

# 활성탄을 이용한 아자유의 첨가가 유량 및 유조성분에 미치는 영향

정태영 · 양운목 · 김동일 · 최정락 · 유승우 · 김혁준 · 조석현 · 이윤행 ·  
최영재\* · 임낙현\*\*

(건국대학교 농축산생명과학대학 축산학과 · \*태홍상사 · \*\*남양주축협)

## Effects of coconut oil-activated carbon on milk yield and milk compositions

Chung, Tae-Young · Yang, Un-Mok · Kim, Dong-Il · Choi, Jeong-Rak ·  
Yoo, Seung-Woo · Kim, Hyeok-Jun · Cho, Seok-Hyun · Lee, Yun-Haeng ·  
Choi, Young-Jae\* · Lim, Nak-Hyun\*\*

Dept. of Anim. Sci., Coll. of Agric. Anim. Life Sci., Konkuk University

\*Tae Hung Trading Co., \*\*Namyangju Livestock Cooperative Federation

### 적 요

하절기 사료섭취량 감소로 인한 산유량 감소를 완화시키기 위한 하나의 방법으로서 아자유가 함유된 활성탄을 급여사료에 첨가급여 하였을 때의 산유량과 유조성분 및 체세포수 그리고 유지방내 지방산조성에 미치는 영향을 젖소 사양시험을 통하여 검토하였다.

사양시험은 비유중기인 착유우 11두를 공시하여 실시하였다. 즉 활성탄 무첨가구 4두, 200g 첨가구 4두 및 400g 첨가구 3두로 하여 급여전 시료채취기간을 포함하여 총 13주간 실시하였다. 활성탄 급여는 착유시 착유실에서 배합사료 위에 톱드레싱하는 방법으로 개체별로 급여하였다. 기초사료 및 시료는 2주에 1회 채취하였으며 전반기 후반기 사료로 균등 혼합한 후 분석하였다. 산유량은 매일 기록하였으며 우유 샘플은 주 1회 채취하여 일부는 유조성분 분석용으로 일부는 유지지방산 조성 분석용으로 사용하였다.

공시시료인 흑색분말 형태의 활성탄은 지방을 30%이상 함유하고 있음에도 불구하고 젓은 촉촉한 감이 없었으며 작은 입자 크기의 덩어리진 형태도 만지면 쉽게 부서질 정도여서 기초사료에 혼합하여 급여하기에는 적합하다고 사료되었다. 또한 중쇄지방산이 80% 이상으로 코코넛유의 특성을 그대로 살리고 있었다.

시험결과로는 활성탄 첨가구와 대조구와는 유량이나 체세포수의 차이는 발견하지 못하였다. 그러나 대조구에 비해 활성탄 첨가구에서 유조성분 중 유단백질, 유당, 무지고형분의 함량이 증가하는 경향은 볼 수 있었다. 지방산조성은 처리구간에 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 하절기 건물섭취량의 감소로 인한 유량감소를 완화시키는 결과는 얻지 못하였으나 연변 및 분취 감소 등 활성탄의 잠재적인 효과는 기대할 수 있었다. 그러나 활성탄의 잠재적인 효과를 과학적인 방법으로 검토하기 위해서는 배합사료 위에 톱드레싱한 본 연구와 비교할 수 있는 섬유질 사료나 TMR에 혼합하여 급여하는 방법도 강구해야 할 것이며 첨가수준의 고려도 대상이라고 생각한다.

## I. 서론

### 1. 연구배경

최근에 와서 낙농사료에 유지를 첨가하는 문제에 대한 관심이 더욱 고조되고 있다. 그 이유로는 여러 가지들을 들 수 있으나 그 중에서도 많은 관심을 끌고 있는 것이 기능성 식품을 생산할 수 있다는 최근의 많은 연구보고와 무관하지는 않다고 본다. 그러나 유지는 본래 고에너지 사료로서 에너지 부족을 강화할 목적으로 이용되어 왔으며 특히 고생산능력을 가진 비유우에게 효과가 인정되어 왔고, 또한 하절기 기온 상승으로 인한 건물섭취량 저하로 인한 생산성(산유량, 유지율 등)의 저하를 막기 위해서 널리 사용되어 왔다. 그 효과에 대한 많은 연구 결과가 제시되었고, 국내의를 막론하고 대부분의 낙농가에서 어떤 형태로든지 유지를 이용하고 있다.

그러나 낙농사료에 지방을 첨가할 때는 유지의 종류 및 가격, 급여방법, 소의 상태, 산유량 및 유지율 등에 대하여 세심한 검토가 요구된다. 일반적으로 유지를 첨가할 때 반추위에서 섬유질의 소화율을 저하시킬 우려가 있다. 또한 유지의 종류에 따라 지방산의 구성, 취급성 및 조섬유의 소화율에 미치는 효과가 다르다. 유지는 타 사료원에 비해 고가이기 때문에 급여시기 및 급여대상우의 선정 등을 유의하여 적정량을 사료에 첨가토록 해야한다.

사료에 유지를 첨가하는 방법으로는 여러 가지가 제시되고 있지만 크게 분류하자면 배합사료 제조시 유지를 그대로 혼합하는 방법과 반추위에서의 우회율(by-pass)을 높이기 위해 보호지방(protected fat or bypass fat)의 형태로 급여하는 방법으로 나누어질 수 있다. 어느 형태로 첨가하던지 배합시 면지감소 및 에너지 강화 효과를 기대할 수 있다. 유지는 고능력우의 비유초기에는 가능한 한 많은 양(비율)을 첨가하여 주는 것이 유리하다고 할 수 있지만 과다한 첨가로 인한 섬유소 분해를 저하로 오히려 생산성이 낮아지므로 그 첨가량에 한계성을 갖고 있다. 급여되는 조사료의 종류와 형태에 따라 그 첨가량은 달라질 수 있으나 대략적으로 유지 첨가량이 농후사료의

3~5% 수준을 초과하거나 전체사료의 지방함량이 7~10%를 초과하지 않는 것이 바람직하다.

식물성 원료물질인 톱밥 및 야자각 또는 잣껍질을 선별하여 400~700°C에서 소회(charcoal)상태로 만들고, 부활이라고 하는 고온(900~1200°C) 및 수증기 처리를 하여 제조된 흡착능력이 뛰어난 무색무취의 흑색 분말 또는 입상물질을 활성탄(activated carbon)이라 한다. 이렇게 제조된 활성탄은 탄소가 주성분으로 산·알카리 유기용매 등에 녹지 않으며 탈취·탈색 흡착력은 고온 수증기 부활을 통해 무수한 Å(100만분의 1mm) 단위의 아주 작은 세공(細孔)을 갖게 되어 1g당 900~1500m<sup>2</sup>의 비표면적을 갖는 것이 흡착력을 나타내는 원인이 된다. 기체나 액체 상태의 불순물이 혼합되어 있을 때에도 분자크기에 따른 특정 성분만을 흡수하는 선택성을 갖게 된다. 이러한 특성을 활용한 활성탄의 효과로서는 미생물의 증식, 토양 개량 효과, 정화기능, 보호소 작용, 미생물의 활성제 역할, 저농도에서는 영양제 및 고농도에서는 제초제 역할, 물분자 집단의 축소, 활성산소(유해산소)의 제거능력 등이 있다.

현재까지 알려진 활성농법의 실질적인 효과로서는 뿌리의 발육향상, 토양의 통기성 개선, 일조부족 해소, 병해저항성 강화, 농약사용 감소, 연작피해 감소 등이 있으며, 가축에 대한 효과로는 유지방의 증가, 분노취 감소, 하리 및 연변 방지, 고급육질 생산, 체중증가, 스트레스 방지, 간기능 향상, 유방염 예방, 조기 산후회복, 공태기간 단축, 백신효과의 증대, 체세포수의 감소 등을 들 수 있다.

### 2. 연구동향

상기에서 서술한 바와 같이 유지는 본래 에너지 강화용으로 사용되어 왔으며, 특히 하절기 사료섭취량 감소로 인한 우유 생산성 감소방지 및 비유초기의 젖소에 있어서 그 효과가 인정되어 널리 이용되고 있다. 그러나 고수준의 지질첨가는 사료성분의 제1위내 발효나 분해를 억제하는 것이 문제점으로 지적되고 있다(Palmquist와 Jenkins, 1980; Drackley 등, 1992).

이러한 지질에 의한 사료성분의 반추위내 발효억제작용의 이유로는 ①유지가 섬유유를 물리적으로 파괴하여 미생물작용을 억제하며 ②특정 미생물에 대한 유지의 독성작용에 의해 제1위내 미생물상(총)에 변화를 미치며 ③세포막에 대한 지방산의 계면활성 효과에 의한 미생물의 활성이 억제되며 ④장쇄지방산의 불용성물질형성에 의해 cation의 이용이 감소하기 때문 등으로 추정되고 있다(Devendra와 Lewis, 1974). 그러나 구체적인 mechanism에 대한 연구는 아직도 미흡한 실정에 있다.

현재까지의 연구 결과에 의하면 지질급여로 인한 제1위내의 유리지방산 생성량의 증가가 제1위내 섬유소 분해균에 대해 억제적으로 작용하는 것으로 알려져 있다(Doreau 등, 1991; Jenkins와 Palmquist, 1984; Palmquist와 Jenkins, 1980). 즉, 사료지질이 제1위내에 들어가면 미생물 lipase에 의해 가수분해되고 유리지방산이 생성된다. 이 유리지방산은 미생물체 지질합성에 어느 정도 이용되지만(Demeyer 등, 1978; Harfoot와 Hazlewood, 1988; Hawke, 1971), 생성량이 일정수준을 넘으면 미생물의 증식과 제1위내 발효에 대해 억제작용을 가진다는 것이다(Chalupa 등, 1984; Chalupa 등, 1986; Henderson, 1973; Maczulak 등, 1981). 또한 최근에 목초중에 포함된 지질성분도 목초 단백질의 제1위내 분해성을 억제하는 요인이 된다는 연구결과가 발표되었으며(Fujita 등, 1991), 제1위내 섬유소분해 박테리아의 성장과 활성에 대해서도 목초지질이 억제 작용을 한다는 결과도 보고되었다(Hino와 Nagatake, 1993; Yang과 Fujita, 1996). 이러한 사실들은 목초지질에 의해서도 제1위내 각종 영양소의 분해가 억제될 가능성을 시사하고 있다.

이처럼 고에너지가를 가진 유지를 생산성 향상을 위해 적절히 활용할 수 있으나 과도한 첨가가 섬유소 소화율을 저하시킬 수 있으므로 이를 최소화 할 수 있는 방향으로의 연구가 다각도로 활발하게 진행되어 왔다. 실례로 지질첨가에 의한 소화율 저하는 광물질을 첨가함으로써 완화되었다는 보고가 있다(Davison과 Woods, 1963; Grainger 등, 1961; White 등, 1958). Davison과 Woods(1963)는 옥수수기름을 함유한 배합사료에 탄산칼슘, 염화칼슘 또는 탄산마그

네슘을 각각 면양에 급여한 결과 탄산칼슘 첨가와 염화칼슘 첨가구에서 유기물(OM)과 cellulose의 소화율이 증가함을 보고하였다. 칼슘 및 마그네슘과 같은 2가 양이온을 가진 광물질은 제1위내에서 지방산의 불용성 검화물을 형성하기 쉽기 때문에 지방산에 의한 발효억제작용을 경감할 수 있다는 것이다. 그러나 지방과 광물질을 별도로 급여하는 경우 제1위내에 있어서 지방산의 검화에 대한 몇 가지 요인의 영향이 가미되어 검화의 효과가 변화할 가능성을 내포하고 있다. 이러한 요인으로서 광물질첨가물의 형태와 양, 지방산의 종류와 형태, 제1위내 pH 및 제1위내의 사료입자의 통과속도 등이 있다(Jenkins와 Palmquist, 1982; Van Nevel과 Demeyer, 1996).

일반적으로 낙농사료에 대한 과도의 지질첨가로 인한 섬유성분 소화율의 저하는 제1위내의 초산:프로피온산의 비율을 저하시켜 유지율의 저하로 이어지게 된다. 그러나 한편으로 지질첨가가 유지율을 높이는 경우도 있기 때문에 유지율을 향상시키기 위해 유유의 생리기능에 지장을 주지 않는 범위내에서 종전보다 더 많은 량의 지질을 급여하는 방법이 고안되었다. 즉, 미리 유지의 검화물을 조제하여 첨가하는 방법으로서 사료용 지방산칼슘염이 개발되었다. 이는 제1위내에서의 분해작용을 받지 않고 하부소화기관에서 분해되어 흡수 또는 이용 가능한 지방산을 만들 목적으로서 제1위내에 있어서 사료성분의 발효·분해억제작용을 경감할 뿐만 아니라 사료성분의 이용효율 향상으로 이어지기 때문에 실용상 현장에서 주목받고 널리 이용되고 있다. 실례로 대두유(Aii 등, 1990a; Aii 등, 1990b), 아마인유(Aii 등, 1991a), 팜유(Aii 등, 1991b; 相井, 1992), 동물성유지(Hermansen, 1989)를 이용한 지방산칼슘염이 유량, 유지율, 유생산량 증가에 효과적이며, 하절기 사료섭취량 감소로 인한 생산성 저하를 방지하기 위한 방법으로도 지방산칼슘염의 효과를 얻고 있다(Aii 등, 1991ab; 田中 등, 1991).

또한 지질의 제1위내 발효억제작용을 해결하기 위한 방법으로서 수소첨가(hydrogenation), prilling, encapsulating 등의 시험도 수행하여 왔다(Drackley과 Elliott, 1993; Grummer, 1988; Kim 등, 1993;

Palmquist, 1991; Palmquist와 Weiss, 1994). 이러한 처리방법은 제1위내 미생물에 대한 부(-)의 영향을 최소화하기 위해 지질 그 자체나 지방산의 제1위내 불활성화(rumen-inert) 또는 제1위내 우회(by-pass)를 피할 목적으로 한 것이다. Jenkins와 Jenny(1992)는 prilling 처리한 지질의 급여가 제1위내 휘발성지방산(VFA)의 농도, 초산:프로피온산 비율 및 전소화관내 섬유소화에 변화를 주지 않았다는 것으로부터 지질의 제1위내 분해성이 prilling 처리에 의해 억제된다고 보고하였다. 이들 이외도 불포화지방산의 포화지방산으로의 전환효과 및 제1위내 불용성 보호유지의 급여에 의한 효과를 시사한 보고는 많이 있다(Ashes 등, 1992; Canale 등, 1990a, 1990b; Chow 등, 1990; Palmquist와 Conrad, 1978; Schauff와 Clark, 1992; Schneider 등, 1988; 국 등, 1993; 송 등, 1994; 송과 손, 1997).

활성탄에 관련된 국내에서 현재까지 발표된 연구 보고로는 폐수처리(김, 1993; 황 등, 1996), 유기물질 제거(배, 1997; 박 등, 1997), 정수처리(박 등, 1995; 도 등, 1988), 농약처리(정 등, 1995; 조 등, 1995; 신과 왕, 1997), 유해가스 처리(손 등, 1991; 문 등, 1993), 중금속 처리(김과 민, 1984; 이 등, 1985; 김 등, 1986; 김 등, 1999) 등 학술대회 발표를 포함해서 400여건(한국화학공학회 155건, 대한환경공학회 122건, 한국공업화학회 45건, 기타학회 75건)에 이른다. 그러나 국내 축산분야에서 상기 효과를 입증할만한 연구논문은 전무하다.

### 3. 연구목적

지방첨가로 인한 제1위내 섬유성분의 발효억제작용을 최소화하면서 에너지원의 가장 효율적인 첨가 방법으로는 위에서 언급한대로 제1위내에서 불활성이거나 우회할 수 있는 형태의 급여방법이 가장 이상적이라 할 수 있다. 따라서 활성탄의 최대특징인 흡착성능을 심분활용하여 유지가 제1위내 미생물의 분해작용을 가급적 적게 받게 함으로써 하부 소화기관으로의 통과율을 높이는 방법으로 활성탄에 유지를 첨가한 유지-활성탄 혼합사료의 제조가 가능하다

고 본다.

따라서 본 연구의 목적은 하절기 사료섭취량 감소로 인한 산유량 감소를 완화시키며, 비유초기의 착유우 및 고능력우의 높은 산유로 인한 건물섭취량의 제한 및 에너지 섭취량의 부족을 보충할 수 있는 에너지 강화용의 보호지방의 형태로서 활성탄의 흡착성능을 이용하여 부형제로 활용하고 지방원으로 야자유를 첨가 혼합한 지방첨가사료를 개발하여, 사양시험을 통한 생산성 검증 및 활용방안을 제시하여 농가 수익을 극대화하는데 있다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시사료

급여효과를 검토하기 위한 지방보충첨가사료로는 야자유를 함유하는 활성탄(coconut oil-activated carbon)을 사용하였다. 미리 혼합 제조된 형태(preformed)인 야자유-활성탄에는 야자유가 약 30% 정도 함유되어 있는 흑색 분말 상태로 20kg 포장용 제품이었다.

### 2. 사양시험

#### 가. 시험장소

경기도 남양주시에 위치한 재선목장을 남양주축협 의 도움을 받아 선정하였다. 당 목장은 시험개시시 착유우가 20두였으며 계류식 축사에 파이프라인 착유기를 보유하고 있어 개체별 사양시험에는 적합하였다. 착유는 조석으로 1일 2회 실시하고 있었으며, 착유시 농후사료(낙농배합사료)를 개체별 능력에 맞게 급여하는 형태였다. 착유후에는 야외운동장에 마련된 야외사조에서 TMR(섬유질사료)과 조사료원으로 알팔파 베일, 버뮤다그라스, 수단그라스를 급여하는 방식이었다. 물과 광물질 블록은 언제든지 자유롭게 접근할 수 있도록 야외운동장에 마련하였다.

#### 나. 시험기간

적응기간을 포함하여 약 4개월간 실시하였다. 사양

시험 분석결과를 위한 시험기간은 총 13주간으로 예비기간 2주와 첨가사료의 50% 급여기간을 1주간 가졌으며 본시험기간으로 10주간 실시하였다.

#### 다. 시험구 배치

기초사료만을 급여하는 대조구(활성탄 무첨가구)와 기초사료(대조구)에 활성탄을 두당 200g 첨가하는 처리1구 및 기초사료에 활성탄 400g 첨가구인 처리2구로 나누었다. 시험구의 배치는 산차, 유량, 착유일수를 고려하여 가능한 한 균등하게 나누었다. 즉 대조구는 4두로 평균산차(회), 착유일수(일) 및 유량(kg)이 각각 2.0, 151, 29.3이었으며, 처리1구는 4두로 각각 1.3, 152, 30.3, 처리2구는 3두로 1.3, 146, 32.3이었다. 첨가사료인 활성탄은 착유시 급여되는 배합사료에 톱드레싱(top dressing)하여 급여하였다.

### 3. 분석항목 및 분석방법

#### 가. 분석항목

기초사료 및 첨가사료는 시험기간 중 2주에 한번씩 채취하여 전반기 사료와 후반기 사료로 조합하여 분석하였다. 또한 첨가사료에 대해서는 지방산조성도 분석하였다.

사료섭취량은 건초 및 TMR사료 급여의 개체별 정확한 사료섭취량의 조사가 불가능하여 개체별로 급여량을 산출할 수 있는 배합사료 이외에는 급여량 총량을 전체 두수로 환산하여 섭취량을 추정하였다. 기초사료는 농후사료로 착유우용 낙농 배합사료와 TMR(섬유질 사료: 조단백질 8.0% 이상, 조섬유 10% 이상, 조회분 7% 이하, 수분 38% 이하, 실급여 기준), 그리고 조사료로서는 알팔파 베일, 수단그라스, 버뮤다그라스 등을 급여하였다.

첨가사료의 급여효과를 검토하기 위하여 유량과 유조성분으로 유지방, 유단백질, 유당 및 무지고형분(SNF)과 체세포수를 분석하였으며, 유지방에 대해서는 지방산조성도 분석하였다.

#### 나. 분석방법

기초사료 및 활성탄의 일반성분 분석은 AOAC

(1990)방법에 의해 분석하였다. 기초사료의 중성세제 불용성섬유(NDF)와 산성세제불용성섬유(ADF)는 Van Soest 등(1991)의 방법에 의해 분석하였다.

산유량은 유량계(milk meter)를 이용하여 아침, 저녁 착유시 개체별로 매일 측정하여 전일 저녁 착유분과 당일 아침 착유분의 합으로 일일 산유량을 산출하였다.

유조성분 및 체세포수는 시험기간 동안 매주 1회(전일 저녁분의 일정량) 우유를 채취하여 유성분 분석기(Milk Component Analyser; Bently 2000, Bently Co., Ltd. USA)를 이용하여 분석하였다.

우유내 지방산 조성은 시험기간동안 매주 1회 우유를 채취하여 gas chromatography(GC)를 이용하여 분석하였다. 즉 우유샘플 채취 후 빠른 시간내에 원심분리기(Mega 17R, Small High Speed Refrigerated Centrifuge, Hanil Science Industrial, Korea)를 이용하여 15,000g에서 원심분리 한 후 상층부분(지방함유부분)만을 분리하여 분석용 시료로 하였다. 냉동보관된 샘플을 Sukhija와 Palmquist(1988)의 방법에 의해 메틸 에스테르화(direct methylation) 한 후 GC(HP 6890 Series GC System, Hewlett Packard, PA, USA)로 분석하였다. GC에는 FID(Flame Ionization Detector)가 장착되어 있으며, 칼럼은 fused silica capillary column[Omegawax 320; 30m×0.32mm (i.d.) with 0.25 $\mu$ m film thickness, Supelco Inc., Bellefonte, PA, USA]을 사용하였고, 질소를 carrier gas로 하였다. Oven 온도는 다음과 같이 프로그램화하였다. 즉 초기 온도(initial temp.)를 60 $^{\circ}$ C로 하여 2분간 정치 한 후, 190 $^{\circ}$ C까지는 분당 65 $^{\circ}$ C로 증가시키고 1분간 정치, 220 $^{\circ}$ C까지는 분당 5 $^{\circ}$ C 증가시키고 3분간 정치, 225 $^{\circ}$ C까지는 분당 1 $^{\circ}$ C 증가시키고 1분간 정치하였다. Injector와 detector의 온도는 250 $^{\circ}$ C로 고정하였다. Data는 Integrator(HP 3395; Hewlett Packard, PA, USA)를 이용하여 산출하였다.

#### 4. 통계처리

통계처리는 StatView 통계분석 프로그램을 이용하였다. 즉 분산분석법에 의해 처리효과의 유의성 검정

을 수행하였다(Nagata, 1994).

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 공시시료의 성분분석 및 특성

표 1과 표 2에 공시시료의 화학적 조성과 지방산조성을 나타내었다. 공시시료인 활성탄은 야자유가 혼합되어 20kg 포장단위로 판매되는 제품으로 개봉후의 외관상 특징으로는 진한 흑색을 띠고 있으며 촉감은 30%이상의 야자유를 함유하고 있음에도 불구하고 촉촉한 감이 전혀 없었으며 작은 덩어리형태일지라도 분말형태로 존재하였다. 그러나 작은 덩어리형

태도 손으로 만지면 쉽게 분말형태로 부서지는 정도로 분말형태라고 말할 수 있다. 표 1에서 볼 수 있듯이 조지방 함량이 약 33%를 차지하고 있으며 조회분은 46%를 함유하고 있었다.

일반적으로 야자유에는 다른 동·식물성 유지와는 다르게 중쇄지방산(medium chain fatty acids)의 함량이 약 70~80% 정도를 함유하며 이중 라우린산(C12:0, lauric acid)이 절반이상을 차지하는 것이 특징이라 할 수 있다. 지방산 조성(표 2) 중 C8:0, C10:0, C12:0 및 C14:0이 차지하는 비율의 합이 80%를 차지하고 있으며, lauric acid(C12:0)의 비율도 46.3%로 나타난 바, 첨가사료 개발단계에서의 문제점은 없다고 사료된다.

Table 1. Chemical composition of diets and coconut oil-activated carbon

Nutrients		Diets					Supplement
		Concentrate	TMR	Sudan grass	Bermuda grass	Alfalfa bale	Coconut oil-activated carbon
Moisture(%)	1st	10.06	32.69	7.19	9.31	11.31	2.91
	2nd	8.91	32.06	7.77	7.66	-	2.89
----- Dry matter basis (%) -----							
Crude protein	1st	22.85	17.77	10.86	8.18	17.36	0.62
	2nd	23.46	18.61	12.05	9.83	-	0.88
Ether extracts	1st	4.39	4.51	1.55	1.17	1.54	32.72
	2nd	4.22	4.39	1.87	1.40	-	31.81
Crude fiber	1st	9.74	19.09	34.33	26.72	32.24	15.53
	2nd	9.81	19.71	32.37	24.15	-	17.81
NDF	1st	34.82	52.67	72.28	78.40	52.70	-
	2nd	32.71	51.50	71.76	77.74	-	-
ADF	1st	14.14	27.53	41.00	33.55	40.01	-
	2nd	15.06	26.30	39.19	34.11	-	-
NFE	1st	54.18	50.72	45.18	56.33	39.70	5.05
	2nd	54.06	52.37	45.17	56.49	-	17.81
Crude ash	1st	8.84	7.91	8.08	7.59	9.16	46.44
	2nd	8.45	4.91	8.53	8.13	-	44.45

1st: -1 wk to 5 wks, 2nd: 6 to 11 wks.

TMR: Total mixed ration (CP >8.0%, CF >10%, CA <7%, Moisture <38%, Fed basis).

NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, NFE: Nitrogen free extract.

2. 아자유 함유 활성탄의 첨가가 산유량과 유조 성분 및 체세포수에 미치는 영향

아자유 함유 활성탄 급여 1주전부터 급여 후 11주까지의 산유량과 유지방, 유단백질, 유당 및 SNF의 변동 추이를 표 3에서 표 7까지 나타내었다. 또한 표 8에는 각 단계별 즉 급여전(-1주~0주)과 급여후 전반기(1주~5주 후까지)와 후반기(6주~11주 후까지)의 유량 및 유조성분의 평균치를 나타내었다.

산유량은 전체적으로 모든 처리구에서 점차로 감소하는 경향을 보여 주었으며 처리구간에 커다란 차이점은 발견되지 않았다(표 3). 각 단계별로 급여 전후의 두당 평균유량 변동치를 살펴보면 무첨가 대조구에서는 급여 전 29.3kg에서 1주에서 5주까지는 27.3kg으로 2.0kg 감소하였으며 6주에서 11주까지는 3.9kg 감소하였다(표 8). 또한 200g 첨가구에서는 1주에서 5주까지가 2.9kg, 6주에서 11주까지가 4.7kg 감소하였으며, 400g 첨가구에서는 1주~5주의 2.0kg과 6주~11주의 5.9kg 감소를 보여 활성탄 첨가구에서 오히려 유량 감소폭이 약간 크게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 이처럼 모든 처리구에서 유량이 감소한 원인은 비유증기에서 비유후기로 유기가 진행됨에 따른 자연적인 생리현상이며 또한 하절기 더위로 인한 스트레스와 사료섭취량 감소로 인한 전형적인

감소현상이라 사료된다. 유량 감소를 완화시킬 목적으로 첨가 급여한 활성탄의 효과가 첨가구에서 기대하지 못한 결과를 초래한 것은 유기선택과 시험실시 시기 선정에 문제점이 있지 않았나 사료된다.

즉 비유증기에서 비유후기에 접어드는 단계에서의 유량감소와 위에서 언급한 고온 스트레스 및 건물섭취량 감소 등으로 인한 유량감소 등 복합적인 요인에 의해 영향을 받았으리라 생각된다. 또한 비유증기 이후의 유지첨가가 유량에는 영향을 미치지 않는 것으로부터도 원인을 찾아볼 수 있으리라 생각한다.

유지방의 변동추이를 보면 모든 처리구에서 증감이 반복되면서 일정한 경향을 보여주지 못하였다(표 4). 일반적으로 유조성분 중 유지방의 변동이 가장 민감하다고 볼 수 있는데 이는 하절기 유량의 변화와 밀접하게 관련한다고 사료된다.

유단백질 함량은 모든 처리구에서 비교적 변동폭이 낮고 일정한 경향을 보여 주었다(표 5). 무첨가 대조구는 점차로 낮아지다가 후반부에 다시 증가하는 경향을 보여주었다. 활성탄 첨가구에서는 공회 사양시험 후반부로 갈수록 점차로 높아지는 경향을 보였는데 200g 첨가구에서는 급여 전 3.03%에서 급여 11주 후 3.16%(+0.13)으로 높아졌다. 그러나 유의적인 차이는 없었다(표 8).

Table 2. Fatty acid composition of coconut oil-activated carbon

Fatty acid	Fatty acid composition	
	----- %, by weight -----	
Caproic (C6:0)		0.96
Caprylic (C8:0)		12.47
Capric (C10:0)		8.75
Lauric (C12:0)		46.29
Myristic (C14:0)		12.98
Palmitic (C16:0)		5.76
Oleic (C18:1)		1.37
Linoleic (C18:2)		3.51
Linolenic (C18:3)		0.39
Others		7.52

Table 3. Effect of supplementing coconut oil-activated carbon on milk yields

	Average milk yield (kg)		
	No supplement	200g supplement	400g supplement
-1 wk	29.5±3.72*	29.8±4.88	32.0±7.14
0 wk	29.2±3.96	30.0±4.02	33.5±9.33
1 wk	28.9±4.87	28.7±4.66	32.7±8.00
2 wk	28.8±4.86	27.8±6.40	32.3±7.01
3 wk	26.7±5.33	26.8±5.14	30.6±6.12
4 wk	25.9±5.98	25.6±4.97	29.3±6.58
5 wk	26.1±5.74	26.0±4.59	28.6±6.34
6 wk	25.2±5.71	25.5±4.23	26.9±5.82
7 wk	26.4±5.79	25.9±4.96	28.2±6.38
8 wk	25.9±5.64	26.3±5.08	27.9±6.90
9 wk	24.6±6.41	22.3±3.64	26.0±7.12
10 wk	24.7±6.05	25.4±4.44	25.9±7.40
11 wk	25.5±5.84	26.0±5.00	25.6±7.37

\*Each value represents the mean±standard deviation.

Table 4. Effect of supplementing coconut oil-activated carbon on milk fat percentage

	Average milk fat (%)		
	No supplement	200g supplement	400g supplement
-1 wk	3.73±0.29*	3.28±0.36	3.80±0.89
0 wk	3.35±1.10	3.30±0.29	3.57±0.65
1 wk	3.61±0.11	3.26±0.55	3.14±0.25
2 wk	3.06±0.34	3.18±0.13	3.16±0.28
3 wk	3.55±0.21	4.00±0.97	3.13±0.76
4 wk	3.28±0.12	3.22±0.50	3.32±0.33
5 wk	3.74±0.24	3.62±0.41	3.76±0.31
6 wk	3.06±0.21	3.15±0.12	3.18±0.12
8 wk	3.48±0.32	3.53±0.85	3.57±0.32
9 wk	3.38±0.19	3.55±0.38	3.33±0.31
10 wk	2.93±0.53	3.08±0.39	3.33±0.40
11 wk	3.63±0.22	3.45±0.60	3.60±0.20

\*Each value represents the mean±standard deviation.



Table 5. Effect of supplementing coconut oil-activated carbon on milk protein percentage

	Average milk protein (%)		
	No supplement	200g supplement	400g supplement
-1 wk	3.20±0.14*	3.00±0.16	2.97±0.42
0 wk	3.18±0.05	3.05±0.13	2.97±0.51
1 wk	3.19±0.06	3.11±0.12	2.93±0.51
2 wk	3.18±0.04	3.06±0.11	2.90±0.54
3 wk	2.85±0.40	3.23±0.17	2.93±0.15
4 wk	3.08±0.02	3.05±0.13	3.00±0.62
5 wk	3.11±0.02	3.02±0.11	2.92±0.59
6 wk	3.10±0.05	3.04±0.08	2.93±0.58
8 wk	3.18±0.10	3.13±0.05	3.10±0.66
9 wk	3.18±0.05	3.20±0.12	3.03±0.60
10 wk	3.23±0.05	3.20±0.12	3.07±0.55
11 wk	3.33±0.05	3.25±0.13	3.17±0.71

\*Each value represents the mean±standard deviation.

Table 6. Effect of supplementing coconut oil-activated carbon on lactose percentage

	Average lactose (%)		
	No supplement	200g supplement	400g supplement
-1 wk	4.58±0.15*	4.68±0.13	4.57±0.06
0 wk	4.63±0.19	4.65±0.17	4.60±0.10
1 wk	4.59±0.10	4.72±0.14	4.60±0.07
2 wk	4.51±0.18	4.70±0.09	4.62±0.11
3 wk	4.60±0.12	4.53±0.10	4.50±0.00
4 wk	4.56±0.17	4.71±0.12	4.66±0.13
5 wk	4.61±0.20	4.72±0.13	4.66±0.09
6 wk	4.66±0.17	4.81±0.14	4.79±0.12
8 wk	4.58±0.22	4.75±0.13	4.73±0.12
9 wk	4.48±0.22	4.68±0.10	4.63±0.15
10 wk	4.58±0.25	4.75±0.10	4.77±0.15
11 wk	4.55±0.21	4.73±0.05	4.67±0.12

\*Each value represents the mean±standard deviation.

유당 및 SNF의 변화도 무첨가 대조구는 급여 전 후에 커다란 변화를 보여주지 못한 반면 첨가구에서는 공히 증가하는 경향을 보였다(표 6, 7, 8).

한편 체세포수의 변화 추이는 표로 제시하지 않았으나 각 처리구간에 일정한 경향을 보여주지는 못하였다. 3주 후에 모든 처리구에서 수치가 높게 나타난 것은 표준편차가 큰 것으로 보아 한 개체로 인해 전체적으로 높게 나타났다고 볼 수 있다. 특히 200g 첨가구에서는 한 개체의 체세포수가 200만을 넘는 경우도 있었다. 400g 첨가구에서 급여전 후에 모두 낮은 수치를 보여주었으나 활성화 첨가후에도 비록 더 이상 감소는 하지 않았으나 일정하게 낮은 수치를 보여주고 있는 점으로 보아 체세포수의 증가 완화가 특히 하절기의 체세포수의 관리가 어려울 때에 첨가 효과 가능성을 엿볼 수 있다. 그러나 무첨가 대조구에서도 점차로 감소 경향이 있는 바 직접적인 활성화탄의 효과라고 보기에는 무리가 따른다.

활성탄 첨가로 인한 전체적인 변동 추이는 유조성분 중 유단백질, 유당, SNF의 증가경향이 나타났으나 유량이 감소한 점으로 보아 유량 감소로 인한 농도의 증가에 의한 것인지 활성화탄의 직접적인 효과인지에 대해서는 분명하지 않다. 이에 대해서는 좀더 많은 시험을 통해 종합적인 검증이 필요하리라 본다.

### 3. 유지방산조성에 미치는 영향

야자유 함유 활성화탄 급여 전후의 유지방 중 지방산 조성의 변화를 각 단계별로 표 9에 나타내었다. 모든 처리구에서 유선에서 합성되는 단쇄 및 중쇄 지방산은 감소하는 경향을 보여주고 있으며 이 시험기간이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보여주고 있으며 이와는 대조적으로 사료 유래의 장쇄 지방산의 증가 경향을 알 수 있다. 또한 포화지방산의 함량은 점차로 줄고 불포화지방산의 함량은 증가하는 경향을 알 수 있다. 그러나 전체적으로 보아 모든 처리구간에 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다.

본 시험에 공시한 야자유의 지방산 조성은 80% 이상이 단쇄 또는 중쇄 지방산이므로 여기서 나타나는 장쇄지방산의 증가경향은 야자유에서 유래한 것보다

는 기초사료 자체에 함유되어 있는 지방에서 유래한 것이라 볼 수 있다. 또한 C16이하의 지방산들은 유선에서 합성되는 것이 대부분이므로 야자유가 C16 이하의 지방산을 다량 함유하고 있다고 하더라도 우유 중의 지방산으로 전이되었다고는 볼 수 없다. 따라서 기초사료 중의 조사료에서 유래한 불포화지방산이 우유중 불포화지방산의 비율을 증가시키고 이에 반하여 포화지방산의 비율이 감소하는 경향을 보였다고 사료된다. 그러나 모든 처리구간 및 시험기간 경과에 따르는 지방산조성의 변화는 상대적으로 크게 나타나지는 않았다. 흥미로운 사실은 야자유에는 건강상 좋지 않게 간주되고 있는 C12:0, C14:0, C16:0의 함량이 많았음에도 불구하고 무첨가 대조구와 처리구간에 차이가 없는 점으로 보아 우유 중에 그대로 전이되지는 않는 것으로 판명되었다.

활성탄을 부형제로 하고 야자유를 지방보충원으로 이용하는 야자유-활성탄 첨가사료의 젖소에서 사양시험을 통해 산유량과 유지방산 및 우유내 지방산 조성에 미치는 영향을 검토한 결과 산유성적에 미치는 영향은 특히 하절기 유량감소를 경감하는 효과를 얻어내지는 못하였으나 유단백질, 유당 등 무지고형물의 증가경향이 약간 있었다. 유지방은 유량의 변동에 가장 민감한 유조성분으로 활성화탄의 첨가에도 불구하고 200g 첨가구에서의 미미한 증가경향을 보였을 뿐 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다. 즉 사료섭취량감소로 인한 유량의 감소를 보충할 수 있는 에너지원의 부족과 건물 중 조사료의 섭취부족으로 유지방 함량의 감소가 예상되었고 대조구에서는 일반적인 이러한 경향을 보여주었으나 200g 첨가구에서 유지방이 약간이나마 증가한 것은 보충 급여한 야자유의 효과 및 활성화탄 자체의 반추위내 미생물에 대한 잠재적인 효과를 엿볼 수 있는 점이라 사료되지만 이에 대해서는 좀더 많은 연구와 검토가 뒤따라야 한다.

또한 활성화탄 200g 및 400g의 첨가는 건물 20kg의 급여량의 1% 및 2%를 차지하는 양이며 이중 30%가 지방이라고 하면 결국 두당 0.3~0.6%의 지방이 보충 급여된 것으로 계산된다. 일반적으로 젖소에 지방 첨가수준은 기초사료로부터의 지방공급 외에도 3~5%

Table 7. Effect of supplementing coconut oil-activated carbon on solids not-fat percentage

	Average solids not-fat (%)		
	No supplement	200g supplement	400g supplement
-1 wk	8.50±0.1*	8.45±0.25	8.27±0.49
0 wk	8.53±0.19	8.48±0.34	8.33±0.55
1 wk	8.51±0.11	8.59±0.28	8.29±0.58
2 wk	8.43±0.21	8.53±0.21	8.29±0.64
3 wk	8.15±0.51	8.45±0.10	8.20±0.10
4 wk	8.38±0.20	8.52±0.26	8.34±0.67
5 wk	8.46±0.23	8.52±0.24	8.33±0.69
6 wk	8.47±0.15	8.58±0.21	8.45±0.69
8 wk	8.48±0.26	8.63±0.21	8.60±0.72
9 wk	8.38±0.28	8.58±0.17	8.43±0.70
10 wk	8.53±0.30	8.73±0.15	8.63±0.70
11 wk	8.55±0.24	8.73±0.10	8.57±0.75

\*Each value represents the mean±standard deviation.

Table 8. Effects of supplementing coconut oil-activated carbon on milk yield and composition

		Treatments		
		No supplement	200g supplement	400g supplement
Milk, kg/d	-1 to 0 wks	29.±3.82*	29.9±4.33	32.7±8.22
	1 to 5 wks	27.3±5.32	27.0±5.09	30.7±6.79
	6 to 11 wks	25.4±5.89	25.2±4.52	26.8±6.79
Fat, %	-1 to 0 wks	3.54±0.55	3.29±0.31	3.68±0.76
	1 to 5 wks	3.45±0.13	3.46±0.30	3.30±0.15
	6 to 11 wks	3.29±0.16	3.35±0.33	3.40±0.22
Protein, %	-1 to 0 wks	3.19±0.09	3.03±0.09	2.97±0.46
	1 to 5 wks	3.08±0.06	3.09±0.06	2.94±0.48
	6 to 11 wks	3.20±0.05	3.16±0.07	3.06±0.62
Lactose, %	-1 to 0 wks	4.60±0.16	4.66±0.05	4.58±0.08
	1 to 5 wks	4.57±0.14	4.67±0.10	4.61±0.07
	6 to 11 wks	4.57±0.21	4.74±0.09	4.72±0.12
SNF, %	-1 to 0 wks	8.51±0.13	8.46±0.17	8.30±0.52
	1 to 5 wks	8.38±0.21	8.52±0.19	8.29±0.53
	6 to 11 wks	8.48±0.24	8.65±0.13	8.54±0.71

\*Each value represents the mean±standard deviation.

SNF: Solids not-fat.

Table 9. Effect of supplementing coconut oil-activated carbon on milk fatty acid composition

Fatty acid (wks)	Fatty acid composition (by weight, %)								
	No supplement			200g supplement			400g supplement		
	-1~0	1~5	6~11	-1~0	1~5	6~11	-1~0	1~5	6~11
4:0	2.60	2.64	1.83	2.76	2.84	1.90	2.88	2.60	1.71
6:0	2.27	2.23	1.81	2.31	2.25	1.80	2.40	2.12	1.64
8:0	1.46	1.41	1.23	1.40	1.35	1.16	1.46	1.31	1.09
10:0	3.28	3.06	2.76	3.06	2.64	2.54	3.11	4.26	2.44
12:0	4.02	4.42	3.84	3.74	4.48	3.69	3.82	4.76	5.02
14:0	11.85	12.02	11.60	11.40	11.62	11.14	11.52	11.84	10.89
14:1	0.79	0.80	0.84	0.71	0.83	0.88	0.86	0.91	0.95
15:0	0.84	0.87	0.92	0.86	0.91	0.93	0.80	0.89	0.89
16:0	28.70	28.11	28.02	28.15	28.11	27.56	28.22	27.97	27.88
16:1	1.41	1.35	1.51	1.15	1.24	1.40	1.45	1.33	1.52
17:0	0.47	0.52	0.46	1.09	0.60	0.49	0.44	0.46	0.49
18:0	10.39	10.91	10.95	12.16	11.90	12.18	10.80	10.84	11.93
<i>cis</i> 18:1w9	21.97	21.66	23.68	21.26	21.83	23.98	22.86	21.21	23.97
<i>trans</i> 18:1w7	0.98	0.97	1.01	0.98	0.99	0.95	0.90	0.93	0.89
<i>trans</i> 18:1w9	0.38	0.33	0.38	0.38	0.32	0.36	0.34	0.31	0.36
Total 18:1	23.33	22.96	25.07	22.62	23.14	25.30	24.11	22.46	25.22
18:2	2.93	3.00	3.24	2.97	2.91	3.14	2.77	2.47	2.93
18:3w6	0.28	0.44	0.15	0.36	0.33	0.12	0.42	0.39	0.12
18:3w3	0.28	0.29	0.32	0.31	0.25	0.29	0.23	0.24	0.28
CLA	0.72	0.66	0.76	0.60	0.57	0.64	0.65	0.66	0.62
20:0	0.16	0.15	0.18	0.17	0.16	0.19	0.15	0.13	0.18
20:1	0.18	0.15	0.23	0.20	0.11	0.23	0.15	0.61	0.21
20:3w6	0.14	0.18	0.17	0.14	0.17	0.16	0.13	0.14	0.16
20:4w6	0.17	0.22	0.19	0.17	0.21	0.19	0.17	0.64	0.17
20:5w3	-	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
22:0	0.00	0.04	0.08	0.00	0.02	0.08	0.00	0.02	0.06
22:2w6	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.09
22:5w3	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.13
Others	3.76	3.82	3.69	3.72	3.64	3.70	3.54	3.78	3.49
Total <C16	57.21	56.91	54.36	55.53	56.27	53.02	56.52	57.99	54.04
Total >C18	38.59	39.00	41.60	39.69	39.77	42.88	39.58	38.59	42.10
SFA	66.03	66.38	63.69	67.09	66.87	63.68	65.60	67.21	64.21
USFA	30.24	30.06	32.73	29.22	29.76	32.71	30.94	29.83	32.41

CLA: conjugated linoleic acid(18:2). SFA: saturated fatty acid. USFA: unsaturated fatty acid.

정도까지 추가 급여할 수 있다. 본 시험에 공시된 착유우는 비록 착유일수 150일경인 비유중기에 해당되어 낮은 수준으로 지방을 보충하여도 큰 문제는 없다고 보나 시험시기가 6~8월의 혹서기에 해당함으로 건물섭취량 감소에 따르는 에너지 보강 차원에서 지방의 추가공급이 필요한 때라고 할 수 있다. 따라서 본 시험에서의 지방급여 효과를 크게 기대한다고 하면 적어도 지방원의 첨가수준이 1% 정도 즉 활성탄 혼합상태로는 600~700g정도가 적당한 수준이라 할 수 있다. 그러나 개체간의 기호성을 고려하여 적응시간 및 급여형태 등 신중한 검토가 뒤따라야 한다.

한편 비록 본시험에서 과학적인 수치를 제시하지는 못하였으나 목장자의 의견 및 임상관찰을 토대로 검토한 결과 배변상태는 하리 및 연변이 적었고 분취 및 악취는 거의 감지하지 못했다. 이는 활성탄의 또 다른 측면에서의 효과라고 할 수 있을 것이다. 그러나 이 또한 좀더 체계적이고 과학적인 시험 및 검증이 필요하다고 본다.

결론적으로 본시험에서의 결과는 그리 만족스럽지는 않았지만 지방산조성의 결과를 토대로 하면 지방보충원으로서의 가능성은 충분히 가지고 있으며, 급여형태, 첨가수준, 첨가방법에 따라서는 활성탄의 흡착능 등 부대적인 효과도 충분히 기대할 수 있다고 사료된다. 실제로 배합사료에의 투입레시모다는 TMR이나 사일리지에의 혼합급여시에는 좀더 가시적인 효과를 기대할 수 있지 않을까 한다.

#### IV. 결론

야자유를 활성탄에 혼합제조한 야자유-활성탄의 첨가가 유량과 유조성분 및 체세포수, 우유내 지방산 조성에 미치는 영향을 검토하였다.

활성탄은 지방을 30%이상 함유하고 있음에도 불구하고 젓은 촉촉한 감이 없었으며, 작은 입자 크기의 덩어리진 형태일지라도 만지면 쉽게 부서질 정도로 여서 기초사료에 혼합하여 급여하기에는 적합하다고 사료되었다. 또한 증쇄지방산이 80% 이상으로 코코넛유의 특성을 그대로 살리고 있었다. 활성탄 첨가로

인한 유량이나 체세포수의 차이는 발견하지 못했다. 그러나 대조구에 비해 활성탄 첨가구에서 유조성분 중 유단백질, 유당, 무지고형분의 함량이 증가하는 경향을 보여주었다. 지방산조성에 미치는 영향은 처리구간에 뚜렷한 차이를 보이지는 않았다. 연변 및 분취감소 등 활성탄의 잠재적인 효과 가능성은 기대할 수 있었다.

활성탄의 잠재적인 효과를 과학적인 방법으로 검토할 필요성이 있으며, 급여형태, 급여방법, 첨가수준 등의 종합적인 검토가 좀 더 필요하리라 생각한다.

#### 참고 문헌

1. 국길, 명규호, 김용식(1993), 보호지방 첨가가 착유우의 생산성에 미치는 영향, 한국축산학회지, 35(2):115.
2. 김부웅, 성경식, 최연석(1999), 물의 전기분해를 이용한 납-흡착 활성탄으로부터 납의 제거, 공업화학, 10(6):929.
3. 김성현(1993), 낙농폐수를 이용한 생물활성탄 흡착층 모델의 작용가능성 연구, 대한환경공학회지, 15(4):629.
4. 김주봉, 손진언, 이성식, 이내우(1986), 활성탄에 의한 중금속 시안화물 착음이온의 흡착특성, 한국화학공학회, 24(1):1.
5. 김찬국, 민태원(1984), 활성탄에 의한 니켈 및 아연 이온의 흡착특성, 대한화학회지, 28(2):121.
6. 도갑수, 김병덕, 이근원(1988), 은 활성탄을 이용한 지하수의 살균효과에 관한 연구, 한국화학공학회 88 춘계학술발표회, pp. 290.
7. 문기호, 서상섭, 이현, 정연수, 송형근(1993), 활성탄에 대한 순수한 CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 및 혼합가스의 흡착특성, 한국화학공학회 93 추계학술발표회, pp. 228.
8. 박홍석, 김영혜, 조영국(1995), 울산 회야 정수장의 활성탄을 이용한 고도 정수처리 연구, 대한환경공학회 95년 추계학술연구발표회, pp. 82.
9. 박홍석, 이상윤, 정몽규(1997), 생물활성탄 공정에서 유기물 및 질소성분의 제거특성, 대한환경

- 공학회 97년 춘계학술연구발표회, pp. 223.
10. 배병옥(1997), 상수원수 내 천연 유기물질과 이취미 제거를 위한 분말활성탄의 적용, 대한환경공학회지, 19(12):1523.
  11. 손현식, 민병무, 김성현, 유기풍(1991), 염화동계-활성탄 흡착층에 의한 일산화탄소 흡착에 관한 연구, 한국화학공학회 91추계학술발표회, pp. 247.
  12. 송만강, 정태영, 심정석(1994), Flaxseed의 crushing 및 formaldehyde 처리가 사료의 반추위내 발효 특성, 분해율, 전장소화율 및 혈장의 지방산 조성에 미치는 효과, 한국축산학회지, 36:494.
  13. 송만강, 손호진(1997), Oil의 종류와 처리방법이 반추위 미생물에 의한 *In vitro* 발효특성 및 C18-불포화지방산의 Hydrogenation에 미치는 효과, 한국영양사료학회지, 21:463.
  14. 신경화, 왕창근(1997), 농촌지역 소규모 정수장에서 농약성분제거를 위한 입상활성탄 흡착공정 설계요소, 대한토목학회논문집, 17:269.
  15. 이종집, 장윤호, 조병린(1985), 활성탄에 대한 카드뮴 킬레이트 화합물의 흡착특성, 화학공학, 23(5):313.
  16. 정영연, 順藤義孝, 藤井隆夫, 鈴木基之(1995), 활성탄에 의한 수중(水中)의 농약류의 흡착, 대한환경공학회 95년 추계학술연구발표회집, pp. 174.
  17. 조수민, 왕창근, 김이호, 이영호, 오성민(1995), 입상활성탄에 의한 유기인계 농약의 제거를 위한 흡착공정설계요소, 대한환경공학회 95년 추계학술연구발표회, pp. 178.
  18. 황규대, 김민호, 강중립, 임재호, 임근태(1996), 막-생물반응조 공정에서 분말활성탄 투입이 염색폐수의 처리효율에 미치는 영향, 대한환경공학회 96년 추계학술연구발표회, pp. 94.
  19. Aii, T., M. Kurihara, S. Kume, M. Tomita, and H. Hayasawa(1990a), The effect of supplementing calcium soap of fatty acids and sodium acetate to the feed of dairy cows on milk yield, milk composition and milk fatty acid composition, Jpn. J. Zootech. Sci. 61:931.
  20. Aii, T., M. Kurihara, S. Kume, M. Tomita, and H. Hayasawa(1990b), The effect of feeding calcium soap of fatty acids and sodium acetate on the physiological responses of dairy cows, Jpn. J. Zootech. Sci. 61:959.
  21. Aii, T., M. Kurihara, and S. Ishida(1991a), Increase in  $\alpha$ -linolenic acid in milk fat by feeding the calcium soap of fatty acids prepared from linseed oil, Anim. Sci. Technol. (Jpn) 62:58.
  22. Aii, T., M. Kurihara, K. Shiraiishi, M. Tamaki, and Y. Chiba(1991b), The effect of feeding calcium soap of fatty acids on milk yield, milk composition and economical evaluation in dairy cows, Anim. Sci. Technol. (Jpn.) 62:636.
  23. AOAC(1990), Official methods of analysis (15th ed.), Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.
  24. Ashes, J. R., P. St. Vincent Welch, S. K. Gulati, T. W. Scott, and G. H. Brown(1992), Manipulation of the fatty acid composition of milk by feeding protected canola seeds, J. Dairy Sci. 75:1090.
  25. Canale, C. J., L. D. Muller, H. A. McCahon, T. J. Whitsel, G. A. Varga, and M. J. Lormore(1990a), Dietary fat and ruminally protected amino acids for high producing dairy cows, J. Dairy Sci. 73:135.
  26. Canale, C. J., P. L. Burgess, L. D. Muller, and G. A. Varga(1990b), Calcium salts of fatty acids in diets that differ in neutral detergent fiber: Effect on lactation performance and nutrient digestibility. J. Dairy Sci. 73:1031.
  27. Chalupa, W., B. Rickabaugh, D. S. Kronfeld, and D. Sklan(1984), Ruminal fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids, J. Dairy Sci. 67:1439.
  28. Chalupa, W., B. Vecchiarelli, A. E. Elser, D. S. Kronfeld, D. Sklan, and D. L. Palmquist(1986), Ruminal fermentation in vivo as influenced by

- long-chain fatty acids, *J. Dairy Sci.* 69:1293.
29. Chow, J. M., E. J. DePeters, and R. L. Baldwin(1990), Effect of rumen-protected methionine and lysine on casein in milk when diets high in fat or concentrate are fed, *J. Dairy Sci.* 73:1051.
  30. Davison, K. L., and W. Woods(1963), Effect of calcium and magnesium upon digestibility of a ration containing corn oil by lambs, *J. Anim. Sci.* 22:27.
  31. Demeyer, D. I., C. Henderson, and R. A. Prins(1978), Relative significance of exogenous and de novo synthesized fatty acids in the formation of rumen bacteria lipids in vitro, *Appl. Environ. Microbiol.* 35:24.
  32. Devendra, C., and D. Lewis(1974), The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. Degestibility studies, *Anim. Prod.* 19:67.
  33. Doreau, M., F. Legay, and D. Bauchart(1991), Effect of source and level of supplemental fat on total and ruminal organic matter and nitrogen digestion in dairy cows, *J. Dairy Sci.* 74:2233.
  34. Drackley, J. K., and J. P. Elliott(1993), Milk composition, ruminal characteristics, and nutrient utilization in dairy cows fed partially hydrogenated tallow, *J. Dairy Sci.* 76:183.
  35. Drackley, J. K., T. H. Klusmeyer, A. M. Trusk, and J. H. Clark(1992), Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into the abomasum of lactating dairy cows, *J. Dairy Sci.* 75:1517.
  36. Fujita, H., S. Matsuoka, J. Takahshi, and N. Kumase(1991), Relationship between chemical composition and ruminal protein degradability of conserved forages, *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)* 62:947.
  37. Grainger, R. B., M. C. Bell, J. W. Stroud, and F. H. Baker(1961), Effect of various cations and corn oil on crude cellulose digestibility by sheep, *J. Anim. Sci.* 20:319.
  38. Grummer, R. R.(1988), Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility, *J. Dairy Sci.* 71:117.
  39. Harfoot, C. G., and G. P. Hazlewood(1988), Lipid metabolism in the rumen. In: *The Rumen Microbial Ecosystem* (P. N. Hobson, ed.) Elsevier, London & New York, pp. 285-322.
  40. Hawke, J. C.(1971), The incorporation of long-chain fatty acids into lipids by rumen bacteria and the effect on biohydrogenation, *Biochim. Biophys. Acta* 248:167.
  41. Henderson, C.(1973), The effects of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria, *J. Agric. Sci. Camb.* 81:107.
  42. Hermansen, J. E.(1989), Feed intake, milk yield and milk composition by replacing unprotected fat by Ca-soaps for dairy cows, *Anim. Feed Sci. Technol.* 22:193.
  43. Hino, T., and Y. Nagatake(1993), The effects of grass lipids on fiber digestion by mixed rumen microorganism in vitro, *Anim. Sci. Technol. (Jpn.)* 64:121.
  44. Jenkins, T. C., and B. F. Jenny(1992), Nutrient digestion and lactation performance of dairy cows fed combinations of prilled fat and canola oil, *J. Dairy Sci.* 75:796.
  45. Jenkins, T. C., and D. L. Palmquist(1982), Effect of added fat and calcium on in vitro formation of insoluble fatty acid soaps and cell wall digestibility, *J. Anim. Sci.* 55:957.
  46. Jenkins, T. C., and D. L. Palmquist(1984), Effect of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations, *J. Dairy Sci.* 67:978.
  47. Kim, Y. K., D. J. Schingoethe, D. P. Casper, and F. C. Ludens(1993), Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of

- fatty acids for lactating dairy cows, *J. Dairy Sci.* 76:197.
48. Maczulak, A. E., B. A. Dehority, and D. L. Palmquist(1981), Effects of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria, *Appl. Environ. Microbiol.* 42:856.
49. Nagata, O.(1994), *StatView Nihongobantaiou, Macintosh-Igaku-Toukei Manual*, Shinkoukouuekiisho Press, Tokyo.
50. Palmquist, D. L., H. R. Conrad(1978), High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites, *J. Dairy Sci.* 61:890.
51. Palmquist, D. L., W. P. Weiss(1994), Blood and hydrolyzed feather meals as sources of undegradable protein in high fat diets for cows in early lactation, *J. Dairy Sci.* 77:1630.
52. Palmquist, D. L.(1991), Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows, *J. Dairy Sci.* 74:1354.
53. Palmquist, D. L., and T. C. Jenkins(1980), Fat on lactation rations: Review, *J. Dairy Sci.* 63:1.
54. Schauff, D. J., and J. H. Clark(1992), Effects of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows, *J. Dairy Sci.* 75:2990.
55. Schneider, P., D. Sklan, W. Chalupa, and D. S. Kronfeld(1988), Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows, *J. Dairy Sci.* 71:2143.
56. Sukhija, S., and D. L. Palmquist(1988), Rapid method for determination of total fatty acid composition of feedstuffs and feces, *J. Agric. Food Chem.* 36:1202.
57. Van Nevel, C. J., and D. I. Demeyer(1996), Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro, *Reprod. Nutr. Dev.* 36:53.
58. Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis(1991), Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, *J. Dairy Sci.* 74:3583.
59. White, T. W., R. B. Grainger, F. H. Baker, and J. W. Stroud(1958), Effect of supplemental fat on digestion and the ruminal calcium requirement of sheep, *J. Anim. Sci.* 17:797.
60. Yang, U. M., and H. Fujita(1996), Effect of different source of lipids on ruminal fermentation of grass components and microbial growth in vitro, *Anim. Sci. Agric. Hokkaido* 38:77.
61. 相井孝允(1992), 乳脂率アップと脂肪酸カルシウム給與, 畜産の研究, 46:743.
62. 田中和宏, 森浩一郎, 立山昌一, 吉屋堯美(1991), 夏期高温時における乳牛の飼料給與技術の改善に関する研究, 脂肪酸カルシウムの給與が搾乳牛に及ぼす影響. 鹿児島縣畜産試験場研究報告, 23:44.