으로 평가되기 때문에 농후사료를 다량 섭취할 필요가 있는 한우의 비육 중기 이후에는 급여를 제한할 수밖에 없다. 이러한 점을 고려할 때 처리된 버섯재배 잔사의 적정 급여 시기는 다음과 같이 육성기와 비육 전기로 국한되는 것이 바람직하다.

본 연구 결과 발효된 팽이버섯 재배 잔사는 거세 한우에 대하여 다음과 같은 방법으로 급여하는 것이 바람직한 것으로 여겨진다. 먼저, 전체 사육(비육) 기간을 24개월령으로 정하고 발효 팽이버섯 재배 잔사의 급여 기간을 11개월령부터 18개월령으로 한다. 10개월령까지는 볏짚을 자유 채식시키며, 11개월령의 0.6kg을 시작으로 하여 1개월 간격으로 13개월령까지 0.2kg 단위로 증가시킨다. 그 후로 16개월령까지 1일 0.8kg을 급여할 수 있으나, 17-18개월령에서는 급여량을 0.4kg으로 낮춘다. 물론, 발효 팽이버섯 재배 잔사 급여량을 다소 증가시켜도 무방하나 가장 중요한 것은 소의 되새김 기능을 어느 정도 유지시켜 주는 범위에서 발효 팽이버섯 재배 잔사 급여량을 조절해야 된다는 점이다.

Table 11. Expected feeding program of fermented mushroom bedding residue for Hanwoo steers

Age of month	Body weight range(kg)	Concentrate feeding (body weight %)	Concentrate feeding (kg/head/day, as-fed basis)			Roughage feeding (kg/head/day, DM basis)	
			Grower	Finisher I	Finisher II	Rice straw	Fermented mushroom bedding residue
8	180-200	1.5	2.9			ad libitum	
9	201-225	1.6	3.4			ad libitum	
10	226-250	1.6	3.8			ad libitum	
11	251-275	1.6	4.1			2.1	0.4
12	275-300	1.7	4.8			2.1	0.4
13	301-325	1.7		5.3		1.2	0.8
14	326-350	1.7		5.7		1.2	0.8
15	351-380	1.8		6.6		1.2	0.8
16	381-405	1.8		7.0		1.6	0.4
17	405-430	1.9		7.9		1.6	0.4
18	431-455	1.9		8.4		1.6	0.4
19	456-480	2.0			9.4	1.8	
20	481-505	2.0			9.8	1.8	
21	506-530	2.0			10.4	1.4	
22	531-550	1.9			10.6	1.4	
23	551-575	1.9			10.5	1.0	
24	576-590	1.8			10.4	1.0	

제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구 개발 목표의 달성도

구 분	연구 개발 목표	연구개발내용 및 범위	목표 달성도 (%)
1차 년도 (1999)	○ 버섯재배 잔사의 영양적 가치 측정	○ 버섯재배 잔사의 영양소 함량 분석	100
	○ 대사시험을 통한 버섯재배 잔사의 체내 이용성 조사	○ 버섯재배 잔사의 사료가치를 위한 체내 이용성 조사 (만추 위내 발효특성 및 분해율 등)	100
2차 년도 (2000)	○ 6 - 18개월령의 한우 거세우에 대한 버섯재배 잔사의 볏짚 대체 효과 조사	○ 버섯재배 잔사의 볏짚 대체 수준에 따른 증체율과 섭취량 및 사료효율 조사	100
3차 년도 (2001)	○ 18 - 24개월령의 한우 거세우에 대한 일정 기간 버섯재배 잔사의 볏짚 대체 효과 조사	○ 버섯재배 잔사의 볏짚 대체 수준에 따른 증체율과 섭취량 및 사료효율 조사, 육질등급 조사	100
	○ 24개월령 출하시 사양성적 및 육질 등급 조사, 사양 프로그램 작성	○ 버섯재배 잔사의 볏짚 대체 수준에 따른 사양성적을 기초로 하여 버섯재배 잔사를 이용한 사양 프로그램 작성	100

연도별 연구목표 및 평가착안점에 입각한 연구개발목표는 위의 표에서 보는 바와 같이 당초 계획을 100% 달성하였다. 뿐만 아니라 본 연구를 통하여 공해를 유발하는 폐기물 정도로 인식되어 오던 팽이버섯 재배 잔사를 소비육을 위한 조사료로 활용될 수 있는 방법이 개발되고 아울러 적절한 급여 방법(급여량)을 제시할 수 있게 되었다.

제 5 절 연구개발결과의 활용계획

본 연구의 목적과 같이 팽이버섯 재배 잔사의 사료화는 다량 배출되는 폐자원을 사료로 활용할 수 있는 방법을 모색하는 것이다. 국내에서 한우 사육에 가장 보편적으로 이용되는 조사료가 벣짚이나, 벣짚조차 충분히 사용하기 어려운 실정이라 하겠다. 본 연구가 잔사의 성분 분석, 영양과 기호성 개선, 체내 이용율 조사, 그리고 한우를 대상으로 한 사양(증체) 시험 등 일련의 조사 과정을 성공적으로 마침에 따라 버섯재배 잔사가 상당 부분 벣짚을 대신할 수 있을 것을 확인하게 되었다.

이러한 결과는 산업화보다는 팽이버섯 재배 잔사를 활용코자 하는 한우 사육 농가에게 본 연구를 통하여 제시된 잔사의 처리 방법과 급여 방법(프로그램)을 보급함으로써 폐기물량을 줄이고 아울러 벣짚을 절감할 수 있도록 해야 할 것이다.

제 6 절 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술정보

앞에서 지적한 바와 같이 외국의 경우 일찍부터 폐기물로 처리될 수 있는 각종 목질계 섬유소에 대한 물리적 처리(Mellenberger 등, 1971; Welton과 Baumgardt, 1970), 화학적 처리(Dinius 등, 1970), 진동 불멸 처리(Millet 등, 1970) 그리고 발효처리(Baker 등, 1973; Enzmann 등, 1968) 등의 방법으로 조사료로서의 사용 가능성을 조사한 바 있다. 뿐만 아니라 송과 조(1997) 역시 자기 가수분해 처리된 표고버섯 폐골목의 사료적 가치를 구명한 적이 있다. 그러나 버섯을 재배하고 남은 잔사를 조사료 자원으로 개발하는 연구가 실시된 적은 없는 것으로 보인다.

제 7 절 참고문헌

- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis(14th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Baker, A.J. 1973. Effect of lignin on the in vitro digestibility of wood pulp, J. Anim. Sci. 36:768.
- Dinius, D.A., A.D. Peterson, T.A. Long and B.R. Bumgardt. 1970. intake and digestibility by sheep of rations containing various roughage substitutes. J. Anim. Sci. 30:309.
- Enzmann, J.W., R.D. Goodrich and J.C. Meiske. 1968. J. Anim. Sci. 29:653.
- Fawcett, J.K. and J.E. Scott. 1960. A rapid and precise method for the determination of urea. J. Clin. Pathol. 13:156.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis(apparatus, reagents, and some applications). Agric. Handbook 379, ARS, USDA, Washington, D.C.
- Mellenberger, R.W., L.D. Satter, M.A. Millet and A.J. Baker. 1971. Digestion of aspen bark by goats. J. Anim. Sci. 32:756.
- Millet, M.A., A.J. Baker, W.C. Feist, R.W. Melklenberger and L.D. Satter. 1970. Modifying wood to increase it in vitro digestibility. J. Anim. Sci. 31:781.
- Orskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of Protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. (Camb.) 92:499.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGraw Hill Book Co., N.Y.

요 약 문

I. 제 목

버섯 재배 잔사를 이용한 한우고기 생산

II. 연구개발의 목적 및 필요성

현재, 팽이버섯(*Flammuliuu velutipes*)을 재배한 후 대량으로 폐기되고 있는 “잔사”의 처리가 버섯 재배 농가에 문제점으로 등장하고 있다. 다행히 잔사의 주요 구성 성분이 섬유소이고, 아울러 버섯 수확 후에도 남은 버섯 성분이 있는 것으로 알려져 조사료로의 사용 가능성이 있는 것으로 여겨진다. 그러나 지금까지 버섯재배 잔사의 사료적 활용방법이 알려져 있지 않다. 이를 소 사료로 활용하기 위해서는 버섯재배 잔사의 영양적 가치나 체내 이용성 등이 전혀 조사된 바 없다.

따라서 팽이버섯 재배 잔사를 한우 사육용 경제 사료로 활용하기 위해서 다음과 같은 기술적인 내용에 중점을 두고 연구를 추진하였다.

1. 팽이버섯 재배 잔사의 영양적 가치를 분석하고 체내 이용성을 조사하며, 기호성 개선을 위해 발효처리 한다.
2. 특정 성장기간 동안 한우에 발효 처리한 버섯재배 잔사를 급여하여 조사료로서의 사료적 가치를 조사한다.
3. 사양시험의 결과를 통하여 발효 처리 버섯재배 잔사를 이용한 사양 프로그램을 설정한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 궁극적으로 한우고기 생산에 버섯 재배 잔사를 조사료 자원으로 이용하기 위해 기초 및 응용관련 시험이 3년에 걸쳐 실시되었다.

먼저, 1차 년도에서는 버섯재배 잔사의 반추가축용 사료가치 평가를 위한 기초

시험으로 버섯재배 잔사의 영양소 함량을 우선적으로 분석하고, 기호성 개선을 위한 발효처리를 실시하였다. 아울러 반추위 fistula가 장착된 면양을 이용하여 발효처리된 버섯재배 잔사의 체내 이용율(반추위 내 분해율 및 소화율) 등이 조사되었으며 면양을 이용하여 조사료로 이용되는 볏짚을 처리된 버섯재배 잔사로 대체, 성장과 관련된 사양 시험을 실시하였다(2차-3차 년도).

본 연구의 최종 단계(2차- 3차 년도)에서는 이와 같은 일련의 시험 결과를 실제 한우(21두)에 6개월 이상 적용시킴으로서 버섯재배 잔사의 사료적(버섯재배 잔사의 볏짚 대체 급여 수준, 섭취량, 성장 및 도체 특성 등) 가치를 확인하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구를 3년 간에 걸쳐 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 버섯 재배 잔사의 기호성 개선을 위한 발효 처리 방법을 확립하였다.
2. 볏짚에 대한 발효 처리된 버섯 재배 잔사의 대체 수준 결정을 위한 체내 이용성을 조사하였다.
3. 발효 처리된 버섯 재배 잔사를 실제 한우에 6개월 이상 적용시킴으로서 발효 처리된 버섯 재배 잔사의 적정 사용시기와 사용 기간을 조사하였다.
4. 본 연구를 수행하는 과정에 있어 가장 큰 애로점은 팽이버섯 재배 후 잔사의 저장 과정과 방법에 따른 곰팡이 발생문제였으며, 아울러 일종의 곰팡이류에 속하는 버섯 고유의 냄새가 가축의 기호성을 떨어뜨린다는 점이었다.
5. 따라서, 버섯 재배 잔사를 사료화 하기 위해서는 무엇보다도 잔사의 저장 방법이 개선되어야 할 것이다.
6. 그러나 본 연구를 통하여 잔사의 기호성과 이용성이 크게 개선됨으로서 주요 조사료 자원인 볏짚을 상당부분 대체할 수 있는 것으로 판명되었다.
7. 단, 버섯 재배 잔사의 활용성을 극대화하기 위해서는 이를 발효 처리할 수 있는 시설의 대형화가 요구된다 하겠다.

SUMMARY

The serious studies were conducted for three years to develop the mushroom (*Flammulium velutipes*) bedding residue(MBR) as a roughage source replacing rice straw. In first year, feeding value of MBR was evaluated in terms of nutrient contents and development of MBR fermentation and availability of fermented MBR(FMBR) in sheep. In 2nd to 3rd year, feeding trial was made to estimate the replacement level of rice straw with FMBR using 21 Hanwoo steers for 6 month(from 13 month to 18 month of age). Thereafter, the steers were continuously fed up to 26 month of age on a regular basis without feeding the FMBR and examined carcass characteristics.

The results of the experiment are as follows :

1. Fermentation method was developed for the improvements of palatability and nutrient contents of MBR.
2. Availability of FMBR in sheep was examined in terms of ruminal fermentation characteristics and digestibility, and for the optimal replacement level of roughage with FMBR.
3. An optimum feeding period of FMBR and replacement level of rice straw with FMBR were determined through the feeding trial with Hanwoo steers. It was determined that an optimum period of FMBR feeding was late growing(11 month of age) to early finishing stages(18 month of age) and replacement level of rice straw with could be 20 to 40% on a DM basis depending on the growing stage.
4. Carcass characteristics examined at the age of 27 month were not influenced by the replacement feeding of FMBR.
5. Feeding program of FMBR to Hanwoo steers was established.

제 3 장 계분발효사료를 이용한 한우육 생산

제 1 절 서 론

1. 연구개발의 목적과 중요성

우리나라는 사료자원이 부족하여 가축에게 급여하는 총 사료량의 75% 이상, 사료 곡물의 경우 95% 이상을 외국 수입에 의존하고 있고, 더욱이 최근 환율 인상으로 인해 국제 사료 곡물 가의 급격한 상승으로 어려움은 한층 가중되고 있다. 따라서 UR 협상 타결에 따른 축산물 전면 수입 개방에 대처하여 국내에서 생산되는 축산물의 국제 경쟁력을 고취시키기 위해서는 축산물 생산비의 대부분을 차지하는 사료비를 획기적으로 절감시키는 것이 긴급하며 이를 위해서는 값싼 부존 사료 자원의 자체 개발은 매우 시급한 사안이다.

이에 대한 가장 실현가능한 대안중의 하나는 유기성 폐기물의 가축 사료화이다. 일반적으로 유기성 폐기물은 산업폐기물과 달리 중금속의 오염이 거의 없고 유기영양소의 함량이 많아 가축사료로서의 이용가능성이 매우 높다. 우리 나라에서는 80년대에 이미 KAIST에서 난계분을 가성소다 처리한 벚짚, 밀기울 등과 혼합하여 혐기 발효시켜 계분-벚짚 발효사료란 품명으로 개발한 적이 있으나, 농장 현장에서 직접 이용하기에는 공정이 비교적 복잡하고 노동인력이 많이 소요되는 단점으로 인해 현재 보급이 안되고 있고, 이의 개량 연구 또한 전혀 없는 실정이다. 이때 육계분을 이용하면 난계분 취급시의 단점을 상당 부분 보완할 수 있는데, 육계분은 농가에서 배출될 때 왕겨 또는 벚짚 등의 깔개(수분흡수제), 일부 사료 등이 섞여있기 때문에 함수율이 난계분 보다 낮아 취급이 용이하고, 자체 영양성분들이 균형을 이루고 있어 육계분 단독으로도 바람직한 혐기 발효가 가능하다는 결정적인 장점이 있다.

또한 외국의 경우, 육계분 건조사료 또는 발효사료가 산업적으로 실용화 되어왔고, 전 세계적으로 미국, 유럽의 여러 나라, 이스라엘, 일본, 동남아시아 각국에서 생산비 절감을 위해 널리 이용되고 있다. 그러나 우리나라 육계분은 외국 것과 물성이 달라 즉 함수율이 매우 높아 단독으로는 효과적으로 발효될 수 없기 때문에 우리 실정에 맞는 독자적인 사료화 개발 노력이 필연적으로 요구되어왔다. 우리나라 육계분은 고 단백질, 고 광물질 조사료 원으로서의 특징이 있다. 단점으로는 낮은 에너지 가를

들 수 있는데 여기에 고 에너지의 제과폐기물(일명 ‘빵가루’)를 혼합하면 비육우용 TMR 사료로도 제조될 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 1차년도에는 한우 육성·비육 전용 육계분 주원료의 완전 사료(TMR)를 개발하고, 펠렛화하여 이의 품질을 확인하고, 2차년도에는 대규모의 TMR 사료를 제조하고, 개발 사료의 면양에의 대사 실험과 한우에의 사양 실험을 실시하여 TMR 사료 영양소의 체내 활용성을 추적, 평가하고, 한우 생산성과 경제적 효과를 확인하고, 생산된 고기의 등급을 평가하고자 한다. 개발된 기술들은 궁극적으로 지역사회의 한우단지들에 우선적으로 적용, 보급시킴으로서 육우 생산에 소요되는 사료비용을 현재의 2/3 - 1/3 수준으로 절감시키면서 동물생산성과 한우육의 품질은 최소한 현재 수준을 유지할 수 있도록 하여 우리나라의 한우 생산단지의 대외 경쟁력을 더 한층 강화하고자 함에 본 연구의 궁극적 목적이 있다.

2. 연구개발의 내용 및 범위

가. 1차년도 연구(TMR 사료 시험 제조) 내용 및 범위

1) 육계분과 맥아근(malt sprout) 혼합물의 small-silo study

(목표: 효과 확인 및 경제적 혼합 수준 도출)

- 방법 : 첨가 수준 달리하여 1개월 정도 발효
- 분석 : 물리화학적 성분(DM, OM, CP, NPN, true protein, ADFCP, NDF, ADF, hemicellulose, ash, pH 등)

2) 육계분 혼합물(TMR 또는 단미사료)의 퇴적발효 처리

(목표: TMR사료 생산의 현장 규모 simulation)

- 처리 1 : 맥아근 첨가한 육계분발효사료 제조
- 처리 2 : 빵가루 첨가한 육계분발효 TMR사료 제조
- 방법 : 가로, 세로, 높이 1 x 1 x 1.2 m의 칸막이 6개 이용. 발효기간은 1개월.
- 분석 : small-silo study와 동일

3) 소규모 pelleting 실험

(목표: pelleting 통한 사료 가치 증진)

- 장소 : 건국대학교 실습농장 또는 안성 소재 사료 공장
- 분석 : 상기 2개 처리물의 pelleting 후의 특성 분석

나. 2차년도 연구(TMR 사료 대량 생산 및 동물 실험) 내용 및 범위

1) 육계분과 빵가루를 이용한 TMR 사료 대량 제조

(목표 : 경제적이고도 위생적인 TMR 사료 대량 생산 및 영양적 가치 확인)

- 방법 : 육계분과 빵가루의 TDN이 함량 69%(한우육성우용)가 되도록 혼합 후 1 개월 정도 발효
- 분석 : 발효온도 변화, 영양 성분(DM, OM, CP, NPN, true protein, ADF-CP, NDF, ADF, hemicellulose, ash 등)

2) 면양 대사실험 통한 TMR 사료 영양소의 체내 활용성 평가

(목표 : 면양 대사 시험 통한 개발된 빵가루 혼합 육계분 TMR 사료의 체내 활용성 추적 평가)

- 방법 : 대사 케이지에 적응한 면양 3두를 이용한 Latin square design(3시행)
- 분석 : 사료 영양소의 소화율, 반추위 정상 및 체 N balance내분석, 반추행위 video 촬영

3) 한우 사양시험 통한 배합사료-볏짚 대체 가능성, 생산성 및 경제성 확인

(목표 : 빵가루 혼합 육계분 TMR 사료의 한우 배합사료 100%, 볏짚 73% 대체 가능성 검증)

- 방법 : 거세 한우 20두 이용하여 개발된 육계분 발효사료로 배합사료를 100% 및 볏짚 73% 대체
- 분석 : 사료섭취량, 증체율, 사료효율, 건강성, 경제성분석

제 2 절 국내외 기술개발 현황

1. 국내 기술 현황

년대	연구팀	사료화 연구	비 고
'70년대	서울대 농대	계분의 인공열 건조 공법 연구	경제성 문제로 대규모 공장에서만 가능하며 한국 실정엔 부적합, 공정 중 영양소 과다 손실
'80년대	KAIST	난계분-볏짚-밀기울 혐기성발효 공법	공정상의 복잡성, 노동력 과다 소요, 위생적 사양관리 부재, 실용성 의 한계로 부적합
'90년	본 연구팀	육계분 단독 혐기성 위생발효 공법 개발 <Biohull사료 고부가 가치화 연구> -육계분 주원료의 축종별 농축사료 및 완전 사료 개 발 -육계분 단독 호기성 발효 공법 연구	공정의 단순함, 경제성 有, 농장 현 장에 이미 적용 농장현장, TMR사료회사 등에서 주 사료 원으로 이용 가능 일반 사료공장(TMR, 배합사료)에서 단미 사료로 이용 가능 (난계분에도 이용 가능)
2000년대	본 연구팀	육계분-빵가루 주원료의 TMR사료 개발	일반 농장에서 사료비 절감 차원에 서 이용 가능 일반 비육우용 TMR 사료 공장에서 이용 가능

2. 국외 기술 현황

년도	연구 내용	비 고
(미국) '70년대	계분의 열처리, 각종 화학제, 압력살균법 등을 통한 완전살균, 멸균처리 개발 및 영양적 활용성 연구.	공법의 경제성 문제로 실용화 실패.
	계분의 혐기성발효 처리공법 개발 및 영양적 활용성 연구	농장 현장에서 응용.
'70-80년대	축산폐기물의 잔류 가능한 유해성 물질의 안전성 검토.	가공 처리된 축산폐기물 사료는 건강에 '안전'
	미국 캘리포니아지방에서 열처리된 축산폐기물 사료의 대규모 산업화 시행.	열처리공법은 한국에서는 비경제적임.
'82년	축산폐기물 사료화의 법적 허용(미국).	병원성미생물 사멸, 잔류된 항생물질 고려 조건.
'80-'90년대	육계분의 호기성발효 공법 연구	본 연구원이 Virginia Tech에서 연구.
(이스라엘) '90년대	계분을 발효 건조시켜 TMR사료공장에서 직접 단미사료로 이용	보급율 높음
(일본) '90년대	혐기성발효 공법을 이용한 계분의 비육우사료화	농장 현장에서 이용

제 3 절 경제적이고도 위생적인 계분발효 TMR사료 생산에 관한 연구

1. 서 설

TMR(total mixed ration)이란 개념은 농후사료와 조사료를 합쳐서 함께 급여한다는 뜻의 단어로서 소위 사람 식단의 비빔밥과 같은 것이다. 즉 소가 한입 배어 떠는 사료 분량의 영양소 조성이 매우 균형 있기 때문에 이상적인 소의 능력을 발휘하게 할 수 있다는 이론이다. 80년대에 TMR이 미국의 낙농업에서 시작하였다면 이것을 가장 잘 이용하는 나라는 이스라엘이다. 우리나라에서도 TMR은 낙농가에 많이 보급되어져 있으나 육우용은 드물다. TMR의 가장 큰 장점은 지역의 값싼 부산 사료 자원(유기성 폐기물)을 recycle 한다는데 있을 것이다. 모든 축종들 중에서 부산물 또는 폐기물을 사료로 가장 잘 활용할 수 있는 것으로는 젖소보다는 육우가 으뜸일 것이다. 왜냐 하면 육우는 도살 전에 휴급 기간을 둘 수 있기 때문에 잔류물질이 잔존할 수 있는 부산물 또는 폐기물들을 최대한 사료로 이용할 수 있기 때문이다. 이런 맥락에서 보면 부산물 또는 폐기물을 최대한 활용하여 만든 값싼 TMR 사료의 개발 이용은 기존의 육우용 배합사료-볏짚 급여 체계를 대체할 수 있는, 영양학적으로나 경제적으로도 충분한 가치가 있는 시도인 것이다.

따라서 본 연구에서는 부산물 또는 폐기물, 즉 발효 육계분과 제과폐기물(일명 '빵가루')을 이용하여 값싼 한우용 TMR(완전사료)을 개발하고자 하였다.

2. 육계분과 맥아근 혼합물의 발효 연구

가. 연구 목표

육계분에의 발효 촉진제로서 맥아근을 혼합할 때 맥아근의 적정 혼합 수준 도출

나. 연구 내용 및 방법

◇ 실험 1. 육계분과 맥아근 혼합물의 small-silo study

1) 발효 사료 제조

육계분을 직경 1cm의 체로 screening하여 덩어리를 제거한 다음 맥아근(barley malt sprouts, BMS)을 0%(100% BL구), 2.5%(97.5% BL-2.5% BMS구), 5%(95% BL-5% BMS구), 7.5%(92.5% BL-7.5% BMS구), 10%(90% BL-10% BMS구) 수준(건물 기준)에서 혼합기를 이용하여 철저히 혼합하여 두 겹의 비닐로 채워진 2kg 들이 용기 내에 밀봉하여 한 달간 혐기 발효시켰다. 처리구 당 반복 수는 5였다.

2) 시료 채취 및 화학 분석

시료는 발효 전과 후에 5반복으로 채취하였으며, 발효 후 발효물의 외관을 관찰 기록한 다음, 시료는 용기 개봉 시 발효물 중앙 부위에서 채취하여 비닐 백에 밀봉한 후 바로 -20°C 냉동고에 보관하였다. 발효 전과 후의 발효물 중량을 측정하였다. 시료는 분석을 위하여 냉장고에서 녹인 다음, 건물은 60°C 건조 oven에서 48시간 건조한 후 측정하였고, 조단백질(crude protein, CP), 조지방, 조회분은 AOAC (1990) 방법에 따라 분석하였다. 특히 CP는 발효물의 풍건 상태에서 분석한 다음 건물 수치로 보정하여 계산하였다. Neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber(ADF)는 Van Soest 등(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 순단백질은 5% trichloroacetic acid 용액에서 침전되는 양으로, non-protein N(NPN)은 조단백질에서 순단백질을 뺀 양으로 구하였다. 발효 성상의 지표로서 pH는 pH meter(HI 9321, Hanna Instrument, Portugal) 상에서 측정하였다.

3) 통계 분석

모든 통계 분석은 Statistix (1996)를 이용하여 실시하였다. General Linear Model을 이용한 one way analysis of variance를 실시하였고, 100% 육계분 (BL)구의 발효 전과 후의 평균간 비교는 two sample t-test를 이용하였으며, 발효물 평균들간의 linear, quadratic, 또는 cubic trend를 보기 위해 polynomial contrasts를 실시하였다.

◇ 실험 2. 육계분-맥아근 혼합물의 퇴적 발효 실험

1) 발효 사료 제조

육계분을 채경 1cm 크기의 체를 이용하여 screening하면서 덩어리를 제거한 다음 맥아근을 0%(100% BL구), 5%(95% BL-5% BMS구), 10%(90% BL-10% BMS구) 수준(건물 기준)에서 혼합기를 이용하여 철저히 혼합하여 가로, 세로, 높이 1.0m x 1.0m x 1.2m 크기의 목재 시설물 3칸 내에 각각 1m 높이로 퇴적시켜 윗면은 개방된 상태로 1개월간 자연 발효시켰다.

2) 시료 채취 및 화학 분석

시료는 발효 전과 후에 6반복으로 채취하였으며, 발효 후 발효물의 외관을 관찰 기록한 다음, 시료는 퇴적물 중앙 부위 6곳에서 채취하여 비닐 백에 밀봉한 후 바로 -20℃ 냉동고에 보관하였다. 시료는 분석을 위하여 냉장고에서 녹인 다음, 건물은 60℃ 건조 oven에서 48시간 건조한 후 측정하였고, CP, 조지방, 조회분은 AOAC(1990) 방법에 따라 분석하였다. 특히 CP는 발효물의 풍건 상태에서 분석한 다음 건물 수치로 보정해 주었다. NDF, ADF는 Van Soest 등(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 순단백질은 5% trichloroacetic acid 용액에서 침전되는 양으로, NPN은 조단백질에서 순단백질을 뺀 양으로 구하였다. 발효 성상의 지표로서 pH는 pH meter(HI 9321, Hanna Instrument, Portugal) 상에서 측정하였다. Lactic acid는 Barker와 Summerson (1941)의 방법에 따라 UV spectrophotometer(UV 1201, Shimadzu, Japan) 상에서 측정하였다. Butyric acid는 Erwin 등(1961)의 방법에 따라 gas chromatograph(DS 6200, Donam System Inc., Korea) 상에서 분석하였다.

3) 통계 분석

모든 통계 분석은 Statistix(1996)에 의해 분석되었다. General Linear Model을 이용한 one way analysis of variance를 실시하였고, 퇴적 발효 전과 후의 평균값 비교 시 General Contrast를 이용한 scheffe's F test를 실시하였다. 퇴적 발효 전 또는 후의 혼합물 평균들간의 linear, quadratic, 또는 cubic trend를 보기 위해 Polynomial Contrasts를 실시하였다.

다. 연구 결과

1) 육계분과 맥아근 혼합물의 small-silo study

가) 일반적 특성

발효사료 제조에 이용된 육계분과 맥아근의 화학적 성분은 Table 1-1에 제시되어 있다. 육계분의 함수율은 31% 정도였고, 조회분은 매우 높은 편이었는데 이는 흙에 의한 오염이 많음을 의미한다. 전반적인 영양적 특성상 육계분은 중 단백질, 고 광물질의 조사료 원에 속하였다. 맥주 제조 과정에서 부산물로 배출되는 맥아근은 부피가 크고, 단백질 함량이 매우 높고, 섬유소 함량이 매우 높은 편이었다.

Table 1-1 . Chemical composition of feed ingredients¹

Item	Broiler litter	Barley malt sprouts
	----- %-----	
Dry matter	68.7	95.2
Organic matter	66.5	93.2
Ether extract	0.7	0.5
Crude protein	16.1	33.5
True protein	33.9	52.0
NPN	66.1	48.3
ADF-CP	16.8	13.9
Neutral detergent fiber	49.6	70.9
Acid detergent fiber	31.9	27.1
Hemicellulose	17.7	43.8
Crude ash	33.5	6.8
pH	8.8	6.1

¹On dry matter basis.

발효물을 개봉하였을 때, 모든 처리구들의 표면에는 곰팡이가 없었고, 발효 내용물에서 분취가 사라졌다. 100% BL구는 암모니아 취가 낮으며, 휘발성 지방산 특유의 발효 취가 약간 낮다. 색깔은 전체적으로 진한 갈색을 보였으며, 내용물 중 왕겨의 색깔은 최초의 노란색에서 갈색으로 변하였다. 97.5% BL-2.5% BMS구는 암모니아 취가 100% BL구보다 덜 낮으며, 혼합된 맥아근은 노란색을 띄었다. 95% BL-5% BMS구는 맥아근 특유의 냄새가 낮다. 이는 콩나물 뿌리 냄새와 비슷하였다. 이 후 맥아근 혼합량이 늘어날수록(92.5% BL-7.5% BMS구, 90% BL-10% BMS구) 전체적으로 색깔은 진한 갈색에서 갈색으로 변하였고, 암모니아 취는 감소하였으며, 맥아근 특유의 냄새와 발효 취가 증가하였다.

중량 감소는 발효에 의한 영양소 손실을 의미하는 바, 발효 전과 발효 후의 발효물 중량을 측정된 결과, 100% BL구는 0.96%, 97.5% BL-2.5% BMS구는 0.96%, 95% BL-5% BMS구는 1.01%, 92.5% BL-7.5% BMS구는 1.11%, 90% BL-10% BMS구는 1.15% 감소한 것으로 나타났다(Table 미제시). 맥아근 첨가량이 증가함에 따라 중량 감소치는 매우 낮은 수치이나마 증가한 것으로 나타났다.

나) 혐기 발효에 따른 발효물의 화학적 성분 변화

혐기 발효에 따른 발효물의 화학적 성분 변화는 Table 1-2에 제시되어져 있다. 전체적으로 발효물의 함수율은 평균 약 30% 수준, CP 함량은 17 - 18%, NPN은 총 CP의 약 2/3 수준, ADF-CP는 CP의 12 - 16%, 중성세제불용성 섬유소는 약 50%, 조회분은 31% 정도의 수준을 보였다.

100% BL구의 발효 전과 비교해서 발효 후에는 건물, 유기물, CP, 조지방, 섬유소(ADF, NDF), 조회분 등의 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 순단백질 : NPN 비율은 증가하였고($P < 0.01$), ADF-CP는 감소하였으며($P < 0.005$), pH 또한 감소하였다($P < 0.001$). pH의 감소는 약간의 혐기적 발효가 진행되었음을 의미하나 혐기 발효 과정에서 발생하는 약알칼리성 암모니아의 영향을 받아 pH 감소 폭은 매우 낮게 나타났다.

발효물들의 경우, 육계분에 맥아근 혼합 수준이 증가함에 따라 전반적으로 건물, 유기물, CP, 순단백질, NPN, ADF-CP, 조지방, 섬유소, 조회분 성분들에 유의적 영향을 미쳤다($P < 0.05$). Polynomial contrast를 통한 trend를 분석한 바, 건물($P < 0.0001$), CP($P < 0.0001$), 순단백질($P < 0.0001$), ADF-CP($P < 0.0001$), 조지방($P < 0.05$), ADF($P < 0.0001$), 조회분($P < 0.001$), pH($P < 0.05$) 등에 있어서 linear trend를 보였다. 즉 맥아근

혼합량이 증가함에 따라 건물, CP, 순단백질, 조지방 함량은 직선으로 증가하였고, ADF-CP, ADF, 조회분, pH 등은 직선으로 감소하였다. 화학적 특성은 육계분에 맥아근 혼합량이 증가함에 따라 보다 양호하게 변하였다. 특히 조지방은 육계분보다 맥아근이 낮았으나(Table 1-1), 혐기 발효와 함께 맥아근 첨가구들의 조지방 함량이 100% BL구 보다 증가한 것으로 보아서(Table 1-2) 알코올의 생성량이 혐기 발효에 의해 늘어난 것으로 추정되었다. 또한 pH 감소 폭은 처리에 따라 매우 낮게 나타났다.

Table 1-2 . Changes in chemical composition between before and after ensiling of broiler litter with or without barley malt sprouts^{1,2}

	Before ensiling		After ensiling				SE
	100%BL	100%BL	97.5%BL	95%BL	92.5%BL	90%BL	
	----- % -----						
Dry matter	69.1	68.1	68.6	68.9	69.4	71.0	0.3 ^b
Organic matter	67.3	69.1	64.7	69.3	68.9	68.4	1.0
Crude protein	16.4	16.7	16.9	17.7	18.2	17.8	0.2 ^b
True protein	36.5	32.7	31.7	34.5	36.0	37.6	1.2 ^{ab}
NPN	63.5	67.3	68.3	65.5	64.0	62.4	1.2 ^{a,b}
ADF-CP	17.7	16.1	14.9	13.6	12.2	13.5	0.6 ^{a,b}
Ether extract	1.2	1.0	1.4	1.1	1.6	1.2	0.1 ^b
Neutral detergent fiber	50.0	50.9	49.8	51.3	48.4	49.4	1.1
Acid detergent fiber	33.8	36.0	33.7	36.1	31.6	31.2	1.1 ^b
Crude ash	34.2	32.8	32.9	31.6	30.3	31.3	1.0 ^b
pH	8.8	8.0	8.1	7.9	7.8	7.9	0.1 ^{a,b}

¹Least square means, n = 5.

²On dry matter basis.

^aBefore differs from after ensiling 100% BL (P<0.01).

^bAmong ensiled materials, polynomial contrasts showed a linear trend (P<0.05).

2) 육계분-맥아근 혼합물의 퇴적발효 연구

가) 온도 변화

퇴적물의 온도 변화는 Figure 1-1에 나타나 있다. 100% BL구는 퇴적 발효 3일째에 56℃로, 95% BL-5% BMS구와 90% BL-10% BMS구는 4일째에 각각 70℃와 68℃로 최고에 달한 다음 이 후 5일 동안 급격히, 나머지 기간 동안은 서서히 온도가 떨어졌다. 초반 퇴적물의 급격한 온도 하락은 추운 겨울철의 낮은 환경온도(-10℃에서 10℃ 수준)에 의하여 퇴적물 높은 내부 온도가 쉬 식어지는 것으로 나타났다. 퇴적물의 위생성 확보를 위해 50℃ 이상의 고온에서 유지되는 일수가 길수록 바람직하나 그렇지 못하였다. 육계분에 맥아근을 혼합함에 따라 퇴적물 내부 온도는 더 높아지는 경향이 있었고, 맥아근 혼합구들 간의 온도 변화는 비슷한 편이었다. 전반적으로 퇴적물 내부 온도는 발효 19일째부터 환경온도에 근접하여 안정화되는 경향이였다

나) 퇴적 발효에 따른 발효물의 화학적 성분 변화

퇴적 발효에 따른 발효물의 화학적 성분 변화는 Table 1-3에 제시되어져 있다. 전반적으로 퇴적 발효물은 영양적 특성상 중 단백질(고NPN), 고 광물질 조사료 원에 속하였다. 퇴적 발효 전과 비교해서 발효 후에는 수분 증발로 인해 건물이 증가하였고 ($P<0.0001$), ADF-CP 또한 고온의 발효열에 의해 증가하였다($P<0.0001$). CP는 예상되는 생성 암모니아의 손실로 인해 1 - 2% 범위 내에서 감소하였다($P<0.0001$), pH 또한 0.2 - 0.6 범위 내에서 감소하였으나 ($P<0.0001$) 여전히 높은 수준이었다.

퇴적 처리 전에 육계분에 맥아근을 5% 또는 10% 첨가함에 따라서 건물 ($P<0.001$), 유기물($P<0.005$), CP($P<0.0001$), NDF($P<0.0001$) 등은 직선으로 증가하는 추세(trend)를 보였고, ADF-CP($P<0.001$), 조지방($P<0.005$), 조회분($P<0.001$) 등은 직선으로 감소하는 추세를 보였다. 이는 육계분과 비교해서 맥아근의 건물, 유기물, CP, NDF 등의 함량이 높고, ADF-CP, 조지방, 조회분 등의 함량이 낮은 사실에 연유하였다(Table 1-1). 퇴적 발효 후의 발효물도 맥아근의 첨가량을 높여줌에 따라 유기물 ($P<0.01$), CP($P<0.0001$), NDF($P<0.005$) 함량은 직선으로 증가하는 추세를 보였고, ADF-CP ($P<0.001$), 조지방($P<0.001$), 조회분($P<0.005$) 함량은 직선으로 감소하는 추세를 보였다. 즉 육계분에 맥아근을 혼합함에 따라 퇴적 발효물의 영양적 특성이 보다 양호해지는 것으로 나타났다.

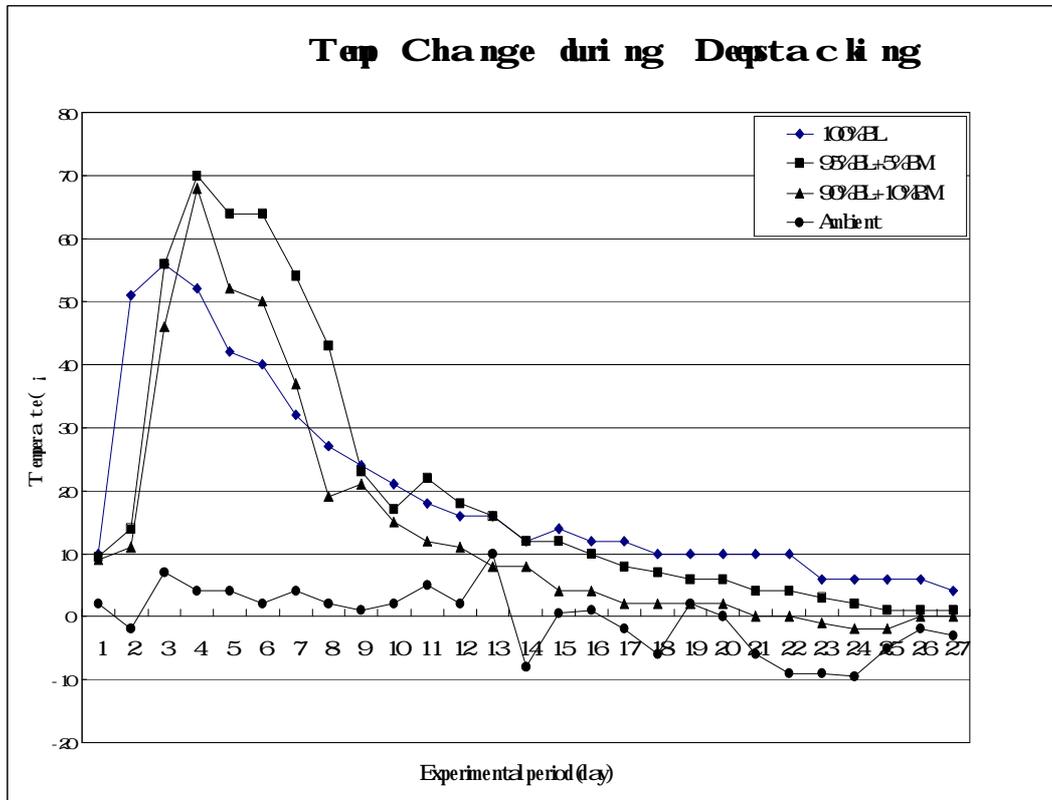


Figure 1-1. Temperature change during deepstacking.

Table 1-3. Changes in chemical composition between before and after despstacking of broiler litter with or without barley malt sprouts.¹

	Before ensiling		After ensiling				SE
	100%BL	100%BL	97.5%BL	95%BL	92.5%BL	90%BL	
	-----		%				-----
Dry matter	69.1	69.5	70.1	77.0	77.1	76.8	0.2 ^{a,b}
Organic matter	64.8	66.0	69.1	64.6	66.9	67.8	1.0 ^{b,c}
Crude protein	16.5	17.6	18.9	14.7	15.6	17.4	0.2 ^{a,b,c}
True protein	36.5	36.0	41.2	40.5	40.1	41.8	1.7
NPN	63.5	64.0	58.8	59.5	59.9	58.2	1.7
ADF-CP	16.1	14.7	14.0	21.1	20.2	17.3	0.7 ^{a,b,c}
Ether extract	1.4	1.2	0.9	1.2	0.7	0.5	0.2 ^{b,c}
Neutral detergent fiber	48.1	49.6	52.3	47.7	48.1	50.1	0.7 ^{b,c}
Acid detergent fiber	35.0	32.7	33.9	33.6	34.9	32.5	1.4
Crude ash	35.9	34.0	31.0	35.4	33.1	32.2	1.1 ^{b,c}
pH	8.7	8.6	8.5	8.2	8.3	8.3	0.1 ^a

¹Least square means, n = 6.

^aBefore ensiling differs from after ensiling (P<0.05).

^bAmong materials before deepstacking, polynomial contrasts showed a liner trend(P<0.01).

^cAmong deepstacks, polynomial contrasts showed a linear trend (P<0.01).

3. 육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 제조에 관한 연구

가. 연구 목표

육계분과 제과폐기물을 이용한 반추가축용 TMR 사료 시험 제조 및 영양성 평가

나. 연구 내용 및 방법

◇ 실험 1. 육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 제조

1) 사료 제조 및 시료 채취

Control구는 선별한 육계분을 100% 이용한 구이고, TMR 사료구는 선별 육계분과 빵가루의 비율을 2:1의 비율로 혼합하여 TDN을 69%(한우 육성우 기준)로 맞추었다. 전 실험에 의하면 퇴적물의 시료 변이도가 높은 관계로 양 퇴적물(1.0 x 1.0 x 1.2 m, 가로, 세로, 높이의 발효 시설물 이용)의 중앙에는 철저히 혼합한 적당량의 혼합물을 4개의 그물망에 넣어서 발효시킨 다음 1개월간의 발효 종료 시에 꺼내어 화학적 성분 및 발효 성상을 분석하여 발효 전과 후의 성상 차이를 비교하였다.

2) 온도 측정, 화학 분석 및 통계 분석

온도 측정을 위하여 퇴적물의 중앙부(표층 60 cm)와 상층부(표층 30 cm)에 thermocouples를 삽입하여 매일 2회 12:00, 23:00 시에 온도를 측정하였고, 마찬가지로 환경온도도 측정 기록하였다.

물리, 화학적 분석 항목은 건물, 유기물, 조단백질, true protein, NPN, ADF-CP, ADF, NDF, crude ash, pH 등이었다.

통계분석을 위하여 General linear model(SAS,1995)의 one-way ANOVA를 이용하였으며, 평균간 비교를 위하여 Tukey's multiple range test를 실시하였다.

◇ 실험 2. 육계분-빵가루 TMR 사료의 펠릿화 시도

1) 펠릿사료 제조 및 분석

TMR사료는 대구상공사의 펠릿기를 이용하여 10 mm의 die size를 통하여 성형하

였으며, 물리, 화학적 분석 항목은 건물, 유기물, 조단백질, true protein, NPN, ADF-CP, ADF, NDF, crude ash, pH 등이었다.

다. 연구 결과

1) 육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 제조

가) 원료의 화학적 성분

선별 육계분과 제과폐기물의 화학적 성분은 Table 1-4에 제시되어져 있다. 육계분은 고 단백질, 고 광물질 조사료 원에 속하였고, 상대적으로 제과폐기물은 영양적 성분상 저 단백질 에너지사료 원에 속하였다. 영양적 가치 비교를 해보면 이들 두 사료 원료들은 완전사료 제조를 위한 매우 좋은 조화를 이룬다고 판단된다.

나) 온도 변화와 물리적 성상

퇴적물의 발효 온도와 환경온도에 대한 변화는 Figure 1-2와 1-3에 나타나 있다. 육계분 단일 퇴적물의 퇴적발효에 따른 온도 변화에 있어서 발효 개시 시에 온도는 급격히 상승하여 3일째에 최고온도 60°C에 달한 다음 이 후에는 서서히 하락하였다. 중앙부보다는 상층부의 온도가 더 높은 최고 온도를 보였다. 그리고 공정 20일 이후부터 퇴적물 내부온도는 환경온도와 비슷하게 떨어져 충분히 안정화된 것으로 판단되었다.

TMR사료 퇴적물은 육계분 단독 시보다도 최고 온도에 도달하는 시간이 느려서 발효 개시 후 4-5일째에 최고온도(55°C 정도)에 달한 다음 이 후 서서히 떨어지다가, 14일째에 다시 최고 온도에 도달하여 이 상태를 계속 유지하는 양상을 보였다. 두 번의 2차 곡선을 보인다는 공정 중간 시기에 바람의 영향으로 내부온도가 다시 상승한 것으로 추정되었다. 두 처리구를 비교해보면 50°C 이상의 고온을 유지하는 기간은 TMR 사료구에서 더 길었다. 이것은 사료의 위생성과 밀접한 관계가 있는 바람직한 현상으로 판단되었다.

육계분 단일 발효물은 발효 후에 표면에서 곰팡이는 전혀 관찰되지 않았으나, 제과폐기물과의 혼합 발효물은 사방 공기와 접하는 표면 12cm 깊이까지는 곰팡이가 하얗게 핀 것으로 관찰되었고, 퇴적물의 중앙부로 갈수록 곰팡이는 관찰되지 않았다. 이와 같은 결과는 퇴적 시 비닐로 덮어주어 공기와의 접촉을 최대한 줄이는 조치가 필요한 것으로 사료되었다.

Table 1-4. Chemical composition of broiler litter and bakery waste^{1,2}

	Broiler litter	Barley waste
	----- %-----	
Dry matter	67.4	90.8
Organic matter	75.0	98.1
Crude protein	19.1	7.9
True protein	41.2	69.7
NPN	58.8	30.3
ADF-CP	15.3	-
Acid detergent fiber	38.6	3.1
Neutral detergent fiber	56.7	2.3
Crude ash	25.4	1.9

¹Means of 2 observations.

²On dry matter basis.

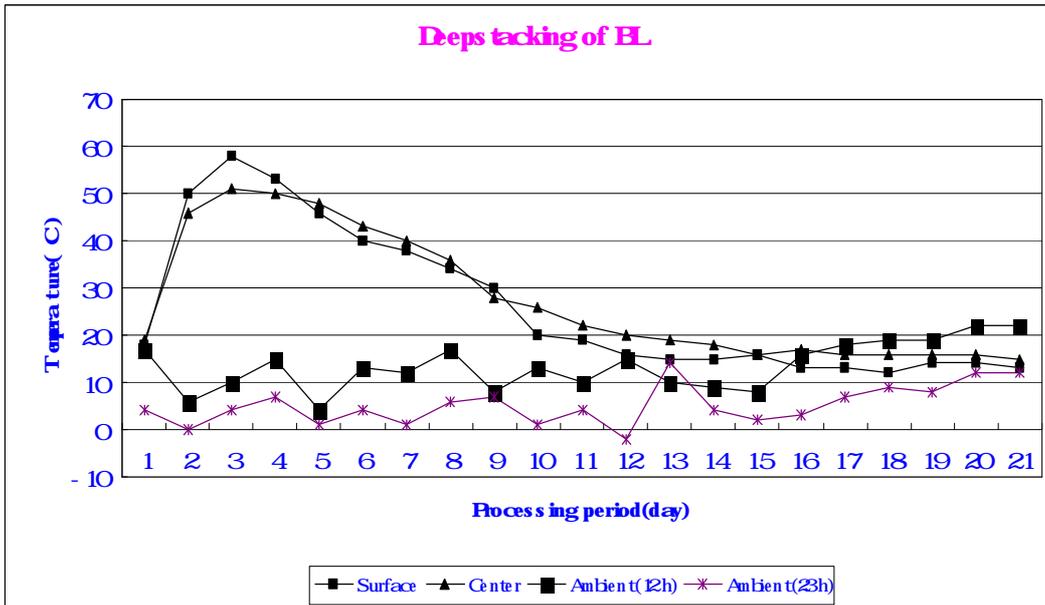


Figure 1-2. Temperature change during the deepstacking of broiler litter.

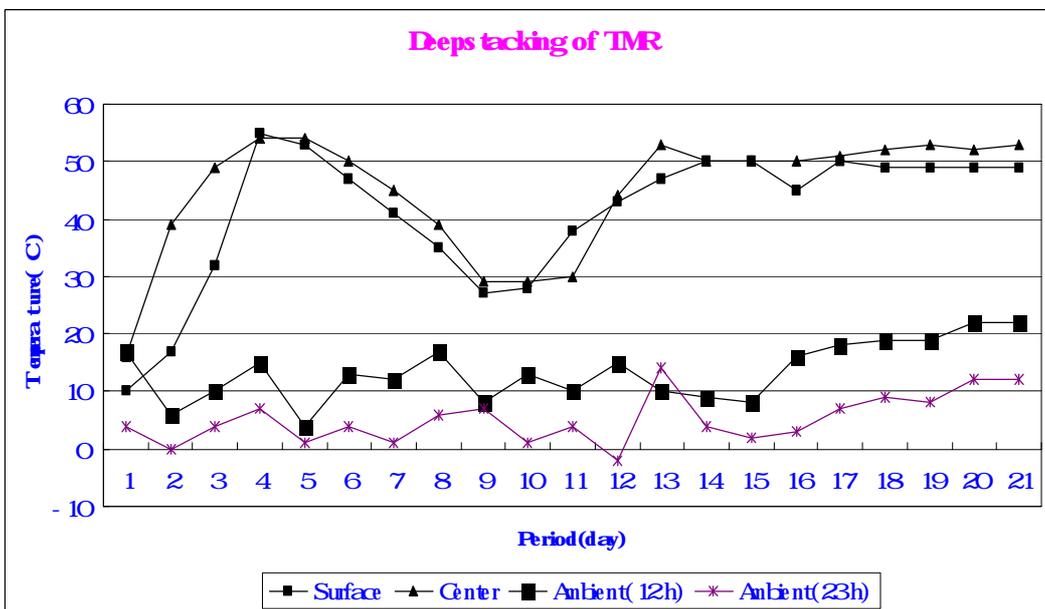


Figure 1-3. Temperature change during the deepstacking of the mixture (Total mixed ration) of broiler litter and bakery waste.

다) 물리, 화학적 성분 변화

육계분 단일 발효 시 발효는 건물, 조단백질, ADF-CP 함량에 영향을 미쳤다 (P<0.05)(Table 1-5). 특히 건물은 10% 이상 증가하였으며, 조단백질은 2.4% 정도 감소하였고, ADF-CP는 4.6%정도 공정 중 고열로 인하여 증가하였다. TMR 혼합물의 퇴적발효는 건물, true protein:NPN, ADF-CP, pH 등에 영향을 미쳤고(P<0.05), 유기물, 조단백질, 섬유소, 조회분 등의 함량에는 영향을 미치지 않았다. 건물은 약 5% 증가하였고, 조단백질 성분 중 true protein의 성분비는 줄고, NPN 성분은 늘어났다. 또한 공정 중 고열로 인하여 ADF-CP 함량은 2.7% 증가하였다.

육계분에 제과폐기물을 혼합함에 따라 최종 TMR 사료는 육계분 단일 발효물과 비교해서(Figure 1-4) 건물이 4.2% 증가하였고(P<0.05), 유기물은 약 10% 증가하였고(P<0.05), 조단백질은 한우 육성우에 적절한 15% 정도의 수준과 유사하게 낮아졌으며, 섬유소 성분에 있어서도 NDF는 적정 수준에 근접하게 충분히 낮아졌고(P<0.05), 조회분 함량도 10% 이상 감소하였는 등의 매우 바람직한 영양적 가치를 보여주었다.

Table 1-5. Changes in chemical composition between before and after deepstacking of broiler liter(BL) alone or with bakery waste(BW)^{1,2}

	BL		BL + BW		SE
	Before	After	Before	After	
-----%-----					
Dry matter	64.4 ^a	74.7 ^b	74.2 ^b	78.9 ^c	1.1
Organic matter	75.5 ^a	74.6 ^a	84.8 ^b	85.0 ^b	1.2
Crude protein	19.8 ^a	17.4 ^b	14.0 ^c	14.8 ^c	0.4
True protein	42.0 ^a	41.8 ^a	51.5 ^b	43.9 ^a	2.2
NPN	58.0 ^a	58.2 ^a	48.5 ^b	56.1 ^a	2.2
ADF-CP	13.4 ^a	18.0 ^b	11.6 ^c	14.3 ^a	0.6
Neutral detergent fiber	57.1 ^a	56.8 ^a	32.8 ^b	31.8 ^b	1.2
Acid detergent fiber	40.5 ^a	41.2 ^a	23.3 ^b	24.1 ^b	0.8
Crude ash	24.5 ^a	25.4 ^a	15.2 ^b	15.0 ^b	1.2
pH	8.6 ^a	8.6 ^a	8.1 ^b	5.8 ^c	0.1

¹Least squares means, n=4.

²On dry matter basis.

^{a,b,c,d}Means with different superscript within the same row differ(P<0.05).

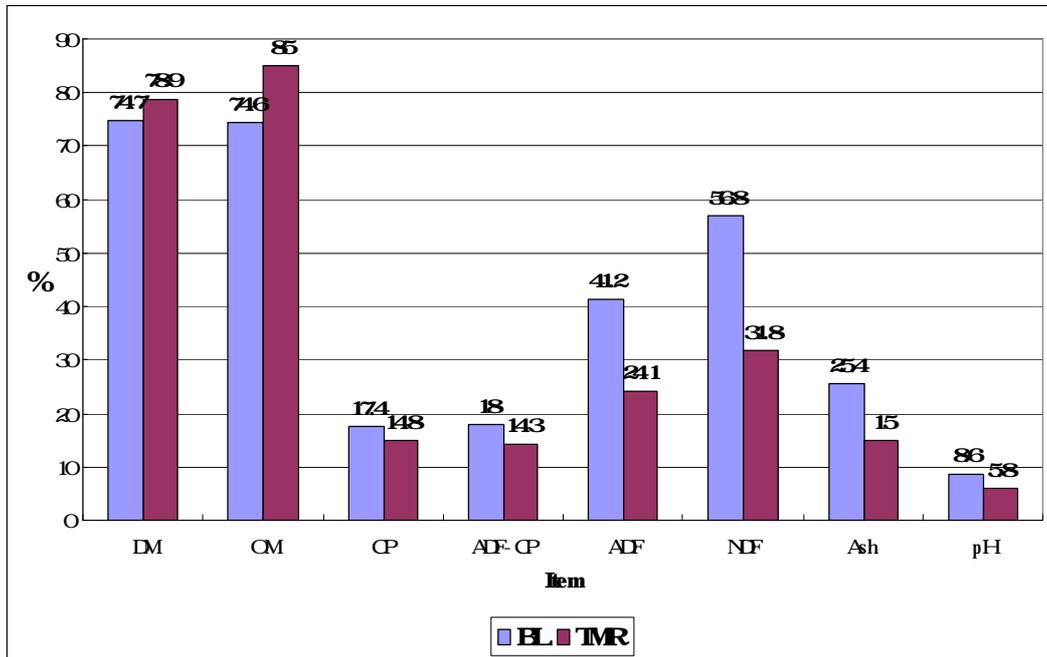


Figure 1-4. Difference in chemical composition of deepstacked broiler litter and TMR (BL=broiler litter, TMR=total mixed ration).

2) 육계분-제과폐기물 TMR 사료의 펠릿화 시도

TMR 사료의 펠릿 전과 후의 형상은 photograph 1과 2에 제시되어져 있다. 제조된 TMR사료를 펠릿화 함에 따라 강도는 육안으로도 충분한 강도를 가지는 것으로 확인되었다. 일반적으로 육계분 단일 발효물의 성형은 자체의 고 섬유성의 물리적 특성 때문에 성형되기가 매우 힘들고, 성형이 되었다하더라도 불량 펠릿이 많이 생성되나, 본 실험에서의 육계분에는 제과폐기물이 성형촉진제의 역할을 하여 보다 쉽게 성형이 이루어질 수 있었다. 특히 제과폐기물내의 지방은 성형을 용이하게 한 것으로 판단되었다. 펠릿을 함에 따라 고열로 인해 함수율은 배합사료의 수준으로 충분히 감소되었다(Table 1-6). 펠릿 공정 중의 화학적 성분상의 변화는 Figure 1-5에 나타나 있다. 주된 성분상의 변화로는 고열에 의한 암모니아 손실로 인하여 NPN 성분이 감소하고, true protein 성분이 상대적으로 증가하였고, 마찬가지로 고열로 인하여

ADF-CP 함량이 증가하였으며, 또한 공정 중의 약간의 유기물 손실로 인하여 조회분 함량이 상대적으로 약간 증가하는 양상을 보여주었다. 일반적으로 성형은 흡수율 감소, 저장 용의, 물류비 절감 효과, 사료 분리 현상(segregation) 방지, 먼지로의 손실 예방 등의 좋은 효과를 보기 위해서 실시되나, 반추동물의 사료영양학적으로는 성형 함으로서 오히려 영양적 가치는 개선되는 않는 것으로 판단되었다.



Photograph 1. 육계분-제과폐기물 TMR 사료의 펠릿 전의 형상.



Photograph 2. 육계분-제과폐기물 TMR 사료의 펠릿 후의 형상.

Table 1-6. Chemical composition of TMR pellets^{1,2}

Item	TMR
	----- % -----
Dry matter	87.4
Organic matter	83.3
Crude protein	14.6
True protein	51.6
NPN	48.4
ADF-CP	22.6
Neutral detergent fiber	31.5
Acid detergent fiber	23.2
Hemicellulose	8.3
Crude ash	16.7

¹Means of 4 observations.

²On dry matter basis.

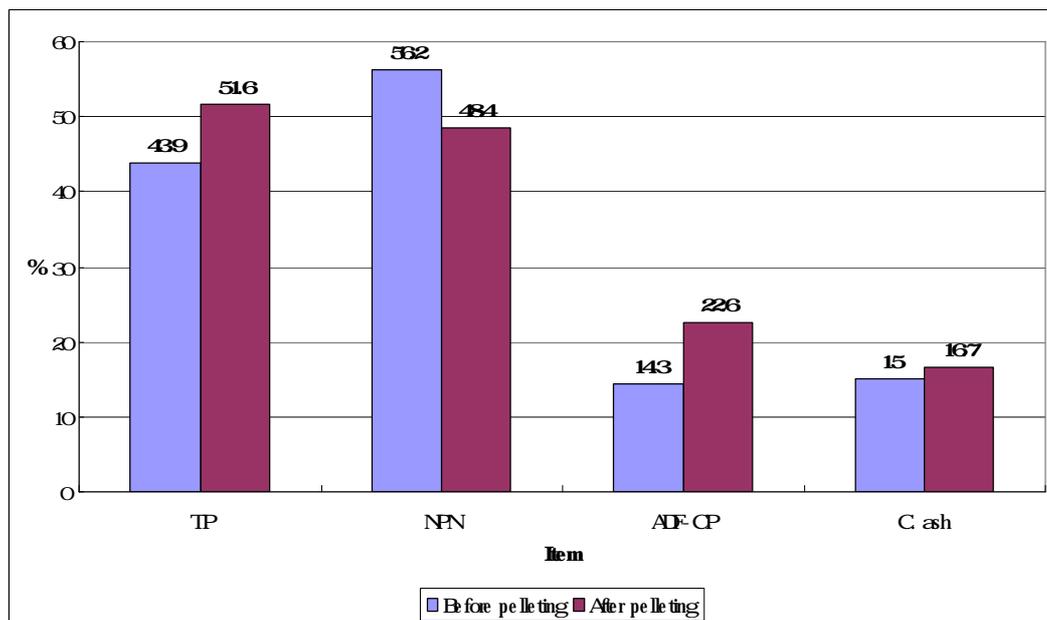


Figure 1-5. Major change in chemical composition of TMR by pelleting (TP=true protein NPN=non-protein N), ADF-CP=acid detergent fiber-crude protein, C. ash=crude ash).

4. 결과 적요

- 가. 육계분의 헝기 또는 퇴적 발효 시 맥아근의 첨가량이 증가함(0 - 10%)에 따라 발효물의 영양적 특성(건물, 유기물, 조단백질, 조지방, ADFCP 등)은 더 양호하여 졌다.
- 나. 육계분의 퇴적 발효 시 맥아근 첨가는 발효 최고 온도를 상승시키는 효과가 있었다.
- 다. 육계분-제과폐기물의 퇴적 발효 결과 공기 접촉 부위에 곰팡이가 발생하였으나, 비닐로 외부를 밀봉할 경우에 이 문제는 예방할 수 있을 것이다. 이와 같이 제조된 TMR 사료는 한우 육성우용으로서 양호한 화학적 조성(약 15% CP, 약 32% NDF)을 보여주었다.
- 라. 제조된 TMR 사료의 펠렛화는 제과폐기물(특히 지방 성분)이 성형 촉진제로 작용하여 성공적으로 이루어졌으며, 화학적 성분 중 NPN/true protein 비율은 감소시키나, ADFCP(비소화성 단백질) 성분은 증가시키는 효과가 있었다.

제 4 절 TMR사료 대량 제조, 면양 대사실험 및 한우 사양 실험 통한 사료적 가치 평가

1. 서 설

육계분은 영양적 특성 상 고단백질, 고 광물질 조사료 원에 속한다. 즉 에너지가 낮은 단점이 있다. 제과 공장에서 배출되는 제과폐기물(일명 ‘빵가루’)은 단백질과 광물질 함량은 낮으나, 반면에 전분 함량이 높은 고 에너지 농후사료 원에 속한다. 이들 두 부산물은 영양적으로 상호 보완적이기 때문에 함께 혼합하면 육우용 TMR(완전사료)로서 영양적으로나 경제적으로 충분한 가치가 산물이 된다.

상기 이론적인 배경을 가지고서 1차년도에 시도된 육계분-제과폐기물 혼합 TMR 사료 개발은 의미 있는 시도였다. 2차년도에는 1차년도 연구 결과를 바탕으로 현장 규모로 TMR 사료를 제조하고, 동물 급여 실험 전에 영양적 특성을 확인하고자

하였다. 그리고 TMR 사료 제조 시에는 다음과 같은 다양한 방법으로 시도되었다: 1) 두 사료의 혼합 후 퇴적 발효, 2) 혼합 후 혐기발효, 3) 퇴적 발효 육계분을 급여 시에 제과폐기물과 혼합. 이러한 다양한 방법들은 각기 장단점이 있어서 현장 여건에 따라서 융통성 있게 이용될 수 있을 것이다. 또한 본 연구에서는 제조된 TMR 사료를 면양에게 급여하여 체내 영양소 활용성을 추적 평가하고 그리고 한우 육성우에 급여하여 기존 사료들의 대체 효과를 구명하고자 하였다.

2. 실험용 TMR 사료 대량 제조에 관한 연구

가. 연구 목표

면양대사실험 및 한우사양실험을 위한 TMR 사료의 제조 및 영양적 성분 평가

나. 연구 내용 및 방법

1) 발효 사료 제조: 건국대학교 자연과학대학 부속 실습농장

가) 시행 1 : 퇴적 발효 공법을 이용한 TMR사료 제조

육계분을 채경 5cm 크기의 채를 이용하여 screening하면서 덩어리를 제거한 다음 육계분과 빵가루를 TDN 함량이 69%가(한우 육성우 기준) 되도록 혼합기를 이용하여 철저히 혼합한 후 콘크리트 시설물에 퇴적시켜 윗면은 개방한 상태로 2000년 11월 30일부터 2001년 1월 12일까지 45일간 자연 발효시켰다.

온도 측정을 위하여 퇴적물의 중앙 부위(바닥에서 50cm 높이), 중앙 우측 부위(중앙에서 우측으로 25cm), 중앙 좌측 부위(중앙에서 좌측으로 25cm), 중앙 하측 부위(중앙에서 하측 25cm 부위) 등 네 곳에 thermocouples를 꽂아서 온도를 측정, 기록하였다. 또한 외부 환경온도도 측정, 기록하였다.

TMR 퇴적 발효 전과 후의 시료 다섯 개씩을 채취하여 일반 조성분(DM, OM, EE, CP, true protein, NPN, ADFCP, NDF, ADF, hemicellulose, ash) 분석을 실시하였다(AOAC, 1990; Van Soest et al., 1991). 발효 후 탄 부분과 정상적인 부분의 시료를 채취하여 마찬가지로 일반 조성분 분석을 실시하였다.

나) 시행 2 : 혐기 발효 공법을 이용한 TMR사료 제조

2001년 1월 17일부터 2월7일까지 실시된 두 번째 시행에서는 육계분을 채경 5cm 크기의 체를 이용하여 screening하면서 덩어리를 제거한 다음 육계분과 빵가루를 TDN 함량이 69%가(한우 육성우 기준) 되도록 혼합기를 이용하여 철저히 혼합한 후 두 개의 500kg 들이 톤백 내의 두 겹의 비닐 내에 밀봉하여 21일 동안 혐기 발효시켰다.

온도 측정을 위하여 퇴적물의 중앙 부위(바닥에서 50cm 높이)에 thermocouples 를 꽂아서 온도를 측정하면서 또한 외부 환경온도도 측정, 기록하였다. 혐기 발효 전과 후의 시료는 4반복(톤백당 2반복)으로 채취하여 시행 1에서와 같이 일반 조성분 분석을 실시하였다.

다) 시행 3 : 육계분 단독 퇴적 발효 후 급여 시 TMR사료 제조

본 시행에서는 육계분을 제과폐기물과 혼합하지 않고 단독으로 퇴적 발효시킨 다음 급여 시에 제과폐기물과 혼합하여 TMR사료를 제조할 목적으로 실시하였다. 퇴적 발효는 상기 시행 1과 같은 방식으로 2회(시행 3-1과 3-2)에 걸쳐서 실시하였고, 실시 때마다 마찬가지로 환경 및 내부온도가 추적, 기록되었다.

시료는 발효 전과 후에 3반복으로 채취하였으며, 발효 후 발효물의 외관을 관찰 기록한 다음, 시료는 퇴적물 중앙 부위 3곳에서 채취하여 비닐 백에 밀봉한 후 바로 -20℃ 냉동고에 보관하였다. 시료는 분석을 위하여 냉장고에서 녹인 다음, 건물은 60℃ 건조 oven에서 48시간 건조한 후 측정하였고, CP, 조지방, 조회분은 AOAC(1990) 방법에 따라 분석하였다. 특히 CP는 발효물의 풍건 상태에서 분석한 다음 건물 수치로 보정하였다. NDF, ADF는 Van Soest 등(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 순단백질은 5% trichloroacetic acid 용액에서 침전되는 양으로, NPN은 조단백질에서 순단백질을 뺀 양으로 구하였다.

2) 통계 분석

모든 통계 분석은 Statistix(1996)에 의해 분석되었다. General Linear Model을 이용한 one way analysis of variance를 실시하였다. 발효 전과 후의 평균값 비교 시에는 studentized-t test를 이용하였다.

다. 연구 결과

1) 원료계분

충주시 일대의 육계 농가에서 수거된 육계분을 원료로 이용하였다. 사료 제조 시 수거된 육계분은 5cm×5cm의 채로 덩어리를 거른 후 약 한달 정도 퇴적발효를 한 후 TDN 함량이 69% 정도가 되도록 빵가루와 혼합하여 육계분 발효 TMR를 제조하여 각각 면양과 한우에게 급여하였다.

참고로 수거 현황을 열거하면 첫 번째 계분 수거는 제천소재 찬우물 양계장에서 수거하였다. 현재 육계분 수거 사항은 계절, 계사, 수거하는 사람에 따라 계분 비는 각각 다르다. 배출되는 육계분은 그냥 가져가지만 다시 수거업자가 육계사에 바닥에 깔개를 깔아주는 경우도 있다. 두 번째 사료 제조 시에는 충주시 가금면의 한 육계농장에서 수거하였고, 괴산면에서도 수거하였다. 여기에서도 흙의 오염을 최대한 예방하기 위해 로더의 날을 바닥에서 3~4cm를 띄워서 수거를 하였고, 물론 폐계(죽은 닭)는 현장에서 제거하였다.

원료 육계분을 수거 시 가장 중요한 것은 수분 상태이며, 닭 출하 후 얼마간의 시간을 두어서 육계분을 수거하는 것이 발효에도 좋은 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

본 실험실에서 1년간 이용된 육계분의 함수율을 분석했을 때 연중 15 - 37%의 분포를 보였으며, 여름에는 함수율이 낮았으며 겨울에는 반대로 함수율이 높았다(Figure 1). 이는 겨울에 추운 날씨의 낮은 온도로 인해 수분이 날아가지 않은 것으로 기인된다. 평균적으로 1월에 배출되는 육계분의 함수율이 가장 높고(건물이 가장 낮고), 8월에 배출되는 육계분의 함수율이 가장 낮았다(건물이 가장 높았다).

육계분 수거 시 살펴본 결과, 이용하기에 좋은 육계분은 계사에서 닭을 출하시킨 다음 1주일 이상 숙성을 시킨 계분이 가장 좋은 발효와 수분 상태를 보여준 것으로 나타났다. 육계분의 함수율은 바람직한 발효를 위한 중요한 factor로 작용하며, 특히 겨울철 육계분의 높은 함수율은 정상적인 발효를 억제하는 한 요인이 되기도 하기 때문에 유의하여야 할 것이다.

2) TMR 사료의 대량 제조

가) 시행 1 : 퇴적 발효 공법을 이용한 TMR 사료 제조

본 시행에서는 육계분과 빵가루를 원료로 이용하여 TDN 함량이 69%가 되도록 철저히 혼합하였으며, 여기에 중량 대비 0.4%의 소금을 첨가한 혼합물을 44일 동안 퇴적 발효시켰다. 발효 기간별 온도 변화는 Figure 2-2에 제시되었다. 환경온도가 -10℃에서 10℃의 분포를 보일 때에 퇴적물의 부위별 온도 변화 양상을 보면 최초 20℃ 이하에서 시작하여 서서히 온도가 상승하다가 2주 쯤 경과 시에 50℃ 수준에 도달하였고, 4주 쯤 경과 시에는 60℃에 도달하였으며, 5주 쯤 경과 시에 최고온도인 67℃에 도달한 다음 이후부터는 서서히 하락하였다.

일반적으로 육계분 단독 퇴적 발효 시에는 퇴적물의 온도가 1주 이내에 최고에 달하는 것에 비교해서 육계분-빵가루 혼합물의 퇴적 시의 발효 온도는 상당한 시간이 소요된 뒤에야 최고에 달하는 상반된 특성을 보였다.

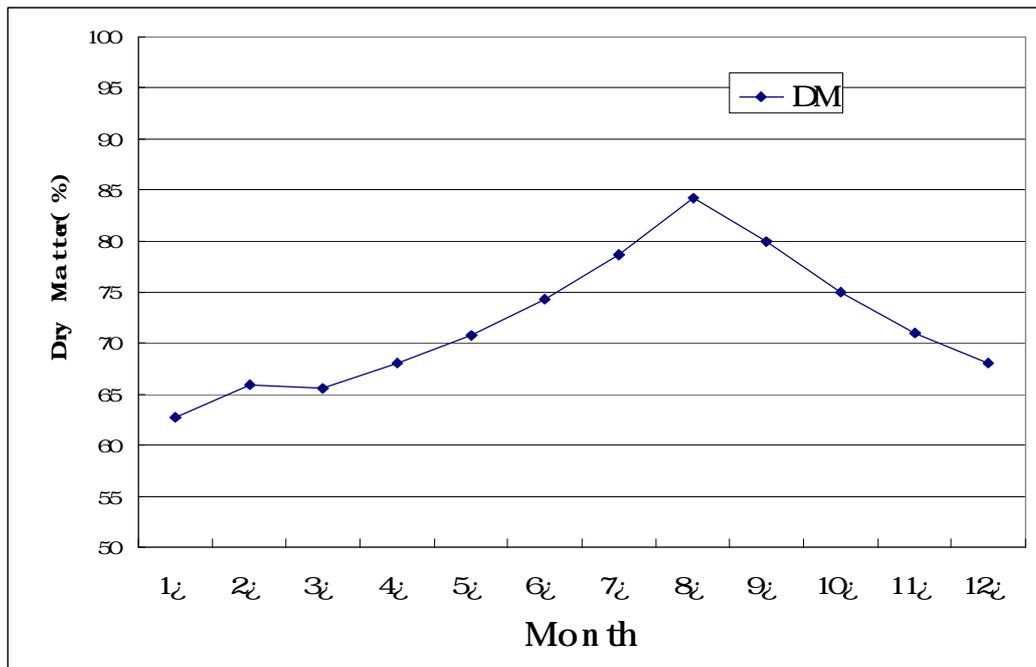


Figure 2-1. Change in broiler litter dry matter contents throughout the year.

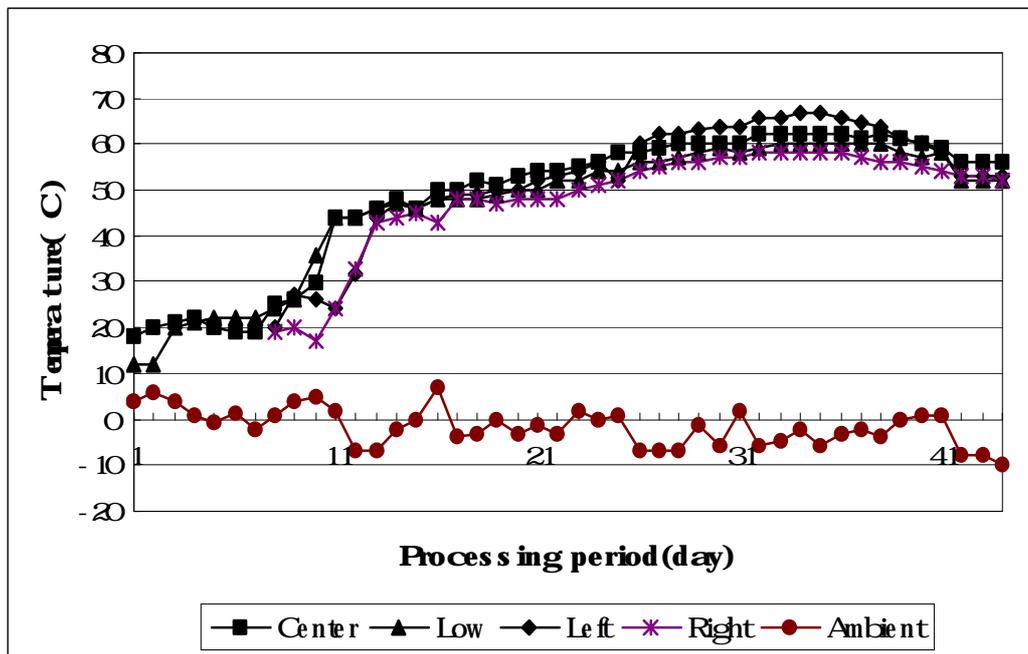


Figure 2-2. Temperature change during the deepstacking of TMR(broiler litter-bakery waste mixture).

퇴적물 부위별 온도 변화를 살펴보았을 때 발효 공정 후반기에 갈수록 중앙 부위(바닥에서 50cm 높이)와 중앙의 우측(중앙에서 25cm 위치) 부위보다는 중앙의 좌측 부위(중앙에서 25cm 위치)의 온도가 약간 높은 경향이였다. 이는 바람의 영향을 받은 때문인 것으로 사료되었으며, 같은 높이의 퇴적물내의 부위라도 온도가 일정하지 않음을 보여주었다. 중앙부위 아래(중앙에서 아래로 2cm 위치)의 온도는 다른 부위와 비교해서 더 낮았다.

TMR 사료 제조에 이용된 육계분과 제과폐기물의 화학적 성분은 Table 2-1에 나타나 있다. 육계분은 고단백질, 고광물질의 조사료원에 속하였고, 제과폐기물은 저단백질, 고지방, 고에너지원에 속하였다. 영양적 가치 비교를 해보면 이들 두 사료 원료들은 완전사료 제조를 위한 매우 좋은 조화를 이룬다. 이들 사료원료들의 혼합물의 한우 육성우 사료의 적정 에너지 수준인 TDN 69%가 되도록 혼합하여 퇴적 발효시켰을 때 발효 전과 후의 화학적 성분 변화는 Table 2-2에 제시하였다. 혼합물을 퇴적 발효시킴에 따라 함수율은 1.1% unit 감소(증발)하였고($P < 0.05$), 조지방 함량이 증가

하였으며($P<0.05$), 발효고열에 의해 ADF-CP 또한 예상대로 증가하였다($P<0.05$). 그러나 그 외의 성분들 유기물, 조단백질, 정미단백질:NPN 비율, 섬유소(NDF, ADF), hemicellulose, ash 함량 등은 퇴적 발효에 따른 영향을 받지 않았다.

Table 2-1. Chemical composition of broiler litter and bakery waste¹

	Broiler litter	Barley waste
	----- %-----	
Dry matter	73.8	89.6
Organic matter	70.7	97.7
Ether extract	1.9	13.0
Crude protein	24.0	9.7
True protein	37.8	77.4
NPN	62.2	22.6
ADF-CP	12.3	-
Neutral detergent fiber	43.3	2.3
Acid detergent fiber	26.9	2.6
Hemicellulose	16.4	-0.3
Crude ash	29.3	2.3

¹On DM basis

Table 2-2. Changes in chemical composition between before and after deepstacking of litter-bakery waste mixture^{1,2}

	Deepstacking		SE
	Before	After	
	----- % -----		
Dry matter	79.5 ^a	80.6 ^b	0.3
Organic matter	79.4	80.2	0.8
Ether extract	5.7 ^a	7.1 ^b	0.1
Crude protein	17.6	17.2	0.3
True protein	47.1	46.4	1.2
NPN	52.9	53.6	1.2
ADF-CP	13.6 ^a	15.7 ^b	0.9
Neutral detergent fiber	22.8	23.6	0.6
Acid detergent fiber	16.6	19.0	0.7
Hemicellulose	6.2	4.6	0.7
Crude ash	20.6	19.5	0.7

¹On DM basis.

²Means of 5 observations.

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

제조된 TMR사료는 공기 접촉 표면 15cm 이내 부위에는 하얀 곰팡이가 핀 것으로 관찰되었다. 또한 퇴적물 내부에서 발생된 고열에 의해 부분적으로 탄 것 같은 검은 색(charred)을 띠기도 하였는데 이 부위의 물질과 정상적인 물질의 화학적 성분을 비교한 바(Figure 2-3), 건물, 유기물, 조지방, 조단백질, 정미단백질:NPN, 섬유소, 조회분 등의 함량은 차이가 없었으나, 고열 처리에 따른 ADFCP의 상승 현상이 나타났다. 탄 부분은 단백질의 이용 가치가 다소 떨어지는 것 이외에는 별다른 성분상의 차이를 보이지 않았다.

결론적으로 퇴적 발효 공법을 이용한 육계분-제과폐기물 혼합물의 TMR사료 화

는 화학적 성분상의 뚜렷한 손실을 초래하지는 않았고, 발생된 고열로 인한 병원성 미생물 사멸 등의 위생성 효과는 있을 것이나, 공기 접촉 부위의 곰팡이 발생 그리고 내부 고열로 인한 부분적 숯 화 현상과 비소화성 단백질의 증가 현상 등은 중요한 단점으로 지적되었다.

나) 시행 2 : 혐기 발효 공법을 이용한 TMR사료 제조

시행 1에서 나타난 퇴적발효 공법의 단점을 보완하기 위해서 본시행에서는 TMR 혼합물을 퇴적발효시켰다. 환경온도가 -5℃에서 10℃ 사이의 분포를 보였을 때 (Figure 2-4) 혐기 발효물(500kg 들이 톤 백 1, 2)의 내부온도는 최초 0℃에서 발효 기간이 경과함에 따라 최고 15℃ 이내의 비교적 일정한 수준의 온도를 나타내었다. 혐기 발효 시 내부 온도는 前 시행의 퇴적 발효 시의 내부 온도보다도 훨씬 낮은 수준을 보이는 특징이 있었다. 발효 30일 경과 후 개봉 시 제조된 TMR사료는 분취가 없어지면서 그 형상이 열린 갈색을 나타냈다. 혐기 발효 시의 사료 위생성에 관한 고찰이 향후 진행되어야 할 것이다. 육계분-제과폐기물의 혐기 발효에 따른 화학적 성분 변화는 Table 2-3에 나타나 있다. 혐기 발효는 혼합물의 화학적 성분에 전혀 영향을 미치지 않았으나, 조단백질 중의 정미단백질 : NPN 비율을 감소시키는 효과가 있었다($P < 0.05$). 이는 혐기 발효 중에 혼합물의 정미단백질이 발효 미생물에 의해 분해되고 있었음을 시사하는 것이다.

결과적으로 육계분-제과폐기물의 TMR 사료화 시 퇴적 발효 공법보다는 혐기 발효 공법을 이용하는 것이 단점이 적고, 영양소의 손실 또한 최소화할 수 있는 효율적인 방법인 것으로 최종 판단되었다. 다만 혐기 발효에 따른 병원성 미생물 사멸 등의 위생성 효과는 향후 검정이 필요하다.

다) 시행 3 : 육계분 단독 퇴적 발효 후 급여 시 TMR사료 제조

육계분 단독 퇴적 발효에 있어서는 육계분의 발효온도는 겨울철육계분의 특징인 높은 함수율(40.6%)로 인하여 발효 초기에 매우 더디게 상승하였으나, 2주 경과 시에는 최고 67℃의 바람직한 온도(위생성 고려 시)에 도달하였다(Figure 2-5). 이때 환경 온도는 -5℃에서 10℃ 사이의 분포를 보였다.

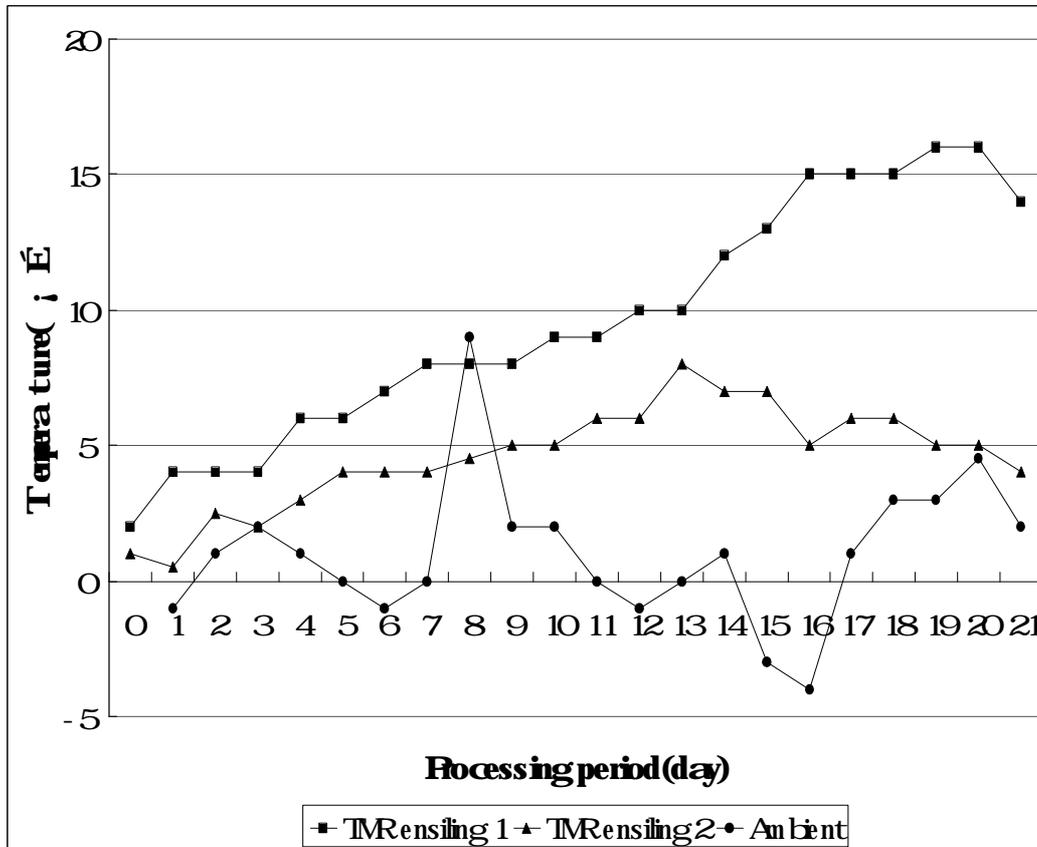


Figure 2-4. Temperature change during the ensiling of TMR(broiler litter-bakery waste mixture).

Table 2-3. Changes in chemical composition between before and after ensiling of broiler litter-bakery waste mixture^{1,2}

	Ensiling		SE
	Before	After	
	----- % -----		
Dry matter	71.1	70.1	1.5
Organic matter	87.9	86.9	0.2
Ether extract	6.3	6.0	0.2
Crude protein	15.3	15.2	0.3
True protein	55.9a	51.1b	1.6
NPN	44.1a	48.6b	1.6
ADF-CP	10.6	12.3	0.8
Neutral detergent fiber	22.8	23.6	0.6
Acid detergent fiber	18.7	20.9	1.2
Hemicellulose	7.9	5.7	1.1
Crude ash	9.4	13.1	2.7

¹On DM basis.

²Means of 4 observations.

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

육계분 단독 퇴적 발효 시 발효 전과 후의 화학적 성분 변화는 Table 2-4와 Figure 2-6에 제시되어져 있다. 시행 3-1을 살펴보면 육계분의 퇴적 발효에 따라서 건물, 유기물, 조지방, ADFCP/CP, ADF, ash 등은 변화가 없었으나, 조단백질과 NPN/CP 함량은 증가하고(P<0.05), 정미단백질, NDF, hemicellulose 등의 함량은 감소한 것으로 나타났다(P<0.05). 시행 3-2의 경우 퇴적 발효와 더불어 유기물, 조지방, ADF, ash 함량은 영향을 받지 않았으나, 건물, NPN/CP, ADFCP/CP 함량은 증가하였고(P<0.05), 조단백질, 정미단백질, NDF, hemicellulose 함량 등은 감소하였다(P<0.05). 두 시행의 공통된 현상은 정미단백질:NPN 비율의 감소, NDF와 hemicellulose의 감소이

었다. 두 시행의 결과를 종합해보면 퇴적발효와 더불어 육계분의 수분이 증발하고, 조단 백질은 암모니아 소실로 인하여 감소하고, 정미단백질은 발효 미생물에 의하여 NPN 성분으로 분해되며, 고열로 인한 maillard 반응에 의해 ADFCP(비소화성 단백질) 함량은 증가하는 양상이었다. 흥미롭게도 섬유소 특히 NDF 함량이 발효와 더불어 감소하였는데 이는 특히 hemicellulose 함량의 감소에 기인한 바 퇴적 발효 미생물에 의한 hemicellulose의 현저한 분해 현상이 진행된 것으로 사료되었다.

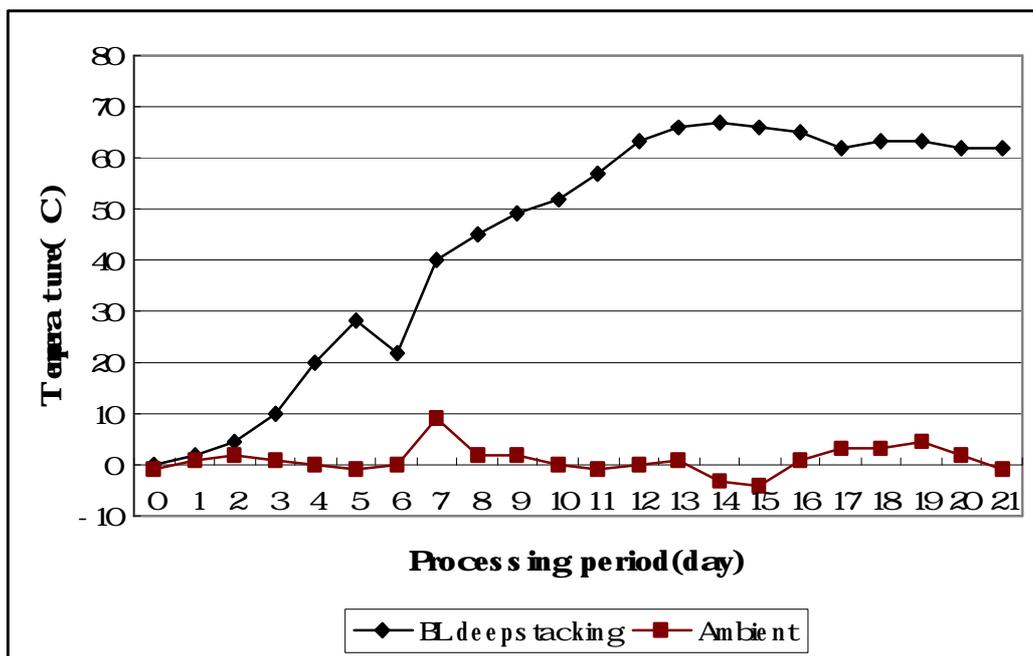


Figure 2-5. Temperature change during the deepstacking of broiler litter(BL) alone.

Table 2-4. Changes in chemical composition between before and after deepstacking of broiler litter a line during 2 trials^{1,2}.

Trial	Deepstacking		SE
	Before	After	
	-----%-----		
Dry matter			
Trial 3-1	59.4	58.1	0.7
Trial 3-2 ^a	77.8	80.5	0.3
Organic matter			
Trial 3-1	79.6	78.7	0.6
Trial 3-2	78.8	77.9	0.7
Ether extract			
Trial 3-1	1.1	1.3	0.2
Trial 3-2	0.8	0.8	0.1
Crude protein(CP)			
Trial 3-1 ^a	21.1	23.9	0.9
Trial 3-2 ^b	25.9	25.0	0.3
True protein/CP			
Trial 3-1 ^a	46.9	31.9	1.0
Trial 3-2 ^b	46.4	43.0	1.6
NPN/CP			
Trial 3-1 ^a	53.1	68.1	1.0
Trial 3-2 ^b	53.6	57.0	1.6
ADFCP/CP			
Trial 3-1	10.6	12.5	1.0
Trial 3-2 ^b	13.3	14.8	0.7
Neutral detergent fiber			
Trial 3-1 ^a	53.9	50.3	0.5
Trial 3-2 ^a	54.9	50.4	1.1
Acid detergent fiber			
Trial 3-1	33.4	34.7	1.2
Trial 3-2	30.1	28.7	1.2
Hemicellulose			
Trial 3-1 ^a	20.5	15.6	0.7
Trial 3-2 ^a	24.7	21.7	0.2
Crude ash			
Trial 3-1	20.4	21.4	0.6
Trial 3-2	21.2	22.1	0.7

¹On DM basis.

²Means of 3 observations.

^aBefore differs from after deepstacking of BL(P<0.05).

^bBefore differs from after deepstacking of BL(P<0.1).

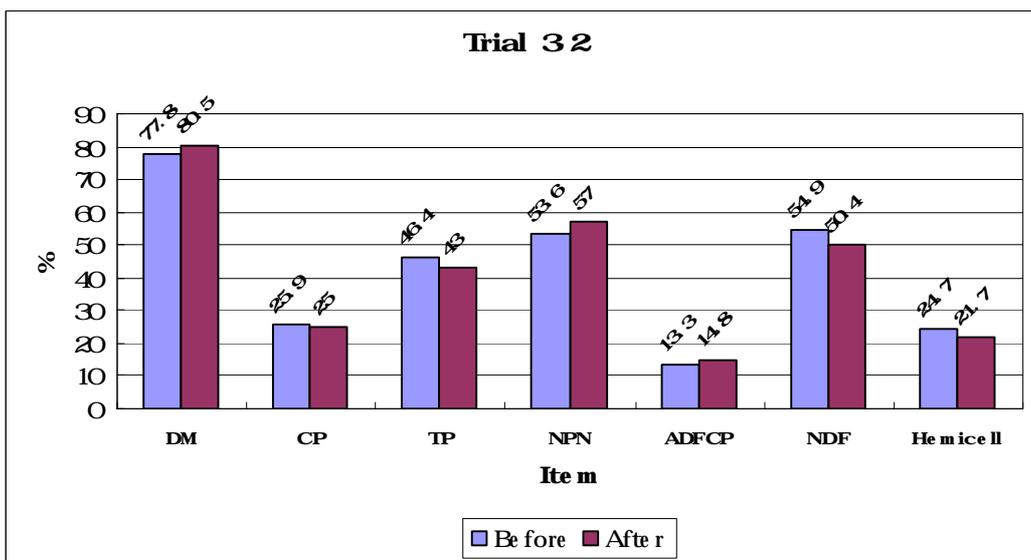
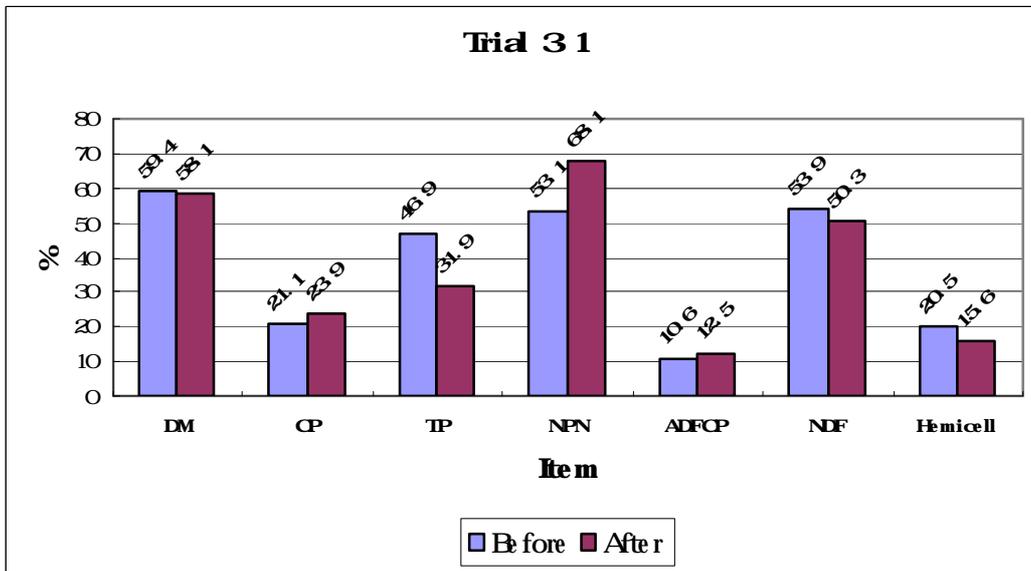


Figure 2-6. Changes in chemical composition between before and after deepstacking of broiler litter alone(hemicell = hemicellulose).

생산된 육계분 퇴적발효물을 급여 전에 제과폐기물과 TDN 함량이 69%가 되도록 혼합한 결과 그 화학적 성분은 Figure 2-7에 나타내었다. 이와 같이 제조된 TMR 사료의 화학적 성분은 배합사료와 비교해서 건물, 유기물, 정미단백질 성분이 상대적으로 낮고, 조지방, 조단백질, NPN, 조회분 성분이 상대적으로 높은 특징을 보였다. 제과폐기물의 높은 조지방 함량은 제조된 TMR사료의 조지방 함량을 6.3% 수준으로 높이는데 기여하였는데 이와 같은 높은 함량의 조지방 성분이 한우 육성우 체내에서 바람직하게 이용되었는지의 여부는 향후 확인 과정이 필요하다. 왜냐 하면 고에너지성 비보호 지방은 반추가축의 반추위 미생물에게 독성으로 작용할 수 있기 때문이다. 어쨌든 육계분에 제과폐기물을 첨가함으로써 혼합물의 영양적 가치는 뚜렷하게 향상되었다.

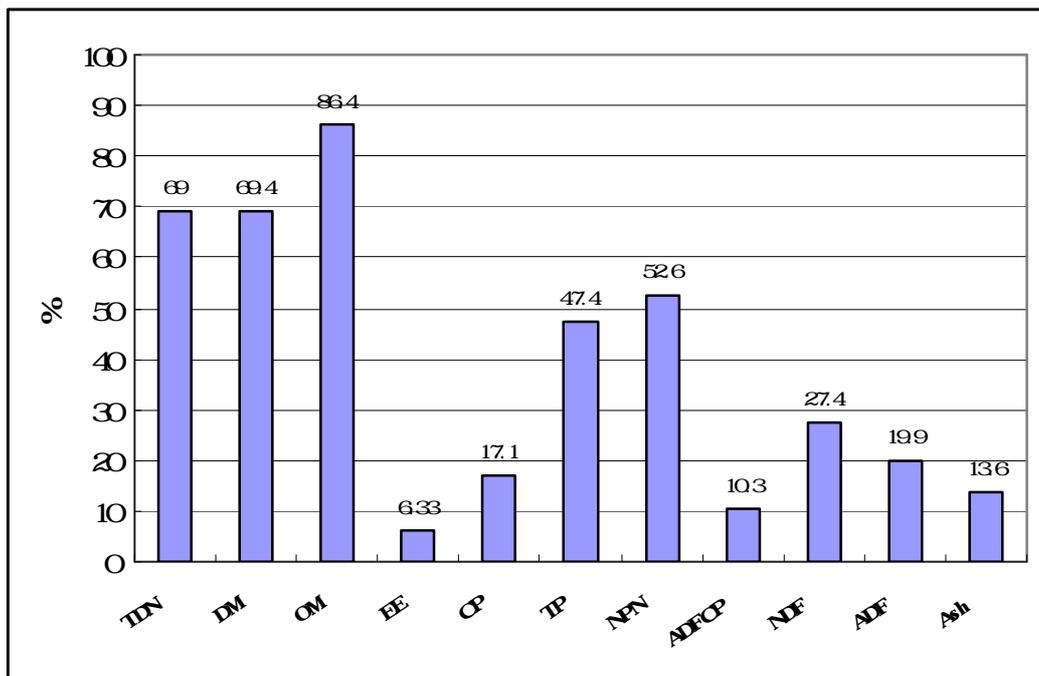


Figure 2-7. Chemical composition of TMR(broiler litter mixed with bakery waste at the feeding time).

3. 면양 대사실험 통한 TMR 사료의 체내 활용성 평가

가. 연구 목표

제조된 TMR사료로의 기존의 배합사료와 볏짚 대체 시 반추가축 (면양) 체내에서의 활용성 평가

나. 연구 내용 및 방법

1) 실험동물 및 처리구

면양 3두를 3개 처리구에 할당하여 3번의 시행에서 동일 면양이 특정 처리구에 반복 이용되지 않도록 하면서 실시하였다. 3개의 처리구는 각각 대조구, 시험구1, 시험구2로 나누어서 대조구는 배합사료 및 볏짚을 63.4 : 36.6의 비율(건물 기준)로 급여하였고, 시험구1은 86.2% TMR사료와 13.8%의 육계분, 시험구2는 90% TMR사료와 10%의 볏짚을 급여하였다. 이들 세 diet들은 동일 열량(isoenergetic) 기준(TDN 66.9%)으로 배합되었다. 영양소 요구량은 면양 NRC(1985)을 기준으로 공급하였다. 시행(trials)은 3회에 걸쳐서 실시하였다. 각 시행(trial)은 대사를 적응기간 7일, 사료전환기 5일, 적응기간 14일, 시료채취기간 7일로 나누어졌으며, 각 시행의 마지막 날에는 체중 측정, 위액 채취와 혈액 채취가 실시되었다.

2) 시료 채취 및 화학 분석

시료는 사료채취기에 급여사료, 분으로 나누어 채취하였으며, 시료는 면양 급여 사료 중에 채취하여 비닐 백에 밀봉한 후 바로 -20°C 냉동고에 보관하였다. 시료는 분석을 위하여 냉장고에서 녹인 다음, 건물은 60°C 건조 oven에서 48시간 건조한 후 측정하였고, CP, 조지방, 조회분은 AOAC(1990) 방법에 따라 분석하였다. 특히 CP는 발효물의 풍건 상태에서 분석한 다음 건물 수치로 보정해 주었다. NDF, ADF는 Van Soest 등(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 순단백질은 5% trichloroacetic acid 용액에서 침전되는 양으로, NPN은 조단백질에서 순단백질을 뺀 양으로 구하였다. 발효 성상의 지표로서 pH는 pH meter(HI 9321, Hanna Instrument, Portugal) 상에서 측정하였다.

3) 통계 분석

모든 통계 분석은 Statistix(1996)에 의해 분석되었다. General Linear Model을 이용한 two way analysis of variance를 실시하였다. 평균간 비교를 위해서 orthogonal contrast를 실시하였다. Contrast는 control vs T1와 T2, T1 vs T2이었다.

다. 연구 결과

1) 사료의 화학적 성분

개개 사료(배합사료, 볏짚, TMR사료, 육계분)의 화학적 성분을 비교해 볼 때 Table 2-5와 같다. 배합사료와 비교해서 TMR사료는 조지방 함량이 배 정도, 조회분 함량이 약 2.4 배 높았으며, 단백질 함량이 약간 높았고, 조단백질 성분 중 NPN 성분이 높았고, NDF는 낮았으나, ADF는 비슷한 화학적 특성을 보였다.

동일 에너지 수준(TDN 66.9%)으로 배합된 대조구와 처리구 diet들의 배합비와 화학적 조성은 Table 2-6에 제시되어져 있다. 대조구 사료와 비교해서 TMR 사료들의 화학적 성분은 CP와 조지방 함량이 월등히 높은 특징을 보였는데, 이는 육계분의 높은 CP 함량과 제과폐기물의 높은 조지방 함량에 기인한 것으로 사료되었다. 또한 TMR 사료의 높은 ash 함량은 육계분의 높은 ash 함량에 기인하였다. 그러나 TMR 사료의 섬유소 함량은 약간 낮은 편이었다.

2) 영양소 소화율

면양 체내에서의 영양소 소화율에 있어서(Table 2-7), 대조구와 비교해서 TMR 급여구들은 건물 소화율이 10% unit 정도 낮았고($P<0.05$), 유기물 소화율은 평균 4.7% unit 낮았으며($P<0.05$), 섬유소(NDF, ADF) 소화율도 훨씬 낮았고($P<0.05$), 조지방 소화율은 약간 높았다($P<0.05$). 그러나 조단백질 소화율은 차이가 없었다. TMR 사료와 함께 급여된 조사료 원(육계분 또는 볏짚)은 처리구들의 영양소 소화율에 전혀 영향을 미치지 않았다.

Table 2-5. chemical composition (DM basis) of feedstuffs.

	Formulated feed	Rice straw	TMR ³	Broiler litter
	-----%-----			
Dry matter	90.7	90.1	86.3	87.3
Organic matter	91.8	89.1	80.0	77.4
Crude protein	3.4	0.9	6.9	1.1
True protein	71.7	86.5	60.0	48.1
NPN	28.3	13.5	40.0	51.9
ADF-CP	12.6	13.1	15.4	21.5
Acid detergent fiber	16.9	44.5	17.4	31.0
Neutral detergent fiber	32.2	75.5	24.4	53.6
Crude ash	8.2	12.4	20.0	22.6

¹On DM basis.

²Means of 3 observations.

³Total mixed ration which is composed broiler litter and bakery waste.

Table 2-6. Ingredient and chemical composition of diets used in this experiment.

	control	T1	T2
Ingredient composition, %			
Formulated feed	63.4		
Rice straw	36.6		10.4
Total Mixed Ration		86.2	89.6
Broiler litter		13.8	
Chemical composition, %			
Dry matter	90.7	88.1	88.6
Organic matter	90.8	79.6	80.9
Crude protein	11.9	17.8	16.0
Ether extract	2.5	6.1	6.3
Neutral detergent fiber	48.0	28.4	29.7
Hemiellulose	27.0	19.3	20.2
Crude ash	21.0	9.1	9.5
Crude ash	9.7	20.4	19.2

¹On DM basis.

Table 2-7. Apparent digestibility of sheep fed the different diets¹.

	Control	T1	T2	SE
	-----%-----			
Dry matter ^a	69.3	59.7	59.3	0.6
Organic matter ^a	73.2	68.4	68.6	0.4
Crude protein	69.0	60.6	65.6	5.2
Ether extract ^a	83.4	86.9	87.1	1.2
Neutral detergent fiber ^a	59.3	41.9	42.3	3.9
Acid detergent fiber ^a	55.9	35.3	38.3	2.1

¹Means of 3 observations.

^aControl differs from T1 and T2(P<0.05).

^bT1 differs from T2(P<0.05).

일일 평균 건물 섭취량(data 미제시)은 대조구 783 g, T1 급여구 846 g, T2 급여구는 783 g으로, T1 급여구가 T2 급여구보다 높았으나 건물 소화율은 차이가 없었던 것으로 보아 건물 소화율은 처리에 따른 건물 섭취량의 차이에 의한 영향을 받지 않았는 것으로 사료되었다. 대조구와 TMR 급여구간의 건물 소화율의 현저한 차이는 TMR사료의 높은 조회분 함량에 기인하는 것으로 판단되었다. 조회분을 제외시킨 유기물 소화율의 차이는 처리구들간에 훨씬 완화된 수치를 보였다. 대조구와 비교해서 TMR 급여구들의 낮은 섬유소(NDF, ADF) 소화율은 이들 급여구 diet들의 낮은 섬유소 함량과 높은 조지방 함량에 기인하는 것으로 추정된다.

3) 반추위 휘발성 지방산 생성 패턴, 혈액 정상

반추위 pH와 휘발성 지방산 생성, 탄수화물 발효 효율, 반추위 암모니아, 혈중 요소에 대한 효과는 Table 2-8에 제시되어져 있다. 분석 결과, 처리에 따른 이들 parameter들에 대한 통계적 유의차는 나타나지 않았다. 즉 처리구 사료들은 반추가축의 반추위에서 정상적으로 발효되었음을 알 수 있었다. 또한 TMR 사료들의 높은 단백질 함량은 반추위 암모니아 농도와 혈중 요소 농도를 증가시키지는 않았다.

4) 질소 balance

급여사료의 질소 balance는 Table 2-9에 나타나 있다 대조구와 비교해서 TMR 급여구들의 높은 질소 섭취량($P<0.05$)은 높은 분 질소($P<0.05$), 뇨 질소($P<0.1$), 총 질소 배출($P<0.05$)을 초래하였다. T2 급여구와 비교해서 T1 급여구의 높은 질소 섭취량은 높은 분 질소($P<0.05$), 총 질소 배출($P<0.05$)을 유도하였다. 일일 질소 소화 흡수량은 대조구보다 TMR 급여구들에서 높았다($P<0.1$). 질소 축적량은 대조구보다 TMR 급여구들에서 높았으나($P<0.1$), 섭취량 대비 또는 소화흡수량 대비 질소 축적율은 차이가 없었다. 즉 TMR 사료내의 질소는 반추동물 체내에서 대조구 (배합사료-볏짚 급여구)의 질소와 비교해서 비슷한 축적율을 보였다.

결과적으로 면양에 있어서 TMR 사료로 기존의 배합사료와 볏짚 급여 체계를 대체하였을 때 영양소(조지방을 제외한) 소화율은 전반적으로 낮았으나, 반추위에서의 발효는 정상적으로 일어났으며, 특히 단백질 체내 활용성(소화율 및 축적율)은 양호한 것으로 나타났다.

Table 2-8. Ruminal and blood parameters of sheep fed the different diets¹.

	Control	T1	T2	SE
Ruminal pH	6.40	6.48	6.41	0.33
Ruminal total				
VFA, umoles/ml	83.1	123.4	101.4	11.8
Moles/100moles				
Acetate	46.0	41.5	54.7	7.6
Propionate	36.3	29.5	28.0	5.3
Isobutyrate	1.4	2.0	0.5	0.5
Butyrate	12.0	21.9	13.8	5.8
Isovalerate	2.2	2.2	1.1	0.7
Valerate	2.2	2.9	1.9	1.2
Acetate/propionate	1.3	1.6	2.0	0.5
Efficiency of carbohydrate fermentation	81.8	80.3	78.1	2.1
Ruminal NH ₃	21.2	19.2	17.4	2.2
Blood urea	16.3	18.7	17.8	4.2

¹Means of 3 observations.

^aControl differs from T1 and T2($P<0.05$).

^bT1 differs from T2($P<0.05$).

Table 2-9. Nitrogen balance of sheep fed the different diets¹

	Control	T1	T2	SE
Intake, g/d ^a	15.0	22.7	20.0	1.7
Excretion, g/d				
Fecal ^{a, c}	4.7	8.9	6.9	1.2
Urinary ^b	1.3	2.2	1.9	0.3
Total ^{a, c}	6.0	11.0	8.8	1.5
Absorption, g/d ^b	10.3	13.8	13.2	1.4
Retention				
g/d ^b	8.9	11.7	11.3	1.4
% intake	60.2	50.9	56.2	5.6
% absorbed	87.3	83.7	85.6	2.3

¹Means of 3 observations.

^aControl differs from T1 and T2(P<0.05).

^bControl differs from T1 and T2(P<0.1).

^cT1 differs from T2(P<0.2)

4. TMR 사료의 한우 사양시험 통한 생산성 및 경제성 평가

가. 연구 목표

제조된 TMR 사료로의 기존의 배합사료와 볏짚 대체 시 한우 육성우의 생산성 및 경제성에 미치는 효과 평가

나. 연구 내용 및 방법

1) 실험 동물 및 처리구

충북 음성군 소이면 대성농장에서 거세 한우 20두(평균체중 250kg)에서 시작하

였으며, 첫 1개월간은 체중대비 2.5% 공급량 기준이었으나, 이 수준은 외관적으로 소들이 배고파하고, 증체량이 다소 낮아져서 1개월 후부터는 볏짚 급여량을 1.0%에서 1.2%로 상향 조정해주었다. 즉 처리구는 대조구(체중 대비 배합사료 1.6% + 볏짚 1.2% 급여구)와 시험구(체중 대비 TMR사료 2.52% + 볏짚 0.28%급여구)로 나누었고, 급여 기준은 동일 열량(isoenergetic diet, TDN 66.9%) 이었다. 한우 사양실험의 기간으로는 2001년 2월 3일에 최초 무게측정을 하였고, 이후 3월 3일에 2번째 무게 측정을 하였다. 이후 4월 28일에 최종 측정을 하여 총 12주의 사양실험을 실시하였다.

2) 시료 채취 및 화학 분석

사료 시료는 2주에 한번 사료 급여 중에 채취하여 비닐 백에 밀봉한 후 바로 -20℃ 냉동고에 보관하였다. 소화율 측정을 위해서 분은 5일 동안 매일 같은 시간인 4시에 채취하였다. 시료는 분석을 위하여 냉장고에서 녹인 다음, 건물은 60℃ 건조 oven에서 48시간 건조한 후 측정하였고, CP, 조지방, 조회분은 AOAC(1990) 방법에 따라 분석하였다. 특히 CP는 발효물의 풍건 상태에서 분석한 다음 건물 수치로 보정해 주었다. NDF, ADF는 Van Soest 등(1991)의 방법에 따라 분석하였다. 사료섭취량은 실험 기간동안 급여량과 잔량을 매일 체크하였으며, 사료 효율은 섭취량을 증체량으로 나누어 구하였다. 또한 건강성과 경제성 분석이 실시되었다.

3) 통계 분석

모든 통계 분석은 Statistix(1996)에 의해 분석되었다. General Linear Model을 이용한 one way analysis of variance를 실시하였다. 평균간 비교를 위해서 Studentized-t test를 이용하였다.

다. 연구 결과

1) 급여사료의 화학적 성분

개개 사료의 화학적 성분은 Table 2-10에 제시되어져 있다. 배합사료와 비교해서 TMR사료는 조지방과 조단백질이 공히 2% unit 높았고, 조단백질 중 NPN 성분이 훨씬 높았으며, 섬유소는 비슷하였고, lignin 함량은 1.5% unit 높았다. 그리고 조회분도 약 7% unit 높았다.

급여 diet의 배합비와 화학적 성분은 Table 2-11에 제시되어져 있다. 대조구와 비교해서 TMR사료 급여구는 건물이 약 10% unit, 유기물이 약 5% unit 낮았으며, 조단백질은 5% unit, 조지방은 2 배정도, 조회분은 5% unit 높고, 섬유소는 훨씬 낮은 편이었다. 그리고 조단백질 중 NPN 성분비는 TMR 급여구에서 배 이상 높았다.

실험기간 동안 급여된 사료들의 화학적 성분상의 변이도를 조사해 본 결과 (Table 2-12), 배합사료보다 TMR사료의 성분상의 변이도는 ADFCP를 제외하고는 모두 높았다. 특히 두 사료 공히 조지방, ADFCP, hemicellulose, cellulose, lignin 함량의 변이도가 높은 편이었다. 이러한 TMR사료의 화학적 성분상의 높은 변이도는 반추가축의 생산성을 떨어뜨리는 한 요인이 될 수도 있다.

2) TMR사료의 섭취 양상

거세 한우 육성우의 TMR 섭취 양상은 Table 2-13에 제시되었다. 일일 두당 1.8kg 교체하였을 때 잔량은 거의 없었으며, 5일 간의 사료 전환기간 동안에 100% 교체되었다. 이는 TMR사료의 기호성에 전혀 문제가 없음을 입증하는 것이다. 대체로 육계분발효사료 자체에는 기호성 문제가 생길 수 있으나, 이에 기호성이 좋은 제과폐 기물이 혼합되어 제조된 TMR사료는 섭취상의 문제는 전혀 나타나지 않았다. 단지 기존의 TMR사료에서와 같이 섭취시간이 길어지는 양상을 보였다. 이는 양적으로 단시간에 먹어치우기에는 다소 많은 분량이었기 때문일 것이다.

3) 체중변화 및 사료요구율

12주 동안의 사양 시험기간 동안 처리별 사료 섭취량, 체중 변화 및 사료효율의 결과는 Table 2-14에 제시되어져 있다. 사료 섭취량은 대조구보다 TMR사료 급여구가 약간 높았다($P < 0.05$). 최초 체중과 최종 체중은 처리구별로 유의적 차이는 없었다. 증체량과 일당증체율(ADG)은 TMR사료 급여구에서 15% 정도 낮게 나타났으나 통계적 유의성은 없었다($P > 0.33$). 사료 효율은 TMR 급여구에서 약간 낮은 경향이었다($P < 0.21$).

Table 2-10. chemical composition of feedstuffs fed to growing 'Hanwoo' steers^{1,2}

	Formulated feed	Rice straw	TMR ³
	-----%-----		
Dry matter	89.5	87.8	77.5
Organic matter	92.0	88.2	85.1
Ether extract	3.8	0.8	5.8
Crude protein	15.3	4.5	17.3
True protein	74.9	82.3	47.5
NPN	25.1	17.7	52.5
ADF-CP	11.5	45.2	13.7
Neutral detergent fiber	35.0	78.5	32.0
Acid detergent fiber	18.2	54.2	21.3
Hemicellulose	16.9	24.3	10.7
Cellulose	11.9	49.9	15.9
Lignin	3.8	4.3	5.3
Crude ash	8.0	11.9	14.9

¹On DM basis.

²Means of 10 observations.

³Total mixed ration which is composed broiler litter and bakery waste.

Table 2-11. Ingredient and chemical composition of diets used in this experiment¹

	Diet	
	control	TMR
Ingredient composition, %		
Formulated feed	60.0	
Rice straw	40.0	10.1
Total Mixed Ration		89.9
Chemical composition, %		
Dry matter	88.8	78.4
Organic matter	90.5	85.4
Ether extract	2.6	5.3
Crude protein	11.0	16.0
True protein	76.0	48.5
NPN	24.0	51.5
ADF-CP	17.0	13.6
Neutral detergent fiber	52.4	36.7
Acid detergent fiber	32.6	24.6
Hemiellulose	19.8	12.1
Cellulose	28.4	19.4
Lignin	4.2	5.2
Crude ash	9.6	14.6
Total digestible nutrients ²	66.9	66.9

¹On dry matter basis.

²Calculated value.

Table 2-12. Variation in chemical composition of total mixed ration (TMR) and formulated feed fed to growing 'Hanwoo' steers^{1,2}

	TMR3				Formulated feed			
	Mean	Range	SD	CV	Mean	Range	SD	CV
	-----%-----							
Dry matter	77.5	68.0-86.5	7.0	9.1	89.5	88.4-91.5	1.1	0.3
Organic matter	85.1	81.0-87.1	1.7	2.0	92.0	90.8-93.1	0.6	0.6
Ether extract	5.8	4.5-7.6	0.9	15.4	3.8	3.0-4.7	0.6	15.5
Crude protein	17.3	15.1-19.6	1.7	10.1	15.3	14.7-16.1	0.4	2.7
True protein	47.5	38.6-52.1	4.8	10.1	74.9	71.4-79.1	2.4	3.2
NPN	52.5	47.9-61.4	4.8	9.2	25.1	20.9-28.6	2.4	9.6
ADF-CP	13.7	11.3-17.9	2.0	14.7	11.5	4.0-14.3	3.1	26.8
Neutral detergent fiber	32.0	26.2-39.8	4.7	14.7	35.0	29.3-38.5	3.5	10.1
Acid detergent fiber	21.3	17.4-25.3	3.0	14.0	18.2	16.3-21.7	1.8	9.9
Hemicellulose	10.7	4.7-15.3	4.0	37.6	16.9	13.0-21.2	2.8	16.6
Cellulose	15.9	11.9-22.7	4.0	25.4	11.9	6.6-15.4	2.5	21.4
Lignin	5.3	2.4-7.9	1.9	35.1	3.9	1.5-5.7	1.6	39.4
Crude ash	14.9	13.0-19.0	1.6	11.1	8.0	6.9-9.2	0.6	7.4

¹On DM basis.

²Means of 10 observations(SD=standard deviation, CV=coefficiency of variation).

³Total mixed ration which is composed of broiler litter and bakery waste.

Table 2-13. Daily feed intake pattern of TMR by growing 'Hanwoo' steers during the transition period of diet.

Day	TMR intake/head	
	wet	DM ¹
	kg/d	
0	0	0
1	1.14	0.80
2	1.70	1.20
2	3.30	2.33
3	5.00	3.53
4	6.60	4.66
5	8.30	5.86

¹TMR DM = 70.6%

4) 경제성

대조구와 TMR사료 급여구의 경제성을 비교를 보면 (Table 2-15), TMR사료 급여구가 가격이 현저히 낮은 것을 볼 수가 있다. 이때 배합사료, 볏짚, 육계분 TMR의 구체적인 산출 근거는 배합사료 221원/kg, 볏짚 180원/kg, 계분 30원/kg, 빵가루 150원/kg, TMR 사료 70원/kg으로 산출되었다. 한우 두당 일당 섭취량에 대한 사료비는 대조구가 1,723원이었으며, TMR사료 급여구는 808원으로 약 53%의 사료비 절감 효과가 있었다. 무엇보다 중요한 factor인 1kg 증체당 사료비용은 대조구 2,328원, TMR사료 급여구는 1,271원으로 약 45% 정도의 절감이 있었다.

결과적으로 한우 육성우의 기존의 배합사료-볏짚 급여 체계와 비교해서 육계분-제과폐기물로 제조된 TMR사료의 급여 체계는 한우 육성우의 생산성을 그대로 유지하면서 상당한(약 반정도) 사료비 절감 효과를 누리는 것으로 나타났다.

Table 2-14. Daily feed intake, body weight change and feed efficiency of growing 'Hanwoo' steers according to periods.

Item	Control	TMR	SE
Wet feed intake, kg/d	8.42	10.10	0.01
Feed DM intake, kg/d			
Formulated feed	4.49	0	-
Total mixed ration	0	7.12	-
Rice straw	2.99	0.80	-
Total	7.48 ^a	7.92 ^b	0.02
Initial body wt, kg	248.9	252.4	13.6
Final body wt, kg	311.6	306.1	15.3
Wt gain, kg	62.6	53.7	6.9
Average daily gain, kg	0.75	0.64	0.08
Feed, kg/gain, kg	10.1	12.5	1.3

¹On DM basis

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

Table 2-15. Economy of TMR feeding to growing 'Hanwoo' steers¹

	Control	TMR	SE
Daily feed cost, won	1,723	808	2
Feed cost/gain, won/kg	2,328	1,271	227
Feed cost/gain, %	100	54.6	

¹Based on formulated feed = 221won/kg, rice straw = 180won/kg, TMR =70won/kg

5. 결과 적요

- 가. 현장 규모의 TMR 사료 제조 실험 결과, 육계분-제과폐기물 혼합물의 퇴적 발효는 건물과 비소화성 단백질 성분을 증가시켰다. 그리고 고수분, 고열 부분의 검게 탄화되는 현상은 정상적인 부분과 화학적 조성에 있어서 뚜렷한 차이는 없었지만 향후 해결되어야 할 문제점으로 지적되었다.
- 나. 육계분-제과폐기물 혼합물의 혐기 발효는 사료 내의 정미단백질의 분해 현상 이외에는 화학적 조성 상의 손실이 매우 적어지는 장점이 있었다. 그러나 위생성 문제는 향후 확인되어야 할 과제이다.
- 다. TMR 사료 제조 시 위생 처리된 육계분 단일 퇴적 발효물을 제과폐기물과 혼합하여 급여하는 것도 매우 효율적인 방법인 것으로 나타났다.
- 라. 제조된 한우 육성우용 TMR 사료는 평균적으로(n=10) TDN 69%, 건물 78%, 유기물 85%, 조지방 5.8%, 조단백질 17%, NPN/CP 약 50%, NDF 32%, ADF 21%, hemicellulose 11%, cellulose 16%, lignin 5%, 조회분 15% 수준의 화학적 조성을 보였다.
- 마. 면양 대사 실험 결과, TMR 사료로 기존의 배합사료와 볏짚 급여 체계를 대체하였을 때 영양소(조지방을 제외한) 소화율은 전반적으로 낮았으나, 반추위에서의 발효는 정상적으로 일어났으며, 특히 단백질 체내 활용성(소화율 및 축적율)은 양호한 것으로 나타났다.
- 바. 한우 육성우 사양 실험 결과, 기존의 배합사료-볏짚 급여 체계와 비교해서 육계분-제과폐기물로 제조된 TMR사료의 급여 체계는 한우 육성우의 생산성을 비슷하게 유지하면서 상당한(약 46% 정도) 사료비 절감 효과를 누리는 것으로 나타났다.

제 5 절 종합결론

최종 결론: 우리 나라에서 연간 60만 톤 이상의 육계분-제과폐기물 TMR 사료의 제조가 가능하며, 이는 한우 육성우용 사료로의 경제적 이용 가치가 크기 때문에 향후 이의 적극적인 산업적 이용 노력이 요구된다

1차년도 TMR 사료 개발 연구의 결과, 육계분의 혐기 또는 퇴적 발효 시 맥아근의 첨가량이 증가함(0 - 10%)에 따라 발효물의 영양적 특성은 직선적으로 양호하여지나 그렇다고 무한정으로 맥아근을 이용할 수는 없기 때문에 현장 여건에 따라 2.5 - 7.5% 정도의 수준을 이용하는 것이 바람직할 것이다.

육계분의 퇴적 발효 시 맥아근 첨가는 발효 최고 온도를 상승시키는 효과가 있었으며 이는 비소화성 단백질 함량을 증가시키는 단점도 아울러 존재하였다.

육계분-제과폐기물의 퇴적 발효 결과 공기 접촉 부위에 곰팡이가 발생하였으나, 비닐로 외부를 밀봉할 경우에 이 문제는 예방할 수 있을 것이다. 이와 같이 제조된 TMR 사료는 한우 육성우용으로서 양호한 화학적 조성(약 15% CP, 약 32% NDF)을 보여주었다.

제조된 TMR 사료의 펠렛화는 제과폐기물(특히 지방 성분)이 성형 촉진제로 작용하여 성공적으로 이루어졌으며 이는 향후 생산된 TMR 사료의 폭넓은 보급에 많은 공헌을 할 것이다.

2차년도 현장 규모의 TMR 사료 제조 및 동물 급여 연구 결과, 육계분-제과폐기물 혼합물의 퇴적 발효 시 고수분, 고열 부분의 검게 탄화되는 현상은 정상적인 부분과 화학적 조성에 있어서 뚜렷한 차이는 없었지만 향후 해결되어야 할 문제점으로 지적되었다.

육계분-제과폐기물 혼합물의 퇴적 발효 공정의 단점을 보완하기 위해 실시된 혐기 발효법은 사료 내의 정미단백질의 분해 현상 이외에는 화학적 조성 상의 손실을 최소화시키는 장점이 있었다. 저온의 발효열이 병원성 미생물 잔존에 미치는 영향과 같은 위생성 문제는 향후 반드시 확인되어야 할 것이다. 이의 보완책으로서 위생 처리된 육계분 단일 퇴적 발효물을 제과폐기물과 혼합하여 TMR 사료를 제조하는 것

도 매우 효율적인 한 방법인 것으로 나타났다.

면양 대사 실험 결과, TMR 사료로 기존의 배합사료와 볏짚 급여 체계를 대체하였을 때 조지방 소화율은 오히려 높았고, 건물, 유기물, 섬유소 소화율은 전반적으로 낮았으나, 반추위에서의 발효는 정상적으로 일어났으며, 특히 단백질 체내 활용성(소화율 및 축적율)은 양호한 것으로 나타났다.

한우 육성우 사양 실험 결과, 기존의 배합사료-볏짚 급여 체계와 비교해서 육계분-제과폐기물로 제조된 TMR사료의 급여 체계는 한우 육성우의 생산성을 비슷하게 유지하면서 상당한(약 46% 정도) 사료비 절감 효과를 누리는 것으로 나타났다. 한우육의 품질과 관한 결과는 3차년도에 실험 한우의 도살 후 판명될 것이지만 전 실험들에 의하면 큰 차이가 없을 것으로 예상되고 있다. 본 연구에서 개발된 TMR 사료의 현장에서의 폭넓은 이용을 위해서는 기술 홍보뿐만 아니라 관련 정부의 긍정적인 보급 의지와 적극적인 협조가 요구됨은 말할 나위가 없을 것이다. 아울러 본 연구의 성공적인 수행에 연구 지원을 아끼지 않은 농림부 관계자들과 영남대학교 연구자들에게 감사의 말씀을 드린다.

제 6 절 참고문헌

1. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
2. Azevedo, J. and P. R. Stout. 1974. Farm animal manures: An overview of their role in the agricultural environment. California Agr. Exp. Sta. Ext. Service Manual 44 p. 109.
3. Bhattacharya, A. N. and J. P. Fontenot. 1965. Utilization of different levels of poultry litter nitrogen by sheep. J. Anim. Sci. 24:1174-1178.
4. Bhattacharya, A. N. and J. C. Taylor. 1975. Recycling animal waste as a feedstuff: A review. J. Anim. Sci. 41:1438-1457.
5. CAST. 1978. Feeding Animal Waste. Report No. 75. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, IA, USA.
6. Caswell, L. F., J. P. Fontenot and K. E. Webb, Jr. 1975. Effect of processing method on pasturization and nitrogen components of broiler litter and on nitrogen

- utilization by sheep. *J. Anim. Sci.* 40:750-759.
7. Caswell, L. F., J. P. Fontenot and K. E. Webb, Jr. 1978. Fermentation and utilization of broiler litter ensiled at different moisture levels. *J. Anim. Sci.* 46:547-561.
 8. Erwin, E. S., G. J. Marco and E. M. Emery. 1961. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.* 44:1768.
 9. Fontenot, J. P., L. W. Smith, and A. L. Sutton. 1983. Alternative utilization of animal wastes. *J. Anim. Sci.* 57(suppl. 2):221-233.
 10. Fontenot, J. P., A. N. Bhattacharya, C. L. Drake and W. H. McClure. 1966. Value of broiler litter as feed for ruminants. In: *Proc. Nat. Symp. on Anim. Waste Management*, Am. Soc. Agric. Eng. Publ. SP-0366:105-108.
 11. Fontenot, J. P., K. E. Webb, Jr., B. W. Harmon, R. E. Tucker, and W. E. C. Moore. 1971. Studies of processing, nutritional value and palatability of broiler litter for ruminants. In: *Proc. Ints. Symp. on Livestock Wastes*, pp. 301-304. Amer. Soc. Eng., St. Joseph, MI.
 12. Fontenot, J. P. and K. E. Webb, Jr. 1974. Poultry wastes as feedstuffs for ruminants. *Fed. Proc.* 33:1936-1937.
 13. Fontenot, J. P. and K. E. Webb, Jr. 1975. Health aspects of recycling animal wastes by feeding. *J. Anim. Sci.* 40:1267-1277.
 14. Fontenot, J. P., K. E. Webb, Jr., K. G. Libke, and R. J. Buehler. 1971. Performance and health of ewes fed broiler litter. *J. Anim. Sci.* 33:283(Abstr.)
 15. Harmon, B. W., J. P. Fontenot, and K. E. Webb, Jr. 1974. Effect of processing method of broiler litter on nitrogen utilization by lambs. *J. Anim. Sci.* 39:942-946.
 16. Harmon, B. W., J. P. Fontenot, and K. E. Webb, Jr. 1975. Ensiled broiler litter and corn forage. I. Fermentation characteristics. *J. Anim. Sci.* 40: 144-155.
 17. Kim, C. W., W. S. Kwak, and Y. G. Oh. 1992. Recycling of swine waste as livestock feed. I. a small-silo study. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* 16(4): 200-206.
 18. Kwak, W. S. 1990. solubility, degradability and utilization by ruminants of broiler litter processed by ensiling, deepstacking and composting. Ph. D. dissertation. Virginia Polytechnic Institute and State University. USA.
 19. Kwak, W. S. 1991. Use of broiler litter as ruminant feed II. Health, regulation, pollution and management aspects. *Kor. J. Anim. Nutr. Feed.* 15(1):45-51.

20. Kwak, W. S. 1991. Use of broiler litter as ruminant feed I. Nutritive value and processing methods. *J. Anim. Nutr. Feed.* 14(6):255-261.
21. Kwak, Wansup. 1994. Recycling technology of livestock waste as feedstuff. *J. Kor. Org. Waste Recycl. Coun.* 2(2):177-183.
22. Kwak, Wansup, Joseph P. Fontenot and Joseph H. Herbein. 1998. Effect of processing method on ruminal solubility and degradability of broiler litter. *Bioresource Technology.* 66:13.
23. Kwak, W. S., S. C. Roh and J. M. Park. 2000. Feeding of poultry wastes to cattle in Korea. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 13(suppl.): 175-177.
24. Kwak, Wansup, Taegy Kim and Changwon Kim. 1994. Effect of pile temperature control on changes of physicochemical parameters of composted poultry waste. *Kor. Org. Waste Recycl. Coun.* 2(2):39-51.
25. Kwak, Wansup, Taegy Kim, Ounhyun Kim and Changwon Kim. 1996. Effect of pile temperature control on changes of nutritional and microbiological parameters of composted poultry waste. *한국축산시설환경학회* 2(2):147-154.
26. Martin Jr. J. H., R. C. Loehr, and T. E. Pilbeam. 1983. Animal Manures as feedstuffs: nutrient characteristics. *Agricultural Wastes* 6:131-166.
27. Merkel, J. A. 1981. *Managing Livestock Wastes.* AVI Publishing Company, INC. Westport, Ct.
28. Muck, R. E. and T. S. Steenhuis. 1982. Nitrogen losses from manure storages. *Agric. Wastes* 4:41-54.
29. Muller, Z. 1976. Economic aspects of recycled waste. *Proc. Tech. Consult. New Feed Resources* (4): 245-264, FAO, Rome.
30. National Research Council. 1985. *Nutrient requirement of sheep(6th eds.)* National Academy Press, Washington, D. C., USA.
31. National Research Council. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Eds.)* National Academy Press, Washington, D. C., USA.
32. Park, K. K. 1995. Effect of adding various substrates to broiler litter before deepstacking on nutrient composition, digestibility and recovery. University of Arkansas. Ph.D. dissertation.
33. SAS. 1995. *SAS/STAT Software for PC.* Release 6.11, SAS Institute, Cary, NC,

USA

34. Silva, L. A., H. H. Van Horn, E. A. Olaloku, C. J. Wilcox, and B. Harris, Jr. 1976. Complete rations for dairy cattle VII. Dried poultry waste for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 59:2071.
35. Stephenson, A. H., T. A. McCaskey and B. G. Ruffin. 1990. A survey of broiler litter composition and potential value as a nutrient resource. *Biological Wastes* 34:1.
36. Sweeten, J. M. 1988. Composting manure and sludge. In: *Proc. Nat. Poult. Waste Manage. Symp.* pp. 38-44. The Ohio State Univ., Columbus, USA.
37. Torell, D. T. 1975. Recycling animal wastes. In: *Proceedings of sheep breeding and feeding for profit symposium.* pp. 32-48. SID, Denver, SD.
38. Toth, S. J. 1973. Composting agricultural and industrial organic wastes. In: *Symposium on Processing Agricultural and Municipal Wastes* (ed. G. E. Inglett), pp. 172-182. AVI Publishing Co., Westport, Conn.
39. Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583.
40. 곽완섭, 김태규, 김언현, 김창원. 1996. 육계분의 콤포스터 처리시 내부온도 조절이 생산물의 영양학적, 미생물학적 성상에 미치는 영향. *축산시설환경학회지*. 2(2):147-154.
41. 곽완섭, 노순창. 1999. 육계분 발효사료의 영양적 특성 및 펠릿화 가능성 평가. *건국대학교 부설 자연과학연구소* 10(2):125-130.
42. 윤철석, 박전홍, 오태광, 이남형, 김춘수, 지설하, 오대균, 김준식. 1985. 볏짚-계분 발효사료 급여시 비유효과에 미치는 영향 및 발효사료의 안전성에 관한 연구. *한국축산학회지* 27(8):491.
43. 이남형, 윤철석, 김춘수. 1988. 볏짚-계분 싸일레지와 대맥을 급여한 면양의 제 1 위내에서의 미생물 단백질 합성 효율. *한국축산학회지* 30(8):482.
44. 이은호. 1990. 맥아를 이용한 분뇨의 악취 제거 방법. *대한민국특허청*. 공고번호 90-3548.
45. 한국단미사료협회. 1999. 단미, 보조사료현황.
46. 한국사료성분표. 1982. 서울대학교 농과대학 한국사료정보센터, International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, Logan, Utah, USA.

요 약 문

I. 제 목

계분발효사료를 이용한 한우육 생산에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

국내 부존 사료 자원을 최대한 활용하여 값싼 비육우용 TMR 사료를 개발하고, 동물 실험을 통하여 효과를 확인하여 실용적으로 비육우 농가들에 보급함으로써 한우 생산에 소요되는 사료비를 대폭 절감함과 동시에 기존의 우수 육에 버금가는 한우육을 생산하고자 함에 본 연구 개발의 중요성이 있다. 본 연구의 목적은 다음과 같이 구분된다.

TMR 사료 개발(1차년도 연구, 제2장) 연구의 목적은 주원료로 이용되는 육계분의 단미사료로의 가치 증진을 위하여 맥아근과 혼합하여 발효사료를 개발하고, 육계분에 제과폐기물을 혼합한 TMR 발효사료를 개발하고, 이를 펠릿화하여 최종 사료적 가치를 평가하고자 함에 있다.

TMR 사료 대량 생산 및 동물 급여 연구(2차년도 연구, 제3장) 목적은 개발된 TMR 사료를 대량 생산하여 영양적 가치를 확인하고, 면양 대사 실험을 통하여 TMR 사료의 체내 활용성을 추적, 평가하며, 한우 사양 실험을 통하여 기존 사료의 대체 효과를 검증하고자 함에 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 육계분 주원료의 값싼 비육우용 TMR 사료 개발

가. 연구내용

1) 육계분과 맥아근 혼합물의 small-silo study

- 2) 육계분 혼합물의 퇴적발효 처리
 - 처리 1: 맥아근 첨가한 육계분발효사료 제조
 - 처리 2: 제과폐기물 혼합한 TMR 사료 제조
- 3) TMR 사료의 펠릿화 실험

나. 연구범위

- 1) 혐기 발효 육계분의 사료적 가치 증진을 위해 이용된 맥아근의 첨가 효과 및 적정 혼합 수준 도출
- 2) 육계분-맥아근 혼합물의 퇴적 발효 시의 영양적 가치 평가 및 육계분-제과폐기물 퇴적 발효 사료(TMR사료)의 특성 규명
- 3) 국산 펠릿 제조기를 이용한 TMR 사료의 펠릿 가능성 시험

2. TMR 사료 대량 생산 및 동물 급여 실험

가. 연구내용

- 1) 육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 대량 제조
- 2) 면양 대사 실험 통한 TMR 사료 영양소의 체내 활용성 평가
- 3) 한우 사양 실험 통한 배합사료-볏짚 대체 가능성, 생산성 및 경제성 평가

나. 연구범위

- 1) 육계분과 제과폐기물을 이용한 TMR 사료 대량 제조 및 사료적 가치 확인
- 2) 면양 대사 실험 통한 TMR 사료 영양소의 체내 활용성(소화율, 반추위 정상, 혈액 정상, N balance) 평가
- 3) 한우 사양 실험 통한 배합사료-볏짚 대체(배합사료 100%, 볏짚 73%) 가능성, 생산성(증체량 및 사료 효율), 경제성(증체당 사료 비용) 평가

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

<1차년 연구: 육계분 주원료의 값싼 비육우용 TMR 사료 개발>

최종 결론 요약: 우리 나라에서 연간 60만 톤 이상의 육계분-제과폐기물 TMR 사료의 제조가 가능하며, 이는 한우 육성우용 사료로의 경제적 이용 가치가 크기 때문에 향후 이의 적극적인 산업적 이용 노력이 요구된다.

1. 육계분의 혐기 또는 퇴적 발효 시 맥아근의 첨가량이 증가함(0 - 10%)에 따라 발효물의 영양적 특성은 더 양호하여 졌다.
2. 육계분-제과폐기물의 퇴적 발효 결과 공기 접촉 부위에 곰팡이가 발생하였으나, 비닐로 외부를 밀봉할 경우에 이 문제는 예방할 수 있을 것이다. 이와 같이 제조된 TMR 사료는 한우 육성우용으로서 양호한 화학적 조성(약 15% CP, 약 32% NDF)을 보여주었다.
3. 제조된 TMR 사료의 펠렛화는 제과폐기물(특히 지방 성분)이 성형 촉진제로 작용하여 성공적으로 이루어졌다.

<2차년 연구: TMR 사료 대량 생산 및 동물 급여 실험>

1. 현장 규모의 TMR 사료 제조 실험 결과, 육계분-제과폐기물 혼합물의 퇴적 발효 시 고수분, 고열 부분의 검게 탄화되는 현상은 정상적인 부분과 화학적 조성에 있어서 뚜렷한 차이는 없었지만 향후 해결되어야 할 문제점으로 지적되었다.
2. 육계분-제과폐기물 혼합물의 혐기 발효는 화학적 조성 상의 손실이 매우 적어지는 장점이 있었다.
3. TMR 사료 제조 시 위생 처리된 육계분 단일 퇴적 발효물을 제과폐기물과 혼합하여 급여하는 것도 매우 효율적인 방법인 것으로 나타났다.
4. 제조된 한우 육성우용 TMR 사료는 평균적으로(n=10) TDN 69%, 조지방 5.8%, 조단백질 17%, NPN/CP 약 50%, NDF 32% 수준의 영양적 특성을 보였다.

5. 면양 대사 실험 결과, TMR 사료로 기존의 배합사료와 볏짚 급여 체계를 대체하였을 때 영양소(조지방을 제외한) 소화율은 전반적으로 낮았으나, 반추위에서의 발효는 정상적으로 일어났으며, 특히 단백질 체내 활용성(소화율 및 축적율)은 양호한 것으로 나타났다.
6. 한우 육성우 사양 실험 결과, 기존의 배합사료-볏짚 급여 체계와 비교해서 육계분-제과폐기물로 제조된 TMR사료의 급여 체계는 한우 육성우의 생산성을 비슷하게 유지하면서 약 46% 정도의 사료비 절감 효과를 누리는 것으로 나타났다.

<성과 및 발표 상황>

1. 한국동물자원과학회 학술발표회 논문 발표 1건, 2000
 - 가. 곽완섭 등. 2001. 육계분-제과폐기물 혼합물을 이용한 한우 육성우용 TMR 펠릿 사료 제조. 한국동물자원과학회 학술발표회 Proceedings Vol. II:105. 진주산업대학교. 2001. 6. 28 - 29.
 - 나. Asian-Australasian J. Anim. Sci. 에 논문 발표 1건 예정
 - 다. 한국동물자원과학회에 논문 발표 1건 예정

<기술 활용>

1. 현장 비육우 농장에 기술 보급 또는 필요시 제조 사료 판매.
2. 지역 단위 축협에 사료비 절감 차원에서 개발 기술 우선 적용 필요.
3. 비육우용 TMR 사료 회사에 기술 제공

<대정부 건의>

1. 축분의 사료화 시 퇴비화 수준의 정부 차원의 지원 필요.
2. 축분을 이용한 저질 사료의 유통을 예방하기 위해서는 관련 종사자의 정기적 교육 실시 및 사료 판매시 허가증(license) 취득 필요.
3. 정부 차원의 개발 기술의 적극적 홍보 지원 필요.
4. 필요 시 정부 지원 하에 민간 시범 사업 개시.

SUMMARY

I. Title

Studies on production of 'Hanwoo' beef through the use of fermented broiler litter

II. Purposes and importance of study

It's an essential task to develop cheap total mixed rations(TMR) for 'Hanwoo' grower. The production and distribution of the developed cheap TMR will promote the replacement of expensive formulated feed and rice straw, resulting in considerable feed cost reduction in beef cattle farms as well as producing 'Hanwoo' beef of medium to good quality.

The purposes of this study is summarized as follows.

The 1st year researches purposes are focused on development of fermented broiler litter added with barley malt sprouts, development of TMR including broiler litter and bakery waste, and pelleting of the developed TMR.

The 2nd year research purposes are focused on a large scale production of the developed TMR, nutrient digestibility and balance trial with sheep, and a feeding trial with 'Hanwoo'.

III. Contents and sphere of study

1. A development of cheap TMR's using broiler litter and other organic wastes

Contents of researches

- 1) A small-silo study of broiler litter-barley malt sprouts mixture
- 2) A development of TMR using a deepstacking method

Treatment 1: Production of fermented mixture of broiler litter and barley malt sprouts

Treatment 2: Production of TMR including broiler litter and bakery waste

- 3) Pelleting of the developed TMR

Sphere of researches

- 1) Effect of different addition levels of barley malt sprouts to broiler litter on fermentation characteristics
- 2) Nutritional characteristics of TMR produced by deepstacking of broiler litter and bakery waste
- 3) Possibility of TMR pelleting and its feed value

2. A large scale production of TMR and animal feeding trials

Contents of researches

- 1) A large scale production of TMR including broiler litter and bakery waste
- 2) Evaluation on bodily utilization of TMR nutrients through a digestibility and balance study using sheep
- 3) Evaluation on possibility of conventional feed replacement, productivity and economy for 'Hanwoo' growers

Sphere of researches

- 1) A large scale production of TMR including broiler litter and bakery waste and assurance of its feed value
- 2) Evaluation on bodily utilization of TMR nutrients through a in vivo study(nutrients digestibility, N balance, ruminal and blood parameters assays) using sheep
- 3) Evaluation on possibility of conventional feed replacement(100% of formulated

feed and 73% of rice straw), productivity(wt gain and feed efficiency) and economy(feed cost per wt gain) for 'Hanwoo' growers

IV. Results of study and approaches for utilization

<1st year study: A development of cheap TMR's using broiler litter and other organic wastes>

Final conclusion : Annually about 0.6 million tons of broiler litter-bakery waste TMR can be produced in Korea. The economical effect is considerable by replacing conventional feedstuffs with this cheap TMR. Therefore, efforts on its active use are required in beef cattle industry.

- 1) The increased levels of barley malt sprouts added to broiler litter at the time of ensiling or deepstacking resulted in the linearly improved nutritional properties.
- 2) Deepstacking of broiler litter and bakery waste was effective in the manufacture of TMR for 'Hanwoo' growers.
- 3) The produced TMR contained approximately 15% of crude protein and 32% of neutral detergent fiber.
- 4) The pelleting of TMR was successful and the high fat content in TMR stimulated pelleting of TMR.

<2nd year study: A large scale production of TMR and animal feeding trials>

- 1) The large scale production of TMR revealed that charring of TMR can occur at the site of high moisture and high temperature. However, difference between

charred and normal material was little.

2) At the manufacture of TMR, ensiling method was very effective in the aspect of minimum loss of nutrients.

3) Mixing deepstacked broiler litter with bakery waste at the time of feeding was also a very effective method.

4) The TMR produced contained 69% TDN, 5.8% ether extract, 17% crude protein, 50% NPN/CP and 32% NDF.

5) Compared with formulated feed and rice straw feeding system, feeding TMR to sheep resulted in lower digestibilities of nutrients, normal ruminal fermentation and desirable N retention.

6) Compared with formulated feed and rice straw feeding system, feeding TMR to 'Hanwoo' growers resulted in similar production and 46% of feed cost reduction.

<Paper publication>

O Proceedings of the 2001 Annual Congress, Korean J. of Animal Science : 1 subject

1) Manufacture of TMR pellets of broiler litter and bakery waste for 'Hanwoo' growers. Proceedings Vol. II:105. Jinjoo Industrial College. 2001. 6. 28 - 29.

O Planning to submit manuscripts to international J.

<Plan of application >

1) Technique application to beef cattle farms and distribution of manufactured TMR to farms.

2) Technique application to regional livestock corporatives.

3) Technique application to environmentally friendly venture company.

제 4 장 형태학적 특성에 의한 비육 밀소 선발방법의 추정

제 1 절 서 론

1. 연구개발의 목적과 필요성

살아있는 동물의 생산능력을 조기에 예측하는 것은 선발강도를 높이고, 세대간 격을 줄일 수 있기 때문에 효율적인 한우개량을 위하여 매우 중요하다. 특히 고기의 질은 사후에나 검정이 가능한 것이기에 성장중인 동물로부터 피하지방층 두께와 근육의 면적을 추정하는 것은 개량을 위해 중요하여 생체판정을 위한 노력은 고급육 생산과 생산비 절감을 위한 방법으로서 근래 세계적으로 매우 폭넓게 연구가 되고 있다.

그러나 아직 국내에서는 뚜렷한 연구가 진행되고 있지 않음에 위와 같은 연구는 한우육의 고급화와 이에 따른 한우의 생산기반 확충을 위해서도 절대적이라고 할 수 있다. 특히 우육도 2001년부터 완전 개방으로 야기되는 한우비육산업의 문제를 해결하는데도 반드시 필요하다고 본다.

더욱이 우리나라와 같이 생산기반이 비교적 영세하고 사육비가 비싼 환경에서 고급육을 생산하기 위하여 가장 절실한 것은 비육단계별 생체판단에 따른 고급육의 생체판정을 하는 것이 가장 중요하며 아울러 생체판정에 의한 육질(肉質)능력의 초기 예측과 초기 예측에 다른 선발 기술은 한우 산업에서 절실히 요구되고 있는 기술이다. 동물의 도축 전 생체판정(live evaluation)방법으로는 nuclear magnetic resonance (NMR), near-infrared reflectance, real time ultrasound, video imaging과 computerized tomography(CT)등이 가능한 방법으로 제시되고 실험 된 바 있으나 초음파 장치를 제외한 장비는 고가의 장비며 이동성이 없고 고도의 숙달된 기술이 필요로 하는바 가축의 생체판정방법으로는 현실적으로는 적용할 수 없다.

그러나 현재 국내에서 한우 육질의 평가할 수 있는 방법은 도축 후 등급사에 의한 판정에 전적으로 의지하고 있으며 도축 전 생체판정은 극히 제한적으로 시행되고 있는 실정이다. 따라서 가장 효과적이고 현실적인 초음파 장치에 의한 생체판정(live evaluation)에 의하여 능력의 초기예측과 밀소의 빠른 검정기술의 개발은 우량

동물의 초기 선발 뿐 아니라 한우 생산물의 고급화에 따른 국제경쟁력향상 등 절실히 요구되고 있는 생체평가방법으로서 반드시 개발되어야 할 기술이다.

또한 1990년 이후 과학기술의 급진적 발달에 의해서 가축의 능력을 조기에 직접 유전구조(DNA)의 확인으로 판정할 수 있는 분자생물학적 기법이 개발되어, 기존의 확률 통계적 육종방법의 한계성과 후대검정을 통한 종모축의 선발의 어려움을 해결할 수 있는 가장 유력한 가축의 개량 방법으로 활용하려는 시도가 이루어지고 있는 것이 국제적 추세이다.

이러한 기법들 중에서 가장 각광을 받고있는 기술이 바로 Jeffreys등(1985)이 제시한 유전자 지문(DNA Fingerprinting)기술로서 repetitive sequence region의 다양성을 보이는 VNTR(variable number tandem repeat)은 마치 사람에 있어서 지문과 같이 가축의 DNA를 지문화하여 개체의 식별, 유전적인 소질, 경제형질과 관련된 유전적 표식(Genetic Marker)을 통해 가축의 육종 program에 적용함으로써 가축의 유전적 능력개량에 이용될 수 있는 기술이다.

이와 아울러 농민들 수준에서 쉽사리 비육 밀소의 선택할 기준을 마련하기 위하여 체형특성, 피모의 특성, 얼굴의 특성, 고환의 둘레와 같은 형태학적 특성과 비육우의 관계를 구명함으로써, 국가단위의 선발은 물론 농가 단위의 선발지표를 마련하여 줌으로서 전체 한우 집단의 개량의 속도를 최대화 할 수 있게 될 것이다.

2. 연구개발의 범위

우수한 비육용 밀소의 예측을 위하여 세 가지 측면에서 접근하였다.

첫째는 형태학적 접근을 통하여 비육용 밀소의 판정을 위하여 비육용 밀소의 형태학적 판정을 위하여

- 가. 체형특성과 비육과의 상관관계를 구명하고,
- 나. 피모 및 얼굴 특성과 비육과의 상관관계 구명하며,
- 다. 고환둘레와 번식간의 상관을 구명하여 우수한 비육용소우 번식 효율성을 높이는 연구를 협동연구 기관에서 진행하고,

둘째는 초음파 진단 기기를 이용하여 비육용 소의 판정을 위한 연구를 진행한 바 이의 연구 범위는

- 가. 초음파진단기를 이용하여 등지방층 발달의 생체 판정을 하며,
- 나. 등심 단면적 발달의 생체판정을 하고
- 다. 배최장근 발달의 생체판정(화상분석)에 의한 선발을 최종 도체성적과 비교하여 가장 우수한 상관관계를 나타내는 지표 또는 선발에 응용할 수 있는 관계의 선택하고,
- 라. 육질 능력의 초기 선발 방법으로 선정된 후 선정된 선발기술을 좀 더 조기에 좀 더 효율적으로 선발할 수 있는 방향으로 발전 개발하며,

셋째는 분자생물학적 접근으로서 DNA marker를 이용한 비육용 밀소의 능력 예측을 위한 연구를 진행한 바 이의 연구 범위는

- 가. 일차적으로 유전적 순수 한우의 screen과 한우의 중요한 경제형질인 육량 생산에 관련된 다수의 DNA marker들을 규명하고,
- 나. 조기에 이러한 DNA marker에 근거한 육량 및 육질 개량을 위한 개체의 선발을 예측할 수 있기 때문에 遺傳的으로 純粹한 韓牛의 증체량 改良體系를 確立 하고자 하였다.

비육 밀소의 능력 예측 시스템 연구의 연구 체계를 도시하면 아래 그림과 같다. 즉 연구 대상우를 선정하고 사육하며, 성장 자료를 측정하고 생체 또는 도축 후에 각종 자료를 측정된 후 이를 비육 밀소를 선정하는 국가 육종계획의 기초 자료로서 제공될 것인 바 생체 자료의 측정은

- 가. Ultrasound scanning을 통한 생체의 육질 조기관정 방법의 자료로서 이용하고,
- 나. 생체에서 채취한 혈액을 가지고 DNA finger printing을 이용한 유전 marker의 발견하며,
- 다. 생체 측정을 통해 형태적 특성에 의한 비육 밀소 선발방법의 추정 등 3분야에서 능력 예측시스템을 개발하고자 한다. 실험 대상우들은 아래와 같이 생체 자료와 도축자료를 비교 분석하여 비육밀소의 선발의 기초를 확립한다.

제 2 절 국내의 기술개발 현황

초음파가 포유동물의 각 조직에 대한 velocity와 attenuation이 다르다는 것이 Chivers와 Parry(1978)에 의하여 확인 된 후 Fredeen(1992)에 의해서 A-mode초음파를 이용한 지방층의 두께를 측정하는 방법이 개발 된 후 양돈업에서부터 보편화되기 시작하였으며 근래 초음파진단 장치의 개발 특히 B-mode에 의한 echo상을 digitalize한 후 영상화함으로써 살아있는 동물의 조직 구성을 2차원적인 영상으로 뚜렷하게 확인 할 수 있게 된 바 초음파에 의한 생체판정이 이용이 보편화되기 시작하였다. 배최장근(longissimus dorsi muscle, rib eye, 등심)을 덮고 있는 등지방의 두께나 배최장근의 양은 고급육의 지표뿐 아니라 지육율 및 다른 부위의 근육량과도 상관 관계가 있다고 한바(Brackebusch 등, 1991) 정육율을 향상하고 아울러 능력을 결정하는데 등지방과 배최장근의 면적을 생시 측정 할 수 있어야 하는바 초음파에 의한 측정이 활발하게 진행되고 있으며 (Houghton 과 Turington, 1992; Smith 등, 1992; Turner와 Pelton, 1990; Perking 등 1992) 근량의 증가와 지방층의 감소를 유도 할 수 있는 새로운 육종의 선택 방법으로도 제시되고 있다(Wilson, 1992). Brethour (1994,6)에 의하

여 초음파에 의한 근내지방도 생체판정은 도체측정과 비교한 결과 70% 정도의 정확도가 있다고 하였으며 Angus종의 근내지방도의 증가와 선발에 효과적으로 이용하고 있다. 초음파측정자료를 활용한 도체평가의 자동화를 위한 computer modeling과 algorithms을 개발하고자하는 노력도 진행중이다(Liu, 1992). 또한 초음파영상을 image analyzing software와 초음파의 pulse를 변형한 elastography (Ophir, et al., 1994)로 근육의 marbling 상태를 간단하게 현장에서 확인할 수 있는 방법을 개발하는 방향으로도 연구가 진행되고있으며 미국에서는 초음파생체판정기술에 대한 2건의 특허가 이미 진행중이다. 일본은 우리와 같이 고급육의 선호도와 선발에 대한 관심이 지극히 높은 나라로서 비육우의 고급육 선발에 대한 연구가 가장 앞선 나라다. 1980년 중반부터 오늘과 같은 초음파 기술이 발달되기 전 사람의 유방과 같은 곡선형 장치의 심부를 초음파 scanning하기 위하여 개발된 arc scanner를 이용하여 완만한 경사를 이루고 있는 등심 부위에 대한 영상을 획득하기 시작하였으며 1986년부터 이 장치에 image analysis를 이용하여 지방층과 등심의 부위를 선명하게 구별하여 보려고 하는 기기를 개발하였으나 곧 개발되기 시작한 전자산업과 이를 바탕으로 한 소형으로 이동성이 양호하면서 뚜렷한 영상을 획득할 수 있는 초음파의 개발에 따라 이동성이 없고 뚜렷한 영상을 획득하지 못하는 color scope는 무용화되었다.

그러나 전자산업이 발달한 일본은 초음파의 세계시장의 점유율이 높은 것을 바탕으로 비육우용 전용인 육질진단기를 개발하여 상업화하는 등 활발히 연구되고 있다. 현재까지 비육우에서 초음파를 이용한 생체판정에 사용되고 있는 기기 역시 이동성이 양호한 일본의 aloka제품이 가장 많이 사용되고 있는 장비로서 육질진단용 초음파 장비 면에서는 당연 앞서가고 있는 나라다. 특히 FHK에서 상용화하고 있는 비육우전용 육질판정 기기의 Probe는 긴 폭과 긴 파장(2 Mhz)으로서 효과적으로 육량과 등심의 단면적을 확인할 수 있는 기기로서 국내에도 소개된바 있다. 일본에서는 Harada 등이 초음파를 이용한 육량과 육질의 생체판정기술 개발을 이용하여 흑모화우에 대한 고급육 생체판정 방법을 보급하고 있으며 특히 초음파를 이용한 흑모화우의 고급육우 선발에 관하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 국내에서는 양돈산업에서 부분적으로나마 등지방층의 측정에 초음파(A-mode)를 이용하여왔으나 B-mode real-time ultrasound 장치에 의한 피하지방층이나 근육의 영상에 대한 연구는 김과 방(1992)이 보고한 돼지의 등지방 측정법과 비육우에 대한 피하지방층이나 근육의 영상에 대한 연구는 방 등(1993, 1994)이 보고한 한우의 등지방과 등심측정법을 시작으로 개발 초기 단계에 있으며 방 (1997)과 방 등(1977)은 초음파에 의한 효과적인 측정

방법의 기술개발을 제시하였으며 일본에서 개발한 arc scanner의 원리를 응용한 meat color scope가 국내에서 구입되어 축산시험장에서 김 등(1993)이 발표한 한우에 대한 초음파측정에 관한 연구를 필두로 초음파에 의한 생체측정방법에 대한 연구를 시도하였으나 이 기기에서 이용하는 arc scanner 방식으로 획득한 초음파정보가 효과적이지 못하며 또한 이동성이 없는 관계로 오늘날 개발국인 일본을 비롯하여 이 기기와 이 방식의 초음파육질진단기를 사용하고 있는 나라는 없는 실정이다. 1994년 방 등은 초음파를 이용한 한우의 등지방층 측정방법과 초음파 측정의 정확성을 규명하고자 하는 노력을 시도하였으며 1995년과 1996년 2년간 지속적인 측정기술을 개발하고자 하는 노력을 기울여 수소에서 비교적 정확한 등심 단면적을 산출할 수 있다고 보고하였으며 육질은 수소에서는 80% 이상 암소에서는 60% 정도의 정확성이 있는 기술을 개발하였다. 또 초음파 생체측정에 의한 육량을 예측할 수 있는 기술과 software를 개발하고자 지속적인 노력을 기울이고 있다. 또 초음파생체판정의 기술을 보급하고자 하는 노력도 소규모지만 지속적으로 진행하여 1995년 울산 지역을 대상으로 최초로 실시하였으며 1996년과 1997년에는 전국적인 seminar를 개최하는 등 생체판정의 기술의 중요성과 보급을 위한 운동도 진행되어 고급육을 전문적으로 생산하고자 하는 축협, 육우회 및 한우비육 선두 농장 등에서 개발에 대하여 지속적인 관심의 대상이 되고 있는 기술이다.

유전자지문(DNA Fingerprinting)이란 모든 생명체가 가지는 전체 genomic DNA를 대상으로 하여 어떠한 개체나 가계, 또는 집단의 DNA구조의 특성을 밝힐 수 있는 분자생물학적 기술(Molecular Biological Method)이다. 이러한 기술은 Jeffreys등(1985)이 처음 제시한 후, George등(1990)은 비유전자로 구성된 genomic DNA minisatellite라는 부위에 수십개의 core repeat가 수십회에서 수천회 반복되어 있으며 이러한 core repeat의 Variable Number of Tandem Repeat(VNTR)가 다양한 변이를 보인다는 사실을 밝혔다. 이후, 가축의 육종 program에 있어서 DNA지문의 이용 가능성이 Plotsky등(1990), Hillel등(1992), Habermeld등(1993)에 의해서 제시되었고, Mannen과 Tsuji(1993)는 일본 和牛의 특정 경제형질에 적합한 DNA probe의 개발과 和牛 champion대회에서 입상한 소들의 도체형질에 대한 분석 결과를 발표하기도 하였다. 소의 경제형질과 관련된 DNA marker에 대한 연구들은 Zebu소에서 Gawakisa등(1994)이, 40계통의 축우에서 Jayarao등(1993)이, Germany재래가축에서 Buitkamp등(1991)이, Israeli Friesian소에서 Habermeld등(1993)과 Hillel등(1992)이, 일본의 흑색화

우에서 Mannen과 Tsuji(1993)가, Glowatzki-Mullis등(1995)은 Brown Swiss, Simmental, Holstein, Eringer품종에서, Barre-Dirie등(1996)은 독일품종의 소, Blott등(1996)도 유럽종 소에서, 그리고 Semyenova등(1996)은 소련연합국들의 소 품종에서 다양한 결과들을 보고하였다. 그리고, 이렇게 밝혀진 특정 DNA위치의 DNA구조의 분석에서 특정형질에 관계하는 특정 DNA만을 나타내는 DNA probe의 개발 결과를 Glowatzki-Mullis등(1995), Kashi등(1994), Nijman등(1996)이 보고함으로써 축우의 유전적 능력개량에 이용될 수 있음이 제시되었고, DNA marker를 이용한 MAS(marker assisted selection)에서 Hirano등(1996)은 일본화우의 육질개량, Vilkki등(1996)은 핀란드 젖소의 능력개량, 그리고 Spelman과 Bovenhuis(1998)은 MAS를 이용한 양적형질 개량 program의 이용에 대한 보고를 하였다.

이외에도 선진 연구소나 육종회사들에서는 경제형질과 관련된 DNA marker규명 → 이들 DNA의 cloning → DNA구조의 sequencing → 경제형질의 DNA marker를 밝히는 specific DNA probe의 개발 → 특정형질의 개량 단계를 계속 연구 중이거나 실용화 단계에 있음이 알려지고 있다. 국내에서도 이러한 분야에 대한 관심이 크게 고조되고 있으나, 가축의 개량에 있어서는 다수의 유전인자가 하나의 형질에 관여하는 Polygene 체계이므로 각 개체가 가지고 있는 genomic DNA 전체를 확인할 수 있는 기술과 이들의 inheritance mechanism을 확실하게 입증할 수 있는 기술 외에는 현실적으로 실용적 가치에서 상당한 한계를 가지고 있어 우선적으로 한우의 경제형질과 관련된 DNA marker를 확인한 후 이러한 marker들의 mapping을 구성하는 과정이 필요하다고 본다. 그러나 현재까지 여 등(1996,1997)에 의한 한우의 genomic DNA에 관한 기본 소질이 부분적으로 밝혀진 바가 있다.

한우의 체척 측정에 관한 연구는 많다. 그러나 본격적으로 형태학적 특성이 비육 밀소로서의 자질에 관한 연구는 이루어진바 없다. 그러므로 후구의 형태, 얼굴의 특성, 피모 상태 등이 비육 밀소로서의 자질을 판정하는 기술의 개발은 시급히 해결해야될 과제이다.

제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과

1. 비육밀소의 형태학적 특징과 비육 관계 연구

비육에 관여하는 요소는 대단히 많다. 그러나 이러한 학문적 연구는 종모우를 선정하는 연구 기관이나 전문가들 입장에서는 쉽게 이용할 수 있으나 농민 수준에서 쉽게 비육용 밀소를 선정하기 위한 연구는 최근에는 거의 무시되고 있다. 그러므로 본 연구는 형태학적 특징에 관한 연구를 통하여 농민들에게 쉽게 접근할 수 있는 실용적 이용을 위하여 수행되었다.

가. 재료 및 방법

1) 공시재료

1999년도에 농협중앙회 가축개량사업소와 한우개량단지에서 생산되어 당대검정에 공시된 수송아지 303두와 한우개량단지에서 생산되어 축산기술연구소(남원지소, 대관령지소)에서 후대검정에 공시된 수송아지 207두의 자료를 이용하였고, 출생지역 및 출생계절에 대한 두수는 Table 1에 나타내었다.

2) 조사항목

본 연구에 조사된 형질은 당대검정우에 대한 조사항목은 6개월령 검정개시시점과 12개월령 검정종료시점에서 체중과 체형을 조사하였고, 후대검정우의 경우 6개월령 검정개시시점, 12개월령, 18개월령 및 24개월령 검정종료시점에서 체중과 체형 10개 부위를 조사하였으며, 체장과 흉위를 이용하여 체형의 부피를 조사하였고,

- 체 고 : 기갑의 정점에서 지면까지의 수직 거리
- 십자부고 : 십자부에서 지면까지의 수직 거리
- 체 장 : 어깨전단에서 좌골후단을 직선으로 이은 수평 거리
- 흉 심 : 견갑골 뒤의 등에서 가슴바닥까지의 수직 거리
- 흉 폭 : 견갑골 뒤의 폭에 대한 거리
- 요 각 폭 : 좌우측 요각의 가장 넓은 부위의 수평 거리
- 고 장 : 요각전단에서 좌골후단까지의 직선 거리
- 곤 폭 : 좌우 곤부사이의 가장 넓은 부위의 수평 거리

- 좌 골 폭 : 좌우 좌골결정 외단 사이의 수평 거리
- 흉 위 : 견갑골 직후를 통하는 가슴부위 둘레
- 체 적 : 체장 × 흉위

Table 1. Number of records by season of birth and location from performance tested and progeny tested data.

Performance Test				Progeny Test			
Location	No.	Season	No.	Location	No.	Season	No.
LIMC	178	Spring	106	Gyeong-Gi	16	Spring	84
HIA	125	Summer	58	Gang-Won	6	Fall	123
		Fall	139	Chung-Nam	47		
				Chung-Buk	30		
				Jeon-Nam	13		
				Jeon-Buk	32		
				Gyong-Nam	33		
				Gyong-Buk	30		
Total	303		303		207		207

LIMC : Livestock Improvement Main Center

HIA : Hanwoo Improvement Area

검정개시시점에서 얼굴 및 피모의 특징을 조사하기 위하여 얼굴의 길이와 폭 및 입둘레를 측정하였고, 목피층 두께를 측정하였으며, 우측면 곤부의 털을 채취하여 중간부위의 직경을 측정하였으며,

- 얼굴 길이 : 뺨 상단부부터 코끝까지의 길이
- 얼굴 폭 : 미간 사이의 길이
- 입 둘레 : 얼굴과 비경사이의 둘레
- 목피층 두께 : 우측면 목 주름 한 골의 두께
- 털의 직경 : 우측면 곤부 털의 중간부위 직경

후대검정우의 경우 검정종료 후 도축장으로 운송하여 도축 후 0-5℃에서 24시간 이상 냉장시킨 후 좌우 반도체중량을 측정하여 냉도체중을 측정하였고, 최후 흉추와 제1요추 사이를 척추골과 직각이 되게 절개한 후 최후 흉추쪽의 면적을 면적자로 배최장근단면적을 측정하였고, 등지방두께는 배최장근단면적 측정부위에서 척추 쪽으로 2/3안쪽으로 들어간 지점에서 측정하였으며, 근내지방도는 배최장근단면적 측정부위에서 지방침착도를 기준표(1 - 7)와 비교하여 육안으로 측정하였다.

3) 사양관리

한우 당대검정에 공시된 비거세 수송아지는 검정공시전 우방당 10두씩 예비검정을 실시하였고, 검정개시 후 단방식 우사에서 개체별 사양관리를 실시하면서 조사료를 자유채식시켰고, 농후사료는 체중대비 2%수준으로 급여하였다. 후대검정에 공시된 수송아지는 6개월령 입식 후 거세를 실시하였으며, 5-6두 군사식 우사에서 사육하면서 농후사료와 조사료를 자유채식시켰다. 농후사료는 검정기준에 따라 농협중앙회 청주배합사료공장에서 생산한 검정우 사료를 급여하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 당대검정우에 대한 성적 조사

당대검정에 공시된 303두에 대한 검정개시시점에서의 체중, 체형, 얼굴특징 및 피모특징에 대한 일반평균과 표준편차는 Table 2와 Table 3에 나타내었고, 검정종료시점의 체중과 체형은 Table 2에 나타내었다. 또한 당대검정종료 후 후보종모우로 선발된 개체의 교환둘레는 Table 4에 나타내었다. 당대검정 개시일령은 245.8일이었고 개시시 체중, 체고, 십자부고, 체장, 흉심, 흉폭, 요각폭, 곤폭, 좌골폭, 고장, 흉위와 체적은 각각 206.6kg, 107.4cm, 110.3cm, 103.8cm, 50.4cm, 30.3cm, 30.1cm, 33.8cm, 24.3cm, 39.2cm, 121.2cm 및 $13.7 \times 103\text{cm}^3$ 이었고, 얼굴의 특징 조사일령, 얼굴의 길이, 폭, 입둘레, 피하층 두께 및 피모 직경은 각각 231.4일, 41.0cm, 19.9cm, 36.6cm, 1.13cm 및 0.050mm이었다. 검정종료일령은 377.9일이었고, 체중은 346.7kg이었으며, 체고, 십자부고, 체장, 흉심, 흉폭, 요각폭, 곤폭, 좌골폭, 고장, 흉위와 체적은 각각 117.6cm, 120.2cm, 131.5cm, 59.8cm, 33.9cm, 36.8cm, 38.5cm, 29.4cm, 43.5cm, 165.0cm 및 $21.7 \times 103\text{cm}^3$ 이었다. 또한 당대검정 완료후 후보종모우로 선발된 개체는 평균 13개월령이었고 교환둘레는 39.8cm였다.

Table 2. Means and standard deviation of weight and body measurements at 6 and 12 months of age from performance tested data.

Traits	6 months of age			12 months of age		
	N	Mean	Std. Dev.	N	Mean	Std. Dev.
Age(day)	303	245.8	16.4	196	377.9	16.3
Weight(kg)	303	206.6	27.4	196	346.7	35.3
Withers height(cm)	283	107.4	5.7	196	117.6	3.4
Rump height(cm)	283	110.3	5.7	196	120.2	3.2
Body length(cm)	282	103.8	6.8	196	131.5	4.8
Chest depth(cm)	283	50.4	4.1	196	59.8	2.0
Chest width(cm)	283	32.3	4.4	196	33.9	2.7
Rump width(cm)	283	30.1	4.2	196	36.8	1.8
Turls width(cm)	283	33.8	3.0	196	38.5	1.8
Hipbone width(cm)	283	24.3	3.4	196	29.4	2.4
Rump length(cm)	283	39.1	3.1	196	43.5	2.2
Chest girth(cm)	283	121.2	9.4	196	165.0	6.5
Body volume(cm ³)	282	13.7	1.7	196	21.7	1.4

Table 3. Means and standard deviation of face length, width, Muzzle circumference, Neck hide thickness and Fur diameter at 6 months of age from performance tested data.

Measurement	Face length	Face width	Muzzle	Neck hide	Fur
age(day)	(cm)	(cm)	circumference	thickness	diameter
			(cm)	(cm)	(mm)
N	251	250	250	144	78
Means	231.4	19.9	36.6	1.133	0.050
Std. Dev.	19.2	2.11	3.4	0.161	0.015

Table 4. Means, standard deviation and range of Scrotal Circumference for young bull.

	N	Means	Std. Dev.	Min.	Max.
Scrotal Circumference(cm)	23	39.8	2.5	34.0	43.5

2) 후대검정우에 대한 성적 조사

후대검정에 공시된 303두중 84두는 28차 후대검정에 공시되어 도체성적이 조사되었고, 123두는 29차 후대검정우로 12개월령까지 조사되었으며, 체중과 체형에 대한 일반성적과 표준편차는 Table 5에 나타내었고, 6개월령 얼굴의 길이와 폭, 입둘레 및 피모특징 Table 6에 나타내었으며, 도체성적은 Table 7에 나타내었다.

후대검정 개시일령은 214.6일이었고 개시시 체중, 체고, 십자부고, 체장, 흉심, 흉폭, 요각폭, 곤폭, 좌골폭, 고장, 흉위와 체적은 각각 186.4kg, 97.0cm, 100.0cm, 110.8cm, 49.9cm, 25.3cm, 29.3cm, 31.6cm, 15.3cm, 36.4cm, 131.7cm 및 $14.6 \times 103\text{cm}^3$ 이었고, 얼굴의 길이, 폭, 입둘레, 피하층 두께 및 피모 직경은 각각 40.6cm, 19.5cm, 36.5cm, 0.92cm 및 0.0383cm이었다. 12개월령 체중은 303.9kg이었으며, 체고, 십자부고, 체장, 흉심, 흉폭, 요각폭, 곤폭, 좌골폭, 고장, 흉위와 체적은 각각 110.2cm, 111.6cm, 131.9cm, 61.1cm, 33.9cm, 38.6cm, 40.1cm, 20.4cm, 43.9cm, 158.0cm 및 $20.9 \times 103\text{cm}^3$ 이었다. 18개월령 체중은 465.5kg, 체고 120.8cm, 십자부고 121.2cm, 체장 146.9cm, 흉심 69.2cm, 흉폭 41.1cm, 요각폭 44.9cm, 곤폭 45.1cm, 좌골폭 23.5cm, 고장 48.1cm, 흉위 189.6cm이었고 체적은 $28.5 \times 103\text{cm}^3$ 이었다. 그리고 종료시점인 24개월령 체중, 체고, 십자부고, 체장, 흉심, 흉폭, 요각폭, 곤폭, 좌골폭, 고장, 흉위와 체적은 각각 560.0kg, 126.6cm, 126.4cm, 158.8cm, 74.4cm, 46.2cm, 49.2cm, 49.1cm, 25.3cm, 52.1cm, 203.7cm 및 $32.4 \times 103\text{cm}^3$ 이었다.

Table 5. Means and standard deviation of weight and body measurements at 6 and 12 months of age from performance tested data

Traits	6 months	12 months	18months	24month
N	207	225	218	218
Age(day)	214.6 ± 24.1	371.6 ± 22.0	566.7 ± 25.2	718.0 ± 23.4
Weight(kg)	186.4 ± 30.1	303.9 ± 1.8	465.5 ± 51.3	560.0 ± 54.5
Withers height(cm)	97.0 ± 6.1	110.2 ± 5.1	120.8 ± 4.9	126.6 ± 5.2
Rump height(cm)	100.0 ± 6.2	111.6 ± 5.4	121.2 ± 5.9	126.4 ± 6.2
Body length(cm)	110.8 ± 6.5	131.9 ± 6.2	146.9 ± 6.7	158.8 ± 6.1
Chest depth(cm)	49.9 ± 3.1	61.1 ± 2.8	69.2 ± 2.7	74.4 ± 3.1
Chest width(cm)	25.3 ± 3.3	33.9 ± 4.6	41.1 ± 3.8	46.2 ± 3.4
Rump width(cm)	29.3 ± 2.8	38.6 ± 2.7	44.9 ± 3.5	49.2 ± 3.5
Turks width(cm)	31.6 ± 2.9	40.1 ± 2.5	45.1 ± 3.5	49.1 ± 3.7
Hipbone width(cm)	15.3 ± 3.1	20.4 ± 1.7	23.5 ± 2.2	25.3 ± 1.6
Rump length(cm)	36.4 ± 3.2	43.9 ± 2.9	48.1 ± 2.7	52.1 ± 3.7
Chest girth(cm)	161.7 ± 8.3	158.0 ± 9.9	189.6 ± 11.9	203.7 ± 12.5
Body volume(cm ³)	14.6 ± 1.6	20.9 ± 2.0	28.5 ± 2.4	32.4 ± 2.5

Table 6. Means and standard deviation of face length, width, Muzzle circumference, Neck hide thickness and Fur diameter at 6 months of age from progeny tested data.

	Measurement age(day)	Face length (cm)	Face width (cm)	Muzzle circumference (cm)	Neck hide thickness (cm)	Fur diameter (mm)
N	207	207	207	207	123	119
Means	234.5	40.6	19.5	36.5	0.919	0.038
Std. Dev.	22.3	2.32	1.50	2.16	0.200	0.016

도체성적의 경우 도축일령은 726.6일, 냉도체중은 312.1kg, 배최장근단면적은 76.9 cm², 등지방두께 8.2mm이었고, 근내지방도는 2.8이었다.

Table 7. Means and standard deviation of carcass traits from data of progeny tested data.

	Slaughter age(day)	Carcass weight(kg)	Eye muscle area(cm ²)	Backfat thickness(mm)	Marbling score
N	218	218	218	218	218
Means	726.6	312.1	76.9	8.2	2.8
Std. Dev.	21.5	33.8	9.1	3.3	1.6

3) 밑소의 형태적 특성과 도체성적간의 상관관계

후대검정 거세우에 대한 개시시 체중과 냉도체중, 등지방두께 및 배최장근단면적간의 표현형상관은 각각 0.613, 0.258 및 0.364로 정의 관계를 나타내었고, 체적과는 각각 0.511, 0.204 및 0.247로 추정되었으며, 얼굴 길이, 얼굴 폭 및 입둘레와 도체성적

간에는 0.194~0.539 및 0.381~0.532으로 정의상관을 나타내었다. 목의 두께와 털의 굵기와 도체성적간 상관관계는 각각 0.203~0.259과 0.172~0.179으로 정의 상관으로 추정되었으며 특히 근내지방도와 털의 굵기는 0.172로 정의 상관이 추정되었다.

Table 8. Phenotypic correlation coefficients of carcass traits with body measurement, face length, face width, Muzzle circumference, Neck hide thickness and Fur diameter for age of 6 months from data of progeny test.

	Carcass weight (kg)	Backfat thickness (cm)	Eye muscle area (cm ²)	Marbling score (점)
Body weight(kg)	0.613	0.258	0.364	0.019 ^{NS}
Whither height(cm)	0.399	0.222	0.087 ^{NS}	0.160
Rump height(cm)	0.394	0.184	0.067 ^{NS}	0.131
Body length(cm)	0.460	0.169	0.245	-0.092 ^{NS}
Chest depth(cm)	0.508	0.164	0.291	0.032 ^{NS}
Chest width(cm)	0.358	0.178	0.111 ^{NS}	0.114 ^{NS}
Rump width(cm)	0.378	0.063 ^{NS}	0.274	-0.137
Thurls width(cm)	0.369	-0.013 ^{NS}	0.297	-0.198
Hip bone width(cm)	0.168	0.202	-0.077 ^{NS}	0.209
Rump length(cm)	0.296	0.179	-0.031 ^{NS}	0.025 ^{NS}
Chest girth(cm)	0.503	0.218	0.225	0.074 ^{NS}
Body volume(cm ³)	0.511	0.204	0.247	-0.014 ^{NS}
Face length(cm)	0.539	0.194	0.341	-0.031 ^{NS}
Face width(cm)	0.303	0.049 ^{NS}	0.282	-0.077 ^{NS}
Muzzle circumference(cm)	0.532	0.089 ^{NS}	0.381	-0.033 ^{NS}
Neck hide thickness(cm)	0.203	-0.103 ^{NS}	0.259	0.005 ^{NS}
Fur diameter(mm)	0.073 ^{NS}	-0.029 ^{NS}	0.179	0.172

2. 한우의 고환둘레와 정액생산 및 번식과의 관계

고환은 정액을 생산하고 Testosterone을 분비하는 기능을 가지고 있다. 고환둘레는 육성기에 있는 수소의 정액생산과 정액의 정상과 관련이 있기 때문에 수소의 잠재적인 번식능력을 알아볼 수 있는 중요한 형질이다.(Coulter and Foote, 1979). 고환둘레가 클수록 정액생산량은 많고($r=0.81$) 정자의 운동성이 좋고, 정상적인 정자수와 정자농도가 증가하는 반면에 비정상적인 정자수는 감소한다(Blezyinger, 2002). 또한 고환둘레를 측정함으로써 체중이나 나이보다 성 성숙을 더 정확하게 알 수 있다(Lunstra et al., 1978).

일반적으로 암소의 번식형질은 교배시기의 조절, 발정동기화 및 인공수정 등 환경에 많은 영향을 받기 때문에 유전력이 낮는데 반해 수소의 고환둘레는 쉽게 측정할 수 있고 환경에 크게 영향을 받지 않아 고환둘레에 대한 유전력은 0.39~0.68로 높은 편이다(Smith et al., 1989; Latimer et al., 1982).

고환의 둘레는 정액생산뿐 만 아니라 암송아지의 번식과도 관련이 있는데 고환의 둘레가 평균보다 1cm 증가할 때마다 수송아지의 고환둘레는 0.25cm 증가하고 암송아지의 성 성숙은 3.86일 빨리 온다(Brinks, 1984). 수소의 나이가 고환발달에 가장 큰 영향을 미치는데 육성기(6개월령에서 16개월령)에 가장 빠르게 성장하기 때문에 고환의 성장은 linear가 아니고 curve linear를 나타낸다. 대부분의 품종에서 고환둘레는 1세에서 2세 사이에 2~3cm가 증가한다(Blezyinger, 2002).

선발차는 암컷보다 수컷에서 더 크기 때문에 암컷의 성 성숙 월령 측정과 더불어 고환둘레를 선발형질에 포함시킴으로써 선발반응을 더 높일 수 있을 것이다. 그러나 한우에 있어서 고환둘레에 대한 연구가 전무하기 때문에 본 연구는 한우 종모우의 고환둘레와 정액생산 및 번식과의 관계를 구명하기 위하여 실시하였다.

가. 재료 및 방법

1) 공시재료

공시재료로는 고환둘레 측정 당시(1997. 6. 14) 6~10세인 종모우 58두로부터 1995년 봄부터 2001년 겨울까지 7년 동안 농협중앙회 가축개량사업소에서 채취한 19,742번의 정액생산 기록(정액량, 농도/cc 및 총정자수)을 이용하였다. 수태율 및 분

만올은 1993년 봄부터 2000년 봄까지 총 1,289두의 자손을 생산한 종모우 16두의 번식자료를 이용하였다.

2) 조사항목

조사항목은 교환돌레, 정액량, 정액농도, 총정자수, 수태율 및 분만율 등이었다. 교환돌레는 교환돌레 측정자(Ideal Instrument, U.S.A)를 이용하여 교환의 가장 넓은 부위를 측정하였다. 정액채취는 1주일에 평균 3회 하였고 채취당일에는 2회 채취하였다. 총정자수는 정액량과 농도를 곱해서 얻었다.

3) 통계분석방법

교환돌레에 따른 정액량, 농도 및 총정자수 분석을 위하여 SAS(1997)로 General Linear Model Procedure를 활용하여 분석하였으며 모형은 아래와 같다.

$$Y_{ijkl} = \mu + SC_i + YS_j + AS_k + EJ_l + e_{ijkl}$$

여기서

Y_{ijkl} = 측정치

μ = 전체 평균

SC_i = 교환돌레 효과

YS_j = 년도-계절 효과

AS_k = 종모우의 나이 효과

EJ_l = 채취 횟수 효과

e_{ijkl} = 임의오차

정액량, 농도 및 총정자수 사이의 상관관계는 위의 모형을 이용하여 각 효과를 제거한 잉여부분상관계수를 구하였고 정액량, 농도 및 총정자수 과 종모우의 나이 및 교환돌레와의 상관관계는 단순상관계수를 구하였다.

교환돌레에 따른 수태율 및 분만율 분석을 위하여 다음의 선형모형을 이용하였다.

$$Y_{ijk} = \mu + SC_i + YS_j + PA_k + e_{ijk}$$

여기서

Y_{ijk} = 측정치
 μ = 전체 평균
 SC_i = 교환돌레 효과
 YS_j = 년도-계절 효과
 PA_k = 분만횟수 효과
 e_{ijk} = 임의오차

수태율 및 분만율과 교환돌레, 종모우의 나이 및 분만횟수와의 상관관계는 단순 상관계수를 구하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 정액량, 농도 및 총정자수 분석

교환돌레의 범위는 34~48cm 이었고 평균은 40.4 ± 3.7 cm로 Society for Theriogenology에서 분류한 30개월령 이상의 평균 교환돌레(table 18)를 적용해보면 모두 34cm를 초과해 Good 이상의 판정을 받을 수 있는 것으로 나타났다.

정액량, 정자농도 및 총정자수는 모두 교환돌레에 크게 영향을 받았다($p < 0.001$, table 9). 정액량의 최소자승 평균치는 5.18 ± 0.04 cc 이었고 교환돌레가 39.6cm 이었을 때 7.42 ± 0.10 cc로 가장 많았으며 그 다음으로는 44.2cm 일 때 6.85 ± 0.10 cc로 많았으며 43.4cm 일 때 3.21 ± 0.11 cc로 가장 적었다.

정액 cc당 정자농도의 최소자승 평균치는 15.90 ± 0.11 cc 이었고 교환돌레가 39.6cm 이었을 때 7.42 ± 0.10 cc로 가장 많았으며 그 다음으로는 44.2cm 일 때 6.85 ± 0.10 cc로 많았으며 43.4cm 일 때 3.21 ± 0.11 cc로 가장 적었다. 총 정자수는 $35.24 \pm 3.22 \sim 110.91 \pm 2.36$ 백만개이었는데 1회 사정시 총 정자수는 정액량과 농도에 영향을 받으므로 교환돌레가 39.6cm 이었을 때 정액량이 7.42 ± 0.10 cc로 가장 많았으므로 총 정자수는 110.91 ± 2.36 백만개로 가장 많았다.

년도-계절 역시 정액량, 정자농도 및 총 정자수에 많은 영향을 주었다($p < 0.001$, table 10). 1995년 가을에 정액 생산량이 6.08 ± 0.05 cc로 가장 많았고 년도별로 계절만을 보았을 때 가을에 정액 생산량이 많은 경향을 나타냈고 농도는 봄에 가장 높은 경향을 나타냈다. 겨울에 정액 생산량이 많지 않은 것은 종모우가 여름에 고온 스트레

스를 받았기 때문인 것으로 사료된다.

종모우의 나이도 정액량, 정자농도 및 총 정자수에 많은 영향을 주었는데 정액 생산량은 8세를 고비로 9세에 급격히 감소했다($p < 0.001$, table 11). 정액의 농도는 6세 때 가장 높았고 10세에 가장 낮았다. 예상했던 대로 정액량, 정자농도 및 총 정자수는 첫 번째 채취할 때가 두 번째 채취할 때보다 많았다.

정액량과 농도와의 부분상관관계는 거의 없었으나($r=0.04$, table 12) 총 정자수와는 0.69로 높게 나타났다. 농도와 총 정자수와의 관계도 높게 나타났는데($r=0.70$) 이는 총 정자수가 정액량과 농도를 곱하여 얻어졌기 때문에 당연한 결과이다.

종모우의 나이와 정액량, 정자농도 및 총 정자수와의 단순상관관계는 작았지만 (0.06 ~ 0.11) 부의 상관을 나타냈다(table 13). 종모우의 나이가 증가할수록 정액량은 적어지고 농도 역시 적어져서 결국은 총 정자수도 감소하는 것으로 나타났다. 종모우의 교환둘레가 클수록 정액생산량은 많아지나($r=0.10$) 농도는 유의적이지는 않지만 부의 상관을 보였다.

2) 수태율과 분만율 분석

수태율과 분만율의 최소자승평균은 각각 74.9 ± 3.72 , $71.4 \pm 3.35\%$ 이었고 수태율의 범위는 55.3 ± 0.14 ~ $90.9 \pm 0.15\%$ 이었고 분만율은 50.6 ± 0.14 ~ $90.8 \pm 0.13\%$ 로 나타났다.(table 14). 수태율과 분만율 모두 종모우의 교환둘레에 영향을 받았다($p < 0.001$). 종모우의 교환둘레가 37cm 일 때 수태율 및 분만율이 각각 90.9 ± 0.15 , 90.8 ± 0.13 으로 가장 성적이 좋았다. 교환둘레가 35cm 이었을 때는 수태율이 가장 낮았으며 분만율은 교환둘레가 45.7cm 이었을 때 가장 낮았다.

년도-계절효과는 1994년 봄에 수태율과 분만율이 각각 82.5 ± 0.10 , $78.3 \pm 0.09\%$ 로 모두 좋았으며 1995년 가을에는 수태율과 분만율 모두 낮았다(table 15).

발정과악 및 수정사의 숙련에 따라 영향을 받을 수 있는 수태율과 분만율은 종빈우의 분만횟수에 크게 영향을 받지 않았다($p=0.17$, table 16).

종모우의 나이는 번식성적에 영향을 미쳤는데 종모우의 나이가 증가할수록 수태율과 분만율은 떨어지는 것으로 나타났다($r=-0.31$ 과 $r=-0.12$, table 17). 종모우의 교환둘레와 수태율의 단순상관은 크지는 않았지만 유의적으로 나타났으나 분만율과는 0.0007로 상관관계가 거의 없는 것으로 나타났다. 종빈우의 분만횟수는 종빈우의 분만횟수가 증가할수록 수태율과 분만율은 떨어지는 것으로 나타났다.

Table 9. Least squares means and standard deviations for semen quantity, concentration and total number of sperm by scrotal circumference.

Scrotal circumference SC(Cm)	Traits	Quantity (cc)	Concentration (10 ⁸ /cc)	Total No. of sperm (10 ⁸)
	LSM	p<0.001	p<0.001	p<0.001
34.0		5.18±0.04	15.90±0.11	81.33±0.84
34.4		4.05±0.12	15.67±0.37	63.60±2.93
34.6		4.95±0.11	15.14±0.34	74.51±2.68
34.7		5.17±0.11	14.10±0.32	74.62±2.52
35.0		5.64±0.10	17.23±0.30	95.88±2.39
36.0		4.55±0.08	14.84±0.23	65.99±1.85
36.3		4.21±0.07	19.02±0.21	80.26±1.66
36.5		4.90±0.10	14.52±0.29	66.79±2.26
37.0		5.66±0.08	15.01±0.25	87.69±1.95
37.3		4.86±0.08	13.13±0.23	63.52±1.82
37.6		6.17±0.10	11.66±0.29	67.05±2.31
37.7		5.08±0.10	13.56±0.29	69.47±2.33
37.7		5.24±0.12	19.68±0.36	102.96±2.82
38.0		4.98±0.08	17.14±0.24	83.91±1.89
38.2		6.20±0.08	15.32±0.24	95.13±1.92
38.7		5.61±0.11	10.75±0.33	59.52±2.59
38.9		5.21±0.13	17.52±0.39	93.95±3.08
39.0		5.15±0.07	17.08±0.20	83.34±1.60
39.2		3.99±0.10	16.98±0.29	68.84±2.33
39.6		7.42±0.10	14.82±0.30	110.91±2.36
39.7		5.78±0.10	18.03±0.29	104.80±2.32
40.0		5.25±0.05	16.53±0.15	85.92±1.20
40.2		4.62±0.07	15.93±0.22	74.50±1.75
41.0		4.92±0.07	17.55±0.19	85.77±1.53
41.3		5.57±0.10	14.27±0.30	78.39±2.35
41.5		4.20±0.12	15.63±0.36	69.69±2.81
43.0		5.17±0.10	18.67±0.26	100.54±2.09
43.2		3.59±0.09	21.09±0.28	77.48±2.19
43.3		4.23±0.14	10.09±0.41	35.24±3.22
43.4		3.21±0.11	18.61±0.32	60.28±2.57
43.5		4.30±0.10	18.48±0.30	81.03±2.41
44.2		6.85±0.10	14.85±0.29	96.33±2.29
44.7		5.89±0.12	17.49±0.35	105.02±2.76
45.0		5.98±0.09	14.11±0.25	86.50±2.02
45.2		4.49±0.11	20.13±0.32	88.22±2.51
45.7		5.61±0.10	12.86±0.31	73.52±2.45
46.0		6.32±0.08	14.87±0.23	95.02±1.86
47.0		5.51±0.06	15.24±0.19	83.43±1.50
48.0		6.24±0.10	16.45±0.30	101.11±2.36

Table 10. Least squares means and standard deviations for semen quantity, concentration and total number of sperm by year and season.

Year season		Traits	Quantity	Concentration	Total No. of sperm
			(cc)	(10 ⁸ /cc)	(10 ⁸)
Year	Season		p<0.001	p<0.001	p<0.001
1995	1		5.24±0.05	11.52±0.14	58.79±1.13
	2		5.52±0.05	12.57±0.16	66.88±1.27
	3		6.08±0.05	13.20±0.14	78.79±1.11
	4		5.26±0.06	13.33±0.17	68.55±1.32
1996	1		5.51±0.04	15.99±0.13	86.64±1.05
	2		5.18±0.04	16.41±0.11	84.60±0.90
	3		5.18±0.04	15.90±0.12	81.67±0.96
	4		5.26±0.05	16.49±0.14	86.54±1.09
1997	1		5.33±0.04	16.37±0.12	87.40±0.92
	2		6.00±0.05	17.88±0.14	108.30±1.07
	3		5.62±0.05	14.35±0.13	81.65±1.06
	4		5.18±0.05	16.14±0.14	83.96±1.08
1998	1		5.26±0.06	17.36±0.19	91.52±1.47
	2		5.03±0.13	16.37±0.38	82.52±3.04
	3		5.50±0.08	16.12±0.24	88.99±1.92
	4		5.43±0.10	16.93±0.29	92.24±2.26
1999	1		4.87±0.09	14.94±0.28	74.77±2.21
	2		5.17±0.15	16.63±0.44	84.18±3.45
	3		5.20±0.16	16.90±0.46	86.34±3.65
	4		4.74±0.11	16.82±0.31	78.38±2.46
2000	1		4.92±0.21	17.46±0.63	83.12±5.00
	2		5.53±0.20	15.71±0.59	86.60±4.70
	3		5.36±0.28	14.91±0.83	82.04±6.55
	4		4.74±0.17	17.20±0.52	78.38±4.08
2001	1		4.44±0.25	17.79±0.73	77.30±5.81
	2		4.23±0.26	16.59±0.76	68.73±6.04
	3		4.73±0.29	16.19±0.86	75.19±6.80
	4		4.48±0.31	17.02±0.91	73.32±7.21

Table 11. Least squares means and standard deviations for semen quantity, concentration and total number of sperm by age of sire

Traits	Quantity (cc)	Concentration (10 ⁸ /cc)	Total No. of sperm (10 ⁸)
Age of sire	p<0.001	p<0.001	p<0.001
LSM	5.18±0.04	15.90±0.11	81.33±0.84
6	5.38±0.05	17.19±0.14	90.33±1.11
7	5.37±0.06	14.95±0.17	80.75±1.36
8	5.70±0.05	15.92±0.15	91.46±1.22
9	4.59±0.06	17.04±0.17	79.16±1.38
10	4.85±0.08	14.38±0.23	64.96±1.79
Ejaculation	p<0.001	p<0.001	p<0.001
1st	5.41±0.04	17.66±0.11	95.28±0.88
2nd	4.95±0.04	14.14±0.11	67.39±0.88

Table 12. Residual correlations of semen quantity, concentration and total number of sperm with semen quantity and concentration.

	Quantity	Concentration	Total No. of sperm
Quantity	1	0.04 p<0.001	0.69 p<0.001
Concentration	0.04 p<0.001	1	0.70 p<0.001

Table 13. Simple correlations semen quantity, concentration and total number of sperm with age of sire and scrotal circumference.

	Quantity	Concentration	Total No. of sperm
Age of sire	-0.06 p<0.001	-0.09 p<0.001	-0.11 p<0.001
Scrotal circumference	0.10 p<0.001	-0.007 p=0.35	0.06 p<0.001

Table 14. Least squares means and standard deviations for rate of fertility, delivery by scrotal circumference.

Scrotal circumference	Traits	Rate of fertility (%)	Rate of delivery (%)
Scrotal circumference(Cm)		p<0.001	p<0.001
	LSM	74.9±3.72	71.4±3.35
34.6		82.8±0.10	82.7±0.09
35		55.3±0.14	52.6±0.12
36		76.6±0.07	73.5±0.07
36.5		78.6±0.07	72.6±0.06
37		90.9±0.15	90.8±0.13
37.3		74.6±0.06	71.5±0.05
37.7		70.6±0.07	70.5±0.07
38		72.2±0.08	69.1±0.08
38.7		80.6±0.08	79.6±0.07
38.9		77.6±0.14	73.6±0.13
39		72.2±0.09	71.2±0.08
40		70.3±0.07	68.2±0.07
40.2		70.7±0.08	66.6±0.07
45.7		70.6±0.02	50.6±0.14
46		79.6±0.01	77.6±0.06

Table 15. Least squares means and standard deviations for rate of fertility, deliverly by year and season.

Year and season		Traits	Rate of fertility (%)	Rate of delivery (%)
Year			p<0.001	p<0.001
	Season			
1993	1		74.2±0.08	70.8±0.07
	2		74.3±0.42	70.8±0.38
1994	1		82.5±0.10	78.3±0.09
	2		75.9±0.11	72.3±0.10
1995	1		74.5±0.12	71.0±0.11
	2		73.9±0.09	70.5±0.08
1996	1		74.1±0.07	70.7±0.06
	2		74.0±0.07	70.6±0.06
1997	1		74.3±0.06	70.9±0.05
	2		74.3±0.06	70.9±0.05
1998	1		74.3±0.06	70.8±0.06
	2		74.3±0.06	70.8±0.05
1999	1		74.2±0.09	70.7±0.08
	2		74.2±0.11	70.8±0.10
2000	1		74.2±0.11	70.8±0.10

Table 16. Least squares means and standard deviations for rate of fertility, deliverly by parity.

Parity	Traits	Rate of fertility (%)	Rate of delivery (%)
		p=0.17	p=0.17
	0	74.9±0.05	71.4±0.04
	1	74.9±0.05	71.4±0.05
	2	74.9±0.06	71.4±0.05
	3	74.8±0.06	71.3±0.05
	4	74.8±0.06	71.3±0.06
	5	74.9±0.05	71.4±0.04

Table 17. Simple correlations of rate of fertility and delivery with age of sire, scrotal circumference and parity.

	Rate of fertility	Rate of delivery
Age of sire	-0.31 p<0.001	-0.12 p<0.001
Scrotal circumference	0.08 p<0.01	0.007 p=0.79
Parity	-0.12 p<0.001	-0.10 p<0.001

Table 18. Average of scrotal circumference by age classified by Society for Theriogenology

Age (Months)	Scrotal circumference (Cm)	Classification
12~14	>34	Very Good
	30~34	Good
	<30	Fair~Poor
15~20	>36	Very Good
	31~36	Good
	<31	Fair~Poor
Over 30Months	>39	Very Good
	34~39	Good
	<34	Fair~Poor

3. 생체 · 초음파 측정 · DNA marker 간의 상관

비육 밑소의 조기 예측을 위하여 초음파 측정(제 7장)과 DNA marker(제 8장)의 자료를 가지고 생체 측정치와의 상관 관계를 조사한 결과는 Table 19와 같았다.

Table 19. Table of Analysis of Varince for different traits

Dependent Variable		ADG		MS		BF		RA	
Source	DF	Mean Sq.	Pr > F						
BP11.3	1	0.0085	0.2079	1.06	0.8052	4.20	0.4554	61.19	0.2771
BP9.4	1	0.0021	0.5287	115.66	0.0104	4.20	0.4558	2.36	0.8308
BP11.3*BP9.4	1	0.0018	0.5614	32.09	0.1756	12.26	0.2028	90.28	0.1870
BP3.6	1	0.0027	0.4773	45.82	0.1058	16.21	0.1432	9.15	0.6741
BP11.3*BP3.6	1	0.0002	0.8418	34.80	0.1584	4.80	0.4251	5.48	0.7447
BP9.4*BP3.6	1	0.0014	0.6088	313.56	0.0001	2.62	0.5557	17.23	0.5639
BP11.3*BP9.4*BP3.6	1	0.0010	0.6634	9.41	0.4630	0.09	0.9120	6.32	0.7266
Error	361	0.0053		17.42		7.53		51.65	

Dependent Variable		UMS		UBF		URA	
Source	DF	Mean Sq.	Pr > F	Mean Sq.	Pr > F	Mean Sq.	Pr > F
BP11.3	1	0.0124	0.9065	4.43	0.0783	44.01	0.1847
BP9.4	1	0.0003	0.9852	2.55	0.1795	13.88	0.4542
BP11.3*BP9.4	1	0.3513	0.5329	1.32	0.3323	2.51	0.7501
BP3.6	1	1.1916	0.2524	0.03	0.8841	33.23	0.2483
BP11.3*BP3.6	1	2.1250	0.1279	0.20	0.7032	0.90	0.8484
BP9.4*BP3.6	1	1.8976	0.1499	3.82	0.1014	55.19	0.1381
BP11.3*BP9.4*BP3.6	1	0.0779	0.7687	2.39	0.1932	27.95	0.2893
Error	64	0.8934		1.38		24.49	

ADG : average daily gain(kg), MS :marbling Score(1-19 range), BF : back fat thickness(mm), RA : rib eye area(cm²), UMS : ultrasound marbling Score(1-5 range).

UBF : ultrasound back fat thickness(mm), URA : ultra sound rib eye area(cm²).

DNA marker와 생체의 일당 증체(ADG), 도체의 상강도(MS) 등지방 두께(BF)와 등심단면적(RA)의 분산 분석결과는 Table 19에 나타나있다. DNA marker가 각 형질의 반응에 크게 영향을 미치고 있지는 않으나, BP9.4 marker($p < 0.01$)와 BP9.4와 BP3.6 상호 작용의 결과($P < 0.0001$) 상강도에 영향을 미친 것으로 보인다. 이들 반응의 결과는 Table 20에 나타나 있다. 9.4bp marker 존재시 평균 상강도는 8.37 이며, 9.4bp marker가 부재시의 상강도 평균은 6.92로서 marker 존재 여부에 따라 상강도에는 고도의 유의차를 나타냈다. 9.4bp와 3.6bp 모두 부재시의 상강도 평균은 7.66인데 비하여 9.4bp 부재와 3.6bp 존재시의 평균은 7.58, 9.4bp 존재와 3.6bp 부재시의 평균은 8.43으로 상당한 차이를 보였으나 9.4bp와 3.6bp 존재시는 예상과 달리 평균이 6.91로 나타나 이들간에 차이를 보이고 있으나 경향을 설명하기는 어려운 점이 있다. 이는 반복수의 부족으로 인한 것으로 사료되어 이들이 상강도에 유의하게 영향을 미치고 있는 것으로 보아 계속적 연구를 필요로 하고 있다. 도체는 23개월령의 것이고 초음파 측정은 조기 예측을 위하여 250-300kg시 측정하였고 이들의 상강도 범위로 1-5로 정한 결과 marker gene들의 존재 여부에 대해 유의적 반응을 나타내고 있지는 않다.

Table 21에는 도체와 초음파 측정치 사이의 상관을 보여주고 있다. 도체의 상강도 등지방 두께 및 등심 단면적과 초음파 측정치 간에는 정의 상관을 나타내고는 있으나, MS-UMS 간에는 0.36, BF-UBF 간에는 0.48, RA-MRA 간에는 0.41로 상당히 높은 상관 관계를 가지고 있으나 아직은 좀더 기술을 개발하여 상관을 높일 필요가 있을 것으로 사료된다.

Table 20. Response of different traits with specific marker genes¹⁾

bp 11.3	bp 9.4	bp 3.6	measured from Carcass				measured by ultrasound		
			ADG	MS	BF	RA	URA	UBF	URA
0	0	0	0.66	6.33	5.95	72.48	2.25	2.70	41.00
0	0	1	0.68	8.15	7.24	73.24	2.63	1.96	39.00
0	1	0	0.69	8.98	6.73	74.80	2.38	1.10	39.13
0	1	1	0.68	7.00	7.17	75.36	2.19	2.16	43.56
1	0	0	0.68	6.08	6.95	74.04	2.43	1.59	38.15
1	0	1	0.69	7.11	7.44	74.35	2.20	1.41	39.30
1	1	0	0.69	10.78	7.00	74.35	3.00	1.37	38.14
1	1	1	0.69	6.70	6.80	74.18	1.92	1.40	40.38
0			0.68	7.62	6.77	73.97	2.36	1.98	40.67
1			0.69	7.67	7.05	74.23	2.39	1.44	38.99
0			0.68	6.92	6.90	73.53	2.38	1.92	39.36
1			0.69	8.37	6.93	74.67	2.37	1.51	40.30
0			0.68	8.04	6.66	73.92	2.52	1.69	39.11
1			0.69	7.24	7.16	74.28	2.24	1.73	40.56
0	0		0.67	7.24	6.60	72.86	2.44	2.33	40.00
0	1		0.69	7.99	6.95	75.08	2.29	1.63	41.35
1	0		0.69	6.60	7.20	74.20	2.32	1.50	38.73
1	1		0.69	8.74	6.90	74.27	2.46	1.39	39.26
0		0	0.68	7.66	6.34	73.64	2.32	1.90	40.07
0		1	0.68	7.58	7.21	74.30	2.41	2.06	41.28
1		0	0.69	8.43	6.98	74.20	2.72	1.48	38.15
1		1	0.69	6.91	7.12	74.27	2.06	1.41	39.84
0		0	0.68	7.66	6.34	73.64	2.32	1.90	40.07
0		1	0.68	7.58	7.21	74.30	2.41	2.06	41.28
1		0	0.69	8.43	6.98	74.20	2.72	1.48	38.15
1		1	0.69	6.91	7.12	74.27	2.06	1.41	39.84

ADG : average daily gain(kg), MS :marbling Score(1-19 range), BF : back fat thickness (mm), RA : rib eye area(cm²), UMS : ultrasound marbling Score(1-5 range), UBF : ultrasound back fat thickness(mm), URA : ultra sound rib eye area(cm²).
 0 : no marker, 1: marker present.

Table 21. The correlation coefficients of carcass data and measured value of ultrasound.

	ADG	MS	BF	RA	UMS	UBF
MS	0.08 (0.3501)					
BF	0.25 (0.0026)	0.05 (0.5458)				
LDA	0.52 0.0001	0.20 0.0158	0.16 0.0612			
UMS	0.02 0.8486	0.36 0.002	-0.09 0.4324	0.07 0.582		
UBF	0.28 0.0186	0.01 0.9663	0.48 0.0001	0.05 0.7003	-0.10 0.3615	
URA	0.28 0.0185	-0.13 0.2572	0.17 0.1449	0.41 0.0004	-0.20 0.071	0.39 0.0003

제 4 절 참고문헌

1. Barre-Dirie, A., M. Basedow, C. Looft, E. Kalm, and B. Harlizius, 1996. Genetic distance between German cattle breeds. 25th International Conference on a animal Genetics, France:27
2. Blezinger, S. B. 2002. Age at puberty and scrotal circumference are important factors in bull selection. Cattle today.
3. Blott, S. C., J. L. Williams, P. D. Keightley, and C. S. Haley, 1996. Monte Carlo methods applied to genetic distances between European cattle breeds. 25th International Conference on Animal Genetics, France:28
4. Brethour, J. R. 1990. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in

- cattle. *J. Anim. Sci.* 68:2603-2613
5. Brethour, J. R. 1994. Stimating marbling score in live cattle from ultrasound images using pattern recognition and neural network procedures. *J. Anim. Sci.* 72:1425-1432
 6. Brethour, J. R. 1995. Tracking marbling development in feedlot steers. KAES Report of Progress No. 731:20-25
 7. Brethour, J. R. 1995. System for measurement of intramuscular fat in cattle. US Patent No. 5,398,290
 8. Brinks, J. S. 1984. Genetics aspects of reproduction in cattle. In: Proc. of Ann. Conf. on A.I. and E.T. in Beef Cattle.
 9. Buitkamp, J., H. Ammer and H. Geldermann,1991. DNA fingerprinting in domestic animals. *Electrophoresis* 12:169.
 10. Coulter, G. H. and Foote, R. H. 1979. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to productive traits in cattle: A review. *Theriogenology* 11:297
 11. Gawakisa, P. S., S. J. Kemp, and A. J. Teale,1994. Characterization of Zebu cattle breeds in Tanzania using random amplified polymorphic DNA markers. *Animal Genetics* 25:89.
 12. Georges, M., M. Lathrop, P.Hilbert, A. Marcotte, A. Schwers, S. Swillens, G. Vassart, and G. Hanset, 1990. On the use of DNA fingerprints for linkage studies in cattle. *Genomics*,6:464.
 13. Glowatzki-Mullis, C. Gaillard, G. Wigger, and R. Fries, 1995. Microsatellite based on parentage control in cattle. *Animal Genetics* 26:7.
 14. Haberfeld, A., D. Kalay, D. Weisberger, O. Gal and J. Hillel, 1993. Application of multilocus molecular marker in cattle breeding. 1. Minisatellites and microsatellites. *J. Dairy Science*, 76:645.
 15. Hillel, J., D. Kalay, O. Gal, Y. Plotsky, P. Weisberger and A. Haberfeld, 1993. Application of multilocus molecular markers in cattle breeding. 2. Use of blood mixes. *J. Dairy Science*,76:653.
 16. Hirano, T., S. Nakane, K. Hara, S. Satoh, M. Inoue-Murayyama, T. Kubokawa, A. Kvasz, W. Coppieters, M. Georges, and Y. Sugimoto, 1996. Linkage analysis of

- Wagyu meat quality. 25th International Conference on Animal Genetics, France:163.
17. Jayarao, B. M., J. J. Dore, and S. P. Oliver, 1992. Restriction fragment length polymorphism analysis of 16s ribosomal DNA of Streptococcus and Entrococcus species of bovine origins. J. Clinic Microbiology 30:2235.
 18. Jeffreys, A. J., V. Wilson and S. L. Thein, 1985. Hypervariable minisatellite regions in human. Nature 4:67.
 19. Kashi, Y., E. Lipkin, A. Darvasi, A. Nave, Y. Gruenbaum, J. S. Berkman and M. Soller, 1990. Parentage identification in the bovine using "Deoxyribonucleic Acid fingerprints". J. Dairy Science, 73:3308.
 20. Latimer, F. G., Wilson, L. L. and Cain, M. F. 1982. Scrotal measurements in beef bull; Heritability estimates, breed and test station effects. J. Anim. Sci. 54:473
 21. Lunstra, D. D., Ford, J. J. and Echterkamp, S. E. 1978. Puberty in beef cattle: Hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. J. Anim. Sci. 46:1054
 22. Mannen, H. and S. Tsuji, 1993. DNA fingerprinting for individual identification and parentage test in Japanese Black cattle using five different mini-and one microsatellite probes. J. of Animal Genetics, 21:62.
 23. Nijman, I. J., M. Otsen, J. B. Buntjer, I. A. Hoff, and J. A. Lenstra, 1996. Phylogeny of cattle species based on nuclear DNA markers. 25th International Conference on Animal Genetics, France:37
 24. Perkins, T. L., R. D. Green and K. e. Hamlin. 1992. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. J. Anim. Sci. 70:1002-1010
 25. Plotsky, Y., A. Cahner, A. Haberfeld, U. Lavi and J. Hillel, 1969. Analysis of genetic association between DNA fingerprints and quantitative traits using DNA mixes Proc. 4th World Congr. on Genetics applied to Livestock Production 13:133.
 26. Semyenova, S. K., V. A. Vasilyev, E. P. Steklenev, M. I. Prosnjak, and A. P. Ryskov, 1996. DNA polymorphism in Bos and Bison genuses : DNA fingerprinting and RAPD-PCR analysis. 25th International Conference on Animal Genetics, France:41.
 27. Smith, B. A., Brinks, J. S. and Richardson, G. V. 1989. Relationships of sire

- scrotal circumference to offspring reproduction and growth. *J. Anim. Sci.* 67:2881.
28. Spelman, R. J. and H. Bovenhuis, 1998. Moving from QTL experimental results to the utilization of QTL in breeding programmes. *Animal Genetics* 29:77.
29. Vilkki, H. J., K. Elo, M. Honkatukia, J. Jokinen, and A. Maki-Tanila, 1996. Mapping of quantitative trait loci in Finnish dairy cattle. 25th International Conference on Animal Genetics, France:168
30. 김형철, 전광주, 나기준, 유영모, 정재영. 1995. 생체에서 초음파측정기를 이용한 한우 도체형질의 추정에 관한연구. *한축지*. 37:336-340
31. 방극승, 김진성, 김영길, 김병기. 1993. 초음파영상을 이용한 한우의 등지방과 등심 측정법. *동아대학교 농업자원연구*. 2:15-20.
32. 방극승, 윤주용, 김영길. 1994. 한우 등지방층의 초음파측정. *한축지*. 36:409-414
33. 윤주용, 김영길, 방극승. 1997. 한우 배최장근 단면적의 초음파 측정. *한축지*. 39:113-116
34. 방극승, 1997. 초음파를 이용한 한우 생체평가와 도체평가의 비교. *한축지*. 9:117-123
35. 여정수, 이은준, 김재우, 1996. 한우에서 제한효소와 probe종류에 따른 유전자 지문의 polymorphism에 관한 연구. *한국축산학회지*, 38:555.
36. 여정수, 김재우, 이은준, 이문연, 양영훈, 1997. 유전자지문을 이용한 축우의 품종별 유전 분석. *한국축산학회지*, 39:641.
37. 原田 宏. 1995. 超音波診断の牛肉生産への應用. *畜産の研究*. 48:170-176
38. 原田 宏. 1996. 肉用牛および豚の肉形質推定への超音波利用. *日畜會報*. 67: 651.
39. 渡辺 彰, 瀧 本勇治, 常石英作, 西村宏一, 1986. アーク機械走査式超音波 カラー스キャンングスコープによる 牛のロース芯面積 推定. *日畜會報*. 57:813-817.

요 약 문

I. 제목

형태학적 특성에 의한 비육 밀소 선발방법의 추정

II. 연구 개발의 목적 및 필요성

우수한 비육 밀소의 공급을 위해서는 근본적으로 한우의 유전 능력을 제고하여 하는바, 생체로부터의 능력 추정은 고급육 생산을 위하여 필수적인 후대검정을 생략할 수 있어 세대 단축을 통한 신속한 개량을 이룩할 수 있으며, 우수축을 확인 할 수 있는 marker가 있다면 선발강도를 높이는데 지대한 역할을 할 것이다.

또한 외모로부터 쉽게 우수축을 구분할 수 있다면 현재 개량에 참여하지 않는 80%이상의 한우 빈우 집단의 대체우 선정을 통하여 개량을 촉진할 수 있는바, 생체로부터 초음파검사를 통한 육질판정, DNA marker의 발견 및 형태학적 특성에 의한 예측 등 세 가지 각도에서 비육 밀소의 능력예측시스템을 개발하는 것은 한우의 경쟁력 제고를 위해서 절대로 필요한 것이라 할 수 있다.

III. 연구 개발 내용 및 범위

1. 밀소의 형태적 특성과 도체성적간의 상관관계를 조사한 결과 거세우에 대한 개시시 체중과 냉도체중, 등지방두께 및 배최장근단면적 간의 표현형상관은 각각 0.613, 0.258 및 0.364로 정의 관계를 나타내었고, 체적과는 각각 0.511, 0.204 및 0.247로 추정되었으며, 얼굴 길이, 얼굴 폭 및 입둘레와 도체성적간에는 0.194~0.539로 정의상관을 나타내었다. 목의 두께와 털의 굵기와 도체성적간 상관관계는 각각 0.203~0.259와 0.172~0.179로 정의 상관으로 추정되었으며 특히 근내지방도와 털의 굵기는 0.172로 정의 상관이 추정되었다.

2. 종모우의 교환돌레가 클수록 정액생산량은 많아지나($r=0.10$), 농도는 유의적이지는 않지만 부의 상관을 보였다. 정액량과 농도와의 부분상관관계는 거의 없었으나($r=0.04$) 총 정자수와는 0.69로 높게 나타났다. 종모우의 나이와 정액량, 정자농도 및 총 정자수와의 상관관계는 작았지만(0.06 ~ 0.11) 부의 상관을 나타냈다. 종모우의 나이가 증가할수록 정액량은 적어지고 농도 역시 적어져서 결국은 총 정자수도 감소하는 것으로 나타났다.

3. BP94 marker($p<0.01$)와 BP94와 BP36 상호 작용의 결과($P<0.0001$) 상강도에 영향을 미친 것으로 보인다. 도체의 상강도 등지방 두께 및 등심 단면적과 초음파 측정치간에는 정의 상관을 나타내고는 있다. MS-UMS 간에는 0.36, BF-UBF 간에는 0.48, RA-MRA 간에는 0.41로 상당히 높은 상관 관계를 가지고 있으나 아직은 좀더 기술을 개발하여 상관을 높일 필요가 있을 것으로 사료된다.

SUMMARY

Title : A study on selection criteria of beef calves by morphological characteristics.

1. The correlation between morphological characteristics and carcass traits in steer of Hanwoo were as follows; Weaning weight and carcass weight 0.613, Weaning weight and backfat thickness 0.258, and Weaning weight and Rib eye area 0.364. Those between body size and carcass weight, backfat thickness, and Rib eye area were 0.511, 0.204 and 0.247, respectively. The correlation between length of face, width of face, circumference of mouth and carcass traits showed high positive correlation, from 0.194 to 0.539. Those of between size of neck, radius of hair and carcass traits showed also positive relationship(0.203~0.259 and 0.172~0.179), especially the correlation between radius of hair and marbling score showed positive relationship(0.172)
2. The scrotal circumference of bull showed positive relationship with semen production($r=0.10$), but slight negative relationship with concentration of semen. The concentration of semen showed no relationship with semen production but that showed high correlation with the number of sperm in semen($r=0.69$). Age of bull has small effects on semen production, concentration of semen and number of sperm in semen. But older bull showed less amount of semen production, lower concentration of semen and less number of sperm in semen.
3. The BP94 marker gene($p<0.01$) and Combination of BP94 and BP36 marker gene($P<0.0001$) showed positive effects on marbling score of beef. The carcass traits such as marbling score(MS), backfat thickness(BF) and rib eye area(RA) were determined by carcass and ultrasound. The values of measured from carcass and ultrasound showed high positive correlations(MS-UMS 0.36, BF-UBF 0.48 and RA-MRA 0.41).

제 5 장 초음파를 이용한 비육밀소의 능력 예측시스템 개발

제 1 절 서 론

1. 연구개발의 목적과 범위

본 연구는 소비자가 선호하고 수입육과 차별화 할 수있는 한우 육질의 개선을 위한 조기 선발 방법 중 초음파를 이용한 조기선발 방법의 개발을 목적으로 한다. 특히 고기의 질(육질)과 량(육량)은 사후에나 검정이 가능한 것이기에 성장 중인 동물로부터 피하지방층 두께와 근육의 면적을 추정하는 것은 개량을 위해 중요하여 생체관정을 위한 노력은 고급육 생산과 생산비 절감을 위한 방법으로서도 매우 중요하다. 아울러 한우육의 고급화와 이에 따른 한우의 생산기반 확충을 위해서도 절대적이라고 할 수 있다. 생체관정에 의한 육질(肉質)능력의 초기 예측과 초기 예측에 따른 선발 기술은 한우 산업에서 절실히 요구되고 있는 기술로서 우수한 비육 밀소의 공급을 위해서는 근본적으로 한우의 유전 능력을 제고하여 하는바, 생체로부터 초음파검사를 통한 능력 추정은 고급육 생산을 위하여 필수적인 후대검정을 생략할 수 있어 세대 단축을 통한 신속한 개량을 이룩할 수 있으며 한우의 경쟁력 제고를 위해서 절대적으로 필요한 것이라 할 수 있다. 특히 일관성 있는 한우 사양관리체계의 유지가 불가능한 실정에서 유전능력에 의한 선발은 한계가 있는바 사육환경의 변화에 따른 능력의 예측이 가능한 초음파 생체관정에 의한 선발 기술의 개발은 더욱 중요시되고 있다.

따라서 다음과 같은 생체 능력예측을 위한 연구를 실시하였다.

- 가. 초음파진단기를 이용하여 등지방층 발달의 생체관정과 발달 예측
- 나. 등심단면적 발달의 생체관정과 예측
- 다. 등심(배최장근)과 근내지방도 발달의 생체관정(화상분석)에 의한 선발을 최종 도체성적과 비교하여 가장 우수한 상관관계를 나타내는 지표 또는 선발에 응용할 수 있는 관계의 선택

제 2 절 연구개발 수행방법

1. 대상동물

가. 1차 실험 :기초실험

축산기술연구소 남원연구소에서 사육중인 후대검정 중인 27차 분 77두를 사용하여 1999년 12월 28-29일(12개월령) 생체 측정하여 사용하였다.

나. 2차 실험 : 추정실험

경북 영천시 농장에서 사육중인 거세우 61두 2000년 5월 1일(12개월령 추정)부터 8주 간격으로 출하시 까지 초음파 측정하여 사용하였다.

다. 3차 실험 :보충실험

경북 경산시 진량면 소재 농장에서 사육중인 거세우 28두를 대상으로 2000년 10월 16일부터 2002년 4월 출하시까지 초음파 생체 측정하여 사용하였다.

2. 초음파 기기 및 측정방법

생체측정에 사용한 초음파 기기는 3.5MHz의 17cm 폭으로 구성된 직선형 탐촉자를 장치한 SV-900(Medison)을 이용하였다. 초음파 생체 측정방법은 방 등의 보고와 같이 피모를 제거하지 않고 두부고정을 실시한 상태에서 측정하였다. 동물을 고정 한 후 측정부위(13번째 늑골)에 paraffin oil을 충분히 도포하고 동물의 안정된 상태를 위하여 2-3분을 기다린 후 측정하였다. Scanning은 정중선에서 최후늑골(13번째 늑골)을 따라 내려오면서 최후늑골에 직각으로 측정하였다. 측정한 초음파 영상자료의 저장과 분석을 위하여 grab board (DT-3155)가 장착된 computer에서 capture하였다.

3. 초음파 생체판정

가. 등지방층과 등심단면적 예측

1). 등지방층(피하지방층)

12개월령부터 측정하기 시작한 초음파영상에서는 피부와 피하 지방층의 경계면에서 발생된 뚜렷한 강한 반사층 사이의 검은층이 등지방층으로서 두께의 측정은 도체 등급판정시와 같이 배최장근 단면의 후면(복부쪽)을 따라 복부쪽으로 3분의 2 들 어간 지점의 등지방층을 측정하였다.

2) 육량판정(등심단면)

초음파 생체측정에 의한 배최장근 단면적의 측정은 근육과 흉추(Muscle-bone interface)사이의 강한 echo상태와 흉추의 강한 반사파에 의한 비교적 넓은 경계면을 따라서 배최장근의 형태를 추정하면서 면적을 측정하였다.

나. 생체 육질등급 판정

생체판정방법으로는 육안적판정(visual finding)과 화상분석(pixel analysis)으로 구분하여 실시하였다.

1) 육안적방법(Visual finding)

초음파 영상을 Image pro.(Ver. 4.0)을 이용하여 음파의 반사정도, 음파의 균질상태, 흑백화상정도, 늑골존재유무 등 방이 제시한 생체판정 기준에 의하여 생후 16개월령까지는 1-4 등급 (1=저급, 2=보통, 3=우수, 4=최우수)으로 분류하였고, 그 이후는 1-6등급 (1=도체육질 3등급, 2-3=도체육질 2등급, 4-5=도체육질 1등급, 6=도체등급 1+)으로 분류하였다.

육안판정(visual finding)은 비교적 숙달된 기술이 필요하며 주관적인 요소가 작용하는바 숙달된 생체판정능력이 있는 대학원학생 3명을 포함한 5인의 판정으로 평가하였다.

항상 개인적인 음양 색감에 대한 주관적인 요소가 작용할 수 있는바 3-5인 이상으로 구성된 생체판정팀을 구성하여 평가하였다.

2) 화상분석방법

초음파 영상에서 육안적판정의 가장 기본적인 것은 영상의 균질상태로서 영상의

관독에 가장 중요한 영향을 주고 있다. 따라서 영상의 각 화소를 256 gray level로 수치화 하면 균질의 정도를 표현할 수 있는 방법으로 대표적 부위(ROI)를 선정하여 256 gray level로 전환한 후 다양한 화상분석(regression과 vector 분석) 방법에 의하여 판정하고 있으며 program화 되어 있다. 그러나 송아지와 같은 비교적 어린 동물에서는 늑골의 강한 음향적 반사와 측정부위의 불규칙한 외형 등으로 화상의 질이 일정하지 못하며 왜곡된 영상이 발생하고 있는바 조기관정에 사용하기는 부적절하고 보급을 위하여 보다 간단한 방법을 추구하여 보고자

영상의 ROI를 2 x 4cm 와 1 x 2 cm로 규정하여 값의 평균과 표준편차를 통계 처리하여 CV를 구하여 생체판정의 방법으로 사용하여 보았다.

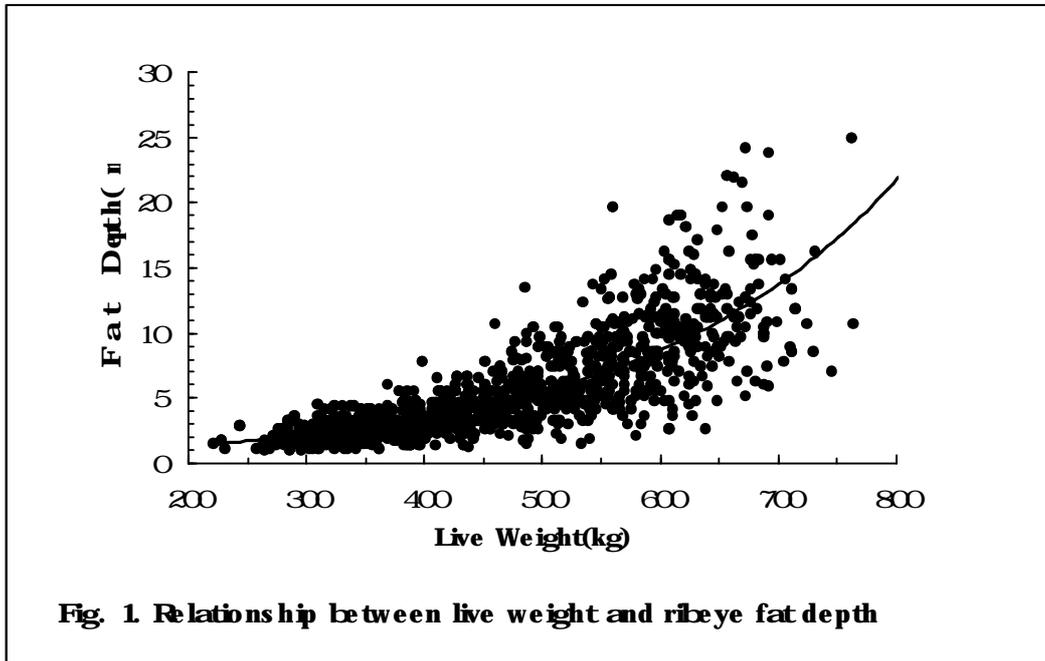
4. 도체평가

도체평가는 등급판정사에 의한 육질등급과 등지방층 및 등심단면적을 참조하였으며 육질과 등지방층 및 배최장근의 영상을 구하기 위하여 도체등급 판정 후 배최장근의 판정부위를 tracing paper로 등심의 형태를 직접도안 하였으며 도체등급판정 부위 약 2 cm두께로 채취한 디지털카메라(3,300,000 pixel)를 사용하여 촬영한 다음 PC에 입력하여 보완 판정하였다.

제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과

1. 등지방층의 성장과 발달 조기 예측

실험에 이용한 전체적인 한우 거세우의 등지방층 발달은 다음의 그림(Fig. 1)과 같았다. 일반적으로 등지방층은 체중 500 kg을 넘어서면서부터 급격히 발달하기 시작하였으며 체중의 증가에 따라 지속적으로 증가하였다.



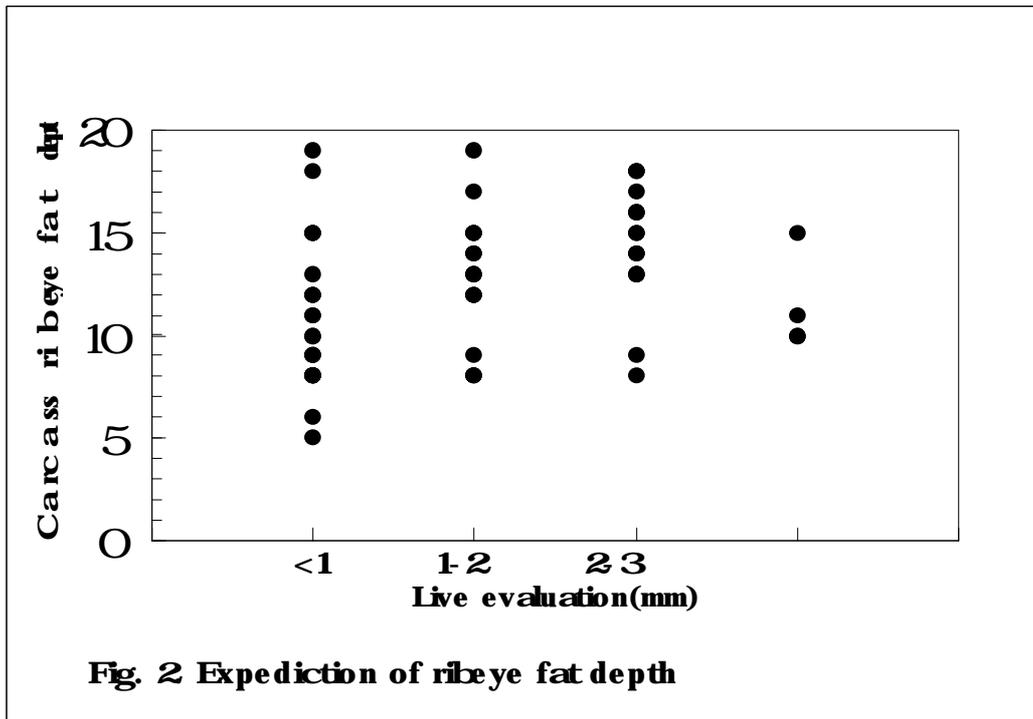
위의 자료로부터 한우 거세우의 등지방층 성장의 예측을 위한 식은 다음과 같이 결정 할 수있었다.

$$(Y=0.5544e^{0.4446x} \quad (R^2=0.6777), Y=\text{등지방층(mm)} \quad X=\text{체중(kg)})$$

등지방층은 불가식 지방층으로서 발달이 나빠야만 경제성이 있는바 발달을 억제하여야 한다. 또는 유전적으로 발달이 나쁜 개체를 선발하여야 하나 국내에서는 지나친 육질 위주의 사양관리 체계로 과잉의 등지방층 발달이 유발되고 있다. 따라서 초음파 생체 판정으로도 등지방층의 발달을 조기 예측할 수 있는 방법을 개발하고자 하였다.

가. 등지방층의 성장 예측

등지방층의 조기 예측을 위하여 12개월령에서 생체측정한 후 도축한 결과 상당한 변화를 확인 할 수있었으며 반복된 생체 측정에서도 일관성 있는 조기 예측을 추정하기는 어려웠다.



위의 도표에서와 같이 12개월령에 조기 예측한 등지방층 1 mm이하 개체에서도 대단히 발달한 등지방층을 갖고 있는 개체가 있었으며 3 mm 이상의 비교적 지방층의 조기 발달을 표현한 개체에서는 성장에 따라서 비교적 등지방층의 발달이 좋았다.

따라서 등지방층의 조기 예측은 3 mm 이상의 바른 발달을 표현한 개체의 선발 제거에는 유용할 수는 있을 것으로 사료 되었다. 위와 같은 등지방층의 발달을 예측하기 어려운 것은 등지방층의 발달은 재반 사육 환경에 따라 영향을 받기 때문으로 사료된다.

그러나 1차 실험 대상우인 후대검정우에서 등지방층의 발달이 큰 개체에서는 흥미 있는 특이한 결과를 확인 할 수 있었다.

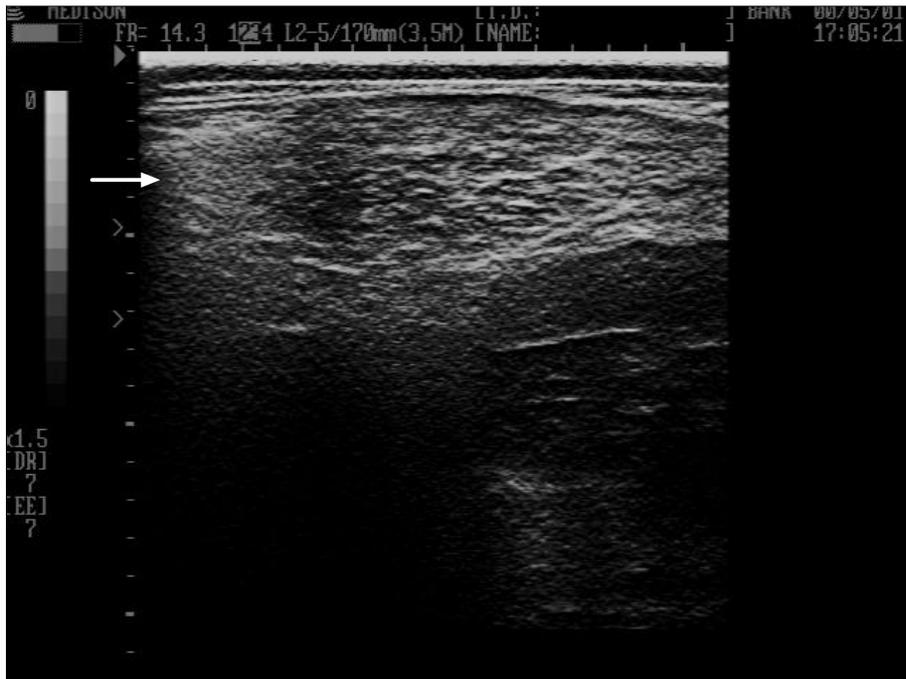
지방층은 성장하면서 발달하는 것이지만 특히 어릴 시기부터 2차지방층(Double Fat Layer)을 발달을 확인 할 수 있는 개체 8두의 등지방층은 다음의 표와 같이 단일 지방층(Single Fat Layer)을 갖고 있는 개체에서 보다 유의하게($P < 0.01$) 두꺼웠으며 2차 지방층의 발달이 확인 된 개체에서 10 mm 이하의 지방층을 보인 것은 단 1두로

서 나머지 7두에서는 모두 평균치보다 월등히 두꺼웠다

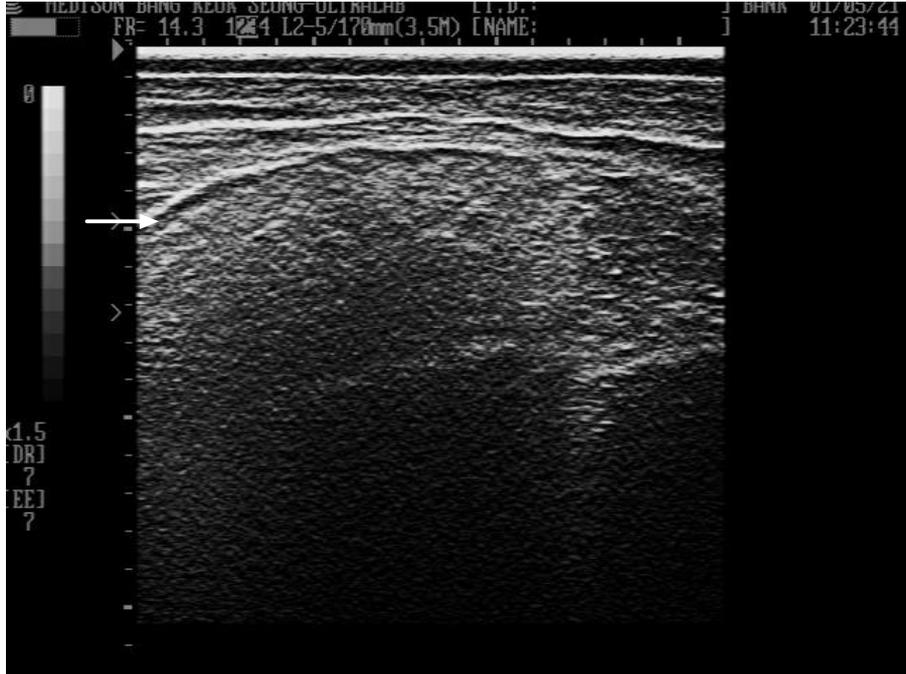
따라서 등지방층의 조기 예측 즉, 과잉 지방층의 발달 가능성이 있는 개체의사전 제거 또는 제외를 위하여 위와 같은 double fat layer를 표현하는 개체를 이용하면 쉽게 해결 될 수 있을 것으로 사료된다.

	n	생체 조기판정	도체판정
Double Fat layer	8	2.5 ± 0.60	14.2 ± 3.99
Single Fat layer	52	1.4 ± 0.81	11.7 ± 3.41

다음의 사진은 2차 지방층의 발달에 따른 영상으로서 2차 실험에서 확인한 결과다.



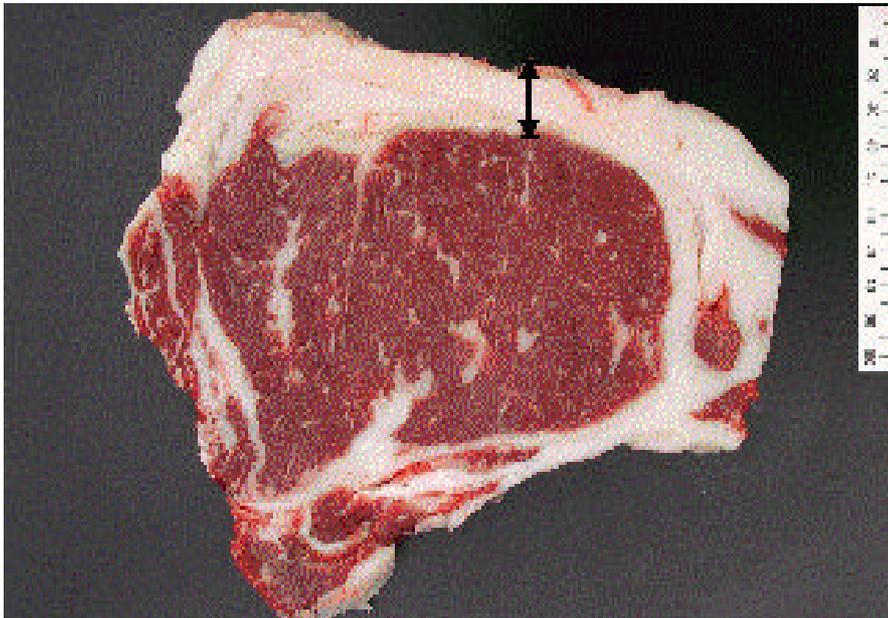
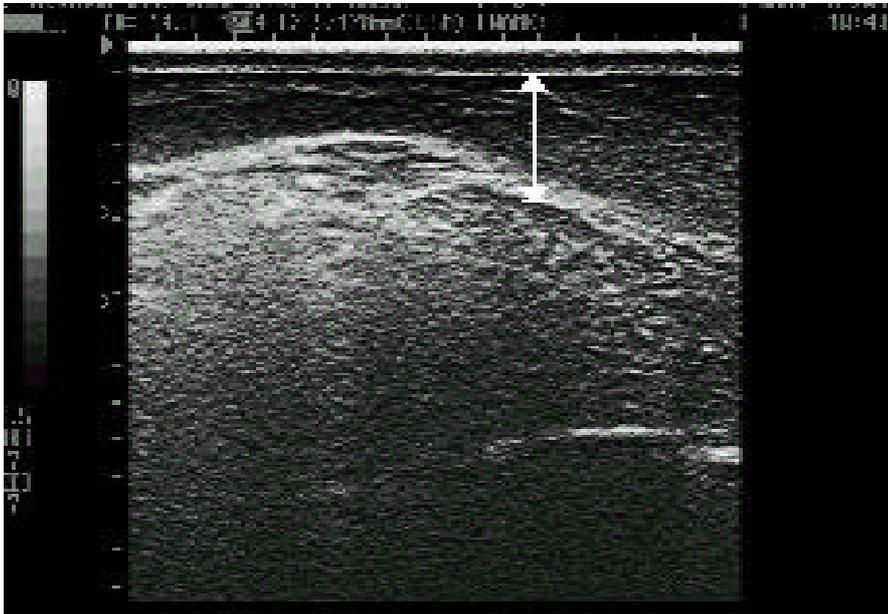
위의 영상은 12개월령 313kg의 등지방층으로서 화살표와 같은 2차 지방층(double fat layer)의 발달하고 있었다. 위의 개체가 도축시 초음파 영상은 아래의 영상과 같았다.



2차 지방층의 발달은 중요한 등지방층 과잉 발달 개체를 확인하는데 유용하게 이용 될 수 있을 것으로 사료 되었다.

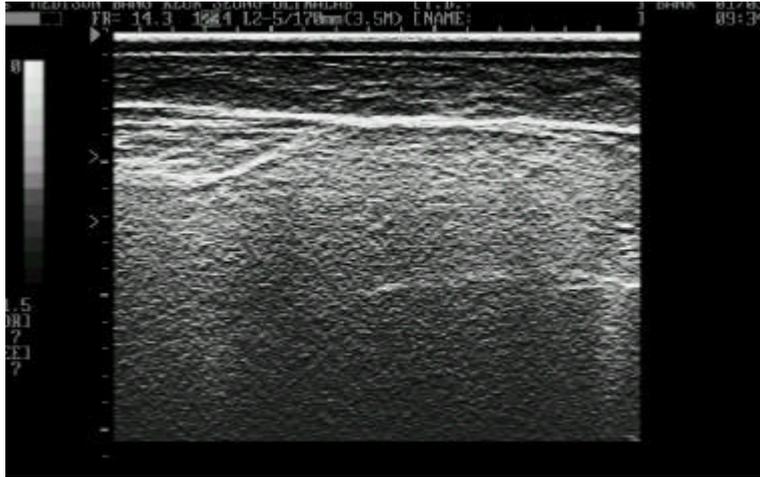
나. 등지방층 생체 판정 및 도체 판정 등지방층 두께에 대한 평가

다음의 영상 사진 중상단의 초음파 영상은 도축 직전에 촬영한 초음파 영상이며 하단의 배최장근 단면 사진은 상단의 초음파 생체측정 후 도축된 소의 배최장근의 단면을 촬영한 것으로서 화살표는 도체에서 등지방층의 두께를 측정하는 부위이다. 초음파 생체측정 등지방층 두께는 27mm로 측정되었으나 하단의 도체측정 등지방층 두께는 9mm밖에 되지 않았다. 위와 같이 박피과정에서 상당히 많은 등지방층이 제거된 것으로서 종종 볼 수 있었다.



또 다른 하나의 예로 생체측정(상단)과 도체측정(하단)에 대한 사진이다.

생체에서는 등지방층 두께가 24mm이었던 것이 도체에서는 8mm 밖에 안됐다. Fig. 4에서도 Fig. 3과 같이 상당부분의 등지방층이 제거되었고, 특히 Fig. 4에서는 등지방층 측정부위에서 등지방층이 불규칙적으로 제거되어서 등지방층의 측정부위에서는 8mm밖에 되지 않았다.



위와 같이 등지방층은 박피하는 과정에서 상당히 많은 부분이 불규칙적으로 제거되고 있으며 이렇게 제거되는 등지방층으로 인하여 육량등급의 산출에 커다란 오차가 발생되며 이 때문에 육량등급에 대한 신뢰가 떨어지고 있는 실정이다.

다. 도축장별 생체관정과 도체관정 등지방층의 관계

대상우의 도축시 도축장별 도체관정으로 측정된 등지방층 두께 생체관정한 등지방층의 관계는 Fig. 3과 같이 나타났다.

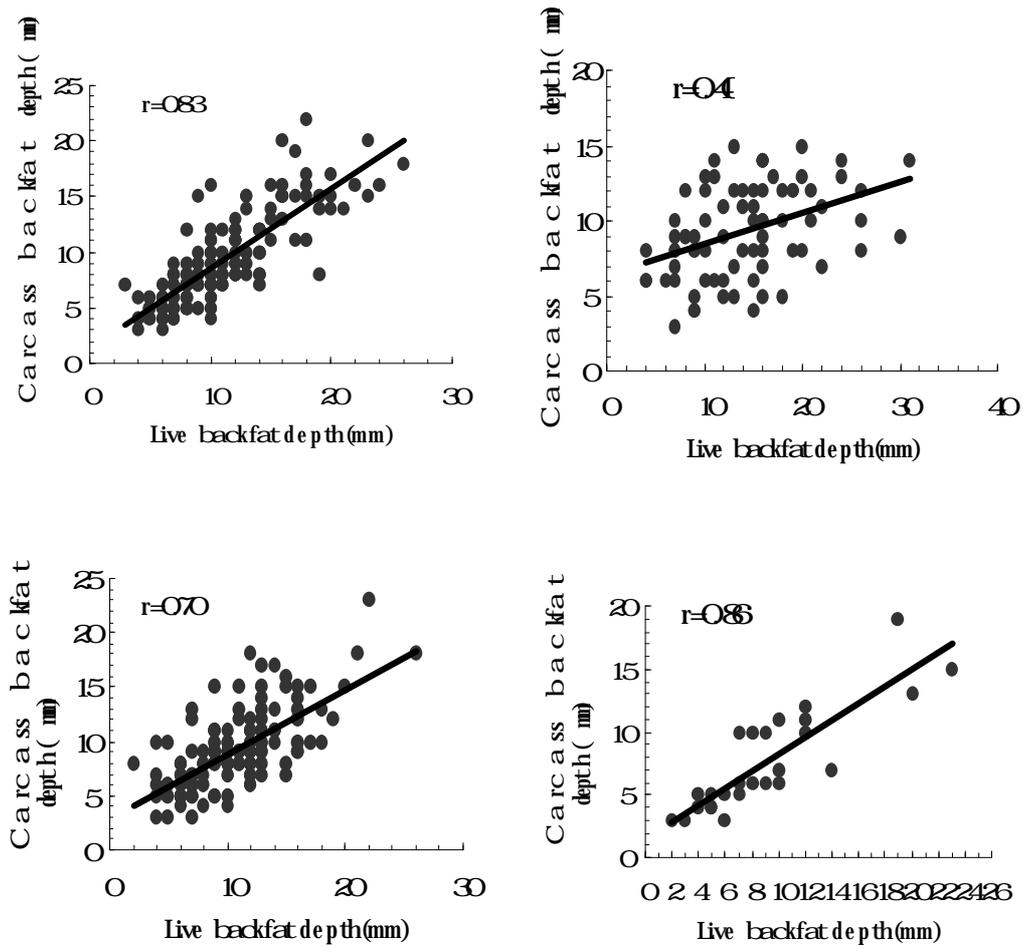


Fig. 3. Relationship between live evaluated ribeye fat depth and carcass evaluated ribeye fat depth from four abattoirs.

좌측 상단의 표는 서울 축산물공판장에서 한우 172두를 대상으로 초음파 생체판정과 도체판정 등지방층 두께에 대한 관계를 나타낸 것으로 도체측정이 생체측정보다 평균 1.8mm크게 측정되었으며 상관관계는 0.82로 나타났다.

우측 상단의 표는 안동 새한축산에서 한우 76두를 대상으로 초음파 생체판정과 도체판정 등지방층 두께에 대한 관계를 나타낸 것으로 도체측정이 생체측정보다 평균 등지방층 두께가 3.9mm 크게 측정되었으며 상관관계는 0.36으로 나타났다.

좌측 하단의 표는 울산의 삼와산업에서 한우 149두를 대상으로 초음파 생체판정과 도체판정 등지방층 두께에 대한 관계를 나타낸 것으로 도체측정이 생체측정보다 평균 등지방층이 1.4mm 크게 측정되었으며 상관관계는 0.70으로 나타났다.

우측 하단의 표는 농협 고령축산물공판장에서 한우 25두를 대상으로 초음파 생체판정과 도체판정 등지방층 두께에 대한 관계를 나타낸 것으로 도체측정이 생체측정보다 평균 등지방층이 0.5mm 크게 측정되었고 상관관계는 0.88로 나타났다.

4개의 도축장 중 농협고령축산물공판장이 상관관계가 0.88로 가장 우수하게 나타난 것은 주로 비거세우를 도축하기 때문으로 사료되며 비거세우는 암소나 거세우에 비해 등지방층이 얇아 도축시 박피과정에서 등지방층이 제거되는 정도가 적기 때문으로 사료된다.

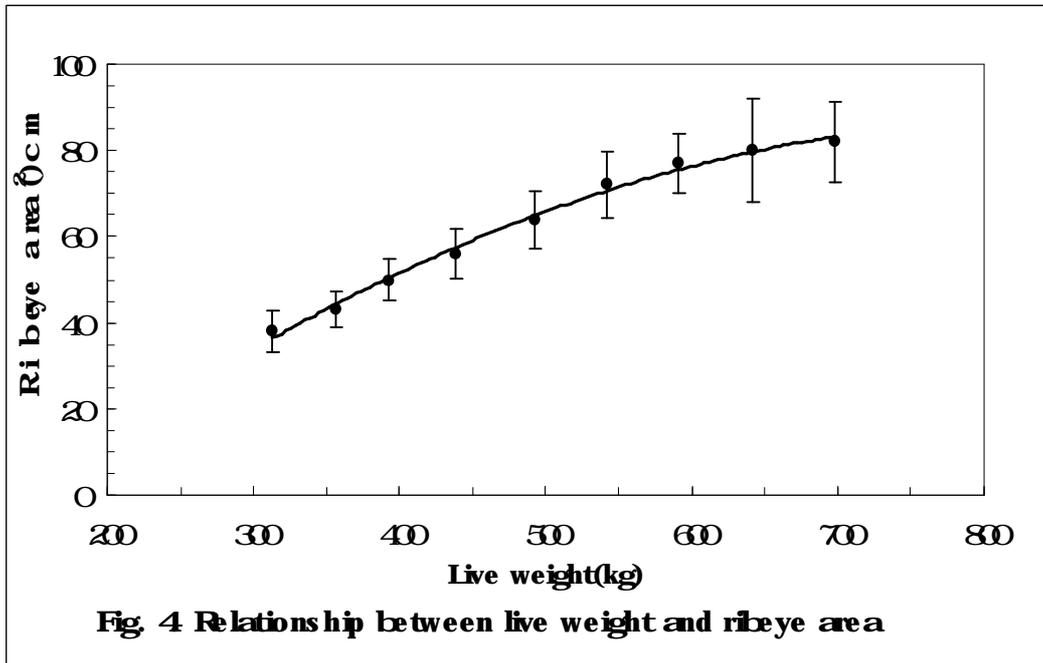
안동의 새한축산이 도체판정과 생체판정으로 측정한 등지방층 두께의 상관관계가 가장 나쁘게 나타났으며 안동의 새한축산과 서울 축산물공판장에서 도축된 한우가 모두 거세우인데 차이가 많이 발생된 것은 도축장별로 도축시 박피과정에서 등지방층이 제거되는 정도가 다르기 때문인 것으로 사료된다. 농협고령축산물공판장이 생체판정과 도체판정 등지방층 두께의 관계가 가장 우수하게 나타난 것은 이곳이 주로 생체 등지방층 두께가 암소(평균 10.5mm)나 거세우(평균 12.4 mm)보다 얇은 비거세우(평균 6.1 mm)를 도축하기 때문에 박피과정에서 암소나 거세우보다 등지방층이 적게 제거되는 것으로 사료된다.

2. 등심(배최장근) 단면적의 성장과 예측

가. 단면적의 성장

육량의 지표로서 등심의 량을 측정하는 방법으로서 등심단면적의 측정은 매우 중요하다.

다음의 도표는 성장에 따라 등심단면적의 성장을 나타내고 있다.



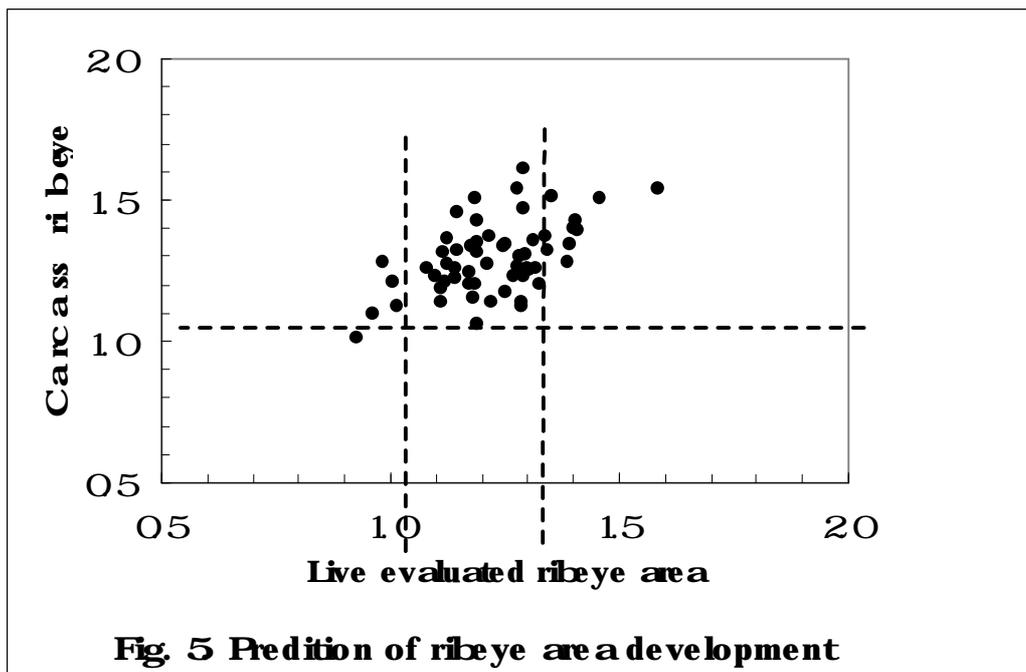
등심(배최장근) 단면적은 체중의 증가와 같이 성장하였으면 체중에 대한 성장식은 다음과 같았다.

$$Y = -0.0002 X^2 + 0.3042 X - 41.19 \quad (R^2 = 0.9942) \quad Y = \text{등심단면적}, X = \text{체중(kg)}$$

단면적은 500 kg까지는 직선적으로 성장하였으나 500 kg 이후는 완만한 성장을 보였다.

나. 조기 예측

12개월령에서 초음파 생체측정한 등심단면적과 도체 측정된 등심단면적과의 관계는 다음의 표(Fig. 5) 와 같이 12개월령의 조기 예측이 성장 후까지 유의한 관계를 유지하지는 않았다. 그러나 등심 단면적을 체중 10 kg당 면적으로 하여 조기 예측을 시도하면 생체예측에서 단면적이 체중 10 kg 당 1 cm²이하인 개체 5두에서는 도체 평균 등심단면적 1.3 cm² 보다 큰 개체는 없었으며 반대로 생체예측판정에서 1.3 이상인 개체 14두에서는 11두가 평균치 보다 큰 것으로 확인 되었던 바 조기 예측으로 체중 10 kg 당 등심단면적 1.3 이상인 개체를 선발하거나 1.0 이하인 개체를 제외하는 방향으로 육량이 큰 개체를 선발하는데 유용하게 이용할 수 있을 것으로 사료 되었다.

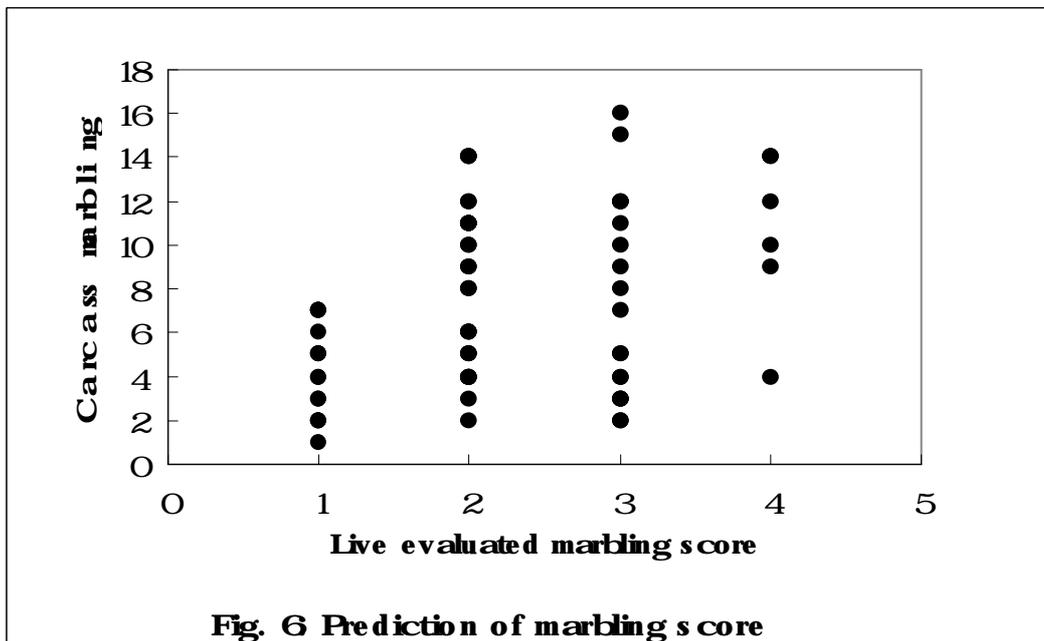


3. 육질 조기능력

가. 육안적판정 방법

27차 후대검정우를 대상으로 초음파생체판정(12개월령)을 실시하여 4 단계로 육질조기평가를 실시한 후 도체에서 19 단계로 세분화된 도체등급과의 비교를 실시하여 본바 아래의 표와 같이 초음파생체판정으로 육질등급을 저 등급(생체육질등급 1)으로 예측한 14두의 후대검정 우에서 도체등급 판정으로 1등급이상(근내지방도 10이상)을 받은 개체가 없었으며 14두 중 6두는 근내지방도 1의 지극히 저조한 육질을 발현하였다. 반면 초음파생체판정으로 육질등급 최우수(생체육질등급 4)로 예측한 6두의 후대검정 우에서는 1두 만이 도체 육질등급 2등급 수준을 발현하였으며 5두는 모두 도체 육질등급 1등급(근내지방도 10이상)을 발현하였다.

그러나 초음파생체판정으로 육질등급을 보통으로 예측한 초음파생체조기예측 등급 2와 3등급의 48두는 뚜렷한 예측을 할 수 없이 근내지방도 1부터 16까지 다양한 도체등급을 발현하였다.



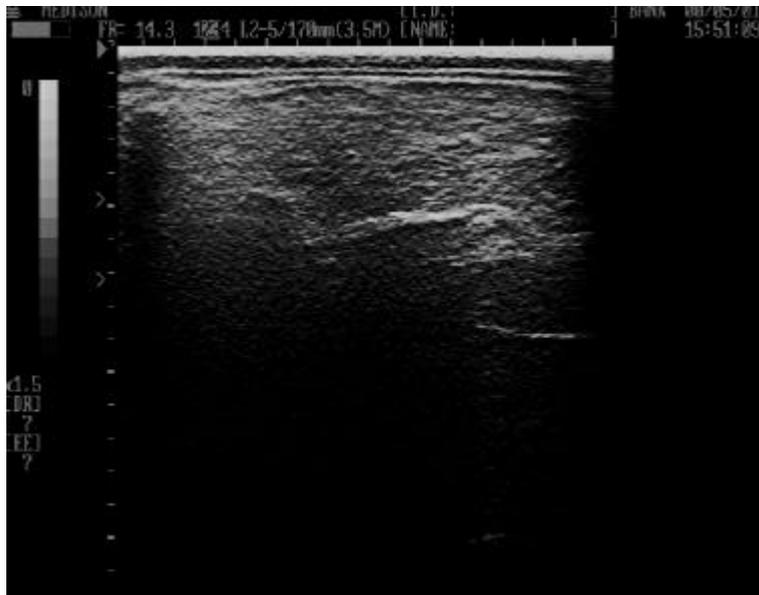
위의 관계를 도표화하면 다음과 같이 뚜렷한 관계를 확인 할 수 있었다.

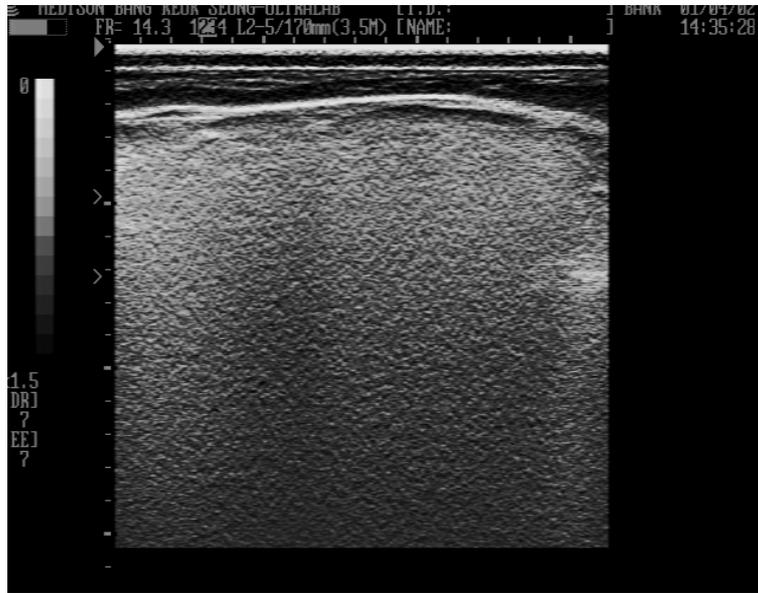
초음파 생체 판정후 저 등급으로 예측한 두수8두의 등급 분포와 상등 급으로 예측한 6두의 등급 출현 두수를 보면 예측이 우수한 개체와 불량 개체를 확인 할 수 있다는 가정을 도출할 수 있었다.

MS \ US	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1				4		1	1	1	1										
2				1	2	3	2	2	1	2	5	3	1	2				2	
3					1			1	1	1	1	3		1	2	3			
4												1			1	2	1	1	

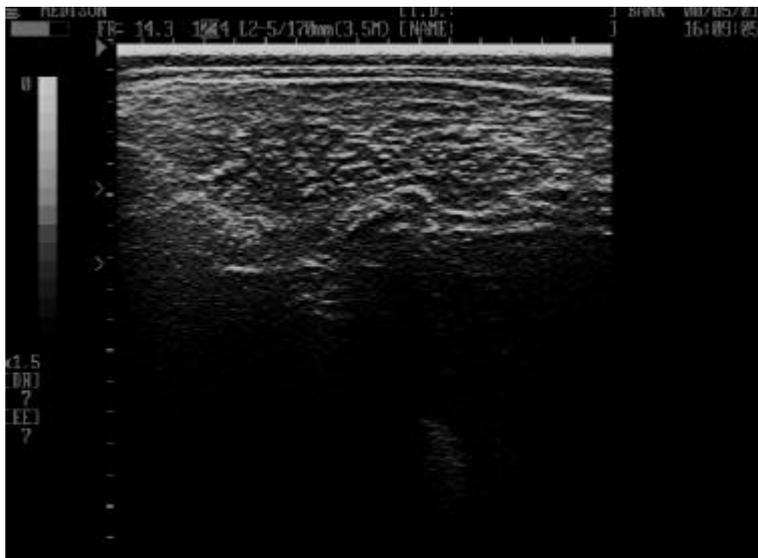
(MS=도체 판정 육질등급, US=생체 예측 육질등급)

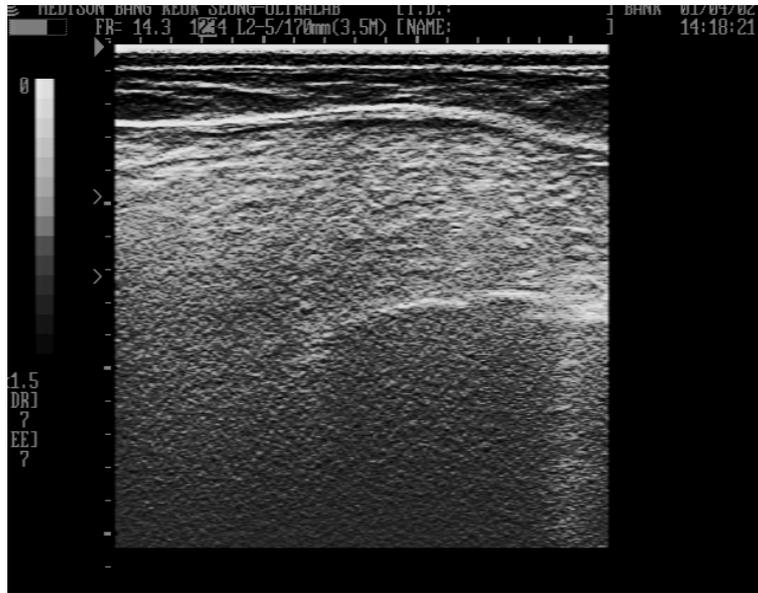
다음의 영상 사진은 우수한 능력이 있다고 예측한 개체(생체등급 4)의 영상과 이 개체의 출 하전 촬영한 영상으로서(생체등급 6, 도체 등급 18, B1+) 육안적 판정이 유용하게 이용될 수 있다고 사료되는 것이다.





반면 아래의 영상사진은 생체관경에서 저 등급(생체등급 1)으로 예측 후 출하된 촬영한 영상(생체등급 2, 도체 등급 4, B3)으로 저 등급우의 강력한 불규칙적인 반사파와 균질 화되지 못한 영상을 잘 표현하고 있다.

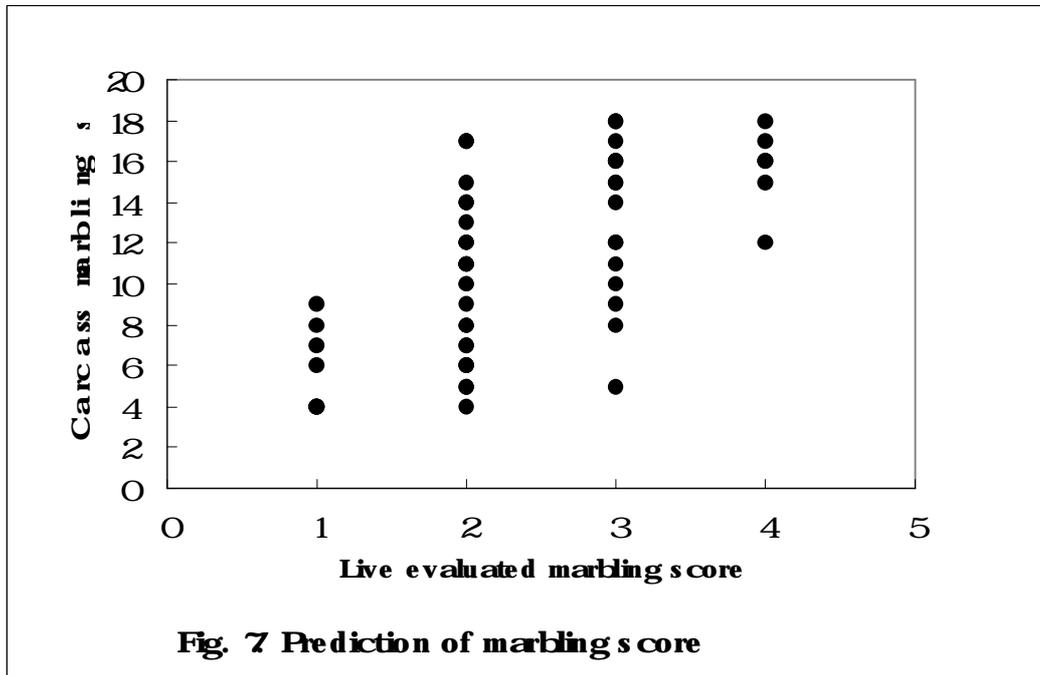




1차 시도에서 육안적판정(visual finding)에 의한 예측 가능성을 확인할 수 있었던바 경북영천에서 2차 시도한 61두에서는 다음 도표(Fig. 7)와 같은 결과를 볼 수 있었다.

초음파생체조기예측등급 1로 평가한 저 등급 예측 송아지의 출하시 근내지방도는 최고 9로 도체육질 2등급 수준으로 1등급 수준을 발현하는 개체는 없었다.

반면 초음파생체조기예측으로 고급육예측(예측등급 4) 송아지는 출하시 모두 도체 근내지방도 12이상으로 도체 육질 등급 1이상을 발현하였다. 1차실험의 결과 같이 초음파생체조기예측 보통으로 평가한 개체들은 출하시 다양한 근내지방도를 보였다.



도체등급과의 상관관계를 추구하여보면 아래의 표와 같은 관계를 볼 수 있었다.

MS \ US	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1		2	2	2	3	1	4												
2		1	1	5	3	3		2	2	2	5	2			3				
3		2	3	2	2		1	1	1	1	1	3				1	1		
4				1						1	1	1			2				

(MS, 도체육질근내지방등급;US, 초음파생체조기예측등급)

따라서 초음파 생체 육질 예측은 지극히 저조할 것으로 예측되는 것과 지극히 우수할 것으로 예측되는 즉, 우수한 개체와 지극히 저조한 개체를 선발하는데 무리가

없을 것으로 사료되나 12개월령에 시도한 전체적인 예측 가능성은 50% 수준이었고 남원에서 실시한 초음파생체 육질등급의 예측은 2차 시도한 경북 영천의 농장 거세우보라도 저조한 것은 사육환경의 문제인지 아니면 선발에 문제였는지는 알 수 없지만 출하시기가 1차 시도한 남원연구소에서는 일정하지 않았고 비교적 사유관리가 개인 사육자 보다는 우수하지도 못하였다.

이상의 2회 걸쳐 실시한 초음파생체판정에 따른 육질능력의 조기 예측은 지극히 저조한 동물과 지극히 우수한 개체를 확인하는데 유용하게 이용될 수 있었으나 육질능력의 조기에측에서 2와 3 등급 송아지는 도축 후 확인한 도체[등급에서는 대단히 다양한 양상을 표현하고 있었다. 즉 보편적인 개체에서는 성장에 따른 환경의 변화가 육질의 등급을 좌우하는 것 같았으나 지극히 저조한 개체와 지극히 우수한 개체에서는 환경의 영향보다도 소질이 우세하다고 볼 수 있었던 바 육질의 조기에측은 아주 우수한 개체와 지극히 저조한 개체를 선발 또는 불량 우를 제거하는데 유용하게 응용될 수 있다고 사료 되었다.

나. 화상분석(3차실험)

1-2차 시도한 결과 육안적 예측으로 지극히 우수한 개체와 지극히 저질의 육질을 생산할 것으로 예측되는 개체의 선발은 가능한 것으로 확인되었던 바보다 과학적으로 예측할 수 있는 방법을 개발하는 것은 초음파 생체 예측 기술을 보급하는데 유용할 것으로 판단되는바 간단한 화상분석방법을 도입하고자 초음파 영상에 대한 화상분석을 실시하여 보았다.

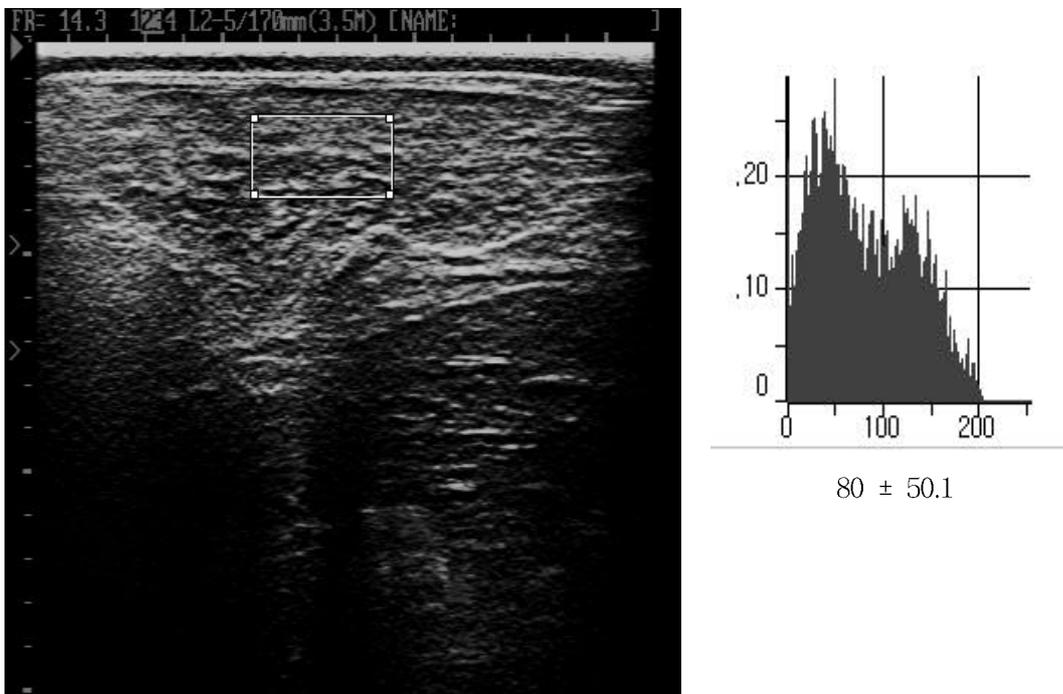
1). 대표성부위 크기 선정(ROI 크기 선정)

화상 분석에서 가장 중요하며 기본적으로 실시하는 것은 대표성이 있고 가장 확실한 의미 있는 위치를 선정하는 것이다. 의미 있는 위치 또는 부위 즉, ROI(Region Of Interest)의 선정에는 많은 시간과 풍부한 자료가 database되어 있어야 하나 아직까지 국내에서는 위와 같은 충분한 화상의 자료가 축적 되어 있지 않고 성우에서도 위와 같은 ROI 선정이 아직 논의조차 되어 있지 않고 있는 실정이지만 간단한 방법으로 화상분석을 시도하여 보았다.

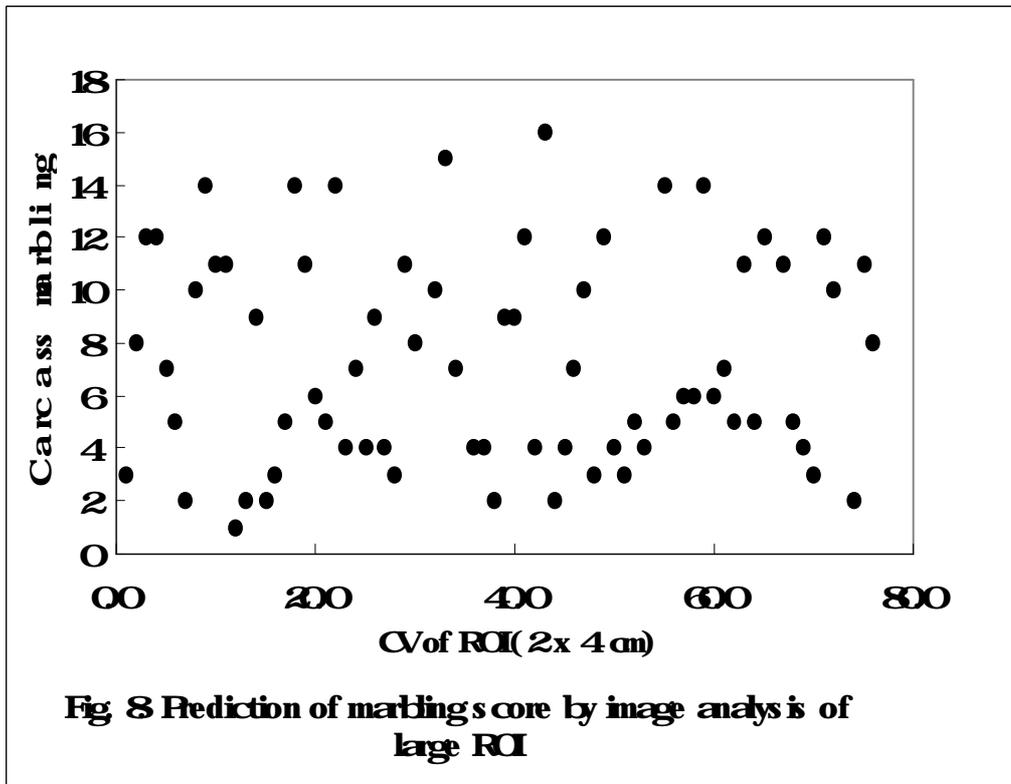
먼저 성우에서 사용하는 2 x 4 cm 크기의 ROI를 초음파등심영상의 중앙 부위의 비교적 균질화되어 있는 부위로 선정하여 gray level를 256 level로 하여 화소의 값을 수치화한 후 총 값의 평균과 SD를 구하여 변이계수(CV)를 산정하였다.

아래의 영상은 ROI 크기를 2 x 4 cm 로 하였을 경우와 1 x 2 cm 로 하였을 경우 화소(pixel)의 분포를 histogram화한 것이다.

2 x 4 cm ROI



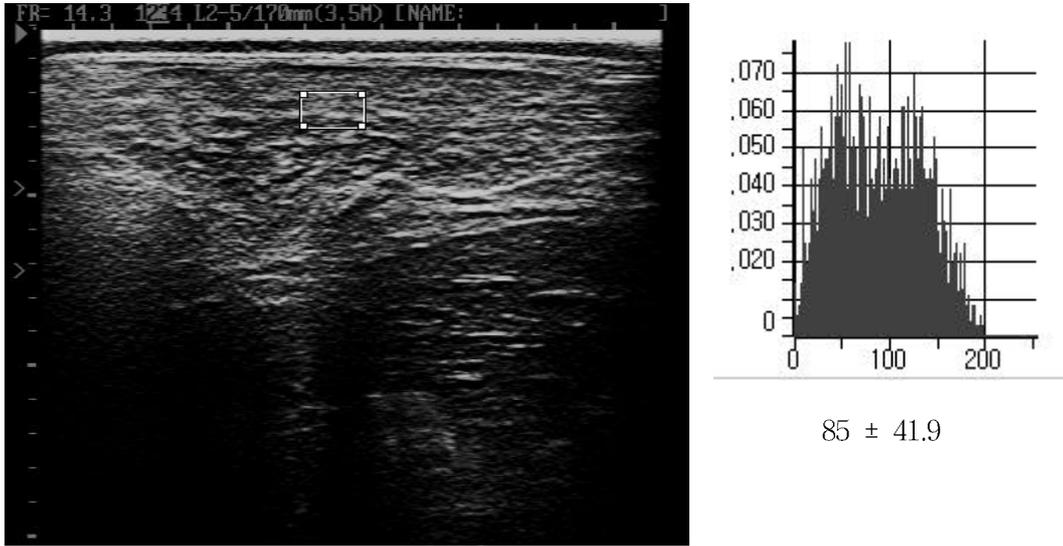
위의 사진과 같이 선정한 ROI에 대한 평가를 1차 남원의 후대검정우에 실험하여 보았다.



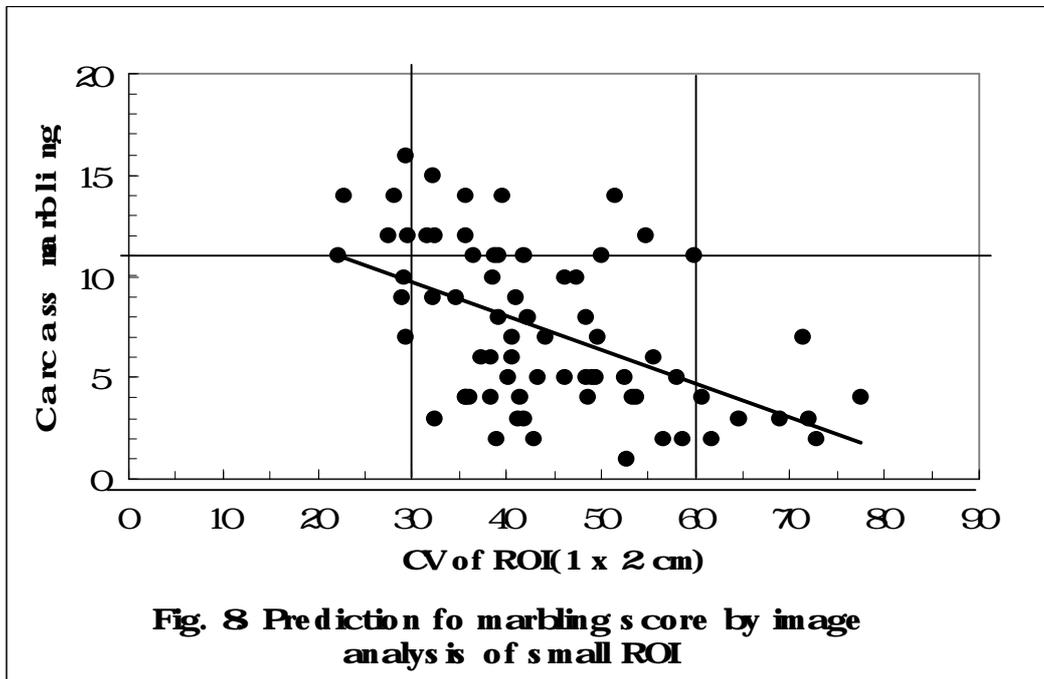
위의 그림(Fig. 8)에서는 2 x 4 cm 크기의 ROI에 대한 CV와 근내지방도와 관계는 다음과 같이 아무런 관계를 찾아 볼 수 없었다.

12개월령의 비교적 작은 등심의 초음파 영상에서 2 x 4 cm의 ROI는 너무 넓은 영역으로서 종종 흉추에서 발생하는 음파의 강력한 반사와 왜곡된 영상까지 포함함으로써 일정하지 못한 것으로 판정되었던바 ROI 크기를 1 x 2 cm 로 축소하여 분석하여 보았다. 특히 송아지의 등심 영상에서는 늑골의 강력한 반사와 초음파 기기의 탐촉자(probe)의 길이가 성우에 적합하도록 개발되어 있는바 영상의 왜곡이 심하여 2 x 4 cm의 ROI는 너무 큰 것으로 사료 되었다.

따라서 아래의 그림과 같이 위의 그림과 같은 부위에서 1 x 2 cm ROI를 선정하여 분석하여 보았다.



1 x 2 cm 의 작은 ROI의 화소를 분석한 결과 다음 도표와 같은 결과를 볼 수 있었다.



ROI 크기를 1 x 2 cm로 하여 화상분석(CV)을 한 결과 변이계수가 클수록 도체 시 근내지방도가 낮아지는 경향을 뚜렷이 볼 수 있었다.

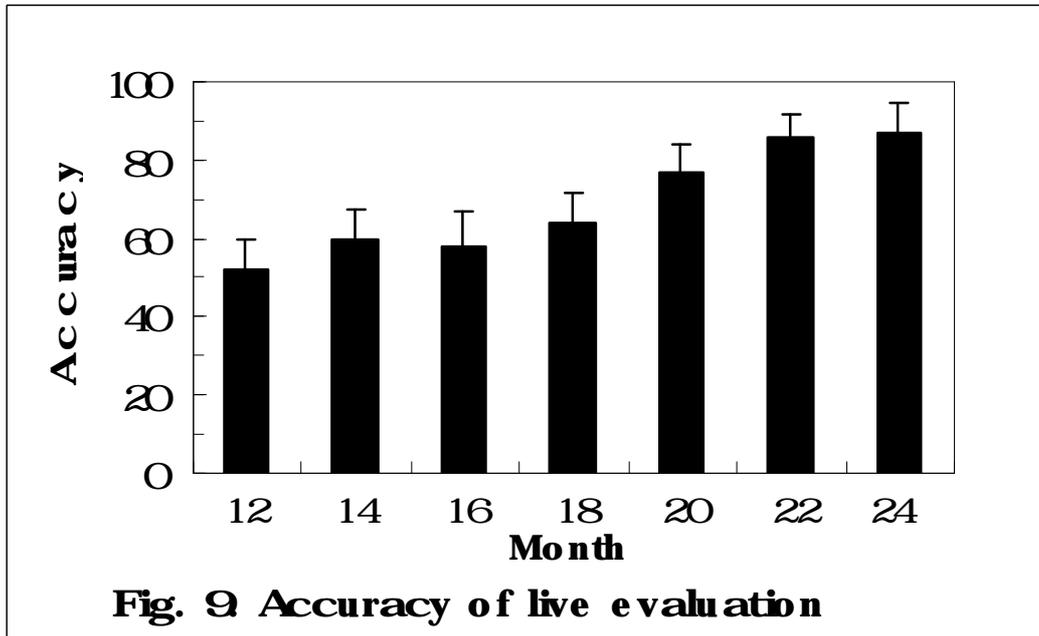
특히 변이계수30 이하의 비교적 균질화된 영상의 개체에서는 1등급이상의 출현이 높았으며 60 이상의 균질성이 없는 개체에서는 2등급이하 특히 13등급의 저급육도 출현하였으며 상관관계도 우수하지는 못하였지만 분명히 변이계수가 클수록 근내지방도는 낮다는 것을 확인할 수 있었던 바 1 x 2 cm 크기의 ROI로 영천의 거세우에 대하여 적용 실험을 추가하여 보았다.

변이계수가 클수록 두체의 근내지방도는 좋지 않았으며 특히 70이상의 개체 6두에서 1두는 1등급 5두는 2등급으로 평가 되었으며 40이하 4두는 모두 1등급이상으로 평가 되었다. 화상분석에서도 보통의 개체에서는 뚜렷한 경향을 볼 수는 없었다. 위와 같은 결과는 육안적 예측에서와 같이 제반 사양관리를 포함한 환경의 변화에 따라서 좌우되기 때문이 아닌가 추측된다. 그러나 지극히 우수한 능력을 갖고 있는 개체나 지극히 나쁜 육질능력의 개체에서는 환경의 변화 보다는 유전적 능력이 생체관정에서 잘 발현되고 있다고 사료되는바 육질의 조기예측에 화상분석을 적극적으로 도입할 수도 있을 것으로 사료되나 ROI의 크기와 위치선정에 대한 문제는 지속적인 다년간의 연구로서 풀어야할 것이다.

다. 육질등급의 생체 예측 정확도

생후 12개월령 때의 50%의 적중률을 나타내었으며 점차 증가하여 생후 24개월령에는 89%의 정확도를 나타내었다. 그러나 생후 16개월령때 정확도가 떨어진 이유는 측정시 발생한 여름철의 습기에 의한 영상불량으로 사료된다. 생후 20개월령에 80%정도 적중률을 나타내었으며 marbling 개선이 전혀 안될 것으로 예상되면서 과도한 등지방층을 형성할 가능성이 높은 개체를 사전 선별하는 것도 사료를 수입에 의존하고 있는 우리나라로서는 외화낭비를 막을 수 있을 것으로 사료된다.

아울러 생후 개월별 적중률을 향상시키기 위하여 초음파 생체측정시 정확한 영상을 획득하려는 노력과 함께 초음파 영상의 생체관정시 더욱더 세밀하고 체계적인 기준의 확립을 위한 보다 많은 연구가 필요하다고 사료된다.



제 4 절 참고문헌

1. Basset O., B. Buquet, S. Abouelkaram, P. Delachartre, and J. Culioli. 2000. Application of texture analysis for the classification of bovine meat. Food Chemistry. 69:437-445
2. Brethour, J. R. 1990. Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle. J. Anim. Sci. 68:2603-2613
3. Brethour, J. R. 1994. Estimating marbling score in live cattle from ultrasound images using pattern recognition and neural network procedures. J. Anim. Sci. 72:1425-1432
4. Brethour, J. R. 1995. Tracking marbling development in feedlot steers. KAES Report of Progress No. 731:20-25
5. Brethour, J. R. 1995. System for measurement of intramuscular fat in cattle.

US Patent No. 5,398,290

6. Brethour, J. R. 2000. Using Serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 78:2055-2061
7. Cameron, P. J., M. Zembyashi, D. K. Lunt, T. Mitshhashi, M. Mitushmoto, S. Ozawa, and S.B. Smith. 1994. Relationship between Japanese beef marbling standard and intramuscular lipid in the M. longissimus thoracis of Japanese black and American Wagyu Cattle. *Meat Science* 38:361-364
8. Gerard, D. E., X. Gao, and J. Tan 1996. Beef marbling and color sore determination by image processing. *J. Food Sci.*, 61:145-148
9. Hassen, A., D. E. Wilson, and G. H. Rouse, 2003. Estimation of genetic parameters for ultrasound-prediction percentage of intramuscular fat in Angus cattle using random regression models. *J. Anim. Sci.* 81:35-45
10. Juntu J. Texture analysis of ultrasound images to assess meat quality in beef cattle. A thesis for MS. The University of Gulph. 1998
11. Li, J, J. Tan, F.A. Marts and H. Heyman., 1999. Image texture features as indicators of beef tenderness. *Meat Science* 53:17-22
12. Lunt, D. K., G. C. Smith, J. W. Savel, L. R. Cross and S. B. Smith. 1989. Ether-extractable fat in Longissimus muscles from beef carcasses with same marbling scores but different yield grades. *J. Food. Sic.*, 4:1365-1366
13. MaCauley J. D., B.R. Thane and A.D. Whitaker, 1994. Fat estimation in beef ultrasound images using texture and adaptive logic networks *Transaction of th ASAE.* 37(3):997-1002
14. Perkins, T. L., R. D. Green and K. e. Hamlin. 1992. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:1002-1010
15. Reverter, A. D. J. Johnston, H. -U. Graser, M.. L., Wolcott and W.H. Upton, 2000. Genetic analysis of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Herford cattle. *J. Anim. Sci.* 78:1786-1795
16. Yoshikawa F. K. Toraichi, K. Wada, N. Ostu, H. Naki, and K. Katagishi, 2000. On a grading system of beef marbling. *Pattern Recognition Letters* 21:1037-1050

17. 김형철, 전광주, 나기준, 유영모, 정재영. 1995. 생체에서 초음파측정기를 이용한 한우 도체형질의 추정에 관한연구. 한축지. 37:336-340
18. 방극승, 김진성, 김영길, 김병기. 1993. 초음파영상을 이용한 한우의 등지방과 등심 측정법. 동아대학교 농업자원연구. 2:15-20.
19. 방극승, 윤주용, 김영길. 1994. 한우 등지방층의 초음파측정. 한축지. 36:409-414
20. 윤주용, 김영길, 방극승. 1997. 한우배최장근 단면적의 초음파 측정. 한축지. 39:113-116
21. 방극승, 1997. 초음파를 이용한 한우 생체평가와 도체평가의 비교. 한축지. 9:117-123
22. 原田 宏. 1995. 超音波診断の牛肉生産への應用. 畜産の研究. 48:170-176
23. 原田 宏. 1996. 肉用牛および豚の肉形質推定への超音波利用. 日畜會報. 67:651-666
24. 渡辺 彰, 潼 本勇治, 常石英作, 西村宏一, 1986. アーク機械走査式超音波カラースキャニングスコープによる牛のロス芯面積推定. 日畜會報. 57:813-817

요 약 문

초음파 생체 관정에 의한 한우의 조기 능력 예측을 위하여 거세우를 대상으로 실시한 결과 등지방층의 과잉 발달 개체를 사전 차단하기 위하여 double fat layer가 발생되어 있는 개체에서 뚜렷한 과잉의 등지방층 발달하는 경향이 뚜렷하였으며 3mm 이상의 등지방층이 발달하여 있는 개체에서 다소 비대한 등지방층의 발달을 볼 수 있었다.

등심단면적에서는 생체중 10 kg 당 1 cm²이하의 개체에서는 평균치 보다 낮은 면적으로 성장하였으며 1.3 cm² 이상의 개체에서는 등심단면적의 발달 우수하였다.

육질의 조기 예측에서는 육안 관정이 화상분석에 비교하여 쉽고 빠른 관정을 할 수 있었으며 아주 우수한 개체와 아주 저질의 개체를 선발 할 수는 있었으나 보편적인 개체에서는 선발의 의미가 없었다.

이상의 결과로서 다음과 같이 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 등지방층의 과잉 성장 가능성이 있는 개체는 12개월령에 2차 지방층의 띠를 확인 할 수 있었던 바 과잉의 등지방 발달 가능성이 있는 개체를 사전 제외하는데 이용할 수 있을 것이다.
2. 등심단면적이 큰 개체를 선발하기 위하여 12개월령에서 체중 10 kg 당 1.3cm² 이상의 개체를 선발하도록 하여야 할 것이며 1cm² 이하는 사전 제외하도록 하여야 할 것이다.
3. 육질의 조기 예측은 전반적으로 50% 수준으로서 일반적으로 보급할 수준은 아니나 우수한 능력이 있는 개체와 아주 저질 능력 우의 사전 선발에는 육안판단과 화상 분석으로 50% 수준으로 가능 할 것으로 사료된다.

[문제점과 건의 사항]

본 연구에서 등지방층의 발달을 확인하기 위한 실험 중 도체와 생체관정 등지방층의 차이가 심각한 수준으로 매우 우려되는 실정이다. 또 도축장별로도 상당한 차이가 있는 것으로 확인되었던 바 육량의 계산에는 상당한 문제와 착오가 발생되고 있다고 본다.

초음파 생체관정에 의한 등지방층과 등심단면적은 도체측정에 비하면 과소평가된다는 것이 일반적인 생체관정 기술로 인정되고 있는 실정이다. 그러나 국내에서는 본 실험에서와 같이 오히려 생체관정이 도체관정 보다 과대평가 되고 있다는 사실은 도체에서 상당한 량의 등지방층이 실수로 또는 인위적으로 제거되고 있다는 사실을 간접적으로 제시하는 것으로 현재까지 시행하고 있는 육량의 계산은 상당한 문제가 있다고 본다. 아울러 경제적인 한우의 사육을 위하여 무엇보다도 과잉의 지방층 발달을 억제하여야 하나 현재와 같은 도축과정에서 발생하는 등지방층의 제거에 대한 문제점을 개선되지 않는다면 앞으로 심각한 문제에 봉착할 수 있을 것으로 심히 우려되는 사항인바 보다 확실한 육량 계산을 위한 제도적인 장치가 보완되도록 건의합니다.

SUMMARY

This study was performed to evaluate the performing characteristics of Hanwoo in early physiological stages using ultrasound technology in Hanwoo steers. Individuals with remarkable double fat layer and with thicker than 3mm in backfat tended to have excessive backfat thickness. Individuals with smaller than 1 cm² in area of *logissumus dorsi* per 10 kg of live body weight grew up with below average whereas those with bigger than 1.3 cm² grew up with well developed in area of *logissumus dorsi*.

Visual finding was found to be easier and quicker way to judge comparing to image finding and it was possible to select very good individuals and very bad individuals whereas could not apply to select average individuals.

The current results would be used as follows;

1. It might be useful to exclude the individuals with excessive backfat because those individuals could be confirmed with double fat layer at 12 months of age.
2. To select individuals with wider *logissumus dorsi* area, individuals with bigger than 1.3 cm² per live body weight at 12 months of age should be selected while those with smaller than 1 cm² should be excluded.
3. The percentage of accuracy for early assumption of the meat quality was somewhere around 50 % which was not suitable to apply to farm level.

[Problems and suggestions]

It is very disappointing to find that there was serious discrepancies between live animal and carcass in backfat thickness. And there might be some problems in carcass yield calculation in local slaughter houses.

Generally, determination of backfat thickness and area of *logissumus dorsi* by ultrasound in live animal is considered to be lower comparing to carcass evaluation. However, this study revealed that current carcass yield calculation process bears serious problems because considerable amount of backfat is discarded during meat processing with or without purposes. Thus, we suggest to modify current carcass yield calculation system because of removal of backfat in slaughter house as well as efforts to reduce excessive backfat by feeding program in farm level.

제 6 장 DNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구

제 1 절 서 론

1. 연구개발의 목적과 필요성

가. 목 적

2002년 현재 쇠고기 시장 완전개방과 구제역 파동 등 주변여건의 불안정으로 생산비 상승, 한우의 사육두수 감소에 따라 한우산업의 총체적 난관에 봉착하여 시급한 대책이 요망되는데, 이에 대한 유일한 대안이 한우 쇠고기의 품질개선과 생산비 절감이다. 특히 한우산업이 축산물시장 전체에서 차지하는 비율이 25%이상으로 농업의 주 소득원인 기간산업으로 중요한 위치를 차지하고 있다. 따라서 한우산업의 지역 경쟁력 강화를 위한 방안으로서 본 연구과제의 목적은 한우 고유의 유전 정보를 파악하여 유전적으로 순수한 고유 자원으로서 가치뿐만 아니라 경제형질에 연관된 DNA marker를 규명·검정하여 유전적으로 우수한 밀소를 생산 할 수 있는 고품질 한우육 생산 시스템을 구축하고자 한다. 이에 생명과학 기술인 DNA marker 검정에 의해 한우를 대상으로 유전자 검정을 실시하고, 우수한 유전능력을 가진 한우를 검정하여 우수한 유전능력의 밀소를 대량 생산하기 위한 목적으로 실시하고자 한다.

나. 필 요 성

1) 기술적 측면

우리나라에서는 가축개량을 위해서 확률적 통계방법에 의한 선발과 교배법이 유일하게 이용되어 왔다. 이러한 통계적 방법은 개체와 가계에 대한 방대한 자료가 필요하고, 특히 세대간격이 긴 소의 경우에는 막대한 경비는 물론 수많은 노력과 장기

간의 투자가 요구되나 그 결과는 확률적인 성과라는 한계를 벗어날 수가 없다. 1990년 이후 과학기술의 급진적 발달에 의해서 가축의 능력을 조기에 직접 유전구조의 확인으로 판정할 수 있는 분자생물학적 기법이 개발되어, 기존의 확률 통계적 육종방법의 한계성과 후대검정을 통한 중모축의 선발의 어려움을 해결할 수 있는 가장 유력한 가축의 개량 방법으로 활용하려는 시도가 이루어지고 있는 것이 국제적 추세이다. 이러한 기법들 중에서 최근 각광을 받고있는 DNA marker를 이용한 개체 식별, 유전적인 소질 및 경제형질과 관련된 유전적 표식을 통해 유전적 능력이 우수한 한우를 검정하여 확보하고 확보된 한우를 밀소 능력예측에 사용하고자 한다.

2) 경제·산업적 측면

쇠고기의 수입이 증가되고 있는 현실에 우리나라의 한우에 대한 획기적 노력의 결실이 없다면, 외국의 여건과 비교해서 가격면에서 열등한 한우의 존재가치는 극소화될 수밖에 없다. 우리의 고유한 유전자원이며, 농가의 중요한 경제원으로서 역할의 상실뿐만 아니라 양축농가의 불안한 현실에서 중요한 식량자원이 외국에 종속되는 사태를 예견할 수 있다. 이러한 현재의 상황에서 저가격의 수입 쇠고기에 대처하여 우리나라 쇠고기 생산비 절감을 위한 노력이 이뤄져야 하겠지만, 근본적으로는 수입 쇠고기와 차별화되는 한우의 고급육 생산의 증대가 수입자유화로 인한 우리 한우의 생존전략에 있어서 최우선 과제는 두말할 나위가 없다. 근래에 나타나는 우리나라 소비자들의 순수 한우쇠고기에 대한 절대적 선호뿐만 아니라, 일본의 고베(神戸)에서 생산되는 쇠고기는 다른 일본 쇠고기와 수입 쇠고기에 비해 아주 높은 가격대를 유지하고 있지만 자국내 수요를 충족하지 못하고 있는 상황에 비추어 보더라도 우리의 당면 과제는 한우의 고급육 생산을 통한 수입 쇠고기와 차별화임을 분명하게 알 수가 있다. 우리나라 한우 고급육 생산 사양 프로그램 개발 등에 관한 연구는 몇몇 국내 연구기관에서 진행되고 있지만 각기 독립적으로 한쪽 연구분야에만 의존하여 자료의 충분한 객관적 판단이 미비하다. 하지만 가축 생산능력을 유전자(DNA) 기능으로 해석 및 확인 과정이 밀소 생산에 적용한다면 단기간에 유전 능력이 우수한 밀소의 다량 확보가 가능할 것이며, 전체적인 한우의 유전능력 향상을 기대할 수 있다. 따라서 본 연구는 DNA 검정으로 우수한 유전자를 가진 한우를 확인하여 유전적 능력이 우수한 밀소 생산에 활용하고자 한다. 이러한 실용화 및 산업화 기술은 우리 고유의 유전자원인 한우의 상품화 및 브랜드화에 획기적인 계기가 마련되어 국제경쟁력 제고는 불

른 농민소득 증대에도 크게 이바지 할 수 있다.

3) 사회·문화적 측면

한우는 예로부터 우리민족의 역사와 함께 애환을 같이한 유일한 가축 중의 하나이다. 우리의 주거 문화가 농경문화로 한우외양간이 항상 부역에 붙어 재산으로서 가치뿐만 아니라 우리 정신 문화의 일부로 작용했다. 이웃 일본에서도 쇠고기 수입개방에 맞추어 그들의 화우에 대한 연구가 활발히 진행되어 상당히 성공을 거두고 있다. 그들은 화우 고급육생산에 성공하여 가격면에서 수배나 비싸지만 없어서 판매를 못하는 정도이고 보면 우리에게 제시하는바가 크다. 우리는 서둘러 우리나라 고유의 단백질자원을 생산하고 유지하는데 힘을 쏟지 않을 수 없다. 따라서 우리민족과 유구한 역사를 통하여 애환을 같이했고, 그리고, 농업생산에 버팀목 역할을 했던 한우를 우리민족의 정서와 우리 입맛에 맞는 쇠고기의 공급원으로 유지 개량해야 한다. 2001년 생축의 도입이 허용됨으로서 국내 육(한)우 사육기반이 붕괴될 상황에 이르러 사육을 포기함으로써 육(한)우의 사육두수가 격감되고 있다. 이를 극복하기 위한 대안으로 한우를 우리민족의 정서와 우리 입맛에 맞는 고품질 쇠고기의 공급원으로 유지 개량해야 하려는 본 연구의 추진 목적은 사회 문화적 차원에서도 절실히 필요한 것으로 판단된다.

2. 연구개발의 범위

대 동물인 축우를 대상으로 유전적 개량방법은 소 동물에 비해 복잡하고 특이한 생리적 특징뿐만 아니라, 세대 간격이 길어 실험의 적용에 많은 문제점을 가지고 있다. 하지만 유전적 실험과 육종의 세계적인 추세가 어린 가축을 대상으로 하여 조기에 정확하고 간편한 유전 정보를 파악하여 가축 능력개량 수단으로 이용하려는 시도뿐만 아니라 어느 정도는 실용화가 이뤄지고 있다. 따라서 본 연구는 한우와 외국 품종과의 국제경쟁력 제고를 목적으로 유전공학 기법을 이용하여;

첫째, 한우와 외국 품종과의 유전적 차이를 규명하여 한우의 순수성과 소질을 확립하고

둘째, 육질 형질인 근내지방도와 육량 형질인 등지방두께와 연관된 DNA marker를 규명하여 검정하고,
셋째, DNA marker의 유전양식을 규명함으로써
넷째, 보다 손쉽게 유전적 능력이 우수한 밀소 생산을 위한 개량 체계 확립을 하고자 한다.

이러한 목적을 이루기 위한 본 연구의 범위는 다음과 같다.

유전자 지문을 통한 한우의 유전적 순수성과 소질 확립을 위해

- 여러 종류의 DNA probe와 제한효소를 이용하여 유전자 지문을 실시
- 외국 품종과 차별이 되는 DNA marker를 규명
- 순수한 한우를 이용한 개량이 이루어 질 수 있도록 한다.

근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA marker의 규명과 검정은

- 경제 형질에 연관된 DNA marker를 규명하여 유전적으로 우수한 집단과 그렇지 못한 집단을 판단하여
- 한우 농가의 경제적 수익 증가와 수입육과의 경쟁력 제고 방법을 제공한다.

주요 경제형질과 연관된 DNA marker의 유전 양식의 규명을 통해

- 한우를 대상으로한 교배 체계 구축과 우수한 유전적 능력을 가진 집단을 구축함으로써
- 확고한 육량 및 육질의 개량체계를 확립하고자 한다.

제 2 절 DNA marker와 관련된 한우의 유전적 능력 규명과 예측을 통한 한우 개량 체계 확립

1. 서 설

이미 시작된 쇠고기 수입개방에 한우에 대한 획기적 노력의 결실이 없다면, 외국의 여건과 비교해서 가격과 육질면에서 열등한 한우의 존재가치는 극소화될 수밖에 없다. 이와 더불어 우리나라의 고유한 유전자원으로써, 그리고, 농가의 중요한 경제원으로써 역할의 상실뿐만 아니라 양축농가의 불안한 현실에서 우리나라의 중요한 식량 자원이 외국에 종속화되는 사태를 충분히 예견할 수 있다.

근래에 나타나는 우리나라 소비자들의 순수 한우쇠고기에 대한 절대적 선호도 뿐만 아니라, 일본의 고베(神戸)지역에서 생산되는 고급 쇠고기는 다른 일본 쇠고기와 가격면에서 3배, 그리고, 수입 쇠고기의 8배에 이르고 있지만 일본 내의 수요를 충족하지 못하고 있는 상황에 비추어 보더라도 우리의 당면과제는 한우의 고급육 생산을 통한 수입 쇠고기와 차별화임을 분명하게 알 수가 있다.

따라서, 유전자의 본질인 DNA를 이용한 효율적 응용기법으로 한우의 순수성에 대한 檢定을 거치고, 경제형질의 우수성을 입증하는 DNA marker(유전자표식)을 이용하여 조기에 정확하고 간단하게 육질이 우수한 개체의 사육을 통해 농가의 소득증대를 꾀할 수 있을 뿐만 아니라 쇠고기산업의 기반을 확고히 다질 수 있을 것으로 확신된다.

실현되고 있는 실용적 DNA 기술들을 살펴보면 먼저 유전자지문(DNA Fingerprinting) 기술은 모든 생명체가 가지는 전체 genomic DNA를 대상으로 하여 어떠한 개체나 가계, 또는 집단 DNA구조의 특성을 밝힐 수 있는 분자생물학적 기술(Molecular Biological Method)이다. 이러한 기술은 Jeffreys등(1985)이 처음 제시한 후, George등(1990)은 비유전자로 구성된 genomic DNA minisatellite라는 부위에 수십개의 core repeat가 수십회에서 수천회 반복되어 있으며 이러한 core repeat의 Variable Number of Tandem Repeat(VNTR)가 다양한 변이를 보인다는 사실을 밝혔다.

이러한 DNA fingerprinting은 PCR에 기초를 두고 있지 않기 때문에 DNA typing용으로는 별 불편한 점이 없으나 DNA marker의 cloning과 나아가 mapping에는 취약점을 안고 있다. 하지만 AFLP (amplified fragment length polymorphism) 방법은 PCR에 기초를 둔 fingerprinting 방법으로 RFLP의 신뢰도에 PCR의 power를 가미한 강력한 방법으로 가축의 유전자 규명에 이용가치가 높아지고 있다.

가축의 육종 program에 있어서 DNA지문의 이용 가능성이 Plotsky등(1990), Hillel등(1992), Haberfeld등(1993)에 의해서 제시되었고, Mannen과 Tsuji(1993)는 일본 화우의 특정 경제형질에 적합한 DNA probe의 개발과 화우 champion대회에서 입상한 소들의 도체형질에 대한 분석 결과를 발표하기도 하였다.

소의 경제형질과 관련된 DNA marker에 대한 연구들은 Zebu소에서 Gawakisa등(1994)이, 40계통의 축우에서 Jayarao등(1993)이, Germany재래가축에서 Buitkamp등(1991)이, Israeli Friesian소에서 Haberfeld등(1993)과 Hillel등(1992)이, 일본의 흑색화우에서 Mannen과 Tsuji(1993)가, Glowatzki-Mullis등(1995)은 Brown Swiss, Simmental, Holstein, Eringer품종에서, Barre-Dirie등(1996)은 독일품종의 소, Blott등(1996)도 유럽종 소에서, 그리고 Semyenova등(1996)은 소련연합국들의 소품종에서 다양한 결과들을 보고하였다.

국내에서도 이러한 분야에 대한 관심이 크게 고조되고 있으나, 가축의 개량에 있어서는 다수의 유전인자가 하나의 형질에 관여하는 Polygene 체계이므로 각 개체가 가지고 있는 genomic DNA 전체를 확인할 수 있는 기술과 이들의 inheritance mechanism을 확실하게 입증할 수 있는 기술 외에는 현실적으로 실용적 가치에서 상당한 한계를 가지고 있어 우선적으로 한우의 경제형질과 관련되는 DNA marker를 확인한 후 이러한 marker들의 mapping을 구성하는 과정이 필요하다고 본다.

분자유전학적 기초의 한계성과 대동물의 생리적 또는 DNA구성의 특성 때문에 아직도 축우에서의 연구결과들은 유전능력에서의 산업적 개량 업적이 부분적으로만 이뤄지고 있다. 한우의 고유한 DNA구성에 대한 분자유전학적 이용성은 한우에만 적용되는 고유의 접근 방법이기 때문에, 이에 대한 기술도입은 유전공학적으로 개량된 새로운 축우 품종의 도입과 다를 바가 없다.

이러한 이유 때문에 한우를 우리나라의 고유자원으로 개량하기 위해서는 국내에서의 기술축적이 절실히 요청되며, 이 분야의 연속적 연구가 이뤄져야 하는 것은 당연하다고 판단된다. 나아가 이러한 기술은 우리나라의 고유한 축종들인 재래돼지, 흑염소, 조랑말, 진도개 등의 유전적 식별, 유지, 개량에 이들 방법이 적용될 수 있기 때문에 국내에서의 기술개발 및 정착이 더욱 필요하다고 판단된다.

2. 실험 재료 및 방법

가. 실험재료

1) 실험동물

가) 유전자 지문에 의한 유전적 순수 한우의 규명

한우의 특이적 DNA marker 규명 ; 외국 축우품종인 Holstein 10두, Aberdeen Angus 10두, Charolais 10두, 일본 고베 지역 화우 23두 및 중국 연변 황우 25두와 외모심사에 합격한 한우 20두를 유전자 지문 검정에 사용하였다.

한우 집단 내 순수 한우의 규명 ; 유전자 지문에서 나타난 한우의 특이적 DNA marker를 이용하여 농협중앙회 가축개량사업소 한우개량부(이하 농협 한우개량부라 한다)의 한우 종모우 88두, (사)종축개량협회에 한우개량부(이하 종축개량협회라 한다)에 혈통이 등록된 종빈우 92두, 후대검정우 126두 및 일반 사양농가의 한우 76두 등 총 382두 한우의 유전자 지문을 실시하였다.

나) 근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA marker의 규명

근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA marker의 규명에 사용된 한우는 제4회(1999) 전국 한우능력 평가대회 출품우 189두를 사용하였고, 규명된 DNA marker는 농협 한우개량부의 종모우 88두와 종축개량협회에 혈통이 등록된 종빈우 92두를 대상으로 출현 빈도를 검정하였다.

다) Random primer를 이용한 한우의 능력에 따른 DNA marker의 규명

한우의 육질형질에 연관된 DNA marker를 규명하기 위하여 제4회(1999) 전국

한우능력 평가대회 출품우 189두를 사용하였다.

라) 근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA marker의 검정 및 유전양식 규명
 도체 성적이 있는 농협 한우개량부의 후대검정우 371두를 이용하여 규명된 DNA marker를 검정하였으며, 전형매의 혈연관계가 있는 35가계 총 105두를 경제형 질 연관 marker의 후대 전달 체계를 규명하는데 사용하였다.

2) 유전자 지문에 사용된 DNA probe 염기서열 및 제한효소와 Random primer

유전자 지문에 사용된 DNA probe는 M13, (AAC)_n과 MO- I 의 염기서열 및 3 종류의 제한효소(HaeIII, Hinf I 및 Pst I)와 실험에 사용되어진 50종의 random primer 는 Operon Co.에서 구입하였으며, 본 연구에서 결과를 나타낸 OPC-09의 염기서열은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Sequences of probes and restrict enzyme, random primer employed in the experiments

		Sequence	Source
Probe	M 13	5'-GAGGGTGGCGGX ¹⁾ TCT-3'	(Vassart et al., 1987)
	(aac) _n	5'-(AAC) _n -3'	(Yeo et al, 2000)
	MO- I	5'-TGCCCAGTCCTCCC-3'	(Mitani et al., 1990)
Restriction enzyme	<i>Hae</i> III	5'...GG ↓ CC... 3' 3'...CC ↑ GG... 5'	(KOSCO R&D Center, Korea)
	<i>Hinf</i> I	5'...G ↓ ANT... 3' 3'...C ↑ TNA... 5'	
	<i>Pst</i> I	5'...C TGCA ↓ G... 3' 3'...G ↑ ACGT C... 5'	
Random primer	OPC-09	5'-CTCACCGTCC-3'	(Operon Co.)

1) X=C or T

나. 실험방법

1) 유전자 지문

DNA 지문에 의한 순수 한우의 규명, 근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA marker의 규명 및 검정과 유전양식 규명에 이용된 유전자 지문 기술은 아래의 과정에 의해 실시되었다.

가) 실험 방법

(1) 백혈구로부터 DNA 추출

0.5M EDTA가 함유된 주사기로 혈액을 채취한 후 백혈구 층을 분리하고 0.2% NaCl용액으로 용혈 시킨 후 0.16M NaCl/1mM EDTA와 0.5% N-lauroyl sarcosine용액 그리고 proteinase K(10 mg/ml)의 처리 과정을 통하여 DNA를 추출하였다. 추출된 DNA는 동일 량의 phenol용액과 phenol : chloroform : isoamylalcohol (25:24:1)을 사용하여 단백질을 제거시킨 후 UV-1201 spectrophotometer(SHIMADZU, JAPAN)를 이용하여 A260/A280의 흡광도 비율에서 측정값 1.5~1.8의 순도를 가지는 DNA를 추출하여 TE (10mM Tris-HCl pH 8.0, 1mM EDTA)에 녹여 4°C에 보관하였다.

(2) DNA 절단, 전기영동 및 Southern blotting

50 μ g의 DNA를 사용하여 제한효소 HaeIII, Hinf I 과 Pst I 으로 절단하여 1.0% agarose gel에서 2.4 volts/cm로 전기영동 한 후, 40시간 동안 nitrocellulose membrane에 transfer시켰다. Transfer가 끝난 membrane은 80°C dry oven에서 30분간 baking시켰다.

(3) Probe labeling과 hybridization

Probe는 M13, (AAC)_n 및 MO-I을 BcaBest labeling kit (Takara Co., Japan)를 사용하여, 32P- α -dCTP로 표식 함으로 1 \times 10⁹ cpm/ μ g DNA의 비활성 probe를 얻었다. 그리고 hybridization solution (0.25% skim milk, 40% formamide, 6 \times SSC, 5mM EDTA)을 이용하여 37°C에서 30분간 pre-hybridization시킨 후, 다시 24시간동안 hybridization 시켰고, hybridization이 끝난 membrane은 2 \times SSC (0.3M NaCl,

30mM trisodium citrate, pH 7.0)/0.1% SDS용액에서 10분간 2회 세척한 후 -80°C 에서 4~5일간 auto-radiography를 실시하였다.

나) 유전적 순수 한우의 규명과 한우의 근내지방도와 등지방두께에 대한 유전자 지문의 적용 및 DNA marker의 분석

유전적으로 순수한 한우의 특징을 규명하기 위하여 외국축우 품종인 외국 축우 품종인 Holstein, Aberdeen Angus, Charolais, Simmental과 일본 고베 지역 화우 및 중국 연변 황우와 외모심사에 합격한 한우를 대상으로 M13 probe와 제한 효소 Pst I을 이용한 유전자 지문에 사용하여 한우 특이적 marker를 규명을 실시하였고, 본 연구진이 개발한 한우 특이적 probe인 (AAC)5를 이용하여 한우 집단의 순수성을 검정하였다.

한우 육질의 주요 형질인 근내지방도, 등지방두께 기록의 정규분포에서 평균 \pm 1.5 SD범위의 개체그룹을 거세우 집단에서 형성하고, MO- I, M13 DNA probe와 2종류의 제한효소(HaeIII, Hinf I) 조합으로 능력의 high와 low group에 따른 DNA marker를 1차 screen한 후 혼합 DNA sample에서 나타난 능력에 따른 차별화 band를 정확히 재확인하기 위해서 다시 능력의 고저그룹별 개체 10두씩에 대한 개체별 유전자 지문 분석을 실시하였다.

근내지방도, 등지방두께에 관여하는 specific marker를 나타내는 probe와 제한효소 조합의 DNA지문을 이용하여 후대검정우 371두와 종모우 및 종빈우 180두에서 DNA marker의 유무를 확인하였으며, 가계분석을 통한 등지방두께와 근내지방도 연관 DNA marker들의 후대전달 체계를 규명하였다.

2) Random primer를 이용한 PCR 방법

(1) 실험 방법

(가) 백혈구로부터 DNA 추출

유전자 지문과 동일한 방법으로 DNA 추출후 UV-1201 spectrophotometer (SHIMADZU, JAPAN)를 이용하여 DNA 순도를 측정하여 PCR에 이용되는 Template로 이용하였다.

(2) PCR을 위한 반응액과 PCR 조건

PCR을 위한 반응액은 50ng/ μ l genomic DNA, 20pmol primer, 20mM dNTPs, 50mM MgCl₂, 1×buffer, 1 unit Taq polymerase의 조성으로 제조하여, 94°C에서 4분간 pre-denaturation, 94°C에서 1분 denaturation, 36°C 1분간 annealing 및 74°C에서 2분간 extension, 74°C에서 10분간 final-extension하는 과정을 총 50회 반복한 후 PCR 산물을 1% agarose gel에서 전기영동 후 polymorphism을 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 유전자 지문에 의한 유전적 순수 한우의 규명

한우의 특이적 DNA marker 규명을 위해 실시한 M13/Pst I 유전자 지문에서는 6개의 DNA marker(8.6, 7.4, 7.1, 5.3, 2.4 및 2.2kb)가 외국 축우 품종과 차별화 되는 한우의 특이적 DNA marker로 확인되었고, 특히 이들 marker들 중 2.4kb marker는 한우에서만, 2.2kb marker는 외국 축우 품종에서만 특이적으로 짙게(Dark) 나타나는 band인 것으로 확인되었다. (AAC)n/Pst I을 이용한 한우와 외국 축우품종간의 비교 유전자 지문에서는 10kb에서 한우의 특이적인 짙은(dark) DNA marker가 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 이들 한우 집단 특이적 DNA marker를 이용하여 유전적 능력 검정이 이루어져 번식 체계에 사용되어지고 있는 종모우와 혈통등록이 이루어진 종빈우, 후대검정우 및 일반 한우사양농가의 한우집단을 대상으로 유전자 지문을 실시하여 유전적 순수성 검정을 수행하였다.

1) 한우의 유전적 순수성 검정을 위한 유전자 지문

한우에 유전적 다양성을 최대화시킬 수 있는 여러 종류의 제한효소와 DNA probe를 사용하여 수입종과 차별화 되는 한우의 DNA특성을 규명한 결과, 제한효소 Pst I과 DNA probe M13의 사용으로 한우와 일본 흑색화우도 포함한 5종의 외국 축우품종들과 차별화 되는 한우의 specific DNA marker 6종류(8.6, 7.4, 7.1, 5.3, 2.4 및 2.2kb)는 Figure 1과 같다. 이렇게 얻어진 DNA marker들을 등록된 한우 암컷과 인공 수정용 종모우를 대상으로 개체별 검정 결과 한우의 모든 개체가 가지는 homozygote marker(7.1, 2.4, 2.2kb)가 3종류, 그리고 한우 개체간 서로 다른 heterozygote

marker(8.6, 7.4, 5.3kb) 또한 3종류로 밝혀졌다.

여기서 6종의 한우 DNA band는 일본 흑색 화우를 제외한 다른 수입품종과의 차별화되는 band였지만 7.4, 7.1 및 5.3kb의 band는 일본 흑색 화우와 공유하는 것으로 보아 한우와 일본 흑색화우는 상당한 유전적 유사성이 있음을 알 수 있다. 그러나 8.6, 2.4 및 2.2kb의 한우 특성은 일본 흑색화우와도 분명히 차별이 되는 결과임을 알 수 가 있었다.

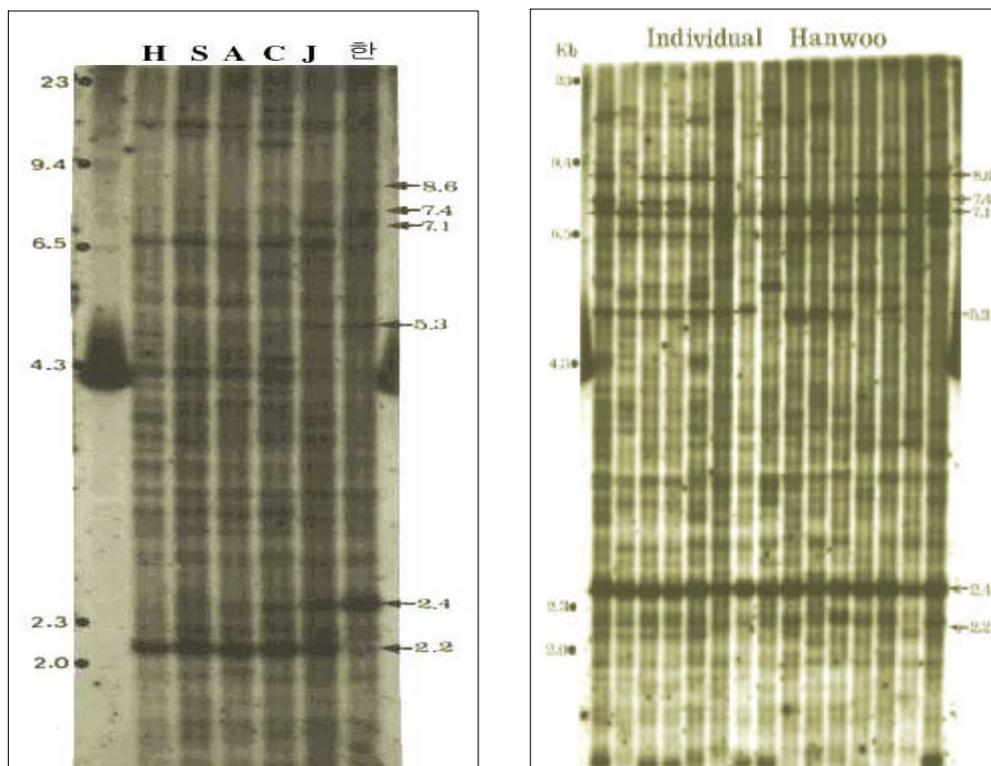


Figure 1. Specific DNA markers of Korean cattle compared with foreign cattle breeds from mixed samples(left) and individuals of Hanwoo (Korean Cattle)(right) using DNA fingerprinting with M13/*Pst* I
(한:Hanwoo, C:Charolais, A:Angus, H:Holstein, S:Simental, J:Japanese black Wagyu)

M13/Pst I 에서 한우의 특이적 DNA marker인 것으로 나타난 2.4(dark)kb와 외국 축우 품종의 특이적 marker인 2.2(dark)kb DNA marker는 종모우 88두 중 88두에서, 후대검정우 126두 중 126두에서 2.4kb에서만 짙은 DNA marker를 나타내고 있어 유전적인 순수성이 확보된 것으로 나타났다.(Table 2)

그러나, 종축개량협회에 혈통 등록된 종빈우 92두에서는 2.4kb를 나타내는 개체가 58두(63%), 2.2kb를 나타내는 개체가 34두(37%)로 나타났으며, 일반농가의 한우는 76두 중 한우의 특이적 DNA marker인 2.4kb marker만 나타내고 있는 개체는 47두(61.8%), 2.4kb와 2.2kb를 동시에 나타내는 개체는 29두(38.2%)로 나타나 이들 29개체는 외국 축우품종들에서 나타나는 특이적인 DNA marker와 2.2kb와 한우에서 특이적으로 나타나는 2.4kb marker를 동시에 가지고 있어 외국 축우 품종과의 교잡에 의해 나타나는 잡종화 현상인 것으로 판단된다.

따라서 이러한 결과는 인공 수정체계에서 우수한 정액의 공급원으로 사용되어지는 종모우의 유전적 순수성이 확보되어 있다하더라도 번식용 밀소로 사용되어지는 종빈우의 유전적 순수성이 결여되었을 경우 이들과의 교배에 의해 생산되어지는 자손은 종빈우의 영향을 받아 유전적 순수성이 확보되지 않는 것으로 판단되어 지며, 향후 한우의 인공 수정 체계에서 종모우의 유전적 순수성 확보 및 유전적 능력 개량과 병행한 번식용 밀소의 유전적 순수성 검정이 이루어져야 전체 한우 집단의 유전적 순수성 확보를 이룰 수 있을 것으로 판단되어진다.

Table 2. Genetic purity test of Hanwoo by M13/Pst I and (AAC)n/Pst I

	M13/Pst I		(AAC)n/Pst I	
	2.4 Kb	2.2 Kb	10Kb	no marker
Korean proven bull (%)	88 (100%)	0 (0%)	88 (100%)	0 (0%)
Registered cow (%)	58 (63%)	34 (37%)	92 (100%)	0 (0%)
Progeny test bull (%)	126 (100%)	0 (0%)	126 (100%)	0 (0%)
Local Hanwoo farm bull (%)	76 (100%)	29 (38.2%)	69 (90.8%)	7 (9.2%)

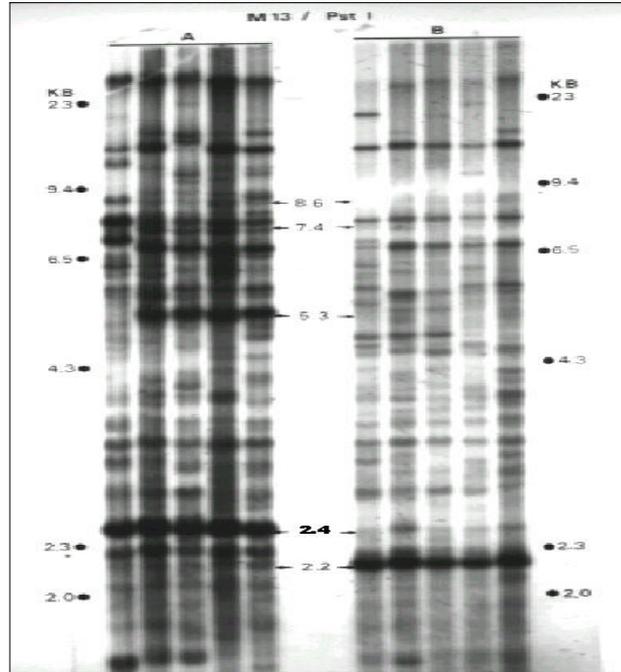
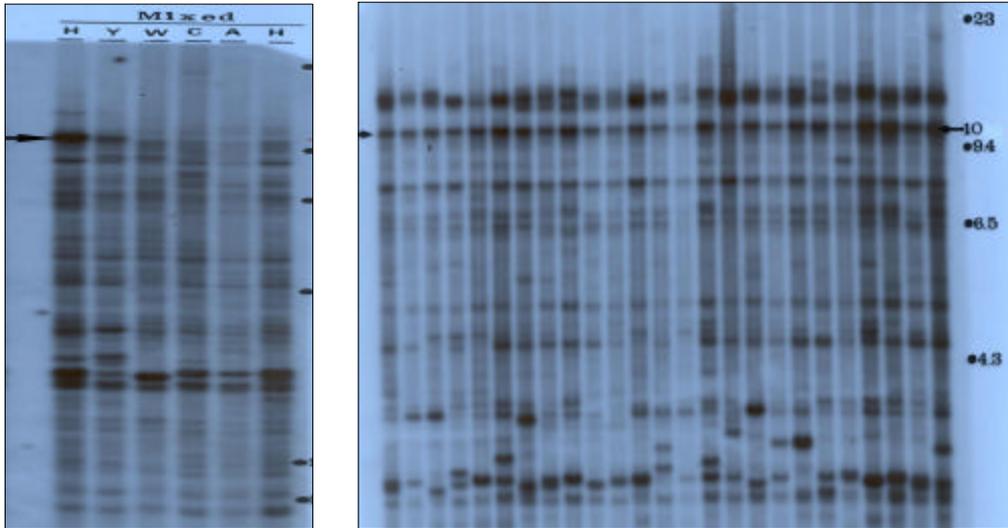


Figure 2. DNA fingerprinting of normal(A) and suspected(B) Hanwoo(Korean Cattle) by DNA fingerprinting with M13/Pst I.(◀ : specific markers)

2) 한우 집단의 유전적 순수성 검정을 위한 (AAC)_n/Pst I 유전자 지문

한우 종모우는 88두 중 88두에서, 후대검정우 126두 중 126두 모두에서 (AAC)_n/Pst I 에서 한우의 특이적 DNA marker인 10kb marker를 나타내는 것을 확인 할 수 있어 M13/Pst I 의 유전자 지문 결과에서 확인되어진 것과 동일한 결과로 종모우와 후대검정우의 유전적 순수성이 확보되어진 것을 알 수 있었다.

그러나, 일반 한우 사양 농가의 한우는 M13/Pst I 검정에 사용된 76두 중 69두가(90.8%) 10kb의 DNA marker를 가지고있는 것으로 나타났으며, 7개체(9.2%)에서는 10kb marker를 나타나지 않는 것을 확인하였다.



(H:Hanwoo, Y:Yenbian, W:Wagyu, C:Charolais, A:Angus, H:Holstein)

Figure 3. DNA fingerprinting of maixed sample for six cattle breeds(left) and Hanwoo individual test(right) by (AAC)_n/Pst I

이 결과에서도 앞서 진행된 M13/Pst I 의 유전자 지문 결과에서와 같이 일반 한우 사육농가의 한우에서 한우의 특이적인 DNA marker를 가지고 있지 않은 개체가 나타나는 것으로 확인되어 번식용 밀소로 사용되어지는 빈우와 일반 한우 사육 농가 한우에 대한 유전적 순수성 확립이 반드시 이루어져야 할 것으로 판단되어진다.

따라서, 종모우와 후대 검정우들에 대한 유전적 순수성 검정에서 나타난 결과들은 농협중앙회 한우 개량부의 종모우 선발의 기준으로 본 연구의 결과 활용이 이루어지고 있으며, 앞으로 번식용 밀소와 일반농가의 한우 집단에 대한 유전적 순수성 검정에서 판단의 기준으로 본 연구의 결과를 적극 활용하고자 한다.

나. 육질형질인 근내지방도 연관 DNA marker의 규명 및 검증

1) 근내지방도 연관 DNA marker의 규명

도체에서 판정될 수 있는 육질형질인 근내지방도는 일정 부분의 유전적 능력과 사양관리 등 환경요인에 의하여 발현되는 기록이기 때문에 DNA marker의 규명은 도체성적을 가진 제4회 전국 한우능력 평가대회 출품우 189두 중 근내지방도의 성적 high와 low group 각 10두를 이용하였다.

Table 3. Individual performance of marbling score between high and low groups in Hanwoo(Korean Cattle)

Items	Traits		Market day	Marbling score (1~19)
High	No. of head		10	10
	Mean±SE		745±10.11	19±0.00
Low	No. of head		10	10
	Mean±SE		722±6.89	3.4±0.22
Total	No. of head	Steer	189	189
	Mean±SE	Steer	750±8.94	12.23±0.32

Table 3에서와 같이 실험에 이용된 한우 집단의 근내지방도 평균이 12.23이었을 때 정규분포상 양쪽 끝에 위치한 high group 10두의 성적($X+1.5SD$)은 19이고 low group 10두의 성적($X-1.5SD$)은 3.4이었고, 이 개체들을 대상으로한 유전자 지문 결과는 Figure 4에 제시하였다.

근내지방도에 연관된 표식의 판정은 high group과 low group에서 각각 다르게 70% 이상의 개체가 고유한 DNA band를 가지고 있는 경우로 하였으며, 이 결과를 Table 4에 나타내었다. 이 결과에서 근내지방도의 경우 M13/HaeIII에서 2종류(9.4와

3.6kb)와 M13/Hinf I 에서 2종류(9.4와 2.9kb)의 high group과 low group간 차이를 나타내는 specific DNA marker들을 확인 할 수 있었으며, M13/HaeIII에서 high group에서 나타난 2종류의 marker인 9.4kb는 80%, 3.6kb는 100%의 빈도를 나타내었으며, M13/Hinf I 에서 high group에서 나타난 2종류의 marker인 9.4kb는 70%, 2.9kb는 90%의 빈도를 나타내어 이들 marker들은 근내지방도의 유전적 능력에 대하여 차별화가 가능한 marker들이므로 확인되었다.

Table 4. Specific DNA markers and frequency for marbling scores between high and low groups in Hanwoo(Korean Cattle).

Traits	Probe	Restriction enzyme	Specific markers(kb)	Performance group ($\bar{X} \pm 1.5$ SD)	Bands frequency(%)
Marbling score	M13	<i>Hinf</i> I	9.4	High	70
				Low	30
			2.9	High	90
				Low	10
		<i>Hae</i> III	9.4	High	80
				Low	40
			3.6	High	100
				Low	40

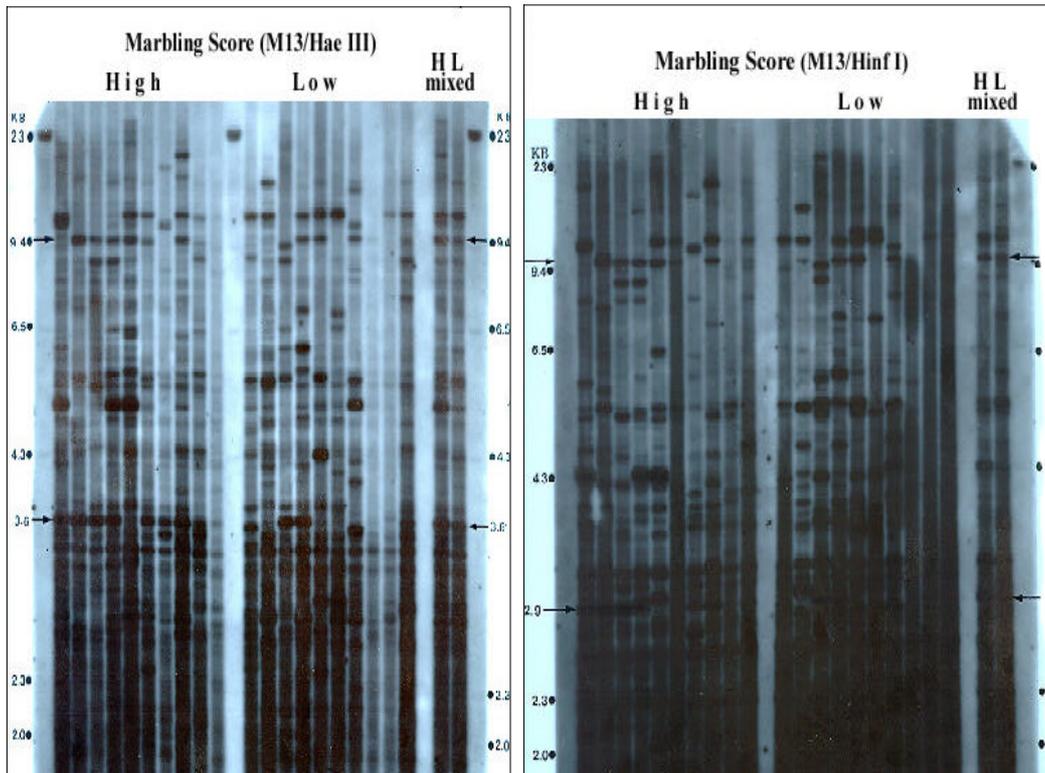


Figure 4. DNA fingerprintings for marbling scores of high and low groups in Hanwoo(Korean Cattle) with M13/*Hae*III and M13/*Hinf*I (◄ : specific marker)

2) 근내지방도 연관 DNA marker의 검정

근내지방도 연관 DNA marker의 검정은 제4회 전국한우능력 평가 대회 출품우(거세우) 189두 중 high와 low 그룹을 대상으로하여 규명된 M13/*Hae*III(9.4와 3.6kb)와 M13/*Hinf* I(9.4와 2.9kb) DNA marker를 농협 한우개량부의 한우 종모우 88두, 중축개량협회에 혈통이 등록된 중빈우 92두, 제4회 전국한우능력 평가대회 출품우(거세우) 189두 총 369두를 대상으로 적용하여 근내지방도 연관 특이적 DNA marker의 출현 빈도를 확인하였다.

DNA marker와 근내지방도간 연관검정은 동일한 유전적 구성을 가진 개체라 하더라도 거세라는 생리적 변화에 따라 거세우와 비거세우의 유전능력 발현이 크게 영향을 받고 있고 고급육 생산 농가가 거세를 전제로 하기 때문에 근내지방도의 유전적 평가도 거세우를 대상으로 하여야 할 것으로 판단되어 제4회 전국한우능력 평가 대회 출품우(거세우) 189두에 대해 M13/Hinf I 및 M13/HaeIII를 이용하여 규명된 근내지방도에 관여하는 DNA marker를 이용하여 screen한 결과를 Table 3에서 제시하였다. 보다 정확한 자료를 얻기 위해서 실험적으로 1~19등급으로 구분하여 우리나라의 육질등급(1~3)과 일본의 등급(1~5)에 비교된 결과를 정리하였다.

Table 5의 M13/HaeIII에서 steer는 9.4kb marker를 가진 집단에서 육질 최하등급인 우리나라 3등급과 일본의 2등급 수준의 개체가 거의 나타나지 않으면서 육질 상등급인 우리나라의 1등급과 일본의 4-5등급 수준이 94.4%를 나타내는 분포였으며 specific marker가 없는 집단과 비교할 때 1등급출현이 54.4%정도 높게 분포된 결과를 얻을 수 있었다. M13/Hinf I marker(9.4kb)를 가진 steer에서 우리나라의 3등급을 나타낸 개체가 없고 1등급이 86.4%로 이 marker가 없는 집단의 1등급 출현율 60.5%보다 25.9%향상된 근내지방도 기록을 보였다. 그리고 M13/Hinf I의 9.4와 2.9kb를 동시에 가진 집단의 경우 일본 화우의 최고 5등급을 49.2% 얻을 수 있는 marker로 한우의 육질개량에 유용한 DNA marker로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

육질연관 DNA marker의 존재여부는 기존의 한우개량체계에 증대한 역할을 할 수 있을 것으로 사료되어 한우개량사업의 국가적 중추기관인 한우개량부의 인공수정용 종모우(KPN) 88두와 중축개량협회의 혈통 등록 종빈우 92두에 대한 DNA marker의 분포를 검정한 결과는 Table 6에 나타내었다.

Table 5. Distribution of specific DNA markers for marbling score in the steer of Hanwoo(Korean Cattle) using DNA fingerprinting with M13/*Hae*III and M13/*Hinf* I

Grade	Marker	M13/ <i>Hae</i> III					M13/ <i>Hinf</i> I					
		9.4	3.6	9.4/3.6	None	Total	9.4	2.9	9.4/2.9	None	Total	
3 Grade	1	①	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		②	0	0	2	0	2	0	0	1	1	
		③	0	0	2	2	4	0	1	2	1	4
		3Grade Total	0 (0%)	0 (0%)	4 (4.8%)	2 (6.7%)	6 (3.2%)	0 (0%)	1 (2.4%)	3 (4.6%)	1 (2.6%)	5 (2.6%)
2 Grade	2	④	1	1	4	3	9	2	0	2	5	9
		⑤	0	0	2	0	2	0	0	1	0	1
		⑥	0	1	7	1	9	0	4	4	1	9
		④-⑥	1 (2.8%)	2 (5%)	13 (15.7%)	4 (13.3%)	20 (10.6%)	2 (4.6%)	4 (9.5%)	7 (10.8%)	6 (15.8%)	19 (10.1%)
	3	⑦	0	2	4	4	10	1	1	5	2	9
		⑧	1	1	3	4	9	2	2	2	2	8
		⑨	0	2	3	4	9	1	1	2	4	8
		⑦-⑨	1 (2.8%)	5 (12.5%)	10 (12%)	12 (40%)	28 (14.8%)	4 (9.1%)	4 (9.5%)	9 (13.9%)	8 (21.1%)	25 (13.2%)
		2Grade Total	2 (5.6%)	7 (17.5%)	23 (27.7%)	16 (53.3%)	48 (23.4%)	6 (13.6%)	8 (19.1%)	16 (24.6%)	14 (36.8%)	44 (23.3%)
		1 Grade	4	⑩	2	2	7	4	15	1	4	4
⑪	3			2	10	3	18	3	4	7	2	16
⑫	0			5	2	1	8	1	3	3	2	9
⑩-⑫	5 (13.9%)			9 (22.5%)	19 (22.9%)	8 (26.7%)	41 (21.7%)	5 (13.9%)	11 (26.2%)	14 (21.5%)	11 (28.9%)	41 (21.7%)
5	⑬		0	5	6	1	12	3	5	2	2	12
	⑭		6	3	6	1	16	6	2	8	3	19
	⑮		4	4	9	0	17	2	3	7	6	18
	⑯		6	6	5	0	17	4	5	7	1	17
	⑰		3	2	2	1	8	6	4	1	0	11
	⑱		4	3	3	0	10	4	0	5	0	9
	⑲		6	1	6	1	14	8	3	2	0	13
	⑬-⑲		29 (80.6%)	24 (60%)	37 (44.6%)	4 (13.3%)	94 (49.7%)	33 (75.0%)	22 (52.4%)	32 (49.2%)	12 (31.6%)	99 (52.4%)
1Grade Total	34 (94.4%)		33 (82.5%)	56 (67.5%)	12 (40%)	135 (71.4%)	38 (86.4%)	33 (78.6%)	46 (70.8%)	23 (60.5%)	140 (74.1%)	
Total			36 (100%)	40 (100%)	83 (100%)	30 (100%)	189 (100%)	44 (100%)	42 (100%)	65 (100%)	38 (100%)	189 (100%)

Table 6. Distribution of specific DNA markers related with marbling score in KPN bull and registered cow of Hanwoo(Korean Cattle) using DNA fingerprinting with M13/HaeIII and M13/Hinf I

Marker	M13/HaeIII					M13/Hinf I				
	9.4kb	3.6kb	9.4/3.6kb	None	Total	9.4kb	2.9kb	9.4/2.9kb	None	Total
KPN bull (%)	10 (11.4)	22 (25.0)	38 (43.2)	18 (20.5)	88 (100)	13 (14.8)	17 (19.3)	37 (42.1)	21 (23.9)	88 (100)
Registered cow(%)	16 (17.4)	21 (22.8)	39 (42.4)	16 (17.4)	92 (100)	21 (22.8)	16 (17.4)	38 (41.3)	17 (18.5)	92 (100)

종모우의 경우 M13/HaeIII에서 9.4와 3.6kb의 marker를 가진 개체는 약 80%, M13/Hinf I의 9.4와 2.9kb marker를 가진 개체는 약 76%인 것으로 나타났으며, 종빈우에서는 M13/HaeIII에서 9.4와 3.6kb의 marker를 가진 개체는 약 83%를 나타내었고, M13/Hinf I의 9.4와 2.9kb marker를 가진 개체는 약 82%인 것으로 나타났다. 이와 같이 9.4와 2.9kb marker의 비율이 종모우 보다 종빈우에서 높게 나타나는 것을 볼 수 있었다. 따라서 계속 진행 될 한우 개량에 종빈우의 능력 개량에 많은 중점을 둘 필요가 있을 것으로 판단된다.

도체를 통해서만 판정이 가능한 근내지방도는 유전적 능력뿐만 아니라 사양관리 등의 환경요인에 의해 나타나는 형질이므로 비슷한 일령과 일정한 사양 관리를 실시 하였고 도체성적을 확인 할 수 있는 개체들인 축산기술연구소 남원 및 대관령 지소에서 사육된 후대검정우 371두를 대상으로 M13/HaeIII에서 9.4와 3.6kb marker를 검정 하였고 그 결과를 Table 7에서 제시하였다.

Table 7. Distribution of specific DNA markers for marbling scores in Hanwoo(Korean Cattle) using DNA fingerprinting with M13/HaeIII

		marker		9.4	3.6	9.4/3.6	None	Total
		Korea	Japan					
3	1	①		0	2	3	1	6
		②		2	10	17	5	34
		③		2	7	28	6	43
		3Grade Total		4 (6.0%)	19 (20.9%)	48 (28.6%)	12 (26.7%)	83 (22.4%)
2	2	④		3	7	16	9	35
		⑤		8	5	16	3	32
		⑥		5	9	10	7	31
		④-⑥		16	21	42	19	98
	3	⑦		4	3	13	2	22
		⑧		1	10	15	3	29
		⑨		3	3	10	2	18
		⑦-⑨		8	16	38	7	69
2Grade Total		24 (35.8%)	37 (40.6%)	80 (47.6%)	26 (57.8%)	167 (45.0%)		
1	4	⑩		7	9	6	0	22
		⑪		8	9	10	2	29
		⑫		11	7	3	1	22
		⑩-⑫		26	25	19	3	73
	5	⑬		0	4	2	0	6
		⑭		5	1	5	0	11
		⑮		4	3	3	0	10
		⑯		1	1	5	2	9
		⑰		2	1	1	1	5
		⑱		1	0	4	1	6
		⑲		0	0	1	0	1
		⑬-⑲		13	10	21	4	48
1Grade Total		39 (58.2%)	35 (38.5%)	40 (23.8%)	7 (15.5%)	121 (32.6%)		
Total			67 (100%)	91 (100%)	168 (100%)	45 (100%)	371 (100%)	

M13/HaeIII를 이용한 유전자 지문 결과 9.4kb와 3.6kb marker의 근내지방도 연관 효과를 뚜렷하게 확인 할 수 있었다. 특히 9.4kb marker를 가진 group은 9.4kb marker가 없는 group(None)에 비하여 3등급과 2등급 출현율은 20.7%, 22.0%가 낮은 반면, 1등급 출현율은 4배나 높게 나타났다. 따라서 9.4와 3.6kb DNA marker를 이용한 한우 집단의 능력 개량의 한 방법으로서 적용이 가능할 것이라고 판단된다.

다. 육량형질인 등지방두께 연관 DNA marker의 규명 및 검정

1) 등지방두께 연관 DNA marker의 규명

우리나라 한우 능력 판정은 육량과 육질을 기준으로 하고 있다. 하지만 육질 평가에서 가장 중요한 형질인 근내지방도 성적이 높다고 하더라도 육량 형질에서 중요한 요인인 등지방두께의 성적이 좋지 않으면 우수한 능력을 가진 개체로서의 판정이 어렵다. 따라서 육량의 중요한 형질인 등지방두께에 연관된 DNA marker의 규명이 반드시 필요하다. 등지방두께 연관 DNA marker의 규명은 제4회 전국 한우능력 평가 대회 출품우 189두 중 등지방두께의 성적 중 high와 low group 각 10두를 이용하여 group간에 차별화되는 marker를 규명하였다. 실험에 이용된 한우 집단의 등지방두께 평균이 0.86cm이었을 때 정규분포상 양쪽 끝에 위치한 high group 10두의 성적($X+1.5SD$)은 1.75cm이고 low group 10두의 성적($X-1.5SD$)은 0.37cm이었다(Table 8).

Table 8. Individual performance of backfat thickness at high and low groups of normal distribution in Hanwoo(Korean Cattle)

Group	Traits		Backfat thickness	
			Market day	Thickness (cm)
High	No. of head		10	10
	Mean ± SE		745 ± 7.45	1.75 ± 0.56
Low	No. of head		10	10
	Mean ± SE		746 ± 10.14	0.37 ± 0.15
Total	No. of head	Steer	189	189
	Mean ± SE	Steer	750 ± 8.94	0.87 ± 0.27

이러한 high와 low group을 대상으로 M13/HaeIII와 MO- I/Hinf I 를 이용한 유전자 지문을 분석한 결과 M13/HaeIII에서 3종류(12.4, 11.3 그리고 9.8kb) 그리고 MO- I/Hinf I 에서 1종류(2.3kb)의 high group과 low group간 specific DNA marker 들을 Figure 5에서 확인 할 수 있었으며 이들 specific marker의 종류와 빈도의 결과를 Table 9에 정리하였다.

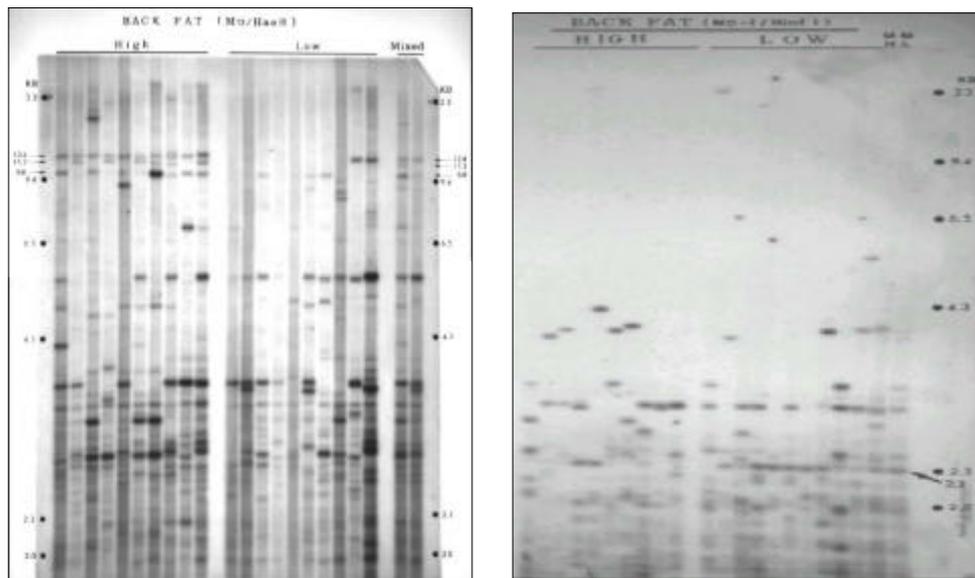


Figure 5. DNA fingerprintings for backfat thickness of high and low groups in Hanwoo (Korean Cattle) with M13/HaeIII(left) and MO- I/Hinf I (right). (◄ : specific marker)

Table 9. Specific DNA markers and frequency for backfat thickness between high and low groups in Hanwoo(Korean Cattle).

Traits	Probe	Restriction enzyme	Specific markers(kb)	Performance group ($\bar{X} \pm 1.5$ SD)	Bands frequency(%)
Backfat thickness	M13	HaeIII	12.4	High	100
				Low	0
			11.3	High	60
				Low	20
			9.8	High	80
				Low	40
	MO- I	Hinf I	2.3	High	20
				Low	60

등지방두께와 관련된 high와 low group을 대상으로한 유전자 지문 결과 M13/HaeIII의 12.4kb는 high group에서 100%를 나타낸 반면 low group에서는 전혀 나타나지 않는 marker로 판명되었고, 11.3과 9.8의 high group에서는 각각 60%와 80%의 빈도를 나타내었다. MO- I/Hinf I을 이용한 유전자 지문 결과에서는 2.3kb 한 종류의 marker만 확인이 되었으며 출현 빈도는 high와 low group에서 20%와 60%의 빈도를 나타냄으로서 low group의 specific marker로 분석되었다.

2) 등지방두께 연관 DNA marker의 검정

등지방두께 성적에 따른 high와 low group를 대상으로 규명된 M13/HaeIII(12.4, 11.3 그리고 9.8kb)와 MO- I/Hinf I (2.3kb) DNA marker는 도체 성적을 가진 제4회 전국한우능력 평가대회 출품우(거세우) 189두를 이용하여 marker별 성적을 비교·분석하였고, 농협 한우개량부의 한우 종모우 88두, 종축개량협회에 혈통이 등록된 종빈우 92두를 대상으로 적용하여 등지방두께 연관 DNA marker의 출현 빈도를 확인하였다.

Table 10. Backfat thickness related with specific DNA markers of Hanwoo(Korean Cattle) using M13/HaeIII and MO- I/Hinf I

Probe/ Enzyme	Markers(kb)	None	124/×/×	×/113/×	×/×/94	124/113/×	124/×/94	×/113/94	All	Total
M13/ HaeIII	No. of head	18	23	9	36	14	43	21	25	189
	Backfat(cm)	0.79	1.0	0.61	0.84	0.86	0.97	0.82	0.79	0.87
	±SE	0.07	0.09	0.03	0.06	0.07	0.06	0.08	0.06	0.03
Probe/ Enzyme	Markers(kb)	2.3			None			Total		
MO- I/ Hinf I	No. of head	59			130			189		
	Backfat(cm)	0.87			0.86			0.87		
	±SE	0.06			0.07			0.03		

등지방두께 연관 DNA marker의 검정에서 M13/HaeIII를 이용한 유전자 지문 결과 Table 10의 위쪽에서와 같이 11.3kb만을 가진 개체들에서 등지방두께가 0.61cm로 가장 얇게 나타났고 3종류의 marker를 가지지 않는 개체들이 0.79cm를 나타낸 반

면, 12.4와 9.4kb를 가진 개체들에서 등지방두께가 가장 두꺼운 것으로 확인되었다.

MO- I/*Hinf* I 를 이용한 유전자 지문 결과에서 2.3kb는 등지방두께와 연관된 것으로 인정할 수가 없었으나 환경요인에 의한 영향을 고려할 때 계속적인 연구가 요구되는 결과로 판단된다.

등지방두께 연관 DNA marker의 존재여부는 한우개량체계에 주요한 역할을 할 수 있기 때문에 한우개량사업의 국가적 중추기관인 농협 한우개량부의 인공수정용 종모우(KPN) 88두와 종축개량협회의 혈통 등록 종빈우 92두에 대한 등지방두께 연관 DNA marker의 분포를 확인한 결과 Table 11에서와 같이 M13/*Hae*III를 이용한 유전자 지문에서 12.4, 11.3 및 9.4kb 모두를 가진 개체의 빈도가 가장 많은 반면 12.4와 11.3kb를 개체들의 빈도가 가장 낮았고 MO- I/*Hinf* I 결과에서는 위의 실험과 같이 2.3kb를 가지지 않은 개체들의 빈도가 그렇지 않은 개체들에 비해 높은 출현 빈도를 나타내고 있다.

Table 11. Distribution of specific DNA markers related with backfat thickness in KPN bull and registered cow of Hanwoo(Korean Cattle) using DNA fingerprinting with M13/*Hae*III and MO- I/*Hinf* I

Probe/ Enzyme	Markers(kb)	None	12.4/×/×	×/11.3/×	×/×/9.4	12.4/11.3/×	12.4/×/9.4	×/11.3/9.4	All	Total
M13/ <i>Hae</i> III	KPN bull (%)	22 (25.3)	9 (10.3)	5 (5.8)	6 (6.9)	4 (4.6)	5 (5.8)	13 (14.9)	24 (26.4)	88 (100)
	Registered cow(%)	12 (13.2)	10 (10.5)	7 (7.9)	11 (11.9)	7 (7.9)	10 (10.5)	11 (11.8)	24 (26.3)	92 (100)
Probe/ Enzyme	Markers(kb)	2.3		None		Total				
MO- I/ <i>Hinf</i> I	KPN bull (%)	31 (35)		57 (65)		88 (100)				
	Registered cow(%)	26 (28)		66 (72)		92 (100)				

등지방두께 연관 DNA marker의 검정은 동일한 사육 조건과 비슷한 일령의 개체를 이용하는 것이 유전적 능력인 DNA 구성의 판별을 용이하게 할 수 있으므로 축산기술연구소 남원 및 대관령 지소에서 사육된 후대검정우 제26차, 27차 및 28차 총 371두를 대상으로 유전자 지문을 실시하고 그 결과를 Table 12에 제시하였다.

Table 12. Backfat thickness related with specific DNA markers in progeny test steer of Hanwoo(Korean Cattle) using M13/HaeIII.

Markers(kb)	None 12.4/×/× ×/11.3/× ×/×/9.4 12.4/11.3/× 12.4/×/9.4 ×/11.3/9.4 All							Total	
	None	12.4/×/×	×/11.3/×	×/×/9.4	12.4/11.3/×	12.4/×/9.4	×/11.3/9.4		
No. of head	2	65	23	59	46	103	50	23	371
Backfat(cm)	0.60	0.69	0.67	0.67	0.75	0.72	0.69	0.68	0.70
±SE	0.20	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.05	0.02

M13/HaeIII를 이용한 유전자 지문 결과 동일한 조건에서 사육되어지고 비슷한 일령을 가진 후대 검정우는 12.4/11.3kb를 가진 개체들의 등지방두께가 가장 두꺼운 것을 알 수 있었고 개체 수는 작지만 3종류의 marker를 가지지 않은 개체들이 가장 얇은 등지방두께를 나타내고 있었다.

라. Random primer를 이용한 한우의 능력에 따른 DNA marker의 규명

제4회 전국 한우능력 평가대회 출품우 189두를 대상으로 한 근내지방도와 등지방두께 연관 DNA marker 규명은 형질별 성적의 high와 low group 10두씩을 선정하여 이를 대상으로 10~15bp의 짧은 염기서열을 가지는 random primer를 적용하였다. 다양한 random primer 약 50여종을 이용하여 실험에 한 결과 등지방두께와 연관된 결과는 나타나지 않았고 근내지방도를 대상으로 한 실험에서는 큰 변이를 발견하는 것은 어려웠으나, 그 중 사용한 operon primer OPC-09(5'-CTCACCGTCC-3')에서 high와 low 그룹 간에서는 차별화되는 polymorphism을 확인할 수 있었다. Figure 6은 근내지방도 성적 high 와 low group 10두씩에 대한 결과이다.

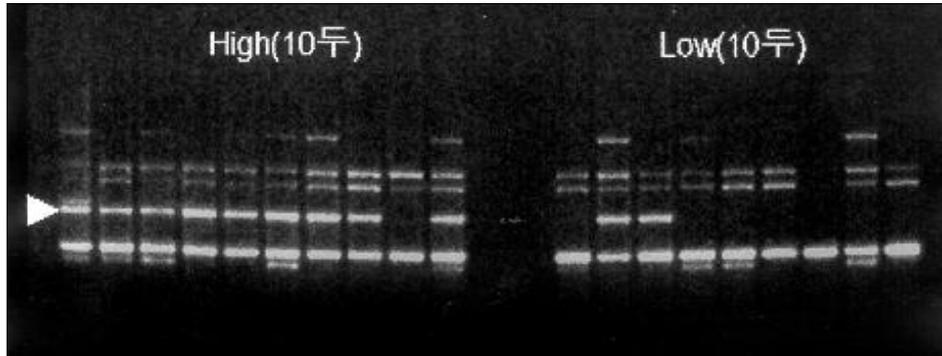


Figure 6. RAPDs for marbling scores of high and low groups in Hanwoo(Korean Cattle) with operon primer OPC-09. (▷ : specific marker)

위의 Figure 6에서 나타난 high 와 low group간 DNA marker의 빈도는 Table 13에 타내었으며 high에서는 900bp의 빈도가 90%, low에서는 그 빈도가 20%로 high 와 low group간의 차이를 보이고 있다.

Table 13. Specific DNA markers and frequency for marbling scores between high and low groups in Hanwoo(Korean Cattle).

Primer	Trait	Specific markers(bp)	Performance group($\bar{X} \pm 1.5SD$)	Bands frequency(%)
operon primer (OPC-09)	marbling scores	900bp	High	90
			Low	20

하지만 Figure 7의 제4회 전국한우능력 평가 대회 출품우(거세우) 189두 전체를 대상으로 screen한 결과 나타나는 900bp에 대한 근내지방도의 성적은 유의적인 차이가 나타나지 않았음을 Table 14에서 살펴볼 수 있다.

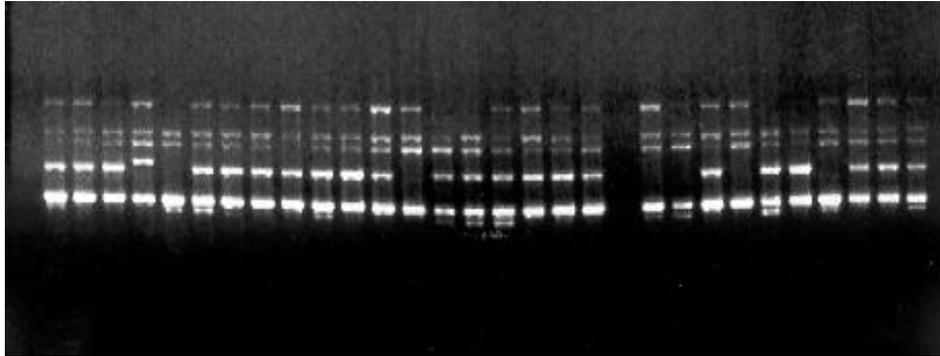


Figure 7. Individual test for specific DNA markers of marbling scores in Hanwoo (Korean Cattle).

Table 14. Least square means for marbling score related with specific DNA markers in steer of Hanwoo using operon primer OPC-09.

Primers	Specific markers(bp)	No. of head (frequency)	Marbling score
operon primer (C9)	900bp	125 (66%)	12.50 ± 0.64
	none	64 (34%)	11.33 ± 0.98
	Total	189 (100%)	12.10 ± 0.53

따라서 이러한 Microsatellite primer를 이용한 방법으로 육질연관 DNA marker를 규명하고자 OPC-09 microsatellite primer를 이용하여 실시한 본 연구에서 근내지방도에 대한 high와 low 그룹에서의 빈도 차이만 확인할 수 있었으나, 전체 한우 집단을 대상으로 한 확인에서는 근내지방도 성적에 따른 통계분석에서 high와 low group 간의 유의적인 차이가 나타나지 않으므로 OPC-09 primer를 사용하여 나타난 900bp DNA marker를 이용하여 한우 집단의 육질연관 DNA marker의 규명은 어려운 것으로 판단되어지며, 향후 더욱 다양한 microsatellite primer를 이용한 육질연관 DNA marker의 규명이 이루어져야 할 것으로 판단되어진다.

마. 근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA marker의 유전양식 규명

1) 근내지방도 연관 DNA marker의 유전양식 규명

DNA marker의 유전양식 규명은 한우의 근내지방도에 연관된 DNA marker인 9.4kb와 3.6kb의 아버지와 어미의 존재 유무에 따른 자식에게 유전되는 양식을 확인하기 위한 것으로 한우 35가계에서 아버지, 어미와 자식에 대한 유전자 지문을 실시 (Figure 8)하였고 그 결과를 Table 15에서 제시하였다.



Figure 8. Inheritance of specific marker related with marbling scores using DNA fingerprinting with M13/HaeIII. (S : sire, D : dam, O : offspring)

Table 15는 근내지방도와 연관된 한우의 DNA marker에 대한 유전 mechanism을 나타낸 것으로 아버지, 어미 및 자식의 전형대 가계에서 DNA marker들의 유전양식을 밝힐 수 있는 가계별 유전자 지문 결과이다. M13/HaeIII에서 specific marker인 9.4kb는 양친 중 어느 쪽에서나 유전이 되고 있지만 아버로부터 유전되는 가계의 수보다 어미로부터 유전되어지는 가계의 수가 많았으며, 3.6kb는 아버지와 어미 양쪽에서 모두 유전되어지는 marker임을 확인하였다. 특히 M13/HaeIII의 9.4kb marker와 같이 어미 쪽으로부터 자식에 유전되어지는 가계의 수가 많은 것을 확인할 수 있어 근내지방도 연관 DNA marker의 후대전달 양상은 아버지보다 어미로부터 유전되어지는 빈도가 높다는 것을 확인하였다.

Table 15. Inheritance of specific marker related with marbling score in Hanwoo

DNA marker	Sir(♂)	Dam(♀)	Offspring		비고
9.4kb	○	○	○	17가계 (100%)	* 아버와 어미의 9.4kb marker 유무에 따라 자손의 marker가 결정됨.
			×	- (0%)	
	×	×	○	- (0%)	
			×	3가계 (100%)	
	○	×	○	5가계 (71.5%)	
			×	2가계 (28.5%)	
	×	○	○	1가계 (12.5%)	
			×	7가계 (87.5%)	
3.6kb	○	○	○	22가계 (100%)	* 아버와 어미의 3.6kb marker 유무에 따라 자손의 marker가 결정됨.
			×	- (0%)	
	×	×	○	- (0%)	
			×	3가계 (100%)	
	○	×	○	6가계 (66.7%)	
			×	3가계 (33.3%)	
	×	○	○	- (0%)	
			×	- (0%)	

2) 등지방두께 연관 DNA marker의 유전양식 규명

등지방두께 연관 DNA marker의 유전양식 규명은 한우의 등지방두께에 연관된 DNA marker인 12.4, 11.3, 그리고 9.4kb의 아버와 어미의 존재 유무에 따른 자식에게 유전되는 양식을 확인하기 위한 것으로 한우 35가계에서 아버, 어미와 자식에 대한 유전자 지문을 실시(Figure 9)하였고 그 결과를 Table 16에서 제시하였다.

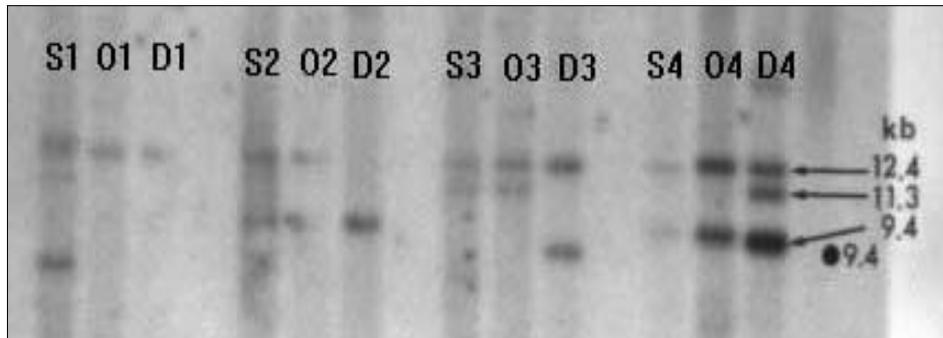


Figure 9. Inheritance of specific marker related with backfat thickness of Hanwoo (Korean Cattle) using DNA fingerprinting with M13/HaeIII.
(S : sire, D : dam, O : offspring)

Figure 9에서는 등지방두께와 연관된 한우의 DNA marker에 대한 유전 mechanism을 나타낸 것으로 아비, 어미, 자식의 전형매 가계에서 DNA marker들의 유전양식을 밝힐 수 있는 가계별 그림이다. 등지방두께에 연관된 marker 중 12.4kb는 아비와 어미 모두다 가지고 있거나 아비가 가지고 있을 때 자식에 나타나는 가계 수가 많았고 11.3kb의 경우 아비나 어미 중 한쪽에 만 가지고 있더라도 자식에 전달되는 비율이 높았으며, 9.4kb는 양친 중 어느 쪽에서나 유전이 되고 있지만 아비로부터 유전되는 가계의 수보다 어미로부터 유전되어지는 가계의 수가 많은 것을 확인할 수 있었다.

Table 16. Inheritance of specific marker related with backfat thickness in Hanwoo

DNA marker	Sir(♂)	Dam(♀)	Offspring		비고
12.4kb	O	O	O	10가계 (100%)	* 아버와 어미의 12.4kb marker 유무에 따라 자손의 marker가 결정됨.
			X	- (0%)	
	X	X	O	- (0%)	
			X	4가계 (100%)	
	O	X	O	9가계 (75%)	
			X	3가계 (25%)	
	X	O	O	5가계 (56%)	
			X	4가계 (44%)	
11.3kb	O	O	O	7가계 (100%)	* 아버와 어미의 11.3kb marker 유무에 따라 자손의 marker가 결정됨.
			X	- (0%)	
	X	X	O	- (0%)	
			X	5가계 (100%)	
	O	X	O	10가계 (91%)	
			X	1가계 (9%)	
	X	O	O	9가계 (75%)	
			X	3가계 (25%)	
9.4kb	O	O	O	17가계 (100%)	* 아버와 어미의 9.4kb marker 유무에 따라 자손의 marker가 결정됨.
			X	- (0%)	
	X	X	O	- (0%)	
			X	3가계 (100%)	
	O	X	O	5가계 (71.5%)	
			X	2가계 (28.5%)	
	X	O	O	1가계 (12.5%)	
			X	7가계 (87.5%)	

바. 한우 경제형질(근내지방도, 일당증체량, 등지방두께, 등심단면적) 연관 DNA marker의 규명

본 과제의 목적인 DNA marker를 이용한 비육용 밀소의 능력 예측은 한우 경제형질이 능력개량 체계 확립이 이루어져야 가능하다고 판단된다. 따라서 중요한 경제형질과 명확히 연관을 가지고 있는 marker들을 선정하여 환경요인을 최소화 한 후 한우개량체계에 접목시킬 수 있는 다양한 결과를 Table 17에 제시하였는데 한우의 경제적 가치는 육질의 등급이 높다고 하더라도 등지방두께가 나쁠 경우 손실이 지대할 것이기 때문에 본 연구의 한우개량체계 확립의 중점은 육질을 개량할 수 있는 DNA marker(9.4와 3.6kb)를 육량 형질에 중요한 역할을 하는 등지방두께의 최소화 maker와 일당증체량을 높일 수 있는 marker들과 혼합한 DNA marker 조합의 결과를 밝히고자 한 것이다.

그 결과 Table 17에서와 같이 후대 검정우 제26차, 27차 및 28차 총 371두를 대상으로한 한우의 주요 경제형질에 연관된 DNA marker의 적용에서 경제형질이 복합적인 개량효과를 얻을 수 있는 DNA marker가 등지방두께에 연관된 11.3kb와 근내지방도에 연관된 9.4kb와 3.6kb DNA marker를 동시에 고려한 결과 11.3kb와 9.4kb가 존재하는 집단에서 대상 경제형질 모두에서 우수한 성적을 나타내고 있어 DNA marker를 이용한 한우 집단의 능력 개량에서 특정 경제형질의 개량뿐만 아니라 집단 전체의 전반적인 능력 개량을 위한 도구로 DNA marker가 이용될 수 있음을 확인하였다. 특히, M13과 HaeIII를 이용한 유전자 지문에 나타난 11.3과 9.4kb의 집단은 전체적으로 약 6.2%정도 분포하고 있었다.

결과적으로 11.3과 9.4kb marker 조합을 가진 개체가 다른 조합의 marker를 가진 개체보다 한우의 경제형질과 관련된 유전적 능력이 월등히 높다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 11.3과 9.4kb marker를 가진 개체를 이용하여 한우 집단의 능력 개량을 도모할 수 있는 개량수단으로서 이용하여 유전적 능력이 우수한 밀소 생산이 가능할 것으로 판단된다.

Table 17. Distribution of DNA markers related with backfat thickness, daily gain, marbling score, and *M. longissimus dorsi* area of Hanwoo (Korean Cattle)

	Traits and DNA marker(kb)								
	Total	11.3	9.4	3.6	11.3/9.4	11.3/3.6	9.4/3.6	11.3/9.4/3.6	none
	Marbling Score(19 degree)								
No. of head	21	24	44	46	23	45	118	50	371
Mean	6.33	6.08	8.98	8.15	10.78	7.11	7.00	6.70	7.49
SE	.919	.876	.634	.622	.725	.573	.410	.593	.225
	Backfat thickness(cm)								
No. of head	21	24	44	46	23	45	118	50	371
Mean	0.595	0.696	0.673	0.724	0.700	0.744	0.717	0.680	0.702
SE	.032	.084	.041	.038	.069	.040	.026	.045	.015
	Daily gain(kg)								
No. of head	21	24	44	46	23	45	118	50	371
Mean	0.656	0.678	0.686	0.678	0.691	0.687	0.673	0.693	0.682
SE	.018	.016	.010	.012	.013	.009	.010	.010	.004
	<i>M. longissimus dorsi</i> area(cm²)								
No. of head	21	24	44	46	23	45	118	50	371
Mean	72.48	74.04	74.80	73.24	74.35	74.36	75.36	74.18	74.44
SE	1.600	1.980	1.130	1.210	1.470	1.450	0.770	1.270	0.440

제 3 절 참고문헌

1. Barre-Dirie, A., M. Basedow, C. Looft, E. Kalm, and B. Harlizius, 1996. Genetic distance between German cattle breeds. 25th Internat. Conf. on Anim. Genet., France:27
2. Blott, S. C., J. L. Williams, P. D. Keightley, and C. S. Haley, 1996. Monte Carlo methods applied to genetic distances between European cattle breeds. 25th International Conference on Anim. Genet., France:28
3. Buitkamp, J., H. Ammer and H. Geldermann, 1991. DNA fingerprinting in domestic animals. Electrophoresis, 12:169.
4. Gawakisa, PS., SJ. Kemp, and AJ. Teale, 1994. Characterization of Zebu cattle breeds in Tanzania using random amplified polymorphic DNA markers. Anim. Genet. 25:89.
5. Georges, M., M. Lathrop, P. Hilbert, A. Marcotte, A. Schwers, S. Swillens, G. Vassart, and G. Hanset, 1990. On the use of DNA fingerprints for linkage studies in cattle. Genomics, 6:464.
6. Glowatzki-Mullis, C. Gaillard, G. Wigger, and R. Fries, 1995. Microsatellite based on parantage control in cattle. Anim, Genet, 26:7.
7. Haberfeld, A., D. Kalay, D. Weisberger, O. Gal and J. Hillel, 1993. Application of multilocus molecular marker in cattle breeding. Minisatellites and microsatellites. J. Dairy Sci. 76:645.
8. Hillel, J., D. Kalay, O. Gal, Y. Plotsky, P. Weisberger and A. Haberfeld, 1993. Application of multilocus molecular markers in cattle breeding. 2.Use of blood mixes. J. Dairy Sci. 76:653.
9. Hirano, T., S. Nakane, K. Hara, S. Satoh, M. Inoue-Murayyama, T. Kubokawa, A. Kvasz, W. Coppieters, M. Georges and Y. Sugimoto, 1996. Linkage analysis of Wagyu meat quality. 25th Internat. Conf. on Anim. Genet., France:163.
10. Jayarao, B. M., J. J. Dore and S. P. Oliver, 1992. Restriction fragment length polymorphism analysis of 16s ribosomal DNA of Streptococcus and Entrococcus species of bovine origine. J. Clini. Microbiology 30:2235.
11. Jeffreys, A. J., V. Wilson and S. L. Thein, 1985. Hypervariable minisatellite

regions in human. Nature 4:67.

12. Kashi, Y., E. Lipkin, A. Darvasi, A. Nave, Y. Gruenbaum, J. S. Berkman and M.Soller, 1990. Parentage identification in the bovine using "Deoxyribonucleic Acid fingerprints". J. Dairy Sci. 73:3308.

13. Mannen, H. and S. Tsuji, 1993. DNA fingerprinting for individual identification and parentage test in Japanese Black cattle using five different mini-and one microsatellite probes. J. Anim. Genet. 21:62.

14. Nijman, I. J., M. Otsen, J. B. Buntjer, I. A. Hoff, and J. A. Lenstra, 1996. Phylogeny of cattle species based on nuclear DNA markers. 25th Internat. Conf. on Anim. Genet., France:37

15. Plotsky, Y., A. Cahner, A. Haberfeld, U. Lavi and J. Hillel, 1969. Analysis of genetic association between DNA fingerprints and quantitative traits using DNA mixes Proc. 4th World Congr. on Genetics applied to Livestock Production 13:133.

16. Semyenova, S. K., V. A. Vasilyev, E. P. Steklenev, M. I. Prosnjak, and A. P. Ryskov, 1996. DNA polymorphism in Bos and Bison genuses: DNA fingerprinting and RAPD-PCR analysis. 25th International Conference on Animal Genetics, France:41.

17. Spelman, R. J. and H. Bovenhuis, 1998. Moving from QTL experimental results to the utilization of QTL in breeding programmes. Anim. Genet. 29:77.

18. Vilkki, H. J., K. Elo, M. Honkatukia, J. Jokinen and A. Maki-Tanila, 1996. Mapping of quantitative trait loci in Finnish dairy cattle. 25th Internat. Conf. on Anim. Genet., France:168

19. 여정수, 이은준, 김재우, 1996. 한우에서 제한효소와 probe종류에 따른 유전자 지문의 polymorphism에 관한 연구. 한국축산학회지, 38권:555.

20. 여정수, 김재우, 이은준, 이문연, 양영훈, 1997. 유전자지문을 이용한 축우의 품종별 유전 분석. 한국축산학회지, 39권:641.

요 약 문

I. 제 목

DNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

한우는 우리 민족의 역사와 함께 한 우리나라 축산을 대표하는 축종으로 농촌 경제의 상징일 뿐만 아니라, 우리 국민의 기호에 맞는 고급식단의 재료로서 높은 가치를 지닌 중요한 가축임은 어느 누구도 부인하지 못할 것이다. 또한, 농업생산에 버팀목 역할과 우리 입맛에 맞는 쇠고기 공급원으로서 지금까지 농촌경제 측면에서의 필요성과 관심으로 유지, 개량 및 보존되어 왔던 것도 사실이다.

2001년 축산물의 전면 수입개방으로 우리나라 축산업의 중요한 부분을 차지하고 있는 한우산업에 대한 우려는 유전적으로 순수한 한우를 바탕으로 하여 생산능력과 가격 면에서의 경쟁력이 있느냐 하는 문제와 수입 쇠고기와 차별화 되는 한우 쇠고기의 질적 경쟁력이라 할 수 있겠다. 이러한 측면에서 특히 외국 축우 품종과의 경쟁에서 우위를 확보할 가능성이 있고 독특한 유전적 잠재능력이 높다고 판단할 수 있는 한우는 앞으로도 질적·양적으로 개량의 여지가 많이 남아 있고, 국민소득 수준의 향상과 함께 고품질의 식품에 대한 욕구가 증가할 것이라 판단되기에 맛과 영양 면에서 우수하고 우리 기호에 맞는 한우 경쟁력에 집중적으로 관심을 가져 한우의 유전능력 개량을 위한 집중적인 연구를 필요로 하고 있다.

근래의 한우산업은 1980년대 중 후반 도입육우로 인한 소 값 과동과 쇠고기 수입재개를 겪으면서 양적으로나 질적으로 많은 발전을 해온 것이 사실이다. 특히 수입 쇠고기가 판을 치는 와중에서도 짧은 기간에 이룩한 품질고급화는 괄목할만한 것으로 판단되기 때문에 한우 쇠고기의 품질 면에서 확실한 차별화만 이뤄낸다면 수입쇠고기와 당당하게 경쟁할 수 있다는 자신감도 심어주었다. 그러나 한우산업의 중요성이 크게 부각되면서 다양한 사양관리 방법과 광범위한 한우의 개량 방법의 적용이 이루어지고 있으나 한우의 경쟁력을 높이기 위한 주요 경제형질에 대한 능력개량에는 아직

까지 확실한 자신감을 갖지 못하고 있는 것이 현실이다.

그러나 선진국에서와 같이 유전자를 직접 확인할 수 있는 기술들의 도입이 한우의 유전적 능력 개량에 새로운 돌파구 역할을 할 수 있는 기대가 상당히 고조되고 있어 한우의 개량 수단으로서 DNA 연구는 크나큰 관심을 갖게 되었다. 1990년도 이후 첨단 DNA 기술들을 이용한 유전자 단계의 결과들을 살펴보면 specific DNA marker들의 구조분석에서 특정형질에 관계하는 특정 DNA만을 나타내는 DNA probe 개발 결과를 Steffen 등(1993), Glowatzki-Mullis 등(1995), Huebscher 등(1995), Kashi 등(1990), Tsuji 등(1995)이 보고하였으며 이들의 결과가 축우의 유전적 능력 개량에 이용될 수 있음을 제시하였다. 특히 일본의 Animal Genetic Institute, 프랑스의 Animal Improvement Center등에서는 자국의 축우 품종에 대한 모든 DNA 구성을 밝혀 놓았고 축우의 DNA 구성이나 DNA probe 생산과 관련된 상업적 수단을 모색하고 있는 것으로 알려지고 있다.

따라서 본 연구는 지금까지의 만족하지 못한 한우개량의 한계와 오랜 시간과 많은 경제력이 요구되는 한우개량 체계를 벗어날 수 있는 새로운 돌파구를 찾아 한우의 가장 큰 경쟁력인 고급육과 육량 생산능력 증대로 축산물 완전 수입개방 이후 우리 한우의 생존전략에 기여 할 수 있는 기초연구를 하고자 한다. 연구 수행 내용은 생명공학 분야의 놀라운 발달로 정확성과 편리성이 전제된 DNA work을 바탕으로 한 유전공학 기법을 이용하여 고유한 유전자원인 한우의 근내지방도와 등지방두께 및 순수한우 식별에 관여하는 유전적 표식(DNA marker)들을 규명하여 한우의 유전 능력 개량을 위한 정확하고, 손쉬운 경제적인 선발의 수단으로 활용하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

쇠고기 수입의 개방으로 한우의 국제 경쟁력 제고의 방안은 외국 축종과의 차별화가 유일한 방법으로 대두되고 있는 현 시점에 한우의 고유 유전적 특성을 파악하고 경제 형질에 연관되는 DNA marker의 규명은 한우의 개량 체계 확립에 무엇보다 우선되어야 할 과제이다. 이에 본 연구는 순수한우 식별과 경제형질인 근내지방도 및 등지방두께에 연관된 DNA marker를 규명하고 이를 검정함은 물론 유전양식을 파악하여 한우의 개량 체계 확립에 적용될 본 연구의 세부과제별 개발 내용과 연구범위를 요약하면;

유전자 지문에 의한 유전적 순수 한우의 규명

유전적으로 순수한 한우의 규명은 여러 외국 축종들과 한우의 유전적 차이를 식별하기 위해 DNA probe와 제한효소를 이용한 유전자 지문을 실시하여 외국 축종들과 차별화되는 DNA marker들을 규명하고, 한우 집단 중 유전적으로 순수한 한우와 외국 축종과 교잡이 이루어진 개체들을 식별할 수 있는 DNA marker를 규명함으로써 우리나라 고유의 순수 한우를 이용하여 개량 체계 확립에 초석을 마련 할 것이다.

경제 형질에 연관된 DNA marker의 규명 및 유전양식 규명

한우의 경제 형질 중 근내지방도와 등지방두께에 DNA marker의 규명을 위해 DNA probe(M13, MO- I)와 제한효소(HaeIII, Hinf I)를 이용한 유전자 지문을 실시하여 근내지방도와 등지방두께에 연관된 DNA maker를 확인 할 수 있다. 이 결과를 토대로 하여 우수한 유전적 능력을 가진 한우를 이용한 유전양식의 파악은 한우의 선발·개량에 중요한 방법으로서 이용이 가능 할 것이며, 이는 유전적으로 우수한 밀소 생산에 적용이 가능 할 것이다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 유전자 지문에 의한 유전적 순수 한우의 규명

외국 축종과의 차별된 한우의 검정을 위해 외모심사에 합격한 한우 집단과 외국 축우 품종인 Holstein, Aberdeen Angus, Charolais, Simmental, 일본 Kobe지역 흑모 화우와 연변 황우를 이용하여 유전자 지문을 실시하였다. 유전자 지문은 M13 DNA probe와 Pst I 를 사용하여 실험하였고, 그 결과 외국 축우품종들과 차별화 되는 한우의 specific DNA marker 2종류(2.4와 2.2kb)를 확인 할 수 있었다.

그리고 한우 집단에서 순수한 한우와 외국 품종과 교잡이 이루어진 것으로 추정되는 한우를 식별을 위한 유전자 지문을 실시하였으며, 이 실험에는 DNA probe [(AAC)_n] 과 제한 효소 Pst I 을 사용하였다. 실험 결과 한우 집단 내에서 순수 한우에 특이적인 DNA maker(10kb)를 규명하였다.

나. 근내지방도 연관 DNA marker의 규명 및 검정

한우의 등급 결정에 가장 중요한 부분을 차지하는 근내지방도에 연관된 DNA marker의 규명은 제4회 전국한우 능력평가 대회 출품우(거세우)의 성적별 high와 low group 간에 유의적으로 차이를 나타내는 특이적 DNA marker를 규명하였다. 규명된 근내지방도 특이적 DNA marker별 성적은 1등급 출현율이 9.4kb를 가진 집단에서는 94.4%와 marker를 가지지 않은 집단은 40%로 큰 차이를 나타내었다. 도축을 통하여 관정되는 쇠고기의 육질을 미리 예측할 수 있음은 물론 거세과정을 통해 얻을 수 있는 고급육 생산에 문제점인 경제적인 한우농가의 손실을 최소화할 수가 있는 획기적인 방법으로 판단된다.

다. 등지방두께 연관 DNA marker의 규명 및 검정

등지방두께 연관 DNA marker의 규명 역시 제4회 전국한우 능력평가 대회 출품우(거세우)의 성적별 high와 low group을 이용한 M13/HaeIII 유전자 지문 결과 11.3kb를 가진 개체들과 12.4kb를 가진 개체들의 등지방두께는 0.61cm에서 1cm로 상당한 차이를 나타내었다. 이는 육질 형질인 근내지방도와 함께 한우 능력 개량의 수단으로서 적용이 가능할 것으로 판단된다.

라. 유전자 지문을 이용한 한우 개량체계확립

농협 한우개량부의 후대검정우 제26차, 27차 및 28차 371두를 대상으로한 M13 DNA probe와 제한효소 HaeIII를 이용한 유전자 지문을 실시한 결과 한우의 경제형질 중 육량(등지방두께, 일당증체량)과 육질(근내지방도, 등심단면적)에 연관된 DNA marker(11.3/9.4kb)를 규명하였다.

11.3kb와 9.4kb DNA marker 조합은 주요 경제형질인 등지방두께, 일당증체량과 근내지방도 및 등심단면적을 동시에 확인 할 수 있고 이를 통한 개량 효과 역시 클 것으로 판단된다.

2. 연구개발 결과의 활용

가. 기술교육

- 1) 경상북도 축산관련 담당 공무원 (2001. 5. 8. 영남대학교 국제관)
- 2) 경상남도 수정란 이식 연구회 (2001. 6. 13 경상남도 인공수정협회 회관)

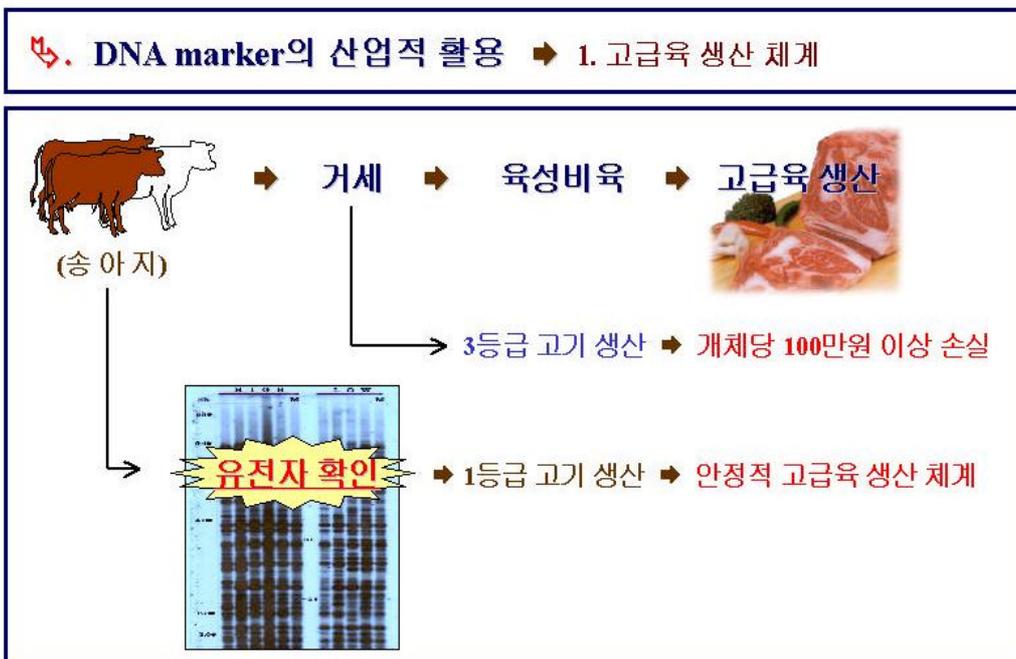
- 3) 경기도 한우고급육 경진대회 (2001. 11. 10 경기도청 회의실)
- 4) 경상남도 농업기술원 (2001. 11. 29 경남농업기술원 회의실)
- 5) 경상북도 고품질 한우생산기술 교육 (2001. 12. 12 경상북도 농업인회관)

나. 기술의 산업화

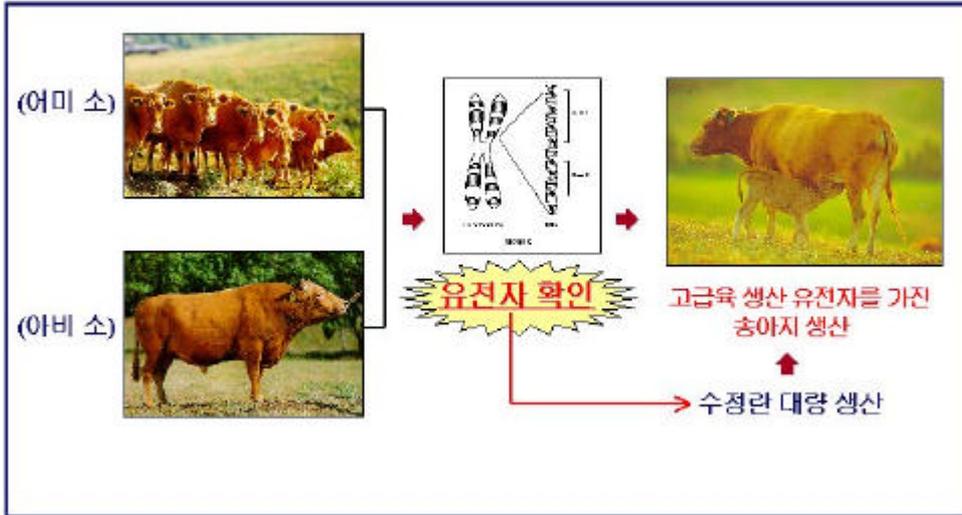
1) 기술적용 사례

- 제일사료(주) ; 한우 비육농가 현장 검정 적용
- 고려산업(주) ; 한우 비육농가 현장 검정 적용
- 농림부(한국중축개량협회, 농협 가축개량사업소) ; 2001년 농림사업 “DNA marker 혈액분석 사업” (당대 및 후대검정우 적용)
- 경상북도 ; 2001년 경상북도 과제 “유전자 검정에 의한 우수 유전자 보유 한우의 조기선발

2) 앞으로의 활용



5. DNA marker의 산업적 활용 → 2. 고능력 한우 생산 체계



본 연구 결과의 여러 과정 및 기술들을 확대 적용시키는 사업들을 국가나 민간 기업에서 지속적으로 수행한다면 한우의 끊임없는 개량 연구가 이뤄질 수 있으리라고 기대되고 DNA marker의 이용한 유전적 능력이 우수한 개체를 선발로 종모우 및 암소의 번식체계를 확립함으로써 고품질 한우육 생산 시스템 구축이 가능할 것으로 판단된다. 특히 우수한 육질과 등지방두께의 유전적 자질을 보유한 밀소 생산을 통한 고급육의 대량 생산 및 고부가 한우산업에서 중요한 수단으로서 이용이 가능 할 것으로 판단된다.

SUMMARY

In order to identify the genetic purity and provide new tools to genetic system of improvement in Hanwoo as a unique genetic source in Korea, this study tried several DNA techniques of DNA fingerprinting(DFP), random amplified polymorphic DNA(RAPD). Identified DNA markers were differentiated Hanwoo from other cattle breeds and considered relate with economic traits of Hanwoo.

1. Genetic purity in Hanwoo from other cattle cluster

Hanwoo was compared with five different foreign breeds, Holstein, Charolais, Aberdeen, Simmental and Japanese black cattle, using M13 as a probe and Pst I as a restriction enzyme(M13/PstI). 2.4 and 2.2kb of several DNA markers were the most distinguishable markers to differentiate Hanwoo from foreign breeds. Specific DNA marker at 10kb with (AAC)_n/Pst I was identified as most desirable preservation and selection criteria of pure individuals through DNA fingerprinting from 382 heads for Hanwoo(KPN bull and registered cow, progeny test bull etc.).

2. Identify of DNA marker related with marbling score in Hanwoo

In studies with Hanwoo steer, the groups having either 9.4, 3.6 or 9.4/3.6kb by M13/HaeIII showed higher frequency of quality grade 1 or 2 than the group having no-marker. Also, the group having 9.4kb in M13/Hinf I were not showed frequency of grade 3, indicating that this marker is valuable for the improvement of meat quality in steer. The 9.4kb marker related to meat quality improvement had a higher frequency in the registered cow than in Korean proven bull(KPN) indicating that female is more efficient to improve meat quality in Hanwoo.

3. Identify of DNA marker related with back fat thickness in Hanwoo

The 11.3kb group by M13/HaeIII showed a significantly thinner backfat

thickness than no-marker groups, suggesting that these markers are valuable for use to reduce the backfat thickness of Hanwoo.

4. DNA markers related with economic traits and genetic analysis and pedigree system

A few DNA markers related with each economic trait of Hanwoo, daily gain, backfat thickness, marbling, and M. longissimus dorsi area were identified with several DNA processes. When these DNA markers were considered all together and analyzed with statistical model, it was found that critical markers located at 11.3 and 9.4kbs with M13/HaeIII were powerful relativeness to important economic traits in Hanwoo. Without change of back fat thickness and M. longissimus dorsi area, the best carcass quality of marbling score and daily gain could be selected.

Pedigree system to identify inheritance of desirable genetic markers to progeny using DNA technique could be also useful to genetic research of Hanwoo.

제 7 장 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식 기술 개발

제 1 절 서 론

1. 연구배경

세계의 농업생산은 1958년부터 인구증가율이 농업생산증가율을 추월한 상황에서 2,000년에는 세계인구가 60억을 이미 넘어선 것으로 추정되며 2050년에는 90억명을 넘어설 것으로 예측 [미 인구조회국(PRB0)] 되어 곡류뿐만 아니라 육류와 같은 식량 자원의 사정을 어둡게 하고 있다. 한편 우리나라에서 쇠고기 수입은 2,000년까지는 수입제한을 유지하되 매년 수입해야할 의무물량은 연차적으로 증량하고 2,001년 1월에는 관세를 41.2%로 하여 수입을 완전히 자율화하기에 이르렀다. 또한 현재 생우가 국내 가격의 58% 수준(목장도착가격)으로 수입된다고 보도되고 있다. 우리나라 가축의 생산비가 미국에 비해 3.8배나 높다는 점을 감안하여 볼 때 쇠고기나 살아있는 소가 수입자율화 된다면 우리나라 축산업의 앞날이 어두운 것은 자명하다. 따라서 수입개방 이후에도 우리 축산업이 살아남기 위해서는 먼저 가격과 품질면에서 경쟁력을 갖추어야 한다. 즉 생산비의 절감과 고급육의 생산에 역점을 두어야 한다. 앞에서도 지적하였듯이 국내 소 생산비는 송아지 가격과 사료비가 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 따라서 한우의 생산원가를 절감하기 위해서는 무엇보다도 번식효율을 증진시켜야만 한다. 번식효율 증진을 위해서는 암컷측면에서 수태율 향상을 위한 첨단장비를 활용한 제반 노력과 수컷측면에서 대량 증식을 위한 우수한 정액생산에 관한 연구가 선행되어야 한다. 또한 형질이 극히 우수한 개체에 대해서는 수정란의 생산, 보존 및 이식을 통하여 우수한 암컷의 형질을 빠른 시간 내에 확대·보급하는 기술 개발이 필요하다. 또한 고품질의 쇠고기를 생산하기 위해서는 고능력우의 생산뿐만 아니라 이들의 유지·관리에도 관심을 기울여야 하는데 이는 능력이 좋은 소를 번식장해와 같은 질병이 없도록 잘 관리하면서 우수한 송아지를 많이 생산해야 하기 때문이다.

이와 같이 수입개방에 대비하여 국내 한우육이 가격과 품질면에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 우선적으로 번식효율을 증진시킬 수 있는 첨단기술의 개발 역점을 둔 연구가 절실히 요구된다.

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

국내 고유의 육우품종인 한우가 국제경쟁력을 지니기 위해서는 기호성이 높은 고급육을 생산할 수 있어야 하는데, 이는 고급육을 생산할 수 있는 유전형질을 지닌 번식우 및 종모우를 선발하여 지속적으로 품종을 개량하며, 번식률을 향상시켜 신속하게 증식시킬 수 있는 일련의 생산체계의 확립이 선행되어야 한다. 고급육한우의 대량생산을 위해서는 여러 단계의 지속적인 연구·개발이 필요한데 첫째, 한우 번식우에서 제기되고 있는 번식장애의 실태를 첨단장비 및 기술을 활용하여 파악하고 이를 극복하기 위한 처치 프로토콜이 개발되어야 하며 둘째, 종모우 측면에서 유전적 품종개량과 함께 정자의 제반 운동특성을 분석하고 수태능을 증진시킬 수 있는 sperm activator를 개발함으로써 인공수정용 정액의 질을 개선하는 연구가 필요하다. 최종적으로 이렇게 개발된 한우증식 system을 실용화하는 단계로 수정란이식기술의 개선 및 기술정착이 이루어진다면 고급육 한우를 효율적으로 생산함으로써 국내 한우산업이 외국에 뒤지지 않는 국제경쟁력을 지닐 수 있을 것으로 판단된다.

먼저 한우 암컷측면에서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다. 가장 중요한 사항들은 이상적이고 경제적인 번식지표가 설정되어야 하며 그 지표로는 분만간격 360일, 분만으로 부터 수태까지의 기간(공태기) 95일 이내, 분만후 첫 수정일 60일 이내, 분만후 60일 이내에 발정을 보이는 소 85% 이상, 초회수정 수태율 70% 이상, 수태당 교배회수 2회 이하, 초회 분만월령 24개월 이하, 송아지 이유율 85% 이상을 유지해야만 송아지 생산비용의 감소 및 번식효율을 향상시킬 수 있다(표1). 그러나 현재 우리나라 한우의 평균적인 번식상황에 관해서는 구체적인 지표가 조사되어 있지 않아 번식효율 개선에 이용하지 못하는 실정으로 이의 조사가 필요하다.

표 1. 축우의 번식효율지표(Weaver 1986; Tong 등, 1979; Louca 1968)

항 목	목 표 치	최 대 치
분만간격	360일 이내	370
공태기	95일 이내	95
분만후 초회수정	60일 이내	70
분만후 60일이내 발정재귀두수	85% 이상	75
초회수정 수태율	70% 이상	60
수태당 수정회수	2회 이하	2.5
초회 분만월령	24개월 이하	28
송아지 이유율	85% 이상	67.5

고급육 생산을 위한 한우의 경쟁력 있는 번식효율을 유지하기 위한 기술로는 정기적으로 생식기관을 검사하고, 이들 검사 결과에 따라 비정상적 또는 병적인 상태를 조기에 발견·치료해야 하며, 치료 후 곧바로 수태시키기 위한 기술이 개발되어야만 한다. 우리나라 한우에서 번식장애의 발생률은 표2에서 보는 바와 같이 둔성발정 또는 발정발견의 실패로 인한 것이 가장 높고, 다음으로 난소기능정지, 영구황체 및 난소낭종으로서 대부분 난소질환에 의한 것으로 알려져 있다(손, 1993; 강 등, 1994a,b,c; 최 등, 1990). 난소질환 가운데 최근 들어 특별히 문제가 되고 있는 난소낭종은 그 형태학적 및 조직학적 다양성으로 인해 종래의 임상검사법만으로는 진단의 정확성에 한계가 있어 효율적인 처치가 어려우므로 초음파진단기 등 새로운 첨단장비를 이용한 진단기술이 요구된다.

본 연구에서는 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식기술개발의 일환으로 한우 번식실태를 전국적으로 조사하고, 각종 번식장애의 감별진단 및 치료효과를 판정하는데 있어서 progesterone 농도측정 및 초음파검사의 응용성을 조사하여 기초자료를 축적하고 이를 농가상황에 실제 적용하고자 한다. 이를 통해 한우 번식장애의 정확한 진단과 적합한 치료제의 선택으로 치료비를 절감할 수 있으며, 치료결과의 판정(monitoring)과 수정 후 조기임신진단 등으로 생산비를 절감하고 번식간격을 단축시킴으로써 한우의 대량증식에 필요한 비용을 감소시키고 한우 생산성을 향상시켜 경쟁력 우위를 점유할 수 있을 것으로 기대된다.

한우에서도 유우에서와 마찬가지로 수컷의 불임원인을 진단하기 위한 방법으로는 정액검사가 가장 바람직한 것으로 인정되어 왔으며, 특히 정액의 질적 평가는 직접 정자 운동성을 측정하는 것이 가장 일반적인 실험실 검사방법이다(Budworth 등, 1988; 이 등, 1995). 종모우 측면에서 접근할 수 있는 수태율 향상 대책으로서는 높은 수정능을 지닌 양질의 인공수정용 정액을 공급하는 것이다.

인간 및 동물에서 개체에 따른 정액 성상은 다양하며 가장 중요한 요인인 운동성을 중심으로 한 객관적인 정액검사를 실시하여 정자의 기능을 평가하려는 연구들이 수행되어 왔다(Davis 등, 1995; 이 등, 1995; 박 등, 1996; 백 등, 1997). 인공수정의 보급과 더불어 수컷에 의한 불임은 정액을 제공하는 종모우에 국한되는 것이 아니라 불특정 다수의 암컷에서 수태율 저하를 일으킴으로써 심각한 경제적 손실을 초래할 수 있으므로 인공수정용 정액의 제조단계 이전에 종모우의 번식능력을 정확히 평가할 필요가 있으며(Garner, 1997), 특히 고품질 한우의 생산비 절감을 위한 한우 대량번식에 있어서 해결되어야 할 선결과제이다.

표 2. 우리나라 한우 및 젓소에서 번식장애의 질병별 발생률(손, 1993; 강 등, 1994abc; 최 등, 1990)

분 류	한 우	젓 소
둔성발정 또는 발정발견의 잘못	41.9%	53.9%
영구황체	7.0	12.7
난포낭종	9.3	7.8
난소기능정지	32.6	5.9
황체낭종	2.3	5.4
난소종양	0	0.5
태아미이라변성	0	0.5
자궁내막염	4.7	7.4
자궁축농증	2.3	5.9

일반적인 정액검사는 정액량, 냄새 및 색조 등을 조사하는 육안적 검사와 현미경적 및 화학적으로 운동성, 생존율, 형태학적 분석, 산도, 세포학적 분석 및 정장내의 내분비 성분의 동정이 포함되어 왔다(Aitken 등, 1982; Eggert-Kruse, 1996; 백 등, 1997). 육안적 및 현미경적 검사는 실험실설비 및 검사자의 주관에 따라 판정의 오류

가 개입될 수 있으므로 정액검사의 표준화에 어려움이 있어 이의 표준화를 위한 새로운 방법이 시도되고 있다.

컴퓨터를 이용한 정액분석(Computer-Aided Semen Analysis; CASA)은 1970년대 말에 몇몇 연구자에 의해 시도되었으나 부정확성으로 인해 그 가치를 인정받지 못하였고, 실제 화면에서 다른 이물질과 구별하여 정자를 인식할 수 있는 기종은 1980년대 후반에 이르러서야 개발되었다(Budworth 등, 1988). CASA를 이용한 정자의 영상분석법은 정자 운동특성을 탐색하는데 광범위하게 활용되고 있는데 실험자, 실험실 및 실험방법에 따른 주관적인 요인을 배제함으로써 정확한 정액검사를 가능하게 함으로써 사람에서는 임상적으로 정액검사 과정 및 효율을 크게 개선시켰다(Agarwal 등, 1992; Davis와 Katz, 1993). 따라서 이러한 자동정액분석방법을 한우에 적용하여 실용화한다면 고수태 동결정액의 생산에 따른 수태율 향상으로 한우생산효율을 개선할 수 있다.

정액분석기를 이용하면 정자농도(sperm concentration; CON), 운동성(percent motile; MOT), 선형운동속도(straight-line velocity; VSL), 곡선운동속도(curvilinear velocity; VCL), 평균경로속도(average-path velocity; VAP), 곡선경로 선형도(linearity; LIN), 측두거리(amplitude of lateral head displacement; ALH), 평균경로 선형도(straightness; STR), 총 정자수(total concentration) 및 고활력정자(hyperactivated sperm percent; HYP)의 운동특성을 정확히 분석할 수 있을 뿐만 아니라 정자의 운동양태(wobble; WOB, beat-cross frequency; BCF, mean angular displacement; MAD, dance; DNC, dancemean; DNM)를 상세히 계산할 수 있다(Davis와 Katz, 1993; 이 등 1995).

국내에서도 개인용 컴퓨터를 사용한 정액분석기가 개발되어 현재 사람을 대상으로 임상분야에서 유용하게 적용되고 있으나(이 등, 1995; 백 등, 1995; 심 등, 1994; 백 등, 1997; 이 등 1995; 이 등 1996), 한우에서는 정자의 운동특성 규명에 관한 연구, 운동특성과 수태율의 관련성 등 일부분의 제한된 연구결과만이 발표되었을 뿐으로 수컷 측면에서 번식효율을 향상시키기 위한 다양하고 광범위한 연구가 필요하다. 정액자동분석기는 현재까지 개발된 장치 중 정자의 운동특성을 가장 정확히 분석할 수 있는 장치로서 이를 통해 분석된 정자운동성은 정자의 수태능에 직·간접적으로 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Marshburn 등, 1992; Eggert-Kruse, 1996). 정액자동분석기를 이용하여 정액분석결과와 수태율과의 관련성을 조사한 일부의 결과가 있으나 연구자에 따라 서로 다른 결과를 보이고 있으며 특히 한우에서는 이와 관련된 연구결과를

접한 바 없다. 따라서 본 연구에서는 동결융해한 한우정액의 운동특성을 분석하고 동일한 정액을 체외수정에 공여하여 체외에서 정자의 수정능을 검토하고 운동특성과의 상관관계를 분석하여 정액의 질적 평가지표로 제시하여 고급육 생산을 위한 한우의 번식효율을 향상시킬 수 있는 기술을 개발하고자 한다.

이와 같이 한우 경쟁력 제고를 위한 번식지표 설정 및 진단 치료법 개발을 위해서는 첨단 기술개발이 필수적이다. 본 연구에서는 초음파 및 호르몬 검색법에 의해 고품질 한우의 난소기능 및 번식상황을 점검(monitoring)할 수 있는 방법을 개발하고, 이를 복합적으로 적용하여 한우 생식효율을 증진함으로써 한우 고급육 생산의 경쟁력을 확보할 수 있을 기틀을 마련하고자 한다. 또한 고급육 생산 한우의 종모우 수태율을 향상시키고 우수한 종모우의 효과적 이용을 위한 컴퓨터 정액자동분석기(CASA)에 의한 한우 정자의 체외 수태율 예측시스템을 개발하고자 한다. 본 연구를 통하여 한우 번식지표 및 수태율을 향상시킬 수 있는 기술이 개발되면 고급육 생산을 목적으로 선발된 한우의 대량증식이 가능하게 됨으로써 궁극적으로 한우 경쟁력을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

나. 경제·산업적 측면

유우와 달리 한우에서는 송아지 생산과 비육 그 자체가 최종 경제적 산출물이 되기 때문에 고품질 한우가 경쟁력을 지니기 위해서는 생산비의 절감 및 신속한 증식 기술의 개발이 선결 과제이다. 국내에서 소의 생산비를 살펴보면 표3에서 보는 바와 같이 사료비(33.2%)와 자가노력비(34.5%)가 66.7%로 거의 대부분을 차지하고 있다. 또한 최근 사료값 인상으로 사료비가 차지하는 비율이 더 큰 비중을 차지하게 되었으며 번식률도 평균 82.4%에 불과하므로 번식효율을 높여 단위기간동안 가능한 한 많은 수의 송아지를 효율적으로 생산하여 경제적 이득을 얻어야 한다. 따라서 이렇게 높은 생산비를 어떻게 얼마나 줄일 수 있는가가 한우 경쟁력을 유지하는데 중요한 부분이라 하지 않을 수 없다. 앞의 “기술적 측면”에서 제시한 바와 같이 축우의 경제적인 분만간격은 360일이지만 국내 한우의 분만간격은 400일 이상으로 목표치에 비하여 30일 정도 길다. 또한 한우에서 공태기가 1일 연장되는데 소요되는 비용은 약 5,000원으로서 발정주기를 1회(약 21일)만 단축시켜도 1두당 약 100,000원의 경제적 손실을 줄일 수 있다. 만일 번식우가 20두 규모인 농가에서 첨단장비의 적용으로 번식효율을 향상시켜 1년에 1회의 발정주기를 단축시킨다면 연간 약 2,000,000원의 생산비를 절감

시킬 수 있다. 따라서 번식관리에 대한 종합적인 기술확립과 대책이 절실히 필요한 실정이다. 이를 위해서는 지금까지 응용되어 왔던 육안적 발정관찰이나 직장검사법은 정확성이 낮기 때문에 이제는 정확한 진단법 및 처치기술을 도입하여 생산효율을 증진시키는 것이 고품질 한우 경쟁력 제고에 필수적이라 할 수 있다.

표3. 번식우 생산비(1994. 10. - 1995. 9. 전국평균치) (단위 : 천원/두, %)

비 목	금 액	구 성 비
사 료 비	429	33.2
농 후 사 료	(304)	(23.5)
조 사 료	(125)	(9.7)
방 역 치 료 비	15	1.2
종 부 비	15	1.2
상 각 비	61	4.7
기 타 제 비 용	46	3.5
소 계	566	43.8
자 가 노 력 비	446	34.5
자 본 이 자	281	21.7
비 용 합 계	1,293	100
부 산 불 수 입	31	-
생 산 비	1,262	-
번 식 륜		82.4

자료 : 축협중앙회, 축협조사월보, 1996. 8.

불과 수년 전만 국내에서는 연간 220만 두분 이상의 한우정액이 생산되어 동결정액으로 공급되었으나 최근에는 그 수가 격감한 상태이다. 동결정액에 대한 규격사항은 단지 생산자 측면에서 정액자동분석기 및 최신의 기법에 의해 자체적으로 검증은 하고 있으나 이의 개선연구는 현실적으로 많은 제한이 있어 이를 본 연구팀과 같은 객관적인 기관에서 체계적 연구를 수행하여 산업화에 기술을 제공하는 것이 필요하다. 사람과는 달리 한우에서 인공수정시에는 동결된 정액을 융해하여 검사의 과정을 거치지 않고 직접 주입하게 된다. 정액에 관한 사항은 불임의 원인에서 대부분 제

외하여 생각하고 있으므로 인공수정시 정액의 질과 정자의 수에 대한 검사과정을 거치지 않고 주입하는 현재의 인공수정 상황에서는 정액제조시 정자에 대한 보다 주의 깊은 분석 및 수태능 검사가 필요하다. 한우는 국내 고유의 브랜드로 정액에 있어서도 각종 운동특성에 관한 사항을 국내에서 분석하여 수태성과의 관련성을 밝힐 필요가 있으며, 동결정액의 최소 수태 기준을 설정하여 수태성이 높은 양질의 정액을 공급함으로써 궁극적으로 한우 생산성을 향상시킬 수 있는 연구가 필요하다.

다. 사회·문화적 측면

우리나라의 대표적인 대 동물인 한우는 몇 천년 전부터 한반도에서 농경용 및 육류공급원으로 사육된 재래가축으로서 조사료 중심으로 사육되어 왔으나 최근 농업 기계의 보급으로 인하여 농경용보다는 육용종으로서의 가치가 높아졌으며, 1970년대 이후부터는 한우가 우리 국민들의 단백질 공급원으로 중요한 자리를 차지하고 있어 저렴하면서도 기호성이 높은 식육생산에 관심이 높아지고 있다. 그러나 축산물의 전면적 수입개방을 목전에 둔 우리와는 비교할 수 없을 만큼 저렴한 생산비로 사육된 외국 육우와 경쟁하기 위해서는 생존적 차원에서 고급육생산 한우를 개발하여 보급하는 것이 필수적이다.

소의 국내 사육현황(표 4)은 한우의 경우 1988년 1,558천마리, 701천가구에서 1995년 2,594천마리, 518천가구, 그리고 젖소는 1988년 480천마리, 35천가구에서 1995년 553천마리, 23천가구로 사육두수는 증가한 반면 사육 가구수는 감소하였는데 이는 소규모 농가는 감소하고 대규모로 다두 사육하는 전업농가수가 증가하고 있다는 것을 의미한다. 이처럼 가구당 사육두수가 증가됨에 따라 나타나는 가장 큰 문제중의 하나는 번식효율이 저하된다는 것이다. 경쟁력을 지닌 고급육 한우의 생산이 가능하려면 제한된 인력으로 많은 소를 관리해야 하기 때문에 발정발견 및 질병관리와 같은 번식 관리에 투자되는 시간이 적어진다. 따라서 번식성적은 저하될 수밖에 없는데 이는 경제성 저하로 직결된다. 또한 우리나라에서는 지금까지도 번식관리를 할 때 육안적 발정관찰과 직장검사법에만 의존하고 있어서 번식관리에 대한 새로운 프로그램의 도입과 신속한 증식을 위한 번식기술을 개발하여 이를 적용함으로써 고품질 한우의 신속한 증식을 가능하게 할 것이다.

표4. 소 사육두수 및 가구수(단위 : 천두, 천호)

연 도	한 우		젖 소	
	사육두수	농가수	사육두수	농가수
1988	1,558	701	480	35
1989	1,536	654	515	36
1990	1,620	620	503	33
1991	1,772	600	495	30
1992	2,018	585	508	27
1993	2,250	569	553	28
1994	2,392	540	552	25
1995	2,594	518	553	23
1999.12	1,952	350	535	14
2000.12	1,590	290	544	13
2001.12	1,406	235	548	13
2002.6	1,448	224	545	12

자료 : 축협중앙회, 축협조사월보, 1996. 12. 및 농협 축산물 가격 정보 2002 8

수컷 측면에서는 고급육 한우의 생산 및 보급을 위해서는 수태율 향상을 위한 고수태 정액의 생산이 무엇보다 필요하다. 그러나 우리나라 현실에서는 국내의 수태(임신)당 인공수정회수는 2회 이상이며, 극단적인 경우에는 4-5회 이상인 개체들을 많이 볼 수 있다. 수태당 수정회수가 1회 증가할 때마다 분만간격은 21일씩 연장되어 이로 인한 생산성의 감소 및 인공수정 비용은 어려워지는 국내 축산현실에서 커다란 부담이 되고 있으며 사회적으로도 농민들을 낙담하게 하는 사항이다. 특히 고급육 한우의 생산에 있어서는 수태당 수정회수를 줄일 수 있는 대책의 수립에 의해 한우의 신속한 증식이 가능하고 경쟁력도 확보할 수 있다. 한우의 수태율에 영향을 미치는 요인은 매우 다양한데 개체의 건강상태, 난소 및 자궁 등의 생식기상태, 정확한 발정 발견, 발정시기의 적절성, 적합한 인공수정 방법, 인공수정의 기술 및 수태능력을 지

년 적절한 정액의 질 등으로 크게 구분할 수 있다. 이중 정액의 질을 제외한 사항은 인공수정시에 수의사나 인공수정사가 판단하여 적절하지 못하다고 인정되면 인공수정을 하지 않고 다음에 교배하거나 치료를 행하게 되나 정액의 경우는 제조단계 이외에는 적절한 처치가 불가능하다.

고급육 생산 한우의 경우 고수태 정액을 보급하기 위해서는 종모우로부터 정액을 채취하여 미리 수태율을 예측할 수 있는 요인들을 찾아내고 이를 정액의 제조과정에 활용하는 것이 무엇보다도 중요하다. 한우정자의 수태율 검증에 있어 정액의 체내주입 후 수태율 판정까지는 최소한 40-60일이 소요되며, 사양관리 및 생식기 조건에 따라 정확한 동일 처리군을 설정하기가 거의 불가능하다. 생체내의 실험모델로서 제외수정은 가장 적합한 방법으로 체내실험과 상관관계가 매우 깊은 것으로 알려져 있다. 고급육 생산 한우의 정액에 있어서 각종 운동 특성에 관한 사항을 분석하여 이들과 수태능와의 관련성을 조사, 검토함으로써 동결정액의 최소 수태기준을 설정해야 한다. 즉, 불임의 원인중 제외된 영역이었던 정액의 측면에서 동결정액의 정상 및 운동특성을 분석하여 이를 제외수정과의 비교·분석을 통하여 수태를 이룰 수 있는 충분한 기준을 제시함으로써 수태당 인공수정회수를 줄여 고급육 생산 한우의 생산성을 향상시키는 것은 한우정액의 질에 신뢰성을 가지는 결과를 얻게 될 것이다. 또한 현재 생산, 보급되는 동결수정란의 이식에 의한 결과는 낮은 수태율로 인하여 축산농가에 불신감을 주고 있다. 고품질 한우의 신속한 증식을 위해서는 표준화된 수정란의 체외생산기술의 확립 및 이의 보급이 사회적으로 절실히 요구된다. 높은 품질의 체내유래 수정란을 생산하여 수태율을 60%이상으로 높일 수 있는 동결 및 이식방법을 개발, 보급하지 않으면 고품질 한우의 신속한 증식은 사회적으로 기대할 수 없다.

2. 연구개발의 목표

가. 연구개발의 목표와 내용

연구 내용	현 황	목 표
수태율 향상을 위한 조기 임신진단 적중률	50-70%	100%
자궁·난소질환의 진단적중률	40-60%	95% 이상
자궁·난소질환을 치료한 후 치료효과 의 판정률	50% 이하	95% 이상
한우 수정란의 신속증식에 적합한 체외 수정 및 체외배양 시스템 개발	자료없음	효율적인 생산체계 개발
정액자동 분석기에 의한 고급육 생산 한우의 정자 운동특성 분석	자료없음	분석자료 도출
고급육 생산 한우의 체외 수태율 예측 시스템 개발	자료없음	예측시스템 개발
동결정액의 제조를 위한 CASA 분석에 의한 정액의 운동 특성 제시	일부확보(본 연구팀)	운동특성 제시
한우 정자 activator 탐색 및 첨가농도 결정	자료없음	Activator 결정
OPU유래 한우 미성숙난자로부터 수정 란의 체외생산	1-2개/두/1회	3-4개/두/1회
고품질 한우 수정란의 대량 보급을 위 한 장기보존법 개발	60-70%	80% 이상의 동 결·융해 후의 체외 생존율

나. 연차별 연구개발목표와 내용

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 방법
1차년도 (1999)	한우 신속 증식을 위한 번식효율 실태 조사	<ul style="list-style-type: none"> - 전국적 한우 번식우 대상 번식효율 검사 <ul style="list-style-type: none"> ○ 연구팀이 직접 방문 검사 및 조사 - 번식적령기의 연령 및 체중 검토 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현황 파악 및 개선점 모색 - 번식장애우 개체검사(직장검사 및 전신검사) <ul style="list-style-type: none"> ○ 선천적 요인 및 질병적 요인 분류 - 번식상황 검토로 번식효율 조사 <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 번식상황 조사로 효율 향상 방안 분석
	한우의 신속한 증식을 위한 생식기 질병의 진단법 및 처치 protocol 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 고급육한우의 증식을 위한 번식장애 진단 <ul style="list-style-type: none"> ○ 직장검사: 난소와 자궁상태 확인 ○ 생식기 검사에 의한 병류별 진단 ○ 전신적 영향 파악 - 번식장애우 처치 <ul style="list-style-type: none"> ○ 질병별 신속 증식을 위한 처치법 모색 ○ 난소낭종의 병류별 및 약제처치 ○ 투여 용량의 20%로 감량에 의한 난소실질내 직접투여법 개발 및 효능관정
	번식효율 증진을 위한 인공수정 및 조기 임신진단법 확립	<ul style="list-style-type: none"> - 인위적 발정유발에 따른 미약발정 문제 해결을 위한 임상학적 연구 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현실적 발정발견법 제시 ○ 현장 적용 가능한 발정 및 배란검사법 제시 - 조기임신진단 및 조기태아사의 원인 분류 <ul style="list-style-type: none"> ○ 농가 적합형 및 일정규모 적합형 조기 임신진단 ○ 조기태아사의 개체요인 및 종모우 요인 분석으로 수태율 향상모색

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 방법
2차년도 (2000)	한우의 신속 증식을 위한 번식 효율 실태조사 및 질병 진단과 처치 protocol 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 전국적 한우 번식우 대상 번식효율 검사 <ul style="list-style-type: none"> ○ 연구팀이 직접 방문 검사 및 조사 - 번식상황 검토로 번식효율 조사 <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 번식상황 조사로 효율 향상 방안 분석 - 분만후 공태기단축 및 수태율 향상방안 분석 <ul style="list-style-type: none"> ○ 첨단진단 기기활용을 통한 생식기 검사 <ul style="list-style-type: none"> -자궁검사: 자궁의 크기, 대칭성, 자궁내용물, 자궁점막층, 자궁근층 -난소검사: 난소크기, 난포크기와 수, 황체 크기와 수, 낭종의 감별 ○ 혈청 및 생화학적 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 혈청화학치의 분석에 의한 번식장애우 진단 - 난소질환의 판별
	고품질 한우 수태율 향상을 위한 정액 생산법 개발위한 정자 운동특성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 한우정액 운동특성 분석위한 CASA 환경 설정 - 동결정액의 용해후 경과시간에 따른 운동특성의 변화상 관찰 - MOT, VCL, VSL, VAP, LIN,ALH, HYP, STR, BCF, MAD, WOB, DNC 및 DNM 기준설정 - 일반 정액검사 결과와 CASA 결과치 비교
	고수태 동결정액 제조를 위한 정자의 운동특성 제시	<ul style="list-style-type: none"> - CASA 분석에 의한 체외수정률 예측 parameter를 동결정액 제조시 선발기준으로 제시 - 동결정액 제조시 첨가되는 항생제의 정자 운동특성에 대한 영향 검토 - 동결정액 제조시 참가되는 동결보호제의 정자독성 정도 및 운동성에 미치는 영향 조사
	고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식기법 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 분만전후 생식기 질병 감소법 모색 - 공태기를 줄이기 위한 진단 및 처치법 개발 - 조기 임신진단 및 비 임신시 재교배 방법 제시

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 방법
3차년도 (2001)	한우의 신속 증식을 위한 번식 효율 실태 조사 및 생식기 질병 진단과 처치 protocol 현장적용	<ul style="list-style-type: none"> - 전국적 한우 번식우 번식효율 실태조사 완료 <ul style="list-style-type: none"> ○ 연구팀이 직접 방문 검사 및 조사 ○ 조사 결과의 종합적 분석 - 자궁질환에 대한 처치효과 검증 <ul style="list-style-type: none"> ○ 자궁내막염, 자궁축농증처치 및 효과 검증 ○ 자궁수증, 자궁점액증, 태아침지, 태아미이라변성 처치 및 효과 검증 - 난소질환에 대한 처치효과 검증 <ul style="list-style-type: none"> ○ 난소기능정지: 각종 호르몬제의 단독 또는 병용 투여법 적용 ○ 황체낭종, 존속황체 및 난포낭종: 호르몬제의 투여법 및 초음파유도에 의한 낭종파열 - 생식기질병 치료 protocol 적용에 의한 치료효과 현장 적용 <ul style="list-style-type: none"> ○ 번식지표의 개선여부 파악 ○ 치료후 번식효율 조사
	CASA에 의해 설정된 동결정액 parameter의 적용 및 sperm activator의 제시	<ul style="list-style-type: none"> - CASA 운동특성 parameter를 적용한 동결정액 제조 protocol 도출 - Sperm activator 탐색을 위한 CASA 분석 <ul style="list-style-type: none"> ○ Heparin과 theophylline의 농도별 첨가 ○ Heparin과 theophylline 합제의 첨가 ○ Caffeine 및 phenoxiphylline의 농도별 첨가 - 탐색된 sperm activator를 한우정액에 적용
	고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식기법 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 번식우 및 종모우의 번식장애 요인 처치법 제시 - 번식우의 우군관리 번식 프로그램 제시 - 수태당 인공수정 횟수를 줄이기 위한 종합적인 방안 제시

제 2 절 한우의 번식실태 조사

1. 서 설

한우는 국내에서 가장 많이 사육되고 육용종으로서 국내 축산업의 근간을 이루고 있다. 그러나 육류 수입자유화 및 외국에 비해 높은 국내 가축생산비로 인하여 한우 사육기반 자체가 위협을 받고 있다. 따라서 한우가 국제경쟁력을 지니기 위해서는 기호성이 높은 고급육을 저비용으로 대량생산하여야 한다. 이를 위해서 우수한 번식우 및 종모우를 선발하여 지속적으로 품종을 개량하는 한편 우량종 한우를 신속하게 증식시킬 수 있는 효율적인 가축생산체계의 확립이 선행되어야 한다. 한우를 신속하게 증식시키기 위해서는 먼저 한우의 번식실태를 파악하고 이를 바탕으로 국내실정에 적합한 최신 번식 기술을 개발하여 현장에 적용해야 하는데, 현재 국내 한우의 평균적인 번식상황은 산차별 분포, 평균 임신기간, 분만간격, 사육규모, 번식관리형태 등에 관한 구체적인 자료가 부족하고 가장 이상적인 번식을 위한 목표기준도 설정되어 있지 않다.

본 연구에서는 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식기술개발의 일환으로 한우 번식실태를 전국적으로 조사하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 조사범위

한우 번식실태조사는 경기도, 강원도, 충청남·북도, 전라남·북도, 경상남·북도 및 제주도로 구분하였다. 한우 사육농가를 방문하여 번식우를 대상으로 생식기를 검사하였다. 지역별 조사두수는 Table 1과 같다.

Table 1. The number of cows and district examined for reproductive status in HanWoo

District	Kyungki	Kangwon	Chonnam	Chonbuk	Kyongnam	Kyongbuk	Chungbuk/ Chungnam	Total
No. of cow (%)	1389(41)	225(7)	228(7)	70(2)	140(4)	1221(36)	138(4)	3,411(100)

나. 조사방법

본 연구팀이 개발한 한우 번식우 목장 및 개체의 조사표에 의거 연구팀이 번식우 목장을 직접 방문하여 조사연구 하였다. 번식실태조사는 한우 목장별 조사표 (Table 2) 및 한우 개체별 번식검진표 (Table 3)로 구분하여 실시하였다. 한우 목장별 조사에서는 목장명, 주소, 조사일, 목장주, 연락처, 조사자, 사육형태, 총 사육두수, 번식우두수, 번식문제 발생 시 치료형태, 번식관리 형태, 수정형태, 백신접종사항 및 기타 목장 특이사항을 기록하였다. 한우 개체별 번식 검진으로는 산차, 분만간격, 현재 번식상태 및 진단명과 기타 치치 순으로 실시하였다.

Table 2. 한우 목장별 조사표

한우 목장별 조사표							
목장명		주소				조사일: 년 월 일	
목장주		연락처				조사자	
사육형태		총 사육 두수	두	번식우 두수	두	번식문제 치료형태	자가, 의뢰
번식관리	자연발정, 발정동기화	동기화 방법 및 시기				수정형태	자가, 의뢰, 자연종부
백신접종		육질등급 현황					
기타 목장 특이사항							

Table 3. 한우 개체별 번식 검진표

한우 개체별 번식 검진표(목장)														
일련 번호	소 번호	BCS	산차	분만 일	분만 간격	초회 수정일	수정 횟수	마지막 수정일	현재 상태	산자 등급	문제점	진단	처치	기 타
1														
2														
3														
4														

3. 결과

가. 번식우의 산차별 분포

산차가 확인된 1,253두중 1산 435두(35%), 2산 304(24%), 3산 415(33%) 및 4산 61(5%) 였으며 5산, 6산 및 7산이 28(2%), 6(0%) 및 2(0%)로 나타났다 (Figure 1). 또한 8산 이상은 확인되지 않았다. 조사된 번식우중 3산 이하가 92%를 차지하여, 번식우의 경제 수명이 짧은 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 국내 한우 번식우의 경우 3산 이하가 전체의 92%를 차지하였고, 평균 산차는 2.1산을 보였다. 이는 번식우 이용도가 다른 종에 비해 낮은 경향을 보였다.

나. 한우의 평균 임신기간

임신기간이 확인된 우군의 평균 임신 기간은 285일 이었으며, 범위는 253-316일이었다 (Figure 2).

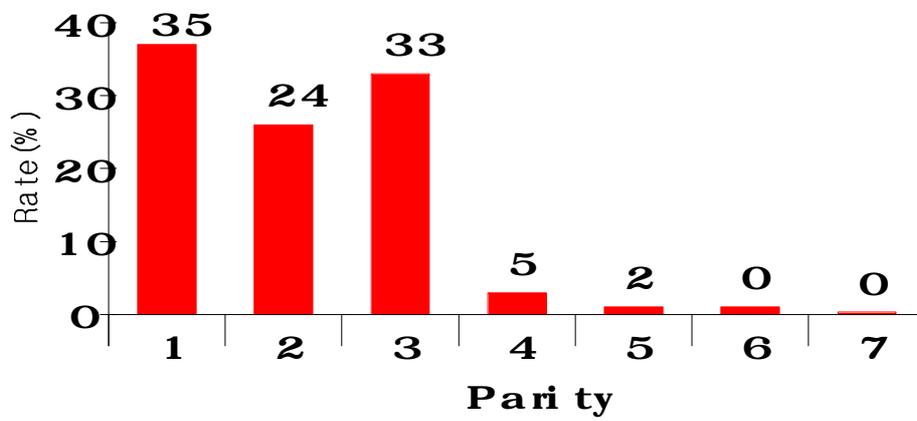


Figure 1. Distribution of parity in HanWoo breeding stock.

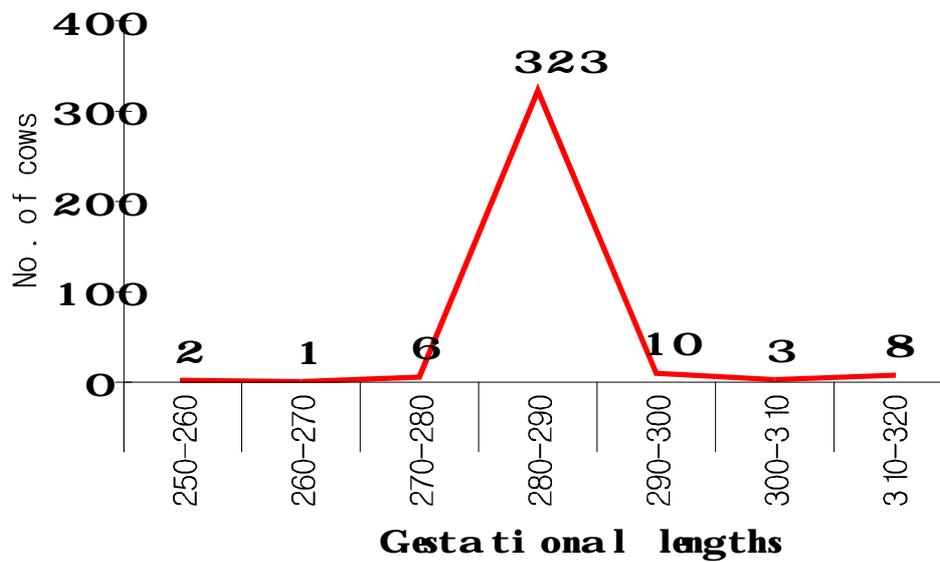


Figure 2 . Pregnancy periods distribution of Hanwoo

다. 한우의 분만 간격

한우 100두에서 분만간격을 조사하였을 때 12개월 미만인 소는 20%를 차지하였으며, 12개월이상 13개월 미만인 경우가 36%를 차지하였다 (Figure 3). 또한 13개월 이상 14개월 미만인 경우가 19%를 차지하였으며, 14개월 이상도 25%를 차지하였다.

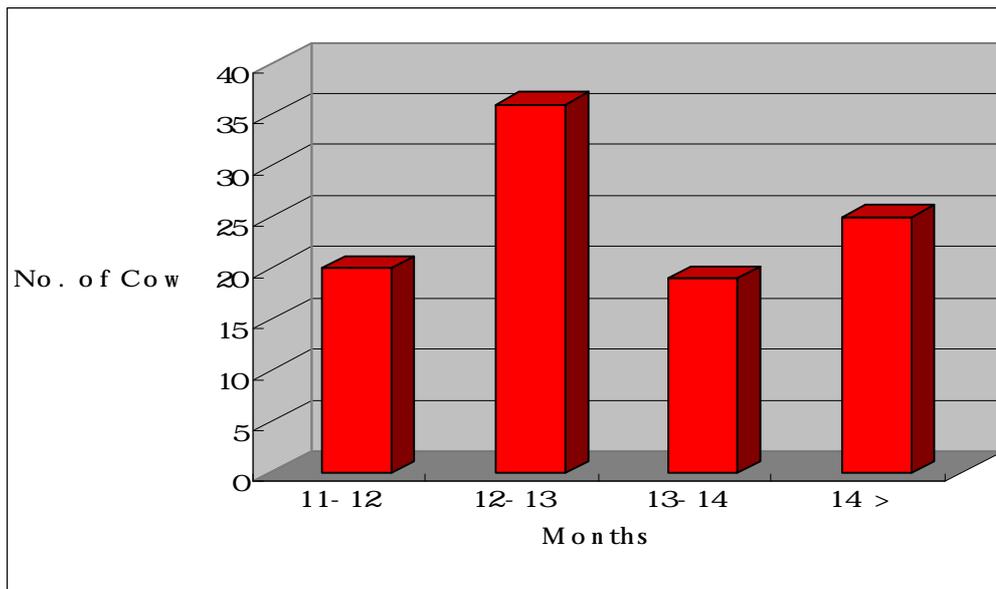


Figure 3. Distribution of calving intervals in HanWoo.

라. 사육규모

목장별 총 사육두수 및 번식우 두수는 Figure 4과 같다. 조사된 71개 목장중 총 사육두수에 있어 5두 이하인목장은 29%, 6-10두인 목장은 15%, 11-30두인 목장은 37% 및 31-50 그리고 51두 이상인 목장은 각각 5%와 13% 였다. 번식우에 있어 5두 미만, 5-10두, 11-30두, 31-50 및 51두 이상인 목장은 각각 37, 20, 36, 2% 및 5%였다. 30두 미만의 소규모 한우 목장이 유지되고 있음을 알 수 있다.

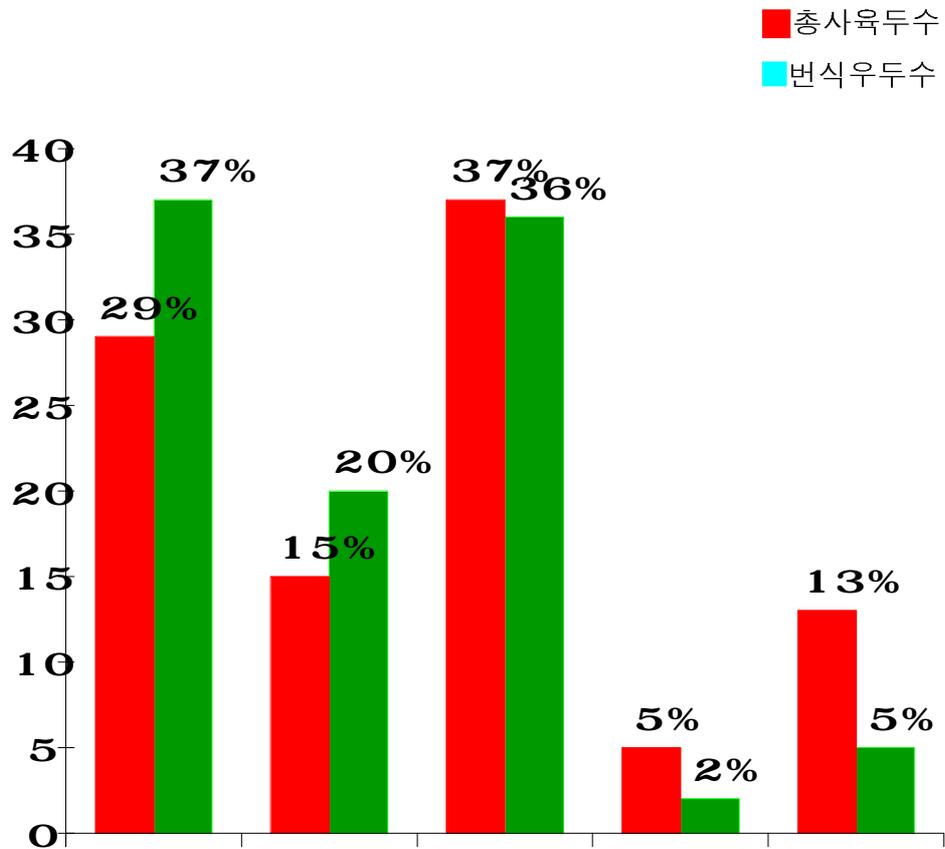


Figure 4. Distribution of total number of cow and number of breeding stock in HanWoo farm.

마. 번식관리 형태

조사대상목장 87목장중 모든 목장이 자연발정을 이용하여 번식을 관리하고 있고, 2개 목장이 발정동기화 및 계획번식을 위해 $PGF_2\alpha$ 를 사용하였다 (Table 4). 이 2 곳 목장의 규모 및 사양관리 형태는 대형화 집중관리 형태로 향후 일반농가에 적용 가능성 여부의 연구가 필요하다. 또한 번식을 위하여 수정형태를 보면 80개 목장에서 수의사/인공수정사에 의뢰하는 것으로 파악되었으며 자연교배를 실시하는 목장은 5개 목장이었다.

Table 4. Breeding patterns of HanWoo farm in Korea

Breeding patterns		Total no. of farm	No.(%) of farm
A.I	Non-induced estrus	87	80(92.0)
	Estrus synchronization		2(2.3)
Mating			5(5.7)

4. 고 찰

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우 번식실태 조사를 위해 본 연구가 수행되었다. 현재까지 국내 한우의 번식장해와 사양관리실태를 조사하여 이를 개선하려는 연구가 다양한 측면에서 진행되어 왔다(강 등, 1993; 최 등, 1990; 강 등, 1987; 이 등, 1987). 본 연구 결과에 의하면 국내 한우의 사육규모는 사육두수가 50두 이하인 농가가 전체의 89%를 차지하여 현재까지도 영세한 형태가 대부분인 것으로 나타났는데 이는 유우에 비하여 한우사육형태가 영세하였다는 권(1996)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 특히 번식우의 사육기간에 있어 3 산차 이하가 86%를 차지할 정도로 짧은 것으로 조사되었다. 이는 국내 한우 가격 변동 및 수입개방에 따른 문제 의식에 대한 불안감의 영향을 받은 것으로 사료되며, 국내 축산농가의 출하 및 사육 생산 기반이 매우 취약하다는 것을 의미한다. 따라서 한우의 번식기반을 유지하고, 생산성을 향상시키려면 한우사육형태의 대형화뿐만 아니라 정기번식검진과 같은 체계적인 번식관리 및 번식목표의 설정이 필요한 것으로 나타났다. 본 연구 결과 국내 한우의 분만 간격은 13개월 이상인 개체가 44%를 나타내고 있어 일부개체에서는 공태기의 단축으로 경제성을 향상시킬 필요성이 제기된다.

이상의 결과로 보아 국내 한우의 사육형태는 아직 그 취약성을 면하지 못하고 있으며, 사육기간이 짧고 효과적인 번식관리가 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다.

제 3 절 한우의 조기임신 진단법 확립

1. 서 론

한우의 증식을 위해서는 분만 후 공태기를 최소화하여 빠른 시일내에 교배를 유도하기 위한 정확한 발정확인, 인공수정 및 생식기 질병의 진단과 치료, 조기임신 진단의 문제를 해결해야 한다. 조기 임신진단에 있어 초음파 검사와 progesterone (P4) 농도 측정은 현재까지 임상의 관점에서 효과적일 것으로 제기되어 왔다. 초음파 검사는 자궁의 실체를 화면으로 보여주므로 태아 모니터링을 정확히 할 수 있다. Curran 등(1986)은 5 MHz probe를 이용하여 인공수정된 후에 11.7일에 embryonic vesicle를 발견하였다. 또한 Boyd 등 (1988)은 7.5 MHz probe를 이용하여 9일에 vesicle를 영상화하였다. 초음파를 이용하여 임신진단의 정확성은 다양하게 나타났다. Kastelic 등 (1988; 1989)은 치너우에서 초음파검사를 통한 임신진단은 18일 이후에 정확성을 나타내며 100% 정확성은 20-22일 사이이다. Pieterse 등(1990)은 인공수정 후 21일, 33일에 검사한 148마리의 소에서 임신 진단의 정확성은 81.1%을 나타내었음을 보고하였다. P4 농도 측정에 의한 조기임신진단의 정확성에 대해서는 보고자에 따라 차이가 있어 임신 양성진단율은 80-97%이고, 음성 음성진단율은 84-100%이다(Hoffman 등, 1976 ; 강병규 등, 1990b; 1994c; Laing 등,1979 ; Shemesh 등, 1983). 그리고 Romagnolo와 Nebel(1993)은 P4 농도는 축우군, 유지방 함량, 그리고 측정방법에 따라서 차이가 있는데 Radioimmunoassay(RIA)법으로는 임신 양성진단율이 68.4%-83.8% 임신 음성진단율은 84.6%-100% 이었고 Enzymeimmunoassay(EIA)법으로는 각각 84.7%-92.3% 및 68.2-93.9% 이었다고 보고하였다.

산과학적으로 혈액 또는 유즙 중 P4 농도의 측정은 난소의 기능을 추정하는 수단으로 발정확인, 임신진단 및 난소질환의 진단과 치료효과의 등에 응용 가능한 것으로 알려져 왔다(Hoffman 등, 1976; Bulman 등, 1979; 강병규 등, 1990a: b). Seguin(1980)은 난소낭종의 진단에 있어서 종래에 응용되어 왔던 직장검사법은 특히 난포낭종과 황체낭종을 감별진단하기가 때로는 매우 곤란하여서 이들은 진단에 대한 P4 농도측정의 유용성을 강조하였으며, 특히 Nakao등 (1983)은 P4 농도와 직장검사소견과의 관련에서 직장검사의 정확성은 난포낭종이 65%, 황체낭종이 19% 그리고 낭종성황체는 16%이었다고 보고하였다. 번식질환에 대하여 초음파검사와 P4 농도를 측정 이 좀 더 정확한 진단을 하기 위하여 도입되었다.

호르몬 농도측정 및 초음파검사를 이용한 임신진단은 실제 임상에서 활용되어 가고 있으나 측정치를 적절하게 평가하고 진단을 확실하게 하기 위해서는 야외에서의 많은 자료의 해석과 기준치의 설정이 필요하다고 생각된다. 본 연구는 산과적으로 초음파를 이용한 한우의 임신진단과 혈액에서 P4 농도측정에 의한 조기 임신진단 가능성을 모색하고자 실시되었다

2. 재료 및 방법

가. 대상동물

한우의 조기임신진단을 위해 발정이 관찰되어 인공수정을 의뢰하였던 소 중 육안적 소견 및 직장검사 소견상 발정으로 판단되어 인공수정을 실시하였던 초산우 28두와 경산우 46두 전체 74두를 대상으로 실시하였고, 분만 경력이 있는 100두(산차: 3-6)에서 분만 간격을 조사하였다. 이들에 대한 번식상황은 연령은 2.8 (범위: 1~8)년, 분만력은 평균 0.9회(0~5) 그리고 분만일에서 수정일까지의 간격은 평균 89.5(45~320)일 이었다. 단 처녀우의 첫 수정은 평균 13(10-24)개월령 이었다.

나. 인공수정

자연발정시 인공수정을 실시하기 전에 자궁의 상태 및 우세난포의 존재유무를 판정하기 위하여 직장검사를 실시하였다. 직장검사소견상 자궁에 수축력이 있고 난소에 직경 1.5 cm 이상의 난포가 존재하면서 황체가 공존하지 않은 개체는 통상적인 방법으로 인공수정을 실시하였지만, 자궁에 수축력이 없고 난소에 직경 1.5 cm 미만의 난포가 존재할 때는 인공수정을 실시하지 않았다.

다. 한우 발정양상 분석을 위한 혈중 progesterone 농도 측정

채혈은 수정일, 수정후 6일, 수정후 21일 미정맥에서 실시하여 EDTA병에 넣은 후 4℃에서 3,000 g로 10분 동안 원심하여 혈장을 분리하였다. 분리된 혈장은 P4를 분석할 때까지 -20℃에 보관하였다. 혈중 P4 농도측정은 progesterone kit (Direct progesterone, ICN Biochemical, Inc, USA)를 이용하여 gamma counter (CRYSTALTM II, PACKARD Co. USA)로 측정하였으며, 혈중 progesterone 농도측정에 있어서 변이계수 (coefficient of variation) 인 intra-assay는 5.7%, inter-assay는 8.5% 이었다.

라. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 발정확인 및 조기 임신진단

발정상태는 Karg 등(1980) 및 강 등(1994, 1990)의 방법에 준하여 Table 1과 같이 분류하였다. 즉 수정일에 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이하였던 것이 수정 후 6일에 1.0 ng/ml 이상으로 상승하면 배란성 발정, 수정일에 1.0 ng/ml 이하였던 것이 수정 후 6일에도 1.0 ng/ml 이하이면 무배란성 발정, 그리고 수정일에 1.0 ng/ml 이상이면 발정발견의 잘못 등 3종류로 분류하여 인공수정시 발정상태를 확인하였다. 한편 조기 임신진단은 배란성 발정인 경우, 수정 후 21일에 혈중 progesterone 농도가 3.0 ng/ml 이상인 경우를 임신으로 판정하였다.

마. 임신진단을 위한 초음파검사

직장검사 후 초음파 진단장치(SA-88P, Medison Co, Korea; EUREKA SA-600, Medison Co, Korea)에 부착된 5.0 MHz 또는 7.5 MHz 직장용 탐촉자로 난소 및 자궁을 관찰하였다. 초음파검사 방법은 손 등(1995) 및 Edmondson 등(1986)의 기술에 준하여 직장으로부터 분변을 제거한 후 난소 및 자궁의 위치를 확인한 다음 탐촉자를 삽입하였다. 난소의 검사는 탐촉자로 난소를 여러 방향으로 scanning하여 기능황체, 난포 그리고 낭종의 존재유무를 판정하였으며, 자궁의 검사는 자궁내강에 눈송이 모양의 농성물질의 존재유무 및 자궁벽과 자궁내막의 비후정도를 판정하였다. 난소는 10일 간격으로 2회, 자궁은 1회 검사하였다.

Table 1. Classification of estrus condition by plasma progesterone concentrations at 0 and 6 days after artificial insemination in HanWoo

Estrus condition*	Plasma progesterone concentrations (ng/ml)	
	Day 0	Day 6
Ovulatory estrus	< 1.0	≥ 1.0
Unovulatory estrus	< 1.0	< 1.0
Error of estrus detection	≥ 1.0	≥ or < 1.0

* An ovulatory estrus is expressed by plasma progesterone concentrations < 1.0 ng/ml on day 0 (day of artificial insemination) and ≥ 1.0 ng/ml on day 6, whereas plasma progesterone concentrations < 1.0 ng/ml in both days indicate an unovulatory estrus. Error of estrus detection is indicated by plasma progesterone concentrations ≥ 1.0 ng/ml on day 0.

3. 결 과

가. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 발정상태의 확인

발정발현시 인공수정을 실시하였던 소 74두를 대상으로 발정상태를 확인하기 위하여 수정일과 수정후 6일에 혈중 progesterone 농도를 측정한 후 발정상태를 배란성 발정, 무배란성 발정 및 발정발견의 잘못 등으로 구분하여 검토한 결과는 Table 2와 같다. 검사두수 74두중 수정일에 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 미만이었던 것이 수정후 6일에 1.0 ng/ml 이상으로 상승한 배란성 발정은 61두로 82.4% 이었으며, 이중 50두가 임신이 되었다. 나머지 13두중에서 수정일과 수정후 6일에 혈중 progesterone 농도가 각각 1.0 ng/ml 미만으로 낮게 나타난 무배란성 발정은 8두로서 10.8% 이었고, 수정시 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이상인 발정발견의 잘못은 5두로 6.7% 이었으며 이들 13두는 모두 불임으로 확인되었다.

Table 2. Confirmation of the estrus condition by plasma progesterone concentrations at days 0 and 6 after artificial insemination in 74 HanWoo

Estrus condition*	No. of cows (%)	No. of pregnant cows
Ovulatory estrus	61 (82.4)	50
Unovulatory estrus	8 (10.8)	0
Error of estrus detection	5 (6.7)	0
Total	74 (100)	74

*An ovulatory estrus is expressed by plasma progesterone concentrations < 1.0 ng/ml on day 0 (day of artificial insemination) and ≥ 1.0 ng/ml on day 6, whereas plasma progesterone concentrations < 1.0 ng/ml in both days indicate an unovulatory estrus. Error of estrus detection is indicated by plasma progesterone concentrations ≥ 1.0 ng/ml on day 0.

나. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 조기 임신진단

Table 2의 결과와 같이 자연발정시 인공수정을 실시하였던 74두중 배란성 발정으로 판정되었던 61두를 대상으로 수정일과 수정후 6일에 혈중 progesterone 농도를 측정하여 이들의 발정상태를 확인하고 이어서 수정후 21일에 혈중 progesterone 농도가 3.0 ng/ml를 기준으로 하여 조기 임신진단을 실시한 결과는 Table 3과 같다. 수정일에 혈중 progesterone 농도는 비임신군 및 임신군 모두에서 0.5 ng/ml 이하였지만 수정후 6일에는 양군 모두에서 1.0 ng/ml 이상으로 상승되어 배란성 발정으로 확인되었다. 수정후 21일에 혈중 progesterone 농도는 비임신군이 1.1 ± 1.1 ng/ml(mean \pm SD), 임신군이 8.1 ± 2.2 ng/ml로 양군에서 유의성 있는($p < 0.05$) 차이가 나타나 임신진단이 가능하였다.

Table 3. Early pregnancy diagnosis by plasma progesterone concentrations (mean \pm SD) at days 0, 6 and 21 after artificial insemination in 61 cows

Days after artificial insemination	Plasma progesterone concentrations (ng/ml)	
	Non-pregnancy (n = 14)	Pregnancy (n = 47)
0	0.4 \pm 0.3	0.4 \pm 0.3
6	3.7 \pm 1.3	3.8 \pm 1.4
21	1.1 \pm 1.1	8.1 \pm 2.2 [*]

^{*} Significantly higher than the non-pregnancy ($p < 0.01$).

다. 혈중 progesterone 농도측정에 의한 조기 임신진단의 정확성

수정 후 21일에 혈중 progesterone 농도를 측정하여 조기 임신진단을 실시한 다음, 이 결과의 정확성을 검토하기 위하여 수정후 30일 이후에 초음파검사로 임신여부를 확인한 결과는 Table 4와 같다. 수정후 21일에 혈중 progesterone 농도가 3.0

ng/ml 이상으로 나타나 임신으로 판정되었던 47두를 대상으로 수정후 30일 이후에 초음파검사를 실시한 결과 41두가 임신으로 확인되어 임신 양성진단률은 87.2% 이었다. 한편 수정후 21일에 혈중 progesterone 농도가 3.0 ng/ml 이하로 낮게 나타나 비임신으로 판정하였던 14두는 초음파검사에 의해서 모두 불임으로 판정되어 임신 음성진단률은 100% 이었다.

Table 4. Accuracy of pregnancy diagnosis by plasma progesterone concentrations at day 21 after artificial insemination in 61 HanWoo

Diagnosis based on plasma progesterone	Diagnosis by ultrasonography			
	Pregnancy		Non-pregnancy	
	No.	Accuracy (%)	No.	Accuracy (%)
Pregnancy ⁺ : 46	41	87.2	-	-
Non-pregnancy ⁻ : 14	-	-	14	100

Plasma progesterone concentration of ≥ 3.0 ng/ml.

Plasma progesterone concentration of < 3.0 ng/ml.

라. 초음파검사에 의한 임신진단

임신 일령별 특징적인 초음파검사 소견은 다음과 같다.

- 1) 임신 28일 : 상부 자궁각에는 태수를 확인할 수 없으나 하부 자궁각은 태수로 가득차 anechoic하게 관찰되며 또한 태수안에는 hyperechoic한 태아배가 관찰된다.
임신 30일 : 태수로 가득찬 anechoic한 자궁내에 hyperechoic한 태아배가 관찰되지만 두부와 체부가 아직 구분되지 않는다.
- 2) 임신 35일 : 임신 30일보다 더욱 팽만된 자궁을 볼 수 있으며, 태아배는 두부와 체부로 약간 분화되며 이를 둘러싸고 있는 하얀 양막이 관찰된다.
- 3) 임신 40일 : 두부와 체부가 구분되며, 또한 前·後肢의 芽肢가 관찰된다.
- 4) 임신 45일 : 두부와 체부의 구분이 더욱 명확하며, 앞다리의 윤곽이 선명하게 보

인다.

- 5) 임신 55일 : 前·後芽肢가 확실하게 발육되어 있으며 체부의 흉부에서는 심장 박동이 확인되고, 태아를 둘러싸고 있는 양수의 양도 증가된다. 일반적으로 임신 50일 이후에는 태아의 운동성을 쉽게 관찰할 수 있다.
- 6) 임신 65일 : 임신 60일 이후에는 태아가 성장하여서 한 화면에 태아 전체를 scanning 할 수 없다. 태아의 두부는 양 측두골과 상악골이 관찰되며 또한 자궁과 태반의 연결부인 궁부가 자궁내막에서 태수대로 돌출되어 관찰된다.
- 7) 임신 75일 : 태아의 복부장기와 척추 및 늑골이 선명하게 관찰되며 뒷다리는 완전히 형성되고 복부에는 제대가 부착되어 있다.
- 8) 임신 80일 : 두부의 양 측두골에는 안와가 형성되며 뇌실은 hypoechoic하게 관찰된다.
- 9) 임신 95일 : 두개골의 측면에는 안와와 뇌실의 경계선이 관찰된다
- 10) 임신 110일 : 태아의 심장내에 혈액이 anechoic하게 관찰되며 심장중격과 판막 등은 hyperechoic하게 보였다. Scanning하는 도중에는 심장내로 혈액이 유입되고 유출되기 때문에 심장의 운동성을 확인할 수 있다.
- 11) 임신 120일 : 태아의 흉복부 경계면이 뚜렷하게 관찰되며 검상연골 밑에는 acoustic shadow가 형성되고, 간내의 혈관도 선명하게 관찰된다.
- 12) 임신 130일 : 태아의 실질장기를 전반적으로 관찰할 수 있는데 간은 전반적으로 homogeneous하게 관찰되며 간내의 혈관은 anechoic하게 나타난다.
- 13) 임신 140일 : 임신 3개월 이후에는 태아의 운동성이 활발하기 때문에 태아 전체를 scanning하기가 곤란하기 때문에 태아의 일부만을 관찰할 수 있다.

4. 고 찰

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우 조기 임신진단에 관하여 연구를 수행하였다. 공태기를 최소화 하기 위해서는 조기임신진단이 확실하게 이루어져 하는데, 임신 진단 방법에는 직장 검사법, 초음파 검사법, 방사선 검사법, 질점막검사법, 면역학적진단법 등이 있으며 임신단계, 경제성, 정확성 및 방법의 용이성을 바탕으로 임상에서 적용하게 된다. 소에서는 주로 직장검사법 및 초음파검사법이 최근에 이용되고 있으며, 제한적이거나 면역학적진단법이 소개되고 있다. 초음파진단법은 자

궁의 실체를 화면으로 관찰하여 초기에 임신진단과 태아의 상태를 확인할 수 있는 유용한 방법으로 알려져 왔다. 국내에서 소 사육은 운동을 제한하며 밀집사육하는 경우가 대부분이고 인공수정을 위한 배란성 발정을 확인하기 위한 방법도 직장검사에 의존하는 경우가 대부분이었으며 사육형태 때문에 승가발정을 발견하기 어려워 태아의 조기임신진단에 초음파검사법의 사용이 유용할 것으로 생각된다. 그래서 초음파의 이용은 소에 있어서 조기태아사와 조기 임신진단을 연구하는데 있어서 유용한 도구로 생각되어 왔다(Badtram 등, 1991; 전 등, 1996). 몇몇 연구 보고서들에 의하면 인공수정 후 특정 시간에 임신과 비임신에 대한 초음파적 발견의 정확성을 보고하였다. Hanzen과 Delsaux(1988)는 인공수정 24일과 81일에 320마리의 소를 검사한 결과 임신과 비임신 진단의 정확도가 94.0%, 89.7%를 보인다고 보고하였다. 초음파 검사를 위하여 임신초기에 혈중 P4 농도측정을 하여 3.0 ng/ml 이상으로 상승한 소를 선별하여 초음파 검사를 하면 좀 더 정확히 초기에 임신진단을 할 수 있을 것으로 생각하였다. 본 연구에서 보면 수정 21일째에 P4 농도를 측정하여 3.0 ng/ml 이상이면 간접적으로 임신이라고 생각하고 30일에 초음파를 이용하여 임신 확진률이 87.2%로 매우 높게 나타났다. 21일에 혈중 P4 농도가 3.0 ng/ml 이하면 초음파 검사에 의한 비임신 확진은 100%로 나타났다. 결국 인공수정 후 혈중 P4 농도를 이용하여 임신 진단을 한 후 3.0 ng/ml 이상인 소에서 초음파 검사를 하면 더욱더 정확하게 임신 진단을 정확하게 할 수 있을 것이다.

국내에서 P4의 농도를 혈액과 유즙에서 측정하여 변식효율과 난소 질환진단에 관하여 연구들을 수행하였다(강 등, 1994a; b; c; 손 등, 1995; 최 등, 1990). 소의 발정주기중 P4 농도는 시료의 종류 및 측정방법에 따라서 약간의 차이가 있지만 일반적으로 발정기와 황체기의 구분, 즉 난소내 기능황체의 존재 유무에 대한 기준치는 혈장, 혈청 및 탈지유에서는 1.0 ng/ml, 전유에서는 3.0 ng/ml 그리고 유지방에서는 30.0 ng/ml을 기준으로 하고 있다(Bulman 과 Lamming, 1979; Gunzler 등, 1979). 정확한 배란성 발정을 확인하여 인공수정을 실시하여야 임신이 될 가능성이 높다. 본 연구에서도 수정일에 P4 농도가 1.0 ng/ml 미만이었던 것이 수정 후 6일에 1.0 ng/ml 이상으로 상승한 배란성 발정은 61두로 82.4%이었으며, 이중 50두가 임신이 되었고, 나머지 13두 중에서 수정일과 수정 후 6일에 혈중 P4 농도가 각각 1.0 ng/ml 미만으로 낮게 나타난 무배란성 발정은 8두로서 10.8%이었고, 수정시 혈중 P4 농도가 1.0ng/ml 이상인 발정발견의 잘못은 5두로 6.7%이었으며 이들 13두는 모두 불임으로 확인되었다.

결론적으로 한우의 공태기가 증가되는 이유 중의 하나로 분만 후 정확한 발정의 발견을 들 수 있는데 본 연구에서는 정확한 난소 질환 및 발정 발견을 판단하기 위하여 P4 농도를 측정하여 알 수 있었으며 또한, 혈중 P4 농도를 이용한 후 초음파를 이용한 임신 확인은 한우의 조기 임신 진단에 좋은 도구로 사용될 수 있으며 한우의 신속한 번식증진에 도움을 줄 것으로 사료된다.

제 4 절 한우의 공태기 단축법 개발

1. 서 론

육우인 한우에서 분만 후 공태기 연장으로 인한 송아지생산 기간 연장은 막대한 경제적 손실을 일으킨다. 한우번식에 있어 최대 저해 요인중의 하나인 공태일수 연장의 원인으로 발정발견율의 저하를 들 수 있는데 이를 개선하기 위해 1일 3회이상 20분간의 발정관찰방법이 최적이나 우리나라 대부분의 한우번식목장에서는 실제 그렇지 못함에 따라 공태일수 연장 뿐만 아니라 첫수정수태율, 분만후 첫수정일 등이 연장되고 있는 실정이다. 따라서 발정발견율 증진, 첫수정소요일의 단축, 수태율 증진, 발정예정일의 집중관찰과 번식계절의 신속적인 조절 등 번식효율을 증진시키기 위한 방법으로 $PGF_2\alpha$ 투여 방법 및 발정과 배란을 동시에 유도하여 정시에 인공수정을 실시하는 계획번식프로그램(controlled breeding program)이 제안되고 있다. 본 연구는 한우의 번식효율 증진을 위해 공태기 단축을 위한 방법으로 앞서 언급한 방법을 적용하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. $PGF_2\alpha$ 의 근육내 투여에 의한 발정동기화

분만 후 20일 이상 경과한 한우 경산우를 대상으로 직장검사에 의한 생식기 검사를 실시하였다. 생식기 검사소견상 난소에 황체가 존재하는 소를 선발하여 천연 $PGF_2\alpha$ (Dinoprost tromethamine; Lutalyse[®], Upjohn Co., U.S.A.) 25 mg 또는 합

성 PGF₂ α (Luprostiol; Reprodin[®], Bayer Korea) 1.5 mg을 근육내에 주사하였다. 주사 후 매일 1일 3회, 1회 30 분 이상 발정증상의 발현여부를 관찰하였으며, 발정증상이 발현된 소는 발정발현 시간을 기록하였다. 발정이 발현된 소는 한우 동결정액을 이용하여 실용적인 교배적기에 준하여 인공수정을 실시하였다. 인공수정 후 40일 또는 60일에 초음파진단 또는 직장검사를 실시하여 수태여부를 검사하였다. 경산우와 미경산우에서의 합성 PGF₂ α 의 근육내 투여에 의한 발정동기화를 비교하기 위해 PGF₂ α 단독 투여 및 2회 투여를 비교하였다. 합성 PGF₂ α 의 질내 삽입에 의한 경산우와 미경산우에서의 발정동기화 후 수태율을 비교 분석하였다.

나. 난소 실질내 PGF₂ α 투여

난소 실질내 PGF₂ α 주사효과를 보기 위해서는 충청남도 기업농에서 사육중인 분만 20 일이 지난 한우 40 두를 대상으로 하였다. 난소 실질내 PGF₂ α 주사는 초음파유도에 의한 난소 실질주사법 (윤 등, 1998)에 준하여 본 연구팀에서 개발한 인공수정기 및 초음파 유도에 의한 난자흡인용 주사침을 이용한 변형 난소실질주사기를 사용하였다 (Figure 1)

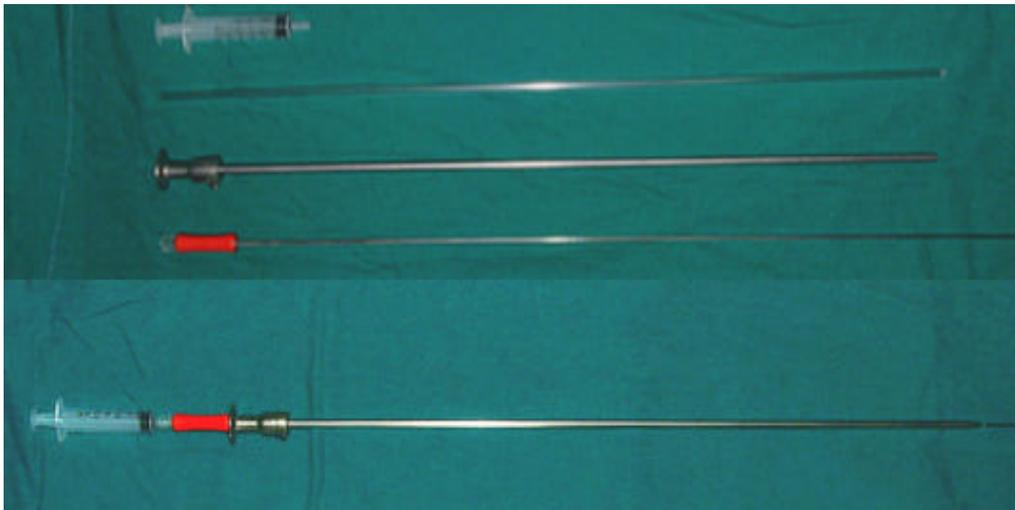


Figure 1 변형된 난소실질 주사기의 모습. 위로부터 주사기, 인공수정기용 플라스틱 외동, 인공수정기 외동 및 변형된 OPU 주사침이며, 제일 하단에는 조립된 변형난소실질 주사기의 형태이다.

먼저 주사침에 연결된 3 ml 주사기에 합성 PGF₂α (Reprodin[®], Bayer, 한국)를 투여용량에 준해 흡인하고, 주사침을 플라스틱 sheath가 장착된 인공수정기 외동에 밀어 넣어 준비하였다. 약제의 실질 내 주입을 위해 직장검사를 통해 자궁경 주위에 난소를 고정하고 질을 통해 변형실질 주사기를 질 원개부에 밀착하였다. 난소내 황체조직 및 실질을 확인한 후 질 원개부를 통해 주사침을 복강내 난소에 직접 밀어 넣어 주입부위에 주사침 끝이 위치된 것이 확인되면 약액을 주입하였다. 제 1 처치군에서는 분만 후 20 일이 경과된 한우 23 두를 대상으로 5 mg PGF₂α 투여를 난소실질내 투여하여 자궁 수복을 유도하고 2 주 후 1 차 PGF₂α 를 투여한 후 발정증세를 보이는 소에 대해 인공수정을 실시하였다. 발정이 보이지 않은 소에 대해 1 차 투여 2 주 후 2 차 PGF₂α 를 동일용량 동일방법으로 투여한 후 3 일째 모든 소에 대해 인공수정 실시하여 수태율을 조사하였다. 공태기를 더 단축하기 위하여 제 2 처치군에서는 분만 후 20 일 이상 경과된 한우 17 두를 대상으로 자궁수복기간 없이 5 mg PGF₂α 를 난소실질내 투여 후 발정이 보인 소에 대해 인공수정을 실시하였고 발정이 보이지 않은 소에 대해 11 일 후 2 차 PGF₂α 를 동일용량 동일방법으로 투여한 후 3 일째 모든 소에 대해 인공수정 실시하여 수태율을 조사하였다.

다. Ovsynch program 을 이용한 한우 번식효율 검토

한우번식목장에서 사육되고 있는 210두가 본 연구에 이용되었다. 배란동기화처치법에 따른 발정발현 및 수태율을 조사하기 위해 미경산우는 번식에 공용 가능한 시기인 14-16개월령에, 경산우는 분만후 20-60일사이에 있는 한우우군에 대해 직장검사상 생식기가 건강한 개체에 한해 투여하였으며, 투여약제와 방법은 GnRH(Buserine acetate (Receptal[®]), Intervet International B. V., Boxmeer, Holland) 0.004mg를 근육주사, 7일째에 천연 PGF₂α (Lutalyse[®]) 25 mg을 근육주사, 48시간에 GnRH를 0.004mg을 근육주사한 후, 24시간에 정시수정을 실시하였으며 (Figure 2), 발정관찰은 1일 3회, 매회당 20분간 육안관찰법과 미근부에 카마(Kamar)를 부착하는 방법을 이용하였다.

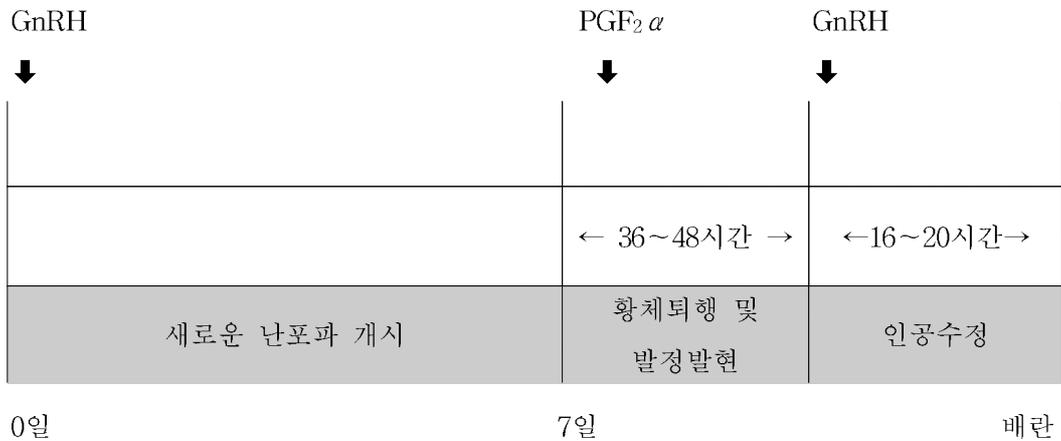


Figure 2. 배란동기화(Ovsynch) 프로그램적용을 통한 호르몬제 투여 및 정시수정

3. 결 과

가. PGF₂α 근육주사에 의한 한우번식효율 개선효과

분만후 20일 이상 경과된 한우 경산우를 대상으로 PGF₂α 투여에 의한 발정유도 및 인공수정을 실시한 후 대조군과의 수태율, 수태당 수정횟수 및 평균공태기간을 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다 (Table 1). PGF₂α 에 의한 유도발정 후의 수태율은 자연발정군에서와 유사하였으나 PGF₂α 에 의한 적극적인 발정유도 처치는 수태당 수정회수 및 평균공태기간을 개선하였다. 따라서 분만후 조기에 생식기를 검사하여 이상이 없는 개체를 대상으로 PGF₂α 를 투여하여 발정을 유도하고 교배하는 것은 한우 공태기를 단축할 수 있는 효과적인 방법인 것으로 판단된다.

Table 1. Improvement of reproductive performance in HanWoo cows after induction of estrus by treatment with PGF₂α

구 분	교배두수	수태두수 (%)	수태당 수정횟수	평균공태기간 (일)
PGF ₂ α 투여	29	19 (65.5)	1.97	99.3
대조구	38	26 (68.4)	2.13	70.4

나. 분만후 공태일수에 따른 근육내 PGF₂α 투여에 의한 발정유도 효율

분만후 공태일수를 30일 미만, 30-60일, 61-90일 및 91일 이상으로 구분하여 PGF₂α 투여 후의 발정발현율 및 발정발현시간을 조사하였다 (Table 2). 분만후 30-60일 사이에 PGF₂α를 투여할 경우 높은 발정유도 비율을 보였으며, 분만후 30일 이전이나 60일 이상의 공태기를 가지는 소의 경우 발정유도 효율이 저하되었다. PGF₂α를 투여에 의한 발정유도는 분만 후 30-60일 사이에 실시하는 것이 유효할 것으로 사료된다.

Table 2. Induction of estrus by PGF₂α in HanWoo cows with various open periods

Days open	No. cows treated with PG ₂ α	No. (%) estrus induced	Mean interval from PGF ₂ α injection to estrus (day)
< 30	3	1 (33.3)	2.00
30-60	21	18 (85.7)	3.44
> 60	23	12 (52.2)	3.42
Total	47	31 (66.0)	

다. 근육내 PGF₂α 투여후 발정발현까지의 시간

PGF₂α를 투여한 한우에서 85.4%가 48-96시간 이내에 발정이 유도되었다. 따라서 한우에 PGF₂α를 투여하여 발정을 유도하거나 발정동기화 처치를 할 경우에는 PGF₂α 투여후 48-96시간 전후에 주의 깊게 발정을 관찰함으로써 발정발견효율을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다 (Table 3).

Table 3. Interval from injection of PGF₂α to estrus induction

Interval from PGF ₂ α injection to estrus (hours)	No. (%) cows in estrus
< 48	3 (7.3)
48-72	24 (58.5)
72-96	11 (26.8)
> 96	3 (7.3)
Total	41 (100)

라. 천연 및 합성 PGF₂α 근육내 투여에 의한 한우에서의 발정유도 효율

천연 및 합성 PGF₂α를 이용하여 한우에서의 발정유도 효율을 검토한 결과는 다음과 같다 (Table 4, 5). PGF₂α 종류에 따른 발정유도율은 각각 55.6% 및 75%로 합성 PGF₂α를 투여했을 때가 높았으나 PGF₂α 투여후 발정발현까지의 시간 및 NR40 비율에는 큰 차이가 나타나지 않았다. 또한 발정이 유도된 소 중에서 발정발현 시간은 PGF₂α의 종류에 관계없이 대부분의 소에서 PGF₂α 투여후 48-96에 발정 증상이 관찰되었다.

Table 4. Induction of estrus by natural or synthetic PGF₂α in HanWoo cows

Type of PGF ₂ α	No. cows treated with PG ₂ α	No. (%) estrus induced	Mean interval from PGF ₂ α injection to estrus (hour)	Non-return at Day 40
Natural	18	10 (55.6)	70.9	9 (90.0)
Synthetic	8	6 (75.0)	70.0	5 (83.3)
Total	26	16 (61.5)		14 (87.5)

Table 5. Induction of estrus by natural or synthetic PGF₂α in HanWoo cows

Type of PGF ₂ α	No. cows shown estrus	Mean interval from PGF ₂ α injection to estrus (hour)		
		< 48	48-96	> 96
Natural	10	1 (10.0)	7 (70.0)	2 (20.0)
Synthetic	6	0 (0)	6 (100)	0 (0)
Total	16	1 (6.3)	13 (81.3)	2 (12.5)

마. 경산우와 미경산우의 $\text{PGF}_2\alpha$ 근육내 투여 비교

경산우 29두 및 미경산우 35두에서 $\text{PGF}_2\alpha$ 단독투여 후 발정의 유발 및 인공수정 후 수태율을 보았다. 경산우의 발정유도 및 수태율은 각각 62.1 및 38.8% 였으며, 미경산우는 각각 87.5 및 56.7%를 보여 전체적으로 발정유발율은 75.0%를 나타내었고 임신율은 50.0% 였다(Table 6).

Table 6. Estrus induction and pregnancy rate after prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ treatment in HanWoo

Classification	No. of Treatment	No. of Estrus induced	No. of pregnancy
Cow	29	18(62.1%)	7(38.8%)
Heifer	35	30(85.7%)	17(56.7%)
Total	64	48(75.0%)	24(50.0%)

경산우 29두 및 미경산우 35두에서 $\text{PGF}_2\alpha$ 을 11일 간격으로 2회 투여 후 발정의 유발 및 인공수정 후 수태율을 보았다. 경산우의 발정유도 및 수태율은 각각 83.3 및 100% 였으며, 미경산우는 각각 100 및 50%를 보여 전체적으로 발정유발율은 85.7%를 나타내었고 임신율은 83.3% 였다(Table 7).

Table 7. Estrus induction and pregnancy rate after 11 days interval prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$ treatment in HanWoo

Classification	No. of Treatment	No. of Estrus induced	No. of pregnancy
Cow	6	5(83.3%)	5(100%)
Heifer	1	1(100.0%)	-(0%)
Total	7	6(85.7%)	5(83.3%)

바. 경산우와 미경산우의 합성 progesterone 질내삽입법

경산우 29두 및 미경산우 35두에 황체호르몬 질내 분비기구의 삽입 후 이를 제거하였을 때 발정의 유발 및 인공수정 후 수태율을 보았다. 경산우의 발정유도 및 수태율은 각각 35.7 및 80% 였으며, 미경산우는 각각 50 및 50%를 보여 전체적으로 발정유발율은 38.8%를 나타내었고 임신율은 71.4% 였다(Table 8).

Table 8. Estrus induction and pregnancy rate after progesterone release intravaginal device treatment in HanWoo

Classification	No. of Treatment	No. of Estrus induced	No. of pregnancy
Cow	14	5(35.7%)	4(80.0%)
Heifer	4	2(50.0%)	1(50.0%)
Total	18	7(38.8%)	5(71.4%)

사. 난소실질내 PGF₂α 투여에 의한 공태기 단축

한우 공태기를 단축시키기 위한 방법으로 난소실질내 황체퇴행인자인 PGF₂α를 투여하여 발정동기화를 유도한 후 인공수정하여 수태율을 조사하였다. 제 1 처치군에서는 공여동물 23 두중 첫 번째 PGF₂α 투여후 발정우 12 두에 AI를 실시하여 8 두가 임신되었으며, 14 일 후 두 번째 투여후 고정시간 AI시 11 두중 9두가 임신되어 총 23 두중 17 두가 임신 74%의 수태율을 보였다. 공태기를 더 단축하기 위한 제 2 처치군에서는 11 일 간격으로 PGF₂α를 투여하였으며, 첫 번째 투여후 발정은 12 두에 AI시 전 처치군에서 임신이 확인되었고, 2 차 투여 후 고정시간 PGF₂α 투여시에는 5 두중 4 두가 임신 공여동물 17 두중 16 두에서 수태가 확인되어 94%의 높은 수태율을 보였다 (Table 9).

Table 9. Pregnancy rates of cow after artificial insemination following different resume of PGF₂α injection in postpartum HanWoo

PGF ₂ α* injection	No. of cows	Time of AI	No. of AI cows	Pregnant cows (%) following time of AI	Pregnant cows (%) following PGF ₂ α interval
Twice apart 14 days	23	Estrus after 1st PGF ₂ α injection	12	8 (67)	17 (74)
		Fixed AI after 2nd PGF ₂ α injection	11	9 (82)	
Twice apart 11 days	17	Estrus after 1st PGF ₂ α injection	12	12 (100)	16 (94)
		Fixed AI after 2nd PGF ₂ α injection	5	4 (80)	

* Ovarian intramedullary injection of 5 mg prostaglandin F₂α

아. Ovsynch program 을 이용한 한우 번식효율 검토

본 연구에서는 한우에서 공태기를 단축시킬 목적으로 경산우 82두 및 미경산우 31두를 대상으로 Ovshych 프로그램을 적용한 후 발정발현율, 수태당 수정횟수 및 수태율을 조사하였다. 한우 우군에서 GnRH-PGF₂α-GnRH를 이용한 Ovsynch 프로그램을 적용한 결과 수태당 수정횟수가 처치하지 않은 대조군의 1.5회에 비해 1.2회로 감소하였고, 또한 발정발현율과 수태율이 증진되어 한우에서 공태기를 단축시켰다 (Table 10, 11).

Table 10. 한우에서 Ovsynch 프로그램 적용후의 발정발현율, 수태율 및 수태당 수정회수

구 분	공시두수	발정발현두수 (%)	수태두수 (%)	수태당 수정횟수	비 고
Ovsynch program	113	98 (86.7%)	69 (70.4%)	1.2	
대조구	97	70 (72.1%)	45 (63.3%)	1.5	

Table 11. 산차에 따른 Ovsynch 프로그램 적용 후의 수태율 비교

구 분	공시 두수	인공수정 회수			수태두수 (%)	비 고
		1	2	> 3		
경산우	82	67 (81.7%)	11 (13.4%)	1 (1.2%)	68 (82.9%)	
미경산우	31	31 (100%)	-	-	16 (51.6%)	
계	113	98 (86.7%)			5 (71.4%)	

4. 고 찰

한우의 효율적인 번식을 위하여 발정동기화를 유도하는 방법으로 $PGF_2\alpha$ 의 근육내 투여법, 기구를 이용한 progesterone 제제의 질내 분비기구의 삽입법 및 난소실질내 투여법이 제시되고 있다. 본 연구에서는 이 세가지 방법을 모두 실행하여 공태기를 단축시킬수 있는 방법을 찾고자 하였다. 합성 또는 천연 $PGF_2\alpha$ 를 근육내 투여 후직장검사를 실시하지 않고 발정의 유발시에는 11일 간격으로 2회 $PGF_2\alpha$ 근육주사하여 70% 까지의 수태율을 보여 권장될만한 방법으로 사료되나 더 많은 우군을 대상으로한 지속적 연구가 필요하다. 이러한 방법들의 개발 목적은 다두의 육우를 사육하는 선진국에서 관찰에 의한 발정발견이 어렵기에 발정을 유도하여 일괄교배(time fixed AI)하는 방법으로 국내 실정을 감안할 때 번식관리의 최선책인지는 재고해 보아야 한다.

분만 후 공태기를 줄이기 위한 방법으로 $PGF_2\alpha$ 의 난소실질내 주사가 난소축둔부에 근육주사하는 방법에 비해 적은 양의 $PGF_2\alpha$ 로 높은 발정율을 얻을 수 있다는 보고가 있다 (윤 등, 1998; 이 등, 2000). 본 연구에서는 초음파를 사용하지 않고 간단한 난소실질주사기를 고안하여 사용하여 앞서 발표된 연구와 $PGF_2\alpha$ 의 투여시기 및 방법을 달리하여 난소실질내 $PGF_2\alpha$ 투여가 발정동기화 유도 및 수태율에 미치는 영향을 조사하였다. 소는 분만 14 일을 전 후하여 발정행동을 동반하지 않는 배란이 이루어지는 것으로 알려져 있으며, 분만 20 일 후에는 $PGF_2\alpha$ 에 반응할 수 있는 황체가 존재한다는 가정하에 본 실험을 실시하였다. 제 1 처치군에서는 분만 후 20일 경과한 소에 대해 $PGF_2\alpha$ 투여 간격을 14 일로 하여 공여동물 23 두중 17 두가 임신

74%의 수태율을 보여 공태기를 획기적으로 단축할 수 있는 방법임이 제시되었으나 공시동물의 수가 충분하지 못하여 통계학적 유의성 검정은 실시할 수 없었다. 또한 11일 간격으로 PGF₂α를 투여한 군에서는 17 두중 16두가 임신되어 94%의 높은 수태율을 보여 공태기를 더 단축할 수 있는 우수한 처리법임을 알 수 있었다. 본 연구에서 얻은 결과는 국내의 공태기 실정을 감안할 때 획기적인 방법으로 향후 농가의 적용 연구 및 영농활용에 도움이 될 것으로 사료된다.

제 5 절 한우의 고수태 정액 요건 제시

1. 서론

본 연구는 인공수정에 공여되는 고급육생산 한우의 정액성상 및 운동특성을 정자분석기(CASA)로 분석하여 한우 정자의 운동특성을 규명한다. 또한 이들 정액을 도축장유래 난소에서 채취한 한우 난자와 체외수정을 실시하여 운동특성의 요인들과 체외수정 결과의 관계를 비교, 분석한다. 한우 정자의 운동특성중 체외수정률에 영향을 미치는 요인이 도출되면 이를 한우정액의 생산과정에 반영하여 공급되는 동결정액의 질을 향상시킴으로서 목장에서 한우의 인공수정에 의한 수태율을 높일 수 있는 방안을 모색코자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 정액의 채취, 동결 및 용해

실험에 사용되는 한우정액은 축협 한우개량사업소에서 채취되어 동사업소의 방법에 의해 동결보존된 것을 분양받아 실험시까지 액체질소에 보관한다. 정액의 용해는 37℃ 수조에서 30초간 진탕용해시키는 급속용해법으로 실시한다. 급속용해후 straw의 정액을 5 ml tube에 옮겨 37℃ 수조에 배양시키며, 운동성과 형태학적 검사를 실시한다. 정액은 희석시키거나 세척하지 않고 실험에 공여한다.

나. 정자의 운동성 및 형태학적 분석

정자의 운동성은 용해 5, 10, 30, 60, 120 및 180분 후에 실시한다. 현미경하에서 37°C를 유지시키기 위해 microwarm plate(Kitazato, Japan)를 이용하며 현미경의 빛에 의한 온도상승은 상온에서 1°C 이내로 한다. 형태학적 검사는 Diff-Quik® 법을 이용한 정자염색을 실시한 후 1000× 배율하에서 mineral oil을 도포하여 관찰한다. 현미경에 부착된 카메라를 통해 400×106 으로 확대한 화면을 모니터에 옮겨 복수의 관찰자가 100개의 정자를 stricter criteria에 의거하여 형태학적 분석을 실시하며, 자동분석기에 의해서도 분석한다. 분류방법은 전체모양이 정상인 정상형(normal), 머리모양에 따라 부정형(amorphous), 대형(megalo), 소형 (small), 선세형(elongated), 쌍두형(duplication)으로 나누었고 중간부, 미부의 이상은 기타에 속하도록 한다. 정자의 운동성은 국내 Medical supply사(SIAS; sperm image analyse system)의 CASA로 분석한다. 시료 5 μ l를 미리 온도를 유지시킨 Makler counting chamber(Sefi Medical, Haifa, Israel)에 놓은 후 1초씩 5-10개의 선택된 시야를 시스템에 입력시키며, 한 시야가 1초에 노출되는 동안 30 frame(30fps)을 분석하며, 모든 parameter는 동일한 조건하에서도출한다 (Table 1). 정자의 크기는 2-9개의 화소로서 정의하고, 정자의 속도는 1초에 최소한 10 μ m 이상을 움직인 정자를 운동성이 있는 정자로 정의한다. 또한 hyperactivation 되지 않은 정자의 최대속도는 250 μ m/sec로 정의한 후 정자의 운동경로 계산에 필요한 윈도우를 적절히 정의한다. 이를 토대로 정자의 농도와 운동성 뿐만 아니라 선성속도(VSL in μ m/s), 곡선속도(VCL in μ m/s), 선형도(LIN = VSL/VCL X 100) 및 측두거리(ALH in μ m)도 측정한다. 측정은 숙련된 2인에 의해 실시한다.

Table 1. Parameter settings used with semen analysis imaging system

System parameter	Value
Image sampling frequency(frame/s)	30
Duration of image capture(s)	1
Minimum motile speed(μ m/s)	VSL 10
Maximum motile speed(μ m/s)	VSL 250
Maximum countable number(sperm)	400
Maximum countable frame	10

다. 정액분석의 기준

정액의 분석은 국내에서 개발된 CASA 장비(Semen Analysis Imaging System, Medical supply, Korea)를 활용하였으며 측정시 기준사항 및 측정항목은 Table 2와 같다.

라. 정자활성물질의 최적 농도 결정

정자활성물질이 첨가된 배지는 Fukui(1990)의 방법에 준하여 capacitation tyrode-albumin-lactate-pyruvate(TALP)로 작성하되 정자활성물질 첨가 후, 삼투압의 상승을 방지하기 위해 NaCl을 제외하였다. 작성된 배지를 15 ml tube에 분주하고 theophylline은 각각 20, 40, 60 및 80 mM이 되도록 첨가하여 정액과 1:1로 혼합 시 최종농도가 10, 20, 30, 40 mM(Jaiswal 등, 1996; Loughlin 등, 1992; Fornes 등, 1993)로 정자에 적용되도록 하였다. 정자활성물질 중 pentoxifylline은 2, 6, 10 및 20 mM이 되도록 첨가하여 정액과 1:1로 혼합 시 1, 3, 5 및 10 mM (Morales 등, 1993; Mbizvo 등, 1993; Sikka 등, 1991)이 최종농도로 적용되도록 하였다. 정자활성물질 중 Theophylline과 Pentoxifylline의 합제는 각각 120+12, 120+4 및 20+12가 되도록 첨가하여 정액과 1:1로 혼합시 최종농도가 60+6, 60+2 및 10+6(Loughlin 등, 1992; Mbizvo 등, 1993)이 최종농도로 적용되도록 하였다. 모든 배지는 작성 후 NaCl을 첨가하여 삼투압을 270 mOsm로, HCl과 NaOH를 이용하여 pH를 7.4로 조정하였다.

마. 최적 정자활성물질이 첨가된 배지의 작성

전 실험에서 얻어진 최적농도를 기본으로 배지를 작성하였다. 정자활성물질 중 theophylline은 60 mM로 pentoxifylline은 6 mM로 theophylline과 pentoxifylline의 합제(theophylline + pentoxifylline)는 각각 60과 6 mM이 포함되도록 만들었으며, heparin은 일반적으로 사용하던 농도인 200 μ g/ml(신 등, 1991; 황 등, 1997; Gliedt 등, 1996)로 작성하였다. 정자활성물질이 포함된 배지는 정액과 1:1로 혼합 시 각 정자활성물질이 30, 3, (30 + 3) mM, 100 μ g/ml의 농도가 정자에 적용되도록 하였다.

Table 2. The definition of computer-aided semen analysis parameters

Parameter	Definition	Unit
Number of fields analyzed	Number of fields analyzed same sample	field(s)
Number of sperm analyzed	Number of sperm analyzed total fields	cell(s)
Total concentration	Total concentration of sperm cells in a sample (concentration × concentration volume)	million
Concentration	Concentration of sperm cells in a sample in million of sperm per ml of seminal plasma or diluents	million /ml
MOT	The MOT (percent motility) is derived from the number of cells with a straight line velocity of greater than 10 $\mu\text{m}/\text{sec}$ divided by the total number of cells.	%
VCL	The VCL (curvilinear velocity) is derived from the total distance that a cell travels along its curvilinear path divided by the line interval of measurement. The average for all the cells with straight line velocities above the threshold of 10 microns/sec is the value given by SAIS.	$\mu\text{m}/\text{s}$
VSL	The VSL (Straight-line velocity) is the average velocity of all cells with a minimum velocity of 10 $\mu\text{m}/\text{sec}$ and is calculated by the distance covered by a cell travelling in a straight line divided by the time interval of measurement.	$\mu\text{m}/\text{s}$
VAP	The VAP (Average-path velocity) is the average velocity of detected moving points. The VAP is the average of 5 points value.	$\mu\text{m}/\text{s}$
LIN	The LIN (linearity) is calculated from the ratio of the straight line distance that the cell actually covers to the distance that a cell travels along its curvilinear path multiplied by 100. The average value for all the cells computered is used. VSL/VCL	
ALH	From each of the motile cell paths the maximum displacement of the sperm head from the mean path is computered. The ALH (Amplitude of lateral head displacement) value is doubled for each path and the average of the values obtained for all the paths gives the value of the amplitude lateral head displacement.	μm
HYP	The HYP (hyperactivated) sperm is $\text{VCL} > 80$ and $\text{LIN} \text{ ALH} > 6.5$.	%
STR	The STR (straightness) is VSL/VAP .	
BCF	The BCF (Beat-cross frequency) is average rates of cross point between VCL and VAP.	Hz
MAD	The MAD (mean angular displacement) is the angle of turning point in VCL curve.	degree
WOB	The WOB (wobble) is curvilinear progressiveness ratio. VAP/VCL .	
DNC	The DNC (dance) is appearance of motion. $\text{VCL} \times \text{ALH}$	
DNM	The DNM (dancemean) is appearance of motion. ALH/LIN	μm

바. 정액 활성물질 첨가 후 정액의 분석

실험 하루 전에 6 ml tube(Becton and Dickinson Co., USA)에 각각의 정자활성 물질이 포함된 배지를 각각 100 μ l씩 분주한 후 CO₂ 배양기 내에서 평형시켰다. 동결 정액은 실험 전에 37°C 온수에서 30 초간 급속법으로 용해한 후, 6 ml tube 에서 혼합하였다. 혼합된 정액은 전날 준비해둔 배지에 각각 100 μ l씩 분주하여 정액과 1:1 비율로 혼합한 후, CO₂ 배양기내에 정치시키면서 30분, 3 및 6시간 경과 후 CASA system을 이용하여 분석하고 CASA의 parameter중 정자운동성의 지표가 되는 motility(MOT)와 체외수정률과 가장 연관성이 있는 curvilinear velocity(VCL)등을 검사하여(이 등, 1998) 각 정자활성물질의 최적농도를 구하였다.

사. 정액활성물질이 첨가가 정자의 한우난자의 체외수정율에 대한 분석

1) 난자의 체외성숙

난소의 채취 및 체외성숙은 Fukui(1991)등의 방법에 준하여 다음과 같이 실시하였다. 도축장에서 채취한 난소를 2시간 내에 실험실로 운반한 후 생리식염수로 2-3 회 세정하였다. 미성숙난자는 18 gauge 주사침을 장착한 10 ml 주사기로 W-TCM199을 흡인, 주사침과 주사기의 내강을 세정한 후 난소의 소난포(직경 2-7 mm)로부터 난포액과 함께 흡인, 채취하였다. 난자를 포함한 난포액을 플라스틱 petridish(100×20 mm, Becton Dickinson Labware, USA)에 5분간 정치시킨 후 상층액을 제거하였다. 미성숙난자는 Leibfried와 First(1979)의 분류기준에 준하여 난구세포가 치밀하며 2층 이상 부착되어 있고 세포질이 균일한 난자를 선발하였다. 성숙배양에는 4-well plate를 사용하였으며 배양전 각 well에 500 μ l의 성숙배양용 TCM199을 넣어 배양기 내에 정치시켰다. 선발한 미성숙난자는 W-TCM199으로 3회, 성숙배양용 TCM199으로 1회 세정하여 각 well 당 20-50개를 첨가하여 39°C, 5% CO₂ incubator 내에서 24시간 성숙배양 하였다.

2) 체외수정

정자의 swim-up, 원심세정, 난자의 세정 및 체외수정에 이용한 배양액은 TALP로서 Fukui(1990)의 방법에 준하여 작성하였다. 모든 배양액은 실험 하루 전에 CO₂ 배양기 내에서 평형시켰다. 난자의 성숙배양 개시 후 24시간이 경과한 뒤 수정을 할 수 있도록 성숙배양 후 22시간 정도(수정 2시간 전)에 정자를 준비하였다. Pasteur

pipette으로 정액을 0.2 ml씩 꺼내 capacitation용 배지가 들어 있는 시험관의 바닥에 가만히 넣은 후 이를 CO₂ 배양기내에 1시간 정치하는 swim-up 과정을 거쳐 활력이 우수한 정자를 선별하였다. Swim-up 개시 1시간 후 각 시험관의 상층액 약 0.8 ml를 micropipette으로 흡입하여 정자를 하나의 원심관에 모은 다음 원심분리하였다 (1500-2000 rpm, 10 min). 원심분리 후 관의 하부에 침전된 정자가 빨려 올라오지 않도록 주의하여 상층액을 micropipette으로 제거한 후 동량의 새로운 capacitation용 배지를 보충하였다. 동일한 방법으로 1회 더 원심분리한 후 상층액을 제거하였다. Micropipette으로 정자를 pipetting하여 4% HCl 100 μ l와 capacitation용 배지 90 μ l를 넣은 시험관에 정자함유액 10 μ l를 넣어 잘 pipetting 하여 정자를 고정시켰다. 이후 자동분석기로 정자의 수를 계산 하여 정자(50×10^6 개/ml)와 정자활성물질을 혼합한 후 5% CO₂ 배양기내에 15분간 정치함으로써 수정능획득을 유도하였다. 정자활성물질은 각각 viability와 MOT, VCL에 우수한 효과를 보인 heparin과 theophylline을 사용하였다. 정자를 CO₂ 배양기내에 1시간 정치하는 동안 체외수정 (IVF)용 배지로 35 mm petri-dish에 40 μ l의 drop을 작성하였다. Drop을 작성 후 dish의 끝에서부터 조심스럽게 mineral oil을 도포하여 drop을 덮어 CO₂ 배양기내에 정치해 두었다. 정자를 swim-up시키는 동안 세정과정을 통해 성숙난자의 팽대된 난구세포를 1/3정도 벗긴 후 난자를 각 drop에 5 μ l로 5개씩 첨가하였다. 정자활성물질에서 배양된 정자를 최종농도가 2.5×10^6 /ml가 되도록 micro-pipette으로 첨가하여 체외수정을 실시하였다.

3) 정자의 수정능 분석

체외수정을 실시한 후 수정란은 18시간 후에 미소적으로 부터 세정용 배양액으로 옮겨 pipetting하여 난자에 부착되어 있는 정자 및 난구세포를 제거한 후 aceto-orcein 염색(Sahoo 등, 1998)을 실시한 다음 위상차 현미경 하에서 검경하여 난자로 침입한 총 정자 수, 정자 두부의 팽대, 암수 전핵 형성률 및 다정자 침입률 등을 검사하였다.

4) 난자의 발생능 분석

수정과정을 거친 난자를 CO₂ 배양기 내에서 24시간 동안 배양한 후 미소적으로 부터 세정용 배양액으로 옮겨 pipetting하여 난자에 부착되어 있는 정자 및 난구세포를 제거하였다. 난자는 modified synthetic oviduct fluid(SOF) 배지를 사용하여 전 배양한 각 미소적 당 6-10개씩 첨가하여 5% CO₂ 배양기 내에서 배양하였다. 체외배양

이 끝난 수정란을 5% CO₂ 배양기에 배양하면서 하루에 3회씩 검사를 실시하여 2세포기, 8세포기, 16세포기, 상실배, 그리고 배반포에 도달하는 수정란의 수를 조사하였다.

아. Protein tyrosine phosphorylation 검사

포유류 정자 수정능획득의 지표인 protein tyrosine phosphorylation을 검사하기 위하여 monoclonal antibody 4G10을 이용하여 Western blot을 실시하였다 (Krzyzosiak 등, 2000).

자. 통계학적 분석방법

통계학적 검증은 SAS 통계 program 에 포함된 Proc-GLM을 이용하여 시행하였으며 ANOVA 에 의한 model effect 검증 후 유의적 차가 있는 경우 least square 방법으로 처리구간 비교를 이행하였다. 유의수준은 $P < 0.05$ 미만으로 하였다.

3. 결 과

가. CASA system을 이용한 한우 동결-융해 정자의 운동특성

한우 동결정액의 융해 후 경과시간에 따른 운동특성의 변화를 관찰하기 위해 computer-aided sperm analysis (CASA) system을 이용하여 MOT, VCL, VSL, VAP, LIN, ALH, HYP, STR, BCF, MAD, WOB, DNC 및 DNM 지표를 분석한 결과 대부분의 parameter에서 융해 후 30분 이후부터 유의적인 운동특성의 감소가 관찰되었다 (Table 3).

나. 한우 동결-융해 정자의 농도, 운동성 및 VCL 이 체외수정란의 분할에 미치는 영향

수태율 예측을 위해 동결융해 후 운동특성을 측정하고 이를 체외수정에 이용하였을 때 정자의 농도와 체외수정란의 분할율과는 상관관계가 인정되지 않았다 (Figure 1). 정자의 운동성과 체외수정 후 분할율과의 관계를 조사한 결과 정자의 운동성이 높을수록 수정란의 분할율도 유의적으로 증가하였다 (Figure 2 와 3) 은 VCL과 분할율과의 상관관계를 나타내고 있다. VCL은 1초 동안 정자의 실제 이동거리를 나타내는 parameter로서 운동특성의 대표적인 지표라 할 수 있으며, 상관계수는 0.162를 보여 VCL이 증가할수록 분할율도 유의적으로 증가하였다.

Table 3. 한우 정자의 동결융해 후 배양 시간에 따른 운동특성 변화

Parameter (n=26)	Time after thawing (min)					
	0	10	30	60	120	180
MOT(%)	50.89±19.18	49.13±18.75	42.40±20.06	33.39±18.79	19.46±16.2	9.46±12.66
VCL(μ m/sec)	50.89±19.18	59.00±18.95	50.03±20.09	38.12±15.58	25.91±13.5	17.77±14.43
VSL(μ m/sec)	34.78±13.4	35.48±14.89	28.19±14.10	19.98±10.88	11.44±8.71	5.29±6.32
VAP(μ m/sec)	41.21±13.97	40.88±14.93	33.64±15.15	24.60±11.72	15.49±9.89	8.85±8.45
LIN	55.87±7.40	58.60±13.15	53.40±10.35	49.50±11.36	39.20±13.9	26.55±9.07
ALH(μ m)	4.51±0.85	4.30±0.75	3.98±0.84	3.57±0.72	2.93±0.68	2.46±0.65
HYP(%)	6.45±3.91	3.94±2.61	2.77±2.71	1.33±1.57	0.87±1.15	0.39±0.77
STR	84.97±3.87	84.79±6.96	80.65±8.13	77.16±10.6	66.92±13.1	53.92±10.45

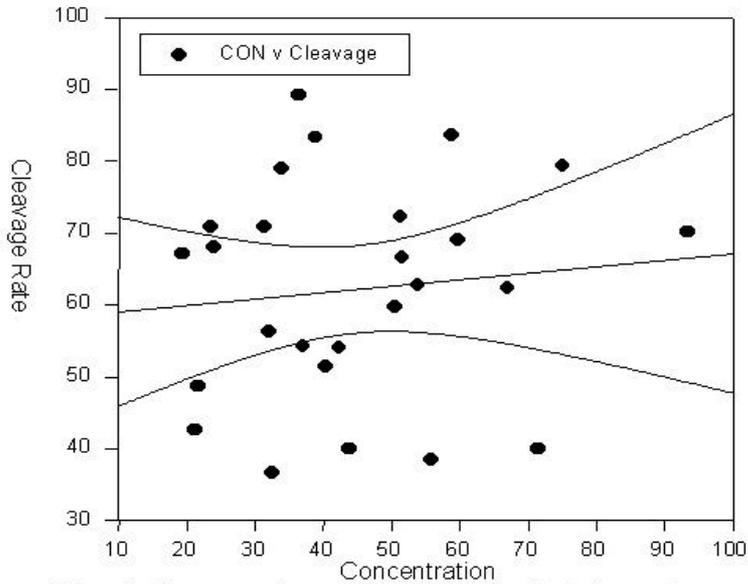


Figure 1. Linear regression analysis of the relationships between cleavage rate and concentration in Korean native cattle semen. R^2 (correlation coefficient) = 0.012 m (slope) = 0.089. The middle line is the least-squares regression and the outer lines are the 95% confidence interval for regression.

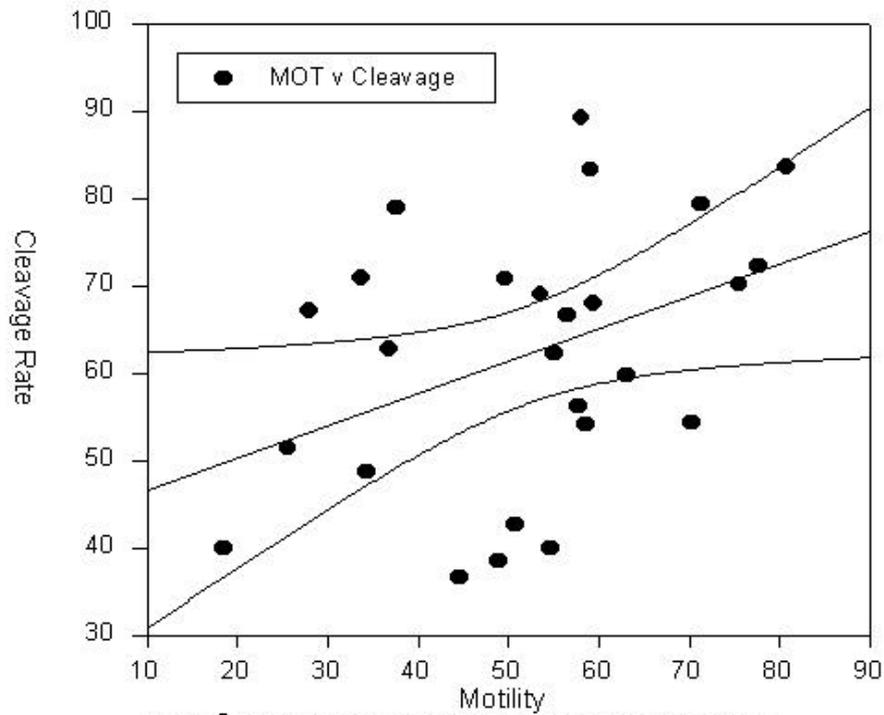


Figure 2. Linear regression analysis of the relationships between cleavage rate and motility in Korean native cattle semen.
 R^2 (Correlation coefficient) = 0.159, $p < 0.05$ (slope) = 0.369
 The middle line is the least-squares regression and the outer lines are the 95% confidence interval for regression.

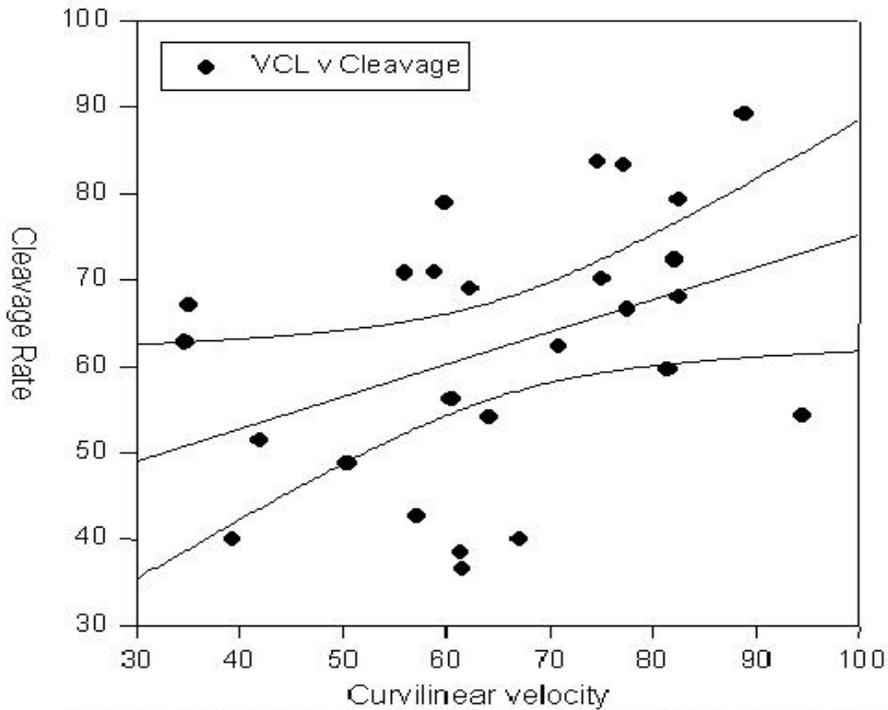


Figure 3. Linear regression analysis of the relationships between cleavage rate and curvilinear velocity in Korean native cattle semen.
 R^2 (correlation coefficient) = 0.162, $p < 0.05$ m (slope) = 0.373
 The middle line is the least-squares regression and the outer lines are the 95% confidence interval for each regression.

다. Sperm activator의 탐색 및 정자활성, 수정능 및 난자 발생능에 미치는 영향

1) 정자활성물질인 pentoxifylline의 최적농도 결정

각 농도의 pentoxifylline이 포함된 TALP와 정액을 배양한 후, 6시간 경과시 CASA를 이용한 정자의 운동특성 측정 결과는 Table 4에 나타낸 바와 같이 3 mM 첨가시 MOT와 VCL 및 VAP가 각각 47.3%와 50.3 $\mu\text{m/s}$ 및 37.4 $\mu\text{m/s}$ 로 최대치의 결과를 보였다.

Table 4. Effects of pentoxifylline on the kinematic parameters of frozen-thawed semen

Parameters	Before incubation	Pentoxifylline concentration(mM)*				
		0	2	3	4	8
MOT(%)	54.7	15.2	27.4	47.3	41.2	39.8
VCL($\mu\text{m/s}$)	64.2	34.9	37.2	50.3	40.2	38.4
VSL($\mu\text{m/s}$)	36.1	12.4	17.8	27.2	30.5	23.1
VAP($\mu\text{m/s}$)	43.4	16.3	22.4	37.4	29.0	28.1

* Estimated 6hr after incubation.

2) 정자활성물질인 theophylline의 최적농도 결정

각 농도의 theophylline이 포함된 TALP와 한우 정액을 배양한 후 6시간 경과 시 CASA를 이용한 정액의 분석결과는 Table 5와 같이 30 mM농도에서 MOT 및 VCL이 각각 24.1% 및 33.2 $\mu\text{m/s}$ 최대치의 결과를 나타내었다.

Table 5. Effects of theophylline on the kinematic parameters of frozen-thawed semen

Parameters	Before incubation	Theophylline concentration(mM)*				
		0	20	30	40	50
MOT(%)	54.8	13.8	14.7	24.1	22.2	19.4
VCL($\mu\text{m/s}$)	65.3	22.8	31.2	33.2	27.4	25.6
VSL($\mu\text{m/s}$)	34.2	9.6	14.2	22.4	23.4	24.1
VAP($\mu\text{m/s}$)	39.6	11.4	17.8	29.8	32.8	31.5

*Estimated 6hr after incubation.

3) 각각의 정자활성물질이 정자의 운동성과 생존성에 미치는 영향

정자활성물질의 최적농도를 구하기 위한 실험의 결과 선정된 최적농도의 정자활성물질과 기존에 일반적으로 사용하던 농도의 heparin, 그리고 대조군으로 정자활성물질이 포함되지 않은 정액의 배양 시간대 별 검사결과는 Table 6와 같다. 배양 전 시간대에 걸쳐 MOT와 VCL은 정자활성물질의 처리에 따른 유의적인 차이를 나타내지는 않았으나 theophylline 처리군에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 생존율의 경우 각각의 물질의 단독처리효과는 측정시간대의 전역에서 유의적으로 나타나지 않았다. 그러나 처리 후 3 및 6 시간 경과시의 측정치에서 heparin 처리군과 대조군이 pentoxifylline 과 theophylline 합제에 비해서 유의적으로 높은 효과를 보였다.

Table 6. Effects of sperm activators on motility(MOT), curvilinear velocity (VCL) and viability* of frozen-thawed sperm

Parameters		Control	Heparin	Pentoxi- fylline	Theo- phylline	Pentoxifylline+ Theophylline
MOT(%)	0.5hrs	37.5	43.5	51.3	58.5	52.3
	3hrs	22.5	32.4	23.4	33.5	26.3
	6hrs	9.9	13.5	14.5	16.4	12.1
VCL(μ m/s)	0.5hrs	39.5	41.8	46.9	55.4	54.3
	3hrs	36.1	42.1	38.4	43.2	40.3
	6hrs	22.8	25.2	25.3	31.3	25.2
Viability(%)	0.5hrs	72	67	64	62	59
	3hrs	52 ^a	51 ^{a,b}	30	37	15 ^c
	6hrs	42 ^a	42 ^{a,b}	21	18	10 ^c

* Estimated 0.5, 3 and 6hrs after incubation.

a,b,c Different superscripts in the same line differ significantly(P<0.05).

4) 정자활성물질 첨가가 정자의 체외수정능에 미치는 영향

정자활성물질인 theophylline과 heparin 으로 처리한 정자를 체외수정에 공여하여 체외수정배양 18시간 후의 난자를 aceto-orcein 으로 염색하여 체외수정능을 검사하였다 (Table 7). 정자활성물질 중 theophylline 처리군에서는 정자의 두부 팽대율은 57.1%로 유의적으로 높았으나 전핵형성률은 28.6%로 낮았고 heparin 처리군에서는 전핵형성률이 62.1%로 유의적으로 높았다.

Table 7. Penetration of oocytes by spermatozoa treated with heparin or theophylline

Treatment group	No. of oocytes(%)			
	Total penetrated	Enlarged sperm head	Male/female pronucleus	No. of polyspermy
Heparin	78(100)	24(30.7) ^a	53(67.8) ^a	1(1.2)
Theophylline	70(100)	38(54.2) ^b	22(31.4) ^b	1(1.4)

a,b Different superscripts in the same column differ significantly ($P < 0.05$).

5) 정자활성물질 첨가가 난소의 발생능에 미치는 영향

정자활성물질인 theophylline 과 heparin 으로 처리한 정자를 체외수정에 공여한 후 체외수정배양 18 시간에 난구세포를 제거한 난자를 7일간 배양하여 발생능을 검사하였다 (Table 8). 2세포기에서 16세포기까지의 발육능에는 유의적인 차이가 없었으나 상실배에 도달하는 비율에서는 heparin 처리군이 16.3%로 theophylline 의 7.1%에 비하여 유의적으로 높았다.

Table 8. Development of HanWoo oocytes fertilized by spermatozoa treated with heparin or theophylline

Treatment group	No. of oocytes developed(%)				
	No. of oocytes	No.(%) of embryo developed to			
		2-cell	16-cell	Morulae	BL ^A
Heparin	840	644(100)	263(37.2)	164(25.4) ^a	151(23.4) ^a
Theophylline	920	780(100)	274(35.1)	98(12.6) ^b	48(6.0) ^b

A BL=blastocysts.

a,b Different superscripts in the same column differ significantly (P<0.05).

6) 한우 정액의 체외배양후 정자 침체상태 및 생존성 검사

한우 동결정액을 용해후 정자를 배양액 내에서 배양 할 경우 생존성에는 큰 변동이 관찰되지 않아 정자 수정능획득 유도물질이 한우 정자의 생존성에는 악영향을 미치지 않는 것으로 생각된다 (Table 9). 정자 배양시에 theophylline과 IBMX를 첨가할 경우 수정능획득율 및 정자의 운동성도 증가하였다 (Table 10).

Table 9. Assesment of frozen-thawed HanWoo sperm viability *

Capacitating agent	Time (hour) after in vitro incubation			
	0	1	2	3
No add	81.2	80.3	78.7	75.4
Theophylline	82.5	80.9	77.6	73.9
IBMX	79.5	80.1	75.4	72.1

*Values represent the percentage of acrosome reaction of 200 sperm count per treatment.

Table 10. Assesment of frozen-thawed HanWoo sperm capacitation *

Capacitating agent	Time (hour) after in vitro incubation			
	0	1	2	3
No add	5.2	7.7	11.4	15.1
Theophylline	7.8	38.2	50.5	72.7
IBMX	5.9	28.3	62.2	76.3

*Values represent the percentage of acrosome reaction of 200 sperm count per treatment.

7) 정자의 체외배양 후 단백질 인산화 (phosphorylation)를 이용한 수정능획득 조사
수정능획득의 지표가 되는 protein tyrosine phosphorylation을 anti-phosphotyrosine monoclonal antibody 4G10을 이용하여 조사해본 결과 다른 종의 소 정자와 마찬가지로 한우 정자도 활성을 보였다 (Figure 4).

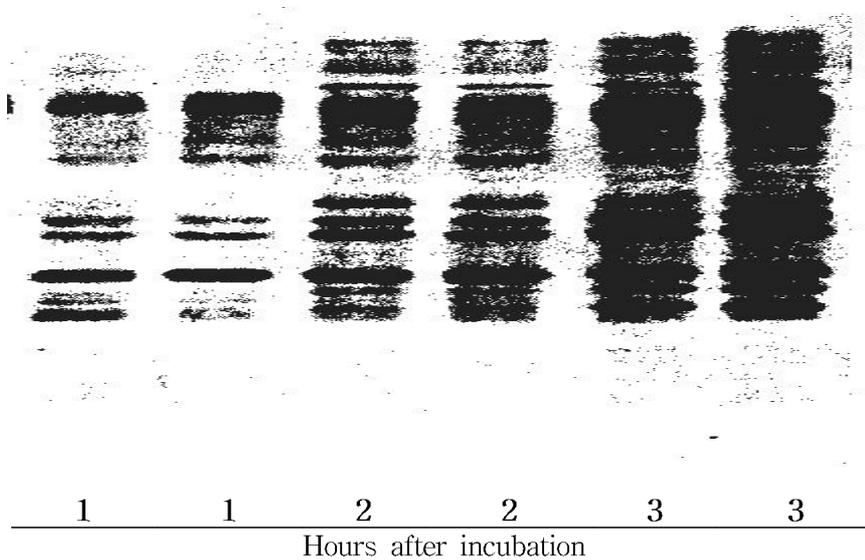


Figure4. Appearance of phosphotyrosine-containing proteins in frozen-thawed Hanwoo sperm under incubation conditions that support capacitation.

4. 고 찰

종모우 유래 정액을 사용하여 수태율을 향상시키기 위한 체외 평가 평가를 위한 수단으로는 정액검사를 실시하며, 육안적 검사 및 현미경적 검사 그리고 최근에는 정액자동분석기가 개발되어 기존의 방법보다 객관성 및 재현성을 높일 뿐만 아니라 신속히 운동특성 및 형태학적 검사를 가능하게 하였다(Garner, 1997; Centola 등 1992; 백 등, 1997). 또한 육안적·현미경적 방법을 통한 정액검사에서는 불임에 대한 제한된 정보밖에 얻을 수 없었으나 정액자동분석기의 활용으로 다양한 정자의 기능과 밀접한 정자성상 및 운동에 대한 특성을 정확하고 신속히 알 수 있게 되었다.

본 연구는 정액자동분석기를 이용하여 한우정액의 운동특성을 분석하고 이를 체외수정에 공여하여 수태에 직접 관련이 있는 요인을 찾아내어 동결정액의 제조시 활용함으로써 수태율을 높일 수 있는 조건을 체외에서 검증하기 위함이다. 또한 동결융해 후 시간에 따른 운동특성의 변화를 관찰하여 융해 후 AI시까지 시간을 줄여야 하는 객관적인 자료를 제공하기 위해 실시하였다.

한우 종모우 유래 동결융해 정액을 체외수정에 공여하였을 때 분할율은 30%에서 80% 범위였으며, 평균 분할율은 60%였다. 본 연구의 결과 동결융해 한우 정자의 운동특성의 대부분은 10분 후부터는 감소하기 시작하였으며, 수태율과 관련이 있을 것으로 추정되는 운동특성들에서도 이러한 현상은 두드러지게 보였으나 이에 관련된 보문이 없어 직접 비료할 수는 없었다. 즉, 한우 동결융해 정액을 배양시 10분 후부터 운동양상의 변화가 시작되었음을 추정할 수 있었다.

동결융해 한우정자의 MOT 및 VCL의 운동특성은 직접 측정되는 정자운동 궤도의 속도 또는 진폭의 값들로서 한우정액의 융해 30분 후부터 유의적으로 감소하였다($P < 0.05$). 이는 동결융해 후 전반적인 정자의 직진성운동이 감소했음을 의미하며, 현미경적 검사시에 정자의 유영속도가 감소한 남성의 정자를 자궁내 주입에 의한 인공수정에 공여할 때 수태율이 감소한다는 Holt 등(1985)의 보고와 같이 융해 후 30분부터는 수태율에 직접적인 영향을 미칠 것으로 사려된다. 정자의 MOT는 정액의 성상을 검사하는 고전적인 방법의 하나이지만 정자의 질과 동일시하였다. 정자의 운동특성이 다른 두 시료는 수태능이 서로 다르게 나타난다고 보고되어 정액의 시료간에 MOT의 현격한 차이가 있을 경우 수태율에 반영됨이 밝혀져 있다. 동결정액이 융해로 인해 정자가 해를 입어 수태율이 낮은 경우에 MOT가 낮으며, 이는 수태율에 영향을 미칠 수 있다고 보고되었다. 남성 정자를 분석시 MOT는 수태능력에 직접 또

는 간접적으로 영향을 미치는 것으로 알려져 있어 본 실험의 결과 한우 정액에서도 MOT는 체외수정 후 분할율과 유의적인 관련이 있는 것으로 나타나 정자의 기능과 밀접하다고 판정되며, 수태율을 예측할 수 있는 요인이라 사려된다. 운동특성중 사람에서 VCL은 햄스터 투명대 제거 난자의 투과시험 결과치와도 관련된 요인으로 나타나 수태율과 직결될 것으로 보고되었다(Ginsberg 등, 1989; Holt 등, 1985). 한우에서 VCL은 30분 후부터 유의적으로 감소하였으며, 체외수정란의 분할율과의 상관지수적 유의적인 관계를 보였다. 한우에서 VCL은 체외수정란의 분할율에 밀접한 관계를 지님으로서 정자의 기능성 및 수태율과 직접 관련이 있을 것으로 추정된다. 향후 정액 검사를 통한 정자의 기능성 판정 및 수태능의 예측은 하나의 주요 특성에 편향되게 의존하거나 모든 정상 또는 특성을 동일한 비중으로 해석하는 것은 적절치 못하며, 수태능 예측에 대한 정확성을 높이기 위하여 MOT나 VCL 같은 요소는 심도깊게 연관성에 비중을 높일 필요가 있을 것으로 사료된다.

수정능 획득이란 침체반응을 준비하기 위한 정자 두부의 원형질막의 변화 및 hyperactivation으로 명명되는 운동성의 변화이다. 본 실험에서는 정자의 이러한 변화를 체외에서 일으키기 위하여 정자활성물질을 사용, 정자의 운동성과 생존성을 검토하였다. 정자활성물질 중 theophylline의 최적농도를 알아보기 위한 실험에서는 각각의 농도별 theophylline이 함유된 TALP와 대조군으로 theophylline이 첨가되지 않은 TALP를 사용하였으며 배양 6시간 후 CASA를 이용하여 분석을 실시하였다. 분석 결과 30 mM 농도에서 정자의 MOT와 VCL이 최대치를 나타내었다. 이러한 결과는 면양에서 밝혀진 theophylline의 효과와 동일한 것으로 사람에서의 20 mM에서 최대치의 효과를 나타낸 결과보다는 높은 값이었다. 이는 theophylline이 정자의 운동성 증가 뿐 아니라 투명대 제거 hamster 난자로의 침입률도 향상 시켰다고 보고하여 theophylline이 운동성의 증가뿐만 아니라 침체반응에도 작용함을 입증된 것으로 theophylline이 정자의 기능을 향상시키는 기전이 있는 것으로 사료된다. 정자활성물질 중 pentoxifylline의 최적농도를 알아보기 위한 실험에서는 정자활성물질을 정액에 첨가하고 배양한 후 6시간 경과시에 CASA를 이용하여 분석하였다. 분석결과 6 mM 농도의 pentoxifylline이 첨가된 TALP와 희석한 정액에서 MOT와 VCL 및 VAP가 최대치의 효과를 나타내었다. 또한 pentoxifylline이 정자의 운동성과 침체반응을 촉진한다고 알려진 것과 같이 본 실험에서도 같은 결과가 도출되었으며, 이들의 동결정액에 첨가시 체내에서의 역할에 관해서는 더 연구가 필요하다. 그러나 각각의 물질은 정자활성의 증가에 따른 생존성의 저하를 야기하지는 않지만, theophylline과

pentoxifylline의 합제의 경우 지나치게 고농도의 정자활성물질의 적용으로 인하여 정자에 상해를 입힌 것으로 사료된다.

정자활성물질 중 heparin은 glycosaminoglycan, 일명 GACs로 정자 세포막의 생리학적 변화를 촉발시켜서 침체반응을 일으키고 정자의 수정능획득 및 난자와의 수정에 영향을 미친다. 난관을 통과시킨 정자와 swim up으로 처리한 2종류의 균을 heparin이 첨가된 배지와 무 첨가 배지에 교차 배양하여 체외수정을 실시하였을 때 swim up으로 처리한 군에서는 heparin첨가가 정자의 난자로의 침입과 수정률을 높였으나 난관을 통과시킨 정자에서는 heparin처리가 영향을 미치지 못하였다는 보고도 있다(Rosenkranz, 1995). 체외에서 heparin을 첨가한 것은 다른 활성물질에 비해 우수한 결과를 보였다. 또한 한우 동결정액을 용해 후 정자를 배양액내에서 배양시 theophylline과 IBMX를 첨가시에 생존성에는 악영향이 미치지 않았을 뿐만아니라 정자의 수정율획득 및 정자의 운동성은 증가하는 경향을 보였다.

이상의 결과로 보아 번식보조기법 중 정자의 운동성이 중요시되는 인공수정에는 IBMX, theophylline이, 정자의 생존성과 침체반응이 중요시되는 체외수정에는 heparin이 정자활성물질로서 효과적이라고 생각되며 정자활성물질을 적용하는 방법을 달리한 후의 효과와 정자활성물질이 수정능획득과 침체반응을 유발시키는 기전에 관해서는 추가연구를 통한 규명이 필요할 것으로 생각된다.

제 6 절 한우의 번식장애 진단 및 치료법 개발

1. 서론

고급육 한우의 대량생산을 위해서는 여러 단계의 지속적인 연구·개발이 필요한데 한우 번식우에서 제기되고 있는 초음파 및 호르몬 분석을 통한 (최 등, 1990; 강 등, 1994abc) 번식장애의 실태를 파악하여 병적인 상태를 조기발견하고 이를 극복하기 위한 처치 프로토콜이 개발되어야 한다. 우리나라 한우에서 번식장애의 발생률은 둔성발정 또는 발정발견의 실패로 인한 무발정이 가장 높고, 다음으로 난소기능정지, 영구황체 및 난소낭종으로서 대부분 난소질환에 의한 것으로 알려져 있다(Choi 등, 1994; 강 등, 1990a,b; 강 등, 1993; 최 등, 1990). 난소질환 가운데 최근 들어 특별히

문제가 되고 있는 영구황체 및 난소낭종은 그 형태학적 및 조직학적 다양성으로 인해 (장 등, 1987) 종래보다 우수한 진단 및 치료법의 개발이 요구된다.

본 연구에서는 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식기술개발의 일환으로 한우의 각종 번식장애를 progesterone 농도측정 및 초음파 검사법을 이용하여 감별진단하고 GnRH agonist 및 PGF2 α 를 이용하여 번식장애의 치료효과를 알아보고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 공시동물

한우의 전국적 번식장애 분포를 조사하기 위해 총 891두를 제 2장에서 제시한 바와 같이 본 연구팀이 개발한 한우 번식우 목장 및 개체의 조사표에 의거 연구팀이 번식우 목장을 직접 방문하여 조사연구 하였다. 조사 대상우의 전체적인 번식지표를 조사하였고 실험목적에 의거 생식기를 직장검사 또는 초음파 검사로 진단하여 임신, 생식기질병, 무발정 등을 진단, 기록하였다. 번식장애의 감별진단 및 치료효과를 보기 위해 전라남도의 일반 농가에서 사육중인 분만 후 60 일까지 발정이 재귀되지 않은 무발정 한우 43 두를 대상으로 하였다. 공시우의 연령은 7.2 (3~12)년, 산차는 3.6 (1~8)회 이었고, 사양기준은 해당 농가의 사양기준에 따라 사육하였다. 영구황체를 가진 총 76 두에 대해 황체퇴행인자의 여러 가지 투여경로에 대한 효과를 보았다.

나. 혈액채취 및 발정관찰

Table 1에서 보는 바와 같이 감별진단 및 치료효과를 판정하기 위하여 10 일 간격으로 2 회의 직장검사, 초음파검사 및 채혈한 다음 둔성 발정, 발정발견의 잘못, 황체낭종 및 영구황체는 치료일, 치료 후 3 일, 12 일 및 21 일에, 그리고 난포낭종과 난소기능정지는 치료일, 치료 후 12 일 및 21 일에 각각 직장검사 및 초음파검사를 실시하고 채혈하였다. 경정맥에서 EDTA 처리병에 채취한 혈액은 30 분 이내에 1,200 g에서 10 분간 원심하여 혈장을 분리한 후, 혈장을 분석할 때까지 -200C에 보관하였다. 한편 발정의 확인은 매일 2 회 (08:00, 18:00) 임상적 발정증상을 육안적으로 관찰하였다.

다. 혈중 progesterone 농도측정 및 초음파 검사

혈중 progesterone 농도측정과 초음파 검사는 제 2 장에서 기술한 방법에 준하여 실시하였다. 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이상인 경우를 기능황체가 존재하는 것으로 판정하였다. 난소는 10 일 간격으로 2 회, 자궁은 1 회 초음파 검사하였다.

라. 무발정의 감별진단 및 치료

혈중 progesterone 농도측정, 직장검사 그리고 초음파검사에 의한 난소의 정상 및 병적상태의 감별진단은 Karg 등 (1980) 및 Edmondson 등 (1986)의 기술을 변형하여 Table 2와 같이 실시하였다. 자궁의 정상 및 병적상태는 Fissore 등 (1986)의 기술에 준하여 정상 자궁은 발정기와 무발정기로 구별하였고 병적 상태의 자궁은 자궁내강에 소량의 액체의 축적으로 anechoic하면서 'snowy' echogenic particle이 존재하면 자궁내막염으로 진단하였으며 확장된 자궁내에 다량의 액체의 축적으로 anechoic하면서 'snowy' echogenic particle이 전반적으로 산재되어 있을 때는 자궁축농증으로 진단하였다. 둔성발정 또는 발정발견의 잘못된 치료는 PGF2 α (LutalyseTM ® : Upjohn Co.) 25 mg을 투여하였으며 황체낭종과 영구황체의 치료도 PGF2 α 25 mg을 근육내 주사하였다. 난소실질내 PGF2 α 의 투여는 전술한 방법에 준하여 실시하였다. 난포낭종과 난소기능정지의 치료는 GnRH (Cystorelin ®: Sanofi Animal Health, Inc.) 200 μ g을 투여하였다. 생식기관의 염증성 질환은 세균분리 및 약제감수성 시험 결과에 따라서 항생제 요법과 난소의 치료 (호르몬제 요법)를 병행하였다.

Table 1. Blood sampling and treatment schedules for differential diagnosis and evaluation of treatment effect in reproductive disorders of in anestrus HanWoo

Day 0	Rectal palpation, US** and blood sampling	
Day 10	Rectal palpation, US and blood sampling	
Day 13	Progesterone assay & diagnosis	
Day 15(0*)	Silent heat, EED***, Luteal cyst or Persistent corpus luteum	Follicular cyst or Inactive ovary
	<ul style="list-style-type: none"> - PGF₂α 25 mg IM - Rectal palpation, US and blood sampling 	<ul style="list-style-type: none"> - Gn-RH 200μg IM - Rectal palpation, US and blood sampling
Day 18(3*)	<ul style="list-style-type: none"> - Estrus confirmation and AI - Rectal palpation, US and blood sampling 	
Day 27(12*)	<ul style="list-style-type: none"> - Rectal palpation, US and blood sampling 	<ul style="list-style-type: none"> - Rectal palpation, US and blood sampling
Day 36(21*)	<ul style="list-style-type: none"> - Estrus confirmation % AI - Rectal palpation, US and blood sampling 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrus confirmation and AI - Rectal palpation, US and blood sampling

* Days after treatment

** Ultrasonography

*** Error of estrus detection

Table 2. The differential diagnosis of ovarian disorders by plasma progesterone concentration, rectal palpation and ultrasonography in anestrus HanWoo

Progesterone (ng/ml)		Rectal palpation and ultrasonography						Diagnosis
Day 0*	Day 10	Day 0			Day 10			
		Cyst	CL**	Follicle	Cyst	CL	Follicle	
<1	<1	+	-	-	+	-	-	Follicular cyst
		-	-	-	-	-	-	Inactive ovary
<1	≥1	-	-	+	-	+	-	SH*** or EED****
		+	-	+	+	+	-	SH or EED
≥1	<1	-	+	-	-	-	+	SH or EED
		+	+	-	+	-	+	SH or EED
≥1	≥1	-	+	-	-	+	-	PCL*****
		+	+	-	+	+	-	PCL
≥1	≥1	+	-	-	+	-	-	Luteal cyst

* Day 0 = The day of the first examination.

** Corpus luteum, + : Present, - : Absent.

*** Silent heat.

**** Error of estrus detection.

***** Persistent corpus luteum.

마. 감량법에 의한 PGF2 α 의 처치

영구황체에 의한 무발정으로 진단된 개체는 황체 용해를 위해서 합성 PGF2 α 제제를 투여하였으며, 근육주사 용량(15mg)의 2/5(6mg) 및 1/5(3mg) 용량을 난소실질 내 또는 황체조직 내에 직접 주사하였다. 난소실질 주사는 전술한 방법에 의해 실시하였고 처치 후 발정 유무를 조사하여 치료여부를 결정하였으며, 발정이 유도되면 인공수정을 실시하였다. 임신진단은 임신 60일에 직장검사 및 초음파 검사를 병행하여 실시하였다.

바. 번식장애에 대한 치료효과의 판정

Table 1에서 보는 바와 같이 둔성발정, 발정발견의 잘못, 황체낭종 및 영구황체는 치료일, 치료 후 3 일, 12 일 및 21 일째에 각각 직장검사, 임상검사 및 혈중 progesterone 농도를 측정하여 치료효과를 판정하였다. 또한 난포낭종과 난소기능정지는 치료일, 치료 후 12 일 및 21 일째에 역시 직장검사, 초음파검사, 임상검사 및 혈중 progesterone 농도를 측정하여 치료효과를 판정하였다.

사. 통계학적 분석방법

통계학적 검증은 SAS 통계 program 에 포함된 Proc-GLM을 이용하여 시행하였으며 ANOVA 에 의한 model effect 검증 후 유의적 차가 있는 경우 least square 법으로 처리구간 비교를 이행하였다. 유의수준은 P<0.05 미만으로 하였다

3. 결 과

가. 한우 번식장애의 유형별 분류

조사우 891두 중 난소위축 및 저기능 난소(hypofunction ovary)로 인한 번식장애가 149두 (17%), 황체의 잔존으로 인한 무발정이 533두 (60%) 였으며, 황체낭종

138두 (15%), 난포낭종 38두 (4%), 및 발육중인 난포 존재우가 33두 (4%)로 조사되어 황체잔존으로 인한 무발정이 한우 번식장애의 가장 큰 원인으로 파악되었다 (그림). 그러나 황체잔존에 의한 무발정의 경우에는 발정관찰의 실패에 의한 인위적인 무발정도 포함되어 있으므로 보다 정확한 원인을 규명하기 위해서는 대단위 목장에서 철저한 발정관찰을 수행한 후에 판단하여야 할 것으로 사료된다.

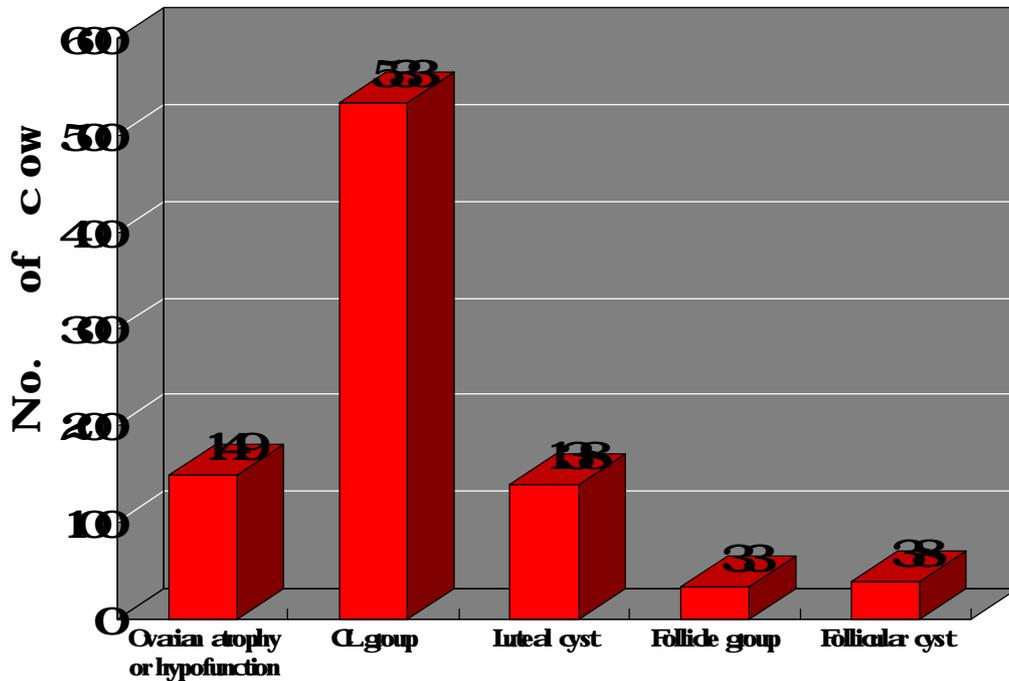


그림. 한우의 번식기 질환 분포

나. 한우에서 생식기질병의 감별진단

분만 후 60일까지 발정이 재귀되지 않는 한우 경산우 43두를 대상으로 혈액내 프로게스테론 농도 검사, 직장 및 초음파 검사에 의한 무발정의 원인을 조사하였다. 조사 대상우 43두 중 둔성발정 및 발정발견 실패로 판명된 것이 18두(41.9%)로 가장 많은 수를 보였으며, 난소의 비활성화가 14두(32.6%)로 나타나 둔성발정 및 발정발견

실패와 더불어 분만 후 발정재귀 실패의 가장 큰 원인으로 조사되었다. 또한 기타 원인으로서는 난포낭종(9.3%), 지속적 황체의 존재(7.0%), 자궁내막염(4.7%), 자궁축농증(2.3%) 및 황체낭종이 2.3% 순으로 나타났다 (Table 3).

Table 3. Incidence of reproductive disorders based on progesterone profiles and rectal examination in 43 anestrus HanWoo cows

Reproductive disorders	No. of animals	Incidence (%)
Silent heat/Error in estrus detection	18	41.9
Inactive ovaries	14	32.6
Follicular cyst	4	9.3
Persistent corpus luteum	3	7.0
Endometritis	2	4.7
Pyometra	1	2.3
Luteal cyst	1	2.3
Total	43	100

다. 번식장애의 치료 및 치료효과

검사두수 43 두중 치료를 실시한 38두에서 각 번식장애증에 대한 치료성적은 Table 4와 같다. 둔성발정 또는 발정발견의 잘못이 확인된 18 두를 PGF2 α 25 mg으로 치료한 결과 18두 (100%) 모두 발정이 발현되어 인공수정을 실시한 결과 이중 16두 (88.9%)가 임신되었다. 난소기능정지는 GnRH 200 μ g으로 치료하여 10 두 중 8 두 (80%)가 발정이 발현되어 이중 7 두 (70%)가 인공수정 후 임신이 되었다. 난포낭종도 GnRH 200 μ g으로 치료하여 4두 중 3 두 (75%)가 발정이 발현되어서 인공수정 후 임신이 되었다. 영구황체 3 두와 황체낭종 1 두는 PGF2 α 25 mg으로 치료를 하여 4 두 모두 발정이 발현되어서 인공수정 후 임신이 되었다. 자궁내막염 2 두는 PGF2 α 25 mg과 항생제 요법을 병행한 결과 2 두 모두 발정이 발현되어서 인공수정 후 임신이 되었다.

Table 4. Estrus response and fertility after treatment with GnRH in the inactive ovary and follicular cyst, PGF₂ α in the silent heat, error of estrus detection, persistent corpus luteum and luteal cyst, and PGF₂ α plus antibiotics in the endometritis in 38 anestrus HanWoo, respectively.

	Treatment	No. of animals	Estrus(%)	Conception(%)
Silent heat or EED*	PGF ₂ α 25mg	18	18(100)	16(88.9)
Inactive ovaries	GnRH 200 μ g	10	8(80)	7(70)
Follicular cyst	GnRH 200 μ g	4	3(75)	3(75)
Persistent corpus luteum	PGF ₂ α 25mg	3	3(100)	3(100)
Luteal cyst	PGF ₂ α 25mg	1	1(100)	1(100)
Endometritis	PGF ₂ α 25mg +Antibiotics	2	2(100)	2(100)

라. PGF₂ α 투여경로에 따른 치료효과

투여경로에 따른 PGF₂ α 의 치료 효과는 Table 5과 같다. 투여경로에 따른 PGF₂ α 의 발정개시효과는 근육주사에 비하여 난소내 주사가 유의적 ($P < 0.01$)으로 높았으며 (71 vs. 91-92%) 난소내 주사의 경우 PGF₂ α 농도를 6 mg에서 3 mg으로 감소시켰을 경우에도 동일한 발정유도효과를 나타내었다. 상이한 경로로 PGF₂ α 를 투여한 후 인공수정을 한 경우에도 투여용량에 관계없이 난소내 주사가 근육주사에 비하여 유의적 ($P < 0.01$)으로 높은 수태율을 유도하였다 (69 vs. 88%). 근육주사 시 49두 중 35두가 발정이 유도되었으며 인공수정 후 24두가 임신되었다. 난소내 주사의 경우 10 mg을 투여한 군에서는 35두 중 32두가 발정이 유도되었고 인공수정 후 28두가 임신되었다. 황체용해를 위해 3 mg을 난소내에 투여한 군에서는 37두 중 34두에서 발정이 유도되었고 30두가 임신확인 되었다.

Table 5. Rate of estrus induction, estrus detection and pregnancy rate after administration of prostaglandin F_{2α} by different route

Administration route (dosage*)	No. of cows administered	No.(%) of estrus induced and AI	No.(%) of cows pregnant
IM (15mg)	49	35 (71) ^a	24 (69) ^a
Intraovarian (6mg)	35	32 (91) ^b	28 (88) ^b
Intraovarian (3mg)	37	34 (92) ^b	30 (88) ^b

* Reprodin^(L)(Luprostiol).
a-b: P<0.01.

마. 각 번식장애에 대한 감별진단 및 치료효과의 판정

각 번식장애별 감별진단 및 치료효과의 판정에 대한 개체별 실례는 다음과 같다.

1) 난소기능정지

Fig. 1의 Cow 128과 263은 10 일 간격 2 회 모두 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이하였으며, 직장검사 및 초음파검사 소견상 난소에 구조물이 전혀 인정되지 않아서 난소기능정지로 진단되었다. 이를 GnRH 200 μg으로 치료를 하였던 바, 2 두 모두 치료 후 12 일에 혈중 progesterone 농도가 3.0 ng/ml 이상으로 상승하였으며, Cow 128은 치료 후 19 일에 발정이 발생하여 인공수정 후 임신이 확인되었다. Cow 263은 치료 후 5 일에 발정이 발생하여 인공수정 후 임신이 되었다. Fig. 2의 Cow 193과 262도 10 일 간격 2 회 모두 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이하였으며 직장검사 및 초음파검사 소견상 난소에 구조물이 전혀 인정되지 않아서 난소기능정지로 진단하여, GnRH 200 μg으로 치료를 한 결과 Cow 193은 치료 후 8 일에 발정증상을 보여 인공수정을 실시하여 임신을 확인하였다. 그러나 Cow 193과 262는 치료 후 12 일과 21 일에 모두 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이상으로 상승이 되지 않았으며 직장검사 및 초음파검사에서도 난소의 구조물에 변화를 보이지 않았고, 치료 후 40 일까지 다른 어떤 발정증상을 보이지 않아서 치료가 되지 않았던 예이다.

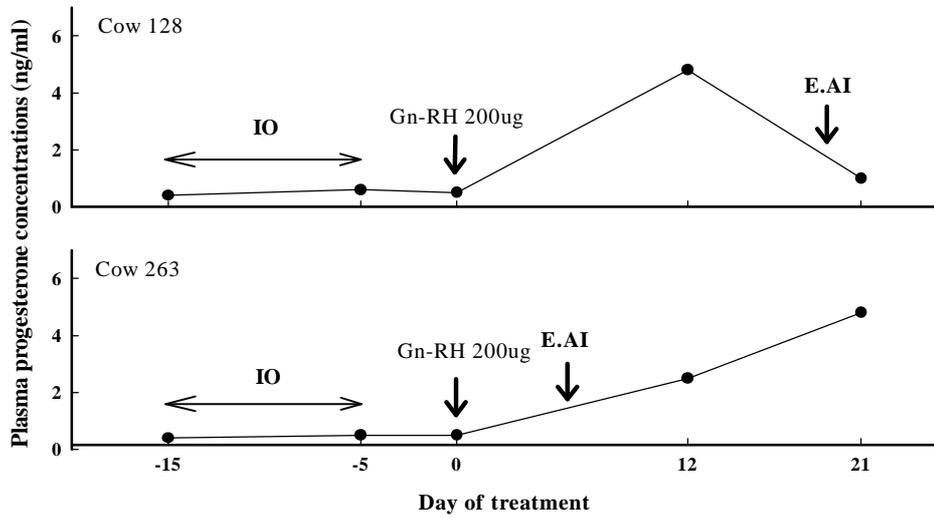


Fig 1. Plasma progesterone profiles before and after injection of 200ug Gn-RH in cows with inactive ovary (pregnant case after treatment). E = Estrus, AI = Artificial insemination, IO = Inactive ovary, Day 0 is the day of treatment.

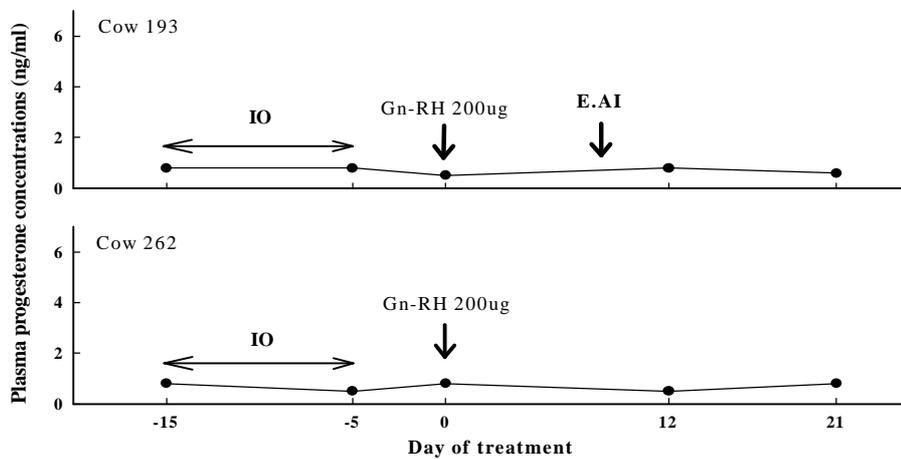


Fig 2. Plasma progesterone profiles before and after injection of 200ug Gn-RH in cows with inactive ovary (non-pregnant case after treatment). E = Estrus, AI = Artificial insemination, IO = Inactive ovary, Day 0 is the day of treatment.

2) 난포낭종

Fig. 3의 Cow 339와 117은 10 일 간격 2 회 모두 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이하이었으며, 직장검사 및 초음파검사 소견상 난소에 직경 2.5 cm이상의 낭종이 존재하여 난포낭종으로 진단되었다. 이를 GnRH 200 μ g으로 치료한 결과, 2 두 모두 치료 후 12 일에 혈중 progesterone 농도가 3.0 ng/ml 이상으로 상승하였으며 Cow 339는 치료 후 20 일에, Cow 117은 22 일에 발정이 발현되어서 인공수정 후 임신이 확인되었다.

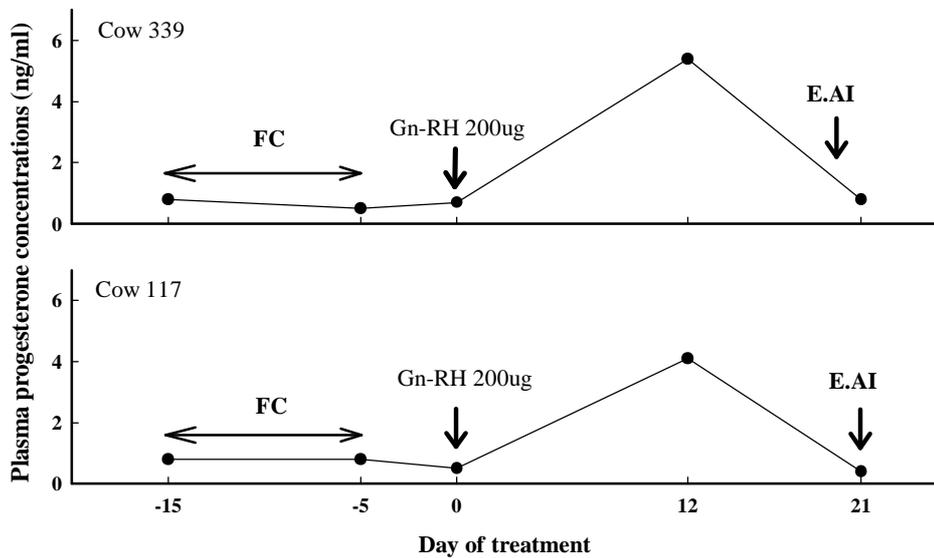


Fig 3. Plasma progesterone profiles before and after injection of 200ug Gn-RH in cows with follicular cyst. E = Estrus, AI = Artificial insemination, FC = Follicular cyst, Day 0 is the day of treatment.

3) 영구황체

Fig. 4의 Cow 108과 302는 10 일 간격 2 회 모두 혈중 progesterone 농도가 3.0 ng/ml 이상이었으며, 직장검사 및 초음파검사 소견상 난소에 황체가 계속 잔존하였고

자궁 및 질에는 다른 어떠한 이상도 없어서 영구황체로 진단하였다. $PGF_{2\alpha}$ 25 mg으로 치료한 결과, 2 두 모두 치료 후 3 일에 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml이하로 감소하였으며, Cow 108은 치료 후 3 일에 발정이 발생하여 수정 후 임신이 확인되었고, Cow 302는 치료 후 2 일에 발정이 발생하였으나 수정을 시키지 않았던 것으로 치료 후 22 일에 다시 발정이 발생하여서 인공수정 후 임신이 확인되었다.

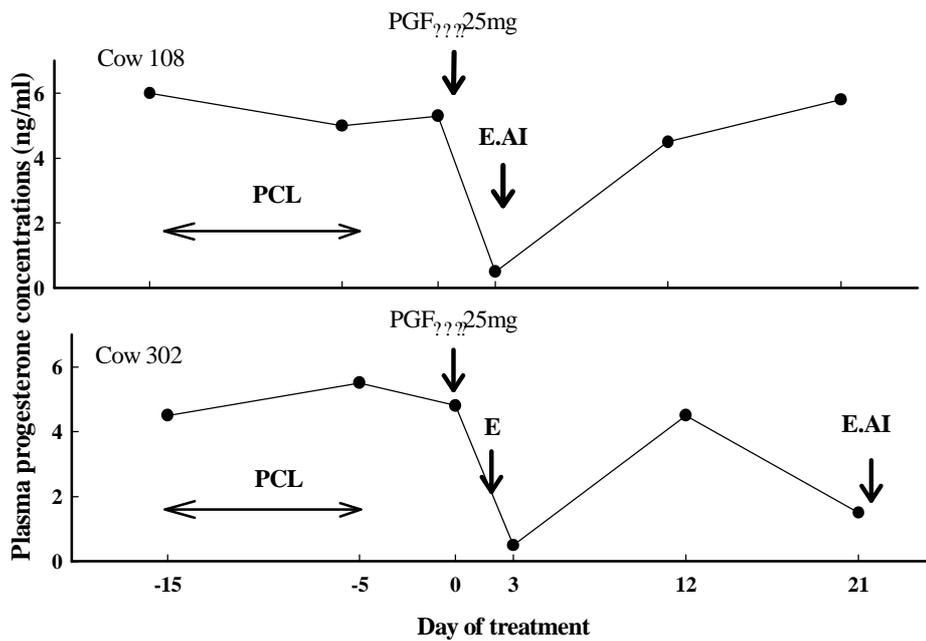


Fig 4. Plasma progesterone profiles before and after injection of 25 mg $PGF_{2\alpha}$ in cows with persistent corpus luteum. E = Estrus, AI = Artificial insemination, PCL = persistent corpus luteum, Day 0 is the day of treatment.

4) 황체낭종

Fig. 5의 Cow 412는 10 일 간격 2 회 모두 혈중 progesterone 농도가 3.0 ng/ml 이상이었고, 직장검사 및 초음파검사 소견상 난소에 낭종이 계속 잔존하여 황체낭종으로 진단되었다. $PGF_{2\alpha}$ 25 mg으로 치료한 결과, 치료 후 3 일에 혈중 progesterone 농도가 1.0 ng/ml 이하로 감소하였고 발정이 발생하여서 인공수정 후 임신이 확인되었다.

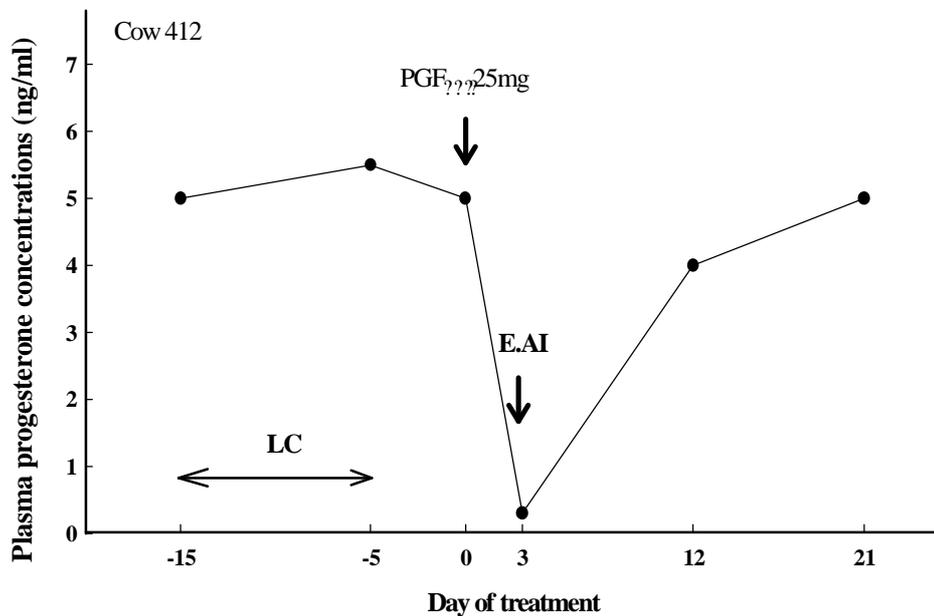


Fig 5. Plasma progesterone profiles before and after injection of 25 mg PGF_{22} in cows with luteal cyst. E = Estrus, AI = Artificial insemination, LC = Luteal cyst, Day 0 is the day of treatment.

4. 고 찰

난소의 질환 중 난포낭종과 황체낭종에 대한 감별진단의 곤란성이 지적되어 최근에는 혈액이나 유즙중의 P4 농도를 측정하여 난소질환 진단에 응용해가고 있는 실정이다(Claus 등, 1983; Nakao 등, 1983; Seguin, 1980). 특히 Nakao(1986)는 무발정의 품고로 직장검사에 의한 난소 낭종의 진단은 다음 4가지 즉, 1) 난포낭종, 2) 황체낭종, 3) 낭종성난포와 황체의 공존, 4) 낭종성황체로 구분되나 더욱 초진시 치료에서는 1)의 난포낭종과 2) ~ 4)의 기능성 황체인가는 정확히 진단할 필요가 있다고 지적하고 있다. 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우의 번식장애를 감별 진단하고 치료 protocol의 개발을 위해 본 연구가 수행되었다. 본 연구는 분만 후 60 일

까지 발정이 재귀되지 않은 무발정 한우 43 두를 대상으로 이들의 감별진단 및 치료 효과를 관정하기 위하여 0일째와 10일째의 P4 농도를 측정하여 1.0 ng/ml 보다도 높고 낮음을 구분하였고, 그것을 바탕으로 직장검사와 초음파 검사를 시행하여 정확한 진단을 하였다. 혈중 progesterone 농도측정 및 직장검사에 의한 번식장애의 감별진단 결과는 검사두수 43 두중 둔성발정 또는 발정발견의 잘못이 18 두 (41.9%)로 가장 많았고, 난소기능정지 14 두 (32.6%), 난포낭종 4 두 (9.3%), 영구황체 3 두 (7.0%), 자궁내막염 2 두 (4.7%), 자궁축농증과 황체낭종은 각각 1 두 (2.3%)로 나타나 국내 한우에서 공태기를 줄이기 위한 방법으로는 발정발견 방법을 개선하는 것이 가장 시급한 문제로 나타났다. 이를 개선하기 위해서는 일일 3 회, 30 분 이상 우군의 면밀한 관찰을 통한 발정 증상 확인이 필요하며, 그렇지 못할 경우에는 발정발견 도구를 발정예상우의 미근부에 부착하거나 다양한 형태의 시정우 (teaser bull)를 도입하는 등 적극적인 방법이 필요할 것으로 사료된다.

소에서의 번식장애의 치료를 위해서는 진단 방법에 따라 다르지만 주로 난포유래 장애는 GnRH를 (Cantley 등, 1975; Kesler 등, 1978; 윤 등, 1998), 황체유래 장애는 PGF2 α 를 이용한 치료법이 이루어지고 있다 (Kesler 등, 1978; Kesler 와 Garverick, 1982; 윤 등, 1998). 본 연구의 검사두수 43 두중 치료 실시에서도 나타났듯이 둔성발정 또는 발정발견의 잘못 18 두를 PGF2 α 25 mg으로 치료를 하였던 바 18 두가 발정이 발현되었는데 이중 16 두 임신되어 실제로는 대부분 수의산과학적으로는 질병상태가 아닌 정상적 번식우로 나타났다. 향후 이와 같은 PGF2 α 처치시 PGF2 α 5-10mg 저 용량의 사용으로 동일한 효과를 나타내는 난소내 실질주사법도 적극 권장된다고 사료된다. 또한 난소기능정지되어 난소내 특별한 구조물이 없이 진행 중인 소의 경우 그 진단은 직장검사 및 초음파검사를 통해 실시할 수 있었으며, 혈장 progesterone의 농도도 매우 낮게 유지됨을 알 수 있었다. 이때 GnRH 200 μ g를 처치시 1두는 발정이 발현되어 인공수정에 의한 임신이 유지되었으며, 1두는 progesterone의 농도가 증가함을 볼 수 있었으며, 이는 외부의 발정증상없이 GnRH에 의한 배란 및 황체 형성으로 판단되며, 21일 후에 발정이 재개되어 치료된 것으로 판단하였다. 전체적으로 난소기능장애 소의 GnRH에 의한 처치로 10 두중 8 두가 발정이 발현되어 이중 7 두가 임신이 되어 호르몬 처치에 의한 반응도 매우 우수하므로 번식장애 발생시에는 정확한 진단을 통한 해당 호르몬의 적절한 치료가 번식효율을 증진시키는데 매우 유용함이 입증되었다. 난포낭종의 경우 역시 직장검사를 통해 낭포성의 구조물을 확인할 수 있었으며, 초음파 검사를 통해 육안적인 진단이 가능하였고, 혈장

progesterone의 검사에서는 낮은 농도가 감지되어 황체낭종과 감별할 수 있었다. 또한 GnRH 200 μ g의 처치로 4 두중 3 두가 낭종의 소멸과 함께 발정이 발생하여서 인공수정 후 임신이 되었다. 직장검사를 통해 진단된 영구황체 3 두와 황체낭종 1 두는 각각 PGF2 α 25 mg으로 치료를 하였던 바, 3 두 모두 발정이 발생하여 수정 후 임신이 되었으며, 자궁내막염 2 두는 PGF2 α 25 mg과 항생제 요법을 병행한 결과 2두 모두 발정이 발생하여서 인공수정 후 임신이 되어 수의사의 적절한 진단을 바탕으로 처치시에 이에 대한 반응은 문제가 없었다.

투여경로에 따른 PGF2 α 처치효과 확인을 위해 황체가 존재하는 난소 측의 둔부에 근육주사하는 방법과 황체에 직접 투여하는 방법을 비교한 결과, 발정유도율은 각각 71%, 91%, 및 92%를 나타내어 황체 내에 직접 PGF2 α 를 투여할 경우 적은 양으로도 높은 발정유도율을 얻을 수 있다는 것이 확인되었다. 이 결과는 윤 등(1998)이 초음파 유도에 의한 난소 및 황체 내 실질주사시 얻은 결과와 유사한 경향을 나타내었다. PGF2 α 를 근육 내로 투여할 경우는 투여된 PGF2 α 가 난소로 전달되기 전에 전신순환을 거쳐 대부분 폐에서 분해가 되는데 비하여 난소 내로 직접 투여할 경우 불활화 되는 PGF2 α 가 적고 직접 황체에 작용함으로써 적은 양으로도 효과적으로 황체를 용해시켜 발정을 유도하는 것으로 사료된다

이상에서와 같이 분만 후 무발정우를 대상으로 한 초음파검사 및 혈중 progesterone 농도측정은 직장검사를 통한 진단을 객관화 할 수 있어 번식장애를 조기에 발견하고 이어서 정확한 감별진단에 수행 할 수 있어 효과적인 치료를 함으로써 분만 후 공태기를 단축시킬 수 있는 유용한 방법으로 나타났다.

제 7 절 참고문헌

1. Agarwal A, Ozturk E, Loughlin KR. Comparison of semen analysis between the two Hamilton Thorn semen analysers. *Andrologia*, 24:327-329, 1992.
2. Aitken RJ, Best FSM, Richardson DW, Djahanbakhch O, Mortimer D, Templeton AA. An analysis of sperm function in cases of unexplained infertility: conventional criteria movement characteristics and fertilizing capacity. *Fertil Steril*, 38:212-221, 1982.
3. Auger J, Leonce S, Jouannet P, Ronot X. Flow cytometric sorting of living, highly motile human spermatozoa based on evaluation of their mitochondrial activity. *The journal of histochemistry and cytochemistry*, 41:1247-1251, 1993.
4. Badtram GA, Gaines JD, Thomas CB, Bosu WTK. Factor influencing the accuracy of early pregnancy detection in cattle by real-time ultrasound scanning of the uterus. *Theriogenology* 35:1153-1167, 1991.
5. Boyd, JS, Omran, SN and Ayliffe, TR. Use of a high frequency transducer with real time B-mode ultrasound scanning to identify early pregnancy in cows. *Vet. Rec.* 123:8-11, 1988.
6. Budworth PR, Amann RP, Chapman PL. Relationships between computerized measurements of motion of frozen-thawed bull spermatozoa and fertility. *J Androl*, 9:41, 1988.
7. Bulman DC, Lamming GE. The use of milk progesterone analysis in the study of oestrus detection, herd fertility and embryonic mortality in dairy cows. *Br. Vet. J.* 135:559-567, 1979.
8. Cantley TC, Garverick HA and Bierschwal CJ. Hormonal responses of dairy cows with ovarian cysts to GnRH. *J. Anim. Sci.*, 41:1666-1673, 1975.
9. Centola GM. Comparison of manual microscopic and computer-assisted methods for analysis of sperm count and motility. *Archives of Andrology*, 36:1-7, 1996.
10. Choi HS, Kang BK, Lee CG and Son CH. Application of progesterone measurement for fertility control in Korean native cattle. *IAEA-TECDOC*. 736:83-89, 1994.
11. Claus R, Karg H, Zwiauer D, von Butler I, Pirchner F, Rattenberger E.

Analysis of factors influencing reproductive performance of the dairy cow by progesterone assay in milk-fat. *Br. Vet. J.* 139:29-37, 1983.

12. Curran S, Kastelic JP, Ginther OJ. Determining sex of the bovine fetus by ultrasonic assessment of the relative location of the genital tubercle. *Anim Reprod Sci* 19: 217-227, 1989.

13. Curran, S, Pierson, RA and Ginther, OJ. Ultrasoundgraphic appearance of the bovine conceptus from Days 10 through 20. *J. Vet. Med. Assoc.* 189: 1289-1294, 1989.

14. Davis RO, Drobnis EZ, Overstreet JW. Application of multivariate cluster, discriminate function, and stepwise regression analyses to variable selection and predictive modeling of sperm cryosurvival. *Fertil Steril*, 63:1051-1057, 1995.

15. Davis RO, Katz DF. Operational standards for CASA instrument. *J Androl*, 14:385-394, 1993. *Theriogenology* 35: 1153-1167, 1991.

16. Dunphy BC, Kay R, Barratt CLR, Cook ID. Quality control during the conventional analysis of semen as essential exercise. *J Androl* , 10:378, 1989.

17. Edmondson AJ, Fissore RA, Passhen RL, Bondurant RH. The use of ultrasonography for the study of the bovine reproductive tract. I. Normal and pathological ovarian structure. *Anim Reprod Sci* 12: 157-165, 1986.

19. Eggert-Kruse W, Schwarz h, Rohr G, Demirakca T, Tilgen W, Runnebaum B. Sperm morphology assessment using strict criteria and male fertility under in-vivo conditions of conception. *Human Reproduction*, 11:139-146, 1996.

20. Farin PW, Youngquist RS, Parfet JR, Garverick HA. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. *Theriogenology* 34: 633-641, 1990.

21. Fornes, M.W., Barbiery, A.M. and Burgos, M.H.. Sperm motility loss induced by gossypol:relation with OH. scavengers, motile stimulators and malondialdehyde production. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 195(3):1289-1293, 1993.

22. Fissore RA, Edmondson AJ, Pashen RL, Bondurant RH. The use of ultrasonography for the bovine reproductive tract. II. Non-pregnant, pregnant and pathological conditions of the uterus. *Anim Reprod Sci* 12: 167-177, 1986.

23. Fukui, Y. Effect of follicle cells on the acrosome reaction, fertilization, and

- developmental competence of bovine oocytes matured in vitro. *Mol. Reprod. Dev.*, 26:40-46, 1990.
24. Garner DL. Ancillary tests of bull semen quality. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 13:313-330, 1997.
25. Ginsberg KA, Sacco AG, Moghissi KS, Sorovetz S. Variation of movement characteristics with washing and capacitation of spermatozoa. I Univariate statistical analysis and detection of sperm hyperactivation. *Fertil Steril.* 51:869, 1989.
26. Gunzler O, Rattenberger E, Grolach A, Hahn R, Hocke P, Claus R, Karg H. Milk progesterone determination as applied to the confirmation of oestrus, the detection of cycling and as an aid to veterinarian and biotechnical measures in cows. *Br. Vet. J.* 135:541-549, 1979.
27. Guilbault LA, Rouillier P and Matton P. Relations between the level of androgen and inhibin contents (α subunit and α - β dimer) in morphologically dominant follicles during their growing and regressing phases of development in cattle. *Biology of Reproduction* 48: 268-276, 1991.
28. Gliedt, D.W., Rosenkrans, C.F. jr., Rorie, R.W. and Rakes, J.M.. Effects of oocytes maturation length, sperm capacitation time, and heparin on bovine embryo development. *J. Dairy Sci.*, 79(4):532-535, 1996.
29. Han YM, Yamashina H, Koyama N, Lee KK and Fukui Y. Effects of quality and developmental stage on the survival of IVF-derived bovine blastocysts cultured in vitro after freezing and thawing. *Theriogenology* 42:645-654, 1995.
30. Hansen C, Delsaux B. Use of transrectal B-mode ultrasound imaging in bovine pregnancy diagnosis. *Vet Rec* 121: 200-202, 1987.
31. Hoffmann B, Gunzler O, Hamburger R, Schmidt W. Milk progesterone as a parameter for fertility control in cattle ; methodological approaches and present status of application in Germany. *Br. Vet. J.* 132:469-474, 1976.
32. Holt W, Watson P, Curry M, Holt C. Reproducibility of computer-aided semen analysis: comparison of five different systems used in a practical workshop. *Fertil Steril*, 62:1277-82, 1994.
33. Huhtinen M, Rainio V, Aalto J, Bredbacka P, Mäki-Tanila A. Increased ovarian

- responses in the absence of a dominant follicle in superovulated cows. *Theriogenology* 37: 457-463, 1992.
34. Hurowitz EH, Leung A, Wang C. Evaluation of the CellTrak computer, assisted sperm analysis system in comparison to the Cellsoft system to measure human sperm hyperactivation. *Fertil, Steril*, 64:427-432, 1995.
35. Ireland JJ and Roche JF. Hypotheses regarding development of dominant follicles during a bovine estrus cycle. In *Follicular Growth and Ovulation Rate in Farm Animals*. pp. 1-18, 1987.
36. Izaïke Y, Suzuki O, Shimada K Takenouchi N Taakhashi M. Observation by ultrasonography of embryonic loss following the transfer of two or three embryos in beef cows. *Theriogenology* 36: 939-947, 1991.
37. Jaiswal, B.S. and Majumder, G.C.. Cyclic AMP phosphodiesterase: a regulator of forward motility initiation during epididymal sperm maturation. *Biochem. Cell. Biol.*, 74(5):669-674, 1996.
38. Jequier AM, Ukome EB. Errors inherent in the performance of a routine semen analysis. *Br J Urol*, 55:434, 1983.
39. Karg N, Csaba I, Than G, Vereczkey G, Sardi J, Szabo D. Prognostic value of pregnancy-specific serum beta glycoprotein in threatened abortion. *Orv. Hetil.*, 121:939-941, 1980.
40. Kastelic JP, Curran S, Pierson, Ginther OJ. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology* 29: 39-54, 1988.
41. Kastelic, JP, Curran, S. and Ginther, OJ. Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on Days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology* 31:813-820, 1989.
42. Kesler DJ , Garverick HA, Bierschwal CJ, Elmore RG and Youngquist RS. Clinical and endocrine responses of dairy cows with ovarian cysts to GnRH and PGF2 α . *J. Anim. Sci.*, 46:719-725, 1978.
43. Kesler DJ and Garverick HA. Ovarian cysts in dairy cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, 55:1147-1157, 1982.
44. Kolibianakis EM, Tarlatzis BC, Bontis J, Papadimas J, Spanos E, Mantalenakis S. Evaluation of Hamilton, Thorn automated semen analysis system. *Arch Androl* 28: 2134-22, 1992.

45. Kramer RY, Garner DL, Bruns ES, Ericsson SA, Prins GS. Comparison of motility and flow cytometric assessments of seminal quality in fresh, 24, hour extended and cryopreserved human spermatozoa. *J Androl* 14: 374-84, 1993.
46. Kuse W, The significance of computer, assisted semen analysis (CASA) for diagnosis in andrology and fertility prognosis. *Int J Androl.* 18: 32-35, 1995.
47. Kuwayama M, Tasaka M and Hamano S. In straw dilution of bovine IVF-blastocysts cryopreserved by vitrification. *Theriogenology* 41:231, 1994.
- Kahn W. Sonographic fetometry in the bovine. *Theriogenology* 31: 1105-1121, 1989.
48. Lee E.S., Fujii Y. and Fukui Y. A comparative study on developmental capacity to blastocysts derived from 1- and 2(3)-cell bovine embryos after in vitro maturation and fertilization. *Theriogenology* 45:1151-1162, 1995.
49. Lee E.S., Okamoto Y., Yamashina H. and Fukui Y. Pregnancy rates after transfer of fresh or frozen bovine blastocysts developed from serum-free or protein-free media. *Theriogenology* 47:350, 1997.
50. Leibfried, L. and First, N.L. Characterization of bovine follicular oocytes and their ability to mature in vitro. *J. Anim. Sci.*, 48:76-86, 1979.
51. Laing JA, Eastman SAK, Boutflower JC. The use of progesterone in milk and plasma for pregnancy diagnosis in cattle. *Br. Vet. J.* 135:204-209, 1979.
52. Louca A, Legates C. Production losses in dairy cattle due to days open. *J Dairy Sci* 51: 573, 1968.
53. Loughlin, K.R. and Agarwal, A.. Use of theophylline to enhance sperm function. *Arch. Androl.*, 28(2):99-103, 1992.
54. Mailhac JM, Chaffaux S, Legrand JJ, Carlier L, Heitz F. Diagnostic de la gestation chez la chatte: utilisation de l'échographie. *Recl Med Vet. Ec Alfort* 156: 899-907, 1980.
55. Marshburn PB, McIntire D, Carr BR, Byrd W. Spermatozoal characteristics from fresh and frozen donor semen and their correlation with fertility outcome after intrauterine insemination. *Fertil Steril.* 58:179-86, 1992.
56. Matton. P, Adalakoun V, Couture Y. and Dufour JJ. Growth and replacement of the bovine ovarian follicles during the estrus cycle. *J Anim Sci* 52:813-820,

1981.

57. Matyus L, Szabo G Jr, Resli I, Gaspar R Jr, Damjanovich S. Flow cytometric analysis of viability of bull sperm cells. *Acta Biochim Biophys Acad Sci Hung* 19:209-214, 1984.
58. Mbizvo, M.T., Johnston, R.C. and Baker, G.H. The effect of the motility stimulants, caffeine, pentoxifylline, and 2-deoxyadenosine on hyperactivation of cryopreserved human sperm. *Fertil. Steril.*, 59(5):1112-1117, 1993.
59. Moor RM, Trounson AO. Hormonal and follicular factors affecting maturation of sheep oocytes in vitro and their subsequent developmental capacity. *Journal of Reproduction and Fertility* 49:101-109, 1977.
60. Morales, P., Llanos, M., Yovich, J.L. and Vigil, P. Pentoxifylline increase sperm penetration into zona-free hamster oocytes without increasing the acrosome reaction. *Andrologia* 25(6):359-362, 1993.
61. Nakao T, Sugihashi A, Saga N, Tsunoda N, Kawata K. Use of mild progesterone enzymeimmunoassay for differential diagnosis of follicular cyst, luteal and cystic corpus luteum in Cows. *Am. J. Vet. Res.* 44:888-890, 1983.
62. Nakao T. Practical uses of milk progesterone assays in bovine reproduction. *J Vet. Clin.* 282 : 5-19, 1986.
63. Okano A, Tomizuka T. Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. *Theriogenology* 27: 369-376, 1987.
64. Owen DH, Katz DF. Sampling factors influencing accuracy of sperm kinematic analysis. *J Androl* 14: 210-221, 1993.
65. Palmer E, Driancourt MA. Use of ultrasonic echography in equine gynecology. *Theriogenology* 13: 203-216, 1980.
66. Parrish JJ, Susko-Parrish JL and First NL. Effect of heparin and chondroitin sulfate on the acrosome reaction and fertility of bovine sperm in vitro. *Theriogenology* 24:537-549, 1985.
67. Pawshe CH, Appa Rao KBC, Totey SM. Ultrasonographic imaging to monitor early pregnancy and embryonic development in the buffalo. *Theriogenology* 41: 697-709, 1994.
68. Perry RC, Corah LR, Kiracofe GH, Stevenson JS, Beal WE. Endocrine changes

- and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrus cycles. *J Anim Sci* 69: 2548-2555, 1991.
69. Pierson R.A, Ginther OJ. Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers. *Theriogenology* 28: 929~936, 1987.
70. Pierson RA and Ginther OJ. Follicular populations during the estrous cycle in heifers. III Time of selection of the ovulatory follicle. *Anim Reprod Sci* 16:81-95, 1988.
71. Pieterse MC, Szenci O, Willems AH, Bajcsy CSA, Dieleman SJ, Taverne MAM. Early pregnancy diagnosis in cattle by means of linear-array real-time ultrasound scanning of the uterus and a qualitative and quantitative milk progesterone test. *Theriogenology* 33: 697-707, 1990.
72. Quick SM, Hickey GJ, Fortune JE. Growth and regression of ovarian follicles during the follicular phase of the oestrus cycle in heifers undergoing spontaneous and PGF 2α -induced luteolysis. *J Reprod Fert* 77: 211-219, 1986.
73. Rause W. Computer assisted semen analysis systems: comparison with routine evaluation and prognostic value in male fertility and assisted reproduction. *Hum Reprod Suppl*, 10: 60-66, 1995.
74. Ribadu AY, Dobson H, Ward WR. Ultrasound and progesterone monitoring of ovarian follicular cysts in cows treated with GnRH. *Br Vet J* 150: 489-497, 1994.
75. Romagnolo D, Nebel RL. The accuracy of enzymelinked immunosorbent assay and latex agglutination progesterone test for validation of estrus and early pregnancy diagnosis in dairy cattle. *Theriogenology* 39:1121-1128, 1993.
76. Seguin BE. 1980. Ovarian cyst in dairy cows. In : Morrow DA. Current therapy in theriogenology. 1st ed. Philadelphia : WB Saunders Co, 199-204, 1980.
77. Sikka, S.C. and Hellstrom, W.J.. The application of pentoxifylline in the stimulation of sperm motion in men undergoing electroejaculation. *J. Androl.*, 12(3):165-170, 1991.
78. Shemesh M, Ayalon N, Lavi S, Mileguir F, Shore LS, Toby D. A new approach to the use of progesterone levels for pregnancy determination. *Br. Vet. J.* 139:14-48, 1983.

79. Son CH, Schwarzenberger F, Arbeiter K. Relationship between ultrasonic corpus luteum area and milk progesterone concentration during the estrous cycle in cows. *Reprod Dom Anim* 30: 97~100, 1995.
80. Sprecher DJ, Nebel RJ, Whitman SS. The predictive value, sensitivity and specificity of palpation per rectum and transrectal ultrasonography for the determination of corpora lutea status. *Theriogenology* 31: 1165-1172, 1989.
81. Tachikawa S, Otoi T, Kondo S, Machida T and Kasai M. Successful vitrification of bovine blastocysts, derived by in vitro maturation and fertilization. *Mol Reprod and Dev* 34:266-271, 1993.
82. Tong AKW, Kennedy BW, Chicoine RL. Reproductive efficiency of artificially bred Hostein in Quebec. *Can J Anim Sci* 59: 419-425, 1979.
83. Weaver LD. Reproductive management programs for large dairies. In: Morrow DA, ed. *Current therapy in theriogenology* 2. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co. 383-389, 1986.
84. White IR, Russell AJF, Wright IA, Whyte TK. Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle. *Vet Rec* 117:5-8, 1985.
85. Yung CH, Nieschlag E. Performance and comparison of CASA systems equipped with different phase-contrast optics. *J Androl*, 14:222-228, 1993.
86. 山科 등. 고능력우의 도살난소로부터의 개체별 체외수정란의 수태율에 관하여. *북해도수정란이식연구회회보* 1996;15:20-23.
87. 山科 등. 긴급폐용우의 도살난소로부터 개체별 체외수정란의 작성에 관하여. *북해도수정란이식연구회회보* 1997;16:32-34.
88. 강병규, 손창호, 신창록, 최한선, 오기석, 박인철. 진도개에서 임신일령에 따른 임신 구조물의 초음파상. I. 태아 및 태아외구조물의 최초 관찰시기. *대한수의학회지*. 36: 235~245, 1996.
89. 강병규, 최한선, 최상공, 손창호, 강현구. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율증진에 관한 연구. IV. 유즙중 progesterone 농도측정에 의한 분만후 난소기능 회복상태의 검토. *대한수의학회지* 34: 881-890, 1994c.
90. 강병규, 최한선, 최상공, 손창호, 전홍석. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율증진에 관한 연구. II. 혈액 및 유즙중 progesterone 농도측정에 의한 난소낭종

- 의 감별진단. 대한수의학회지 34: 181-188, 1994b.
91. 강병규, 최한선, 최상공, 손창호. Progesterone 농도측정에 의한 유우의 번식효율증진에 관한 연구. I. 유즙중 progesterone 농도측정에 의한 발정확인 및 조기 임신진단. 대한수의학회지 34: 173-180, 1994a.
92. 강병규, 최한선, 손창호, 서국현. 1993. 한우에서 혈장 progesterone 농도측정에 의한 춘기발동기의 확인. 대한수의학회지, 33:525-530.
93. 강병규, 최한선, 이정길, 손창호, 서국현. 1990a. 한우의 번식효율 증진에 관한 연구. 발정주기 및 임신초기의 progesterone 농도변화. 대한수의학회지, 1990. 30:243-247.
94. 강병규, 최한선, 이정길, 손창호, 서국현. 1990b. 한우의 번식효율 증진에 관한 연구. Progesterone 농도측정에 의한 조기임신진단. 대한수의학회지, 1990. 30:249-253.
95. 강병규, 최한선, 정영기. 1987. 한우 및 유우의 난소낭종에 관한 해부조직학적 소견 및 난소호르몬 분석. 대한수의학회지, 27:141-151.
96. 권오욱. 1996. 한우 고급육 생산단지의 육성방안. 축협조사월보. 4-16.
97. 박광석, 이원진, 백재승. Hough변환을 이용한 정자의 형태학적 특성 분석방법에 관한 연구. 대한의용생체공학회지. 17: 24-31, 1996
98. 백재승, 이진행, 김청미. 동결방법, 해빙온도 및 해빙 후 희석/세척이 인간정자의 운동성과 형태변화에 미치는 영향. 대한비뇨기과학회지, 36:1188- 1197, 1995.
99. 백재승, 전성수, 김수웅, 이원진, 박광석. 정자의 형태학적 특성 분석에 관한 연구. 대한불임학회지, 24:153-165, 1997.
100. 손창호, 강병규, 최한선, 강현구, 오기석, 김남기. 젖소에서 prostaglandin F2 α 또는 fenprostalene 투여후 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 혈장 progesterone 농도와와의 관계. 한국임상수의학회지. 12: 174~185, 1995a.
101. 손창호, 강병규, 최한선, 강현구, 오기석, 신창록. 초음파 진단장치를 이용한 축우의 번식효율증진에 관한 연구. I. 무발정 젖소에서 기능성황체를 평가하기 위한 직장검사와 초음파검사의 진단정확성. 대한수의학회지. 36. 941-948, 1996a.
102. 손창호, 강병규, 최한선. 젖소에서 발정주기중 초음파 진단장치로 측정된 황체의 크기와 progesterone농도와와의 관계. 대한수의학회지. 35: 833~841, 1995b.
103. 손창호, 신창록, 강병규, 최한선. 진도개에서 임신일령에 따른 임신구조물의 초음파상. II. 태아 및 태아외구조물의 측정에 의한 임신일령의 추정. 대한수의학회지. 36: 247~254, 1996b.

104. 손창호, 신창록, 오기석, 박인철, 강병규. 개에서 초음파 진단장치를 이용한 생식기 및 하부비뇨기질환의 진단. 한국임상수의학회지. 13: 9~19, 1996c.
105. 손창호, 초음파 진단의 기본 원리 및 소 생식기관의 검사. 한국수정란이식학회지. 11:167~178, 1996f.
106. 손창호. 한우의 번식과정중 혈장 progesterone 농도측정과 번식효율증진에의 이용에 관한 연구. 전남대학교 대학원 박사학위논문. 1993.
107. 신태영, 조충호, 황광남. 과립막세포와의 co-culture가 소 난포란의 체외수정과 분할에 미치는 영향. 한국수정란이식연구회지, 6:25-32,1991.
108. 심훈섭, 이원진, 박광석, 백재승. 영상 처리를 이용한 정자의 운동 특성 분석. 대한전자공학회논문지, 31:108-114, 1994.
109. 윤기영, 용환율, 박종업, 신태영, 노상호, 이병천, 황우석. 초음파 검사를 이용한 저수태우의 난소질환 진단과 GnRH 또는 PGF2 α . 한국수정란이식학회지. 13: 21~28, 1998.
110. 이병천, 윤기영, 김정태, 이강남, 노상호, 신태영, 박종업, 김남열, 주석천, 백남용, 이은송, 임정묵, 이우근, 황우석. 초음파 유도에 의한 소 난포란의 채취에 관한 연구. 한국수정란이식학회지. 13: 77~86, 1998.
111. 이병천, 이강남, 이은송, 손창호, 류일선, 최상용, 노규진, 오성중, 정근기, 김상철, 김계성, 주석천, 임정묵, 장구, 황우석. 2000. 한우의 신속한 증식을 위한 번식기술 개발에 관한 연구 I. 한우 번식실태 및 PGF2 α 의 난소실질 내 투여효과. 한국수정란이식학회지. 15: 77-83.
112. 이성수, 장명상, 안창석, 박노형, 원유석. 한우 종모우의 정액 성상에 관한 연구. 한국동물유전육종학회지. 11:39-48, 1997.
113. 이원진, 전성수, 박광석, 백재승. 개인용 컴퓨터(PC)를 이용한 정액 분석기의 개발. 대한불임학회지, 22: 62-72, 1995.
114. 이정길, 위성하, 박승주. 1987. 전남지방 순수번식단지의 한우에 관한 연구 1. 번식상황. 대한수의학회지, 27:137-140.
115. 장구, 손창호, 이은송, 류일선, 이강남, 이동원, 오명환, 오성중, 정근기, 최상용, 노규진, 김상철, 이병천, 황우석. 2001. 한우의 신속한 증식을 위한 번식기술 개발에 관한 연구 II. 조기 임신 진단법 및 번식장애 분포에 관한 연구, 한국수정란이식학회지, 16:7-14.
116. 전병준, 윤기영, 이은송, 이우근, 이병천, 황우석. 초음파를 이용한 한우의 조기임

- 신진단에 관한 연구. 한국수정란이식학회지. 11: 291~300, 1996.
117. 최한선, 강병규, 손창호. 한우의 번식효율 증진에 관한 연구. -혈중 progesterone 농도측정에 의한 분만후 난소기능 회복상태의 검토. 대한수의학회지 30: 515-523, 1990.
118. 축협중앙회. 축협조사월보, 1996. 12.
119. 축협중앙회. 축협조사월보, 1996. 8.
120. 황우석, 노상호, 이병천. 1997. 핵이식을 이용한 복제송아지 생산에 관한 연구 II. 효율적인 복제수정란 생산을 위한 난자의 활성화, 공여핵의 세포주기 조절 및 적정 배양조건. 대한수의학회지, 37:639-645.

요 약 문

I. 제 목

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

국내 고유의 육우품종인 한우가 국제경쟁력을 지니기 위해서는 기호성이 높은 고급육을 생산하기 위해서는 고급육을 생산할 수 있는 유전형질을 지닌 번식우 및 종모우를 선발하여 지속적으로 품종을 개량하며, 이러한 소들의 번식률을 향상시켜 신속하게 증식시킬 수 있는 일련의 생산체계의 확립이 선행되어야 한다. 고급육 한우의 대량생산을 위해서는 여러 단계의 지속적인 연구·개발이 필요한데 첫째 현재 국내에서 사육되고 있는 번식우의 사육현황 및 번식 실태를 파악하여 번식에 관련된 병류별 발생률 조사 및 효율적인 번식을 위한 지표가 설정되어야 한다. 한우의 번식에 있어 가장 이상적이고 경제적인 번식지표가 설정되어야 하는데 그 지표로는 분만간격 360일, 분만으로부터 수태까지의 기간(공태기) 95일 이내, 분만후 첫 수정일 60일 이내, 분만후 60일 이내에 발정을 보이는 소 85% 이상, 초회수정 수태율 70% 이상, 수태당 교배회수 2회 이하, 초회 분만월령 24개월 이하, 송아지 이유율 85% 이상을 유지해야만 송아지 생산비용의 감소 및 번식효율을 향상시킬 수 있다. 그러나 현재 우리나라 한우의 평균적인 번식상황에 관해서는 구체적인 지표가 조사되어 있지 않아 번식효율 개선에 이용하지 못하는 실정으로 이의 조사가 필요하다. 둘째 번식우의 번식효율을 향상하기 위한 방법으로 번식질환 진단 및 초기 임신진단법이 확립되어야 한다. 우리나라 한우에서 번식장애 발생률은 발정발견의 실패로 인한 것이 가장 높고, 다음으로 난소기능정지, 영구황체 및 난소낭종으로서 대부분 난소질환에 의한 것으로 알려져 있다. 난소질환 가운데 최근 들어 특별히 문제가 되고 있는 난소낭종은 그 형태학적 및 조직학적 다양성으로 인해 종래의 임상검사법만으로는 진단의 정확성에 한계가 있어 효율적인 처치가 어려우므로 초음파진단기 등 새로운 첨단장비를 이용한 진단기술이 요구된다. 따라서 가장 많이 이용되고 있는 직장검사법과 더불어 정확한 초기

임신진단법의 확립으로 인한 번식률이 향상되어야 한다. 셋째, 발정동기화법 및 인공수정 시간의 확립을 통한 공태기를 줄이기 위한 여러 가지 임상적용 가능한 방법을 제시되어야 한다. 분만 후 암소에서 발정을 동시에 유도하고 적절한 인공수정 시기의 확립은 송아지 분만간격을 줄여 한우의 신속한 번식을 위해서는 필수불가결하다고 볼 수 있다. 넷째, 번식질환별 특징 및 내분비학적 분석을 통한 가장 효율적인 진단법과 이러한 번식장애 치료에 있어 농가에 적용할 수 있는 처치 protocol 개발과 치료효과의 monitoring을 통한 한우의 번식장애를 최소화하는 방안이 확립되어야 한다. 기존에 응용되고 있는 생식기 검사법과 함께 혈액내 progesterone 농도측정 및 초음파검사의 응용성을 조사하여 추적하고 이를 농가상황에 실제 적용하여 이를 통해 한우 번식장애의 정확한 진단과 적합한 치료제의 선택으로 치료비를 절감할 수 있으며, 치료결과와 판정(monitoring)과 수정후 조기임신진단 등으로 생산비를 절감하고 번식간격을 단축시킴으로써 한우의 대량증식에 필요한 비용을 감소시키고 한우 생산성을 향상시켜 경쟁력 우위를 점유할 수 있을 것으로 기대된다. 다섯째, 한우 종모우 정액의 정액자동분석기를 통한 정자운동성 분석 및 최적 수정능을 획득할 수 있는 활성화 물질이 탐색되어야 한다. 인공수정의 보급과 더불어 한우에서도 유우에서와 마찬가지로 수컷에 의한 불임은 정액을 제공하는 종모우에 국한되는 것이 아니라 불특정 다수의 암컷에서 수태율 저하를 일으킴으로써 심각한 경제적 손실을 초래할 수 있으므로 인공수정용 정액의 제조단계 이전에 종모우의 번식능력을 정확히 평가할 필요가 있다. 수컷의 불임원인을 진단하기 위한 방법으로는 정액검사가 가장 바람직한 것으로 인정되어 왔으며, 특히 정액의 질적 평가는 직접 정자 운동성을 측정하는 것이 가장 일반적인 실험실 검사방법이다. 종모우 측면에서 접근할 수 있는 수태율 향상 대책으로서는 높은 수정능을 지닌 양질의 인공수정용 정액을 공급하는 것인데 이는 새로운 정자활성물질의 탐색으로서 가능하다고 하겠다. 본 연구는 최종적으로는 개발된 기술을 목장 현장에 적용하여 번식률을 향상시킬 수 있는 최적 모델을 제시하고자 한다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 고급육 한우의 신속한 번식을 위한 일련의 기술을 확립하고자 수행되었다. 연구의 내용 및 범위로써는 고급육 한우의 신속증식을 위한 번식우의 사육현황

및 번식 실패과약, 번식에 관련된 병류별 발생률 조사 및 효율적인 번식을 위한 지표 설정한다. 한우 번식효율 향상을 위하여 번식질환별 특징 및 내분비학적 분석을 통해 진단법을 탐색하여, 가장 효율적인 진단법을 제시한다. 한우 번식장애 진단 및 치료에 있어 농가에 적용할 수 있는 protocol 개발과 치료효과의 monitoring을 통해 한우의 번식장애를 줄일 수 있는 방안을 모색한다. 종모우 차원에서 번식 효율의 증진을 위해서는 한우 종모우 정액의 정액자동분석기를 통한 정자의 운동특성을 분석하고 이를 체외수정에 공여하여 운동특성과 체외수정율의 상관관계를 알아봄으로써 수태율 예측하는 체외 시스템을 구축한다. 또한 정자의 활성화가 수태율을 향상시킬 수 있다는 가정하에 한우 정자에 효과적인 활성화 물질을 탐색한다. 최종적으로는 이러한 모든 개발 기술을 목장 현장에 적용하여 공태기를 줄이고 수태율을 향상시켜 한우의 신속 증식을 위한 모델을 제시한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우 번식실패 조사를 위해 연구가 수행되었다. 연구 결과에 의하면 국내 한우의 사육규모는 사육두수가 50두 이하인 농가가 전체의 89%를 차지하여 현재까지도 영세한 형태가 대부분인 것으로 나타났는데 이는 유우에 비하여 한우사육형태가 영세하였다. 특히 번식우의 사육기간에 있어 3산차 이하가 86%를 차지할 정도로 짧은 것으로 조사되었다. 이는 국내 한우 가격 변동 및 수입개방에 따른 문제의식에 대한 불안감의 영향을 받은 것으로 사료되며, 국내 축산농가의 출하 및 사육 생산 기반이 매우 취약하다는 것을 의미한다. 국내 한우의 분만 간격은 13개월 이상인 개체가 44%를 나타내고 있어 일부 개체에서는 공태기의 단축으로 경제성을 향상시킬 필요성이 제기된다. 이상의 결과로 보아 국내 한우의 사육형태는 아직 그 취약성을 면하지 못하고 있으며, 사육기간이 짧고 효과적인 번식 관리가 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다.

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우 조기 임신진단에 관하여 연구를 수행하였다. 임신진단을 위해 소에서는 주로 직장검사법 및 초음파검사법이 최근에 이용되고 있으며, 제한적이거나 면역학적 진단법이 소개되고 있다. 본 연구에서는 수정 21일째에 progesterone (P4) 농도를 측정하여 3.0 ng/ml 이상이면 간접적으로 임신이라고 생각하고 30일에 초음파를 이용하여 확진한 결과 임신 확진률이 87.2%로

매우 높게 나타났다. 결론적으로 한우의 공태기가 증가되는 이유 중의 하나로 분만 후 정확한 발정의 발견 잘못을 들 수 있는데 본 연구에서는 정확한 난소 질환 및 발정 발견을 판단하기 위하여 P4 농도를 측정하여 알 수 있었으며 또한, 혈중 P4 농도를 이용한 후 초음파를 이용한 임신 확인은 한우의 조기 임신 진단에 좋은 도구로 사용될 수 있어 한우의 신속한 번식증진에 도움을 줄 것으로 판단된다.

한우의 효율적인 번식을 위하여 발정동기화를 유도하는 방법으로 PGF2 α 투여법 (근육내, 질내 또는 난소실질내)과 Ovsynch 법이 이용되고 있다. 연구보고에 의하면 난소실질내 PGF2 α 감량 투여법이 가장 효과적이나 투여의 기술적 문제점을 가지고 있다. 이 방법이 어려울 경우에는 PGF2 α 근육내 투여법과 기구를 이용한 progesterone 제제의 질내 분비기구의 삽입법과 최근에 와서는 Ovsynch 법이 시도되고 있다. 본 연구는 전술한 방법들을 농가에 실제적으로 적용할 수 있도록 개선하여 사용하였다. 본 연구에서 초음파를 사용하지 않고 간단한 난소실질주사기를 고안하여 사용하여 앞서 발표된 연구와 PGF2 α 의 투여시기 및 방법을 달리하여 난소실질내 PGF2 α 투여가 발정동기화 유도 및 수태율에 미치는 영향을 조사한 결과 분만 후 20일 경과한 소에 대해 PGF2 α 투여 간격을 14일로 하여 74%의 수태율을, 11일 간격으로 PGF2 α 를 투여한 군에서는 94%의 높은 수태율을 보여 공태기를 획기적으로 단축할 수 있는 우수한 처리법임을 알 수 있었다. 본 연구에서 얻은 결과는 국내의 공태기 실정을 감안할 때 획기적인 방법으로 향후 농가의 적용 연구 및 영농활용에 도움이 될 것으로 사료된다.

본 연구는 정액자동분석기를 이용하여 한우정액의 운동특성을 분석하고 이를 체외수정에 공여하여 수태에 직접 관련이 있는 요인을 찾아내어 동결정액의 제조시 활용함으로써 수태율을 높일 수 있는 조건을 체외에서 검증하기 위함이다. 동결융해 한우정자의 MOT 및 VCL의 운동특성은 한우정액의 융해 30분 후부터 유의적으로 감소하였다(P<0.05). 본 실험의 결과 한우 정액에서도 운동성 (MOT) 및 곡선운동속도 (VCL)은 체외수정 후 분할율과 유의적인 관련이 있는 것으로 나타나 정자의 기능과 밀접하다고 판정되며, 수태율을 예측할 수 있는 요인이라 사려된다. 정자의 수태능을 높이기 위해 정자활성물질을 사용, 정자의 운동성과 생존성을 검토하였다. 정자활성물질 중 theophylline과 pentoxifylline의 최적농도 결정하여 첨가 후 CASA를 이용하여 분석하였다. Pentoxifylline 이 정자의 운동성과 침체반응을 촉진한다고 알려진 것과 같이 본 실험에서도 같은 결과가 도출되었으며, 이들의 동결정액에 첨가시 체내에서의 역할에 관해서는 더 연구가 필요하다. 그러나 각각의 물질은 정자활성의 증가에

따른 생존성의 저하를 야기하지는 않았지만, theophylline과 pentoxifylline의 합제의 경우 정자에 상해를 입힌 것으로 사료된다. 체외에서 heparin을 첨가한 것은 다른 활성물질에 비해 우수한 결과를 보였다. 또한 한우 동결정액을 용해 후 정자를 배양액 내에서 배양시 theophylline과 IBMX를 첨가시에 생존성에는 악영향이 미치지 않았을 뿐만 아니라 정자의 수정율 획득 및 정자의 운동성은 증가하는 경향을 보였다. 이상의 결과로 보아 번식보조기법 중 정자의 운동성이 중요시되는 인공수정에는 IBMX, theophylline이, 정자의 생존성과 침체반응이 중요시되는 체외수정에는 heparin이 정자 활성물질로서 효과적이라고 생각되며 정자활성물질을 적용하는 방법을 달리한 후의 효과와 정자활성물질이 수정율 획득과 침체반응을 유발시키는 기전에 관해서는 추가 연구를 통한 규명이 필요할 것으로 생각된다.

고품질 한우의 신속한 증식을 위한 일환으로 한우의 번식장애를 감별 진단하고 치료 protocol의 개발을 위해 본 연구가 수행되었다. 본 연구는 분만 후 60일까지 발정이 재귀되지 않은 무발정 한우 43두를 대상으로 이들의 감별진단 및 치료효과를 판정하기 위하여 P4 농도를 측정 및 직장검사와 초음파 검사를 시행하여 정확한 진단을 하였다. 결과는 검사두수 43두중 둔성발정 또는 발정발견의 잘못이 18두(41.9%)로 가장 많았고, 난소기능정지 14두(32.6%), 난포낭종 4두(9.3%), 영구황체 3두(7.0%), 자궁 내막염 2두(4.7%), 자궁축농증과 황체낭종은 각각 1두(2.3%)로 나타나 국내 한우에서 공태기를 줄이기 위한 방법으로는 발정발견 방법을 개선하는 것이 가장 시급한 문제로 나타났다. 이를 개선하기 위해서는 일일 3회, 30분 이상 우군의 면밀한 관찰이나 시정우(teaser bull)의 도입 등이 권장된다.

소에서의 번식장애의 치료를 위해 본 연구의 검사두수 43두중 치료 실시에서도 나타났듯이 둔성발정 또는 발정발견의 잘못 18두를 PGF2 α 25 mg으로 치료를 하였던 바 18두가 발정이 발현되었는데 이중 16두 임신되었으며, 난소기능정지되어 난소내 특별한 구조물이 없이 진행중인 소의 경우 그 진단은 직장검사 및 초음파검사를 통해 실시할 수 있었으며, 혈장 progesterone의 농도도 매우 낮게 유지됨을 알 수 있었다. 난소기능장애 소의 GnRH로, 난포낭종은 GnRH 200 μ g의 처치로, 영구황체는 PGF2 α 25 mg으로 처치 후 좋은 반응을 보였다. 이상에서와 같이 분만 후 무발정우를 대상으로 한 초음파검사 및 혈중 progesterone 농도측정은 직장검사를 통한 진단을 객관화할 수 있어 번식장애를 조기에 발견하고 이어서 정확한 감별진단에 수행할 수 있어 효과적인 치료를 함으로써 분만 후 공태기를 단축시킬 수 있는 유용한 방법으로 나타났다.

SUMMARY

I. Title of the project

Studies on development of breeding technique to increase Hanwoo (*Bos taurus coreanae*)

II. Objective and necessity of the project

In order to have international competitiveness of Korean native cattle, Hanwoo, meat products of Hanwoo with high quality for customers tastes should be produced. This can be possible through the improvement of genetical and phenotypical background of reproductive and stock cows and establishment of rapid production system of Hanwoo by improving the reproductive efficiency. For the mass production of high performance Hanwoo, consistent research and development are the most critical and indispensable. First, the reproductive parameters including reproductive efficiency, total number of cows, and distribution of management of breeding stock should be established in Hanwoo in order to diagnosis of reproductive disorders and improve reproductive performance. The ideal reproductive parameters should be achieved in order to increase high performance Hanwoo. These include 360 days for calving interval, 95 days or less for open period, 60 days or less for the first fertilization after delivery, 85% estrus induction of cow within 60 days after delivery, over 70% pregnancy rate at first insemination, 2 or less of mating performance for pregnancy, 24 months or less for first gestation period, over 85% weaning rate. However, no data have been collected for the establishment of reproductive parameter in Hanwoo and thereby, the research on this subject should be performed. Second, in order to increase reproductive performance, the methods for diagnosis of reproductive disorders and early pregnancy should be established. It has been demonstrated that among

reproductive disorders, silent estrus is the most frequent in Hanwoo, followed by inactive ovary, permanent luteal cysts, and follicular cyst. Among ovarian disease, follicular cyst raised particular problem due to difficulties of diagnosis using conventional methods because this have a variety of morphological and histochemical differences. Therefore, in order to diagnosis the reproductive disorder with accuracy, the new diagnosis techniques with new equipment is required. In addition, this new technique should be done with conventional method, rectal palpation. Third, estrus synchronization and fixed artificial insemination method should be established in order to reduce open period. Estrus in cows after delivery should be induced in short time of period and optimal time schedule for the artificial insemination should be established in order to reduce calving interval. Fourth, through characterization of reproductive disorders and endocrinological analysis of the disease, the optimal diagnosis method and practical treatment protocol of the disease should be developed. Through combination of rectal palpation, serum progesterone level and ultrasonography, the practical diagnosis can be made and thereby appropriate treatment protocol can be used in order to reduce treatment expense and to mass produce Hanwoo. Fifth, by establishing the parameters for high quality of sperm using computer-aided sperm analysis (CASA), optimal semen should be used for artificial insemination. In addition, sperm activators that could increase the capacitation of sperm should be obtained. Semen became the most important to increase the pregnancy rate due to development of artificial insemination and semen with poor quality caused infertility. For the diagnosis of male infertility, analysis of semen is the ideal methods. The goals of this project is the development of new breeding technique in order to increase Hanwoo population in Korea by applying the results of the proposed study.

III. The contents and range of the project

This study was performed to establish the technique to increase high

performance Korean native cattle, Hanwoo. The contents of the research as follows. First, reproductive parameters including reproductive efficiency, total number of cow, the management of breeding stock, distribution of reproductive disease will be established. Second, the characterization and differential diagnosis of reproductive disorders will be made and thereby the most efficient and practical diagnosis and treatment protocol will be presented. Third, in order to diagnosis male infertility and thereby increase the production rate of calf by artificial insemination, the analysis of sperm using CASA will be performed. Through this analysis, sperm with good motility will be selected and used for in vitro fertilization, and thereby increase the pregnancy rate. In addition, sperm activator will be searched in order to increase capacitation and fertilization of sperm. This will provide the fixed system for the production of good quality of semen. In conclusion, our research proposed will provide the new, efficient and practical technique to increase Hanwoo population in Korea

IV. Results and their applications

Reproductive status of Hanwoo such as size of farm, breeding system and gestation length was investigated. The size of farm was classified by the total number of cows and the number of breeding stocks, respectively. The distribution of herd size of <5, 6-10, 11-30, 31-50 and >50 heads were 31%, 15%, 39%, 4% and 11%, respectively. This results showed that 89% of Hanwoo farm breed less than 50 cows, suggesting small size of farm. Furthermore, the distribution of breeding stock size of <5, 6-10, 11-30, 31-50 and >50 heads were 36%, 28%, 31%, 3% and 3%, respectively. Average parity was 2.1 in breeding stock. When examined the calving interval in Hanwoo, 20% of cow have 12 month of the interval and 36 % of cow have 12 to 13 month interval. In addition, 19% (13 to 14 month) and 25% (over 14 month) showed calving interval. Taken together, these results suggests that the new breeding technique should be used in order to have international competitiveness of Hanwoo.

Using progesterone concentration and ultrasonography, the diagnosis of pregnancy and reproductive disorder were performed. In this study, on day 21 fertilization, 3.0 ng/ml of P4 was considered as putative pregnancy detection and confirmed by ultrasonography on 30 days of fertilization. As results, the confirmation rate of pregnancy was high (82%). Considering that the reason for the extension of open period is due to inaccuracy of estrus and reproductive disorder detection using conventional method, our results showed that the concentration of serum P4 level and subsequent ultrasonography can be used for the diagnosis of early pregnancy and reproductive disorder.

In order to synchronize the estrus and reduce open period, administration of PGF2 α into intramuscular, intraovarian and intravaginal is used. In addition, recently, programmed methods of Ovsync is also used. In this study, these approaches were used and found that intraovarian injection of PGF2 α gave the best results, even though need for the technical accuracy. Intramuscular injection of natural and synthetic PGF2 α resulted in upto 70% pregnancy. 5 mg of PGF2 α was administrated intraovarian to 20 days cows after delivery, heat-detected, artificially inseminated and monitored pregnancy. In the first experiment, in order to recover uterus, 5 mg PGF2 α were administrated, followed by administration of 5 mg PGF2 α at the interval of 14 days. As results, 74% (17/23 cows) of pregnancy rate after AI. In order to further reduce the open period, 5 mg PGF2 α was administrated at the interval of 11 days without the period of uterus recovery, resulted in 94% (16/17 cows) pregnancy rate. Using Ovsync program, comparable rate of pregnancy as found in intramuscular injection of PGF2 α was achieved. However, this approach has a limitation in term of the expense. Taken together, our results showed that modified protocol of intraovarian PGF2 α administration could be the effective method for reducing the open period.

In order to produce high quality of semen and sperm, the motility and other parameters analysis of sperm using CASA was performed. A significant decrease in MOT and VCL of thawed Hanwoo sperm was observed 30 min after thawing (P<0.05). As results, it is considered that MOT and VCL are the predictable parameter for the quality of sperm because they have a significant relationship

with cleavage rate after in vitro fertilization. In addition, to increase the capacitance of sperm, various sperm activators were added and motility and survival rate of the sperm were investigated. The optimal concentration of sperm activators was decided and used for the experiments. As seen the results, pentoxifylline stimulated the sperm motility and acromosomal reaction. Each sperm activator alone had no effect on the survival rate of sperm, while combination of theophylline and pentoxifylline had decrease the survival rate. The combination of theophylline and IBMX stimulated the capacitance of sperm with affecting the survival rate. As results, IBMX and theophylline can be used for artificial insemination where sperm motility is important, and heparin can be used for in vitro fertilization where capacitation is important.

In order to achieve differential diagnosis and their treatment protocol on reproductive disorders, this study was performed. The differential diagnosis was by blood progesterone concentration and ultrasonography and treatment was done with GnRH or PGF2 α . Among total of 43 diagnosed, high percentage of cows (41.9%, 18 cows) were diagnosed as silent heat, followed by inactive ovaries (32.6%, 14 cows), ovarian cysts (9.3%, 4 cows), persistent corpus luteum (7.0%, 3 cows), endometriosis (4.7%, 2 cows), pyometra (2.3%, 1 cow) and luteal cysts (2.3%, 1 cow). To treat silent heat, 18 cows were administrated with 25 mg PGF2 α , heat-detected, artificially inseminated and monitored pregnancy. All treated cows were heat-detected and 16 cows (88%) were successfully pregnant. With 200 μ g GnRH treatment, 7 cows (70%) with inactive ovaries and 3 cows (75%) with ovarian cysts were successfully pregnant. Administration with 25 mg PGF2 α successfully treated 3 cows (100%) with persistent corpus luteum and 1 cow (100%) with luteal cysts, followed by 100% pregnancy rate. With the combined treatment of 25 mg PGF2 α and antibiotics, 2 cows (100%) with endometriosis were effectively treated and got pregnant after artificial insemination (AI). Taken together, these results showed that PGF2 α and GnRH treatment were effective hormonal treatment resume in Hanwoo with various reproductive disorders.

제 8 장 근내지방도 단계별 측정 및 표준화 기술 개발

제 1 절 서 론

1. 연구개발의 목적

한우산업의 미래지향적인 발전전략은 한우고기의 고품질화에 의한 고부가가치화에 있다. 고품질 고부가가치화는 한우와 경쟁하는 다른 육우품종과의 차별화를 의미한다. 이중에서도 한우고기의 차별화를 위해 가능성이 있는 부분은 한우고유의 맛이라고 할 수 있다. 이 맛은 한우쇠고기의 지방성분에서 유래되는 것으로 이의 풍부함에 따라 결정되는데 이 지방성분은 일차적으로 쇠고기의 근내지방도로 측정된다.

그리고, 이러한 쇠고기의 근내지방도에 의한 육질평가는 주관적인 평가보다는 객관적인 평가가 이루어져야하며, 대상형질의 평가의 공정성과 분석 결과치가 유전적으로 우수한 종축의 선발과 사양시험 등에 활용되어야 한다. 이러한 이유는 평가자체가 생산자에게는 고급육 생산기준의 지표가 되어 실질소득으로, 소비자에게는 구매기준으로 작용하기 때문이다. 쇠고기 산업이 발달한 선진 축산국에서는 육질평가의 기준을 생산자나 소비자에게 보다 객관적이고 공정하게 하는 평가방법을 계속적으로 개발 적용하고 있다.

따라서 본 연구는 쇠고기의 근내지방도가 우수한 종축의 선발과 고급육 생산 사양시험등의 객관적 비교기준이 되는 근내지방도의 표준화 및 근내지방도의 영상해석과 자동화에 필요한 기본기술을 개발하기 위하여 수행되었다.

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

한우산업의 미래지향적인 발전전략은 한우고기의 고품질화에 의한 고부가가치화에 있다. 고품질 고부가가치화는 한우와 경쟁하는 다른 육우품종과의 차별화를 의미한다. 이중에서도 한우고기의 차별화를 위해 가능성이 있는 부분은 한우고유의 맛

라고 할 수 있다. 이러한 맛은 한우쇠고기의 지방성분에서 유래되는 것으로 이의 풍부함에 따라 결정된다.

그러므로, 이 맛에 결정적으로 영향을 주는 우수한 종축을 선발하고, 사양시험을 정확히 비교하기 위한 기준을 마련해야 한다는 것은 명백하다. 가장 객관적인 맛의 기준이 되는 것은 고기 속에 포함되어있는 근내지방도이다. 그러나, 이러한 근내지방도가 우수한 종축(종모우 및 종빈우)의 선발이 가능할 때 근내지방도의 개량이 성공적으로 이루어질 수 있다. 근내지방도의 유전적 발현이 이루어지지 않는 시기의 자료 수집과 수집자료의 비정규분포화 등은 우수종축을 선발하는데 이용될 수 없으며, 근내지방도의 주관적인 평가는 생산자와 등급판정사 간에 늘 불만의 소지를 유발하고있다. 사양시험의 육질등급간 출현율에 의한 정확한 비교에도 이용하기가 어려운 실정이다. 우리와 여건이 비슷한 일본의 경우 쇠고기시장의 전면개방(1991년 4월1일)을 대비하여 제일먼저 착수한 것은 수입쇠고기와의 차별화를 위한 '육질중시형시스템'의 농가보급이었다. 여기에서 강조한 육질중시는 지역적으로 서로 다른 육질평가기준을 6~7번째 늑골사이의 등심단면에 나타난 근내지방도의 침착에 따른 육질등급의 분류였다. 이러한 근내지방도의 표준화 분류효과는 즉각 전국적인 근내지방도 우수종모우의 선발로 이어져 현재에는 우수종모우의 혈통에 따라 송아지의 가격이 좌우되고 있다. 그러나 일본에서도 근내지방도의 객관적인 평가에 대한 생산자와 등급평가자와의 분쟁은 여전하여 많은 연구자들이 이의 해결을 위해 연구하고 있다.

특히, 미국이 일본등 동남아시아의 고급육시장을 겨냥하여 연구하고있는 고급육 생산분야에서 우리의 한우와 유전적으로 비슷한 일본화우육질의 대상인 '근내지방도'에 대해 중점적으로 연구하고, 관심이 있는 사육가들이 미국, 캐나다 및 호주 등에서 화우클럽을 결성하여 모임을 갖고 있다는 것은 우리에게 시사하는 바가 크다. 현재 육질의 객관적인 평가가 근내지방도에 의하여 이루어지고 있음은 국제적인 공통사항으로 이의 객관적인 평가는 생산자와 소비자 모두에게 아주 중요한 문제로 대두되고 있다.

따라서, 한우로부터 차별화된 쇠고기를 생산 할 수 있고, 우수종축의 선발과 고급육생산 사양시험에 이용 할 수 있는 근내지방도의 객관적이고, 표준화된 기준의 확립은 육질이 우수한 종축을 선발 할 수 있고, 한우사육농가는 이를 한우의 고급육생산 및 고부가 가치화하는데 이용하여, 한우의 경쟁력을 높이고, 궁극적으로 한우사육농가의 소득증대에 크게 기여 할 것이며, 소비자에게는 고급육에 대한 보다 높은

신뢰감을 줄 것으로 확신한다.

나. 경제 산업적 측면

한우는 우리나라의 쇠고기 공급에 있어서 제일 중요한 위치를 차지하고 있으며, 농가의 중요한 소득원이다. 경제의 발달과 더불어 쇠고기의 수요는 증가하고 있으나 농산물의 수입개방에 따라 쇠고기도 2001년이면 전면개방되어 경쟁력을 강화하지 않으면 값싼 수입쇠고기에 우리 쇠고기시장의 많은 부분을 잠식당하게 되었다.

쇠고기를 공급하는 한우산업은 이제 하나의 식품산업으로 발전하고 있다. 식품산업은 전략적인 산업이기 때문에 모든 시장을 외국인에게 내줄 수는 없다. 식량의 무기화가 이루어지면 엄청난 대가를 치러야하기 때문이다. 일부 경쟁력을 회복할 수 없는 값싼 쇠고기 시장은 상당부분 잠식당한다 하여도 우리 한우고급육시장은 우리 손으로 차별화하여 지켜야만 한다. 따라서 한우를 우리 입맛에 맞는 소로서 개량하지 않으면 안 된다.

맛을 많이 낼 수 있는 종축, 근대지방도가 우수한 종축의 선발과 합리적인 고급육 생산기준이 만들어져야 한다. 우리와 비슷한 조건의 일본도 쇠고기의 자급보다는 쇠고기 시장의 일정부분인 고급육시장을 겨냥하는 전략의 일부인 쇠고기의 차별화로 수입육의 국내 고급육시장 잠식을 차단하고 있다. 이러한 일련의 화우산업 육성을 위하여 일본은 꾸준한 화우의 고급육특성을 개발하였는데 이는 주로 근대지방도의 향상에 의한 수입육과의 차별화 방법이었다. 그러나 우리의 고급육생산 현실은 일본과는 비교의 대상이 되지 않고 있다는 사실을 인정하는 사람은 의외로 많지 않다.

따라서, 국내 축산업의 비중이 가장 높은 한우고급육생산에 의한 경쟁력 강화는 한우사육농가의 소득증대에 관련되고, 앞으로 우리나라의 축산업의 경쟁력을 한 차원 높인다는 말로 표현 할 수 있으며, 관련식품산업의 발전과 아울러 미래지향적인 수출산업으로도 육성이 가능하다고 확신한다.

다. 사회 문화적 측면

한우는 우리문화·사회적 유산이다. 우리민족과 운명을 같이해온 우리만이 가지고 있는 우리고유의 가치이다. 지금도 농촌을 연상 할 때면 제일 먼저 떠올리는 것은 초가집과 쟁기질하는 또는 달구지 끄는 한우의 모습 일 것이다. 고대의 제사회생

물로서, 농경용으로, 쇠고기 생산용으로, 시대의 흐름에 따라 우리 곁을 지켜준 우리 소로서의 한우의 사라짐은 어느 누구도 달가워하지 않을 것이다. 이처럼 한우는 우리국민의 가슴속 깊이 뿌리박고 있다. 그러나 지금 한우에 닥친 시련은 어느 때보다 더 혹독한 것 같다. 외적으로는 외국품종의 생가 주인 하겠다고 수입이 되고있고, 내적으로는 IMF의 한파에 한우번식기반이 송두리째 흔들리고 있고 한우도 어쩔 수 없이 혼쫓나고 있다. 또다시 우리국민의 가슴속에 한우가 살아남을 수 있는 방안은 무엇인가. 농사짓는데도 소용없고, 달구지도 경운기, 트랙터에 뺏기고 이제는 맛있는 고기의 제공만이 남았다.

우리국민이 좋아했던 기름이 많은 양지머리의 고소한 국물 맛은 새로운 시대에는 어울리지 않는다. 맛있는 등심구이, 수입쇠고기가 흉내낼 수 없는 근내지방도가 우수한 한우등심이 이제는 제격이다. 한우고기는 씹어야 제 맛이 난다는 말은 양지머리 한 근으로 온 식구가 쇠고기 국물을 우려먹을 때 이야기이다.

따라서, 우리국민의 정서에 없어서는 안될 한우의 사라짐은 생각조차 할 수 없다. 한우만이 가지고 있는 맛은 한우만이 가지고 있는 독특한 지방의 산물이다. 이러한 지방침착력이 우수한 한우의 종자를 우리후손에게 대대로 전해주기 위해서는 근내지방도가 우수한 종축의 선발이 이루어지도록 하는 기초연구가 수행되어야 한다. 즉, 근내지방도가 우수한 종축을 선발하고, 고급육생산을 가능하게 하여, 한우사육농가에게 경쟁력 있는 한우를 만들어준다면 한우는 우리 땅에서 살아있는 문화적 유산으로 후손에게 남겨줄 수 있을 것으로 확신한다.

3. 연구개발의 범위

일차적으로 고급육 생산을 위한 근내지방도의 세분화방법을 확립하기 위하여 채취 샘플의 조지방함량을 분석하고, 기존의 육질평가 방법들(육질등급 4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계)의 정규분포성을 검증하였다.

이중에서 가장 정규성이 좋은 분류기준인 조지방함량을 선택하여 기존의 방법과 종모우 평가에 의한 순위상관 비교로서 기존의 방법과 조지방함량 순위상관간의 통계적 유의성을 검증하여 최종적으로 단계별로 표준화된 근내지방도의 기준을 작성하였다.

이차적으로는 분류된 근내지방도의 객관적인 평가방법의 도입을 위하여 아날로그와 디지털 영상자료를 획득하여 영상분석장비인 SigmaScan Pro Ver 5.0을 이용하여 영상해석에 의한 등심단면적의 지방면적(마블링 면적)비율인 영상해석치를 구하여 조지방함량과 상관을 구하였다.

마지막으로는 현장에서 기계적으로 지방면적을 손쉽게 자동으로 얻을수 있는 자동화의 기본기술을 획득하기 위하여 등심단면적의 표본을 3등분하여 조지방함량이나 영상해석치를 대표적으로 설명하여주는 부위를 찾아내기 위하여 3등분한 각각의 부분 영상치와 조지방함량 및 영상해석치와의 상관을 구하였다.

제 2 절 국내외 기술개발 현황

쇠고기의 육질평가는 주관적인 평가보다는 객관적인 평가가 이루어져야하며, 대상형질의 평가의 공정성과 분석 결과치가 유전적으로 우수한 종축의 선발과 사양시험 등에 활용되어야 한다. 이러한 이유는 평가자체가 생산자에게는 고급육생산기준과 실질소득으로, 소비자에게는 구매기준으로 작용하기 때문이다. 따라서, 쇠고기 산업이 발달한 선진 축산국에서는 육질평가의 기준을 생산자나 소비자에게 보다 객관적이고 공정하게 하는 평가방법을 계속적으로 개발 적용하고 있다.

쇠고기 육질평가에 있어서 제일먼저 고려되는 것은 평가대상형질이다. 이 기준은 나라마다 조금씩은 틀리나 거의 비슷하다. 쇠고기 수입국인 미국의 경우 육질의 평가는 주로 근내지방도와 성숙도에 의하여 평가된다(BIF, 1996; David등, 1993; Dan 등, 1998). Hassen등(1997)은 특히 근내지방도는 USDA육질등급에서 dominant factor 라고 하였으며, Savell등(1986)은 USDA육질등급에서 근내지방도는 성숙도와 함께 주관적으로 평가되는 요인이라고 하였으며, 이들을 근내지방도가 우수한 종모우를 선발하고, 사양시험비교의 기초자료로 활용하고있다. 캐나다도 미국과 거의 유사한 평가항목으로 구성되어 있다. 우리와 입장이 유사한 일본의 경우도 근내지방도와 성숙도 등에 따라 육질을 평가하고 있으며, 口田圭吾등(1997)은 근내지방도는 화우의 개량에 있어서 당연히 고려되고 있는 중요형질로 이를 객관적으로 평가하는 것은 효율적인 육종개량을 위하여 필요함을 지적하였으며, Kuchida등(1999)도 Marbling은 일본화우

개량에 가장 중요한 형질의 하나라고 언급하였다. 현재 일본의 종모우 평가 및 사양 시험비교는 정규분포에 가까운 BMS No.를 이용하고 있다. 특히, 일본등급은 어느 나라보다도 근내지방도가 높은 것을 상질육으로 평가하고 있다(善林明治, 1993). 우리나라의 육질 평가 항목은 일본의 제도와 가장 유사하나 일본의 기준보다 여러 단계 하향 조정되어 있으며, 상질육의 구분이 되어있지 않다.(이문연, 1998)

두번째로 고려되어야 할 항목은 육질의 주요평가대상형질인 근내지방도의 표준화다. 즉, 근내지방도는 양적형질로 정규분포 할 수 있는 등급단계의 표준화가 이루어져야한다. 이는 고급육생산을 위한 육종이나 사양시험의 비교를 위해서도 아주 중요하다(이문연,1998; 小西一之등, 1994, 口田圭吾등, 2001a). Boleman등(1998)은 USDA육질등급이 small 36.6%를 중심으로 최상등급 prime 1.4%, 최하등급 standard 3.8%의 분포로 거의 정규분포화 되어 있음을 보여주었다. 牛垣 徹등(1998)은 일본육질등급 BMS No.와 지방교잡평점에 의한 육질평가지 유전분산과 환경분산을 추정하여 지방교잡평점보다는 BMS No.가 환경분산이 적다고 보고하여 BMS No.가 보다 정규분포특성을 갖고 있음을 시사하였다. 국내의 경우 근내지방도 단계에 따른 분포는 전국한우능력평가대회 출품우 285두 중 1등급 69.5%, 2등급 21.4%, 3등급 9.1%를 보여주어 상질육등급의 세분화가 요구되었다(이문연,1998). 새로운 등급기준과는 비교가 어려우나 현행 1등급 최상치인 53 이상이 31.5%로 현행 근내지방도 기준으로도 상질육의 구분이 어려워 이 자료로서 육종이나 사양시험에의 정확한 자료로서 활용할 수 없다.

세 번째로는 근내지방도의 평가가 주관적이어서 객관적이고 수치화하는 자동화방향으로의 개발이 요구되고 있다. 근내지방도의 육안에 의한 비교평가는 고도의 숙련이 필요하고, 사람이 하는 일이라 시각적인 차이가 있을수 있어 주관적일 수가 있다. 근내지방도는 지육단가와 직결되기 때문에 등급판정문제로 생산자와 등급사 간에 계속적으로 분쟁의 소질을 안고 있다.

따라서 선진외국에서는 전술한바와 같은 문제를 해결하기 위하여 등심단면적의 영상해석으로 이 문제를 해결하려하고 있다(口田圭吾, 1998, Kuchida K., 1988; 口田圭吾등, 1997; 小西一之등, 1995; Karmuah B.등, 1995; 穴田勝人등,1993, 口田圭吾등, 2001). 口田圭吾등(1998)은 영상해석에 의한 로스심 단면적내 지방비율의 정확한 산출법을 개발하여 이를 수치화 하는데 성공하였으며, 그 외에 지방교잡의 크기에 대한 비율의 산출 등도 가능하여 육종이나 비육시험 등에 육질을 개선하는데 객관적인 지표로 활용할 수 있다고 하였다. 口田圭吾등(2001a, 2001b)은 난반사를 줄여 등심단면적의 정확한 영상 획득을 위한 장치를 개발하고 획득한 디지털 영상으로 근내지방도인 BMS를 단계별로 추정

하였다. 국내에서는 아직 고급육생산 역사가 짧아 이러한 실험을 찾아 볼 수 없으나 일부 농업부문에서 과일의 자동선별방법 등에 이 영상해석법이 적용되고 있는 실정이다.

따라서 본 연구는 쇠고기의 근내지방도가 우수한 종축의 선발과 고급육 생산 사양시험등의 객관적 비교기준이 되는 근내지방도의 표준화 및 근내지방도의 영상해석과 자동화에 필요한 기본기술을 개발하기 위하여 수행되었다.

제 3 절 연구개발수행 내용 및 결과

1. 연구개요

- 가. 관련대학, 축산기술연구소, 축협중앙회 등급판정소 및 한국종축개량협회등 산학 관련 기관에서 수집한 정보와 기존자료를 종합 수집하여 연구개발 목표달성을 위한 추진전략 및 방법을 설정한다.
- 나. 혈통이 알려져 있고 생년월일이 확실한 등록 거세우를 확보하여 도축월령이 최소한 24개월령 이상으로 근내지방도의 유전적 발현이 이루어지는 시기에 출하된 것만을 확보한다.
- 다. 도축후 근내지방도의 등급판정부위의 영상촬영과 등심표본를 채취하여 등심의 조지방 분석을 한다. 디지털 및 사진영상의 경우는 컴퓨터에 입력하여 근내지방도의 면적을 구하고, 근내지방의 비율을 산출하여, 기존의 조지방분석과 표준화한다.
- 라. 육질평가에 관한 기존방법과 본 실험방법에서 얻은 표준화된 근내지방도의 자료 분석으로 종모우별 근내지방도 순위에 따른 방법별 순위상관을 조사하고 가장 큰 효과가 기대되는 근내지방도 표준화단계를 결정한다.

2. 재료 및 방법

가. 재료

본 분석에 이용된 자료는 (사)한국종축개량협회가 주최하고 있는 전국한우능력평가대회에 출품된 한우 474두였다. 이 한우는 최소한 부모의 혈통이 알려진 등록우로서 생후6개월 이내에 거세를 실시하였으며 생후 617일 - 975일 동안 사육하였다.

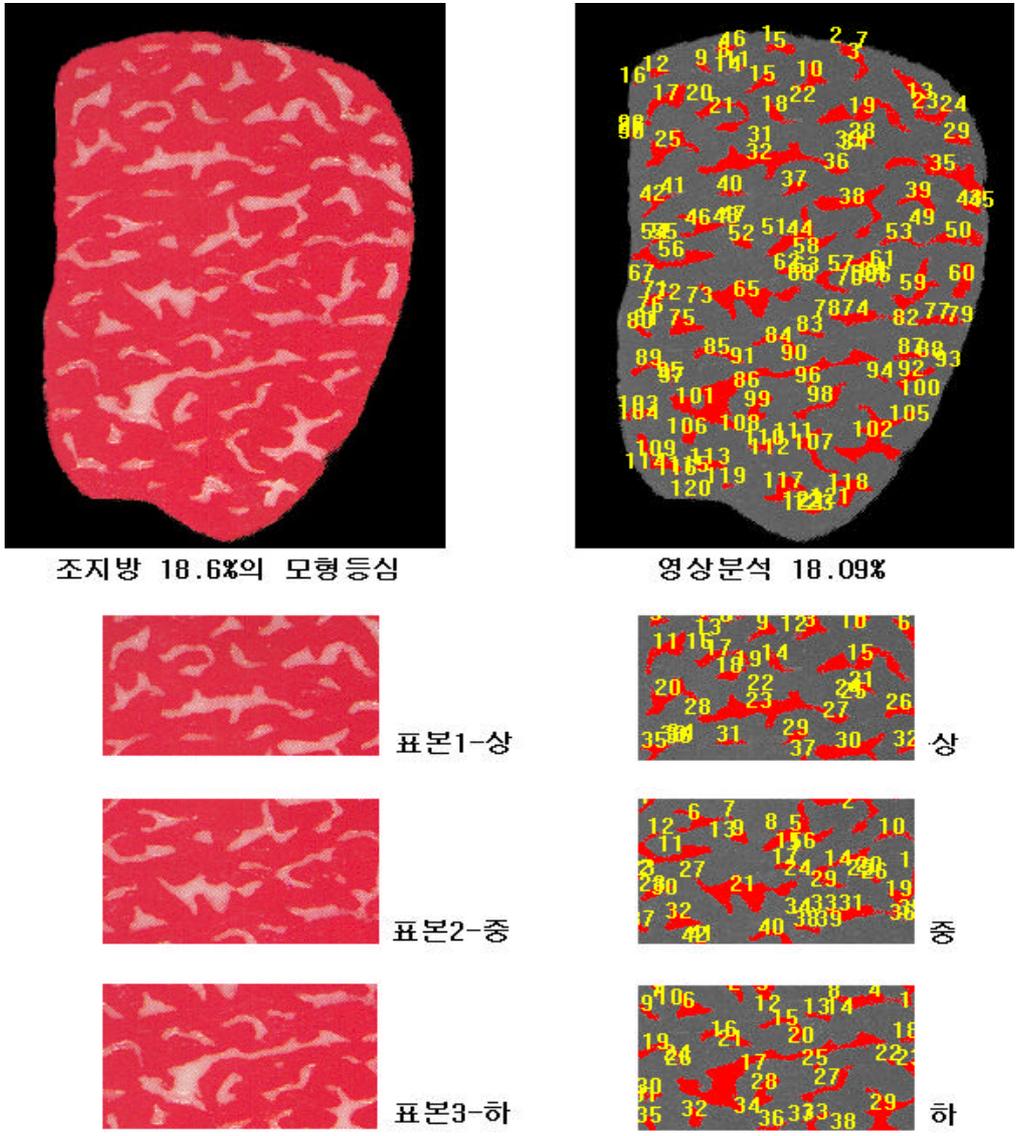
나. 조사형질

조사대상우의 출하시월령, 출하시체중(도축장 도착기준), 근내지방도, 등지방두께, 배최장근단면적, 육량지수, 조지방함량, 영상에 의한 조지방비율등을 조사하였다.

육질등급과 육량지수에 관여하는 형질은 등급판정자료를 이용하였으며, 조지방함량은 영남대학교 영양학 실험실의 실험실기준의 Ether extract 방법으로 산출하였으며, 시료는 13번째 척추와 제일 요추부위 척추쪽 약 2cm의 등심으로 등심주위의 근막을 제거하였다.

영상에 의한 조지방 비율은 채취된 시료에 대하여 등심절개시 트레싱 페이퍼로 등심의 모양에 대하여 탁본을 뜬후, 채취된 시료와 탁본을 비교하여 가장 적절한 형태로 복구한 다음 OLYMPUS C-840 디지털 카메라를 이용하여 등심단면적을 촬영하고, 자동화에 필요한 기본 영상을 얻기 위하여 임의로 3군데의 별도의 영상을 획득하였다.

<그림1> 등심단면적의 영상과 영상해석치(일본 육질등급 근내지방도 No.7)



- ※ 1. 상단의 좌측그림은 근내지방도 NO.7로서 조지방함량 18.6±5.49%.
상단의 우측그림은 영상해석치 18.089%.
- 2. 표본1, 2, 3은 상단 좌측그림의 임의의 상,중,하 부위의 표본.
우측의 영상해석치는 평균은 18.72%, 상 18.94%, 중 17.65%, 하 19.56%.

다. 분석방법

통계분석은 SAS의 GLM, CORR, Stepwise Regression 및 Test of Normal Distribution 을 이용하였으며, 종모우 선발을 위한 조지방함량과 육질등급 4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계의 순위상관은 Spearman's Coefficient of Rank Correlation을 적용하였고, 영상해석은 SigmaScan Pro Ver5.0을 이용하여 지방면적을 나타내는 백색계통의 pixel의 수차와 전체표본의 pixel 수치와의 비율로 지방면적비율을 산출하였다.

$$Y_{ijk} = \mu + Sire_i + Month_j + E_{ijk}$$

(여기서 Y_{ijk} 는 주어진 형질의 i 번째 종모우,
 j 번째 월령의 효과를 가진 k 번째 기록)

μ 는 전체평균

$Sire_i$ i 번째 종모우의 고정효과

$Month_j$ j 번째 월령의 효과

E_{ijk} 오차

3. 결과 및 고찰

가. 일반평균

표1. 한우 거세우의 주요경제형질에 대한 표본집단의 일반평균과 표준편차

조사 형 질	두 수	평 균	표준편차	최 소	최 대
출하일령 일	474	774.89	40.55	617.00	975.00
출하체중 kg	474	600.30	53.21	430.00	780.00
도 체 중 kg	474	351.21	36.14	240.00	472.00
등지방두께mm	474	9.84	4.06	2.00	27.00
배최장근단면적cm ²	474	82.50	8.5	61.00	113.00
근내지방도19	210	12.15	4.45	2.00	19.00
근내지방도 7	474	4.46	1.66	1.00	7.00
육량지수	474	68.42	1.69	63.60	71.89
등심의 수 분	210	67.98	2.45	59.12	73.23
조성분 조지방	210	9.31	3.10	2.86	18.83
% 조단백	210	20.69	0.92	17.41	24.05

※ 근내지방도는 7단계와 19단계로 구분

본 실험에 이용된 한우거세우 474두의 자료는 전국에서 사육하고있는 158 한우 사육농가로부터 얻었다. 조사대상우는 생후 774.89일(약25.4개월)령으로 4~6개월령에 거세하여 20개월 정도 사육하였다.

도축장 도착체중인 출하체중은 $600.30 \pm 53.21\text{kg}$, 도체중 $351.21 \pm 36.14\text{kg}$, 등지방 두께 $9.84 \pm 4.06\text{mm}$, 배최장근단면적 $82.50 \pm 8.5\text{cm}^2$, 근내지방도19 12.15 ± 4.45 , 근내지방도 7 4.46 ± 1.66 , 육량지수 68.42 ± 1.69 , 등심의 수분 $67.98 \pm 2.45\%$, 조지방 9.31 ± 3.10 , 조단백 20.69 ± 0.92 였으며, 1등급 이상 출현율은 70.68%로 2001년 등급판정소 거세우 전국평균 46.6%보다 높았다. 농협 서울가락동공판장 거세우 평균 기준과 비교하면 출하체중과 도체중은 각각 588.4kg, 347.2kg으로 본 연구에 이용된 거세우가 약간 높았으며, 근내지방7, 등지방두께, 배최장근단면적도 각각 3.5, 10.3mm, 80.5cm²이었다(2001. 축산물등급판정 사업보고서).

나. 육질단계별 조지방 함량의 표준화

1) 육질측정 방법별 정규분포 검정

표 2. 육질등급별(4단계) 출현빈도

육질등급	출현두수	출현율
1+	146	30.80
1	189	39.87
2	126	26.58
3	13	2.74
계	474	100.00

표 2에는 육질등급 4단계의 출현율로 정규분포가 되어 있지 않음을 바로 알수 있다. 3등급의 출현율이 2.74%인 반면에 1+등급은 30.8%로 나타났다. 즉 1+ 이상 등급의 세분화가 필요함을 시사하고 있다.

표 3. 근내지방도별(7단계) 출현빈도

육질등급	출현두수	출현율
1	13	2.74
2	62	13.08
3	64	13.50
4	96	20.25
5	92	19.41
6	86	18.14
7	61	12.87
계	474	100.00

표 3의 경우도 표2와 마찬가지로 4~5등급을 중앙으로 정규분포를 보여주고 있으나 상위등급인 7단계에 출현비율이 많아 비대칭의 분포를 보여주고 있다. 표 2의 경우보

다는 정규분포 상태가 양호하나 여전히 상위등급의 세분화가 필요함을 시사하고 있다.

표 4. 근내지방도별(19단계) 출현빈도

근내지방도	출현두수	출현율
1	0	0.00
1+	8	1.69
1++	5	1.05
2	19	4.01
2+	24	5.06
2++	19	4.01
3	24	5.06
3+	19	4.01
3++	21	4.43
4	36	7.59
4+	31	6.54
4++	29	6.12
5	29	6.12
5+	31	6.54
5++	32	6.75
6	34	7.17
6+	26	5.49
6++	26	5.49
7	61	12.87
계	474	100.00

표 4는 근내지방도 7단계를 19단계로 세분화하여 출현빈도를 조사한 것으로 표3의 출현빈도와 확실히 구분되는 것은 근내지방도 7로 표시된 등급의 출현율이 상대적으로 높아 근내지방도가 우수한 중모우의 선발이나 각종 실험에 필요한 변별력을 높이기 위해서는 상위등급의 세분화가 필요하다는 것을 여실히 나타내주고 있다.

표 5에는 현행의 등급의 분류를 무시하고 등심의 조지방함량 1% 차이에 따른 출현율을 조사하였다. 가장 출현빈도가 높은 조지방 함량은 8~10%로 육질등급, 근내지방도 및 19단계의 근내지방도에 비하여 정규분포의 특성인 좌우대칭의 분포도를 보여주었다.

표 5. 조지방 함량에 따른 출현율

조지방함량(%)	두수	출현율(%)
3미만	1	0.48
3이상~4미만	3	1.43
4이상~5미만	10	4.76
5이상~6미만	17	8.10
6이상~7미만	23	10.95
7이상~8미만	19	9.05
8이상~9미만	31	14.76
9이상~10미만	26	12.38
10이상~11미만	21	10.00
11이상~12미만	21	10.00
12이상~13미만	12	5.71
13이상~14미만	8	3.81
14이상~15미만	7	3.33
15이상~16미만	4	1.90
16이상~17미만	4	1.90
17이상~18미만	2	0.95
18이상	1	0.48
계	210	100.00

육질등급 또는 근내지방도가 종축의 선발이나 사양시험등의 객관적이고 변별력 있는 비교기준이 되려면 양적형질로서의 정규분포를 가져야 한다. 그러나 지금까지 살펴본 등급단계별 출현빈도는 정규분포에서 많이 벗어나간 비대칭의 분포로 정규분포를 하는 등급별 분류기준의 표준화가 필요한 것으로 사료되었다.

따라서 이들의 육질의 분류 방법별 정규분포의 정도를 분석하여 이것을 표6에 제시하였다.

표 6. 육질등급의 분류방법별 정규분포의 정규성 검정

육질등급별 분류기준	Shapiro-Wilk의 통계량
육량등급 4단계	0.8429
근내지방도 7단계	0.9301
근내지방도 19단계	0.9472
조지방함량 17단계	0.9827

정규성의 검정은 Shapiro-Wilk의 통계량이 1 에 가까울수록 정규분포성을 보여 주는 것으로 표6에서 보는바와 같이 양적형질로서의 근내지방도 정규성 검정은 조지방 함량에 의한 분류가 거의 1 에 가까운 0.9827로 가장 높은 것으로 나타나 조지방 함량 분포에 의한 육질등급의 표준화를 위한 재분류가 필요한 것으로 분석 되었다.

2) 육질측정 방법별 조지방 함량의 비교분석

표 7. 육질등급별 등심의 조지방 함량

등급	두수	평균	표준편차	최소	최대	C.V.%
1+	56	12.59	2.49	8.23	18.83	19.77
1	97	9.13	2.03	4.86	14.55	22.23
2	51	6.64	1.67	3.25	10.17	25.15
3	6	4.23	1.04	2.86	5.52	24.35

표 7에는 등급판정사의 등급판정에 따라 분류한 등급별 배최장근의 조지방함량을 비교한 성적이 제시되었다.

육질등급의 1+등급 조지방함량은 12.59%, 1등급은 9.13%, 2등급은 6.64%, 3등급은 4.23%로 등급간 차이는 1+등급과 1등급간에 3.46%, 1등급과 2등급간에는 2.49%, 2등급과 3등급간에는 2.41%로 상위등급간의 격차가 더 크게 나타났다. 특히 등급별 최소 및 최대수치는 등급의 판정에 영향을 미치는 주요인으로 도체의 심부온도 차이

나 지방구의 크기 등이 있으나 여러 각도에서 이의 원인을 조사 할 필요가 있을 것으로 사료되었다. 변이계수로 보았을 때 하위등급의 변이가 상위등급의 변이보다 큰 것으로 나타났다.

이와 같은 현상을 표 8에서는 1~7단계로 좀더 세분화하여 단계별로 조사하였다. 표 8에서 살펴본 바와 같이 근내지방도 1은 4.23%, 2는 6.08%, 3은 7.07%, 4는 8.33%, 5는 9.85%, 6은 11.96%, 7은 14.50%로 단계별 차이는 1.85%, 0.99%, 1.26%, 1.52%, 2.11%, 2.54%로 단계별 차이가 최고 2.5배의 차이를 보여주었다. 특히 상위등급간의 차이가 표 2에서 살펴본 바와 같이 높아 상위등급의 세분화가 요구되었다. 변이계수에 의한 등급간 변이의 크기는 육질등급에서와 같은 경향을 보여주었다.

표 8. 근내지방도의 1~7단계별 등심의 조지방 함량

근내지방도	두수	평균	표준편차	최대	최소	C.V%
1	6	4.23	1.04	2.86	5.52	24.59
2	22	6.08	1.39	3.25	9.23	22.86
3	29	7.07	1.75	4.54	10.17	24.75
4	46	8.33	1.56	4.86	12.06	18.72
5	51	9.85	2.15	5.42	14.55	21.82
6	42	11.96	2.07	8.23	16.23	17.30
7	14	14.50	2.74	10.62	18.83	18.89

표 9. 근대지방도 1~19 단계별 등심의 조지방 함량

근대지방도	두수	평균	표준편차	최소	최대	C.V%
1+	2	3.95	1.54	2.86	5.04	38.98
1++	4	4.37	0.97	3.13	5.52	22.20
2	10	6.13	1.47	3.90	9.23	23.98
2+	2	5.50	0.95	4.83	6.18	17.27
2++	10	6.14	1.47	3.25	8.47	23.94
3	10	6.58	1.63	4.81	9.98	24.77
3+	9	7.28	2.09	4.54	10.17	28.71
3++	10	7.38	1.61	5.10	9.41	21.82
4	17	8.19	1.84	5.43	12.01	22.47
4+	18	8.18	1.53	4.86	12.06	18.70
4++	11	8.78	1.11	7.20	11.01	12.64
5	13	8.90	2.39	5.42	13.73	26.85
5+	19	10.10	1.95	6.32	12.86	19.31
5++	19	10.25	2.10	6.81	14.55	20.49
6	18	11.43	2.27	8.23	16.10	19.86
6+	13	12.16	2.18	8.89	16.23	17.93
6++	11	12.59	1.45	9.82	14.40	11.52
7	14	14.50	2.74	10.62	18.83	18.90

표 9에는 전국한우능력평가대회에서 육질평가를 세분화하기 위하여 1~19단계로 나누어 평가한 기준으로 분석하였다. 단계별 조지방 함량은 1+ 3.95%, 1++ 4.37%, 2 6.13%, 2+ 5.50%, 2++ 6.14%, 3 6.58%, 3+ 7.28%, 3++ 7.38%, 4 8.19%, 4+ 8.18%, 4++ 8.78%, 5 8.90%, 5+ 10.10%, 5++ 10.25%, 6 11.43%, 6+ 12.16%, 6++ 12.59%, 7 14.50%로 나타났으며, 각각 단계간 차이는 0.42, 1.76, -0.63, 0.44, 0.70, 0.10, 0.81, -0.10, 0.6, 0.12, 1.20, 0.15, 1.18, 0.73, 0.43, 1.91로 표본수가 작지만 하위등급보다는 상위등급간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 특히 6++ 단계와 7단계간의 차이는 약 2%로 가장 크고, 7단계의 평균 14.50과 최대치 18.83%과는 4.33%로 조지방 함량에 기준한 등급간의 표준화와 상위등급의 세분화가 요구되었다.

3) 종모우 순위 비교분석

표 10. 종모우의 육질능력 평가 방법별 종모우 순위

종모우명	두수	육질등급 4단계			근내지방도 7단계			근내지방도 19단계			조지방함량 17단계		
		평균	오차	순위	평균	오차	순위	평균	오차	순위	평균	오차	순위
		KPN-103	7	1.56	0.28	3	5.47	0.54	2	14.86	1.61	2	12.02
KPN-140	9	1.65	0.29	4	5.05	0.56	4	13.46	1.68	5	11.99	1.17	2
KPN-107	10	1.31	0.23	1	5.47	0.45	1	15.58	1.35	1	10.76	0.93	3
KPN-147	11	2.08	0.22	11	4.58	0.43	8	12.97	1.29	7	10.39	0.89	4
KPN-200	6	1.78	0.33	5	4.85	0.63	5	13.18	1.91	6	10.38	1.32	5
KPN-137	9	2.01	0.24	9	4.53	0.47	10	12.91	1.42	8	10.15	0.98	6
KPN-084	6	1.50	0.30	2	5.16	0.58	3	13.97	1.74	3	9.92	1.20	7
KPN-146	11	1.91	0.22	7	4.63	0.43	7	12.15	1.28	11	9.79	0.89	8
KPN-125	5	2.39	0.33	16	3.83	0.63	16	10.52	1.91	16	9.58	1.32	9
KPN-128	6	2.17	0.30	14	4.49	0.58	12	12.81	1.74	9	9.19	1.20	10
KPN-110	5	1.83	0.33	6	4.72	0.64	6	13.51	1.92	4	9.08	1.33	11
KPN-127	10	1.98	0.23	8	4.56	0.45	9	12.22	1.36	10	8.92	0.94	12
KPN-151	25	2.07	0.15	10	4.40	0.29	13	11.97	0.86	13	8.82	0.60	13
KPN-118	8	2.12	0.26	12	4.51	0.50	11	12.04	1.51	12	8.79	1.04	14
KPN-136	5	2.39	0.33	17	3.63	0.63	18	10.30	1.91	17	8.69	1.32	15
KPN-135	6	2.49	0.30	18	3.38	0.58	19	9.67	1.74	19	8.59	1.21	16
KPN-122	7	2.15	0.28	13	3.99	0.53	14	10.97	1.61	14	8.48	1.11	17
KPN-132	7	2.29	0.28	15	3.85	0.53	15	10.83	1.61	15	7.83	1.11	18
KPN-184	6	2.50	0.30	19	3.68	0.58	17	10.05	1.74	18	7.08	1.20	19
KPN-134	7	2.84	0.28	20	2.77	0.54	20	7.65	1.62	20	6.93	1.12	20

종모우 육질능력 평가방법이 정규분포를 이루고 있다는 가정하에 종모우의 순위를 추정하여 육질평가방법별로 종모우의 순위를 표10에 제시하였다. 그리고 가장 정규분포성이 높은 조지방함량의 분석치를 기준으로 한 종모우들의 순위상관을 산출한 결과 육질등급4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계에서 각각 0.81, 0.85, 0.86의 순위상관계수(coefficient of rank correlation)로 조지방함량에 의한 종모우 선발 방법

과 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 실제 이들의 순위상관치는 조지방함량을 기준으로 10두의 종모우를 선발한다면 육질등급 4단계는 3두, 근내지방도 7단계와 근내지방도 19단계의 경우도 2두의 도태될 종모우를 선발하는 결과를 초래 할 수 있었다.

따라서 지금까지 살펴본 바와 같이 근내지방도의 분류는 조지방함량 분석에 기초하여 근내지방도의 분류를 표준화하고, 근내지방이 우수한 종모우를 선발하기 위해서는 기존의 방법보다는 실험실에서 분석한 등심의 조지방함량을 기준으로한 “육질단계별 표준화기준”(표 11)을 작성하여야 할 것으로 판단된다.

표11. 육질등급의 표준화 기준표

조지방함량(%)	현행육질등급	표준화안		출현율(%)
		육질등급	근내지방도	
3미만	3	1	1 ⁻	0.48
3이상~4미만	3	1	1 ^u	1.43
4이상~5미만	3	1	1 ⁺	4.76
5이상~6미만	2	2	2 ⁻	8.10
6이상~7미만	2	2	2 ^u	10.95
7이상~8미만	2	2	2 ⁺	9.05
8이상~9미만	1	3	3 ⁻	14.76
9이상~10미만	1	3	3 ^u	12.38
10이상~11미만	1	3	3 ⁺	10.00
11이상~12미만	1+	4	4 ⁻	10.00
12이상~13미만	1+	4	4 ^u	5.71
13이상~14미만	1+	4	4 ⁺	3.81
14이상~15미만	1+	5	5 ⁻	3.33
15이상~16미만	1+	5	5 ^u	1.90
16이상~17미만	1+	5	5 ⁺	1.90
17이상~18미만	1+	6	6 ⁻	0.95
18이상~19미만	1+	6	6 ^u	0.48
19이상~20미만	1+	6	6 ⁺	0.00
20이상	1+	7	7	0.00
계				100.00

* 상위등급인 6+ 와 7은 향후 개량이나 사양기술의 발달로 출현될 것으로 예상함

** 현행기준은 기존 육질등급에 상위등급일 경우 “+”를 추가.

*** 표준화안은 본 연구에서 제시.

다. 영상해석에 의한 조지방비율 추정

1) 영상분석

영상에 의한 조지방율의 분석은 자동화 작업에 필수적인 기본수단이나 영상분석
치에 영향을 주는 요인을 제거하는 것이 아주 중요하다. 본 실험에 직접적인 영향을 준
것으로는 다음과 같은 요인에 의한 것으로 판단되었다.

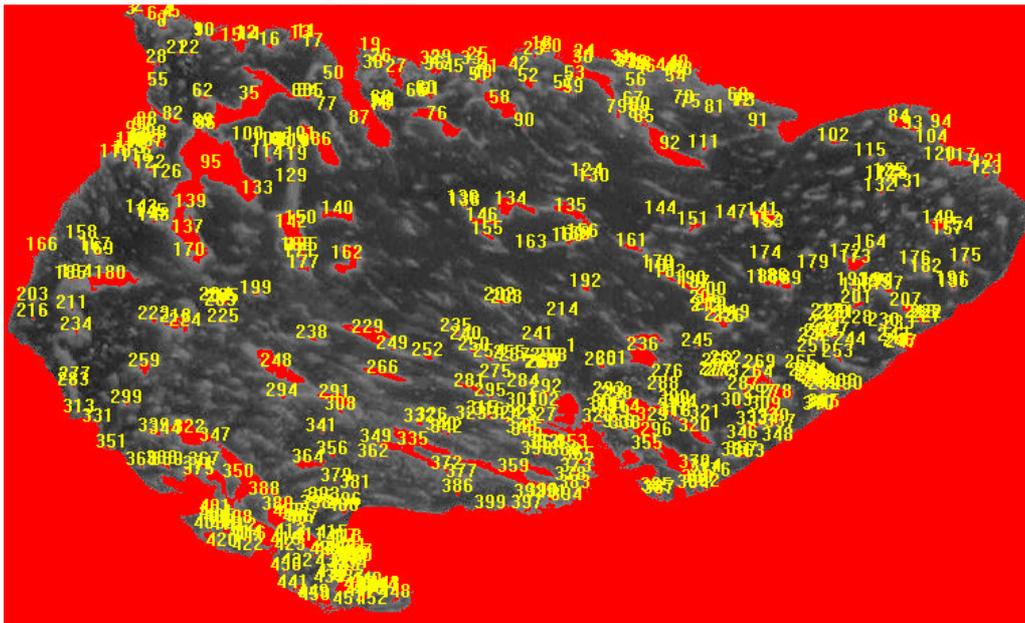
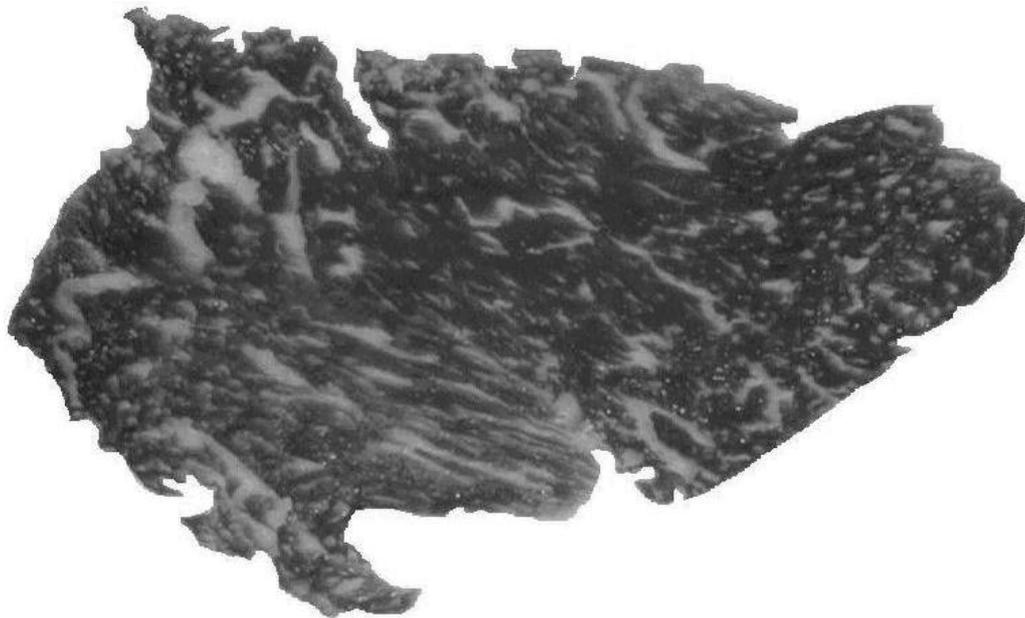
가) 사진 촬영시 물반사에 의한 영상오류

나) 도체의 온도에 따른 근대지방도의 선명도 차이

다) 촬영각도, 높이, 밝기에 따른 표준화의 문제점

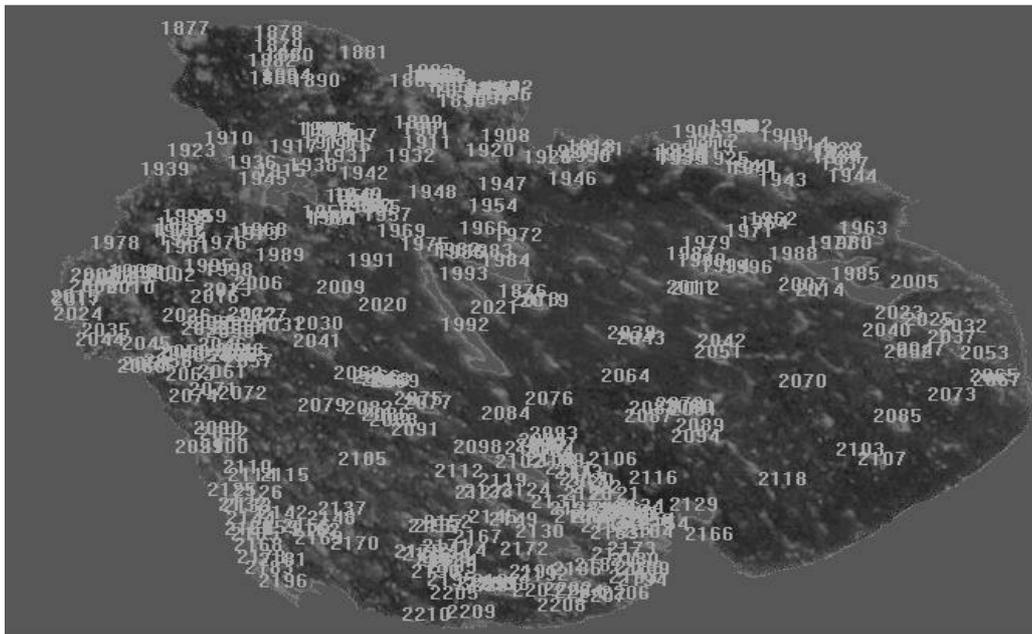
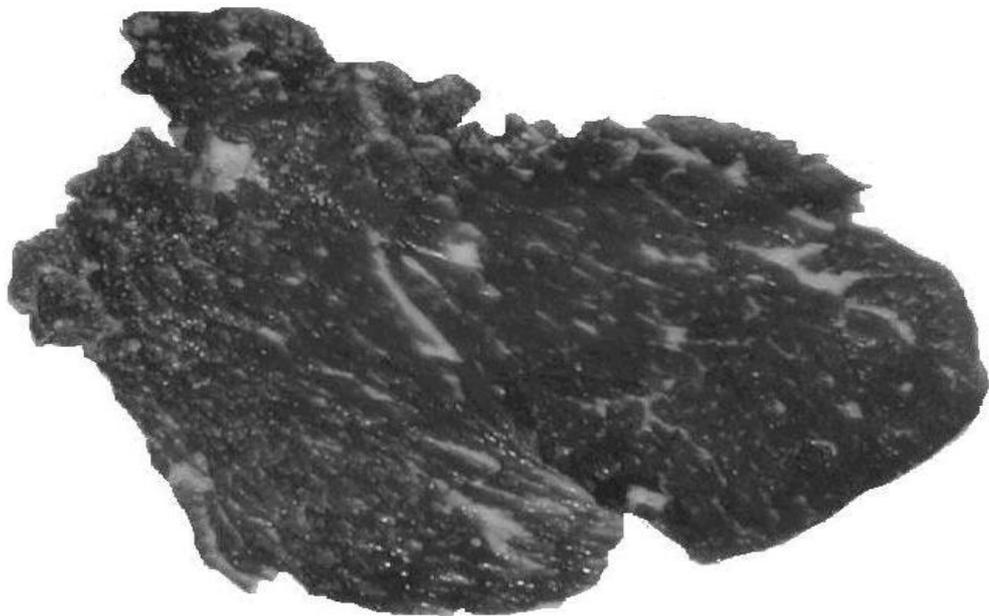
라) 지방입자의 크기

마) 등심절단면의 굴곡과 거친 등심단면과 절단시 남아 있는 고기 및 뼈조각등의
처리등이 있었으나 이를 최대한 줄이는 것을 기본으로 하였으며 등급별 영상과
영상해석의 그림이 제시되었다(그림2).

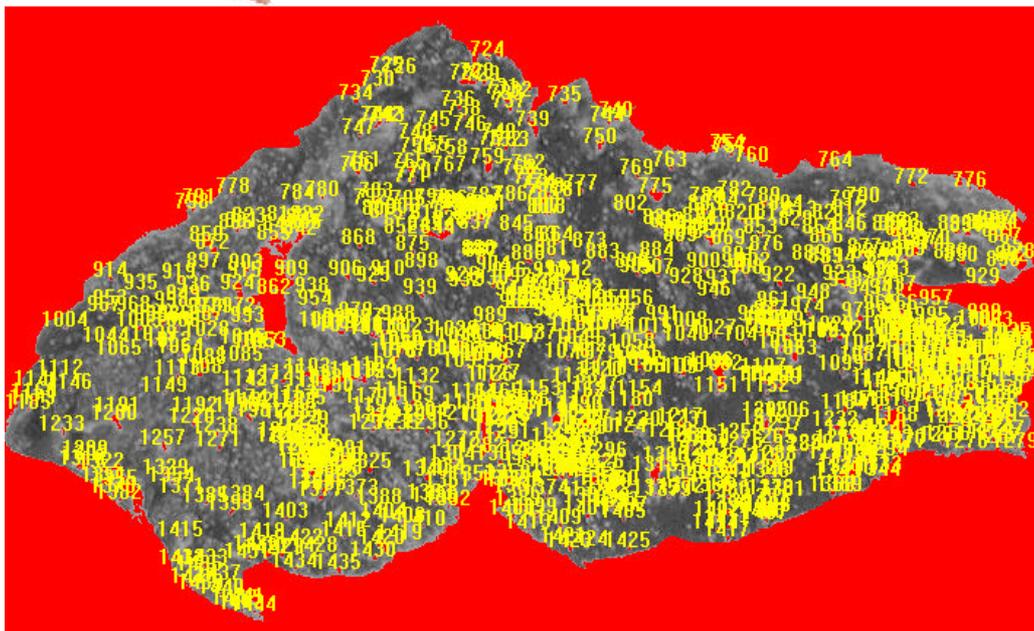


Sample No	조지방 함량 %	영상 분석치 %	등급	근대 지방도	조지방입자 크기 %		
					MP1	MP2	MP3
160	12.03	13.88	1+	6	3.591	0.207	0.017

그림 2. 등급별 조지방 함량과 영상 해석치 및 지방입자의 크기 분포도



Sample No	조지방 함량 %	영상 분석치 %	등급	근내 지방도	조지방입자 크기 %		
					MP1	MP2	MP3
161	6.65	6.41	2	2	4.161	0.235	0.027



Sample No	조지방 함량 %	영상 분석치 %	등급	근내 지방도	조지방입자 크기 %		
					MP1	MP2	MP3
83	4.33	4.86	3	1++	1.761	0.370	-

2) 평균과 상관

표 12에서 보는바와 같이 조지방분석치와 영상분석치는 각각 9.28 ± 3.04 , 9.87 ± 3.38 로 영상분석치가 약간 높게 측정되었으며, 표 13의 육질등급별 조지방분석치와 영상분석치도 전체 분석치와 비슷한 경향으로 영상분석치가 조지방분석치 보다는 약간 높게 추정되었다. 영상분석치와 조지방올과의 상관은 표 14에서 보여주는바와 같이 $0.84(p < 0.01)$ 로 높은 상관치를 보여 주었다. 실측치인 조지방 분석치를 기준으로 할 경우 영상분석치가 1sd 범위에 속하는 것은 79.1%로 1+등급 100%, 1등급 73.52%, 2등급 83.33%, 3등급 33.33%였고, 2sd의 범위는 94.20%가 포함되었고, 1+등급 100%, 1등급 94.11%, 2등급 100%, 3등급 33.33%였다.

특히 조지방 함량이 적은 3등급의 경우 표본수가 적었지만 표14에서 보여주는 것 처럼 영상분석치와 조지방입자의 평균면적비율과의 상관이 -0.723 이던 것이 조지방입자의 전체면적비율이 0.029의 상관으로 반전된 것은 mp3 크기의 물반사가 상대적으로 영상분석치에 많은 영향을 미치는 것으로 해석되었다.

본 실험에서 살펴본 결과를 기존의 육질등급별 조지방기준이 없어 육질등급 판정성적과 영상분석치간의 상대적 정확도를 판정 할 방법은 없으나 본 실험의 조지방 분석치와의 비교분석치로 볼 때 영상분석치는 객관적인 육질등급판정의 지표로 활용할 수 있을것으로 사료된다. 그러나, 이의 신뢰도를 더욱 높이기 위해서는 영상분석치에 직접적으로 영향을 주는 물반사 이외에도 각종 요인들을 제거하는데 필요한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료되었으며, 특히 표 12와 표 14에서 보여주는 바와 같이 지방입자의 크기와 분포차이도 영상분석치에 영향하는 것으로 나타났다.

표 14에서 보는 것처럼 조지방입자의 크기에 따른 조지방함량과 영상분석치의 조지방입자의 평균면적 mp1, mp2, mp3와의 상관은 각각 0.084, -0.253 , -0.664 와 0.236, -0.313 , -0.723 으로 지방입자가 큰 것이 조지방 분석치 보다는 영상분석치에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 조지방함량과 영상분석치의 조지방입자의 전체면적 smp1, smp2, smp3와의 상관도 각각 0.047, -0.195 , -0.018 와 -0.027 , -0.165 , 0.029로 지방입자가 큰 것이 많을 경우 적지만 조지방함량을 증가시키는 것으로 분석되었다.

따라서, 이러한 결과를 토대로 영상분석치의 신뢰도를 보다더 향상시키기 위해서는 우선 보다더 균일한 영상을 획득할 수 있는 장비의 개발과 지방입자의 크기에 따른 보정계수의 개발이 선결 과제로 부각되었다.

표 12. 조지방분석치,영상해석치 및 조지방 입자의 크기에 따른 평균과 표준편차

구 분	두 수	평 균	표 준 편 차	최 소 값	최 대 값
조 지 방 %	69	9.28	3.04	4.33	18.83
영상해석 %	69	9.87	3.38	3.73	21.48
* 조지방 크기 %					
mp1	69	3.201	0.818	1.190	5.681
mp2	69	0.228	0.036	0.193	0.416
mp3	69	0.023	0.005	0.014	0.037
** 조지방 면적 %					
smp1	69	78.80	6.888	55.947	89.357
smp2	69	11.92	3.568	5.461	27.408
smp3	69	9.33	4.564	3.246	25.701

*mp1 \geq 0.5%, mp2 \geq 0.1% and mp3 $<$ 0.1% in marbling particles percentage (each marbling particle area/all marbling particles area * 100), respectively.

**smp1 \geq 0.5%, smp2 \geq 0.1 and amp3 $<$ 0.1% in the summation of marbling particles percentage, respectively.

표 13. 육질등급별 조지방분석치와 영상해석치의 평균과 표준편차

육질등급	두 수	구 분	평 균	표 준 편 차	최 소	최 대
1 ⁺	14	조지방%	12.45	3.35	8.23	18.83
		영 상%	13.26	3.58	7.87	21.48
1	34	조지방%	9.70	1.88	5.97	13.73
		영 상%	10.17	2.65	4.64	19.40
2	18	조지방%	6.73	1.65	4.54	10.17
		영 상%	7.54	1.71	4.51	10.52
3	3	조지방%	4.96	0.60	4.33	5.52
		영 상%	5.02	1.38	3.73	6.47

표 14. 조지방분석치와 영상분석치간의 상관

구 분	조지방 %	영상분석 %	조지방입자의 평균면적비율 %			조지방입자의 전체면적비율 %		
			mp1	mp2	mp3	smp1	smp2	smp3
			조지방%	1.00	0.84	0.084	-0.253	-0.664
영상분석%	0.84	1.00	0.236	-0.313	-0.723	-0.027	-0.165	0.029

* p<0.01

3) 자동화에 적합한 등심부위

영상해석에 있어서 자동화 문제는 등심단면적과 지방면적의 신속한 계산이다. 현재 본 실험에서 획득한 등심단면의 영상으로부터 등심단면적의 면적을 산출하는데는 숙달자의 경우에 약 90초의 시간이 걸린다. 이의 주 요인은 등심단면적의 모양이 부정형이고 육안으로 구분하지 않으면 판정 할 수 없는 부위도 있어 실험자의 수작업에 의존하기 때문이다.

따라서, 본 실험에서는 등심단면적의 일부중 등심의 전체 조지방 분석치와 가장 밀접한 부위의 표본을 채취하는데 그 목적을 두고, 기계적으로 신속하고 순간적으로 지방의 면적이나 비율을 산출 할 수 있도록 사각형으로 표본을 채취하였다.

표본채취의 방법은 등심의 부위를 3등분하여 각각의 부분을 대표하는 직사각형의 표본 3개를 그림 3과 같이 채취하여 분석하였다.

표 15. 부위별 영상해석치의 평균과 표준편차

구 분	두수	평균	표준편차	최소	최대	
영상해석치	69	9.87	3.39	3.73	21.48	
부위별	상	69	8.32	4.34	0.69	23.11
	중	69	9.79	4.12	2.54	19.75
	하	69	11.19	5.98	1.84	25.34
평균	207	9.77	3.81	3.06	18.74	

표 15에서 보는바와 같이 부위별 영상해석치는 척추부위로 갈수록 영상해석치가 높아지는 경향치를 보여주고 있다. 이러한 경향치에 대한 분석으로 표16에서는 영상해석치와 부위별 및 부위별 평균과의 관계를 알아보았다. 표 16에서 보는바와 같이 3등분하여 분석한 영상분석치의 평균은 조지방함량과 0.65, 본래의 영상분석치와는 0.72의 상관으로 영상분석치가 약간 높은 상관을 보여주었다. 부위별 상관은 조지방함량이나 영상분석치에서 척추부위에서 갈비선단 부위쪽으로 가면서 상관이 높아지는 현상을 보여주었다. 이러한 현상을 보여주는 것은 일반적으로 등심의 조지방 분포가 고르게 분포되기보다는 그림4에서 보는 것처럼 상, 중, 하가 각각 9.21%, 7.21%, 25.34%로 불균형적으로 분포되고 있어 부위별 및 평균치와의 상관을 고려할 때 어느 특정부위의 이용보다는 평균치를 활용하여 조지방을 추정하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

표 16. 조지방함량, 영상해석치 및 부위별 영상해석치와의 상관

구 분	영상분석 평균 %	부 위 별 %		
		상	중	하
조 지 방 %	0.65	0.69	0.56	0.36
영상분석 %	0.72	0.65	0.64	0.46

* p<0.01

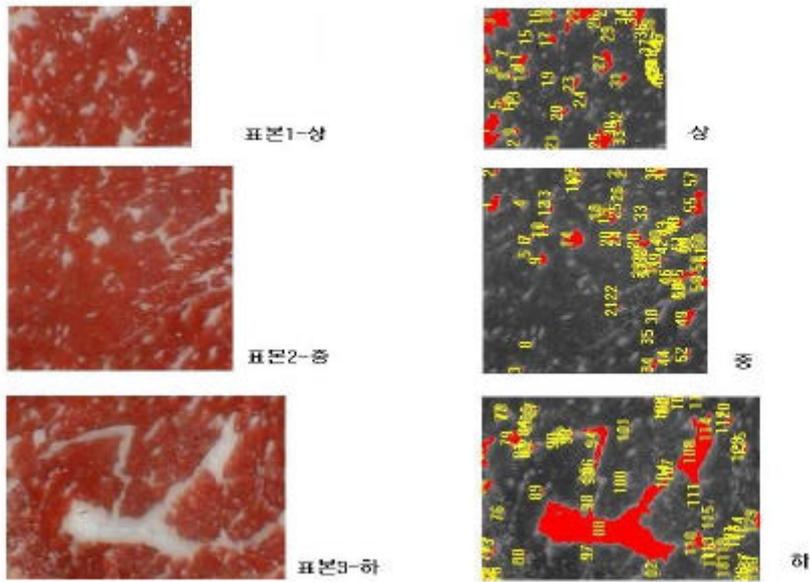
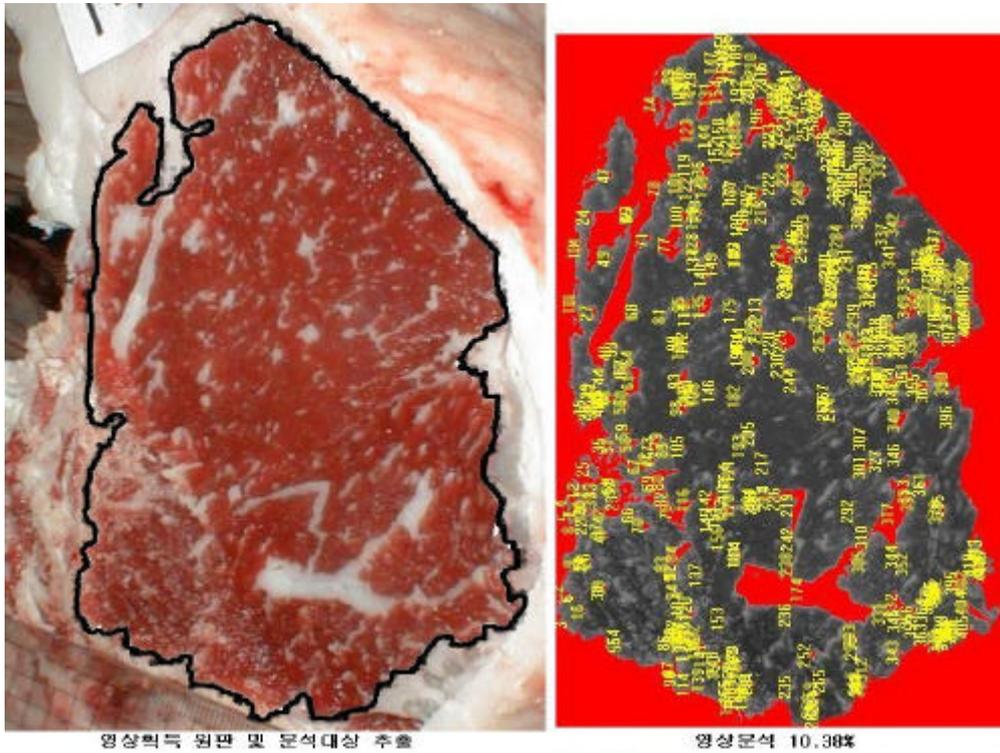


그림 3. 원래의 등심표본과 상중하 표본의 영상해석치

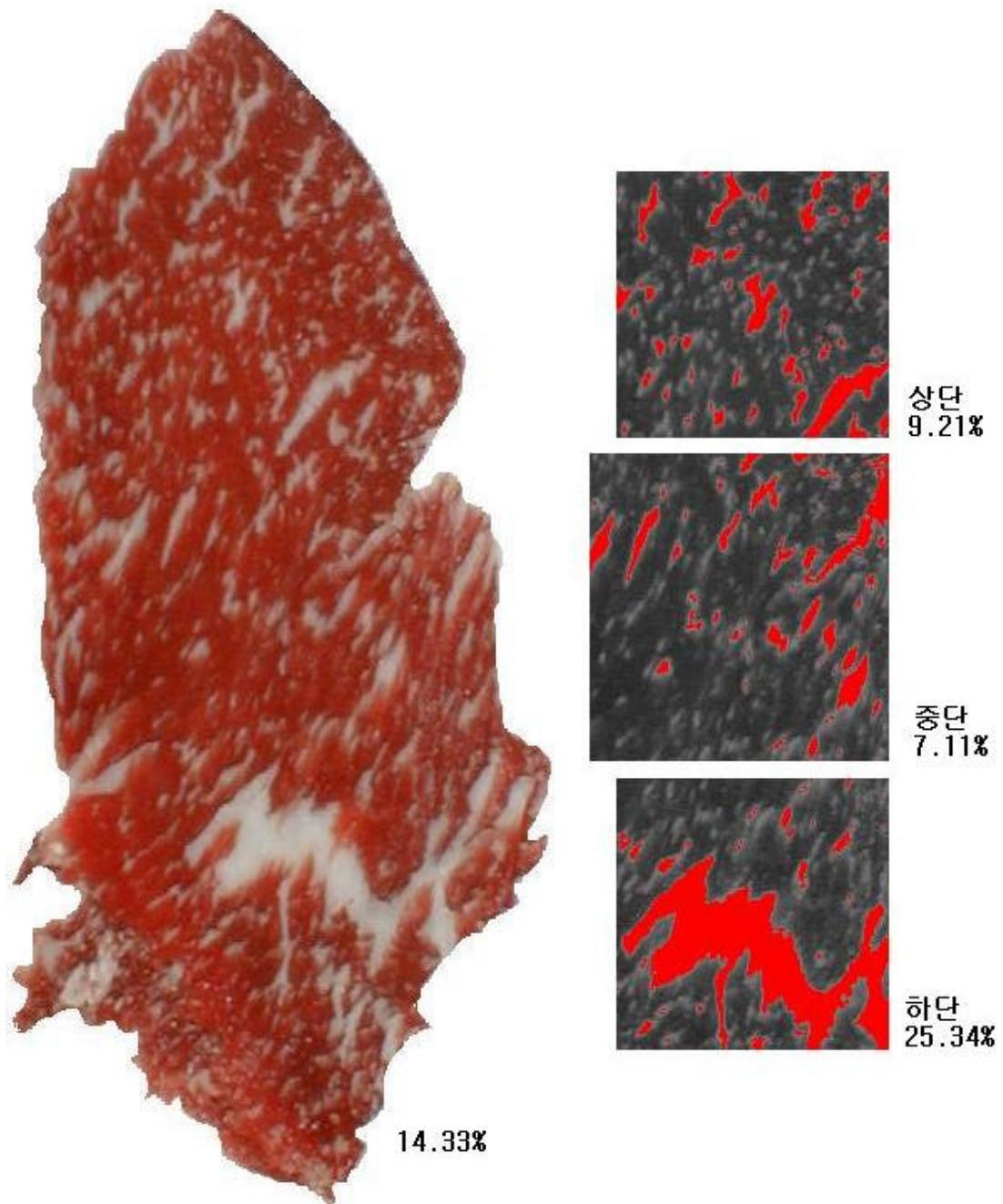


그림 4. 대표적인 등심단면의 불균형 조지방 분포

4. 연구결과 요약

가. 본 실험에 이용된 자료는 전국에서 사육하고있는 158개소의 한우사육 농가로 부터 얻었다. 조사대상우는 거세우로서 생후 774.89일(약25.4개월)령으로 4~6개월 령에 거세하여 20개월 정도 사육하였다.

나. 거세우의 출하체중은 $600.30 \pm 53.21\text{kg}$, 도체중 $351.21 \pm 36.14\text{kg}$, 등지방두께 $9.84 \pm 4.06\text{mm}$, 배최장근단면적 $82.50 \pm 8.5\text{cm}^2$, 근내지방도19 12.15 ± 4.45 , 근내지방도7 4.46 ± 1.66 , 육량지수 68.42 ± 1.69 , 등심의 수분 $67.98 \pm 2.45\%$, 조지방 $9.31 \pm 3.10\%$, 조단백 $20.69 \pm 0.92\%$ 였으며, 1등급 이상 출현율은 70.68%로 2001년 등급판정소 거세우 전국평균 46.6%보다 높았다.

다. 기존의 육량등급 4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계와 본 연구의 조지방함량 17단계의 양적형질로서의 정규성분포를 검정한 결과 각각 0.8429, 0.9301, 0.9472, 0.9827로 본 연구의 조지방함량 분류가 가장 정규분포에 가까운 것으로 나타났다.

라. 육질등급 4단계의 1+, 1, 2, 3 등급의 조지방함량은 각각 12.59%, 9.13%, 6.64%, 4.23%로 등급간 차이가 1+등급과 1등급간에 3.46%, 1등급과 2등급간에는 2.49%, 2등급과 3등급간에는 2.41%로 상위등급간의 격차가 더 크게 나타났다.

근내지방도 7단계의 경우 근내지방도 1은 4.23%, 2는 6.08%, 3은 7.07%, 4는 8.33%, 5는 9.85%, 6은 11.96%, 7은 14.50%로 단계별 차이는 1.85%, 0.99%, 1.26%, 1.52%, 2.11%, 2.54%로 단계별 차이가 불규칙하고 최고 2.5배의 차이를 보여주었다. 특히 상위등급간의 차이가 높아 상위등급의 세분화가 요구되었다.

근내지방도 19단계별 조지방함량은 1+ 3.95%, 1++ 4.37%, 2 6.13%, 2+ 5.50%, 2++ 6.14%, 3 6.58%, 3+ 7.28%, 3++ 7.38%, 4 8.19%, 4+ 8.18%, 4++ 8.78%, 5 8.90%, 5+ 10.10%, 5++ 10.25%, 6 11.43%, 6+ 12.16%, 6++ 12.59%, 7 14.50%로 나타났으며, 각각 단계간 차이는 0.42, 1.76, -0.63, 0.44, 0.70, 0.10, 0.81, -0.10, 0.6, 0.12, 1.20, 0.15, 1.18, 0.73, 0.43, 1.91로 매우 불규칙하고 대체로 하위등급보다는 상위등급간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 특히 6++ 단계와 7단계간의 차이는 약 2%로 가장 크고, 7단계의

평균 14.50과 최대치 18.83%과는 4.33%로 조지방함량에 기준한 등급간의 표준화와 상위등급의 세분화가 요구되었다.

마. 정규분포성이 가장 높은 조지방함량의 분석치를 기준으로 한 종모우들의 순위상관을 산출한 결과 육질등급4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계에서 각각 0.81, 0.85, 0.86의 순위상관계수(coefficient of rank correlation)로 조지방함량에 의한 종모우 선발 방법이 1% 수준에서 유의적인 차이가 인정되었다.

조지방함량을 실제기준으로 10두의 종모우를 선발 할 경우 육질등급 4단계는 3두, 근내지방도 7단계와 근내지방도 19단계에서는 2두의 도태될 종모우를 선발하는 결과를 초래 할 수 있는 순위 상관이었다.

바. 따라서 지금까지 살펴본 바와 같이 근내지방도의 분류는 조지방함량 분석에 기초하여 근내지방도의 분류를 표준화하고, 근내지방이 우수한 종모우의 선발은 물론 각종 실험의 기준이 되는 근내지방도의 표준화는 조지방함량 3%미만, 20%이상 사이에 17단계를 두어 총 19단계로 나누어진 근내지방도를 표준화하고 육질등급은 7등급으로 하고, 각 등급에는 7등급을 제외하고, -, 0, + 의 단계를 두는 것이 합리적일 것으로 판단되었다.

사. 조지방분석치와 영상분석치는 각각 9.28 ± 3.04 , 9.87 ± 3.38 로 영상분석치가 약간 높게 측정되었으며, 육질등급별 조지방분석치와 영상분석치도 전체 분석치와 비슷한 경향으로 영상분석치가 조지방분석치 보다는 약간 높게 추정되었다.

아. 영상분석치와 조지방율과의 상관은 $0.84(p < 0.01)$ 로 높은 상관치를 보여 주었다. 실측치인 조지방 분석치를 기준으로 할 경우 영상분석치가 1sd 범위에 속하는 것은 79.1%로 1+등급 100%, 1등급 73.52%, 2등급 83.33%, 3등급 33.33%였고, 2sd의 범위는 94.20%가 포함되었고, 1+등급 100%, 1등급 94.11%, 2등급 100%, 3등급 33.33%였다. 특히 조지방 함량이 적은 3등급의 경우 표본수가 적었지만 영상분석치와 조지방입자의 물반사의 크기와 조지방평균면적이 비슷한 mp3에서 상관이 -0.723 이던 것이 조지방입자의 전체면적비율이 0.029의 상관으로 반전된 것은 물반사가 상대적으로 영상분석치에 많은 영향을 미치는 것으로 해석되었다.

자. 조지방함량과 영상분석치가 조지방입자의 평균면적(조지방의 크기)인 mp1, mp2, mp3와의 상관은 각각 0.084, -0.253, -0.664 와 0.236, -0.313, -0.723으로 지방입자가 큰 것이 조지방 분석치 보다는 영상분석치에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 조지방함량과 영상분석치가 조지방입자의 전체면적인 smp1, smp2, smp3와의 상관도 각각 0.047, -0.195, -0.018 와 -0.027, -0.165, 0.029로 지방입자가 큰 것이 많을 경우 적지만 조지방함량을 증가시키는 것으로 분석되었다.

차. 등심단면적을 3등분하여 분석한 영상분석치의 평균은 조지방함량과 0.65, 본래의 영상분석치와는 0.72의 상관으로 영상분석치가 약간 높은 상관을 보여주었다. 부위별 상관은 조지방 함량이나 영상분석치에서 척추부위에서 갈비선단부위쪽으로 가면서 상관이 높아지는 현상을 보여주었다. 이러한 현상을 보여주는 것은 일반적으로 등심단면의 조지방분포가 불균형적으로 분포되어 있는 것으로서 부위별 및 평균치와의 상관을 고려할 때 어느 특정부위의 이용보다는 평균치를 활용하여 조지방을 추정하는 것이 바람직한 것으로 사료되었다.

제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구목표달성도

가. 표본집단 선정

본 연구에서 이용된 자료는 (사)한국축육개량협회에서 주최하는 전국한우능력평가대회에 출품한 전국의 158 한우사육농가로부터 생년월일이 정확하고 혈통이 알려진 한우 474두를 표본집단으로 선정하였다.

전국한우능력평가대회에서 수집된 기존자료를 토대로 하여 기존의 육질등급 분류 방법들에 대하여 정규분포검정을 비교분석하고 조지방함량에 대한 정규분포성을 검정할 수 있는 충분한 표본과 영상해석을 위한 아날로그 및 디지털 영상을 획득하였다.

나. 근내지방도의 단계별 표준화

본 연구에서 제시한 조지방함량과 기존의 방법과의 정규분포성에 대한 검정을 비교 분석한 결과 본 연구에서 제시한 조지방함량에 의한 근내지방의 분류가 가장 이상적이었음이 통계 분석상 확인되었다. 조지방함량의 표준화 이전에 기존의 방법과 조지방함량에 의한 중모우 선발을 실시한 결과 조지방함량에 의한 선발이 기존의 방법보다 20~30% 정도 우수한 중모우를 선발할 수 있다는 것을 확인하였다.

따라서, 17단계의 조지방함량에 상위 2단계를 신설하여 최종 19단계로 표준화하였다. 이는 향후 개량이나 사양기술등의 향상을 감안한 것이다.

다. 영상해석에 의한 근내지방도의 객관적 평가방법

근내지방도의 평가가 대부분 등급판정사의 주관적 안목으로 객관성이 결여되는 경우가 있어 분쟁의 소지가 있다. 따라서, 본 연구에서는 기 개발된 영상해석 프로그램을 도입하여 획득한 영상을 지방색과 고기색으로 두가지로 분류하여 지방면적을 산출하였다. 조지방함량과 영상해석치간에 0.84의 높은 상관으로 실용성이 있다고 판단된다. 그러나, 등급판정사의 판정기준과 직접적인 비교기준이 없어 비교를 할 수 없었던 점을 감안하여 새로운 기준인 본 연구의 표준화된 기준치를 등급판정사에게 숙지시켜 실측한 등급판정치와의 오차를 분석하여 실제에 적용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

이외에도 본 연구에서는 다음과 같은 문제를 완벽하게 해결하지 못하였다.

- 1) 사진 촬영시 물반사에 의한 영상오류
- 2) 균일한 도체의 온도
- 3) 균일한 촬영각도, 높이, 밝기
- 4) 지방입자의 크기에 따른 보정계수 개발
- 5) 등심절단면의 굴곡과 거친 등심단면과 절단시 남아 있는 고기 및 뼈 조각 등의 처리에서 비롯되는 영상해석의 오류를 해결하여야 한다.

2. 관련분야에의 기여도

가. 기술적 측면

한우산업의 고품질화를 위한 핵심적 기술로 이 기술의 개발은 한우와 경쟁하는 외국 품종과의 차별화로 한우산업을 부가가치 있는 산업으로 발전시키는데 중추적인 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 우리와 비슷한 여건의 일본은 육질중시형 고급 육생산으로 일본화우산업을 지켜내고 있는데 이는 근내지방도의 향상에 의한 품질차별화의 결실이다.

이 기술의 개발은 한우후대검정사업에 적용시 근내지방도가 우수한 종모우를 정확하게 선발하여 근내지방도가 우수한 밀소를 생산하는데 이용된다. 근내지방도의 유전력은 40~50%로 아주 높다. 지육의 등급평가지 등급간의 차별화로 고급육생산자에게 유리한 지표를 주고, 고급육 판매시 소비자의 객관적 지표로 활용하여 수입최고기 및 육우고기와의 차별을 용이하게 유도할 수 있다.

육질에 대한 사양시험의 경우 조지방 분석에 의하지 않고는 처리간 차이를 규명하기 어려웠으나 이 기술의 도입은 조지방의 분석에 의하지 않고도 처리간 차이를 규명할 수 있을 것으로 본다. 현재 도축장에서 수집되는 근내지방도의 현장자료는 종축의 개량이나 기타 비교 자료로 활용하기가 어려우나 이 기술의 도입에 의한 자료수집은 육질이 우수한 종모우는 물론 한우암소의 개량에 크게 기여할 것으로 본다. 근내지방도의 영상촬영에 의한 육질 판정은 도체평가의 자동화를 위한 전단계로 이 기술의 도입은 도체평가의 전과정을 자동화하는데 기여할 것이다.

따라서, 한우로부터 차별화 된 쇠고기를 생산하여 미래지향적인 쇠고기 산업으로 육성하고, 한우사육농가의 소득을 높이기 위해서는 이 기술의 도입이 절실히 기대된다.

나. 경제 산업적 측면

현재의 근내지방도의 분류기준으로는 육질을 대표하는 근내지방도가 우수한 종모우의 선발은 물론 우수종모우는 도태시키고 열등한 종모우가 선발될 수 있다. 상위 20~30%의 우수종모우가 선발에서 제외 될 수 있다.

산업적 측면에서 볼 때 근내지방도의 향상에 의한 육질의 향상은 한우산업을 우

리 고유의 쇠고기 산업으로 유지 발전시킬 수 있다는 것은 우리국민의 정서적인 측면으로 볼 때 값으로 환산할 수 없을 정도이다.

일본에서 취급하는 고급육질인 4~5등급의 한우고기만 생산할 수 있다면 일본의 화우와 동등한 가격으로 수출 할 수 있다. 우리 한우가 원조라는 일본 토좌갈모우도 똑같이 일본의 흑모화우와 동일조건으로 경매되고 있다.

근내지방도의 기계적인 영상판정으로 생산자와 등급판정사 간에 불필요한 마찰을 줄이고, 경제적인 업무수행을 돕는 것은 물론 자동화에 의한 경제적인 측면도 기대된다.

제 5 절 연구개발결과의 활용계획

1. 근내지방의 단계별표준화

가. 새로운 등급판정 기준으로 활용한다.

본 연구 결과에 기준한 새로운 “근내지방도 표준모형(또는 사진)”을 제작하여 새로운 등급판정기준으로 고시하고 단계별 모형의 조지방 함량을 표준편차와 함께 명시한다.

나. 한우육질개량의 지표로서 한우 종축의 선발 즉 후대검정이나 현장검정에 이용 종축의 육질평가 자료로 이용한다.

기존의 육질등급이나 근내지방도에 의한 종모우 선발의 오류를 방지하기 위하여 본 결과를 한우 종모우 선발 협의체인 “한우개량협의회”에 보고하고 이를 채택하도록 한다.

다. 한우고기 육질차별화의 객관적 지표로 활용한다.

각 국의 쇠고기의 객관적 차별화는 대부분 등심의 근내지방도에 의해 측정하고 있다. 따라서, 우리의 2등급 수준(조지방함량 5% 이상 8% 미만)을 미국의 choice급(조지방함량 5%이상 ~ 8%)과 육질면에서 차별화하기 위해서는 한우로부터 조지방함량 8% 이상인 1등급을 생산하지 않으면 안 된다는 객관적인 지표를 한우농가에게 제

공 할 수 있다.

라. 각종사양시험의 평가자료로 활용한다.

기존의 육질등급이나 근내지방도에 의한 평가보다는 단계별 근내지방도 표준화에 의한 세밀한 비교는 물론 일정수준 이상의 근내지방도 평가에 대한 변별력도 중모우 평가에서 보여주는 것처럼 각종사양시험에도 본 연구의 결과를 활용시 객관적인 시험결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

마. 생산자에게는 생산지표로서, 소비자에게는 객관적인 고급육구매지표를 제공한다.

생산자에게는 수입쇠고기와 경쟁하려면 한우로부터 1등급 이상의 한우고기를 생산하지 않으면 안되는 가이드라인을 제공하고, 소비자에게는 한우고기와 수입쇠고기를 근내지방도에 의해 육질면에서 객관적으로 비교 할 수 있는 기준을 제시한다.

2. 근내지방도의 영상해석치

가. 생산자와 육질등급 평가사간의 객관적 평가수단으로 활용한다.

기존의 육질등급이나 근내지방도의 평가는 객관적이라기 보다는 주관적이다. 따라서 때로는 생산자와 등급 판정사간에 마찰이 있을 수 있다. 그러나 기존의 육질등급이나 근내지방도는 조지방 함량에 기준한 분류라기 보다는 육안에 의한 분류로 기존등급의 오류를 판정 할 수 있는 기준이 없다는 점이 아쉽지만 본 연구 결과의 근내표준화 기준을 도입하면 영상해석치는 객관적 평가 수단으로 활용 할 수 있을 정도로 상관성이 높아 등급판정소등에서 실제로 활용 할 수 있을 것으로 판단된다.

나. 한우도체의 등급판정을 위한 도축장의 자동화시설의 기본기술로 활용한다.

향후 근내지방도의 도체등급판정 추세는 자동화에 초점이 맞추어지고 있으나 등심의 근내지방도 측정부위가 부정형으로 자동화하기에는 매우 어려운 실정이다. 따라서, 부위별로 정형화된 표본을 채취하여 분석하는 것은 가능 할 것으로 보고 세부위의 표본을 임의로 채취하여 분석한 결과 평균치를 이용 할 경우 조지방함량과 0.65의 상관으로 자동화의 기본기술로서의 가능성이 엿보였다.

제 6 절 참고문헌

1. 이문연. 1998. 거세한우의 출하체중과 출하월령이 도체형질에 미치는 영향. 한국축산학회지 : 40(3)221~226
2. 축산물등급판정소. 2001. 축산물등급판정사업보고서.
3. 口田圭吾. 1998. 霜降り 肉의 コンピュータ解析. 畫像解析による 客觀的 評價法についての意識調査. 肉牛ジャーナル. 1月号 : 74~79
4. 口田圭吾, 栗原晃子, 鈴木三義, 三好俊三. 1997. 畫像解析による로스芯斷面内脂肪割合의 正確な算出法の開發. 日畜會報, 68(9) : 853~859
5. 口田圭吾, 栗原晃子, 鈴木三義, 三好俊三. 1997. 畫像解析による로스芯斷面内脂肪交雜粒子に關する客觀的評價法. 日畜會報. 68(9) : 878~882
6. 口田圭吾, 長谷川未央, 鈴木三義, 三好俊三. 2001b. 枝肉橫斷面撮影裝置で撮影されたデジタル畫像を利用したBCSナンバーの判定. 日畜會報. 72(9) : J321~J328
7. 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三. 2001a. 枝肉橫斷面撮影裝置の開發と得られた畫像を利用したBCSナンバーの判定. 日畜會報. 72(8) : J224~J231
8. 善林明治. 1994. ビーフプロダクショソ. 牛肉生産の科學. 로스中抽出脂肪割合(%)と日米脂肪交雜基準との關係. P : 182~183. 株式會社. 養賢堂發行 : 182~183
9. 小西一之, 撫年浩, 前田正志, 内山美智子. 1995. 畫像解析裝置による牛 로스芯の組脂肪含量の推定. 農林水産省家畜改良センター. 日畜會報. 66(6) : 548~554
10. 牛垣徹, 守屋和幸, 佐佐木義之. 1998. 牛枝肉の脂肪交雜を數值的に取り扱う場合 BMSナンバーがよいか 脂肪交雜基準がよいか. 肉用牛研究會報 64号 : 13~14
11. 伊藤 良, 有原圭三, 近藤 洋, 樽見和幸, 宮下 裕, 池田 登. 1990. ホルスタイン種去勢牛枝肉の牛肉色基準に影響する諸要因の解析. 日畜會報. 61(6) : 520~526
12. 穴田勝人, 佐佐木義之, 中西直人, 山崎敏雄. 1993. 枝肉橫斷面로스芯周邊の畫像解析情報による 黒毛和種去勢牛の枝肉構成豫測. 日畜會報, 64(1) : 38~44
13. BIF. 1996. Guideline for uniform beef improvement programs. seventh edition. Northwest Research Extension Center.
14. Boleman S. L., S. J. Boleman, W. W. Morgan, D. S. Hale, D. B. Griffin, J. W. Savell, R. P. Ames, M. T. Smith, J. D. Tatum, T. G. Field, G. C. Smith, B. A. Gardner, J. B. Morgan, S. L. Northcutt, H. G. Dolezal, D. R. Gill, and F. K. Ray.

1998. National Beef Quality Audit-1995: Survey of Producer -Related Defects and Carcass Quality and Quantity Attributes. *J. Anim. Sci.* 76 : 96~103
15. Dan S. Hale, Kyla Goodson, and Jeffw. Savell. 1998. Beef Quality and Yield Grades. Department of Animal Science Texas Agricultural Extension Service College Station, TX77843-2471
16. David R. J., and William C. Stringer. 1993. Beef carcass grading and evaluation. food science and nutrition department, university of missouri-columbia. Agricultural publication G02220
17. Hassen A., M. M. Izquierdo, Gene H. Rouse, Doyle E. Wilson, and Richard L. Willham.
18. Karnuah B., Kazuyuki Moriya, Katsunosuke Mitani and Yoshiyuki sasaki. 1995. Estimation of beef carcass composition from the cross section around the longissimus muscle area in Holstein steers by Computer Image Analysis. *Anim.,sci. Technol.(JPN)* 66(4) : 323-329.
19. Kuchida K., Kazuyuki Konishi, Mitsuyoshi Suzuki and Shunzo Miyoshi. 1998. Prediction of the crude fat contents in rib-eye muscle of beef using the fat area ratio calculated by computer image analysys. *Anim., sci. Technol. (JPN)* 69(6) : 585-588 1997. Prediction of marbling scores from percentage intramuscular fat. ISU Beef Research Report Body Composition. A.S. Leaflet R1434.
20. Kuchida K., Shogo Tsuruta, L.D. Van Vleck, Mitsuyoshi Suzuki and Shunzo Miyoshi. 1999. Prediction method of beef marbling standard number using parameters obtained from image analysis for beef ribeye. *Animal Science Journal* 70(3) :107~112
21. Savell J. W., H. R. Cross, and G. C. Smith. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef longissmus muscle as related to USDA marbling score. *Journal of food science*-volume 51, no.3 : 838~840.

요 약 문

I. 제 목

근내지방도의 단계별 측정 및 표준화 기술개발”에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리 고유가축인 한우는 문화·사회적 유산으로 농촌을 상징하는 대표적 가축이 있으며, 지금도 여전히 농가의 주요 소득원임은 물론 국민건강을 위하여 양질의 쇠고기를 공급하는 우리의 소중한 축산자원이다.

한우산업의 미래지향적인 발전전략은 한우의 근내지방도를 개량하여 품질과 가치를 향상시켜 고품질 고부가가치화 하는데 있다. 이는 한우의 맛이 근내지방도의 많고 적음에 결정되기 때문이다.

따라서 이 연구의 목적은 근내지방도를 표준화하고, 근내지방도의 객관적인 영상해석기술을 개발하여 유전적으로 육질이 우수한 종모우를 선발하고 육질을 개선하는 우수한 사양시스템을 개발하는데 이용되는 기준을 마련하는데 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

고급육 생산을 위한 근내지방도의 세분화방법을 확립하기 위하여 채취 샘플의 조지방 함량을 분석하고, 기존의 육질평가 방법들(육질등급 4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계)의 정규분포성을 검증하였다. 가장 정규성이 높은 것은 본 연구의 조지방 함량에 의한 분류 기준이었다.

이 중에서 가장 정규성이 좋은 분류기준인 조지방 함량을 기준하여 기존의 방법과 종모우 평가에 의한 순위상관 비교로서 기존의 방법과 조지방 함량 순위상관간의 통계적 유의성을 검증하여 최종적으로 단계별로 표준화된 육질등급의 객관적 기준이 되는 근내지방도의 기준을 작성하였다.

분류된 근내지방도의 객관적인 평가방법의 도입을 위하여 아날로그와 디지털 영상자료를 획득하여 실험실내에서 영상분석장비인 SigmaScan Pro Ver 5.0을 이용하여 영상해석에 의한 등심단면적의 지방면적(마블링 면적)비율인 영상 해석치를 구하여 조지방 함량과 상관을 구하였다.

IV. 연구결과 및 활용에 대한 건의

기존의 육질등급 4단계, 근내지방도 7단계, 근내지방도 19단계와 본 연구의 조지방함량 17단계의 양적형질로서의 정규성분포를 검정한 결과 본 연구에서 제시한 조지방함량 분류가 가장 정규분포에 가까운 것으로 나타났다.

정규분포성이 가장 높은 조지방함량의 분석치를 기준으로 한 종모우들의 순위 상관은 조지방함량에 의한 종모우 선발 방법이 1% 수준에서 유의적인 차이가 인정되었다. 지금까지 살펴본 바와 같이 근내지방도의 분류는 조지방함량 분석에 기초하여 근내지방도의 분류를 표준화하고, 근내지방이 우수한 종모우의 선발은 물론 각종 실험의 기준이 되는 근내지방도의 표준화는 조지방함량 3%미만, 20%이상 사이에 17단계를 두어 총 19단계로 나누어진 근내지방도를 표준화하고 육질등급은 7등급으로 하였다. 영상분석치와 조지방율과의 상관은 0.84($p < 0.01$)로 높은 상관치를 보여 주었으며, 실측치인 조지방 분석치를 기준으로 할 경우 영상분석치가 1sd 범위에 속하는 것은 79.1%, 2sd의 범위는 94.20%가 포함되었다.

우선적으로 본 연구에서 확립된 “근내지방도의 단계별 표준화 기준”은 새로운 육질등급판정 기준으로 채택되어 생산자에게는 생산 지표로서 소비자에게는 쇠고기의 올바른 선택의 기준으로 종모우 평가나 사양시험의 비교평가지 합리적인 비교기준으로 활용하여야 할 것으로 사료되었다.

영상분석 기술도 개선의 여지가 있으나 육질의 객관적인 보조지표로서 활용 할 수 있을 정도의 상관을 보여주고 있어 이를 잘 활용하면 생산자와 등급판정사간의 판정에 대한 불필요한 마찰을 최소한으로 줄이는데 기여할 것으로 사료되었다.

SUMMARY

I. Title

Development of Beef Marbling Standard Number for the Marbling of Hanwoo Beef.

II. Objectives and Necessities of the study

Hanwoo are the culture and social property left by our ancestor, the symbol of the rural society, still now the income source of the farmers and the important livestock that supply the good quality beef.

The strategy of Hanwoo industry in the future must be put on emphasis the promotion of the quality and the value of the Hanwoo beef. We have to produce the beef of the high marbling, intramuscular fat content and make Hanwoo beef into the high quality beef and the high value-added products. It is because the taste and the flavor of the beef depend on absolutely according to the quantity of the intramuscular fat on the ribeye.

The goals of this study were to make the beef marbling standard and develop the technique of the image analysis for the marbling fat content of the ribeye because the marbling score must be measured objectively for the selection of the genetically superior sire and the development of the feeding system to produce the high quality beef.

III. Scope of this R&D

1. The normality of the data distribution were tested among the crude fat content(19 levels) of the this study and the existing meat quality grades(meat quality grade 4, intramuscular fat 7, and intramuscular 19 levels). The crude fat content of the this study showed the best normality.

The ranks of the sire were calculated about above 4 methods. The rank correlations among the crude fat content and the existing methods showed the significant difference, $p < 0.01$. The new meat grade draft was made on the criterion of the crude fat content.

2. The correlation between the crude fat content and image analysis percentage was $0.84(p < 0.01)$. The image analysis percentage were obtained from the digital image by the SigmaScan Pro Ver 5.0. for the introduction of the objective evaluation method of the marbling particle on the ribeye.

IV. Results and recommendation of this R&D

According to the results of this work, the beef marbling standard of the this study, the crude fat content 19 levels was the best one in the normality of data distribution and the rank correlations of the sire comparing with the existing meat quality grades. The new meat quality grade draft were classified by 7 grades and 19 levels, the first grade $3\% <, 3\% \geq \sim 4\% <, 4\% \geq \sim 5\% <$, the second grade $5\% \geq \sim 6\% <, 6\% \geq \sim 7\% <, 7\% \geq \sim 8\% <$, the third grade $8\% \geq \sim 9\% <, 9\% \geq \sim 10\% <, 10\% \geq \sim 11\% <$, 4th grade $11\% \geq \sim 12\% <, 12\% \geq \sim 13\% <, 13\% \geq \sim 14\% <$, 5th grade $14\% \geq \sim 15\% <, 15\% \geq \sim 16\% <, 16\% \geq \sim 17\% <$, 6th grade $17\% \geq \sim 18\% <, 18\% \geq \sim 19\% <, 19\% \geq \sim 20\% <$, 7th grade $20\% >$.

The correlation coefficient between the crude fat and the image analysis percentage was $0.84(p < 0.01)$ high. The range of the difference between the crude fat content and the image analysis percentage within $\pm 1sd$ and $\pm 2sd$ was 79.1% and 94.2% respectively.

The existing meat quality grade system must be replaced with the beef marbling standard of this study for the selection of the genetically superior sire and the development of the feeding system to produce the high quality beef. Also, the image analysis technique was thought as the good method to reduce the troubles between the farmer and the judge about the judgement of the meat quality grade.

제 9 장 항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발

제 1 절 서 론

1. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

한우를 포함한 대부분의 반추가축에서는 어미소의 질병에 대한 면역물질이 초유로 전달되고 초유를 통해 송아지에게 이행된 항체의 효력은 생후 2개월간 지속되므로 생후 2개월간은 어미소로부터 전달받은 면역능력에 의해 각종 질병에 대한 저항성을 갖게 된다. 한우의 산유량은 1비유기 180일 동안 1일 평균 3.5kg내외(외국 육우품종은 5.0kg)로 적어 60일령 이후에는 송아지가 유전적으로 증체할 수 있는 잠재능력도 충족시키지 못하여 발육이 부진할 뿐만 아니라 질병이 발생하기 쉽다. 초유내 면역물질은 단백질 형태로 구성되어있고 송아지가 단백질 형태로 흡수해야만 그 기능을 발휘할 수 있으므로 어린송아지의 소화기관에서 단백질 분해물질이 분비되기 전에 많은 양의 초유를 흡수하여야 한다. 한우 송아지의 포유습성 중 송아지가 분만 후 3~4시간 이내에 스스로 초유를 섭취하는 개체는 전체 분만두수의 82.7%이고, 나머지 17.3%는 인위적인 도움이 필요한 것으로 알려져 있다.

한우 송아지는 젖소와는 달리 이유 전까지 어미소와 함께 각종 병원균에 무방비 상태로 노출된 우사에서 함께 사육되고 있어 각종질병 특히 설사가 많이 발생하고 있는 실정이다. 설사병 발생방지를 위해서는 어미소의 질병에 대한 면역능력을 강화시켜 초유를 통해 송아지에게 자동적으로 질병에 대한 저항성을 높이거나 항병력을 강화시키는 송아지 사료의 개발 보급이 필요하다.

나. 경제·산업적 측면

2001년 쇠고기 및 생우를 포함한 한우산업 전반이 수입 개방됨에 따라 축산선진

국과 가격경쟁이 불가피하고, 국내 초지면적은 총 6만 3천 ha로 1두당 227m²에 불과하다. 또한, 한우사육두수도 호당 6두 미만으로 사육기반이 전반적으로 열악하고 질병에 대한 대책이 미비한 실정이다. 한우 송아지 및 쇠고기 생산비는 축산선진국에 비해 4~5배 높은 실정으로 국제경쟁력 제고를 위해서는 다두사육을 포함한 조방적인 사육방법이 요구되나 다두사육시 질병발생률이 증가되고 있어 사육비 증가 요인으로 작용하고 있다. 비육우의 출하체중 및 번식우의 초산 일령은 이유시 체중과 정의 상관관계가 있고, 이유시 체중은 포유기의 질병발생회수 및 지속일수 등과 고도의 상관관계가 있다. 한우 번식우 사육이 다두 및 군사 형태로 전환됨에 따라 질병 발생률이 증가되고, 특히 어린 송아지의 설사병 발생률이 증가할 뿐만 아니라 질병발생 개시일수도 점차 빨라지고 있다. 포유기에 송아지 설사병 발생을 억제함으로써 번식 및 비육 밑소의 저가 안정생산에 의한 송아지 및 쇠고기 생산비절감이 가능해 지기 때문에 어린 송아지의 설사병에 대한 항병력을 강화시키는 사료의 개발이 요구되어 진다.

다. 사회·문화적 측면

한우는 수천년 동안 우리민족과 동거동락을 해온 우리민족 고유의 가치으로 문화적·역사적 산물이며 한우산업은 쌀과 같이 영원히 포기할 수 없는 기간 작목이다. 따라서 한우가 가지고 있는 우수성을 적극 발굴하고 단점을 보완하여 새로운 시대, 새로운 사회가 요구하는 한우로 다시 태어날 수 있도록 경쟁력을 높여야 한다.

IMF 체제 출범 이후 사료비 폭등 및 쇠고기 소비가 둔화됨에 따라 국내 한우산업의 생산기반이 크게 위축되고 있고 그 파장이 사회 전반에 걸쳐 영향을 미치고 있으므로 한우 사육농가의 불안감 해소 및 영농의욕 고취를 위해 신기술 개발에 의한 한우산업의 안정화와 경쟁력 확보방안이 요구된다. 따라서 송아지 설사병에 대한 항병력 강화 사료를 개발하고 실용화된 사양체계 적용에 의한 번식 및 비육 밑소의 저가 안정공급으로 한우 사육농가의 사육의욕을 고취시켜 한우 사육기반을 안정화시킬 수 있다.

제 2 절 국내외 기술개발 현황

1. 국외 관련기술 현황

가. Politis 등(1995)은 젖소에게 분만을 전후해서 비타민 E를 4~8주간 하루 3,000IU 정도 추가 급여하거나 분만 1주일 전에 5,000IU를 주사하면 분만 후 혈액내 과산소음이온 물질이 2배정도 더 증가하며 혈액내 면역단백질의 일종인 interleukin 1(IL-1)의 양이 15~35% 더 증가하는 것으로 나타났다고 보고하였다.

나. Quigley 등(1995)은 생후 48시간 전후의 송아지는 생리적으로 트립신을 분비하기 때문에 초유에 존재하는 면역글로불린을 파괴시키고 장을 통한 면역체의 수동적 전달도 억제한다고 하였고, 또한 초유 1ℓ에 트립신 억제인자 Ig을 첨가해주면 혈액 속의 면역글로불린(IgG, IgM)과 총단백질 농도가 증가하는 것으로 나타났다고 하였다. 따라서 초유에 대한 대두의 트립신 억제인자 첨가는 면역체의 체내 수동적 전달을 향상시켜 신생 송아지의 면역력을 강화시킨다고 하였다.

다. McGroarty와 Reid(1988)는 유산균이 분비하는 heat labile 물질이 신장염 및 장염을 일으키는 대장균의 증식억제와 살균효과가 있음을 증명하였다.

라. Gilliland와 Speck(1977)은 유산균(L.acidophilus)과 유방염, 장염, 대장균증, 살모넬라증 등의 원인균과 혼합 배양하였을 때 병원성 세균의 수가 현저하게 감소되었으며 이러한 항균 물질은 hydrogen peroxidase 물질에 의해 이루어졌다고 보고하였다.

마. 초유를 신생가축에게 급여할 경우 질병예방 및 생산성 향상에 효과가 있다고 Muller 등(1975)이 보고한 이래 낙농산업 현장에서는 분만당시 발생하는 제반사고로 신생가축의 초유섭취가 불가능하게 될 경우에 대비하여 잉여초유를 장기적으로 보존하려는 노력이 강구되어 오고 있다.

바. Kloblsa 등(1990)은 신생가축이 섭취한 초유의 면역글로불린이 위내에서 분해되지 않고 소장에서 흡수되는 면역생리학적 특성을 이용하여 신생 자돈에게 젖소의 초유를 급여하였을 때 자돈의 혈청 중에 젖소에서 유래한 면역글로불린이 이행되며 설

사 등 소화기질환의 예방효과 뿐만 아니라 성장률도 향상되었다고 보고하였다.

사. Butler(1973)와 Porter(1973)는 젖소 초유 중 단백질 함량은 8~14%로서 이중 면역글로블린 함량이 거의 절반을 차지하며 혈액 중의 면역글로블린 함량보다 3~4배 더 많이 함유하고 있고, 젖소 초유 중의 IgG, IgA와 IgM 함량은 각각 49~63mg/ml, 3.9~5.4mg/ml와 4.2~6.8mg/ml로서 정상유의 함량보다 약 40~100배 많은 수준이라고 하였다. 특히 IgG는 박테리아와 바이러스 등과 같은 항원에 대한 면역반응이 비교적 활발하며 전염성 병원체에 의한 감염을 방어하고, IgA는 국소면역에 중요한 역할과 미생물이 점막세포 표면에 분착되는 것을 막음으로써 체조직으로의 침입을 방지하는 작용을 하며, IgM은 동종 혈구 응집소나 미생물에 대한 자연항체로서의 작용이 높다고 보고하였다.

2. 국내 관련기술 현황

가. 이 등(1995)은 젖소 초유를 대상으로 formic acid 0.3% 처리 후 유청을 분리하였을 때 유청내 IgG 함량이 다른 어떤 처리시보다 많았고 이때 IgG 회수율은 95.9%라고 하였다. 추출물은 실온에서 액상으로 8주까지 IgG 수준의 변화없이 보관이 가능하고 냉장보관시에는 24주이상 보관이 가능하다고 보고하였다. 또한, 초유로부터 IgG를 효율적으로 분리하는 방법으로서 formic acid를 0.3% 첨가하여 colostrum whey를 분리한 후 sodium sulfate로 염색처리를 하였을 때 IgG의 회수율이 가장 높다고 보고하였다.

나. 이 등(1996)은 어떤 질병에 대한 수동면역을 획득하기 위하여 난황항체를 이용하여 보다 쉽고 다량의 면역항체를 얻을 수 있다고 하였는데, 문제시되는 질병의 병원체나 그 항원을 산란계에 투여하여 형성된 혈액내 항체는 난포로 이행하고 난황내 특이한 항체(IgY)로 존재하며 이 면역항체는 수용성 단백질은 livetin 형태로서 난황내 주성분인 지질이나 지단백질과 함께 존재한다고 하였다.

다. 한 등(1997)은 미량광물질(Cr, Zn, Se 등)이나 비타민(A, D, E 등)을 스트레스에 처한 송아지에게 투여하였을 때 각종 질병의 발생율을 감소시킴으로써 항생제의 사용을 줄일 수 있다고 하였고, 이들은 직·간접적으로 면역체계에 관여하거나 항병력을

증진시키는데 관여한다고 하였다.

이와 같이 축우의 면역체계에 직·간접적으로 관여하는 물질들이 보고되고 있는 것으로 볼 때 송아지의 특정질병에 대한 항병력 증강물질 개발에 대한 가능성이 제기되고 있다. 그러나 국내에는 아직까지 송아지의 설사예방 또는 치료목적을 위해 직접 또는 간접적으로 사용되고 있는 물질로써는 주사 및 사료첨가용 항균제, 소화제, 영양 및 대사촉진제 등을 들 수 있으나, 면역능력이나 항병력을 증강시키는 물질의 개발은 아직까지 초기 단계에 지나지 않는 실정이다.

제 3 절 연구수행 내용 및 결과

1. 서 설

축우 생산기반을 안정적으로 유지하기 위해서는 송아지의 지속적인 생산과 함께 이들 송아지들의 질병 이환율과 이에 따른 폐사율을 최대한 낮추어 성우로서의 건강한 성장을 이루는데 있다. 그러나 송아지의 폐사율은 국내 축우산업의 생산성에 많은 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라 그 원인도 다양하게 나타나고 있다. 이러한 높은 폐사율은 무엇보다도 어린 송아지는 각종 병원체에 대한 항병성이 약하여 질병에 대한 감수성이 높기 때문인 것으로 알려져 있다(Webster 등, 1985; 이 등, 1999).

국내에서 다발하는 송아지의 소화기 및 호흡기 질병의 이환율과 이로 인한 폐사율에 영향을 주는 요인으로는 송아지의 성별과 연령, 사육공간과 계절 등의 환경 요인, 사양, 분만 전후의 관리, 이유 연령, 질병 예방 및 치료 차원의 항생제 투여, 어미소의 질병예방대책, 사육시설관리 등이 관여하는 것으로 보고 된 바 있다(Speicher와 Hepp, 1973; Curtis 등, 1989; Debnath 등, 1990). 특히, 송아지 시기의 질병 이환율은 증체율(Martin 등, 1990), 첫 분만일(Simensen, 1983; Correa 등, 1988), 우군의 생존율(Britney 등, 1984; Correa 등, 1988; Curtis 등, 1989), 그리고 생산성(Simensen, 1983) 등에 큰 영향을 미치게 된다.

특히, 우리나라의 번식농가는 주로 사육공간이 제한된 우사에서 벧짚위주의 사양을 실시하는데, 분만된 송아지의 경우 대부분 설사가 주요 질병으로 대두되고 있다.

송아지의 성장과정 중 설사 발생률은 66.2%나 되며, 생후 1개월령 이전에 가장 많이 발병하는 것으로 보고 되었다(황, 1993). 또한, 설사가 장기적으로 진행되면 발육부진을 초래하는 등 열악한 영양상태의 악순환으로 차기 생산성에도 영향을 미치게 된다(박, 1996). 이와 같이 축우를 좁은 공간에서 다두 사육하는 경우 대부분의 축사에는 각종 병원체들로 오염될 수밖에 없고, 이들 병원체들은 환경조건만 맞으면 언제든지 발병할 수 있으므로(Guyton, 1981; Heinrichs 등, 1995; Tomkins와 Jaster, 1991) 송아지가 질병에 저항할 수 있도록 면역능력을 증가시킬 필요가 있다.

송아지의 면역능을 증가시켜 질병에 대한 항병력을 높이고자 하는 연구가 여러 연구자들에 의해 수행되어져 오고 있다. 양 등(1994)은 면역계의 중심을 이루는 것이 백혈구 중 B세포와 T세포로 이루어진 림프구이고, B세포는 주로 체액성 면역을 담당하며, T세포는 세포성 면역을 담당하며 동시에 면역의 성립과 발현의 조절에 중요한 역할을 한다고 하였고, 김 등(1997)은 생체의 면역기구가 기본적으로는 병원미생물이 포함된 모든 비자기성(non-self)인 이물질을 대상으로 하고 있고, 생체의 항상성 유지를 위해 작용하며 정상적인 면역이 성립되기 위해 면역계의 각 구성인자가 모두 정상적으로 작용할 필요가 있다고 하였다. 일반적으로 포유기 송아지가 각종 스트레스에 노출되면 부신피질의 adrenal corticosteroid가 분비되고 연속적으로 면역기능이 억압됨으로 각종 질병에 감염되기 쉬운 상태가 된다(Guyton, 1981). 출생 직후 송아지에 대해 설사병에 걸렸다가 회복된 성우의 혈액을 수혈하면 항체 공급 및 체액의 보충수단으로 유효하게 이용될 수 있고, 혈청 감마글로블린 주사는 설사나 호흡기병 예방에 효과가 탁월한 것으로 알려져 있다(Brignole과 Stott, 1980). 미량광물질(Cr, Zn, Se 등)이나 비타민(A, D, E 등) 등도 스트레스에 처한 송아지에게 투여했을 때 각종 질병 발생률을 감소시킴으로서 항생제의 사용을 줄일 수 있다고 하였다(한, 1994). 또한, 황토를 포함한 점토광물, 황성탄, 올리고당 및 크롬 등도 동물이 섭취하였을 때 장내에서 유해세균의 장 상피세포 흡착을 줄이고, 유해 가스를 흡착하며 연변을 방지하여 질병발생을 억제할 뿐 아니라 면역력을 증진시키는 등 직·간접적으로 면역체계에 관여하거나 항병력을 증진시키는데 효과가 있다고 보고 된 바 있다(Martin, 1994; Newman, 1994; Hanson 등, 1985).

신생 반추류는 태반의 부착이 결합조직 용모 외배엽 결합 형태로 되어 있어서 모체의 immunoglobulin이 태아의 혈액으로 들어가지 않기 때문에 사람과 같은 영장류나 설치류와는 다르게 immunoglobulin이 전혀 없다(Osburn 등, 1982). 그러므로 생후 몇 시간 내에 모체의 초유를 섭취하는 것이 필수적이며 생후 몇 주 동안은 수동면

역에 전적으로 의존하며(John, 1997), 수동 번역의 전이는 송아지의 건강과 생산성에 있어서 평생 영향을 주는 가장 중요한 일이다(Bush, 1987; Nocek 등, 1984). 수동 번역의 전이에 영향을 주는 두 가지 요인 중 하나는 초유의 면역글로블린(Ig) 농도이고, 다른 하나는 생후 초유를 급여하는데 까지 경과되는 시간이다(Bush, 1987; Edwards 등, 1982). Ig의 장내흡수는 송아지가 태어난 후 경과된 시간에 영향을 받으며, 또한 송아지의 건강상태, respiratory acidosis, 어미의 영양상태, 급여방법 및 세균미생물에 의한 감염 등의 영향을 받는다(Adams 등, 1985; Burton 등, 1984; James와 Polan, 1978). 그러나 적절한 양의 초유를 섭취하지 못하는 경우도 있는데 그러한 경우를 초유흡수부전(FPT)이라고 하며 이러한 개체들은 정상에 비해 질병에 이환될 확률이 6.4 배 이상 높고 폐사율 또한 5.4배 이상 높다고 보고 되었으며(Whittum 등, 1995), 이외에도 대장균이나 로타바이러스 감염에 의한 설사 이환율과 패혈증에 의한 폐사도 높다고 보고 되었다(김과 한 1989; Saif and Smith, 1985). 그리고 송아지의 성장과정에서 두 번째의 중요한 변화는 이유시기로서, 이유에 의한 스트레스는 송아지의 장과 호흡기 질병의 발생률 증가와 밀접한 관련이 있다(Guyton, 1981). 이러한 이유로 생후 2개월령 미만의 송아지에게 여러 가지 물질들을 투여함으로써 송아지의 질병을 예방 치료하고 성장능력과 사료효율을 개선시키려는 시도가 많이 이루어지고 있다.

질병에 대한 감수성이 예민한 송아지 시기의 항병력 증가는 질병발생을 억제함으로써 치료비의 가중과 함께 무분별한 약제의 오남용을 줄일 뿐만 아니라, 육성률 향상 및 이유시의 체중 증가로 송아지 및 쇠고기 생산비를 획기적으로 절감할 수 있어 한우산업의 국제경쟁력을 한층 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다. 이에 본 연구는 국내 농가의 송아지 질병 실태를 파악하고 면역강화 물질을 탐색함으로써 송아지의 항병력을 증진시킬 수 있는 방안을 모색하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

[시험 1. 송아지 질병 발생 및 원인 조사]

가. 조사지역 및 대상

북부(경기, 강원), 중부(충청), 남부(영호남)의 3개 권역 42개 농가를 대상으로 일만현황, 송아지 생산체계 및 규모, 분만전후 주요사양관리, 질병발생 및 질병예방대책

등에 관해 2000년 1월~2000년 4월(3개월) 사이에 2차에 걸쳐 수행하였다. 지역별 사육규모별 조사농가 수, 사육두수 및 분만두수는 표 1과 같다.

Table 1. Number of farm household and cattle by region and herd size surveyed

Items	Total	Region			Herd size, head		
		Northern	Central	Southern	< 50	50~200	> 200
Households	42	10	15	17	17	17	8
Raising heads	4,786	1,154	1,308	2,324	575	1,536	2,675
Parturition heads	2,002	399	476	1,127	354	559	1,089

나. 신생송아지의 혈중 면역글로블린 농도 변화 측정

신생송아지의 일령별 혈청면역글로블린의 농도 변화를 알아보기 위하여 북부와 남부 지역에서 생산된 송아지 각각 10두 및 8두 총 18두를 공시하였으며, 혈액은 분만 직후 초유섭취전과 그 후로부터는 2일 간격으로 14일령까지 경정맥에서 10cc를 채혈하여 진공관에 넣어 응고시킨 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 -75°C 에 동결보관 후 분석에 사용하였다. 혈중 IgG, IgM 및 IgA의 함량측정은 VMRDTM kit(Pullman, USA)를 이용한 single radial immunodiffusion test로 실시하였다. 표준혈청 400, 800, 1,600, 3,200mg/dl를 $3\mu\text{l}$ 씩 4개의 well에 분주하고 측정코자하는 혈청 $3\mu\text{l}$ 를 각 well에 분주하여 상온에서 12~24시간 정치 후 반응 지름을 측정하였으며 표준혈청의 반응지름을 측정하여 semi-log graph paper에 표준곡선을 작성한 후 가검 혈청값을 대입하여 결과를 해석하였다.

다. 송아지 설사 원인균 분석

생후 3주전에 설사증상을 보이는 송아지를 대상으로 설사변을 채취하여 설사 원인균 분석을 실시하였다.

세균 검사는 선택배지를 사용하여 원인균을 분리 동정하는 방법을 이용하였는데, 병원성 대장균은 EC broth 9ml에 송아지 설사분변 1ml를 접종하여 37°C 에서 24

시간 배양한 후 McConkey Agar에 도말하여 37℃, 24시간 배양하여 핑크빛 colony를 3개 이상 따서 순수배양 하였고 Gram 염색을 실시하여 G(-) 단간균을 확인하여 혈액 배지에 37℃에서 24시간 순수배양한 후 혈액배지에서 용혈이 일어나면 병원성 대장균 추정하여 항혈청 응집반응과 PCR 검사를 통해 확인 판정하였다. Salmonella는 Rappaport-Vassiliadis broth와 Tetrathionate broth에 시료를 접종한 후 Xylose lysine desoxydcholate agar와 Bismuth sulfite agar 및 Rambach agar에 접종하여 각각의 특이 colony를 선택하여 생화학 배지인 TSI agar와 LIA agar에 배양한 후 의심스러운 colony를 Gram 염색하여 G(-)를 확인하고 미생물 자동 동정기(VITEK)을 사용하여 GNI CARD로 동정하였다. 또한 Clostridium은 증균배지인 FLUID THIOGLYCOLLATE BROTH 9ml에 시료 1ml를 접종한 후 37℃에서 48시간 혐기배양한 후 배양액을 2 loop 이상 채취하여 TSN Agar에 도말하고 다시 37℃, 48시간 혐기배양하고 혈액 배지에 37℃, 24시간 순수 배양하였다. 순수배양 된 균을 Gram 염색하여 Gram(+)의 용혈성 간균을 확인하여 미생물자동동정기(VITEK)을 사용하여 ANI CARD로 확인동정하거나 항혈청 응집 반응 및 PCR 검사를 실시하였다.

소 코로나바이러스(BCV), 소 로타바이러스(BRV) 및 소 바이러스성 설사바이러스(BVDV)에 대한 RT-PCR 검사는 다음과 같이 실시하였다. 설사분변 시료 1ml에 대해 Ultraspec II RNA 분리 kit를 사용하여 바이러스의 RNA 핵산을 추출한 다음 RT system(Promega)을 이용하여 cDNA를 합성하였다. 300~400ng농도의 RNA 8.8 μ l을 70℃에서 10분간 처리한 다음 얼음위에 급속히 식힌 후 25mM MgCl₂ 4 μ l, 10X AMV RTase buffer 2 μ l, 10mM dNTPs 2 μ l, Random Primer(0.5 μ g/ μ l) 1 μ l, RNase Inhibitor 0.5 μ l, AMV RTase 1.7 μ l 및 DEPC-H₂O 8.8 μ l를 혼합하여 전체 20 μ l이 되게 하였다. 이 반응액을 42℃, 60분간 반응시킨 후 98℃, 10분간 처리하여 cDNA를 합성하였고, 4℃ 보관하면서 다음 실험에 제공하였다. 합성된 cDNA 4 μ l, 10X buffer 3 μ l, dNTP mix(2.5mM) 2 μ l, senseprimer 10pM 1.5 μ l, antisenseprimer 10pM 1.5 μ l, rTaq polymerase 0.2 μ l, H₂O 17.8 μ l를 혼합하여 전체 30 μ l이 되게 한 후 95℃에서 2분간 처리한 후 95℃, 30초, 53℃, 1분, 72℃ 1분간 35회 반응시킨 후 72℃, 10분간 처리하여 반응을 끝낸 후 4℃에 보관하면서 전기영동을 실시하여 결과를 판독하였다.

[시험 2. 면역능 강화 물질 탐색]

가. 어미소에 의한 자동면역능 강화물질 탐색

1) 실험 1

축산기술연구소 대관령지소의 분만 예정인 한우 임신우 80두를 대상으로 분만 전 2개월~분만 후 4개월까지(6개월) 면역력 및 항병력 강화제를 급여하여 송아지의 항병력을 강화시키는 물질을 탐색하기 위하여 대조구 및 5개의 처리구로 총 6개 시험구를 이용하여 수행하였다. 대조구는 면역 강화제를 첨가하지 않았고, 처리구-1은 β -carotene 2,000mg과 Vit. E 1,000mg이 함유된 혼합물 100g, 처리구-2는 Power Mixer를 150g, 처리구-3은 Chito-Zn-S(Zinc Methionine 200g, Selenium Yeast 200mg, 포도당 400g)를 5g, 처리구-4는 Bio-Herb를 20g, 그리고 처리구-5는 Chito 153을 200mg씩 매일 경구 투여하였다. 어미소의 체중은 시험 개시시, 30일 및 60일째에 측정하였고, 송아지는 분만시의 생시체중을 측정하였다. 어미소의 혈중 IgG 함량 측정은 시험 개시시와 30일 경과 후에 경정맥에서 혈액을 채취하여 VMRDTM kit(Pullman, USA)를 이용한 SRID test로 실시하였다.

2) 실험 2

정선축협 생축장의 분만 예정인 한우 임신우 64두를 대상으로 분만 전 2개월~분만 후 3개월까지(5개월) 면역력 및 항병력 강화제를 급여한 3개 처리구 및 대조구를 배치하여 어미소의 면역증강을 통하여 송아지의 항병력을 강화시키는 물질을 탐색하기 위하여 수행되었다. 대조구는 면역 강화제를 첨가하지 않았고, 처리구-A는 Vit. ADE를 10g씩 매일 사료에 첨가 급여하였다. 처리구-B는 Vit. ADE 10g과 Biotin 및 Se을 각각 7.5g씩 첨가 급여하였고, 처리구-C는 처리구-B에 Levamisole HCl 5g과 Natural-2000 20g을 추가하여 급여하였다. 시험구에서 분만된 송아지는 5일령에 혈액을 채취하여 VMRDTM kit(Pullman, USA)를 이용한 SRID test로 IgG 함량을 측정하였다.

나. 송아지에 대한 인위적 면역능 및 항병력 강화 물질 탐색

1) 병원성 세균 증식 억제 시험

페트리디쉬에 설사를 유발시키는 병원성 세균(E.coli O157 : H7, E.coli O8 : H-, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens)을 배양시

키고 ① Power Feel 100ml (POF), ② Citric Acid 10g + 증류수 = 100ml (CIA), ③ Chito 153 360mg + 증류수 = 100ml (C153), ④ Formic Acid 10ml + 증류수 = 100ml (FOA) 및 ⑤ Wood Vinegar 100ml (WOV)를 접종한 후 세균증식 억제반응 정도를 배지에 형성된 ring의 크기를 이용하여 측정하였다.

2) 세균 증식 억제 물질 투여 후 자연 설사 발병률 조사

한우 송아지 86두를 공시하여 생시부터 6개월령까지(6개월) 병원성 세균증식 억제실험에서 공시된 면역 및 항병력 강화제 3종과 미생물제(Lactobacillus)를 급여하는 5개 처리구로 배치하여 송아지에 대한 인위적 면역능 및 항병력을 강화시키는 물질을 탐색하였다. 대조구는 면역 및 항병력 강화제를 급여하지 않았다. POF 처리구는 Power Feel 200ml를, CIA 처리구는 Citric Acid 20g을 증류수에 희석하여 200ml를, LAC 처리구는 Lactobacillus 2g을 일일 1회 경구 투여하였으며, C153 처리구는 Chito 153(180mg) 캡슐을 일일 2회 경구투여하였다. 시험구에 따른 설사발생율과 설사발생 후 회복에 걸리는 기간을 조사하였다.

[시험 3. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석]

가. 한우 송아지의 초유섭취시간과 섭취량 조사

한우 신생 송아지 10두를 공시하여 분만 후 초유섭취시간과 24시간동안의 초유섭취량을 조사하였다. 최초 초유섭취까지의 시간은 송아지가 분만 후 기립을 하고 어미 유방을 탐색하여 첫 흡유를 시작할 때의 시간을 조사하였고, 초유섭취량은 흡유전 송아지의 체중을 측정하고 흡유를 마쳤을 때 다시 체중을 측정한 후 체중차에 의하여 계산하였다. 그리고 첫 흡유 후에는 송아지를 어미소와 분리시켰고, 3시간 간격으로 어미소에게 포유를 시켰다.

나. 초유섭취량에 따른 송아지 혈액내 IgG 함량 분석

초유섭취량에 따른 신생송아지의 혈액내 IgG 함량을 분석하기 위하여 생후 5일령과 10일령에 경정맥에서 10cc를 채혈하여 진공관에 넣어 응고시킨 후 3,000rpm에서 20분간 원심분리하여 혈청을 분리하였다. 분리한 혈청은 -75℃에 동결보관 후 분석에 사용하였고, 혈중 IgG의 함량측정은 VMRD™ kit(Pullman, USA)를 이용한 single radial immunodiffusion test로 실시하였다.

다. 인공초유 제조

초유의 공급이 불가능하거나 부족한 한우 송아지에게 면역성분이 많이 함유된 인공초유를 급여하기 위하여 송아지를 분만한 홀스타인의 첫 번째와 두 번째의 초유를 수거하여 1,500rpm에서 30분간 원심분리를 하여 상층의 지방을 제거한 후 HCl을 첨가하여 pH를 4.6으로 낮추고, 침전에 의해 casein을 제거한 후 NaOH를 첨가하여 pH를 6.6으로 조정하고 동결건조하여 분쇄를 하였다.

3. 결과 및 고찰

[시험 1. 송아지 질병 발생 및 원인 조사]

송아지의 질병 발생률을 지역별로 보면 중부지역이 60.1%, 북부가 94.8%, 남부가 107.4%이었고, 폐사율도 북부가 8.1%, 중부가 7.9%, 남부가 19.7%로 지역간에 차이가 많았다. 또한, 사육규모별 질병 발생률을 살펴보면 200두 이상 농가에서 소화기 질병 및 호흡기 발생률이 각각 73.4% 및 26.2%로 높았으며, 폐사율도 50두미만 농가의 9%에 비하여 200두 이상 농가는 17.2%로 사육규모가 커질수록 질병발생 및 폐사율도 증가되는 것으로 나타나 다두사육화에 따른 질병관리의 중요성을 말해주고 있다 (Table 2).

Table 2. Morbidity and mortality rate from digestive and respiratory ailments by region and herd size.

Item	Total	Region			Herd size, head		
		North	Central	South	< 50	50~200	> 200
Morbidity rate(%)							
Digestive ailments	68.5	89.0	51.6	68.4	49.4	71.1	73.4
Respiratory ailments	25.1	5.8	8.5	39.0	21.8	25.2	26.2
Total	93.6	94.8	60.1	107.4	71.2	96.3	99.6
Mortality rate(%)							
Digestive ailments	10.5	6.9	6.8	13.4	7.0	10.9	11.5
Respiratory ailments	4.1	1.2	1.1	6.3	2.0	2.2	5.7
Total	14.6	8.1	7.9	19.7	9.0	13.1	17.2

송아지 설사의 발생시기는 Table 3에서 나타난 바와 같다. 북부지역과 남부지역은 생후 11~30일 사이에 49%와 50%가 발생을 하였고, 중부지방은 생후 10일령 이전에 54.7%의 발병률을 보여 지역적인 차이가 있었으며, 30일령 이전에 71.7~82.4%의 발병률을 나타내어 조기에 송아지 설사의 발생이 많았음을 알 수 있었다. 사육규모에 따라서는 비교적 차이가 없었으나, 생후 11~30일 사이에 가장 많이 발생하였으며 30일령 이전에 74.3~82.7%가 발병하여 지역간의 조사결과와 유사한 경향을 나타내었다.

Table 3. Diarrhea infection rate of calves after birth by region and herd size.

Age	Total	Region			Herd size, head		
		North	Central	South	< 50	50~200	> 200
----- % -----							
0~10 days	33.9	12.7	54.7	32.4	39.9	36.8	30.4
11~30 days	43.2	49.0	22.8	50.0	36.5	45.9	43.9
31~60 days	14.6	18.4	15.0	13.0	15.6	12.5	15.3
> 61 days	8.3	19.8	7.5	4.6	8.0	4.8	10.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

질병발생의 예방조치 및 대처에 대한 농가 실태 조사에서는 축사 및 운반차량의 소독을 정기적으로 실시하는 농가와 간헐적으로 실시하는 농가가 각각 23.8%였고, 전혀 소독을 실시하지 않는 농가가 52.4%였다. 질병예방을 위한 백신이나 면역물질의 투여비율은 어미소와 송아지가 각각 21.4% 및 23.8%로 조사되었다. 또한 송아지 설사에 대한 대처로써는 자가 치료가 80.9%, 자가와 수의사에 의한 치료 병행이 16.7%, 그리고 방치가 2.4%로 조사되어 국내 한우 농가의 질병예방 및 대처에 대한 의식과 노력이 상당히 저조한 것으로 판단되었다.

송아지의 혈액 내 면역글로불린의 농도 변화를 측정한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다. 생후 2주령까지의 전 기간 면역글로불린의 농도는 남부지역이 북부지역에 비해 높은 경향을 나타냈으나, 소화기와 호흡기에서의 이병율이 북부지역보다는 남부

지역이 높게 나타나 면역글로블린 함량이 높을수록 질병 이환율과 폐사율이 감소한다는 기존의 연구결과(Gay 등, 1965; Boyd와 Baker, 1972; Logan, 1974; White와 Andrews, 1986; Rea 등, 1996; 서 등, 2002)와 상이한 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 본 시험에서 질병발생 조사두수에 비하여 혈액분석에 북부 및 남부지역 각각 10두 및 8두로 공시두수가 적었기 때문인 것으로 판단된다.

Table 4. Changes of immunoglobulin concentration of calf serum within 2 weeks after birth.

Item	Days after birth							
	0	2	4	6	8	10	12	14
Northern part								
IgG(mg/ml)	0	35.5	30.1	30.5	26.6	26.2	24.5	23.8
IgM(mg/100ml)	0	195.2	147.0	121.4	94.6	91.4	82.2	78.7
IgA(mg/100ml)	0	69.7	51.7	43.1	34.1	28.9	19.2	16.6
Southern part								
IgG(mg/ml)	0	55.4	51.5	49.8	41.9	38.9	36.7	35.1
IgM(mg/100ml)	0	262.0	194.5	138.8	110.8	102.4	93.9	85.5
IgA(mg/100ml)	0	106.4	58.1	40.4	30.9	25.3	20.4	13.2
Average								
IgG(mg/ml)	0	44.3	39.6	39.1	33.4	31.8	29.9	28.8
IgM(mg/100ml)	0	224.9	168.1	129.1	101.8	96.3	87.4	81.7
IgA(mg/100ml)	0	86.0	54.5	41.9	32.7	27.3	19.7	15.1

출생 후 일령경과에 따른 송아지 혈액내 면역글로블린의 농도 변화는 2일령에 가장 높았고 그 후 14일령까지 지속적으로 낮아지는 것으로 나타나 서 등(2002)이 한우와 젃소를 대상으로 면역글로블린을 측정된 결과 전기간에 걸쳐 한우의 면역글로블린 함량이 높았으며 두 품종 모두 출생 다음날에 가장 높았고 14일령까지 지속적으로

감소하였다는 보고와 일치하였다. 또한, 김과 한(1989)의 한우 송아지 출생 후 혈청 IgG, IgM 및 IgA 함량은 출생 후 각각 24시간, 24시간 및 28시간에 최대치가 된 후 지속적으로 감소하여 각각 10주령, 5주령 및 4주령에 최소치가 된다고 보고한 결과와도 일치하였다. 이상의 결과로 볼 때 설사발생율이 가장 높게 조사되었던 11일령에서 30일령까지는 어미소로부터 전이된 수동면역은 점차적으로 감소되고 송아지 자체의 능동면역은 아직까지 제대로 작용하지 못함으로써 질병감염이 취약한 시기로 사료된다.

송아지 설사의 원인을 파악하기 위하여 생후 3주전에 설사증상을 보이는 송아지의 설사분을 이용한 바이러스와 세균 분리 배양 검사 결과는 Table 5와 같다. 총 46두의 송아지를 대상으로 바이러스 검사 결과, 코로나 바이러스만이 3두에서 검출되었으며, 세균 검사에서는 *Enterococcus* spp.가 46두 중 20두 검출되어 43.5%의 비율로 가장 높게 나타났고, 그 중 *E. faecalis*와 *E. faecium*이 각 7두로 가장 많이 검출되었다. 그리고 *Bacillus* spp., *Staphyrococcus* spp., *E. coli*, *Flavobacterium* spp. 및 *Pasturella hemolytica*는 17.4%, 10.9%, 10.9%, 4.3% 및 4.3% 순으로 조사되었으며, 2가지의 세균에 감염된 송아지도 6두가 발견되었다. 또한, 코로나 바이러스에 감염된 3두는 모두 세균에도 감염된 것으로 나타났다. 이상의 결과에서와 같이 송아지 설사의 원인은 바이러스보다는 세균 감염에 의한 것으로 알 수 있다.

Table 5. Virus and bacteria detected from incubated manure excreted from calves infected diarrhea.

Items	Head s	%	Detail
Virus			
Bovine Corona Virus	3	6.5	
Bovine Rota Virus	0	0	
Bovine Viral Diarrhea Virus	0	0	
Bacteria			
<i>Enterococcus spp.</i>	20	43.5	<i>E. fecalis</i> : 7, <i>E. faecium</i> : 7, <i>E. hirae</i> : 1, <i>E. gallinarum</i> : 4, <i>E. avium</i> : 1
<i>Bacillus spp.</i>	8	17.4	<i>B. pumilus</i> : 5, <i>B. thuringiensis</i> : 1, <i>B. lentus</i> : 1, <i>B. sereus</i> : 1
<i>Staphyrococcus spp.</i>	5	10.9	<i>S. auricularis</i> : 4, <i>S. agalactiae</i> : 1
<i>E. coli</i>	5	10.9	
<i>Flavobacterium spp.</i>	2	4.3	<i>F. sp</i> : 1, <i>F. meningosepticum</i> : 1
<i>Pasturella hemolytica</i>	2	4.3	
<i>Streptococcus agalactine</i>	1	2.2	
<i>Flavimonas oryzihabitans</i>	1	2.2	
<i>Yersinia enterocolitica</i>	1	2.2	
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	1	2.2	
<i>Pseudomonas sp.</i>	1	2.2	
No Growth	6	13.0	
<i>F. sp</i> + <i>B. pumilus</i>	1	2.2	
<i>E. fecalis</i> + <i>B. thuringiensis</i>	1	2.2	
<i>E. fecalis</i> + <i>B. lentus</i>	1	2.2	
<i>E. fecalis</i> + <i>E. faecium</i>	1	2.2	
<i>E. coli</i> + <i>Streptococcus agalactine</i>	1	2.2	
<i>Yersinia enterocolitica</i> + <i>B. pumilus</i>	1	2.2	
Total	46		

[시험 2. 면역능 강화 물질 탐색]

가. 어미소에 의한 자동면역능 강화물질 탐색

1) 실험 1

면역 강화제의 첨가급여가 어미소의 체중변화는 Table 6에 나타낸 바와 같이 처리구에 따른 유의적인 차이는 보이지 않았다.

Table 6. Effect of feeding immune enrichments on body weight of cows

Treatment	Change of body weight, kg		
	Initial weight	30 days	60 days
Control	451.5±48.5	493.2±50.6	502.8±51.8
Treat-1 ¹⁾	479.5±70.3	521.2±68.7	531.2±68.9
Treat-2 ²⁾	478.3±87.7	479.7±78.4	516.0±79.0
Treat-3 ³⁾	462.8±79.2	506.2±74.3	502.3±76.4
Treat-4 ⁴⁾	435.5±61.4	473.8±60.0	482.3±68.1
Treat-5 ⁵⁾	476.2±40.6	523.3±41.3	528.7±51.8

1) β-carotene(β-ca. 2,000mg, Vit. E 1,000mg), 100g/head/day.

2) Power Mixer, 150g/head/day.

3) Chito-Zn-S(Zinc Methionine 200g, Selenium Yeast 200mg, glucose 400g), 5g/head/day.

4) Bio-Herb, 20g/head/day.

5) Chito 153, 200mg/head/day.

Table 7에서 나타낸 어미소의 혈액 내 IgG의 변화를 살펴보면, 개체간의 변이가 커서 일정한 경향을 파악할 수 없었으나 처리구-5를 제외한 모든 시험구에서 시험 30일 경과 후 IgG 함량이 감소하는 경향을 나타냈다. 따라서 모체의 면역글로블린의 함량은 분만시기로 갈수록 감소하는 것으로 사료된다. 어미소의 면역 강화제 첨가 급여에 따른 송아지 생시체중은 Table 8에 나타낸 바와 같다. 시험구간에 유의적인 차이를 보이지는 않았지만, 처리구-5가 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 7. IgG content of cattle serum fed with different immune enrichments

Items	Immunoglobulin G, mg/100ml					
	Control	Treat-1	Treat-2	Treat-3	Treat-4	Treat-5
Initial	2,630±620	3,804±1,910	3,633±1,121	3,740±1,408	4,137±959	2,994±995
30days	2,238±992	3,120±884	2,873±1,238	3,467±1,611	2,856±1,278	3,010±500

Table 8. Birth weight of calves fed with different immune enrichments

	Control	Treat-1	Treat-2	Treat-3	Treat-4	Treat-5
Birth Weight (kg)	21.8±3.9	20.5±3.0	23.0±1.7	24.0±3.5	23.3±4.9	27.0±4.3

본 시험 결과, 어미소의 면역 증강물질 첨가급여로 인한 효과가 미미하게 나타난 것은 공시우의 사양관리가 벗짚 위주의 일반 농가와 달리 양질의 조사료를 급여함으로써 면역증강의 효과가 뚜렷하게 나타나지 못한 것으로 판단되어 추후 사육조건에 따른 다양한 시험이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

2) 실험 2

면역강화제를 급여한 시험구들에서 분만된 5일령 송아지의 혈액내 IgG를 분석한 결과는 Table 9에 나타낸 바와 같다. 대조구, 처리구-A, 처리구-B 및 처리구-C의 IgG 함량은 각각 1800, 2365, 1763 및 2535mg/100ml로 처리구간의 유의적인 차이를 보이지는 않았지만, 처리구-A와 C가 대조구에 비하여 IgG 함량이 각각 565 및 735mg/100ml 더 높은 것으로 나타났다. 본 시험결과는 미량광물질(Cr, Zn, Se 등)이나 비타민(A, D, E 등)을 송아지에게 투여했을 때 질병 발생률을 감소시킨다는 한(1994)의 보고와도 일치하는 것으로 임신우에 있어서 비타민, 광물질 및 면역증강제의 급여가 태아상태에서나 분만 후 초유를 통해서 송아지의 면역증강에 효과가 있는 것으로 판단되나, 각 투여물질의 단독 효과인지 복합 효과인지의 여부는 추후 지속적인 조사가 필요할 것으로 사료된다.

Table 9. IgG content of calves fed with different immune enrichments

	Control	Treat-A ¹⁾	Treat-B ²⁾	Treat-C ³⁾
IgG content (mg/100ml)	1,800±1,080	2,365±1,601	1,763±1507	2,535±879

1) Vit. ADE 10g/head/day.

2) Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g/head/day.

3) Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g + Levamisole HCl 5g + Natural-2000 20g/head/day.

나. 송아지에 대한 인위적 면역능 및 항병력 강화 물질 탐색

1) 병원성 세균 증식 억제 시험

설사를 유발시키는 병원성 세균을 배양시킨 후 POF, CIA, C153, FOA 및 WOV를 접종하여 세균증식에 미치는 영향을 살펴본 결과는 Table 10에 나타낸 바와 같다. Power Feel을 처리하였을 때 *Clostridium perfringens*에 대한 억제 효과가 나타났다. Citric Acid와 Formic Acid는 시험에 공시된 모든 병원성 세균에 대하여 증식억제 효과가 있었으며, Formic Acid가 병원성 세균에 대한 증식 억제 효과가 가장 높은 것으로 나타났다.

Table 10. Effect of immune enrichments on suppressing the bacteria affecting diarrhea

Items	POF ¹⁾	CIA ²⁾	C153 ³⁾	FOA ⁴⁾	WOV ⁵⁾
<i>E. coli</i> O157 : H7	-	13	-	19	-
<i>E. coli</i> O8 : H-	-	12	-	21	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	8.5	-	22	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	12	-	21	-
<i>Clostridium perfringens</i>	13	19	-	35	-

1) Power Feel(100ml), 2) Citric Acid(10g+DW=100ml), 3) Chito 153(360mg+DW=100ml),

4) Formic Acid(10ml+DW=100ml), 5) Wood Vinegar(100ml).

2) 세균 증식 억제 물질 투여 후 자연 설사 발병률 조사

한우 송아지를 생시부터 6개월령까지 항병력을 증강시키기 위하여 인위적으로 면역 강화제를 급여하여 설사 발병률을 조사한 결과는 Table 11에 나타낸 바와 같다. Citric Acid와 Chito 153을 급여한 처리구는 설사 발병률이 각각 50.0%, 53.0%로 대조구의 57.9%에 비해 낮게 나타났으나, 다른 처리구에서는 대조구에 비하여 높은 설사 발병률을 나타냈다.

Table 11. Number of calves infected diarrhea fed with different immune enrichments

Items	Heads	Morbidity of diarrhea (heads)			Rate (%)
		Female	Male	Total	
Control	19	4	7	11	57.9
POF ¹⁾	18	5	8	13	72.2
CIA ²⁾	18	5	4	9	50.0
LAC ³⁾	16	5	8	13	81.2
C153 ⁴⁾	15	5	3	8	53.0
Total	86	24	30	54	62.8

1) Power feel (200ml/head/day), 2) Citric Acid (20g + DW = 200ml), 3) Lactobacillus (2g), 4) Chito 153 (180mg×2).

설사가 발생하여 치료를 하였을 때 완치에 소요된 기간은 평균 2.9일이었고, Lactobacillus와 Chito 153을 급여한 처리구에서 비교적 치료기간이 짧은 것으로 나타났다(Table 12).

Table 12. Days for recovery from diarrhea of calves fed with different immune enrichments

Items	Period of diarrhea (days)
Control	2.7
POF	3.5
CIA	3.2
LAC	2.5
C153	2.0
Total	2.9

[시험 3. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석]

가. 한우 송아지의 초유섭취시간과 섭취량 조사

한우 송아지의 생후 24시간동안의 초유섭취 특성은 Table 13에 나타낸 바와 같다. 한우 신생 송아지가 분만 후 첫 흡유까지 걸린 시간은 평균 72.9분이었고, 첫 흡유량과 분만 후 24시간동안의 흡유량은 각각 865 및 3,255g으로 조사되었다. 한편, Kovalcik 등(1980)은 Blackspotted 종의 신생 송아지의 행동관찰 결과 첫 흡유까지 평균 234분이 소요됐으며, 최초의 흡유량과 분만 후 24시간 동안의 흡유량은 각각 3kg 및 7.7kg라고 보고하였다. 石井(1987)은 신생 송아지의 첫 흡유까지 걸리는 시간이 육용우에서는 1시간 30분, 유용우에서는 2시간 이상이 걸리고, 특히 미경험의 어미소는 3시간 이상이 걸린다고 하였다. 이와 같이 소의 품종이나 개체에 따라 소의 흡유행동은 큰 편차를 가지고 있다. 본 시험 결과 한우가 다른 품종에 비해 빨리 첫 흡유를 하는 것으로 나타났으나, 초유 섭취량은 다른 품종에 비해 매우 적은 것으로 나타났다.

Table 13. Colostrum sucking characteristic of calves within 24 hours after birth

Heads	Birth (kg)	Time ¹⁾ (min.)	Sucking-1 ²⁾ (g)	Sucking-2 ³⁾ (g)
10	25.5±4.0	72.9±25.3	865±468	3255±837

1) Time from birth to first sucking.

2) Amount of first sucking.

3) Amount of sucking during 24h after birth.

나. 초유섭취량에 따른 송아지 혈액내 IgG 함량 분석

성별 및 초유섭취 행동특성에 따른 신생 송아지의 혈중 IgG 함량을 비교한 결과는 Table 14에 나타난 바와 같다. 수송아지가 첫 흡유까지 걸린 시간이 짧고, 초유 섭취량도 높았으며, 5일령 및 10일령의 혈중 IgG 함량이 높은 것으로 나타났다. 첫 초유 섭취에 걸린 시간이 짧을수록 5일령 혈중 IgG 함량이 높은 경향을 보였으나, 10일령에서는 일정한 경향을 보이지 않았다. 또한 첫 초유섭취량에 의한 비교에서는 일정한 경향을 찾을 수가 없었으며, 분만 첫날의 총 초유섭취량이 증가할수록 혈중 IgG 함량이 높아지는 경향을 보였다.

이상의 결과에서와 같이 한우는 초유섭취량이 낮기 때문에 신생송아지가 흡수하는 면역글로불린 역시 적을 수밖에 없다. 따라서 분만 후 최대한 빨리 초유를 섭취할 수 있도록 관리자의 세심한 노력이 필요하다고 할 수 있겠다. 송아지가 태어난 후 모자행동이 부족하거나 송아지의 활력이 낮은 경우, 또는 어미소가 첫 출산인 경우에는 송아지의 초유섭취가 늦어지거나 어미소에 의해 송아지가 다치는 경우가 발생하게 되는데, 이때는 관리자가 인위적으로 송아지의 기립과 유방탐색을 도와주고 어미소가 송아지를 거부할 때는 어미소의 보정을 통해서 송아지가 초유를 충분히 섭취할 수 있게 해 주어야 한다. 이렇게 원활하게 분만관리를 하기 위해서는 분만 시간을 관리하기가 편리한 주간으로 유도시킬 필요가 있겠다. 임 등(1997)은 분만예정일 2주전부터 사료를 17~21시에 급여하고 다음날 8~9시에 남은 사료를 제거해 주었을 때 한우 암소의 주간 분만률이 79.8%로 일반적인 사양관리의 59.3%에 비해 높아졌다고 보고한 바 있다. 따라서 이와 같은 주간분만을 유도하여 관리자가 신생 송아지의 초유섭취

시간을 앞당기고 섭취량을 높여준다면 송아지의 면역글로불린 섭취량 및 흡수량을 높여 면역증강에 도움을 줄 것으로 사료된다.

Table 14. Effect of colostrum sucking characteristic on IgG content in calves

Item	Heads	IgG(mg/100ml)		
		5 days	10 days	
Total	10	3136±1332	2805±1209	
Sex	Male	6	3503±1182	3075±1136
	Female	4	2585±1522	2400±1368
Time from birth to first sucking (min.)	< 60	3	3223±1481	2483±1283
	60 - 90	4	3188±886	3363±666
	> 90	3	2980±2134	2383±1796
Amount of first sucking (g)	< 500	2	3250±919	2850±0
	500 - 1000	3	3223±1481	2483±1283
	> 1000	5	3038±1630	2980±1533
Amount of sucking during 24h after birth (kg)	2 - 3	4	2635±1874	2138±1547
	3 - 4	4	3493±890	3100±767
	4 - 5	2	3425±1167	3550±990

다. 인공초유 제조

한우는 다른 종에 비하여 유량이 낮고 송아지의 수동면역 획득에 필수적인 초유량이 부족한 것이 현실이다. 이에 비해 국내에서 비유용으로 사육되고 있는 홀스타인은 유량이 매우 높고, 분만 후 5일 이내에 생산된 초유는 납유가 금지되어 있어 홀스타인 초유의 이용가치를 높여야 할 필요성이 대두되고 있다. 현재 초유의 가공처리로는 냉동초유, 동결건조, Ig의 분리 정제, 유청 단백질 분리 등의 여러 방법이 이용되어

지고 있다(정, 2002).

본 시험은 초유를 이용한 immunoglobulin 함량이 높은 분유를 제조하여 초유량이 부족한 한우 송아지에게 초유보충제로 급여하거나 송아지 면역강화제의 원료사료로써 이용할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다. 우선, 젖소의 분만 후 첫 번째와 두 번째에 착유한 초유를 수거하여 냉동보관을 하였다. 수집된 초유는 해동을 하여 hydrochloride(HCl) 처리법으로 유청을 분리하였다. 즉, 1,5000rpm에서 30분간 원심분리를 하여 상층의 지방을 제거한 후 HCl을 첨가하여 pH를 4.6으로 낮추고, 침전에 의해 casein을 제거하였다. 그리고 NaOH를 첨가하여 pH를 6.6으로 조정을 하였다(Fey 등, 1976). 분리된 유청은 동결건조를 하여 분쇄하였다.

Curtis와 Bourne(1973)은 젖소 초유 중 단백질 함량은 8~14%로서 이중 면역글로블린 함량이 거의 절반을 차지하며, 혈액 중의 면역글로블린 함량이 3~4배 더 많이 함유되어 있다고 보고하였고, Butler(1973)와 Porter(1973)는 초유 중 IgG 함량은 총 면역글로블린 함량의 80% 이상을 차지하고 있다고 하였다. 따라서 초유의 유청을 분말화한 분유는 초유를 동결건조한 분유보다 면역글로블린 함량이 높아 초유보충제나 첨가제의 원료사료로써의 이용가능성이 매우 높을 것으로 사료된다. 하지만, 본 연구에서는 제조된 분유의 성분 분석 및 송아지에 대한 적용 시험을 수행하지 못하여 추후 적정 급여량, 급여 방법 및 그에 따른 면역증진 효과에 대한 실험이 수행되어야 할 것으로 생각되어진다.

4. 결 론

본 연구는 국내 농가 송아지의 질병 실태 파악과 면역강화 물질의 탐색을 통하여 송아지의 항병력을 증진시킬 수 있는 방안을 모색함으로써 송아지 및 쇠고기 생산비를 절감시키고 이로 인해 국내 안정적인 축우 생산기반 조성과 한우산업의 국제경쟁력을 강화하고자 수행하였다.

[시험 1. 송아지 질병 발생 및 원인 조사]

국내 한우 농가의 송아지 질병 발생과 원인을 구명하기 위한 실태조사에서 질병 발생율과 폐사율은 지역에 따른 차이를 보였고, 사육규모가 커질수록 질병 발생율과

폐사율이 증가하여 사육규모가 200두 이상인 농가에서 소화기 및 호흡기 질병 발생율은 각각 73.4% 및 26.2%였고, 폐사율은 17.2%인 것으로 조사되었다. 송아지 설사의 발생시기는 생후 11~30일 사이가 가장 높았고, 송아지 혈액내 면역글로블린의 농도는 초유를 섭취하고 나서 급속도로 증가한 후 생후 14일령까지 지속적으로 낮아지는 것으로 나타나 생후 11~30일령시 수동면역은 점차적으로 감소되고 송아지 자체의 능동면역은 아직까지 제대로 작용하지 못함으로써 질병감염이 취약한 시기로 판단되었다. 질병발생의 예방조치에 대한 조사에서는 축사 및 운반차량의 소독을 전혀 실시하지 않는 농가가 52.4%로 국내 한우 농가의 질병예방에 대한 의식과 노력이 상당히 저조한 것으로 판단되었다. 또한 질병예방을 위한 백신이나 면역물질의 투여율도 저조하였고, 질병에 대한 대처도 자가 치료가 80.9%로 가장 높은 것으로 조사되었다. 송아지 설사의 원인 구명을 위한 바이러스 및 세균검사를 실시한 결과, 설사증상을 보인 46두의 송아지 중 3두가 코로나 바이러스에 감염된 것으로 조사되었다. 세균에 감염된 송아지는 40두였고, 이 중 *Enterococcus* spp.에 감염된 개체가 20두로 가장 많이 검출되었다. 이와 같이 국내 송아지 설사는 대부분이 세균 감염에 의한 것으로 조사되었다.

[시험 2. 면역능 강화 물질 탐색]

가. 어미소에 의한 자동면역능 강화물질 탐색

어미로부터 송아지로의 수동 면역의 전이를 강화시킴으로써 송아지의 항병력을 높여줄 수 있는 물질을 탐색하기 위하여 임신우를 대상으로 β -carotene, Power Mixer, Chito-Zn-S, Bio-Herb 및 Chito 153을 급여하여 시험한 결과, 처리에 따른 송아지 면역증강의 효과가 뚜렷하게 인정되질 않았다. 이러한 결과는 본 시험에 공시된 임신우의 사양관리가 벵짚위주의 일반농가와 달리 양질의 조사료를 급여함으로써 면역증강의 효과를 명확히 확인하지 못한 것으로 판단되었으며, 이에 일반농가의 사육조건에서 비타민, 광물질 및 면역강화제를 급여하여 2차 실험을 실시하였다. 대조구, 처리구-A(Vit. ADE 10g/두/일), 처리구-B(Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g) 및 처리구-C(Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g + Levamisole HCl 5g + Natural-2000 20g)에서 분만된 5일령 송아지의 혈액내 IgG를 분석한 결과, 처리구-A와 처리구-C가 대조구에 비하여 IgG 함량이 각각 565 및 735mg/100ml 더 높은 것으

로 나타났다. 이는 임신우의 비타민, 광물질 및 면역증강제의 급여가 태아상태에서나 분만 후 초유를 통해서 송아지의 면역증강에 효과가 있는 것으로 판단되나, 각 투여 물질의 단독 효과인지 복합 효과인지의 여부는 추후 조사가 필요할 것으로 사료된다.

나. 송아지에 대한 인위적 면역능 및 항병력 강화 물질 탐색

어미소에 의한 면역물질의 전이를 통한 수동면역 외에 송아지에게 직접적으로 면역력을 증가시킬 수 있는 물질을 탐색하기 위하여 송아지의 면역력 증강에 효과가 있다고 사료되는 시료에 대한 병원성 세균에 대한 증식억제 효과 실험과 세균 증식억제 물질 투여 후 자연 설사 발병률 조사를 실시하였다. 설사를 유발시키는 병원성 세균(E.coli O157 : H7, E.coli O8 : H-, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens)을 배양시킨 후 POF(Power Feel), CIA(Citric Acid), C153(Chito 153), FOA(Formic Acid) 및 WOV(Wood Vinegar)를 투여하여 세균증식에 미치는 영향을 살펴본 결과, POF 처리시 Clostridium perfringens에 대한 억제 효과가 나타났고, CIA와 FOA는 시험에 공시된 모든 병원성 세균에 대하여 증식억제 효과가 있었으며, 공시된 시료 중 FOA가 병원성 세균에 대한 증식 억제 효과가 가장 높았다. 한우 송아지를 생시부터 6개월령까지 항병력을 증강시키기 위하여 인위적으로 면역 강화제를 급여하여 설사 발생율을 조사한 결과, Citric Acid를 급여한 처리구는 50.0%로 대조구의 57.9%에 비해 낮게 나타났으나, 다른 처리구에서는 대조구에 비해 높은 설사 발생율을 나타냈다. 또한 설사발생시 회복기간은 Lactobacillus와 Chito 153을 급여한 처리구에서 각각 2.5 및 2.0일로 대조구의 2.7일에 비해 짧은 것으로 나타났다.

[시험 3. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석]

한우 송아지의 생후 24시간동안의 초유섭취 특성을 조사하고 혈중 면역글로불린과의 연관성을 구명하고자 실시한 시험 결과, 한우 신생 송아지가 분만 후 첫 흡유까지 걸린 시간은 평균 72.9분이었고, 첫 흡유량과 분만 후 24시간동안의 흡유량은 각각 865 및 3,255g으로 조사되었으며, 생후 5일령과 10일령의 혈중 IgG 함량은 3,136 및 2,805mg/100ml으로 나타났다. 이와 같이 한우는 초유섭취량이 적기 때문에 신생송아지가 흡수하는 면역글로불린을 높여주기 위해서는 분만 후 최대한 빨리 초유를 섭취

할 수 있도록 관리해야 하며, 이를 위해 분만우의 주간분만을 유도하여 관리자가 신생 송아지의 초유섭취 시간을 앞당기고 섭취량을 높여준다면 송아지의 면역글로불린 섭취량 및 흡수량을 높여 면역증강에 도움을 줄 것으로 사료된다.

초유의 성분 중 immunoglobulin을 간단한 방법으로 분리하여 초유량이 부족한 한우 송아지에게 초유보충제로써 급여하기 위하여 젖소의 초유를 원심분리에 의해 지방을 분리하고, 산도를 이용한 casein을 제거한 후 동결건조를 하여 분말화하였다. 이렇게 제조된 인공유는 immunoglobulin 농도가 높아 초유량이 부족한 한우 신생 송아지에게 급여시 immunoglobulin의 보충효과가 높을 것으로 사료되나, 실제 이에 대한 실험이 이루어지지 않아 추후 인공유의 적정 급여량, 급여방법 및 그에 따른 면역증진 효과에 대한 실험이 수행되어야 할 것으로 생각되어진다.

이와 같은 여러 가지 시험으로 미루어 볼 때 농가 송아지 질병 실태 조사와 면역강화물질의 탐색에 의한 송아지 항병력 증진은 단편적인 연구로 앞으로 송아지 질병발생과 면역강화에 대한 종합적인 연구가 세부적으로 수행되어야 송아지 질병발생을 줄이고 결국은 축우 생산기반을 안정시켜 한우 농가 소득증대에 기여할 것으로 사료된다.

제 4 절 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 송아지 질병발생 및 원인에 대한 연구결과 국내 한우사육농가의 송아지 설사가 바이러스에 의한 발병보다 세균감염에 의한 설사의 비중이 상당히 높았고 농가실태 조사에서 축사 및 운반차량의 소독을 전혀 실시하지 않는 농가가 52.4%로 나타나 한우사육농가의 질병예방에 대한 의식과 노력이 상당히 저조한 것으로 판단되었다. 이 결과는 국가 질병예방 정책에 크게 이바지 할 것으로 사료된다.
2. 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질 탐색에 관한 연구를 통해 어미소에 대한 비타민, 광물질 및 면역증강제의 급여가 송아지의 면역을 증강시키는 것으로 나타났고, 병원성 세균의 증식을 억제시키는 물질을 찾았다. 이는 추후 수행될 송아지 면역에 관한 연구들에 중요한 자료로써 활용될 수 있으며, 송아지 항병력 강화 사료

를 개발하고 실용화하는 데에 크게 기여를 할 것으로 사료된다.

3. 한우 송아지의 초유섭취량과 섭취행동에 관한 연구결과 한우 송아지는 초유섭취량이 상당히 적었고, 인위적인 도움없이 송아지 스스로 초유를 섭취하는 데 걸린 시간이 70분을 넘기는 것으로 나타났다. 따라서 초유섭취량이 부족한 송아지에 대한 인공초유 급여 및 송아지 분만관리 등에 관한 농가지도 자료로써 이용가치가 클 것으로 사료된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 송아지 질병발생 및 원인에 대한 연구결과는 현재 국내 한우농가의 질병예방에 대한 실태를 직시할 수 있는 중요한 자료로써 국가 질병예방 정책에 반영하여 정부 차원에서 한우사육농가의 소득 및 위생에 대한 적극적인 지원과 홍보를 수행할 것을 시책건의 할 계획이다.
2. 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질 탐색에 관한 연구결과는 송아지 항병력 및 인공초유 제조 연구에 기초자료로써 활용할 수 있도록 학술지에 게재할 계획이다.
3. 한우 송아지의 초유섭취량과 섭취행동에 관한 연구결과는 한우 사육농가를 대상으로 신생송아지 관리요령에 대한 영농활용자료로써 제출하고 지속적인 대농민 교육을 실시할 계획이다.

제 6 절 참고문헌

1. Adams, G. D., Bush, L. J., Horner, J. L. and Staley, T. E. 1985. Two methods for administering colostrum to newborn calves. J Dairy Sci. 68:773.
2. Boyd, J. W. and Baker, J. R. 1972. The relationship between serum immune

- globulin deficiency and disease in calves a farm survey. *Vet Rec.* 90:645.
3. Brignole, T. J. and Stott, G. H. 1980. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival. *J Dairy Sci.* 63:451.
 4. Britney, J. B., Martin, S. W., Stone, J. B. and Curtis, R. A. 1984. Analysis of early calthood health status and subsequent dairy herd survivorship and productivity. *Preventive Vet Med.* 3:45.
 5. Burton, J. H., Hosein, A. A., McMillan, I., Grieve, D. G. and Wilkie, B. N. 1984. Immunoglobulin absorption in calves ad influenced by dietary protein intakes of their dams. *Can J Anim Sci.* 64(Suppl.):185.(Abstr).
 6. Bush, L. J. 1987. Colostrum-immunoglobulin interrelationships in dairy calves. *Prod Anim Sci.* 3:25.
 7. Butler, J. B. 1973. Synthesis and distribution of immunoglobulins. *Am J Vet Med.* 163(10):795.
 8. Correa, M. T., Curtis, C. R., Erb, H. N. and White, M. E. 1988. Effect of calthood morbidity on age at first calving in New York Holstein herds. *Preventive Vet Med.* 6:253.
 9. Curtis, C. R., White, M. E. and Erb, H. N. 1989. Effect of calthood morbidity on long-term survival in New York Holstein herds. *Preventive Vet Med.* 7:173.
 10. Curtis, J. and Bourne, F. J. 1973. Half-lives of immunoglobulins IgG, IgA and IgM in the serum of new-born pigs. *Immunology.* 24:147.
 11. Debnath, N. C., Sil, B. K., Selim, S. A. Prodhan, M. A. M. and Howlader, M. M. R. 1990. A retrospective study of calf mortality and morbidity on small holder traditional farms in Bangladesh. *Preventive Vet Med.* 9:1.
 12. Edwards, S. A., Broom, D. M. and Collis, S. C. 1982. Factors affecting levels of passive immunity in dairy calves. *Br Vet J.* 138:233.
 13. Fey, H., Pfister, H., Messerli, J., Stuzenegger, N. and Grolimund, F. 1976. Methods isolation, purification and quantification of bovine immunoglobulins. A technical review. *Zentrabl. Veterinaermed.* 23:269.
 14. Gay, C. C., Fisher, E. W. and McEwan, A. D. 1965. Seasonal variations in gamma globulin levels in neonatal market calves. *Vet Rec.* 21:994.

15. Gilliland, S. E. and Speck, M. L. 1977. Deconjugation of bile acids by intestinal lactobacilli. *Appl Environ Microbiol.* 33(1):15.
16. Guyton, A. C. 1981. *Medical Physiology.* W. B. Saunders Co., Philadelphia, PA.
17. Hanson, L. A., Ahlstedt, S., Andersson, B., Carlsson, B., Fallstrom, S. P., Mellander, L., Porras, O., Soderstrom, T. and Eden, C. S. 1985. Protective factors in milk and the development of the immune system. *Pediatrics.* 75:658.
18. Heinrichs, A. J., Wells, S. J. and Losinger, W. C. 1995. A study of the use of milk replacers for dairy calves in the United States. *J Dairy Sci.* 78:2831.
19. James, R. E. and Polan, C. E. 1978. Effect of orally administered duodenal fluid on serum proteins in neonatal calves. *J Dairy Sci.* 61:1444.
20. John, A. 1997. Managing colostrum in the newborn calf. *Large animal practice.* 18:29.
21. Kovalcik, K., Kovalcik, M. and Brestensky, V. 1980. Comparison of behaviour of newborn calves housed with the dam and in the calf-house. *Appl Anim Ethol.* 6:377.
22. Logan, E. F., Stenohohouse, A., Ormrod, D. J. and Penhale, W. J. 1974. The role of colostral immunoglobulins in intestinal immunity to enteric colibacillosis in the calf. *Res Vet Sci.* 17:290.
23. Martin, S. A. 1994. Potential for manipulating the gastrointestinal microflora: A review of recent progress. in *Biotechnology in the Feed Industry.* T. P. Lyons and K. A. Jacques, ed. Nottingham Univ. Press, Loughborough, Leicestershire, England.
24. Martin, S. W., Bateman, K. G., Shewen, P. E., Rosendal, S., Bohac, J. G. and Thorburn, M. 1990. A group level analysis of the association between antibodies to putative pathogens and respiratory disease and weight gain in Ontario feedlot calves. *Can J of Vet Res.* 54:337.
25. McGroarty, J. A. and Reid, G. 1988. Detection of a *Lactobacillus* substance that inhibits *Escherichia coli*. *Can J Microbiol.* 34(8):974.
26. Newman, K. 1994. Mannan-oligosaccharides: natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. in *Biotechnology in the Feed Industry.* T. P. Lyons and K. A. Jacques, ed. Nottingham Univ. Press, Loughborough, Leicestershire, England.

27. Nocek, J. E., Braund, D. G. and Warner, R. G. 1984. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain, health, and serum protein. *J Dairy Sci.* 67:319.
28. Osburn, B. I., MacLachlan, N. J. and Terrell, T. J. 1982. Ontogeny of immune system. *JAVMA.* 181:1049.
29. Politis, I., Hidioglou, M., Batra, T. R., Gilmore, J. A., Gorewit, R. C. and Scherf, H. 1995. Effects of vitamin E on immune function of dairy cows. *Am J Vet Res.* 56(2):179.
30. Porter, P. 1973. Functional heterogeneity of the bovine immune system. *J.A.V.M.A.* 163(7):789.
31. Quigley, J. D., Martin, K. R. and Dowlen, H. H. 1995. Concentrations of trypsin inhibitor and immunoglobulins in colostrum of Jersey cows. *J Dairy Sci.* 78(7):1573.
32. Rea, D. E., Tyler, J. W., Hancock, D. D., Kirk, T. E., Wilson, L., Krytenberg, D. S. and Sanders, S. G. 1976. Prediction on calf mortality by use of tests for passive transfer of colostrum immunoglobulin. The relationship between serum immune globulin deficiency and disease in calves a farm survey. *JAVMA.* 15:2047.
33. Saif, L. J. and Smith, K. L. 1985. Enteric viral infections of calves and passive immunity. *J Dairy Sci.* 68:206.
34. Simensen, E. 1983. An epidemiological study of calf health and performance in Norwegian dairy herds. Effect of calf performance on subsequent health and performance of heifers. *Acta Agriculturae Scandinavica.* 33:137.
35. Speicher, J. A. and Hepp, R. E. 1973. Factors associated with calf mortality in Michigan dairy herds. *JAVMA.* 162:463.
36. Tomkins, T. and Jaster, E. H. 1991. Preruminant calf nutrition. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 7:557.
37. Webster, A. J. F., Saville, C. and Church, B. M. 1985. Some effects of different rearing systems on health, cleanliness and injury in calves. *Brit Vet J.* 141:472.
38. White, D. G. and Andrews, A. H. 1986. Adequate concentration of circulating colostrum proteins for market calves. *Vet Rec.* 119:112.
39. Whittum, T. E. and Perino, L. J. 1995. Passive immune status at postpartum hour 24 and longterm health and performance of calves. *Am J Vet Res.* 56:1149.

40. 石井 幹. 1987. 牛の行動學入門. 中央畜産會.
41. 김각근, 김상준, 김성권. 1997. 면역학. 서울대학교 출판부. p. 9.
42. 김두, 한홍률. 1989. 한우 송아지의 초유섭취에 의한 수동 면역이 포유기간중의 질병발생에 미치는 영향. 대한수의학회지. 29:171.
43. 박봉근. 1996. 송아지의 바이러스성 설사. 대한수의학회지. 20(3):147.
44. 서국현, 이동원, 허태영, 류일선, 손동수, 정영훈, 최창용, 김일화. 2002. 송아지 수동면역 결핍과 질병발생에 관한 요인 연구. 2001년도 축산시험연구보고서. 축산기술연구소. p. 406.
45. 양창근, 김순재, 문진산, 정석찬, 반응호. 1994. 돼지에서 plasma protein에 의한 세포성 면역증진효과에 관한 연구 1. 혈액내 백혈구 아군 및 세포별 분포율. 대한수의과학지. 34(2):287.
46. 이민호, 손중천, 김정우. 1995. 초유 Gammaglobulin의 효율적 분리방법. 한축지. 37(5):514.
47. 이병석, 강문일, 한동운. 1999. 한우 송아지의 수동면역글로불린 전이실패의 진단법 연구. 대한수의학회지. 39:37.
48. 임석기, 연성흠, 나승환, 강수원, 박준철, 김현섭, 정연후. 1997. 한우에 있어서 주간 분만유기에 대한 야간 사료급여의 영향. 한축지. 39(3):243.
49. 정석근. 2002. 국내산 초유의 품질과 가공방법에 따른 특성. 강원대학교. 박사학위논문.
50. 한인규. 1994. 제 3판 사료자원 핸드북. 규산염광물질사료. 한국영양사료학회, 한국단미사료협회. p. 420.
51. 황인갑. 1993. 송아지 설사증. 바이엘사보. 대가측편. p. 32.

요 약 문

I. 제 목

항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

축우 생산기반을 안정적으로 유지하기 위해서는 송아지의 지속적인 생산과 함께 이들 송아지들의 질병 이환율과 이에 따른 폐사율을 최대한 낮추어 성우로서의 건강한 성장을 이루는데 있다. 그러나 송아지의 폐사율은 국내 축우산업의 생산성에 많은 영향을 미치고 있을 뿐만 아니라 그 원인도 다양하게 나타나고 있다. 국내에서 다발하는 송아지의 소화기 및 호흡기 질병의 이환율과 이로 인한 폐사율에 영향을 주는 요인으로는 송아지 자체 요인, 환경적 요인, 사양 및 관리적 요인 등 여러 요인을 들 수 있다. 또한 송아지 시기의 질병 이환율은 증체율, 첫 분만일, 우군의 생존율, 그리고 생산성 등에 큰 영향을 미치게 된다.

우리나라의 번식농가는 주로 사육공간이 제한된 우사에서 벗짚위주의 사양을 실시하는데, 분만된 송아지의 경우 대부분 설사가 주요 질병으로 대두되고 있다. 송아지 설사는 생후 1개월령 이전에 가장 많이 발병하며, 설사가 장기적으로 진행되면 생산성에도 크게 영향을 미치게 된다.

따라서 질병에 대한 감수성이 예민한 송아지 시기의 항병력 증가는 질병발생을 억제함으로써 치료비의 가중과 함께 무분별한 약제의 오남용을 줄일 뿐만 아니라, 육성률 향상 및 이유시의 체중 증가로 송아지 및 쇠고기 생산비를 획기적으로 절감할 수 있어 한우산업의 국제경쟁력을 한층 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다. 이에 본 연구는 국내 농가의 송아지 질병 실태를 파악하고 면역강화 물질을 탐색함으로써 송아지의 항병력을 증진시킬 수 있는 방안을 모색하기 위하여 수행되었다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 우리나라 축산업의 대외 경쟁력을 확보하고 축산농가의 생산성을 증대시키기 위해 소 사육에 있어서 생산성을 저하시키는 가장 큰 요인인 송아지 질병발생에 대한 대책마련을 위해 국내 한우농가를 대상으로 송아지 질병발생 실태 조사와 그 원인을 규명하고, 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질 탐색 및 한우 송아지의 초유섭취에 대한 연구를 통해 본 연구의 종합 개발목적인 건강한 송아지의 육성기술을 확보하기 위해 다음과 같은 목표를 갖고 수행하였다.

1. 현재 국내의 사육관리 체계 아래서 발생되고 있는 송아지 질병 상황 및 원인 규명
2. 어미소를 통한 면역전이로 인해 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질과 신생송아지에게 직접적으로 투여시 면역능력을 강화시키는 물질의 탐색
3. 한우 송아지의 초유 섭취량 및 섭취행동에 관한 연구와 그에 따른 대책방안 제시

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 송아지 질병 발생 및 원인 조사

국내 한우 농가의 송아지 질병 발생과 원인을 구명하기 위한 실태조사에서 질병 발생율과 폐사율은 지역에 따른 차이를 보였고, 사육규모가 커질수록 질병 발생율과 폐사율이 증가하여 사육규모가 200두 이상인 농가에서 소화기 및 호흡기 질병 발생율은 각각 73.4% 및 26.2%였고, 폐사율은 17.2%인 것으로 조사되었다. 송아지 설사의 발생시기는 생후 11~30일 사이가 가장 높았고, 송아지 혈액내 면역글로블린의 농도는 초유를 섭취하고 나서 급속도로 증가한 후 생후 14일령까지 지속적으로 낮아지는 것으로 나타나 생후 11~30일령시 수동면역은 점차적으로 감소되고 송아지 자체의 능동면역은 아직까지 제대로 작용하지 못함으로써 질병감염이 취약한 시기로 판단되었다. 질병발생의 예방조치에 대한 조사에서는 축사 및 운반차량의 소독을 전혀 실시하

지 않는 농가가 52.4%로 국내 한우 농가의 질병예방에 대한 의식과 노력이 상당히 저조한 것으로 판단되었다. 또한 질병예방을 위한 백신이나 면역물질의 투여율도 저조하였고, 질병에 대한 대처도 자가 치료가 80.9%로 가장 높은 것으로 조사되었다. 송아지 설사의 원인 구명을 위한 바이러스 및 세균검사를 실시한 결과, 설사증상을 보인 46두의 송아지 중 3두가 코로나 바이러스에 감염된 것으로 조사되었다. 세균에 감염된 송아지는 40두였고, 이 중 *Enterococcus* spp.에 감염된 개체가 20두로 가장 많이 검출되었다. 이와 같이 국내 송아지 설사는 대부분이 세균 감염에 의한 것으로 조사되었다.

나. 면역능 강화 물질 탐색

어미로부터 송아지로의 수동 면역의 전이를 강화시킴으로써 송아지의 항병력을 높여줄 수 있는 물질을 탐색하기 위하여 임신우를 대상으로 β -carotene, Power Mixer, Chito-Zn-S, Bio-Herb 및 Chito 153을 급여하여 시험한 결과, 처리에 따른 송아지 면역증강의 효과가 뚜렷하게 인정되질 않았다. 이러한 결과는 본 시험에 공시된 임신우의 사양관리가 벼짚위주의 일반농가와 달리 양질의 조사료를 급여함으로써 면역증강의 효과를 명확히 확인하지 못한 것으로 판단되었으며, 이에 일반농가의 사육 조건에서 비타민, 광물질 및 면역강화제를 급여하여 2차 실험을 실시하였다. 대조구, 처리구-A(Vit. ADE 10g/두/일), 처리구-B(Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g) 및 처리구-C(Vit. ADE 10g + Biotin 7.5g + Se 7.5g + Levamisole HCl 5g + Natural-2000 20g)에서 분만된 5일령 송아지의 혈액내 IgG를 분석한 결과, 처리구-A와 처리구-C가 대조구에 비하여 IgG 함량이 각각 565 및 735mg/100ml 더 높은 것으로 나타났다. 이는 임신우의 비타민, 광물질 및 면역증강제의 급여가 태아상태에서나 분만 후 초유를 통해서 송아지의 면역증강에 효과가 있는 것으로 판단되나, 각 투여 물질의 단독 효과인지 복합 효과인지의 여부는 추후 조사가 필요할 것으로 사료된다.

어미소에 의한 면역물질의 전이를 통한 수동면역 외에 송아지에게 직접적으로 면역력을 증가시킬 수 있는 물질을 탐색하기 위하여 송아지의 면역력 증강에 효과가 있다고 사료되는 시료에 대한 병원성 세균에 대한 증식억제 효과 실험과 세균 증식억제 물질 투여 후 자연 설사 발병률 조사를 실시하였다. 설사를 유발시키는 병원성 세균을 배양시킨 후 POF(Power Feel), CIA(Citric Acid), C153(Chito 153), FOA(Formic Acid) 및 WOV(Wood Vinegar)를 투여하여 세균증식에 미치는 영향을 살펴본 결과,

POF 처리시 *Clostridium perfringens*에 대한 억제 효과가 나타났고, CIA와 FOA는 시험에 공시된 모든 병원성 세균에 대하여 증식억제 효과가 있었으며, 공시된 시료 중 FOA가 병원성 세균에 대한 증식 억제 효과가 가장 높았다. 한우 송아지를 생시부터 6개월령까지 항병력을 증강시키기 위하여 인위적으로 면역 강화제를 급여하여 설사 발생율을 조사한 결과, Citric Acid를 급여한 처리구는 50.0%로 대조구의 57.9%에 비해 낮게 나타났으나, 다른 처리구에서는 대조구에 비해 높은 설사 발생율을 나타냈다. 또한 설사발생시 회복기간은 *Lactobacillus*와 Chito 153을 급여한 처리구에서 각각 2.5 및 2.0일로 대조구의 2.7일에 비해 짧은 것으로 나타났다.

다. 한우 송아지의 초유섭취량 및 혈액내 IgG 함량 분석

한우 송아지의 생후 24시간동안의 초유섭취 특성을 조사하고 혈중 면역글로불린과의 연관성을 구명하고자 실시한 시험 결과, 한우 신생 송아지가 분만 후 첫 흡유까지 걸린 시간은 평균 72.9분이었고, 첫 흡유량과 분만 후 24시간동안의 흡유량은 각각 865 및 3,255g으로 조사되었으며, 생후 5일령과 10일령의 혈중 IgG 함량은 3,136 및 2,805mg/100ml으로 나타났다. 이와 같이 한우는 초유섭취량이 적기 때문에 신생송아지가 흡수하는 면역글로불린을 높여주기 위해서는 분만 후 최대한 빨리 초유를 섭취할 수 있도록 관리해야 하며, 이를 위해 분만우의 주간분만을 유도하여 관리자가 신생 송아지의 초유섭취 시간을 앞당기고 섭취량을 높여준다면 송아지의 면역글로불린 섭취량 및 흡수량을 높여 면역증강에 도움을 줄 것으로 사료된다.

초유의 성분 중 immunoglobulin을 간단한 방법으로 분리하여 초유량이 부족한 한우 송아지에게 초유보충제로써 급여하기 위하여 젖소의 초유를 원심분리에 의해 지방을 분리하고, 산도를 이용한 casein을 제거한 후 동결건조를 하여 분말화하였다. 이렇게 제조된 인공유는 immunoglobulin 농도가 높아 초유량이 부족한 한우 신생 송아지에게 급여시 immunoglobulin의 보충효과가 높을 것으로 사료되나, 실제 이에 대한 실험이 이루어지지 않아 추후 인공유의 적정 급여량, 급여방법 및 그에 따른 면역증진 효과에 대한 실험이 수행되어야 할 것으로 생각되어진다.

2. 연구개발 활용에 대한 건의

- 가. 송아지 질병발생 및 원인에 대한 연구결과 송아지 설사는 바이러스에 의한 발병보다 세균감염에 의한 설사의 비중이 상당히 높았다. 또한, 질병발생의 예방조치에 대한 농가실태조사에서 축사 및 운반차량의 소독을 전혀 실시하지 않는 농가가 52.4%로 나타나 국내 한우사육농가의 질병예방에 대한 의식과 노력이 상당히 저조한 것으로 판단되었다. 따라서 한우사육농가에 대하여 소독과 위생에 관한 홍보와 지도를 시급히 수행하여 송아지 설사의 발생률을 줄여야 할 것이다.
- 나. 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질 탐색에 관한 연구를 통해 어미소에 대한 비타민, 광물질 및 면역증강제의 급여가 송아지의 면역을 증강시키는 것으로 나타났다. 병원성 세균의 증식을 억제시키는 물질을 찾을 수 있었다. 그러나 송아지 항병력 증가 기술을 농가에 보급하기 위해서는 추후 다양하고 세부적인 연구들이 수행되어야 할 것으로 사료된다.
- 다. 한우 송아지의 초유섭취량과 섭취행동에 관한 연구결과 한우 송아지는 초유섭취량이 상당히 적었고, 인위적인 도움없이 송아지 스스로 초유를 섭취하는 데 걸린 시간이 70분을 넘기는 것으로 나타났다. 따라서 초유섭취량이 부족한 송아지에 대한 인공초유 급여 및 송아지 분만관리 등에 관하여 한우사육농가에 홍보 및 지도가 필요할 것으로 사료된다.

SUMMARY

I. Title

The development of calf starter to fortify disease resistance

II. Progress and results of the study

To maintain stably cattle production foundation should be grown calves that are minimized morbidity and mortality into cows together with continuous production of calves. However high mortality of Hanwoo calves influence productivity of domestic Hanwoo industry and become known diverse factors. An incidence of dietary and respiratory system disease of calves in Korea tend to increase, and the factors affected calves mortality is known hereditary, environmental and feeding managemental cause. Also the morbidity in calf period affect performance, first parturition time, a survival rate of herd and productivity.

The Hanwoo farms raise cattle in barn limited space by rice straw based feeding, so a diarrhea is biggest problem in newborn calves. Therefore a increase of disease resistance in calf period on high susceptibility can decrease healing cost and antibiotic abuse as well as cut down beef production cost through increase survival rate and body weight on weaning period.

This study was carried to seek a system to enhance disease resistance of the calf through investigation of the actual condition in farms and search of immunity strengthening substance.

1. Calf disease occurrence and the cause survey

The morbidity and mortality of Hanwoo calves on farm level was surveyed to differ from a region, and increased to a larger raising scale. The disease

occurrence in raising farms more than 200 heads was surveyed respectively 73.4 , 26.2 and 17.2 in dietary, respiratory system and mortality. The calf diarrhea occurrence rate was highest after birth 11~30days, and a serum immunoglobulin concentration of new born calves increased rapidly after colostrum intake and then decreased gradually until 14day-old.

The farmers in a survey of disease occurrence prevention activity was poor 52.4% for nothing prevention of epidemics in farms, and 80.9% in home treatment. The 3 heads in 46 calves in diarrhea was infected corona virus, and *Enterococcus* spp. in 40 heads.

2. Investigation of immunity enrichment

β -carotene, Power Mixer, Chito-Zn-S, Bio-Herb, and Chito 153 were fed for 153 days to cow in order to fortify negative immune body from cow to calf and to investigate immunity enrichment. But there were no differences among treatments. It was considered that this result came from good forage feeding different from poor forage such as rice straw on farm.

In 2nd trial Vit.ADE (plot A), Vit. ADE+Biotin+Se (plot B), and Vit. ADE+Biotin+Se+ Levamisole HCl+ Natural-2000 (plot C) were fed to cow in order to to investigate immunity enrichment. IgG concentration in blood of 5-day calf was analyzed. IgG concentration of plot A and plot C were 565 and 735mg/100ml, higher rather than control. It is considered that vitamin, mineral, and immunity enrichment were good for pregnant cow to fortify immunity, but these enrichment should be investigate in detail.

In vitro experiment POF(Power Feel), CIA(Citric Acid), C153(Chito 153), FOA(Formic Acid), and WOV(Wood Vinegar) were used to investigate resistance to pathogenic bacteria. POF prohibited growth of clostridium perfringens. CIA and FOA was effective on all pathogenic bacteria resistance.

Immunity enrichments were fed to calf to fortify immunity from calf birth to 6-month old. diarrhea incidence of citric acid plot was lower 50.0% than 57.9% of control. Remedy periods after diarrhea of *Lactobacillus* and Chito 153 plot of

were 2.5 and 2.0 days that are shorter than control 2.7 days.

3. Colostrum intake and analysis of IgG concentration in blood

Sucking characteristics of colostrum during 24 hrs after parturition was investigated in order to make clear correlation between colostrum and immunoglobulin. As a result it took 72.9 min. for calf to suck first. First intake of colostrum and intake during 24 hrs after parturition were 865g and 3,255g, respectively. In 5 day and 10 day calves IgG concentration were 3,136 and 2,805mg/100ml, respectively. Because Hanwoo have a little colostrum intake they must have calf suck shortly after parturition in order to increase immunoglobulin for calf. Artificial milk for calft was made in order to give immunity enrichment. Making progress was composed of immunoglobulin separation, casein removal by acid, freeze-drying, and powdering. It considered that artificial milk is good for calf that it lack colostrum in because artificial milk contains high concentration immunoglobulin. But it is consider that many studies such as optimum intake, feeding methods, and increasing immunity are needed.

III. Implementation

1. It was concluded that calf diarrhea comes from mainly infection by bacteria rather than by virus as a result of this study about calf infection. It is considered that farmers have no effort of disinfection because 52.4% of them did not disinfect livestock barn and vehicles. It is proposed that government offer public information and guidance about disinfection and sanitation to farmer in order to reduce incidence of calf infection.
2. We found out that feeding immune enrichment such as vitamin and mineral on cow increased calf immunity and that matter in order to increase calf immunity. But it is consider that many studies are needed for farmers in order to spread

technique for immunity enrichment.

3. Calf taked colostrum a little and it took over 70 min. for calf to suck without farmer's aid. Therefore it is proposed government offer public information and guidance to farmer about feeding artificial colostrum and parturition management to calf that lack colostrum.

제 10 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 목표의 달성도

- 1차년도

구 분	목표 달성도	
	세 부 목 표	달성도 (%)
1차년도 (1999)	○ 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육 기술 개발 (주관, 영남대)	100
	○ 증체율 조절에 의한 고품질 한우육 생산 비육 기술 개발 (주관, 영남대)	100
	○ 버섯재배 잔사를 이용한 한우고기 생산(위탁, 충북대)	100
	○ 계분발효사료를 이용한 한우육 생산(위탁, 건국대)	100
	○ 비육 밀소의 능력 예측 시스템 개발(협동, 충북대)	100
	○ 비육 밀소의 형태학적 특징에 의한 능력 예측 시스템 개발 (협동, 충북대)	100
	○ 초음파를 이용한 비육 밀소의 능력 예측 시스템 개발 (위탁, 동아대)	100
	○ DNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구 (위탁, 영남대)	100
	○ 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식 기술 개발 (협동, 서울대)	100
	○ 근내지방도 단계별 표준화 기술 개발 (협동, 한국종축개량협회)	100
○ 항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발 (협동, 축산기술연구소)	100	
계		100

1. 목표의 달성도 - 계속

- 2차년도

구 분	목표 달성도	
	세 부 목 표	달성도 (%)
2차년도 (2000)	O 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육 기술 개발 (주관, 영남대)	100
	O 증체율 조절에 의한 고품질 한우육 생산 비육 기술 개발 (주관, 영남대)	100
	O 버섯재배 잔사를 이용한 한우고기 생산(위탁, 충북대)	100
	O 계분발효사료를 이용한 한우육 생산(위탁, 건국대)	100
	O 비육 밀소의 능력 예측 시스템 개발(협동, 충북대)	100
	O 비육 밀소의 형태학적 특징에 의한 능력 예측 시스템 개발 (협동, 충북대)	100
	O 초음파를 이용한 비육 밀소의 능력 예측 시스템 개발 (위탁, 동아대)	100
	ODNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구 (위탁, 영남대)	100
	O 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식 기술 개발 (협동, 서울대)	100
	O 근내지방도 단계별 표준화 기술 개발 (협동, 한국종축개량협회)	100
O 항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발 (협동, 축산기술연구소)	100	
계		100

1. 목표의 달성도- 계속

- 3차년도

구 분	목표 달성도	
	세 부 목 표	달성도 (%)
3차년도 (2001)	○ 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육 기술 개발 (주관, 영남대)	100
	○ 증체율 조절에 의한 고품질 한우육 생산 비육 기술 개발 (주관, 영남대)	100
	○ 버섯재배 잔사를 이용한 한우고기 생산(위탁, 충북대)	100
	○ 비육 밀소의 능력 예측 시스템 개발(협동, 충북대)	100
	○ 비육 밀소의 형태학적 특징에 의한 능력 예측 시스템 개발 (협동, 충북대)	100
	○ 초음파를 이용한 비육 밀소의 능력 예측 시스템 개발 (위탁, 동아대)	100
	○ DNA marker를 이용한 비육 밀소의 능력 예측에 관한 연구 (위탁, 영남대)	100
	○ 고품질 한우의 신속한 증식을 위한 번식 기술 개발 (협동, 서울대)	100
○ 근내지방도 단계별 표준화 기술 개발 (협동, 한국종축개량협회)	100	
○ 항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발 (협동, 축산기술연구소)	100	
계		100

1. 목표의 달성도 - 계속
- 4차년도

구 분	목표 달성도	
	세 부 목 표	달성도 (%)
4차년도 (2002)	○ 고품질 한우육의 양산체계 확립을 위한 비육 기술 개발 (주관, 영남대)	100
	○ 항병력(특히 설사병)을 강화시키는 송아지 사료 개발 (협동, 축산기술연구소)	100
	○ 한우 경쟁력 제고 기술개발 내용의 최종 정리 및 실용화를 위한 프로그램 작성 및 보급방안 제시(주관, 영남대)	100
계		100

2. 관련분야에의 기여도

- 가. 한우 고급육 생산을 위한 최적의 사양관리 프로그램 보급
- 나. 사료비 절감 방안 보급
- 다. 한우 고급육의 품질유지 방법 지도
- 라. 버섯재배 잔사를 활용한 한우 비육기술 개발
- 마. 한우 비육용 TMR 사료 개발(육계분과 체과폐기물 이용)
- 바. 초음파를 이용한 조기 선발 기술 개발 및 보급
- 사. DNA marker를 이용한 우수축 조기 선발 기술 보급
- 아. 우수 한우의 대량번식을 위한 기술 보급
- 자. 근내지방도의 단계별 표준 설정 및 객관적 영상분석 기술 확립
- 차. 송아지 설사 예방을 위한 관리요령을 영농 활용자료로 이용

제 11 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구를 통하여 개발된 다음과 같은 기술들이 현장에서 실용적으로 활용될 수 있도록 한다.

1. 거세 한우의 고급육 생산에 필수적인 장기간 사육을 위한 최적 사양관리 프로그램을 한우사육농가의 현장에 활용토록 한다.
2. 고급육 생산시 경제성 있는 사료급여 방안을 제시하여 한우사육농가로 하여금 사료비 절감으로 소득 증대를 꾀하도록 한다.
3. 생산된 고급육에 대한 실용적인 품질유지 및 개선 방법을 제시하여 소비자의 고급육에 대한 국내 수요가 확대되도록 하며 아울러 한우 고급육의 수출 전략을 위한 연구 기반을 조성한다.
4. 한우 생산농가와 생산단체로 하여금 건전한 생산기반 하에서 고급육이 생산되고, 아울러 경영과 유통의 효율화를 통하여 실질소득이 증대되도록 한다.
5. 농가가 활용할 수 있는 실용적이고 손쉬운 경영(평가) 방법이 적용될 수 있도록 한다.
6. 버섯재배 잔사를 적절하게 저장할 경우 한우의 기호성과 이용성이 크게 개선되어 주요 조사료원인 볏짚의 상당부분을 대체할 수 있는 것으로 판명되었다.
7. 육계분과 제과 폐기물 혼합물을 이용한 TMR 사료는 한우 비육 현장에 기술보급이 가능하며, 필요시 사료를 제조하여 판매가 가능함을 확인하였다. 또한, 지역 단위 축협에서 기술을 적용할 필요가 있으며, 비육우용 TMR 사료회사에 기술력을 제공할 수 있다.
8. 초음파 기술을 이용할 경우 등지방층이 과다하게 발달할 가능성이 있는 개체를 사전에 제외하는데 이용이 가능하다.
9. DNA marker를 이용한 유전적 능력이 우수한 개체 선발이 가능하므로, 고품질 한우육 생산 시스템의 구축을 위한 수단으로 이용할 수 있다.
10. 초음파를 이용한 임신 확립은 한우의 조기 임신 진단에 좋은 도구로 사용될 수 있어 한우의 신속한 번식증진에 도움을 줄 수 있다. PGF2 α 의 투여로 공태기를 획기적으로 단축할 수 있어 향후 농가 적용연구 및 영농활용에 도움이 될 것으로 사료된다. 한우에서 공태기를 줄이기 위해서는 일일 3회, 30분 가량 우군의 면밀한 관찰이나 시정우(teaser bull)의 도입 등이 권장된다. 분만 후 무발정우를 대상

으로 한 초음파 검사 및 혈중 progesterone 측정은 번식장애를 조기에 발견하고 분만 후 공태기를 단축시킬 수 있는 유용한 방법인 것으로 나타났다.

11. 본 연구에서 확립된 “근내지방도의 단계별 표준화 기준”은 생산자에게는 생산지표로서, 소비자에게는 쇠고기의 올바른 선택의 기준으로, 중모우 평가나 사양 시험의 비교 평가시 합리적인 비교 기준으로 활용이 가능하다. 또한, 영상분석 기술을 잘 활용하면 생산자와 등급판정사간의 판정에 대한 불필요한 마찰을 최소한으로 줄일 수 있을 것으로 판단된다.
12. 송아지 질병발생 및 원인에 대한 연구결과는 현재 국내 한우농가의 질병예방에 대한 실태를 직시할 수 있는 중요한 자료로써 국가 질병예방 정책에 반영하여 정부차원에서 한우사육농가의 소득 및 위생에 대한 적극적인 지원과 홍보를 수행할 것을 시책건의 할 계획이다. 또한, 송아지의 면역능력을 강화시키는 물질 탐색에 관한 연구결과는 송아지 항병력 및 인공초유 제조 연구에 기초자료로써 활용할 수 있도록 학술지에 게재할 계획이며, 한우 송아지의 초유섭취량과 섭취행동에 관한 연구결과는 한우 사육농가를 대상으로 신생송아지 관리요령에 대한 영농활용 자료로써 제출하고 지속적인 대농민 교육을 실시할 계획이다.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.