



한우자조금과제 최종보고서 2017.05

사료첨가제 급여가 한우의 생산성 향상에 미치는 영향 연구

연구기관: 국립한경대학교

 한우자조금관리위원회

사료첨가제 급여가 한우의 생산성 향상에 미치는 영향 연구

연구기관
국립한경대학교

www.hknu.ac.kr

연구책임자	:	황성구
연구원	:	김종민
연구보조원	:	조셉 델라 쿠르즈
연구보조원	:	몽후자야 밤바락차
연구보조원	:	최수희
보조원	:	조유라
보조원	:	안민영

한우자조금관리위원회
www.hanwooboard.or.kr

제 출 문

한우자조금관리위원회장 귀하

본 보고서를 ‘사료첨가제 급여가 한우의 생산성 향상에 미치는 영향 연구’ 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017년 5월

연구책임자 : 국립한경대학교 교수 황성구

※ 본 연구결과는 연구진의 의견 및 주장이며 한우자조금의 공식 입장과는 다를 수 있음.

목 차

제 1 장. 서 론	1
제 2 장. 점 토 광 물 질 사 료 첨 가 제	8
제1절. 점토광물질 종류	8
제2절. 점토광물의 구조	9
제3절. 점토광물을 이용한 사료첨가제 급여효과	11
제 3 장. 연구의 필요성 및 목적	18
제1절. 연구의 필요성	18
제2절. 연구 목적	19
제 4 장. 재 료 및 방 법	20
제1절. 규산염제합제	20
제2절. 분석항목	21
제3절. 분석 방법	22
1. 규산염제합제의 In Vitro batch 실험 방법	22
2. DM소화율	22
3. pH	22
4. 휘발성지방산 (VFA)	23
5. 총 가스 발생량	23
6. 미생물단백질 측정	23
7. 암모니아태 질소 분석	23

8. 혈액분석-----	24
9. 분 중 영양소 함량 분석-----	24
10. 분 중 악취분석-----	26
11. 육질평가-----	27

제 5장. 결 과 및 고 찰-----29

제1절. In Vitro batch 실험-----29

1. 규산염제합제의 In Vitro batch 실험 결과-----29

제2절. 규산염제합제의 현장 사양 실험-----36

사양실험 1.-----36

가. 공시동물 및 실험 장소-----36

(1) 사양실험 설계-----36

(2) 사양실험 장소-----36

(3) 사양실험 사료-----36

(4) 실험설계-----36

(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하성적 -37

나. 실험 결과-----37

(1) 증체량 및 사료효율 -----37

(2) 혈액 성분 분석 -----38

(3) 도체 평가 -----40

(4) 육질 평가 -----41

(5) 악취 분석 -----43

(6) 분 검사 -----44

(7) 경제성 분석-----45

사양실험 2.	47
가. 공시동물 및 실험 장소	47
(1) 사양실험 설계-2	47
(2) 사양실험 장소	47
(3) 사양실험 사료	47
(4) 실험설계	47
(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하 성적	47
나. 실험 결과	48
(1) 증체량 및 사료효율	48
(2) 혈액 성분 분석	49
(3) 도체 평가	50
(4) 육질 평가	52
(5) 악취분석	54
(6) 분 검사	55
(7) 경제성 분석	56
사양실험 3.	58
가. 공시 동물 및 실험 장소	58
(1) 사양실험 설계-3	58
(2) 사양실험 장소	58
(3) 사양실험 사료	58
(4) 실험설계	58
(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하 성적	58
나. 실험 결과	59

(1) 증체량 및 사료효율-----	59
(1-1) 육성기부터 비육전기까지-----	59
(1-2) 비육전기부터 출하까지-----	60
(2) 혈액성분-----	61
(2-1) 육성기부터 비육전기까지-----	61
(2-2) 비육전기부터 출하까지-----	62
(3) 도체 평가-----	63
(4) 육질 평가-----	65
(5) 분 검사-----	67
(6) 악취분석-----	68
(7) 경제성분석-----	69
 사양실험 4.-----	71
가. 공시 동물 및 실험 장소-----	71
(1) 사양실험 설계-4-----	71
(2) 사양실험 장소-----	71
(3) 사양실험 사료-----	71
(4) 실험설계-----	71
(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하 성적-----	71
나. 실험결과-----	72
(1) 증체량 및 사료효율-----	72
(2) 혈액성분 분석-----	73
(3) 도체평가-----	74
(4) 육질 평가-----	75
(5) 악취분석-----	76

(6) 분 검사-----78

(7) 경제성 분석-----79

제 6 장 . 종 합 고 찰 -----81

제 7 장 . 참 고 문 헌 -----84

제 1장. 서론

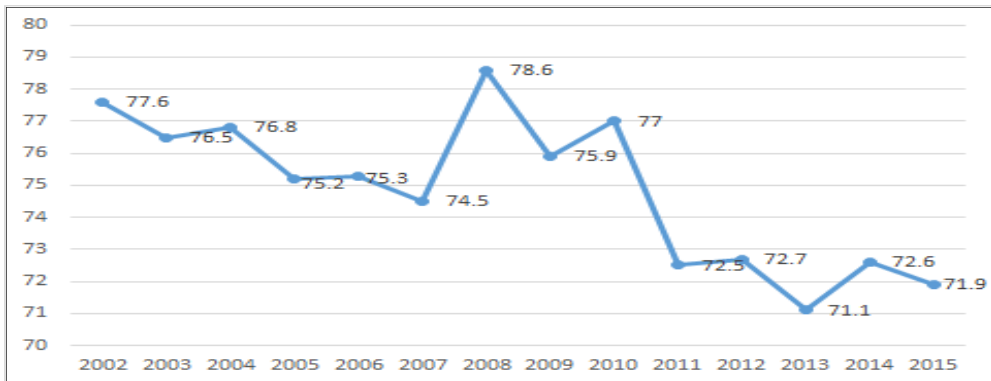
- 사료의 96%를 수입에 의존하고 있는 우리나라는 사료 곡물 수급 불안정 및 지속적인 사료비 상승으로 인한 축산업의 위기가 더욱더 고조될 전망이며, 수입쇠고기 관세는 매년 2.7%씩 하락되어 2027년 미국, 2029년 호주와의 관세가 철폐될 예정이라 수입증가에 대한 한우산업의 차별화 전략 대책이 시급한 실정임
- 최근 국제정세 변화와 기후 변화는 사료가격 상승과 농가의 생산성 감소를 야기하였으며, 소비시장의 다변화로 인해 건강하고 안전한 축산물에 대한 소비자들의 요구가 증가되고 있음
- 한우 산업에 있어서도 고급 쇠고기의 생산은 각 지역 브랜드를 통해 활성화되고 있으나 브랜드 쇠고기별 차별화는 사실 과학적 근거가 부족하며 한우 생산 농가들은 소득증대를 위한 다각적인 노력을 하고 있음에도 불구하고 육질 및 육량 생산 증진을 위한 농가단위에서의 사양관리 기술은 여전히 미흡한 실정임
- 수입쇠고기와의 차별화 전략으로 고급육 생산기술을 꾸준히 도입한 결과 1+ 등급 출현율은 개선되어 왔으나 1++ 등급 출현율은 여전히 낮은 편이며 마블링 상태가 거칠고 근간지방이 많이 축적되는 문제점을 안고 있음. 앞으로 동일 근내지방 함량의 도체 일지라도 근내지방의 섬세화 정도의 높고 낮음에 따라 등급을 상·하로 조정하는 방안이 검토되고 있으나 농가단위에서의 대처 방안에 대해서는 여전히 막막한 상태임

- 현재 한우 비육우의 1++ 출현율은 20% 미만으로 20~30년 전에 비하면 출하체중이나 마블링 등급이 눈에 띄게 달라졌지만 여전히 아주 일부 농가를 제외하고는 육량 및 육질 모두 만족하지 못하고 수입육과의 무한 경쟁을 해야 하는 위기 상황에 놓여 있음
- 농가차원에서도 경쟁력 제고를 위해 생산비 절감 방안으로서 자가 TMR 제조 및 급여, 각종 자가 사료첨가제 제조 급여 등 다양한 시도가 이루어지고 있음
- 비육우의 생산성을 증진시키는 것은 결국 사료영양소의 이용성을 높이고 육량을 유의하게 증진시키거나 육질등급의 개선, 즉 근내지방의 축적을 증가시킴으로서 얻어진다고 할 수 있음
- 육량증진 및 육질 개선을 위해서는 무엇보다도 유전적 요인을 우선적으로 개선시켜야 한다는 것을 최근 농가들이 인식하기 시작하였음
- 이러한 형질 개선에 대한 인식변화에 따라 지역별 농가별 종자 개량을 위한 특정 KPN 정액에 대한 선호도가 달라지고 수정란 이식 등 우수혈통 확보를 위한 노력이 다각도로 이루어지고 있는 실정임
- 또한 우수한 혈통을 확보한다고 할지라도 한우 수소의 육질을 개선하기 위해서는 거세 실시, 비육기간 연장, 사료급여체계 조절 또는 사료의 형태를 달리하는 등 사료영양적 조절이 필요하다는 연구결과 (안 등, 1998)가 보고됨에 따라 사료영양적 조절기술을

도입한 사양관리를 시도하는 농가들이 점차 증가하고 있는 실정임

- 고급육 생산 특히 마블링 섬세화 기술은 비육기간동안 많이 알려진 비타민 및 무기물 조절기술만의 사양관리 기술도입 만으로는 한계가 있는 것으로 알려지고 있어 밀소를 생산하는 번식우의 육량 및 육질 개선 유전자에 대한 유전 육종학적 개량에 대한 요구가 더욱 고조되고 있는 실정임
- 일본의 고급육 생산을 위한 육종개량은 약 160여년에 걸쳐 오늘의 우수혈통을 확보하는 긴 개량역사를 가지고 있는 반면 우리나라는 약 30~40년의 짧은 역사를 가지고 있어 농가별로 5년 내지 10년의 중장기적 개량 전략을 가지고 지속적으로 수행해 가야하는 것으로 판단됨
- 이와는 별도로 단기간 내 적용할 수 있는 사양관리 기술 도입은 여러 전문가들의 교육과 농가단위에서의 다양한 적용을 통해 빠른 시간 내에 정착시켜야 할 것으로 판단됨
- 육량 및 육질 개선을 통한 궁극적 생산성 향상은 우량송아지 생산으로 이어져야 하는데 한우 번식우의 번식률은 2013년 71.1% 이었던 것이 2014년 72.6%로 1.5% 증가하였다가 2015년에는 71.9% 로 0.7% 감소하였고 암소 번식률의 저하는 번식우 농가의 소득감소로 이어지는 것으로 나타났음

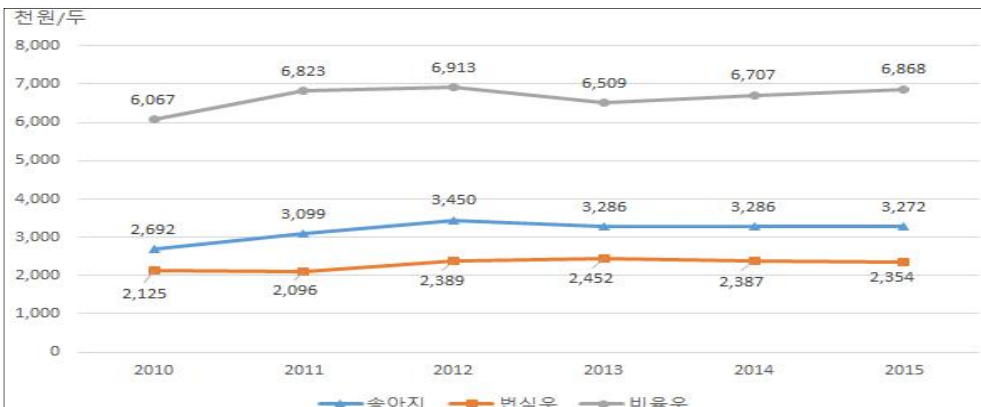
< 한우 번식우 번식률 >



자료 : 통계청, 「축산물생산비」, 2002년~2015년

- 한편 송아지생산비는 '10년 2,692천원에서 '15년 3,272천원으로 21.5% 상승하였고, 번식우생산비는 '10년 2,125천원에서 '15년 2,354천원으로 10.7% 상승하였으며, 비육우는 '10년 6,067천원에서 '15년 6,868천원으로 생산비가 13% 상승하는 등 고급육 생산을 위한 전반적인 생산비가 증가하고 있어 농가의 원가부담은 점점 가중되고 있는 실정임

< 한우 송아지 생산비 >



자료 : 2015년 축산물생산비 통계청

< 한우 번식우 소득 >

(천 원/마리)

구분	송아지		한우 번식우 수익성				
	경영비	생산비	총수입	일반비	사육비	소 득	순수익
15	2,096	3,236	2,162	1,534	2,354	628	-192
'14	2,103	3,240	1,801	1,561	2,387	241	-585
'13	2,124	3,392	987	1,551	2,452	-564	-1,465
'12	2,032	3,254	965	1,501	2,389	-536	-1,424

자료 : 통계청, 「축산물 생산비」, 2008년~2015년

< 한우 비육우 소득 >

(천 원/100kg, 천 원/마리)

구분	비육우		한우비육우 수익성				
	경영비	생산비	총수입	일반비	사육비	소 득	순수익
15	808	943	7,183	5,887	6,868	1,296	316
'14	788	925	6,414	5,726	6,707	688	-293
'13	739	901	5,936	5,345	6,509	591	-573
'12	772	961	5,997	5,558	6,913	438	-916

자료 : 통계청, 「축산물 생산비」, 2008년~2015년

- 한우의 고급화와 상위등급 출현율을 높이기 위해서 거세우의 비육이 일반화 되었으며, 사육기간은 지속적으로 늘어나게 되었음
- 고급육을 생산하기 위한 한우 수소 중 한우 거세우 사육비율이

2000년대 초까지 10%대에 불과하였지만 최근에는 90% 수준에 도달하였고 한우의 1등급 이상 출현율은 1990년대 말에는 30%에 미달하였으나 최근에는 50% 이상으로 증가하였고, 한우 비육우 성적으로만 보면 같은 기간 50%에서 80% 수준으로 상승하였음

- 고급육 생산에는 번식우 개량뿐만 아니라, 생산된 송아지의 거세시기, 양질조사료 급여효과 등에 따라서도 영향이 높을 가능성은 제시되었으나 육량 및 육질을 모두 고려한 고급 거세 비육우 생산 사양관리기술이 확립되어 있지 않아 농가들은 어떻게 대처해야 할지 매우 불안해하고 육량 및 육질형 거세우 생산에 맞춘 정밀 사양관리기술 및 생산성 증진에 필요한 다양한 첨가제의 정보제공에 대한 요구가 높아지고 있음
- 2012년도에 한국에서 성장을 촉진시키거나 질병예방을 위한 항생제 사용이 전면 금지됨에 따라 생균제를 포함한 다양한 첨가제의 개발 및 수입제품 도입이 가속화 되고 있는 실정임
- 생균제는 가축의 장내 미생물의 균형을 개선하여 소화를 돕고 축사의 암모니아가스 등 악취를 감소하며, 토양환경개선 및 작물의 생육증진 등 농가로부터 큰 호응을 받고 있어 현재 각 시군 농업기술센터를 중심으로 유산균, 고초균, 효모, 곰팡이, 방선균 등의 혼합균을 숙성시켜 축사내외의 악취 경감과 해충구제를 함으로서 농가의 축사환경 개선을 통한 부대비용 절감은 물론, 육질이 크게 개선된 결과가 나타나 생균제 활용은 점점 더 증가 될 것으로 판단됨

- 특히 최근 한국식품연구원 기능성식품개발 연구사업단이 발표한 자료(임성일 등 2013)에 의하면 복합생균제 첨가급여에 의해 무첨가군보다 증체량이 15.2%나 증가하여 사료효율이 11%나 증가된 것으로 나타남
- 이러한 결과로 인해 출하월령을 4개월 정도 앞당길 수 있는 것으로 나타나 한우 사양회전이 빨라져 사료값 상승으로 인한 축산농가의 경제적 어려움을 해소하고, 연간 9,600억원의 배합사료비와 약 80만톤의 사료용 옥수수 수입을 크게 줄이는 길을 열 수 있을 것으로 예상된다고 보고됨
- 비육우의 성장촉진과 육질등급 향상은 농가의 소득에 직접적으로 미치는 요인이며 이를 위해 많은 농가들은 각종 효소, 생균제, 미량광물질, 비타민, 세라믹 계통의 천연소재 등을 사용하고 있지만 실질적으로 농가 단위에서의 제품의 실효성에 관한 정보가 미흡함
- 본 실험은 사료 내 규산염제한제 첨가 급여에 따른 자유채식량의 변화, 육량지수변화와의 상관성, 혈액성분 내 주요 지표성분과의 상관관계, 사료영양소 이용성에 따른 분 중 영양소 배설 및 가스발생 등 다양한 항목들을 분석 조사하여 비육우 농가의 성공적 경영에 필요한 정보를 제공하고자 하기 위함임

제 2장. 점토광물질 사료첨가제

제 1절. 점토광물질 종류

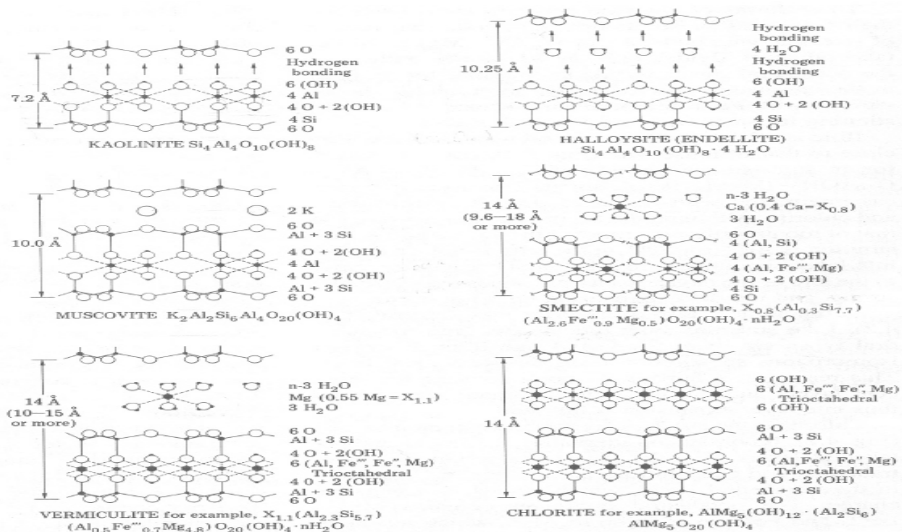
- 점토광물은 원석채취 후 불 밀로 파쇄한 후 필터 스크린을 통과 시키므로써 300 그물 정도의 미세분말을 분리하여 감마선으로 멸균한 후 다양한 소재원료로 이용하게 됨
- 원료석은 지역과 광산에 따라 다양한 광물질의 스펙트럼을 보이고 있지만 기본적으로 규산질이 70~80% 이상을 차지하고 있음
- 이러한 광물질을 가축용 사료첨가제로 사용하기 위해서는 비소 카드뮴, 수은, 납과 같은 중금속 등이 함유되어 있어서는 안 됨
- 이 밖에도 제조 공정 가운데 불순물이 함유될 가능성이 있는데 이와 같은 불순물들은 원석에 함유되어 있거나 중간분해 생성물 또는 시약 등을 들 수 있는데 제조 공정이 끝난 후 안전성 검사를 거쳐 현장에 유통 판매되고 있음
- 종류로는 견운모 , 고령토, 규조토, 맥반석, 일라이트, 몬모릴로나이트, 벤토나이트, 세피올라이트, 에타폴자이트, 제오라이트, 흑운모, 버미큘라이트 등이 주를 이루고 있음

제 2절. 점토광물의 구조

- 점토광물은 토양 또는 암석 중의 점토 부분을 이루는 극히 미세한 광물 입자로 된 것으로 토양이나 풍화작용을 받은 암석에서 산출됨
- 카올린계 광물, 몬모릴로나이트 · 벤토나이트 · 산성백토 등의 몬모릴로나이트계 광물, 일라이트 · 해록석(海綠石) 등의 운모류 이외에도 녹니석류(綠泥石類) · 엘로판 등 여러 종류가 있음
- 주로 층상구조를 가지며 SiO_2 사면체층의 경우 Si^{4+} 의 양이온으로 존재하고, 그 주변을 4개의 O^{2-} 음이온이 둘러싸고 있다. 또는 Al_2O_3 팔면체층의 경우는 중심에 Al, Mg, Fe 등의 양이온이 존재하고 그 주변을 여섯 개의 O, OH 이온이 둘러싸고 있음
- 혼합 여하에 따라 1:1형, 2:1형, 혼합층형 등으로 나누어지며 X선, 전자현미경, 시차열분석, 적외선분석 등의 방법으로 구분하며 비결정질 물질은 부식 · 수분 · 인산 등의 흡착력이 강하고 1:1 층 규산염류구조는 4면체판과 8면체판이 1:1로 결합되어 있는 구조로서 주로 고령토가 이에 속하며 염기치환 능력은 비교적 낮은 편임
- 한편 2:1형 점토광물은 2개의 4면체판과 1개의 8면체판을 좌우 대칭적으로 둘러싸고 형태로서 팽윤성인 몬모릴로나이트형과 비팽윤성인 일라이트형으로 나누어짐
- 몬모릴로나이트형은 염기치환 능력이 높은 반면 일라이트형은 회갈색 포졸 토양점토의 일부로서 수산화철 및 수산화알루미늄

을 함유하고 있으며 점착성이 낮고 염기치환용량도 낮음

- 이들은 Molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ratio 즉 규반비에 의해 구분지어지는데 카올리나이트, 할로이사이트, 알루미늄-카올리나이트는 규반비가 대략 2 이내이고 일라이트, 스메타이트, 질석의 경우는 규반비 3 이내이며 섬유질 점토 미네랄의 경우는 Al_2O_3 의 비율이 낮아 규반비가 높은 것으로 나타났음



- 아래 표에는 각 종 조암광물의 규반비를 나타내었음

조암광물	규반비
백운모(Muscovite)	2.0
흑운모(Biotite)	4.6
K 장석(K-feldspar)	5.6
Na 사장석(Na-plagioclase)	6.0
Ca 사장석(Ca-plagioclase)	2.0
각섬석(Hornblende)	9.4
휘석(Augite)	29.3
자소휘석(Hypersthene)	222.5
감람석(Olivine)	340

제 3절. 점토광물을 이용한 사료첨가제 급여효과

- 최근에 흑운모파우더를 이용한 사료첨가제가 경상북도를 중심으로 농가에서 많이 활용되고 있으나 작용기전이 명확하지 아니하며 유사 제품들이 농가에 여러 형태로 접목되어 있음
- 흑운모에 함유 되어 있는 규산염계에 속하는 점토 광물질들은 일반적으로 이온교환용량이 높고, 동물이 섭취하였을 때 미량 무기물을 비롯한 영양소 이용성을 개선하며, 장내 유해가스의 흡착 및 연변 방지 등의 효과가 인정되고 있음
- 규산염계에 속하는 zeolite는 장내 과잉 수분을 흡수하여 연변을 방지하고 사료의 장내 통과시간을 지연시켜 소화율을 향상시키는 효과가 있으며(Harms와 Damron, 1973) Mumpton과 Fishman(1977)은 자연산 zeolite는 이온교환과 부착성을 가지고 있어 사료의 영양소 이용률을 향상시키고 악취 감소를 나타내었다고 보고됨
- 또한 돼지와 닭의 근육과 지방 특성에 유리한 영향을 준다고 보고되었음(Pond등, 1988; Hagedone 등, 1990; Kovar 등, 1990)
- 또한 흑운모가 포함되어 있는 게르마늄은 회백색의 반금속원소로서 원적외선이 방출되어 면역력 강화, 인터페론 생성·자극으로 암세포를 방어하는 기능을 하며, 독성물질, 바이러스 등으로부터 생체를 보호하는 것으로 알려져 있음

- 운모에 있어서는 세종대왕 의학경전 (향약집성방)에 ‘몸의 피부에 균살이 생긴 것, 중풍, 추웠다 열이 났다 하는 것, 수레나 배 멀미 등을 치료하는데 이용하며, 사기를 없애고 오장을 편하게 하며 기를 내리우고 살을 단단하게 하며 부러진 것을 이어주고 증초를 보함’이라고 기술되어 있음
- 그리고 인체나 가축에 해로운 가스에 대한 탈취률이 높은 것으로 알려져 있어 각종 건축용 자재의 이용뿐만 아니라, 돈사내의 암모니아 가스의 흡착제로의 이용 가능성을 시사하고 있음
- 2000년 7월 8일에 개정된 사료관리법 시행규칙에 따르면 규산염제 사료원료 항목에 흑운모가 첨가되어 흑운모에 대한 국가적 차원의 중요성 인식과 함께 사용 가능성이 증대되고 있음

구 분	세 분	개 정 전	개 정 후
효용의 증대를 위하여 사료에 첨가하는 것	규산염제	제오라이트, 벤토나이트, 카오린, 일라이트와 그 혼합물	제오라이트, 벤토나이트, 카오린, 일라이트, 흑운모, 견운모와 그 혼합물

- 이 두 가지 소재를 이용하여 사료 영양소 이용성을 높이고, 소화기계의 부패미생물 번식을 억제함으로써 분뇨의 부패로 인한 악취 및 유해가스의 발생을 줄여 사육환경 개선 가능성을 증대시킴
- McGinn 등(2002)의 보고에 의하면 사료 내 단백질 농도가 증가한 경우 분 중 암모니아 발생이 증가한 것으로 보고됨

- 한편, Aguerre 등(2011)에 의하면 반추동물의 사료 내 조사료와 농후사료의 비율이 증가할수록 분 중 메탄가스, 이산화탄소 및 암모니아 농도가 감소하는 것으로 보고됨
- 또한 면역기능을 강화시켜 가축의 항병력을 증진시킴으로서 항생제의 사용량도 감소하여 안전성 높은 축산물생산이 가능해 질것으로 사료됨
- Cho 등 (2000)의 보고에 의하면, 농후사료를 다량 섭취하는 한우 거세 비육우에서 반추위내 pH가 일시적으로 낮아지는 문제를 해결할 수 있는 기대와 반추위 내용물의 통과속도를 다소 늦춤으로서 반추위내 섬유소의 소화율을 증진시키고 따라서 반추위내 아세트산 생성을 증가시키는 효과가 기대되어 생후부터 약 3개월간 송아지에 일라이트, 카올리나이트, 벤토나이트를 각각 0.5% 수준으로 첨가 급여한 결과 처리군에서 모두 대조군에 비해 증체량이 증가하는 경향이 있다고 보고됨
- 2002년 Cho 등은 6개월령(평균체중 166.1kg)인 거세우를 대상으로 18개월간 실시하였고, 개시부터 종료까지 농후사료 내 점토광물 첨가종류에 따라 4개 처리, 즉 전 기간 점토광물 무급여구(실험군1), 농후사료 내 카올리나이트 첨가구(실험군2), 벤토나이트 첨가구(실험군3), 일라이트첨가구(실험군4)를 두었고 실험 결과 1kg 증체에 소요된 농후사료 및 TDN 량도 각각 관행사육구에 비해 점토광물 급여구가 적었으며, 점토광물 중에서 특히 벤토나이트 급여구가 적게 소요되었지만 통계적인 유의차는 없었음. 도체조사 결과 도체율, 정육율은 처리구에 따른 뚜렷한 차이가 없었으나, 점토광물 급여가 육량 및 육질을 모두 개선시키며, 다

즙성, 연도, 향미 등 관능검사의 구성요소 모두를 개선시키는 것으로 나타났음

- 점토광물 급여가 배설물의 냄새를 줄이며 설사를 방지하는 등의 효과가 있음이 입증되어 사료로서 가치가 인정되고 규산염계(silicate)에 속하는 점토광물들은 대개 이온교환용량(ion exchange capacity)이 높고 동물이 섭취하였을 때 미량무기물을 비롯한 영양소 이용성을 개선하며 장내 유해가스의 흡착 및 연변방지 등의 효과가 인정된다고 한 점에서 환경개선 및 영양소 이용성 증진을 통한 한우의 생산성 향상에는 긍정적 효과가 기대되나 육질 개선에 관해서는 여전히 분명한 작용기전을 제시할 수는 없는 것으로 조사됨
- 최근 육성기 거세우에서 반추위내에 아세트산 생성을 증진시킴으로서 근내지방도를 개선할 수 있다는 학설이 제시되며 최근 축산물품질평가원에서 추진하고 있는 근내지방 섬세도 개선에 점토광물 사료첨가제가 긍정적인 효과가 있을 것으로 사료되나 이에 대한 과학적 근거가 매우 부족한 실정임
- Delgerzul Baatar 등(2017)에 의하면 한우 거세우의 근내지방조직으로부터 분리한 맥관계간세포 (Stromal Vascular Cell)를 이용하여 Acetate를 농도별로 처리한 결과 근세포의 성장이 Acetate 처리 농도 의존적으로 증가하였으며 분화유도를 실시한 결과 아세트산 처리 농도가 증가할수록 맥관계간세포 세포내 지방아세포가 많이 증식한 것으로 나타남

- 이 결과는 반추위 내 아세트산 생성 증가에 의한 근내지방 축적 개선 가능성이 제시되어 점토광물 첨가급여에 의한 섬유질소화 속도 조절에 의한 아세트산 생성증가로 인한 거세한우의 근내지방 생성 증진의 육질개선 가능성과의 관련성을 제시할 수 있을 것으로 사료됨
- 한편 우리나라는 근래 TMR 또는 TMF 사료를 급여하며 비육우를 사육하고 있는 농가가 증가하고 있는데 TMF사료는 조사료, 농후사료 비타민, 미네랄 및 기타 미량 요소 등의 모든 영양소가 함유 되도록 여러 종류의 단미사료, 농산부산물 및 미생물을 접종하여 일정기간 발효 및 숙성 시키는 동안에 미생물 발효를 통해 반추위내 사료 영양소의 소화율을 높여 ADG 및 DMI을 높일 수 있음(김, 2008)
- 일반적으로 알코올 및 알코올 첨가사료의 급여는 비육우의 사료 섭취량과 일당증체량을 개선시키는 것으로 보고된 바 있으며(板橋 등,1990; Itabashi 등, 1991) 한편 사료 내 미생물 발효 과정을 통해 생산된 대사산물은 일부분 반추위내 미생물에 의해 VFA's 및 에너지로 반추가축이 체내에서 이용하게 됨
- 임(2001)은 TMF를 급여하면 반추위내 총 VFA's 함량, 아세트산 함량이 증가되고 암모니아 함량 및 프로피온산 함량이 감소하며, 증체량이 개선되는 효과가 있다고 하였으며, 이와 같이 TMF 사료의 육성성적 및 도체형질에 미치는 영향에 대한 여러 연구가 진행되어 왔지만, TMR 또는 TMF사료를 급여하는 농가에서 점토광물 급여에 의한 육질개선에 관한 연구는 전무한 실정임

- Kwak 등 (2012)은 농후사료와 볏짚을 급여하는 한우거세우를 대상으로 하는 실험에서 벤토나이트와 생균제를 각각 0.5~1% 수준으로 첨가급여 한 결과 등심단면에서 Zn, Cu, Fe, P, Mg 및 Na 함량이 증가하는 것으로 보고하였음
- Lee 등 (2004)의 보고에 의하면 한우 비거세우에 사료 내 1.25% 수준의 점토광물을 첨가 급여한 결과 등심단면의 육색이 개선되었으며 가열감량도 개선되었다고 하였음
- Kim 등(2005)은 한우거세우에 사료 내 2% 수준으로 거장석을 첨가급여한 결과 보수력이 유의하게 증가하는 것으로 나타났다고 보고함
- Sherwood 등 (2005)의 보고에 의하면 클리노프틸로라이트 제오라이트를 사료 내 1.2% 수준으로 첨가 급여한 결과 증체 및 사료효율은 개선되는 경향이 있었으나 분 중 질소 변화는 없었다고 보고됨
- Lee 등 (2010)은 한우 거세우에게 6개월에서 24개월까지 벤토나이트를 사료 내 2% 수준으로 첨가급여한 결과 증체량이 8~22%까지 증가하는 것으로 보고하였음
- 한편, 한우 송아지에게 점토광물 (일라이트, 벤토나이트, 카올리나이트)을 5% 수준으로 3개월간 첨가급여하여 증체 및 면역기능 변화에 미치는 영향을 연구한 결과, 대조군에 비해 점토광물 첨가급여군에서

증체량 개선효과가 있었으며 백혈구수도 증가하는 것으로 보고하였음(Cho 등, 2000)

- Ortiz 등 (2016)에 의하면 카올리나이트 (고령석)을 홀스타인 수컷에게 사료 내 2%까지 급여한 결과 지육율은 다소 감소하는 경향을 나타내는 하였으나 반추위 성상이나 장내 흡수에 아무런 악영향을 주지 아니하고 에너지이용효율을 개선시키는 것으로 보고함
- 점토광물을 종류별로 (카올리나이트, 벤토나이트, 일라이트) 첨가급여한 실험에서 점토광물 첨가급여는 대조군에 비해 육질개선 효과가 있어 경제성 분석결과 첨가급여 효과는 우수한 것으로 나타났음
- 벤토나이트 및 일라이트의 경우 그 효과는 카올리나이트 보다 우수하였다고 보고하였으며, 한우 거세우 사양시 사료효율 개선을 목적으로 추천할 만 한 것으로 보고하였음(Kang 등, 2002)
- 홀스타인 수컷에게 카올리나이트(고령석)을 사료 내 2% 수준으로 급여하였을 때 지육율은 다소 감소하는 경향을 나타내었다고 하는 연구결과가 보고됨 (Ortiz 등 2016)

제 3장. 연구의 필요성 및 목적

제 1절. 연구의 필요성

- 많은 비육우 농가들이 비육우의 성장촉진과 육질등급 향상을 위한 세라믹계통의 천연소재를 주성분으로 하는 사료첨가제를 사용하고 있는데 대부분의 제품들이 성장촉진, 사료효율 개선, 면역증강 등의 제품 특징점을 표시하고 있지만 농가단위에서의 자체적 효능평가는 사양관리 여건, 사료급여량 측정, 체중측정, 혈액분석 등 여러 가지 요인으로 실효를 거두지 못하고 있음
- 이렇게 세라믹계통의 첨가제 사용은 많이 이루어지고 있지만 제품의 실효성이 정확히 파악되지 못하고 있는 실정임
- 따라서 실질적인 실험결과들을 농가에 제공하여 비육우 사양관리에 참고하여 비육우 농가의 소득증대로 직접 이어질 수 있는 기초자료의 제공이 절실히 요구되어지고 있음
- 이상에서와 같이 국내에서 생산되는 주요 점토광물로서 제올라이트, 카올리나이트, 벤토나이트, 일라이트, 맥반석 등을 들 수 있지만, 아직까지도 한우를 대상으로 생산되는 점토광물의 효과를 일반적인 사료첨가제 급여수준에서 검증한 시험 결과가 드물고, 특히 TMF 사료를 급여하는 농가에서 육성기부터 출하시까지 점토광물을 급여하며 고급육생산을 위한 시험결과는 전무한 실정임

- 본 연구과제를 통하여 점토광물 첨가제 급여에 따른 자유채식량 변화, 육량지수 변화와의 상관성, 혈액성분 내 주요 지표성분과의 상관관계, 사료영양소 이용성에 따른 분 중 영양소 배설 및 가스발생 등 다양한 항목들을 분석 조사하여 비육우 농가의 성공적 경영에 필요한 정보를 제공하고자 함

제 2절. 연구 목적

- 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 규산염제합제*의 In Vitro 실험을 실시하고, In Vivo 사양실험은 경기도 안성지역에서 농후 사료를 급여하며 비육을 실시하고 있는 농가를 선정하여 육성기부터 출하시까지와 비육전기부터 출하시까지 규산염제합제 사료 첨가제를 첨가급여하며 사양실험을 실시함
- TMR사료를 급여하는 농가 중 경북지역에서 한 농가를 선정하고 비육기간만 급여하는 사양실험을 실시하며, 육성기부터 출하시까지 첨가 급여하는 사양실험은 충북 예산 지역의 한 농가를 선정하여 모두 4가지 형태의 사양실험을 실시한 후 그 결과를 도출하고자 함

* 특정회사의 상업적 활용과 타사 제품과의 논란 등을 방지하기 위해 실제품명을 표기하지 아니함

제 4장. 재료 및 방법

제 1절. 규산염제합제

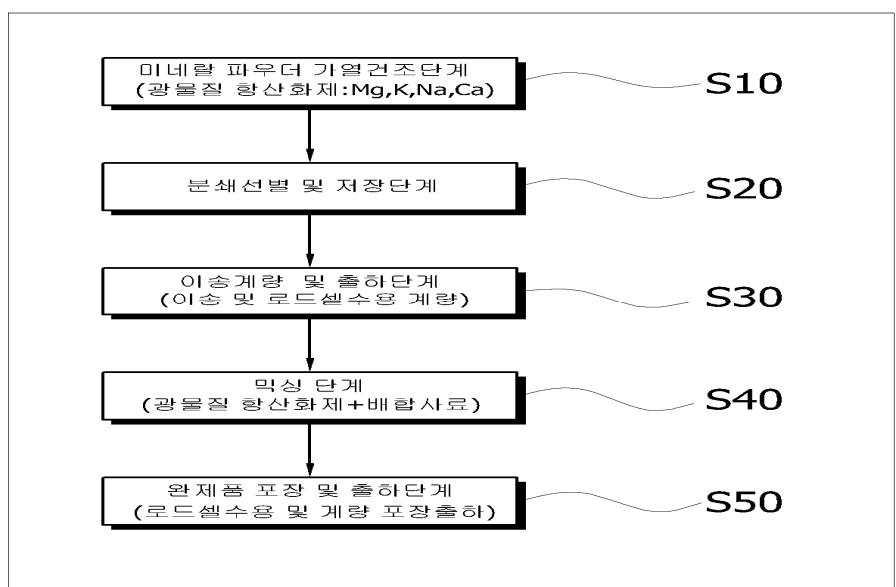
- 본 연구에 사용된 제품은 규산염제 합제로써 등록되어 있으며, 사료원료용, 축산농가용, 양어농가용, 양식용 및 기타 수산용 첨가제 용도로 사용되고 있음
- 아래는 농협중앙회 축산사료연구소의 시료 분석표를 나타내었음

분석성분명	규산염제합제
규산(%)	74.3434
칼슘(%)	0.45
칼륨(ppm)	34,644.9
마그네슘(ppm)	1,134.4
나트륨(ppm)	1,084.13
철(ppm)	60,028.8
망간(ppm)	18,842.0
산화알루미늄(%)	10.85
아연(ppm)	73.51
구리(ppm)	88.9

- 규산염제합제의 광물구성으로는 알루미늄규산염계 희소광물로 자연계 내에서는 매우 드물고 결정도가 아주 낮은 광물이며 비결정성 알루미늄 규산염과 저결정성 층상점토광물의 복합체임
- 1~1.2로 제오라이트 2~2.5, 일라이트 2.6~2.9 및 중금속 4이상 보다 낮기 때문에 매우 가벼움. 원적외선 방사율(5-20 μ m)은 0.93

이며 방사 에너지(w/m^2 , μm , $40^\circ C$)는 3.74×10^2 으로 한국전자재시험연구소에서 분석됨

<비료 또는 일반사료 첨가용 규산염제합제 광물질 향산화제
제조방법의 순서도>



제 2절. 분석 항목

- 분석항목으로는 사료 섭취량, 증체량 조사, 혈액성분 분석, 대사 관련 파라미터 분석, 혈중 면역 파라미터 분석, 분 성상 비교, 분 중 암모니아, 분 중 악취 등을 측정하였고 도축 후 육량 등급 및 육질등급 조사, 육질 이화학 분석 및 경제성 분석 등을 실시하여 사료첨가제(규산염제합제) 제품 급여에 대한 판단기준의 기초 방안을 마련하고자 하였음

제 3절. 분석 방법

1. 규산염제합제의 In Vitro batch 실험 방법

- 규산염제합제의 In Vivo 사양실험을 실시하기에 앞서 규산염제합제의 반추위내 발효성상에 미치는 효과를 조사하기 위하여 반추위액을 채취하여 규산염제합제의 In Vitro 발효능을 측정하였으며 아무것도 첨가하지 않은 대조군과 중조 0.3%, 규산염제합제 0.3%를 24시간 동안 배양하며 0, 3, 6, 12, 24시간 간격으로 측정하였음

2. DM소화율

- DM 소화율 측정은 소화물이 포함된 반추위액에 규산염제합제를 0.3% 수준으로 처리하고 일정 시간(0, 3, 6, 12, 24 시간) 배양 후 3,000rpm × 10min 간 원심분리 과정을 거친 후 원심분리된 고형분은 Whatman No. 541 필터 페이퍼에 걸러 105°C dry oven에서 24시간 건조, 방랭 후 무게를 측정하여 DM 소화율을 측정하였음(Goering and Van Soest, 1970)

3. pH

- pH 분석은 일반적인 방법에 따라 시료 5g을 취하여 증류수 20mL을 혼합하고 Ultra Turrax (Janken and Kunkel, Model No. T 25, Germany)를 사용하여 8,000rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter(Mettler Toledo, 340, Switzerland)를 사용하여 측정하였음

4. 휘발성지방산 (VFA)

- 휘발성지방산 (VFA) 분석을 위해 0.8ml 배양액에 0.2ml의 25% 프로피온산을 첨가하고 분석 시까지 -20°C 에서 냉동 보관하였고 분석 시 해동하여 내부 스탠다드로 0.2ml의 2% 피발 산을 넣어 잘 혼합하고 $12,000 \times \text{g}$ 에서 15분간 원심분리 한 후, 상층액을 취하여 30m 모세관 컬럼 (NUKOLTM, 0.25mm I.d., Supelco Co.)이 장착된 가스 크로마토그래피 (GC, HP5890 series II, Hewlett Packard Co.)로 분석하였음

5. 총 가스 발생량

- 총 가스발생량은 Theodorou et al. (1994)의 방법을 이용하여 Gas 압력계(Sun Bee Instruments, Inc.)로 측정하였음

6. 미생물단백질 측정

- 미생물 단백질 합성량은 반추위 미생물 건물 전량을 취하여 마이크로-켈달 방법으로 질소함량을 측정한 후 이를 단백질 함량 (P)으로 환산하여 미생물건물량을 곱하여 산출한 후 반추위액 100ml에 함유된 미생물의 단백질 합성량을 계산하였음

7. 암모니아태 질소 분석

- 반추위액의 암모니아태 질소의 농도는 Fawcett and Scott (1960)의 방법에 따라 발색 반응을 시킨 후 spectrophotometer

(Mecasys Co. Korea, Optizen 3220uv)를 이용하여 분석하였음

8. 혈액분석

- 공시축 혈액 분석은 실험개시일과 실험종료일에 개체별 경정맥을 통해 사료 급여 1시간 전에 채취하였으며 BD Vacutainer® spray-coated K2EDTA tube (BD Franklin Lakes, NJ, USA)를 이용하여 각각 10mL을 얻었으며 회수된 혈액은 30분 이내에 실험실로 옮겨 4℃에서 10분간 3,000rpm 에서 혈청을 분리하였고 분리된 혈청은 Blood Chemistry Analyzer (Express-plus 550, Ciba corning, USA) 장비를 이용하여 글루코스, Alanine Aminotransferase (ALT), 총 빌리루빈, 콜레스테롤(T-CHO), Blood urea nitrogen (혈중 요소 질소)를 분석하였음

9. 분 중 영양소 함량 분석

- 분 중 수분 분석 방법은 가열 감량법을 사용하여 미리 건조하여 함량을 구한 알루미늄제 칭량병에 시료 2~5g을 정확히 칭량하여 항온건조기로 135±2℃로 정확히 2시간 또는 105~110℃에서 함량이 될 때까지 건조시켜 데시케이터내에서 30분간 방냉한 다음 무게를 달아 감량을 수분함량으로 하였음
- 분 중 조회분 분석 방법은 600℃ 전기로에서 1~2시간 태운 크루시블을 데시케이터(Desicater)내에서 40분간 방냉 후 칭량한 다음 시료 2~3g을 취하여 전기곤로 또는 가스버너로 열을 가하여 예비 회화시킨 후 600℃ 전기로에 넣어 2시간 태운 다음 데

시케이터내에서 40분간 방냉 후 칭량하여 이 중량으로부터 크루시블(Crucible)의 중량을 감(減)한 것을 조회분 함량을 구하였음

- 분 중 조지방 분석 방법은 에테르 추출법(Ether extract)을 이용하였으며 지방 정량병을 95~100℃에서 2시간정도 건조하고 데시케이터 내에서 30분간 방냉 후 칭량하고 시료 2~3g을 No.2여과지에 싸서 95~100℃에서 2시간 건조시킨 다음 지방추출장치에 넣고 에테르를 부어 80℃로 가열하여 8시간 지방을 추출한 다음 에테르를 회수하고 지방 정량병을 95~100℃에서 3시간 건조 후 데시케이터 내에서 40분간 방냉 후 칭량하여 지방 정량병의 중량을 감한 것을 시료량에 대한 백분율을 구하여 조지방 함량을 구하였음
- 분 중 조단백질 분석 방법은 사료 건물을 전량 취하여 켈달(Kjeldahl)법으로 질소 함량을 측정 후 암모니아로 환산 하여 측정하였음
- 분 중 조섬유 분석 방법은 시료 1~2g(지방함량이 많은 것은 탈지하거나 조지방을 정량한 후 남은 찌꺼기 시료 잔사를 사용)을 500ml 톨비이커에 취하고 5% 황산액 50ml와 증류수 150ml를 가하고 거품방지제 2~3방울 떨어뜨린 다음 30분간 끓인 후 스텐레스 금망(0.044mm)으로 여과하여 잔사(殘渣)를 산성이 완전히 없어질 때까지 뜨거운 증류수로 여러 번 세척함. 산 불용해물은 증류수 130~140ml로 톨비이커에 씻어 넣고 5% 수산화나트륨용액 50ml를 가한 다음 200ml 표선까지 증류수로 채움. 다시 30분간 끓이고 No.5A 여과지 또는 유리여과기 1G2(135℃에서 2시간

건조하여 향량을 구한 것)로 여과하는데 알칼리성이 없어질 때까지 뜨거운 증류수로 세척한 다음 다시 95% 에틸알콜로 3회, 에틸에테르로 2회 세척하고 95~100℃에서 2시간 예비 건조한 다음 135±2℃에서 2시간 건조 후 데시케이터내에서 30분간 방랭한 다음 칭량 후 5A여과지에 사용시에는 자제(磁製) 크루시블(600℃ 전기로에서 2시간 태워 향량을 구한 것)에 넣고, 유리여과기의 경우 직접 전기로에 넣어 600℃에서 2시간 회화하고 40분간 데시케이터내에서 방냉시킨 후 무게를 측정하였음

10. 분 중 약취분석

- 황화합물 (Reduced Sulfur Compound, RSC)의 시료는 복합약취 시료 채취와 동일한 방법으로 채취되며 GC (Shimadzu-17A, Japan)-FPD (Flame Photometric Detector, Shimadzu-17A, Japan)에 펠티어 트랩 (Peltier Trap)을 사용한 전자식 저온농축 장치 (SPIS-TD 3000, Donam Instrument Inc., Korea) 시스템을 활용하였음
- 이때 TD (Thermal Desorber) 내에 카본팩 B와 실리카겔을 1.5 : 2.5의 부피비로 혼합한 CT(Cold Trap)에서 -15℃의 조건으로 저온 농축하였음. 저온 농축 시 수분 제거를 위해 시료 유입구에 전자식 수분제어장치 (Moisture dryer model-100, Donam instrument Inc., Korea)를 설치하여 수분을 약 95% 이상 제거 후 TD (Thermal Desorber) 내부로 시료를 유입시킴
- CT에 흡착된 황화합물은 250℃의 고온에서 탈착하여 GC의

CP-SIL 5 CB column (Film thickness: 5 μ m, Diameter : 0.32 mm, Length: 60 m, Agilent, USA)를 적용하여 화합물을 분리하였다. 최종적으로 개별 성분들은 180℃의 불꽃광도검출기에서 검출하였음

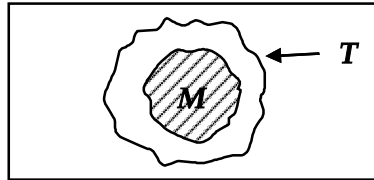
- 암모니아 (NH_3)는 2개의 임핀저에 0.5% 붕산용액 50mL를 나누어 담고 직렬로 연결한 후 먼지필터가 장착된 유입부를 통해 50L(10 L/min $\times$ 5 min)의 시료를 흡수시킴
- 흡수가 끝난 붕산용액은 10mL를 분취하여 인도페놀법으로 1시간 동안 발색시켰다. 발색된 시료는 UV(160A, Shimadzu, Japan)를 사용하여 640nm 파장에서 흡광도를 측정하여 농도로 계산하였음

11. 육질평가

- 조직의 pH는 일반적인 방법에 따라 시료 5g을 취하여 증류수 20mL을 혼합하고 Ultra Turrax (Janken and Kunkel, Model No. T 25, Germany)를 사용하여 8,000rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter(Mettler Toledo, 340, Switzerland)를 사용하여 측정하였음
- 조직의 저장 감량(Drip loss)은 시료를 원형의 일정한 모양으로 정형(80 $\pm$ 5g)한 후 polyethylene bag에 넣어 4℃ 냉장실에서 1일, 3일, 7일간 보관하면서 발생하는 드립 감량을 측정하였음

- 조직의 보수력 측정 방법은 Grau-Hamm의 여과지 압착법을 이용하여 측정하였으며 아래 계산식을 이용하여 보수력을 구하였음

$$\text{보수력}(\%) = \frac{\text{육조직이 묻어있는면적}(M)}{\text{수분이 젖어있는총면적}(T)}$$



- 조직의 가열감량(Cooking Loss)방법은 시료를 원형의 일정한 모양으로 정형(80±5g)하여 비닐 백에 넣어 75℃ water bath(Dae Han Co, Model 10-101, Korea)에서 30분간 가열하여 상온에서 30분간 방냉시킨 후 가열감량을 측정하였음
- 조직의 전단력 시료를 약 2cm두께로 절단하여 75℃ water bath에서 30분간 가열하고 실온에서 30분간 냉각시킨 후 근섬유와 평행하게 시료채취기(직경 11mm)로 취하여 텍스처(Texture) 분석기로 측정하였음

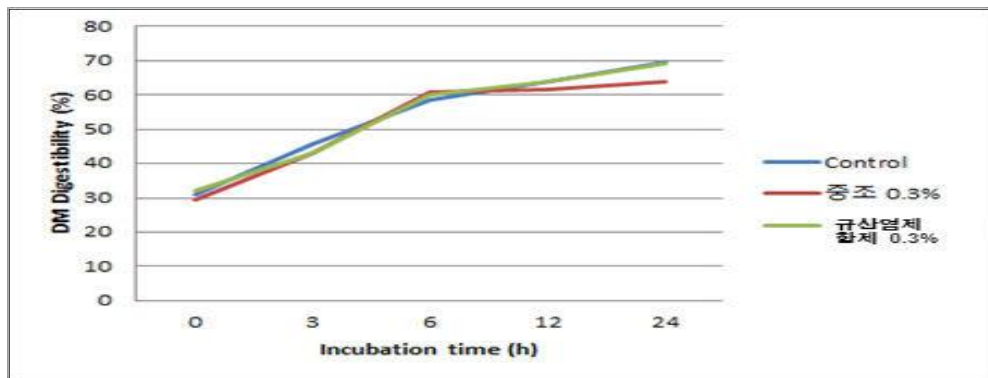
제 5장. 결과 및 고찰

제 1절. In Vitro batch 실험

1. 규산염제합제의 In Vitro batch 실험 결과

표 1. 벳치 컬처 실험 조건 하에서 규산염제합제 파우더 처리가 배양시간별 건물 소화율(%)에 미치는 영향

배양 시간 (h)	대조군	중조 0.3%	규산염제합제 0.3%
0	31.00±0.03	29.55±0.02	31.97±0.01
3	45.67±0.02	43.21±0.01	43.00±0.02
6	58.7±0.02	60.65±0.01	60.24±0.01
12	63.95±0.02	61.75±0.01	63.94±0.01
24	69.64±0.02	63.82±0.02	69.12±0.02

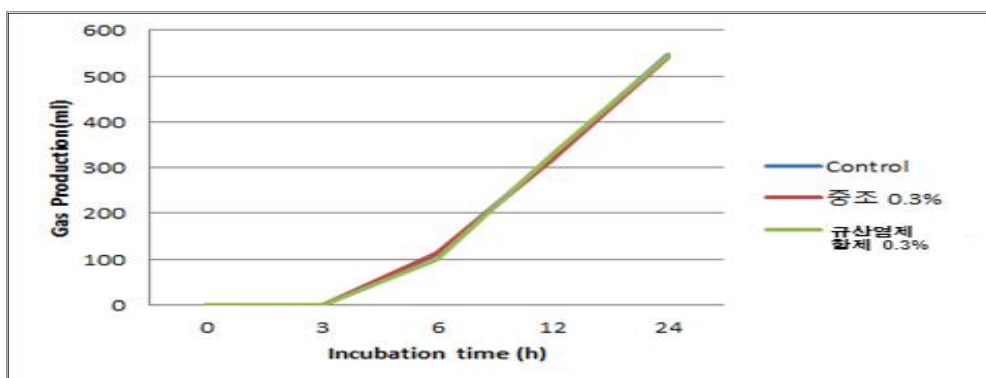


- 표 1에는 규산염제합제의 In vitro소화율을 측정하여 나타내었음
- 건물소화율은 Van Soest 등(Van Soest et al., 1991)의 방법으로 측정하였음

- 분석결과, 첨가제를 투여하지 아니한 대조군과 비교하여 배양 3시간째 중조나 규산염제합제를 처리한 군에서 건물소화율이 다소 낮은 경향을 보이다가 배양 6시간째에는 중조나 규산염제합제군에서 건물소화율이 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났으나 통계적 유의차는 없음
- 그러나 배양 12시간째에는 중조처리군은 다른 군보다 건물소화율이 낮아져 이미 알려진 대로 빠른 시간 내 반추위 안정화 기능이 감소되는 것으로 판단되었음. 한편 규산염제합제 처리군에서는 24시간까지 건물소화율이 중조를 처리한 것보다 건물소화율이 높은 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었으며 대조군과는 유사한 값을 나타내었음

표 2. 벳치 켄처 실험 조건 하에서 규산염제합제 파우더 처리가 배양시간별 pH에 미치는 영향

배양시간 (h)	대조군	중조 0.3%	규산염제합제 0.3%
0	7.34±0.02	7.26±0.02	7.33±0.01
3	7.04±0.03	7.10±0.02	7.15±0.03
6	6.8±0.01	6.72±0.02	6.75±0.03
12	6.4±0.02	6.47±0.03	6.43±0.01
24	6.3±0.02	6.29±0.03	6.29±0.03



- 표 2 에는 규산염제합제의 배양시간별 pH 변화를 나타내었음. 반추위 내 산성도는 반추위 미생물의 발효성산 지표로써 산성도의 변화율이 급격하게 낮아질수록 사료효율이 떨어지는 것으로 알려져 있으며 본 연구에서는 pH는 배양시간에 따라 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었으나 각 실험구간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 아니하였음

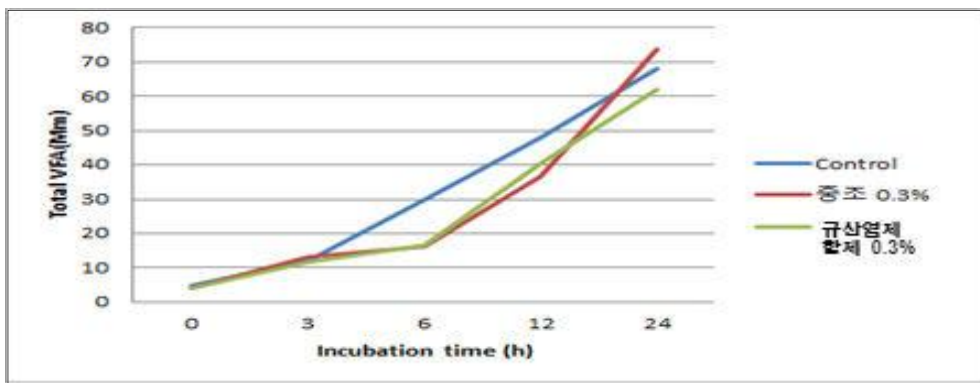
표 3. 벳치 컬처 실험 조건 하에서 규산염제합제 파우더 처리가 배양 시간별 가스 생성 총량(ml) 변화에 미치는 영향

배양시간 (h)	대조군	중조 0.3%	규산염제합제 0.3%
0	0	0	0
3	0.62±0.02	0.61±0.02	0.59±0.02
6	109.73±10.02	111.73±13.77	99.73±9.17
12	323.73±18.02	316.4±15.52	328.4±18.88
24	547.73±28.02	540.4±32.02	544.4±38.02

- 표 3에는 in vitro batch culture 시간에 따른 총 가스 발생량을 측정하여 나타내었음. 총 가스 발생량은 반추위 내에 발효가 원활하게 일어날수록 발생량이 증가하는 것으로 알려져 있음. 본 연구에서 가스 발생량은 각 처리 구간에 통계적으로 유의한 차이는 보이지 아니하였으나 6시간째에는 규산염제합제의 가스 발생량이 대조군 및 중조 처리군에 비하여 다소 낮아지는 결과를 나타내었음. 12시간째에는 규산염제합제 급여군이 가장 높은 값을 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니며 24시간째에는 각 처리 군별 유사한 값을 나타내었음

표 4. 벳치 컬처 실험 조건 하에서 규산염제한제 파우더 처리가 휘발성 지방산 함량(mM) 변화에 미치는 영향

배양시간 (h)	대조군	중조 0.3%	규산염제한제 0.3%
0	4.84±0.80	4.06±0.67	3.97±0.79
3	12.08±1.80	13.14±1.97	11.81±1.67
6	29.90±3.78	16.11±3.16	16.39±2.66
12	47.82±4.97	36.44±3.95	40.47±3.57
24	68.15±5.58	73.75±5.87	61.79±4.92

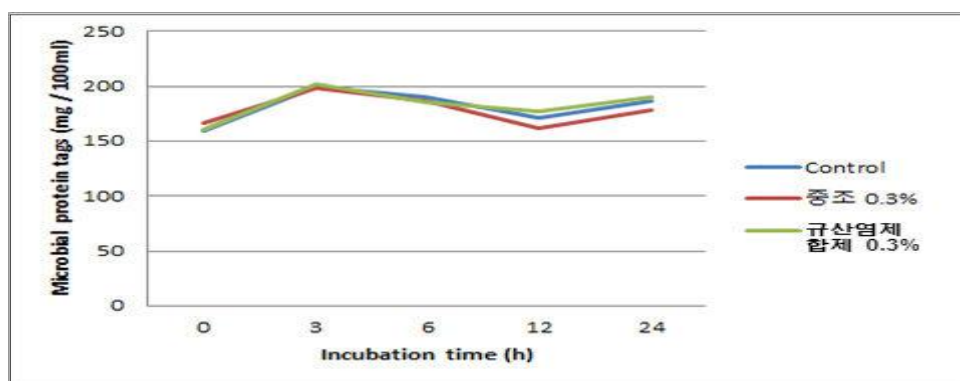


- 표 4에서는 in vitro batch culture 배양시간에 따른 총 VFA 발생량을 분석하여 나타내었음 VFA는 아세트산, 프로피온산, 낙산으로서 미생물 성장을 위해 필요한 ATP를 얻기 위하여 주로 탄수화물을 분해하면서 생성되며 반추동물의 에너지 이용효율을 알 수 있는 중요한 지표로 여겨지고 있음
- 실험 결과, 총 VFA 생성량은 12시간까지 대조군에 비해 중조나 규산염제한제 처리군에서 모두 다소 낮은 값을 나타냈으나 통계적 유의차는 없음

- 그러나 24시간째에는 중조 처리군에서는 대조군에 비해 증가된 VFA 함량 변화를 보인 반면 규산염제합제 처리군에서는 3~6 시간 사이에 다소 낮은 값을 나타내었으나 통계적 유의차는 없음
- 가스 발생량은 유사한 값을 나타내어 VFA생성도 유사하리라고 기대되었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니지만 다소 낮아진 이유에 대해서는 정확한 원인을 알 수 없었음

표 5. 벳치 컬처 실험 조건 하에서 규산염제합제 파우더 처리가 배양시간별 미생물 단백질(mg/100ml)의 변화에 미치는 영향

배양시간 (h)	대조군	중조 0.3%	규산염제합제 0.3%
0	159.00±15.53	166.67±16.59	161.00±17.26
3	199.33±17.50	198.33±14.27	201.67±19.38
6	190.33±13.67	186.00±15.50	185.33±17.78
12	171.67±13.55	162.00±12.87	176.67±13.88
24	187.00±14.23	178.67±15.23	190.67±15.54



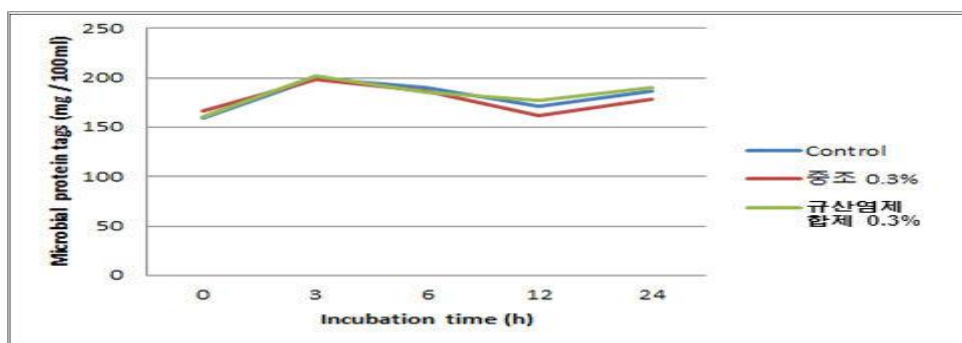
- 표 5에서는 in vitro batch culture 시간 별 미생물체 단백질 함량을 조사하여 나타내며 미생물체 단백질 함량은 반추위 미생물

의 증식정도를 나타낸 지표로써 각 처리 군에서 배양 초기 3시간까지 모두 증가 현상을 보인 후 6시간 이후로 서서히 감소하는 형태를 나타냄

- 12시간째에는 모든 실험군에서 다소 감소하는 패턴을 보이다가 24시간째에는 다시 증가하는 패턴을 보였음. 12시간 및 24시간째 대조군과 중조 처리군에 비하여 규산염제합제 파우더 처리군에서는 비교적 높은 값을 나타내어 반추위 미생물 증식 활성을 촉진시키는 경향이 있는 것으로 보이나 통계적으로 유의한 차이는 없음

표 6. 벳치 컬처 실험 조건 하에서 규산염제합제 파우더 처리가 배양시간별 암모니아성질소의 변화에 미치는 영향

배양시간 (h)	대조군	중조 0.3%	규산염제합제 0.3%
0	52.18±3.88	55.26±3.25	55.77±4.23
3	86.28±4.75	82.31±4.88	74.62±3.97
6	33.85±3.11	38.33±3.57	36.15±3.29
12	9.36±1.25	7.82±0.78	11.92±1.53
24	224.8±18.3	224.8±15.3	227.6±17.6



- 표 6에서는 in vitro batch culture 시간별 암모니아태 질소의 생성량을 나타내었음
- 사료 내 조단백질은 반추위 내에서 반추위미생물에 의해 이 암모니아로 전환된다. 그 후 암모니아는 암모니아를 이용하는 미생물에 의해 미생물체 단백질로 전환 되는데 배양 3시간째에는 미생물 활동에 의해 암모니아 생성이 증가한 것을 알 수 있음. 암모니아 생성은 대조군에 비해 중조를 급여한 군이 낮은 값을 나타내었고 규산염제한제 처리군에서는 더욱 낮은 값을 나타내었으나 통계적 유의차는 없음
- 배양 6시간째 및 12시간째에는 규산염제한제 처리군에서 대조군 및 중조처리군에 비해 높은 암모니아태 질소함량을 나타내었으나 통계적 유의성은 없었음
- 본 연구에서 암모니아 이용율을 직접 측정할 수는 없었으나 암모니아 이용 미생물의 활성이 증가하였다가 12시간 이후에는 급격히 감소하는 것을 알 수 있음. 그러나 24시간째에는 암모니아태 질소함량이 높은 것은 암모니아 이용 미생물이 쇠퇴하여 모든 처리군에서 암모니아태 질소 이용율이 낮아진 것으로 판단됨
- 이상의 결과에서 규산염제한제의 반추위 내 발효 성상에 미치는 효과는 미생물체 단백질 합성량이 다소 증가시키는 경향은 관찰되었으나 0.3% 수준으로 처리한 경우 In vitro batch culture 실험 결과에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 않는 것으로 판단됨

제 2절. 규산염제합제의 현장 사양 실험

한우 거세우 육성기부터 도축까지 그리고 비육전기부터 도축까지 국내에 시판중인 배합사료 및 TMR 사료를 급여하며 사료첨가제 규산염제합제를 사료 내 무처리, 0.1, 0.3% 수준으로 첨가 급여 함으로 써 한우 거세우의 생산성, 영양소 이용성, 혈액성분, 악취 발생, 도체평가 및 육질 개선에 미치는 영향을 조사하였음

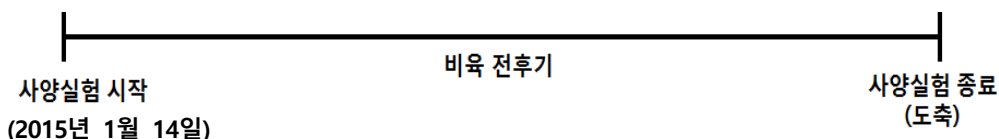
사양실험 1. 비육전기부터 출하까지 TMR 사료를 급여한 한우 거세비육우의 규산염제합제 첨가 급여 사양실험

가. 공시동물 및 실험 장소

- (1) 사양실험 설계 : 비육전기부터 출하까지 TMR 사료급여
- (2) 사양실험 장소 : 경북 의성군 다인면 소재 한우농장
- (3) 사양실험 사료 : 시판비육우 TMR 사료
- (4) 실험설계

TMR	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
합계	3반복			
	4두	4	4	4
48두	12두	12두	12두	12두

- 실험기간 (총 15개월) 실험 시작 14개월령 실험 종료 29개월령(출하)



(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하 성적

구분	1++	1+	1	2	3	소계	비율(%)
A	0	1	1	4	1	7	21
B	0	4	5	11	1	21	64
C	0	0	3	2	0	5	15
소계	0	5	9	17	2	33	100
비율(%)	0	15	27	52	6	100	

- 본 사양 실험 농가는 TMR 사료를 급여하고 있는 비육 전업농가로서 육성우를 도입하여 6~7개월령에 거세를 실시하고 육성기부터 TMR 사료를 1일 2회 급여하며 14개월령에 비육을 시작하고 30개월령에 출하하는 농장임 사육 환경은 구식 우사로서 비교적 열악한 형편이나 환기팬 및 기타 시설은 다른 비육농가와 유사함

나. 실험결과

(1) 증체량 및 사료효율

표 7. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 증체 및 사료 효율에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
개시 체중 (kg)	408.5±30.2	408.6±26.7	408.4±35.8	408.3±35.0
종료 체중 (kg)	718.0±55.2	721.4±43.5	726.3±53.7	733.7±52.1
증체량 (kg)	309.5±42.7	312.8±35.1	317.9±44.75	325.4±43.55
일당 증체량 (kg)	0.669±0.092	0.677±0.075	0.688±0.096	0.704±0.094
일당 사료섭취량 (kg)	15.55±1.019	15.43±1.021	15.30±1.020	15.21±1.103
사료 효율 (증체량/사료 섭취량)	0.0430±0.0021	0.0439±0.0016	0.0450±0.0015	0.0463±0.0013

Data are means±SE(n=12).

- 표 7에는 한우 거세 비육우에게 TMR 사료를 약 15개월을 급여하며 규산염제합제를 사료내 0.1%, 0.3%, 0.5% 수준으로 첨가 급여한 사양 실험결과를 나타내었음
- 증체량은 규산염제합제 첨가 수준에 따라 증가하는 경향은 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었음. 0.1% 첨가 급여군에서는 대조군과 비슷한 수준을 나타내었으며 0.3% 첨가 급여군에서는 약 3% 증체량 증가효과가 있었고 0.5% 첨가 급여군에서는 약 5%의 증체량 증가효과가 나타났으나 통계적으로 유의한 차는 없었음

(2) 혈액 성분 분석

표 8. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우 혈액의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
글루코스(mg/dL)	102.66±13.20 ^a	79±4.00 ^b	84.33±5.50 ^b	66.33±3.05 ^c
총 콜레스테롤(mg/dL)	205.33±35.11	203.33±37.28	204±23.64	172.33±19.55
혈중 요소 질소(mg/dL)	11±1	10.33±1.52	11.33±0.57	9.66±0.57
총 빌리루빈(mg/dL)	0.1±1.69	0.1±1.69	0.2±3.39	0.2±0.1
GOT(IU/L)	62±12.49	59±17.05	54.66±16.25	66±28.82
GPT(IU/L)	23±3.46	13.33±2.51	12.33±0.57	10.66±1.15

Data are means±SE(n=12). Means with different superscripts are significantly different at ($p<0.05$).

글루코스=40-100mg/dL, 총 콜레스테롤=62-193 mg/dL, 혈중 요소 질소=10-25mg/dL, 총 빌리루빈=0-0.1mg/dL, GOT(글루타믹 옥살로아세테이트 트랜스아미네이즈)=60-125 IU/L, GPT(글루타믹 피브릭 트랜스아미네이즈)=6.9-35 IU/L. Normal values for the blood biochemistry parameters used in the study (The Merck Veterinary Manual, 10thed,2010)

- 혈액 성분은 글루코스, 총 콜레스테롤, 혈중 요소 질소를 포함하여 총 빌리루빈, GOT, GPT 값을 측정하였음(표 8)
- 규산염제합제를 첨가 급여한 군에서 대조군과 비교했을 때 혈중 글루코스 농도가 유의하게($p<0.05$) 낮아져 규산염제합제 급여에 의한 혈중 글루코스 이용률이 증가 하였을 가능성이 시사됨
- 한편 총 콜레스테롤은 실험군3에서 다른 군에 비해 낮아지는 경향을 나타내어 0.5% 수준으로 규산염제합제를 첨가 급여할 경우 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 소장 내에서의 콜레스테롤 재흡수가 감소하여 혈중 콜레스테롤 수치가 낮아졌을 가능성도 있을 수 있다고 사료되었음
- 혈중 요소 질소 수치는 각 처리군 간에 뚜렷한 차이를 보이지 아니하였음. 따라서 사료내 단백질 이용성에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단됨
- 총 빌리루빈과 GOT는 각 실험군에 유사한 값을 나타내었음. 그러나 GPT 수치는 통계적 유의차는 없으나 규산염제합제를 급여한 군에서 첨가 수준에 비례하여 감소하는 경향을 나타내어 비육 후기에 대사가 왕성하게 일어나는 한우 거세 비육우의 간 기능을 일부 개선시켜 줄 수 있다는 가능성이 제시됨

(3) 도체 평가

표 9. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 도체 성적에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
도체중(kg)	409.2±31.4	411.2±24.8	414.0±30.6	418.2±29.7
등심단면적(cm ²)	92.33±9.48	93.8±11.6	96.53±10.45	94.53±12.20
등지방 두께(cm)	11.3±3.6	16.8±6.1	16.1±5.0	15.8±5.58
육량 등급	3.7±1.2	4.1±2.8	2.1±1.6	2.5±1.5
육질 등급	7.0±1.46	7.9±1.59	8.1±1.64	8.0±1.30
육량 지수	65.55±3.54	63.59±4.45	64.08±3.84	64.26±3.99

Data are means±SE(n=12). 육질등급을 ++등급을 9, +등급을 8, 1등급을 7, 2등급을 6으로 환산하여 나타내었으며 육량 등급은 A를 5, B를 3, C를 1로 나타내었음

- 표 9에는 사료내 규산염제합제 첨가 급여에 의한 한우 거세 비육우의 도체 평가 결과를 조사하여 나타냄
- 도체중은 규산염제합제 첨가 급여에 의해 대조군에 비하여 첨가 수준 의존적으로 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났으나 통계적 유의차는 없음
- 등심단면적은 대조군에서 92.3cm²에 비하여 규산염제합제 급여군에서 93.8~96.5cm²로 증가하는 경향을 나타내었으나 통계적으로 유의하지는 않음. 등지방 두께는 대조군 11.3cm에 비하여 규산염제합제 첨가 급여군에서 약 16cm 정도로 두꺼워지는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었음

- 이러한 등지방 두께 결과는 육량 등급 결과에서 규산염제합제 첨가 급여군 중 특히 실험군2와 실험군3에서 육량 등급이 낮아지는 결과를 초래한 것으로 사료됨
- 이와는 반대로 근내지방도를 나타내는 마블링 스코어는 대조군에 비하여 규산염제합제 급여군에서 모두 높아지는 경향이 있는 것으로 나타나 규산염제합제 급여에 의한 육질 등급 개선 긍정적 가능성이 시사되나 통계적 유의차는 없음
- 육량 지수는 육량 등급, 지방두께 및 도체중 등을 감안하여 63.6~65.6으로 각 처리구간에 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타남

(4) 육질 평가

표 10. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우 목등심의 pH, 저장 감량, 가열 감량에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
pH	5.77±0.18	5.92±0.29	5.93±0.21	5.7±0.09
저장감량 (%)	16.6±0.077	16.5±0.057	13.3±0.047	13.5±0.051
가열감량 (%)	34.60±9.00 ^a	25.00±8.73 ^{ab}	20.03±11.1 ^{bc}	12.57±10.68 ^c

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).

- 표 10에는 규산염제합제 첨가 급여에 의한 한우 거세 비육우의 목등심 부위에서 채취한 조직의 pH, 저장감량 및 가열감량을 분

석하여 나타냄

- pH는 일반적인 방법에 따라 시료 5g을 취하여 증류수 20mL을 혼합하고 울트라 트락스(Janken and Kunkel, Model No. T 25, Germany)를 사용하여 8,000rpm에서 1분간 균질한 후 pH meter(Mettler Toledo, 340, Switzerland)를 사용하여 측정함
- pH는 5.7~5.9 사이의 분포를 나타내며 전 처리구간에 뚜렷한 차이를 나타내지 아니하였음
- 한편 저장감량은 샘플을 10g 정도의 정육면체로 잘라 저장 감량 측정 튜브에 넣고 7일간 4℃ 냉장고에 보관하며 감량을 분석한 결과로써 대조군이나 실험군1 사이에는 차이가 없었으나 실험군 2 및 실험군3에서는 대조군 및 실험군1에 비하여 저장감량이 감소하는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없음
- 가열감량은 시료를 원형의 일정한 모양으로 정형 ($80\pm 5g$)하여 비닐 백에 넣어 75℃ water bath(Dae Han Co, Model 10-101, Korea)에서 30분간 가열하여 상온에서 30분간 방냉시킨 후 가열 감량을 측정한 값으로 저장감량의 결과를 반영하듯 대조군이 34.6%인 것에 비해 실험군1, 실험군2 및 실험군3에서 규산염제 합제 첨가 수준에 의존적으로 뚜렷하게 감소하여 0.3% 및 0.5% 첨가급여군에서는 대조군에 비해 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났음

(5) 악취 분석

표 11. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 악취(황화 수소, 메틸머캅탄 및 암모니아) 생산에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
황화 수소 (ppm)	1.24±0.23	0.83±0.17	1.12±0.44	1.10±0.35
메틸머캅탄 (ppm)	0.38±0.07 ^a	0.33±0.11 ^a	0.23±0.05 ^b	0.17±0.05 ^c
암모니아 (ppm)	0.43±0.25 ^a	0.20±0.10 ^a	0.10±0.09 ^b	0.05±0.07 ^b

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).

- 표 11에는 규산염제합제 첨가 급여에 의한 악취 저감 효과를 조사하기 위하여 각 시험 사료를 급여한 구간에서 무작위로 채취한 분으로부터 발생한 악취 원인 가스 함량을 분석하여 나타냄
- 황화수소는 규산염제합제 급여군에서 대조군에 비하여 통계적 유의차는 없었으나 감소하는 경향을 나타내었으며 메틸머캅탄은 규산염제합제 급여 수준을 반영하여 0.3% 및 0.5% 수준으로 첨가한 것에서는 대조군이나 0.1% 규산염제합제 처리군에서 유의하게(p<0.05) 낮은 것으로 나타남
- 암모니아는 대조군에서 0.43ppm이었는데 실험군1에서는 1/2 정도로 감소하였고 실험군2에서는 1/4 수준으로 실험군3에서는 1/8 수준으로 감소하는 것으로 나타나 가축 생산성에 있어서 점막에 치명적인 손상을 일으키는 암모니아 발생량이 유의하게(p<0.05) 감소하는 것은 매우 의미 있는 결과임

(6) 분 검사

표 12. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우 분의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
수분 (%)	4.44±0.54	4.78±0.24	4.39±0.25	4.71±0.24
조단백질 (%)	14.08±0.14	14.04±0.59	13.37±0.84	13.59±0.02
조지방 (%)	2.64±0.1	3.19±0.07	2.21±0.03	2.72±0.32
조섬유 (%)	22.67±0.12	21.7±0.18	21.91±0.63	22.50±0.10
조회분 (%)	12.47±0.45	13.45±0.55	12.75±0.38	13.35±0.97

*Data are means±SE(n=9).

- 표 12에는 규산염제합제 급여에 의한 악취 성분 감소 및 영양소 이용성 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 시험 구간에서 무작위로 채취한 분 샘플의 영양소 함량을 분석하여 나타냄
- 분 중 조단백질 함량은 13.4~14.1% 로 유의한 차이는 없었으나 실험군 2 및 실험군3에서 단백질 함량이 다소 낮아지는 경향을 나타내었음. 이 결과는 악취 분석 결과에서 암모니아 발생량이 규산염제합제 급여에 의하여 유의하게 감소한 결과를 일부 반영해주는 것으로 사료됨
- 한편 조섬유, 조지방 및 조회분은 각 시험 구간에 뚜렷한 차이를 나타내지 않음

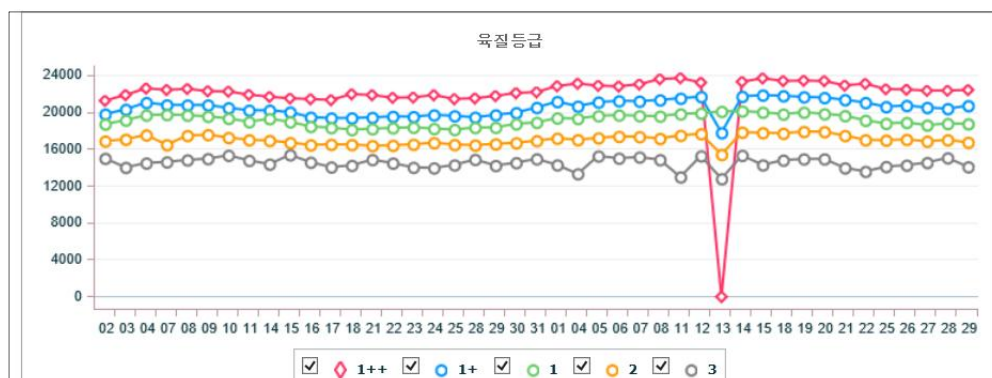
(7) 경제성 분석

표 13. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 경제성 분석에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
단가(원/kg)	21,140	21,726	21,526	22,238
정산가격(원)	8,838,265	9,392,984	9,322,389	9,589,554
규산염제합제 최종가격 (원/두수)	0	138,600	413,100	684,450

표 13-1. 실험축 출하 기간 동안의 전국 거세우 평균 경락가격

육질 및 육량 등급	1++	1+	1	2	3	A	B	C
경락가격	22,415	20,508	19,139	17,018	14,510	20,293	19,909	19,002



- 표 13에는 TMR 사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가 급여한 한우 거세 비육우의 지육 경매 단가 및 최종 판매가를 분석하여 나타내었음
- 실질적인 경제성 분석을 위해서는 생산비등 여러 항목들을 비교 분

석할 필요가 있으나 본 연구에서는 농가의 사육 형태, 감가상각, 인건비, 생산비 등 변동요인이 많아 대조군 평균 판매 단가와 실험군 평균 판매 단가를 비교하여 나타낸 결과 최종 판매가에서 대조군에 비해 실험군의 판매 단가가 50~80만원 높은 것으로 나타남

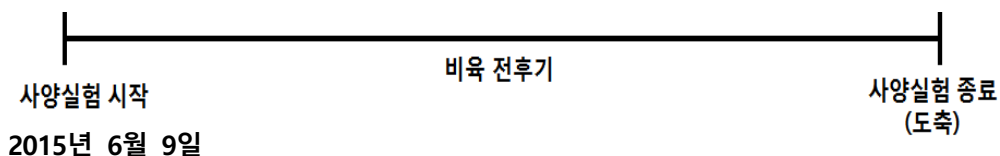
사양실험 2. 비육전기부터 출하까지 배합사료를 급여한 한우 거 세비육우의 규산염제합제 첨가 급여 사양실험

가. 공시동물 및 실험 장소

- (1) 사양실험 설계 : 비육전기부터 출하까지 배합사료급여
- (2) 사양실험 장소 : 경기도 안성시 양성면 소재 한우농장
- (3) 사양실험 사료 : 비육우 시판 배합사료
- (4) 실험설계

배합사료	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
3반복			
합계	3두	3두	3두
27두	9두	9두	9두

- 실험기간 (총 15개월) 실험 시작 17개월령 실험 종료 30개월령(출하)



(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하 성적

구분	1++	1+	1	2	3	소계	비율(%)
A	11	12	5	0	0	28	15
B	11	43	17	5	0	76	42
C	8	39	23	8	0	78	43
소계	30	94	45	13	0	182	100
비율(%)	16	52	25	7	0	100	

- 본 사양 실험 농가는 배합 사료를 1일 2회 급여하고 있으며 비육 전문 농가로서 송아지는 경매 시장으로 일괄 구매하여 7~8개월령에 거세를 실시하고 환기팬 및 사료 급여 시스템이 잘 갖추어진 현대식 축사에서 한 칸 당 3두씩 배치하여 사육을 하는 우수한 비육 농장임

나. 실험 결과

(1) 증체량 및 사료효율

표 14. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 증체 및 사료 효율에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
개시 체중 (kg)	453.6±16.95	453.6±26.73	453.2±27.97
종료 체중 (kg)	736.1±29.1	748.0±39.6	753.8±36.1
증체량 (kg)	282.5±39.46	294.4±21.80	300.6±40.96
일당 증체량 (kg)	0.621±0.086	0.647±0.046	0.661±0.090
일당 사료섭취량 (kg)	8.89±0.08	8.90±0.04	8.88±0.10
사료 효율 (증체량/사료 섭취량)	0.0699±0.007	0.0727±0.004	0.0744±0.009

Data are means±SE(n=9).

- 표14에는 비육전기부터 출하시까지 농후사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가 급여한 거세비육우의 증체 및 사료효율을 나타냄
- 증체량은 대조군이 283kg 정도에 비해 0.1 % 규산염제합제 첨가 급여군에서 294kg으로 약 4% 증체량 증가가 있었으며, 0.3% 첨가 급여군에서는 대조군에 비해 6% 정도 증체량 증가하는 경향을

나타내었으나 통계적 유의차는 없음

(2) 혈액 성분 분석

표 15. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 혈액의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
글루코스(mg/dL)	126.5±32.41	95.8±3.96	116.5±32.41
총 콜레스테롤(mg/dL)	188.75±13.02	172.3±29.97	179.5±33.96
혈중 요소 질소(mg/dL)	11.00±2.30	10.5±1.09	10.6±1.25
총 빌리루빈(mg/dL)	0.35±0.28	0.16±0.04	0.27±0.10
GOT(IU/L)	55.75±16.47	47.00±7.34	58.00±16.47
GPT(IU/L)	17.25±2.36 ^a	12.16±1.64 ^b	14.33±2.36 ^{ab}

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).

글루코스=40-100mg/dL, 총 콜레스테롤=62-193 mg/dL, 혈중 요소 질소=10-25mg/dL, 총 빌리루빈=0-0.1mg/dL, GOT(글루타믹 옥살로아세테이트 트랜스아미네이즈)=60-125 IU/L, GPT(글루타믹 피브릭 트랜스아미네이즈)=6.9-35 IU/L. Normal values for the blood biochemistry parameters used in the study (The Merck Veterinary Manual, 10thed,2010)

- 표 15에는 비육전기부터 출하시까지 거세한우에 농후사료와 볶짚만을 급여하는 비육 사양관리 하에서 규산염제합제 첨가급여가 거세비육우의 혈중 성분 변화에 미치는 영향을 조사하여 나타냄
- 혈액 성분은 글루코스, 총 콜레스테롤, 혈중 요소 질소를 포함하여 총 빌리루빈, GOT, GPT 값을 측정하였음

- 규산염제합제를 첨가 급여한 군에서 대조군과 비교했을 때 혈중 글루코스 농도가 0.1% 첨가급여군 및 0.3% 첨가급여군 모두 대군에 비해 낮아지는 경향을 나타내어 사양실험1에서 TMR 사료를 급여하며 비육시킨 한우에서와 유사하게 규산염제합제 급여에 의한 혈중 글루코스 이용률이 증가 하였을 가능성이 시사되었으나 통계적 유의차는 없었으며 총 콜레스테롤 수치도 대조군에 비해 실험군1 및 실험군2에서 통계적 유의차는 없이 모두 낮아지는 경향을 나타내었음
- 혈중 요소 질소 수치는 각 처리군 간에 뚜렷한 차이를 보이지 아니 하여 사료내 단백질 이용성에는 규산염제합제 급여에 의한 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었음
- 총 빌리루빈 수치 및 GPT는 간기능을 검토해 볼 수 있는 결과로 총 빌리루빈 함량은 통계적 유의차는 없으나 대조군에 비해 각 실험군에서 낮아지는 경향을 나타내었으며 GPT는 유의하게 ($p<0.05$) 감소하여 비육 전후기에 농후사료를 급여하여 대사가 왕성하게 일어나는 한우 비육우의 산화적 스트레스가 증가하는 것을 개선시켜 줄 수 있다는 가능성이 제시됨

(3) 도체 평가

표 16. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 도체 성적에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
도체율 (%)	57.6±1.3 ^b	58.5±1.7 ^b	59.9±1.8 ^a
도체중(kg)	424.0±42.8	437.6±36.4	451.5±27.3
등심단면적 (cm ²)	91.8±5.2	95.7±7.7	96.1±10.1
등지방 두께 (cm)	13.1±4.0	13.6±4.8	12.6±2.3
육량 등급	2.75±1.2	2.7±1.5	2.8±1.2
육질 등급	6.8±0.6 ^b	7.6±0.8 ^a	7.4±0.6 ^{a,b}
육량 지수	64.0±4.6	65.1±2.7	65.0±2.3

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05). 육질등급을 ++등급을 9, +등급을 8, 1등급을 7, 2등급을 6으로 환산하여 나타내었으며 육량 등급은 A를 5, B를 3, C를 1로 나타내었음

- 표 16에는 비육전기부터 출하시까지 농후사료를 급여한 거세한 우의 사료내 규산염제합제 첨가 급여에 의한 비육우의 도체 평가 결과를 조사하여 나타냄
- 도체율은 규산염제합제 첨가 급여에 의해 58.5 및 59.9%로 대조군의 57.6%에 비하여 0.1% 첨가수준에서는 유의차가 없었으나 0.3% 첨가 급여군에서는 유의하게(p<0.05) 증가하는 결과를 나타냄
- 등심단면적도 대조군에서 91.8cm²에 비하여 규산염제합제 급여군에서 95.7 및 96.1cm²로 증가하는 것으로 나타났으나 통계적 유의차는 없었음
- 한편 등지방 두께는 대조군 13.1cm에 비하여 규산염제합제 첨가 급여군에서 약 13.6 및 12.6cm 로 실험구간에 차이가 없는 것으로 나타남. 따라서 육량등급도 약 2.8정도의 유사한 값을 나타내었음

- 한편 근내지방도를 나타내는 마블링 스코어는 대조군에서 6.8 등급에 비해 규산염제합제 급여군에서 각각 7.6 등급 및 7.4 등급으로 모두 유의하게($p<0.05$) 높게 나타나 규산염제합제 급여에 의한 육질 등급 개선 가능성이 시사됨
- 육량 지수는 육량 등급, 지방두께 및 도체중 등을 감안하여 대조군에서 64.0이던 것이 0.1% 규산염제합제 첨가급여군에서 65.1 및 0.3% 첨가급여군에서 65.0으로 증가하는 경향을 나타내었으나 유의한 차이는 없는 것으로 나타남
- 뿐만 아니라 대조군에 비해 등심단면적이 증가하고 마블링스코어는 높아지며 육색도 개선되는 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타나 본 연구에서는 생균제는 처리하지 아니하였으나 낮은 수준으로 첨가급여한 본 연구결과와도 유사한 점토광물 첨가효과가 있는 것으로 나타남

(4) 육질 평가

표 17. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 목등심의 pH, 저장 감량, 가열감량에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
pH	5.65±0.05 ^b	5.81±0.16 ^b	6.10±0.19 ^a
저장감량 (%) 1일	7.15±3.77	3.38±0.87	5.56±0.64
저장감량 (%) 3일	12.79±4.25	6.46±2.62	6.99±1.00
저장감량 (%) 6일	14.90±3.17 ^b	8.04±2.90 ^a	8.7±1.97 ^a
가열감량 (%)	33.33±7.70 ^b	30.52±5.55 ^a	29.96±2.78 ^a
보수력 (%)	38.50±0.06 ^a	43.59±0.07 ^b	46.14±0.09 ^b
조지방 (%)	2.27±0.08	2.67±0.07	3.37±0.64
전단력 (g/cm ²)	4120.54±9.61	4153.03±44.27	4126.83±47.72

Data are means $\pm$ SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at ($p<0.05$).

- 표 17에는 규산염제합제 첨가급여에 의한 한우 거세 비육우의 목등심 부위에서 채취한 조직의 pH, 저장감량 및 가열감량을 분석하여 나타냄
- pH는 대조군에서 5.65였으나 0.1 및 0.3% 규산염제합제 첨가급여군에서 각각 5.81 및 6.10으로 유의하게($p<0.05$) 높은 값을 나타내었음. 소고기 조직 내 pH는 조직내에서 발생하는 젖산농도에 따라 pH가 지속적으로 낮아지는데 이 외에도 pH의 변화는 사료, 도살 조건 및 취급방법에 따라 달라질 수 있음. 본 연구에서 동일한 조건에서 사육되고 도살취급을 한 소고기에서 pH변화가 규산염제합제 첨가군에서 늦게 일어나는 것은 소고기의 저장감량이나 보존력과도 직결되어 매우 의미 있는 결과로 주목됨
- 저장감량은 샘플을 10g 정도의 정육면체로 잘라 저장 감량 측정 튜브에 넣고 1일, 3일, 6일간 4℃ 냉장고에 보관하며 감량을 분석한 결과로써 대조군에 비해 뚜렷하게 감소하였으나 1일 및 3일째 저장감량은 통계적으로 유의차는 없었음. 6일째는 규산염제합제 첨가급여군에서 유의하게 ($p<0.05$) 감소하였음.
- 가열감량은 대조군에서 33.33% 에 비해 규산염제합제 첨가급여군에서 각각 30.5 및 30.0%로 유의하게($p<0.05$) 낮은 값을 나타내어 저장감량 및 보수력의 결과를 잘 반영하여 주는 결과를 나타냄

- 보수력은 Grau-Hamm의 여과지 압착법을 이용하여 측정하였는데 저장감량 결과를 뒷받침해 주듯이 대조군에 비해 규산염제합제 첨가급여군에서 유의하게($p<0.05$) 높은 것으로 나타남. 한편 전단력은 각 실험구간에 차이를 보이지 않음
- 조직 내 지방함량도 대조군보다 규산염제합제 첨가급여군에서 다소 증가하는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었음. 한편, 전단력은 각 실험구간에 차이를 보이지 않음

(5) 악취 분석

표 18. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 악취 (황화수소, 메틸 머캅탄, 암모니아) 생성에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
황화수소, H_2S (ppm)	2.42 ± 0.23^a	1.87 ± 0.17^b	1.12 ± 0.44^c
메틸머캅탄, CH_3SH (ppm)	4.23 ± 0.71^a	3.72 ± 0.81^{ab}	2.57 ± 0.53^b
암모니아, NH_3 (ppm)	1.14 ± 0.25^a	0.67 ± 0.10^b	0.48 ± 0.07^c

Data are means $\pm$ SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at ($p<0.05$).

- 표 18에는 비육기간 동안 농후사료를 급여하며 사료 내 0.1%, 0.3%의 규산염제합제를 첨가 급여한 사양실험 소의 분내 악취분석 결과를 나타냄
- 대조군에 비해 규산염제합제 0.3% 첨가급여군에서 황화수소, 메틸머캅탄 그리고 암모니아 모두 감소하는 것으로 나타났음. 이

결과는 표 11의 TMR 사료를 급여한 소에서의 결과와 유사한 패턴을 보여 규산염제 합제 첨가급여에 따른 악취성분 저감효과를 나타냄

- 본 연구결과에서 TMR 위주의 사양관리 방법에 비교하여 농후사료 위주의 사양관리가 분 중 악취배설 수준이 높은 것으로 나타났으며, 대조군에 비해 사료 내 0.3% 이상의 규산염제합제 첨가급여군에서 농도 의존적으로 유의하게($p<0.05$) 감소하는 것으로 나타나 규산염제합제 첨가는 한우 비육우의 악취 저감 효과가 있는 것으로 나타남

(6) 분 검사

표 19. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 분의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
수분 (%)	8.15±0.34 ^a	7.40±0.41 ^b	7.43±0.15 ^b
조단백질 (%)	13.31±0.33 ^a	12.97±0.50 ^{ab}	12.51±0.39 ^b
조지방 (%)	2.45±0.22 ^a	2.82±0.34 ^{ab}	3.0±0.20 ^b
조섬유 (%)	25.33±1.11 ^a	24.54±1.02 ^a	22.25±0.85 ^b
조회분 (%)	17.65±1.05 ^a	17.31±1.42 ^a	20.19±0.64 ^b

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at ($p<0.05$).

- 표 19에는 규산염제합제 급여에 의한 악취 성분 감소 및 영양소 이용성 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 시험 구간에서 무작위로 채취한 분 샘플의 영양소 함량을 분석하여 나타냄

- 조단백질 함량은 대조군에서 13.3%이었는데 수분함량을 감안하면 14.49%인데 0.1% 규산염제한제 첨가급여군은 14.0%, 0.3% 첨가급여군은 13.51% 정도로 분 중 단백질 배설량은 낮아져 사료 내 단백질 이용성은 증가한 것으로 판단됨. 분중 지방은 건물함량 기준으로 계산하면 2.67%로서 0.1% 첨가급여군에서 3.04%, 0.3% 첨가급여군에서 3.24%로 대조군에 비해 다소 높은 것으로 나타났음.
- 한편, 0.3% 수준으로 규산염제한제 파우더를 첨가 급여한 군에서는 분 중 조섬유 함량이 유의하게($p<0.05$) 낮아져 영양소 이용성은 전체적으로 규산염제한제 첨가급여군에서 개선되는 것으로 나타났음. 이러한 결과는 소고기 생산의 증체효과와도 관련되어지는 긍정적인 결과로 판단됨

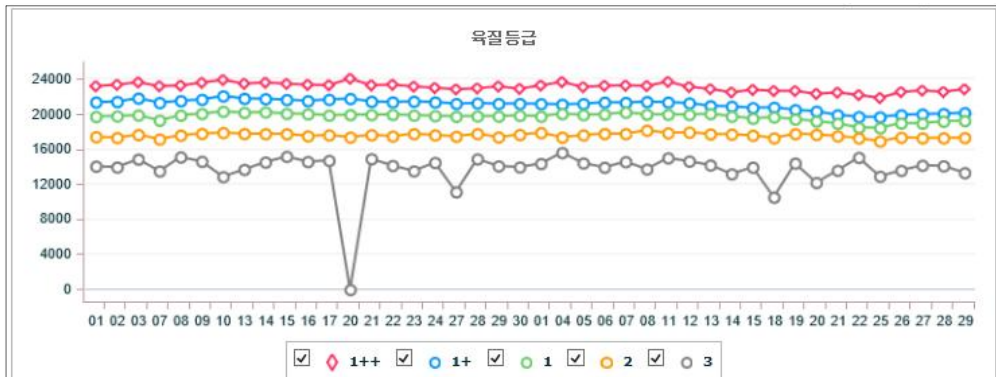
(7) 경제성 분석

표 20. 사료 내 규산염제한제 파우더 첨가 급여가 비육 기간 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 경제성 분석에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
단가(원/kg)	19,862	21,370	19,631
평균 정산가격(원)	7,258,820	8,051,200	8,752,415
규산염제한제 최종가격(원/두수)	0	80,100	239,400

표 20-1. 실험축 출하 기간 동안의 전국 거세우 평균 경락가격

육질 및 육량 등급	1++	1+	1	2	3	A	B	C
경락가격	23,045	21,060	19,680	17,562	13,989	21,093	20,579	19,476



- 표 20에는 농후 사료를 급여하며 규산염제한제를 첨가 급여한 한우 거세 비육우의 지육 경매 단가 및 최종 판매가를 분석하여 나타내었음
- 실질적인 경제성 분석을 위해서는 여러 항목들을 비교 분석할 필요가 있으나 본 연구에서는 농가의 사육 형태, 감가상각, 인건비, 생산비 등 변동요인이 많아 대조군 평균 판매 단가와 실험군 평균 판매 단가를 비교하여 나타낸 결과 최종 판매가에서 대조군에 비해 실험군의 판매 단가가 대조군에 비해 80~149만원 높은 것으로 나타남

사양실험 3. 육성기부터 출하까지 배합사료 사료를 급여한 한우 거세비육우의 규산염제합제 첨가 급여 사양실험

가. 공시동물 및 실험 장소

- (1) 사양실험 설계 : 육성기부터 출하시까지 배합사료급여
- (2) 사양실험 장소 : 경기도 안성시 양성면 소재 한우사육 농가
- (3) 사양실험 사료 : 비육우 시판 배합사료
- (4) 실험설계

TMR	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
3반복				
합계	4두	4두	4두	4두
48두	12두	12두	12두	12두

- 실험기간 (총 22개월) 실험 시작 8개월령 실험 종료 29개월령(출하)



(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하 성적

구분	1++	1+	1	2	3	소계	비율(%)
A	7	23	25	10	0	65	22
B	17	47	50	26	0	140	47
C	14	35	33	9	0	91	31
소계	38	105	108	45	0	296	100
비율(%)	13	35	36	15	0	100	

- 본 사양 실험 농가는 배합 사료를 1일 2회 급여하고 있으며 총 800두 규모의 대군 사육 농가임. 주위에 민가나 다른 농장이 멀리 떨어져 있고 통행 차량이나 통행인도 거의 없는 한적한 곳에 현대식으로 신규 건축된 농장임. 송아지는 경매장에서 6~7개월령 송아지를 일괄 구입하며 거세는 도입 일주일 정도 안정을 취한 후 실시함. 육성기 조사료는 티모시를 급여하며 비육기에는 볏짚을 급여함

나. 실험 결과

(1) 증체량 및 사료효율

- 실험개시 체중 평균 224kg의 7개월령 거세 송아지를 구입하여 비육시작 전까지 그리고 이어서 비육전기에서 출하시까지 급여하며 규산염 제합제를 0.1, 0.3 및 0.5% 수준으로 첨가급여한 실험동물의 증체량 및 사료효율을 조사함(표 21-1 & 21-2)

(1-1) 육성기부터 비육전기까지

표 21-1. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육전기 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 증체 및 사료 효율에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
개시 체중 (kg)	224±15.8	224±16.2	224±16.0	224±16.6
종료 체중 (kg)	561.8±54.7	569±45.0	569.3±31.5	579.4±41.2
증체량 (kg)	337.9±6.0	344.5±32.8	350.8±6.0	356.0±18.1
일당 증체량 (kg)	0.859±0.017	0.876±0.090	0.892±0.016	0.905±0.049
일당 사료섭취량 (kg)	6.30±0.01	6.29±0.01	6.31±0.01	6.30±0.01
사료 효율 (증체량/사료 섭취량)	0.136±0.001 ^a	0.139±0.002 ^{ab}	0.141±0.003 ^b	0.143±0.003 ^b

Data are means±SE(n=12). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).

- 표 21-1에서 보는바와 같이 육성기에서 비육전기까지 증체량은 대조군에서 337.9kg 인데 비하여 규산염제합제 0.1% 첨가급여군에서는 344.5kg 으로 약 2% 증체량 증진효과를 나타내었고 0.3% 첨가급여 수준에서는 약 4%, 0.5% 급여군에서는 5% 정도로 증체량이 증가한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었음. 한편 사료효율은 0.3% 및 0.5% 첨가급여군에서 대조군에 비해 유의하게 ($p<0.05$) 증가한 것으로 나타남

(1-2) 비육전기부터 출하까지

표 21-2. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육전기에서 비육후기 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 증체 및 사료 효율에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
개시 체중 (kg)	224±15	224±16.2	224±16.0	224±16.6
종료 체중 (kg)	699.9±69.1	709.4±45.6	704.4±32.8	716.8±31.2
증체량 (kg)	475.9±69.79	485.4±20.29	480.4±17.70	492.8±36.11
일당 증체량 (kg)	0.745±0.178	0.761±0.097	0.753±0.084	0.772±0.172
일당 사료섭취량 (kg)	7.31±0.04	7.29±0.02	7.28±0.06	7.32±0.06
사료 효율 (증체량/사료 섭취량)	0.101±0.005	0.104±0.003	0.104±0.008	0.105±0.009

Data are means±SE(n=12).

- 표 21-2에는 비육기간동안의 사료섭취량, 증체량 및 사료효율을 나타내었음. 비육기간동안 농후사료를 급여하며 규산염제합제를 0.1%, 0.3% 및 0.5% 수준으로 첨가급여한 결과, 증체량은 규산염제 합제 첨가급여군과 비교하여 증가하는 경향은 나타내었으나 통계적인 유

의차는 없었으며 사료효율도 육성기와 달리 거의 비슷한 값을 나타냄

- 본 연구결과는 0.5% 정도의 낮은 수준으로 급여하여 4~5%의 증체량 개선효과가 있으나 통계적으로 유의한 값은 아님. 타 연구에서 2% 수준으로 급여할 경우 첨가제로서는 0.5%를 넘지 아니하는 것이 농가 단위에서의 적용수준이라고 보기 때문에 농가 활용 시 경제성을 반드시 고려할 필요가 있음

(2) 혈액성분

(2-1) 육성기부터 비육전기까지

표 22-1. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육전기 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 혈액의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
글루코스(mg/dL)	115.55±7.86	115.22±5.34	125.44±11.53	116.5±11.43
총 콜레스테롤(mg/dL)	209.17±36.30 ^a	224.78±36.86 ^{ab}	262.00±43.27 ^b	219.50±15.88 ^{ab}
혈중 요소 질소(mg/dL)	13.3±0.3	12.8±1.2	13.9±2.5	13.5±2.6
총 빌리루빈(mg/dL)	0.5±0.02 ^a	1.3±0.07 ^b	0.4±0.08 ^a	0.5±0.02 ^a
GOT(IU/L)	93.8±29.5	100.0±32.5	81.5±32.0	65.0±22.7
GPT(IU/L)	23.3±3.7 ^a	20.2±1.3 ^a	22.1±3.4 ^a	15.3±4.0 ^b

Data are means±SE(n=12). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).
 글루코스=40-100mg/dL, 총 콜레스테롤=62-193 mg/dL, 혈중 요소 질소=10-25mg/dL, 총 빌리루빈=0-0.1mg/dL, GOT(글루타믹 옥살로아세테이트 트랜스아미네이즈)=60-125IU/L, GPT(글루타믹 피브릭 트랜스아미네이즈)=6.9-35IU/L. Normal values for the blood biochemistry parameters used in the study (The Merck Veterinary Manual, 10thed,2010)

(2-2) 비육전기부터 출하까지

표 22-2. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 비육전기에서 비육후기 동안 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 혈액의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
글루코스(mg/dL)	116.0±9.6	112.9±21.2	125.3±16.8	113.0±16.4
총 콜레스테롤(mg/dL)	208.4±32.6	238.9±37.9	252.6±37.8	216.1±29.7
혈중 요소 질소(mg/dL)	13.4±1.0	12.9±1.2	15.1±2.6	13.4±2.2
총 빌리루빈(mg/dL)	0.5±0.2	1.0±0.8	0.5±0.2	0.5±0.3
GOT(IU/L)	56.8±13.6	71.6±21.4	55.0±11.3	67.7±26.9
GPT(IU/L)	19.9±6.4	21.7±6.0	20.8±8.7	14.4±3.4

Data are means±SE(n=12). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).
 글루코스=40-100mg/dL, 총 콜레스테롤=62-193 mg/dL, 혈중 요소 질소=10-25mg/dL, 총 빌리루빈=0-0.1mg/dL, GOT(글루타믹 옥살로아세테이트 트랜스아미네이즈)=60-125IU/L, GPT(글루타믹 피브릭 트랜스아미네이즈)=6.9-35IU/L. Normal values for the blood biochemistry parameters used in the study (The Merck Veterinary Manual, 10thed,2010)

- 표 22-1 및 표 22-2에는 육성기부터 농후사료를 급여하기 시작하여 비육전기까지 농후사료를 급여하며 규산염제합제를 수준별로 급여한 거세우의 혈액 성분과 실험종료 후 채취한 혈액의 화학적 성분을 분석하여 나타냄
- 육성기 및 비육기 2회에 걸쳐 측정한 혈액성분 결과는 큰 차이를 보이지 아니하였고 비슷한 패턴의 혈액성분 값을 나타냄
- 혈중 글루코스 수준은 육성기 및 비육기 전구간에 걸쳐 113.0~125.3mg/dL 로서 실험구간에 뚜렷한 차이를 나타내지 아니하였음

- 육성기간동안의 실험축의 총콜레스롤 함량은 대조군에 비해 규산염제합제 첨가급여군에서 모두 증가하는 경향을 나타내었음. 특히 0.3% 첨가급여군에서 대조군에 비해 유의하게($p<0.05$) 높은 값을 나타내었으나 그 원인은 뚜렷이 알 수 없었음
- 육성기간 동안의 혈중 요소질소, 총 빌리루빈 및 GOT 함량은 각 실험구간에 차이가 없었으나 GPT 함량은 규산염제합제를 0.5% 수준으로 첨가 급여한 것에서 대조군에 비해 유의하게($p<0.05$) 낮은 값을 나타내었음
- 한편 비육기간 동안의 혈중 총콜레스테롤, 요소 질소, 총 빌리루빈, GOT 및 GPT 농도도 각 시험구간에 뚜렷한 경향을 나타내지 아니하였고 유사한 값을 나타냄

(3) 도체 평가

표 23. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료시까지 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 도체 성적에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
도체율 (%)	59.7±1.1	59.0±1.1	60.7±1.3	59.9±1.8
도체중(kg)	417.8±41.2	418.5±26.9	427.6±19.9	429.4±18.6
등심단면적 (cm ²)	86.6±6.5	88.4±10.4	90.9±7.1	88.1±7.0
등지방두께 (cm)	13.0±2.25	12.7±1.48	12.5±1.61	12.6±1.65
육량 등급	2.7±0.72	3.2±1.27	3.0±0.01	3.5±0.92
육질 등급	7.4±0.7 ^a	8.2±0.7 ^b	7.6±1.0 ^{ab}	7.7±0.5 ^{ab}
육량 지수	64.65±1.3	64.8±2.3	64.85±1.4	65.15±2.5

Data are means $\pm$ SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at ($p<0.05$). 육질등급을 ++등급을 9, +등급을 8, 1등급을 7, 2등급을 6으로 환산하여 나타내었으며 육량 등급은 A를 5, B를 3, C를 1로 나타내었음

- 표 23에는 육성기부터 비육종료시까지 농후사료를 급여하며 사료내 규산염제합제를 0.1, 0.3 및 0.5% 수준으로 첨가 급여한 한우 거세 비육우의 육질 평가 결과를 조사하여 나타냄
- 도체율은 규산염제합제 첨가 급여에 의해 대조군에 비하여 0.1% 첨가 급여군에서는 통계적으로 유의한 차이는 아니었으나 낮은 경향을 나타내었고 0.3% 첨가급여군에서는 증가하는 것으로 나타났으나 통계적 유의차는 없었음. 한편 0.5% 첨가급여군에서는 59.9%로 유사한 값을 나타냄
- 본 연구결과에서 0.5% 규산염제합제 첨가급여에 의해 도체중이 대조군과 비교하여 평균값이 증가하는 것으로 나타났으나 개체 간 변이가 큰 때문으로 통계적 유의차는 없었음
- 등심 단면적도 대조군의 86.6cm²에 비하여 0.1% 및 0.3% 첨가급여군에서 각각 88.4cm² 및 90.9cm²로 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났으나 통계적 유의차는 없었음.
- 등지방 두께는 대조군 13.0cm에 비하여 규산염제합제 첨가 급여군에서 12.5~12.7cm로 첨가급여 수준 차이에 따른 영향은 없는 것으로 나타남
- 근내지방도를 나타내는 마블링 스코어는 대조군에서 7.4였는데

0.1% 규산염제합제 첨가급여군에서 8.2로 가장 높았으며 0.3%군과 0.5% 첨가급여군에서 각각 7.6 및 7.7로서 대조군과 유사한 값을 나타내어 규산염제합제 첨가급여에 의한 첨가수준에 따른 뚜렷한 경향은 관찰되지 아니하였음

- 육량 지수는 육량 등급, 지방두께 및 도체중 등을 고려하여 대조군에서 64.7에 비해 규산염제합제 첨가급여군에서 64.8~65.2 로 각 실험구간에 뚜렷한 차이는 없는 것으로 나타남

(4) 육질 평가

표 24. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료시까지 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 목등심의 pH, 저장감량, 가열 감량에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
pH	6.08±0.14 ^{ab}	6.16±0.08 ^a	6.05±0.08 ^{ab}	6.02±0.22 ^b
저장감량 (%) 1day	5.88.42	4.43±2.28	4.99±3.58	5.05±0.53
저장감량 (%) 3day	12.78±1.97	10.65±3.74	11.60±5.80	11.91±1.19
저장감량 (%) 6day	20.01±6.19	16.64±1.12	15.25±2.54	16.22±1.94
가열감량 (%)	37.94±0.82	36.93±1.80	36.37±2.41	37.36±3.87
보수력 (%)	48.10±4.08	48.02±11.66	51.99±4.90	52.75±2.59
조지방 (%)	3.73±1.52 ^a	4.71±0.98 ^b	4.13±0.99 ^b	4.21±1.20 ^b
전단력 (g/cm ²)	4158.28±30.1	4152.83±28.7	4155.35±31.8	4155.66±38.5

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).

- 표 24에는 육성기부터 비육종료시까지 농후사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가 급여한 한우 거세 비육우의 목 부위에서 채취한 조직의 pH, 저장감량 및 가열감량을 분석하여 나타냄

- pH는 6.02~6.16 사이의 분포를 나타내며 규산염제합제를 0.5% 첨가 급여한 것에서 다른 군들과 비교하여 pH가 유의하게 ($p<0.05$) 낮아지는 것으로 나타났으나 다른 처리 구간에는 뚜렷한 차이를 나타내지 않음
- 한편 6일간 4℃ 냉장고에 보관하며 조직의 저장감량을 측정한 결과 대조군에서 20.01로 가장 높았으며 규산염제합제 첨가급여군에서 모두 대조군보다 낮은 값을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었음. 규산염제합제 첨가급여 수준에 따른 뚜렷한 차이는 나타나지 아니하였음
- 가열감량도 대조군에서 37.94%에 비해 규산염제합제 첨가급여군에서 36.37~37.36%로 가열감량이 다소 낮은 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없음
- 보수력 결과도 저장감량결과 및 보수력 결과를 잘 반영하듯 대조군에서 48.01 이던 것이 0.1%, 0.3% 및 0.5% 규산염제합제 첨가수준이 증가함에 따라 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었음
- 한편, 조직 내 지방함량을 측정한 결과 대조군에서 3.73%에 비해 규산염제합제 첨가급여군에서 4.13~4.71% 로 조직 내 지방함량이 유의하게($p<0.05$) 높은 것으로 나타나 육질 등급에서 규산염제합제를 첨가급여한 군에서 육질등급이 대조군에 비해 높은 결과를 반영해 주는 것으로 판단되어 근육조직 내 지방 축적 개선 가능성이 시사되는 흥미로운 결과로 판단됨

(5) 분 검사

표 25. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료 시까지 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 분뇨의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
수분 (%)	10.69±0.37	9.09±3.14	9.60±3.62	8.68±0.06
조단백질 (%)	28.34±4.25	28.38±3.02	24.43±4.75	22.72±6.65
조지방 (%)	0.63±0.47	0.71±0.06	0.74±0.04	0.65±0.06
조섬유 (%)	24.33±2.01	24.44±3.02	22.37±3.88	22.55±2.73
조회분 (%)	10.76±0.18 ^b	11.11±1.09 ^b	12.89±0.54 ^b	15.98±1.23 ^a

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).

- 표 25에는 육성기부터 출하시 까지 농후사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가급여한 거세한우의 분 중 악취 성분 감소 및 영양소 이용성 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 각 시험 구간에서 무작위로 채취한 분 샘플의 영양소 함량을 분석하여 나타냄
- 분 중 조단백질 함량은 TMR 사료 급여시 보다 높은 분포를 나타내는 것으로 나타났음. 대조군에서 28.34% 이었는데 0.1%, 0.3% 및 0.5% 첨가급여군에서 각각 28.4%, 24.4% 및 22.7%로 규산염제합제 첨가급여 수준 의존적으로 낮아지는 경향을 나타내어 단백질 분해에 의한 암모니아 발생량을 줄일 수 있는 긍정적인 결과로 판단되나 통계적 유의차는 없었음

- 한편 조지방 함량은 매우 낮아 무시해도 크게 문제가 되지 않을 것으로 사료되었고 조섬유 함량도 규산염제합제 첨가급여 수준에 따라 대조군보다 낮아지는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었음
- 분 중 조회분 함량은 규산염제합제 첨가급여군에서 첨가급여 수준 의존적으로 높아지는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었으며 0.5% 첨가급여군에서는 대조군에 비해 조회분이 유의하게 ($p<0.05$) 증가하는 것으로 나타나 전분을 채취하지는 않았으나 규산염제합제 섭취량 증가에 따른 분 중 조회분 함량이 증가하였을 가능성이 제시됨

(6) 악취 분석

표 26. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료시까지 농후 사료를 급여한 한우 거세 비육우 악취 (황화 수소, 메틸머캅탄, 암모니아) 생성에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
황화 수소, H ₂ S (ppm)	2.12±0.25 ^b	1.88±0.27 ^{ab}	1.52±0.35 ^a	1.20±0.38 ^a
메틸 머캅탄, CH ₃ SH (ppm)	3.72±0.71 ^c	3.52±0.80 ^{bc}	2.87±0.55 ^b	1.85±0.41 ^a
암모니아, NH ₃ (ppm)	1.87±0.38 ^c	1.77±0.10 ^{bc}	0.98±0.07 ^b	0.37±0.08 ^a

Data are means±SE(n=9). Means with different superscripts are significantly different at ($p<0.05$).

- 표 26에는 육성기부터 비육말기까지 농후사료를 급여하며 사료 내 0.1%, 0.3% 및 0.5%의 규산염제합제를 첨가 급여한 사양실험소의 분내 악취분석 결과를 나타냄

- 대조군에 비해 규산염제합제 첨가급여군에서 황화수소, 메칠머캄탄 그리고 암모니아 모두 감소하는 것으로 나타남. 특히 0.3% 및 0.5% 첨가급여군에서는 대조군에 비해 유의한($P<0.05$) 차이가 있는 것으로 나타나 악취저감 개선효과가 뚜렷하게 개선될 가능성이 있을 것으로 고찰됨
- 이 결과는 표 18의 비육기간 동안만 농후사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가급여한 결과보다 다소 낮은 값을 나타내어 육성기부터 규산염제합제를 첨가급여한 소에서 비육기간만 급여한 실험군보다 악취배설이 낮아져 규산염제합제 첨가급여기간이 길수록 악취 배설 저감 효과는 더욱 개선되는 것으로 사료됨

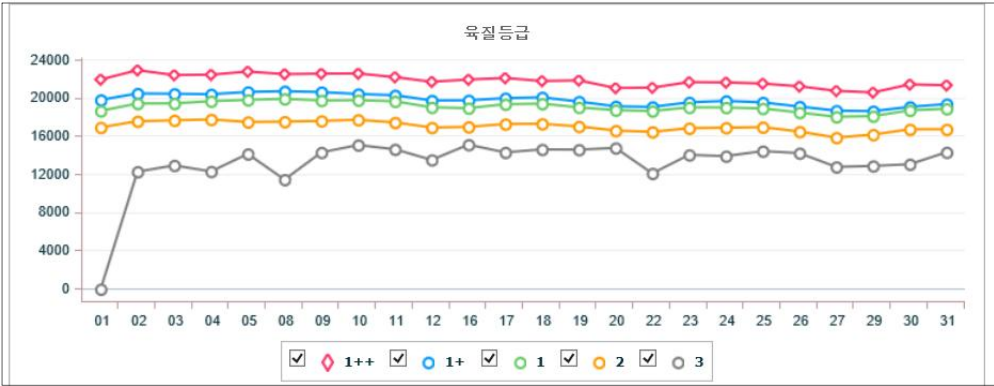
(7) 경제성 분석

표 27. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료 시까지 농후사료를 급여한 한우 거세 비육우의 경제성 분석에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)	실험군3 (0.5%)
단가(원/kg)	19,693	20,611	19,676	19,264
평균 정산가격(원)	8,336,267	8,866,083	8,901,306	8,907,663
규산염제합제 최종가격 (원/두수)	0	82,500	249,480	415,800

표 27-1. 실험축 출하 기간 동안의 전국 거세우 평균 경락가격

육질 및 육량 등급	1++	1+	1	2	3	A	B	C
경락가격	21,860	19,814	19,127	17,066	13,761	20,263	19,797	18,592



- 표 27에는 육성기부터 출하시까지 규산염제한제를 첨가급여한 실험소의 평균 출하단가 및 총 정산가격을 조사하여 나타내었음
- 대조군에 비해 50만원 내지 60만원 정도의 판매금액이 증가하여 규산염제한제를 첨가급여한 경우 육질등급이 개선되거나 등심단면이 증가하여 경제성이 개선되는 것으로 판단됨
- 한편, 0.1% 첨가군과 0.5% 첨가군 사이에 지육판매금액은 유사하여 경제성면에서는 0.5%를 급여하는 효과가 없어 다른 결과들을 검토하여 0.3% 첨가급여할 것인지 아니면 0.5% 첨가 급여할 것인지 결정하여야 할 것으로 판단됨

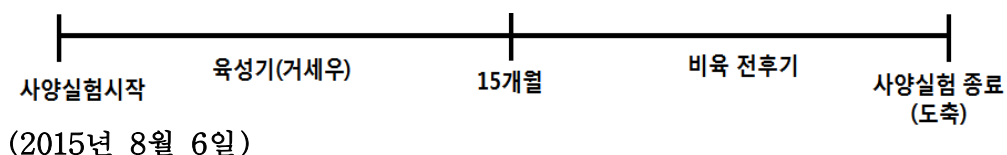
사양실험 4. 육성기부터 출하까지 TMR 사료를 급여한 한우 거 세비육우의 규산염제합제 첨가 급여 사양실험

가. 공시 동물 및 실험 장소

- (1) 사양실험 설계 : 육성기부터 출하까지 TMR 사료급여
- (2) 사양실험 장소 : 충남 예산군 오가면 소재 한우 사육농가
- (3) 사양실험 사료 : 충남 당진군 관내 시판 TMR 사료
- (4) 실험설계

TMR	대조군	0.1%	0.3%
합계	2반복		
	5두	5두	5두
30두	10두	10두	10두

- 실험기간 (총 22개월) 실험시작 11개월령 실험종료 31개월령(출하)



(5) 사양 실험 농가의 사양 관리 현황 및 최근 출하 성적

- 본 사양 실험 농가는 TMR 사료를 직접 생산하는 공장을 확보하고 있으며 주변에 다른 농가에도 판매를 하는 TMR 사료 생산 회사의 소속 농장으로서 최근 신축한 축사에서 육성기부터 비육기까지 모두 TMR 사료를 급여하여 출하하고 있는 비육전문 농가임. 육성우는 경매장에서 일괄 구입하고 구입한 후 2주 이내 (7~8개월령) 거세를

실시하며 평균 420kg 정도에서 비육 TMR 사료를 급여하고 31개월령에 출하하고 있음. 이 농장은 비육 사업을 근래에 시작하여 사양관리 기술은 비교적 낮은 편이며 출하 두수도 매우 제한되어 있어 현재까지 출하 성적도 10두 이내로 등급 판정 결과를 제시하지 아니하였음

나. 실험결과

(1) 증체량 및 사료효율

표 28. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료 시까지 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 증체 및 사료 효율에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
개시 체중 (kg)	333.1±33.8	317.6±16.9	314.8±30.2
종료 체중 (kg)	765.4±58.5	753.1±57.6	741.2±41.6
증체량 (kg)	432.2±48.6	435.5±58.4	431.2±28.9
일당 증체량 (kg)	0.654±0.07	0.659±0.08	0.653±0.004
일당 사료섭취량 (kg)	14.3±0.01	14.2±0.01	14.5±0.01
사료 효율 (증체량/사료 섭취량)	0.0457±0.004	0.0464±0.006	0.0450±0.003

Data are means±SE(n=10).

- 실험개시 체중 평균 321kg의 10개월령 거세 송아지를 구입하여 비육후기까지 TMR 사료를 급여하며 규산염제합제를 0.1과 0.3% 수준으로 첨가급여한 실험동물의 증체량 및 사료효율을 조사함(표 28)
- 증체량은 대조군에서 432.2kg 인데 비하여 규산염제합제 0.1% 첨가급여군에서는 435.5kg, 0.3% 첨가급여군에서는 431.2kg으로 각 실험구간에 비슷한 값을 나타냄

- 일당증체량과 사료효율에서도 처리구간 비슷한 값을 나타냄

(2) 혈액 성분 분석

표 29. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료시까지 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우 혈액의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
글루코스(mg/dL)	122.3±10.2 ^b	129.7±9.8 ^b	94.7±11.5 ^a
총 콜레스테롤(mg/dL)	201.7±15.7 ^a	213.3±37.3 ^{ab}	242.3±13.6 ^b
혈중 요소 질소(mg/dL)	12.7±1.78	13.3±1.57	11.8±0.83
총 빌리루빈(mg/dL)	1.1±0.09	1.1±0.69	1.2±0.37
GOT(IU/L)	72.8±11.1	79±12.7	74.8±13.2
GPT(IU/L)	32.3±3.7	33.33±2.8	32.3±3.8

Data are means±SE(n=10). Means with different superscripts are significantly different at ($p<0.05$).

글루코스=40-100mg/dL, 총 콜레스테롤=62-193 mg/dL, 혈중 요소 질소=10-25mg/dL, 총 빌리루빈=0-0.1mg/dL, GOT(글루타믹 옥살로아세테이트 트랜스아미네이즈)=60-125 IU/L, GPT(글루타믹 피브릭 트랜스아미네이즈)=6.9-35 IU/L. Normal values for the blood biochemistry parameters used in the study (The Merck Veterinary Manual, 10thed,2010)

- 실험 29에는 육성기부터 출하시까지 TMR 사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가급여한 실험소의 혈액성분을 분석하여 나타냄
- 규산염제합제를 0.3% 첨가 급여한 군에서 대조군 및 0.1%과 비교했을 때 혈중 글루코스 농도가 유의하게($p<0.05$) 낮아져 규산염제합제 급여에 의한 혈중 글루코스 이용률이 증가 하였을 가능성이 시사됨

- 한편 총 콜레스테롤은 실험3군에서 대조군에 비해 유의하게 ($p<0.05$) 증가한 것으로 나타남. 혈중 요소 질소 수치는 각 처리군 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않음. 따라서 사료내 단백질 이용성에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단됨
- 총 빌리루빈과 GOT, GPT 수치는 모두 적정수준내의 수치를 보였으며 처리구간에 뚜렷한 차이를 나타내지 않음

(3) 도체평가

표 30. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료시까지TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 도체 성적에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)
도체율 (%)	58.1±1.4	59.3±2.2	60.9±0.6
도체중(kg)	444.7±34.0	446.6±34.1	451.4±25.3
등심단면적 (cm ²)	83.4±10.1	86.5±7.1	88.5±10.3
등지방두께 (cm)	13.4±5.3	14.6±4.3	13.2±3.9
육량 등급	2.1±1.5	1.7±1.0	2.5±1.4
육질 등급	5.5±1.5	6.0±1.0	6.5±1.4
육량 지수	62.8±4.4	62.8±3.2	60.25±4.2

Data are means±SE(n=10). 육질등급을 ++등급을 9, +등급을 8, 1등급을 7, 2등급을 6으로 환산하여 나타내었으며 육량 등급은 A를 5, B를 3, C를 1로 나타내었음

- 표 30에는 육성기부터 비육종료시까지 TMR사료 급여하며 TMR 사료 내 규산염제합제를 0.1과 0.3% 수준으로 첨가급여한 한우 거세 비육우의 육질 평가 결과를 조사하여 나타내었음

- 도체율은 대조군에 비하여 0.1과 0.3% 규산염제합제 첨가급여군에서 증가하는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의차는 없었음
- 등심 단면적도 대조군의 83.4cm²에 비하여 0.1% 및 0.3% 첨가급여군에서 각각 86.5cm² 및 88.5cm²로 증가하는 경향이 있는 것으로 나타났으나 통계적 유의차는 없음. 등지방 두께는 각 실험구간에 뚜렷한 차이를 보이지 아니함
- 근내지방도를 나타내는 마블링 스코어는 대조군에서 5.5였는데 0.1% 규산염제합제 첨가급여군에서 6.0로 가장 높았으며 0.3% 첨가급여군에서 6.5로서 대조군보다는 높은 경향을 나타내어 규산염제합제 첨가급여에 의한 육질등급 개선 가능성이 보이거나 5% 유의수준에서 통계적으로 유의차는 인정되지 아니함
- 육량 지수는 육량 등급, 지방두께 및 도체중 등을 고려하여 대조군에서 62.8에 비하여 0.1% 첨가군은 62.8로 비슷한 경향을 나타내었고 0.3% 첨가군에서는 60.25로 낮아지는 경향을 나타내었으나 각 실험구간에 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타남

(4) 육질 평가

표 31. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료 시까지 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우 목등심의 pH, 저장 감량, 가열 감량에 미치는 영향

	대조군	실험군1 (0.1%)	실험군2 (0.3%)
pH	6.27±0.22	6.12±0.25	5.99±0.21
저장감량 (%)	11.6±0.08	12.5±0.07	8.3±0.04
가열감량 (%)	22.6±3.38	25.0±3.73	20.3±3.71

Data are means±SE(n=10).

- 표 31에는 육성기부터 비육종료시까지 TMR사료 급여하며 TMR 사료 내 규산염제합제를 0.1과 0.3% 수준으로 첨가 급여한 한우 거세 비육우의 육질 평가 결과를 조사하여 나타내었음
- 목등심 부위 조직의 pH 는 처리구간에 차이를 보이지 않음
- 저장감량 및 가열감량은 대조군에 비해 0.1% 규산염제합제 처리군에서는 차이가 없었으나 0.3% 첨가급여군에서는 대조군에 비해 감소하는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없음

(5) 악취 분석

표 32. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료 시까지 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 악취(황화 수소, 메틸 머캅탄, 암모니아) 생성에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
황화 수소, H ₂ S (ppm)	2.42±0.35 ^b	2.38±0.27 ^b	1.25±0.47 ^a
메틸 머캅탄, CH ₃ SH (ppm)	0.78±0.07 ^b	0.73±0.08 ^b	0.53±0.05 ^a
암모니아, NH ₃ (ppm)	0.83±0.28 ^b	0.70±0.18 ^b	0.44±0.49 ^a

Data are means±SE(n=10). Means with different superscripts are significantly different at (p<0.05).

- 표 32에는 규산염제합제 첨가 급여에 의한 악취 저감 효과를 조사하기 위하여 육성기부터 출하시까지 TMR 사료를 급여하며 규산염제합제를 0.1% 및 0.3% 수준으로 첨가급여한 소에서 무작위로 채취한 분으로부터 발생한 악취 원인 가스 함량을 분석하여 나타냄
- 황화수소는 0.1% 규산염제합제 급여군에서는 대조군과 유사한 값을 나타내었으나 0.3% 첨가급여군에서는 대조군에 비하여 유의하게($p<0.05$) 감소한 결과를 나타내었으며 메틸머캅탄도 규산염제합제 급여 수준을 반영하여 0.1% 첨가급여군에서는 뚜렷한 차이가 없었으나 0.3% 처리군에서는 유의하게($p<0.05$) 다소 감소하는 것으로 나타남
- 암모니아는 대조군에서 0.83ppm 이었는데 실험군1에서는 차이가 없었고 실험군2에서는 약 1/2수준으로 감소하는 것으로 나타나 TMR사료 급여시에도 0.3% 규산염제합제 첨가급여에 의해 분 중 악취발생량을 저감시키는 효과가 있는 것으로 나타남
- 이 결과는 농후사료 급여와 비교하여 비교적 낮은 값이며 장기간 급여하면 악취 발생효과도 높아지는 것으로 사료되어 육성기부터 0.3%수준에서 첨가급여하면 사육환경 개선으로 인한 성장 및 질병억제 효과가 기대되는 결과임

(6) 분 검사

표 33. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료시까지 TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우 분의 화학적 조성에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
수분 (%)	5.41±0.44	5.78±0.24	5.43±0.27
조단백질 (%)	12.08±0.24	13.04±0.59	12.71±0.44
조지방 (%)	3.54±0.11	3.38±0.17	3.21±0.07
조섬유 (%)	25.7±0.12	25.1±0.18	23.9±0.63
조회분 (%)	13.7±0.45	13.9±0.55	14.7±0.47

Data are means±SE(n=10).

- 표 33에는 규산염제합제 급여에 의한 악취 성분 감소 및 영양소 이용성 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 육성기부터 출하시까지 TMR 사료를 급여하며 규산염제합제를 0.1% 및 0.3% 수준으로 첨가급여한 소에서 무작위로 채취한 분 샘플의 영양소 함량을 분석하여 나타냄
- 조단백질 함량, 조지방 함량, 조회분 및 조섬유 모두 처리구간에 뚜렷한 차이를 보이지 않음
- TMR 사료를 급여하며 규산염제합제를 비육기간만 급여한 결과와 비교하여도 분 중 영양소 함량은 큰 차이를 보이지 아니하여 악취발생은 저감하는 경향을 보였으나 영양소이용성 면에서는 뚜렷한 효과를 보이지 아니하여 농장 사육환경의 차이에 따라서도 규산염제합제 첨가효과는 다소 다르게 나타나는 것으로 사료됨

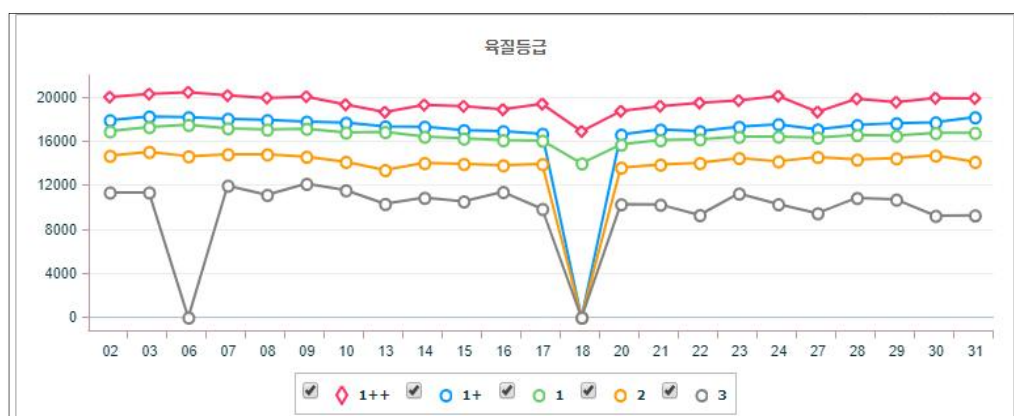
(7) 경제성 분석

표 34. 사료 내 규산염제합제 파우더 첨가 급여가 육성기에서 비육종료 시까지TMR 사료를 급여한 한우 거세 비육우의 경제성 분석에 미치는 영향

	대조군	실험군1(0.1%)	실험군2(0.3%)
단가(원/kg)	16,373	16,956	18,080
평균 정산가격(원)	7,343,635	7,833,619	8,301,883
규산염제합제 최종가격(원/두수)	0	187,440	574,200

표 34-1. 실험축 출하 기간 동안의 전국 거세우 평균 경락가격

육질 및 육량 등급	1++	1+	1	2	3	A	B	C
경락가격	19,468	17,487	16,496	14,289	10,642	17,784	17,280	16,308



- 표 34에는 TMR사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가 급여한 한우 거세 비육우의 지육 경매 단가 및 최종 판매가를 분석하여 나타내었음

- 실질적인 경제성 분석을 위해서는 생산비등 여러 항목들을 비교 분석할 필요가 있으나 본 연구에서는 농가의 사육 형태, 감가상각, 인건비, 생산비 등 농가 마다 환경 조건 및 변동요인이 많아 대조군 평균 판매 단가와 실험군 평균 판매 단가를 비교하여 나타낸 결과 최종 판매가에서 대조군에 비해 실험군의 판매 단가가 50~100만원 높은 것으로 나타남

제 6장. 종합 고찰

- 0.3% 수준의 규산염제합제는 중조와 비교하여 In Vitro 건물소화율이 높아지는 경향이 있는 것으로 나타났으나 통계적인 유의차는 없었음
- 규산염제합제 첨가급여는 농후사료 급여나 TMR 사료 급여 등 급여사료의 차이 또는 육성기부터 출하까지 급여하거나 비육기간만 급여하는 급여기간의 차이에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타내지는 아니하였으나 5~10% 수준에서 사료효율 개선효과가 있는 것으로 나타남
- 혈액분석 결과는 TMR 사료를 급여하며 규산염제합제를 0.3% 첨가급여 하였을 때 혈중 글루코스 농도가 유의하게($p<0.05$) 감소하는 것으로 나타나 규산염제합제 첨가급여에 따른 글루코스 이용성이 증가하였을 가능성이 제시되었으나 인슐린 분비 증가 또는 글루코스운반 단백질 발현 증가에 대한 추후 연구가 필요함
- 농후사료를 급여하며 규산염제합제를 첨가급여 한 군에서는 혈중 글루코스 이용성에는 뚜렷한 차이를 나타내지 아니하여 에너지 섭취 농도 차이에 따라 규산염제합제 첨가급여 효과는 달라질 수도 있는 가능성 제시됨
- 급여사료 형태나 급여 기간을 달리 하였을 때 규산염제합제 첨가급여는 통계적으로 유의하지는 아니하였으나 등심단면이 증가하고 등지방 두께는 얇아지며 특히 근내지방도가 개선되는 경향이 있는 것으로 나타나 이러한 결과들이 지육경락 가격이 증가하는 것으로 이어졌을

가능성도 배제할 수는 없다고 사료됨

- 0.3% 수준의 규산염제합제 첨가급여는 급여사료의 형태 및 급여기간의 차이에도 불구하고 분 중 단백질 배설량을 감소시키는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 이 결과는 영양소 이용성이 증가하였을 가능성을 반영해 주는 결과이고 이것이 증체량 증가 및 사료효율이 개선되는 경향을 나타낸 것으로 사료되나 통계적으로 모두 유의하지는 아니하였음
- 뿐만 아니라 규산염제합제 첨가급여는 악취성분인 메틸머캅탄, 황화수소 및 분 중 암모니아 발생량을 줄이는 결과를 나타내었고 이 결과는 TMR 급여의 경우보다는 농후사료 급여시 효과가 더욱 두드러지는 것으로 나타나 규산염제합제 첨가급여는 악취개선 효과가 있는 것으로 나타남. 축사는 일반적으로 개방되어 있기 때문에 축사 내에서 악취 발생 정도를 판단하는 것은 의미가 크지 않으나 배설한 분을 바로 채취하여 발생된 악취 및 배설된 분의 성분을 분석한 결과 총체적인 악취 발생은 개선되는 것으로 판단됨
- 근육조직의 이화학적 성질을 분석한 결과 규산염제합제 첨가급여는 저장감량이나 가열감량을 개선하는 것으로 나타나 근육의 막 산화를 개선시키는 효과가 기대되나 작용기전에 대해서는 막단백질 산화 등 추후 연구가 필요한 것으로 판단됨
- 이상에서와 같이 규산염제합제 첨가급여는 0.1% 수준으로 첨가급여하였을 때는 첨가급여효과가 뚜렷하게 나타나지 않는 결과를 얻을 수 있고 0.3% 첨가급여는 사료효율, 육질개선, 근내지방도 개선 경향은

있으나 통계적으로 유의하지 아니하였으며, 육량개선효과도 뚜렷한 차이를 보이지 아니함. 0.5% 첨가급여는 증체, 육질 및 근내지방도 개선에 긍정적인 결과를 얻을 수 있었으나 육량에 미치는 영향은 유의한 차이를 나타내지 아니함. 첨가급여 수준을 높이는 문제에 있어서는 첨가급여 가격을 비교하여볼 때 농장 여건에 따라 일관적이지 아니할 수 있는 점을 고려하여야 할 것으로 판단됨

제 7장. 참고 문헌

1. Aguerre, M. J., Wattiaux, M. A., Powell, J. M., Broderick, G. A., & Arndt, C. (2011). Effect of forage-to-concentrate ratio in dairy cow diets on emission of methane, carbon dioxide, and ammonia, lactation performance, and manure excretion. *Journal of Dairy Science*, 94(6), 3081 ~ 3093.
2. Cho, W. M.; Choi, S. B.; Paek, B. H.; Ahn, B. S.; Kim, J. S.; Kang, W. S.; Lee, S. K.; Song, M. K. , 2000, Effects of dietary supplements of clay mineral on the growth performance and immunity in Hanwoo calves. *Korean Journal of Animal Science* Vol.42 No.6 pp.871 ~ 880
3. Delgerzul Baatar, Theresia Galuh Wandita, Joseph Flores dela Cruz and Seong Gu Hwang, 2017, The effects of Acetate on enhancing the proliferation and preadipocyte differentiation of stromal vascular cells isolated from Hanwoo beef cattle. April 2017 *The FASEB Journal*, vol. 31 no. 1 Supplement, 813
4. Damron, B L ; Harms, R H, Partial replacement of sulfur amino acids in layer diets with sodium sulfate. *Poult Sci.* 1973 Jan;52(1):400 ~ 2.
5. Fawcett, J.K. and Scott, J.E. (1960) Determination of urea by urease method using Berthelot reaction. *Journal of Clinical Pathology* 13, 156.

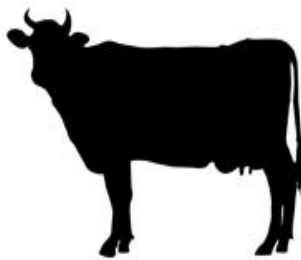
6. Hagedorn, T. K., Ingram, D. R., Kovar, S. J., Achee, V. N., Barnes, D. G. and Laurent, S. M. 1990. Influence of sodium zeolite-A on performance, bone condition and liver lipid content of white leghorn hens. *Poult. Sci.* 69 (Suppl. 1): 169 (Abstr)
7. Itabashi H., 1991. The effect of Dastrica, Epitodenium and Entodenium on ruminal bacteria and fermentation pattern in calves. *Anim. Sci. Technol.* 62, 368~374
8. Pond, W. G., Yen, J. T. and Varel, V. H. 1988. Response of growing swine to dietary copper and clinoptilolite supplementation. *Nutr. Rep. Int.* 37:795~803.
9. Kang, S. W., Kim, J. S., Cho, W. M., Ahn, B. S., Ki, G. S., & Son, Y. S. (2002). Effect of domestic clay minerals on growth performance and carcass characteristics in growing-fattening Hanwoo steers. *Journal of Animal Science and Technology*, 44(3), 327~340.
10. Kim, B. K., & Go, S. J. (2005). Effect of Clay Mineral Pegmatite and Vitamin A and Supplements on the Physico-Chemical Characteristics of Fattening Hanwoo Steers. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 25(2), 156~161.
11. Kovar, S. J., Ingram, D. R., Hagedorn, T. K., Achee, V. N., Barnes,

- D. G. and Laurent, S. M. 1990. Broiler performance as influenced by sodium zeolite-A. *Poult. Sci.* 69(Suppl. 1):174(Abstr.).
12. Kwak, W. S., Lee, S. M., & Kim, Y. I. (2012). Effects of dietary addition of bentonite and probiotics on meat characteristics and health of Hanwoo (*Bos taurus coreanae*) steers fed rice straw as a sole roughage source (a field study). *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, 32(4), 387~396.
 13. Lee, S.K., Kim, Y.S., Liang, C.Y., Ju, M.K. and Park, Y.S., 2004. Effect of dietary clay mineral on meat quality of Hanwoo (Korean cattle) bull beef during refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 24(3), pp.253~259.
 14. Lee, S. M., Kim, Y. I., & Kwak, W. S. (2010). Effects of dietary addition of bentonite on manure gas emission, health, production, and meat characteristics of Hanwoo (*Bos Taurus coreanae*) steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23(12), 1594~1600.
 15. McGinn, S. M., Koenig, K. M., & Coates, T. (2002). Effect of diet on odorant emissions from cattle manure. *Canadian journal of animal science*, 82(3), 435~444.
 16. Ortiz, J., Montaña, M., Plascencia, A., Salinas, J., Torrentera, N.,

- & Zinn, R. A. (2016). Influence of Kaolinite Clay Supplementation on Growth Performance and Digestive Function in Finishing Calf-fed Holstein Steers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 29(11), 1569~1575.
17. Sherwood, D.M., Erickson, G.E. and Klopfenstein, T.J., 2005. Effect of clinoptilolite zeolite on cattle performance and nitrogen volatilization loss. *Nebraska Beef Cattle Reports*, p.177.
 18. Theodorou MK., Williams BA., Dhanoa MS., McAllan AB., & France J. 1994. A sample gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim Feed Sci Technol*. 48:185~197.
 19. Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. (1991): Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583~3597
 20. 서성원, 박종수, 김민경. 2012. 농후사료 및 배합사료, TMR 사료의 원가분석과 품질평가. 한우자조금관리위원회 연구용역보고서. 충남대학교 산학협력단.
 21. 안병홍, 김병호, 문여황. 1998. 비타민 A 급여수준과 거세가 한우의 비육능력 및 혈청성상에 미치는 영향. *한영사지*. 22(4):237.

22. 임광철, 김창혁, 오상집, 성경일, 김현숙, 김종복, 홍병주, 신종서. 2001. 알코올발효사료 급여가 한우의 육성성적 및 혈액의 생리적 변화에 미치는 영향. 동물자원과학회지. 43(6):881~894.
23. 임성일. 2013. 농림기술기획평가원 기능성식품개발 연구사업단 한국식품 연구원 동향/연구보고서.

본 보고서에 대한 지적재산권은 한우자조금관리위원회에 있으며, 본 연구결과 및 내용의 일부 또는 전부를 인용하는 경우에는 한우자조금관리위원회 자료를 인용하였음을 반드시 명기해야함. 이러한 내용을 명기한 경우에만 사전 승인 없이 무상으로 인용할 수 있음



www.hanwooboard.or.kr