

최 종
연구보고서

우모 digest 및 오징어 부산물을 이용한
taurine 강화 축산물 개발

Development of taurine enforced animal
productions by application of feather meal
digest and squid by-product

연구기관

중앙대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “우모 digest 및 오징어 부산물을 이용한 taurine 강화 축산물 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004년 8월 27일

주관연구기관명 : 중앙대학교

총괄연구책임자 : 백 인 기

세부연구책임자 : 김 우 연

장 문 백

연 구 원 : 이 복 희

임 희 석

이 승 민

이 한 규

조 중 호

정 병 윤

배 귀 석

협동연구기관명 : 단국대학교

위탁연구책임자 : 김 을 상

요 약 문

I. 제 목

우모 digest 및 오징어 부산물을 이용한 taurine 강화 축산물 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

가금육 소비섭취의 증가로 인하여 우모의 발생량은 매년 증가할 것이다. 아직 우무분의 사료내 최대 사용량은 2~3%에 지나지 않아 우모 발생량(년간 약 3만톤)의 1/3 정도만 우모분으로 활용되고 있다. 오징어 부산물 역시 그 활용도가 낮다. 따라서 우모 digest의 개발과 오징어 부산물의 사용량이 증가하면 폐기되는 많은 양의 자원을 활용할 수 있으며, 특히 우모의 단백질 이용을 향상으로 질소배설량을 줄여 환경오염부담을 감소시킬 것이다. 우모에 의한 축산물의 taurine 강화를 위해서는 keratin 형태의 disulfide bond로 결합되어 있는 우모 단백질 및 cystine 이용율을 향상시켜야 한다. 그동안 우모 단백질(아미노산)의 생체 이용율을 향상시키기 위해 가온가압 및 분해에 의해 제조된 우모분이 주로 이용되고 있다. 그러나 기존의 우모분 제조 방법으로는 케라틴태 단백질의 이용율 증진에 한계가 있으므로 hydrochloric acid, dimethylsulphoxide, sodium hydroxide 등의 화학적 처리에 의한 가수분해방법이 이용되어 오고 있다. 또한 keratinase에 의한 우모처리는 keratinase 생산균주의 위험성 때문에 FDA에서 대량생산허가가 나지 않기 때문에 경제적인 처리수단이 되지 못한다. 따라서 물리, 화학, 효소적 처리를 통하여 케라틴태 단백질을 분해하되 cystine의 파괴를 막는 적절한 방법의 개발이 필요하다. Cystine으로부터 taurine의 합성에는 3가지 pathway가 있으며 특히 CSAD (cystine sulfinic acid decarboxylase)가 key enzyme이고 P5P(pyridoxal-5'-phosphate)가 cofactor로 작용한다. 동물에 따라 CSAD의 활력이 다르므로 cystine으로부터 taurine을 효율적으로 합성하는 방법의 개발이 필요하다. 한편 오징어 부산물은 다량의 taurine을 함유하고 있기 때문에 가공 처리없이 사용할 수 있을 것으로 사료된다. Taurine의 전구물질인 우모의 cystine이 이용율 증가와 오징어 부산물에 의해 taurine이 강화된 부가가치가 높은 축산물을 생산

할 수 있으며, 이는 축산농가의 소득증대와 관련산업의 기능성 식품개발기술의 국산화 및 수입축산물과의 차별화에 기여하게 될 것이다. 타우린(Taurine)은 합황아미노산인 cystein의 최종대사물질로써 체내에서 단백질과 결합하지 않고 유리상태로 존재한다. Taurine에 대한 관심은 1975년에 taurine 함량이 적거나 함유되지 않은 사료를 고양이에게 급여시 고양이의 망막퇴행이 일어난다는 것이 밝혀진 이후이며 유아에게 taurine이 결핍된 유아식을 급여시 유아의 혈장과 뇌의 taurine수준이 모유를 급여한 유아에 비해 낮다는 사실이 밝혀졌다. 이러한 일련의 연구는 분유를 비롯한 유아식에 taurine을 첨가하도록 하였다. Taurine의 기능중 가장 잘 알려진 기능은 담즙산과 결합하여 지방소화에 돕는 것이지만 이외에도 뇌의 발달, 삼투압조절(Gaull등, 1993), prolactin 방출촉진(Scheibel등, 1980), 성장호르몬 분비촉진(Ikuyama등, 1988), insulin의 활력증진(Lampson, 1980), oxidation이나 peroxidation의 생성물로부터 세포막 보호(Li 등, 1993; Trachtman 등, 1993) 등의 생리적 기능을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 인체에는 taurine합성에 관여하는 cystein dioxygenase와 cystein sulfinate decarboxylase의 활성이 매우 낮아 타우린의 생합성이 거의 일어나지 않기 때문에 외부로부터 taurine을 공급받아야 한다. 타우린은 합황아미노산인 cystein으로부터 합성되기 때문에 cystine함량이 높은 공급원을 가축에 급여하면 taurine함량이 강화된 축산물을 생산할 수 있다. 가축사료원료중 타우린합성의 전구물질인 cystine이 가장 높은 원료는 우모분으로써 약 4.34%의 cystine을 함유하고 있어 이를 통해 taurine이 강화된 축산물을 생산할 수 있을 것이다. 그러나 우모분 단백질은 keratin형태로 되어 있어 아미노산의 생체이용율이 낮기 때문에 적절한 가공처리를 하여 그 이용율을 높일 필요가 있다. 따라서 우모를 적절히 가공처리한 우모digest를 개발하고 이를 이용하여 taurine이 강화된 축산물을 생산하며 동시에 taurine을 다량 함유하고 있는 오징어 내장을 이용하여 taurine 강화 돈육 생산으로 이들 원료의 사용량을 증대시켜 폐기량을 감소시키고 가축분에 의한 질소배출량을 감소시키므로써 환경오염을 줄일 수 있으며 Taurine강화 축산식품개발은 그 기능성에 의해 국민건강 증진에 도움을 주고 식품문화의 발전에 이바지 할것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 1차 년도(2001 ~ 2002)

1) 제1 세부과제 : 우모 digest 제조 방법 개발

가. 우모분 케라틴의 이황화 결합 제거용도의 환원제 선발 및 산가수분해 조건 확립

및 Prototype 우모digest생산

나. SDS-PAGE에서 우모분을 전기영동하여 단백질의 양상과 분자량 조사

다. 환원제 DTT, 2-mercaptoethanol, thioglycolic acid, hydroxylamine, sodium sulfide, TCEP 등을 처리하여 케라틴 단백질 이황화 결합 제거를 조사하여 최적 환원제 선발

라. Ellman's reagent인 DTNB 등을 이용한 환원된 시스테인 정량법을 확립

마. 우모분에 환원제 및 과산화포름산을 처리하면서 열처리법을 병행하여 상승효과를 조사

바. 염산, 황산, 인산 등을 사용하여 산가수분해반응 조건을 조사

사. Prototype 우모digest 생산

2) 제2 세부과제 : Taurine 강화 계육, 계란 및 돈육 생산

가. Sample로부터 taurine 추출방법 및 분석방법확립

나. Prototype 우모 digest의 in vitro 소화율, 아미노산 및 대사에너지 이용률 측정

다. Prototype 우모 digest에 의한 계육의 taurine 강화실험

라. Prototype우모 digest에 의한 계란내 taurine 강화실험

마. Taurine 강화를 위한 최적사용량 결정

2. 2차 년도(2002 ~ 2003)

1) 제1 세부과제 : 우모 digest 제조 방법의 개발

가. NaOH, KOH, ammonium hydroxide 등을 이용한 알카리 가수분해 조건 조사

나. Alkalase, Collupulin, Bromelain, Maxazyme, Delvolase 및 Fermizyme 등 상업적

프로테아제 중 환원제에 견디고 높은 염 농도에서 가수분해 반응이 양호한 효소를 선별

다. 제 2, 3 세부과제의 사양 실험에 필요한 우모분 분해물을 제공

라. 우모분 digest에서 시스틴, 시스테인, 시스테인산 분리 후 정량

2) 제2 세부과제 : 우모 digest에 의한 taurine 강화계육, 계란 및 돈육생산

가. 개선된 방법에 의해 생산된 우모 digest의 아미노산이용율 측정

나. 가금(육계, 산란계)에 있어 우모 digest에 의한 taurine 강화 최적수준 결정 및 효율 증진 방안(P5P이용)개발

다. 돈육내 taurine 강화실험

라. Taurine 강화제품에 대한 panel test

3) 제3 세부과제 : 우모 digest에 의한 taurine 강화우유 생산

가. 우모 digest를 이용한 taurine 강화 우유생산 방법개발

나. 우모분, cystine 및 MHA와의 비교시험

다. Taurine 강화우유에 대한 panel test

3. 3차 년도(2003 ~ 2004)

1) 제1 세부과제 : 우모 digest 제조 방법의 개발

가. 우모 digest scale up의 생산방법개발

나. 산 또는 알카리 처리한 우모분에 대한 복합 프로테아제 처리 조건 조사

다. 우모 digest에 기호성 증진제를 첨가한 제품 제조

라. Fresh feather meal을 최적 조건으로 분해한후 시스테인 분석

마. 제 2, 3세부과제의 사양 실험에 필요한 우모digest 제공

바. 우모digest 내의 *Salmonella* 같은 병원균의 존재 여부를 PCR 방법 등에 의해 조사

2) 제2 세부과제 : 우모 digest에 의한 taurine 강화 계육, 계란 및 돈육 생산

가. 개선된 방법에 의해 생산된 우모 digest의 아미노산이용율 측정

나. 가금(육계, 산란계)에 있어 개선된 방법에 의해 생산된 우모 digest의 생물학적 효능검정 및 taurine 강화 효율증진 실험(P5P이용)계속

다. 돈육내 taurine 강화효율 증진(P5P이용)실험

라. Taurine강화 축산물에 대한 panel test

3) 제3 세부과제 : 우모 digest에 의한 taurine 강화우유 생산

가. 젖소용 우모 digest의 기호성 증진방안(당밀, pelleting) 개발

나. 효율적인 taurine강화 우유 생산방안개발

다. Taurine강화 우유에 대한 panel test

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 우모 digest 제조방법의 개발

시스테인을 많이 포함하는 우모분을 사료로 사용하여 타우린 함량이 높은 육계와 우유를 생산하기 위한 우모 digest 생산법을 조사하였다. 우모분은 동물의 소화기관에서 소화율이 떨어지고 따라서 티우린으로 전환될 수 있는 유용한 시스테인의 함량이 낮아지게 된다. 이를 개선하기 위하여 산, 알카리를 이용한 우모분의 분해 조건을 조사하였다. 그리고 중화에 반응에 의한 염이 생성되지 않으며 폐수가 적게 나오는 과산화수소 분해법을 이용한 우모분 분해법의 조건도 조사하였다. 우모분에 여러 종류의 단백질 분해 효소를 처리하고 펩타이드 분포를 보여주는 Tricine SDS-PAGE법을 이용하여 우모분의 분해정도를 측정된 결과, 상온에서 10 mM NaOH, 10 mM HNO₃, 10 mM H₂O₂의 농도로 반응하는 조건이 최적임을 알 수 있었다. 시스테인의 SH기를 측정하는 DTNB 시약을 이용하여 상기와 같이 처리하여 얻은 우모분 내의 시스테인 함량을 조사한 결과, NaOH 처리한 우모분, HNO₃ 처리한 우모분, 그리고 과산화수소 처리 우모분 순서로 시스테인을 많이 함유하였다. 이는 처리과정에서 NaOH가 분석 가능한 우모분을 많이 노출시킬뿐 아니라 시스테인을 가장 적게 변화시키기 때문일 것이다. 이러한 조건으로 제조한 우모분을 육계의 근육 등 및 소의 우

유에서의 타우린 함량 증가를 조사할 수 있도록 다른 세부과제 팀에게 제공하였다. 공정이 간편하고 환경친화적인 과산화수소 분해법에서 얻어지는 우모분을 아미노산 분석법에 의하여 측정된 결과 시스테인, 시스테인산 등 시스테인류 아미노산의 함량이 3.2%로 나타나서 과산화수소 분해 우모분이 타우린 생성 목적의 사료로 사용될 수 있음을 보여주었다. 그리고 조단백질 함량 85% 이상의 좋은 단백질사료원인 우모분의 낮은 소화율이 과산화수소 처리에 의해 개선되는 정도를 조사하였다. 과산화수소를 함유한 수용액과 우모분을 혼합하면 상온에서 반응이 일어나며 우모분의 색은 짙은 갈색에서 밝은 황색으로 변하였다. 반응 전 불용성인 우모분은 과산화수소에 의한 분해가 진행됨에 따라 비특이적으로 펩타이드결합이 절단되고 이황화결합이 끊어지면서 물에 용해되어 부피가 팽창하였다. 1%의 과산화수소 처리 우모분은 단백질 분해효소에 의해 분해가 잘 될 수 있는 상태가 되어 pepsin 소화율이 처리 전 73%에서 처리 후 95% 까지 증가하였다.

2. 우모 digest에 의한 taurine 강화 계육, 계란 및 돈육 생산

가금(육계, 산란계) 및 돈육내 taurine 강화에 있어 개선된 방법의 의해 생산된 우모 digest의 생물학적 효능검정 및 taurine 강화 효율증진 실험(P5P이용)을 위하여 7회에 걸친 사양 실험을 실시하였다.

실험 1은 산 또는 알카리로 가공 처리하여 이용율이 높은 형태로 우모 가수분해물을 제조한 후, 이를 기초사료에 첨가하여 육계의 성장률과 계육(가슴살, 다릿살) 및 간과 심장의 타우린 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2회(실험1과 2)에 걸쳐 나누어 실시되었다. 실험 1은 1일령의 육계(Ross[®]종) 40수를 공시하여 4처리구에 각각 10수(암·수 5수씩)를 철제 배터리 케이지(가로: 90cm, 세로: 45cm, 높이: 50cm)에 배치하였으며, 실험 2에서는 70수를 공시, 7처리구에 각각 10수(암·수 5수씩)를 철제 배터리 케이지에 배치하여 3주간 사양시험을 실시하였다. 실험 1에서의 시험사료는 대조구 사료에 무처리 우모분 5%, NaOH 처리 우모분 5%, HNO₃ 처리 우모분 5%를 첨가하였으며, 실험 2에서는 실험 1의 처리구들과 함께 M-HNO₃ 처리 우모분 5%,

모발분 5%, 시스틴 파우더 0.22%를 첨가한 처리구들을 추가하여 만들었다. 타우린 분석은 실험 1에서 가슴살과 간, 실험 2에서는 가슴살, 간, 다리살 및 심장에서 분석하였다. 실험 1과 2에서 모두 FM(feather meal)과 NaOH-FM 첨가구가 대조구와 HNO₃-FM 첨가구에 비해 증체율이 높은 경향을 나타냈다. 실험 2에서는 시스틴 첨가구가 다른 처리구들에 비해 증체율이 가장 높았으며, NaOH-FM, HM, M-HNO₃-FM, HNO₃-FM, 대조구 그리고 R-FM 첨가구 순이었다. 실험 1의 타우린 분석 결과, 가슴살에서 NaOH-FM 첨가구가 대조구에 비해 유의하게 타우린 농도가 높았으며(P<0.05), 실험 2의 가슴살에서는 NaOH-FM과 CYS 첨가구가 다른 처리구에 비해 타우린 농도가 높은 경향을 보였다. 다리살의 타우린 분석에서는 R-FM과 NaOH-FM 첨가구가 HNO₃-FM과 HM(hair meal) 첨가구에 비해 타우린 농도가 유의하게 높았다(P<0.05). 간(실험 1과 2)과 심장(실험 2)에서의 타우린 농도는 처리에 따른 차이가 없게 나타났다.

실험 2는 산(HNO₃) 또는 알카리(NaOH)로 가공 처리하여 이용율이 높은 형태로 가수분해한 우모 digest를 기초사료에 첨가하여 산란계의 생산성과 계란내 taurine 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 23주령된 산란계(ISA-Brown) 960수를 총 4개의 처리군으로 구성하여 처리당 8반복, 반복당 15케이지, 케이지당 2수씩(처리당 240수씩 총 960수)을 완전임의배치하여 8주간 사양시험을 실시하였다. 처리 내역은 대조구 사료에 우모분(Feather meal; FM) 5%, NaOH 처리 FM 5%, 그리고 HNO₃ 처리 FM 5% 첨가구등 4처리를 두었다. 시험기간동안의 산란율은 HNO₃처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높았으나 이외의 우모분 첨가구들은 대조구와 차이가 없었다. 난중은 대조구와 우모분 첨가 처리구들간에 유의적 차이는 없었으며 사료섭취량은 NaOH-FM 처리구에서 대조구보다 유의적으로 감소하였다. 사료전환율은 NaOH-FM 처리구가 대조구에 비해 개선된 반면 NaOH-FM 처리구에서 높게 나타났다. 연파란율과 난각강도 모든 처리구간에 유의적 차이가 없었다. 난황중 taurine 함량은 NaOH-FM과 HNO₃-FM 첨가구에서 가장 높았고 다음으로 FM구였으며 대조구가 가장 낮았으나 통계적 유의성은 없었다.

실험 3은 taurine의 전구물질인 cystine 공급원으로서 우모분과 이의 생체이용율을 높이기위해 산 또는 알카리로 가공 처리하여 만든 우모분 digest를 기초사료에 첨가

하여 육계의 성장율과 계육(가슴살, 다리살) 및 심장의 taurine 함량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 시험사료는 대조구 사료에 무처리 우모분 5%, NaOH 처리 우모분 5%, HNO₃ 처리 우모분 5% 그리고 합성 타우린 0.5%를 첨가하였으며, 사양시험을 위하여 갓부화한 broiler(Ross[®]) 100수를 공시하여 5처리 2반복, 반복당 10수씩(암·수 5수씩) 2반복으로 철제 battery(가로: 90cm, 세로: 90cm, 높이: 50cm)에 배치하였다. 사양시험은 42일간 실시하였으며 21일령까지는 대조구사료를 모두에게 급여하였고, 처리 사료는 22일령부터 42일령까지 급여하였다. 증체량에 있어 처리구들은 control에 비해 낮았지만 유의차가 없었다. 사료 섭취량은 Taurine과 FM 급여구가 대조구에 비해 낮았고 NaOH-FM과 HNO₃-FM구들이 FM구 보다는 높은 경향이 있었다. 사료요구율은 NaOH-FM구가 FM과 HNO₃-FM구 보다 유의하게 높았고 대조구와 Taurine구와는 유의한 차이가 없었다. 대조구의 taurine 함량을 보면 심장근육이 1482 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았고 다리근육이 778 $\mu\text{g/g}$ 이었고 가슴살이 79 $\mu\text{g/g}$ 으로 낮았다. 다리살과 가슴살의 경우 처리간에 유의차(P<0.01)가 있었으나 심장에서는 유의차가 없었다. 다리살의 경우 control에 비해 처리구들의 taurine 함량이 유의하게 높았는데 Taurine 첨가구에서는 170%, FM구는 123%, NaOH-FM구는 122% 그리고 HNO₃-FM구는 63% 높았다. 가슴 근육의 타우린 함량은 Taurine구가 타처리구들에 비해 유의하게 높았고 대조구에 비해서는 246% 높았다. 심장의 경우에는 처리구들간에 차이가 없었다.

실험 4는 우모 digest의 cystine 이용율 향상과 생체이용율 증진을 위해 여러수준을 기초사료에 첨가하여 계란에 미치는 taurine 함량을 조사하기 위해 실시되었다. 우모분 첨가여부에 따른 기초시험사료1, 2의 대조구 사료를 두어 우모분이 첨가되지 않은 시험사료1에 cystine 0.25%, cystine 0.25% + pyridoxine 21mg/kg, taurine 0.25% 그리고 타우린 0.5%를 첨가하여 만들었고, Feather Meal을 기초로한 시험사료2는 사료에 무처리 우모분 6%, 무처리 우모분 6% + pyridoxin 21mg/kg, H₂O₂처리 우모분 6% 그리고 H₂O₂처리 우모분 6% + pyridoxin 21mg/kg 첨가하여 만들었다. 78주령의 산란계 (ISA-Brown) 810수를 총 9처리구로 구성하여 처리당 5반복, 반복당 9케이지, 케이지당 2수씩(처리당 90수씩)을 완전임의 배치하여 5주간 사양시험을 실시하였다.

5주동안 계란에 대한 관능검사 결과, 계란군은 모두 8 가지이지만 treatment는 우모분 첨가여부, 과산화수소수를 첨가여부, 피리독신 첨가여부, 시스테인 첨가여부, 타우

린 첨가여부의 5가지이다. 따라서 계란군별 기호도 차이가 개별적 treatment에 의한 것인지를 알아보기 위하여 다변량 분석을 실시하였다. 그러나 개별적 treatment에 의한 영향은 관찰되지 않은 것으로 나타났다. 계란군에 대한 관능검사 결과를 토대로 살펴볼 때 1주차에서는 대조군에 비해 기호도 점수가 모두 낮게 나타났는데 반해 시간이 흐름에 따라 계란처리군의 기호도 점수가 점차 높아지는 경향을 보였다. 이와같은 경향은 사료 중의 특정성분이 계란으로 축적되는데 일정시간이 소요되기 때문으로 보이며 기간별 관능검사치의 비교는 매우 의미있는 일로 사료된다.

실험 5는 우모분을 과산화수소 및 효소 처리한 우모 분해물(digest) 처리구들과 시스테인이 타우린으로 전환되는 과정에 조효소로 관여하는 pyridoxin 첨가구들이 육계의 성장률과 계육(가슴살, 다리살) 및 간의 타우린 함량에 미치는 영향을 조사하기 위해 갓 부화한 육계(Ross[®]) 1000수를 공시, 5처리 4반복 반복당 50수(암·수 25수씩)를 floor pen(가로: 200cm, 세로: 240cm)에 완전임의 배치하여 5주동안 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 전기(starter)사료를 3주간 그리고 후기(finisher)사료는 2주간 급여하였으며 대조구 사료에 우모분(FM) 5% 첨가사료(FM), FM 5% + pyridoxin 21mg/kg (FM + Pyridox), H₂O₂ 처리 FM 5% 첨가사료(H₂O₂-FM), 그리고 Enzyme 처리 FM 5% 첨가사료(Enzyme-FM)등 다섯 처리구를 두었으며 다리부위와 가슴부위 샘플을 반복당 암수 각 5수씩에 대하여 관능평가를 실시 하였다. 前期동안(1~3주) 증체량에 있어 FM + Pyridox 첨가구가 FM 및 FM digest 처리구보다 유의하게 (P<0.05) 높았지만 대조구와는 차이가 없었다. 사료 섭취량은 대조구가 FM 및 FM digest 처리구보다 높았다. 사료전환율은 FM구와 H₂O₂-FM구가 Enzyme-FM과 FM + Pyridox 처리구보다 유의하게 높았지만 대조구와는 차이가 없었다. 다리와 가슴 근육의 타우린 함량은 처리구들 사이에 유의한(P<0.01) 차이가 있었지만, 간의 경우에는 차이가 없었다. FM + Pyridox 첨가구의 타우린 함량이 다리와 가슴 근육에서 가장 높았으며, 대조구에 비해 다리근육에서는 85%, 가슴근육에서는 15% 증가되었다. 관능평가는 유의한 차이를 나타냈지만, 처리에 따른 평가요소간에 일정한 경향은 없었다. FM + Pyridox 처리구는 수컷의 다리근육(Raw)에서의 향미와 가슴근육(Broiled)의 다즙성에서 가장 높게 나타났다. 대조구는 암컷의 다리근육(Raw) 육색의 점수가 가장 높았으며, 수컷의 다리와 가슴근육(Broiled)에서 전반적인 바람직성은 가장 낮은 점수를 나타냈다.

실험 6은 우모분을 시스틴 공급원으로 선택하고 시스테인이 타우린으로 전환되는 과정에 조효소로 관여하는 pyridoxine 첨가구들이 산란계의 생산성과 계란의 난황에 미치는 타우린 함량을 조사하기 위하여 31주령의 산란계(Hy-Line Brown) 900수를 총 6처리구로 구성하여 처리당 5반복, 반복당 15케이지, 케이지당 2수씩(처리당 150수씩)을 완전임의 배치하여 4주간 사양시험을 실시하였다. 시험사료는 대조구 사료에 우모분(Feather meal; FM) 3% 첨가사료(FM 3%), FM 3% + pyridoxine 21mg/kg 첨가사료(FM 3% + Pyridox), FM 6% 첨가사료(FM 6%), FM 6% + pyridoxine 21mg/kg 첨가사료(FM 6% + Pyridox), 그리고 합성 타우린 0.25% 첨가사료(Taurine)등을 첨가하여 시험사료를 만들었다. 산란율은 FM 3% 첨가구가 가장 높았고, 대조구에 비해 FM 처리구들이 유의적으로 높았다. 난중은 시험사료 급여결과 FM 3% 첨가구와 FM 6% 첨가구가 가장 높았고 Taurine 첨가구가 유의하게 낮았다. 사료섭취량의 경우 대조구가 가장 높았고 FM 6% 첨가구가 가장 낮았다. 사료전환율은 대조구가 가장 높았고 FM 6% 첨가구가 가장 낮았다. 연파란율은 Taurine 첨가구가 유의하게 높았고 대조구가 가장 낮았다. 계란의 난황내 타우린 함량은 우모분의 cystine이 taurine으로 전환되는데 pyridoxine의 첨가 효과가 컸으며 합성 taurine 0.25% 첨가구가 가장 높았고 우모분 처리구 중에서는 FM 6% + Pyridox 첨가구가 57% 강화되어 가장 높게 나타났다.

관능평가는 실험 초기인 1주차에서는 대조군에 비해 실험군의 기호도 점수가 낮은 속성들이 많이 나타났으나, 시간이 흐름에 따라 계란에 우모분 혹은 우모분+피리독신, 타우린 등을 첨가한 사료를 먹인 실험군에 대한 속성별 기호도 점수가 점차 높아지는 경향을 보였다. 이와 같은 경향은 사료 중의 특정성분이 계란으로 축적되기까지는 일정시간이 소요되기 때문으로 보이며 따라서 기간별 관능검사 결과치의 비교는 필수적인 것으로 판단된다. Taurine 첨가구가 실험 1주부터 4주까지 모든 속성에서 가장 높은 점수를 나타내 기호도가 가장 좋은 것으로 평가되었다.

실험 7은 우모분(FM)이 비육돈의 성장률과 돈육(등심, 안심, 햄) 및 심장과 간의 taurine 함량에 미치는 영향을 조사하기 위해 3월 교잡종(Yorkshire × Landrace × Duroc) 비육돈 135두를 공시하여 5처리 3반복 반복 당 9두씩(암컷 : 거세수컷=4 : 5) 배치하여 11주간 사양시험을 실시하였다. 사양시험은 기초사료(control), 기초사료+FM 3% 첨가구, 기초사료+3%+pyridoxin 10ppm 첨가구, 기초사료+FM 6% 첨가구

및 기초사료+FM 6%+pyridoxin 10ppm 첨가구를 시험사료로 하여 11주간 급여 하였다. 일당증체량과 사료섭취량은 대조구에 비하여 우모분 첨가구가 높았지만 유의성은 없었다. 사료효율은 대조구가 우모분 첨가구(T2, T4 및 T5)에 비하여 유의하게 좋았다. 대조구의 taurine 함량을 보면 심장 근육이 1393.8ppm으로 가장 높았고 간이 647.3ppm, 안심이 601.2ppm, 햄이 462.4ppm, 등심이 375.8ppm 순서로 나타났다. 심장, 햄, 등심과 안심의 경우 처리 간에 유의차($p < 0.05$)가 있었으나 간에서는 유의차가 없었다. 관능검사에서는 날 것의 경우 성별에 따른 현저한 차이가 관찰되지 않았으나 부위별로는 삼겹살이 등심보다 더 좋은 관능특성을 갖는 것으로 평가 되었다. 삶아서 익힌 경우 수컷에서는 삼겹살이, 암컷에서는 등심이 더 좋은 것으로 평가 되었다. 이는 부위별 비교에서도 동일하게 나타나 수컷에서는 삼겹살이 암컷에서는 등심이 더 좋은 것으로 평가 되었다.

3. 우모 digest에 의한 taurine 강화 우유 생산

본 연구는 반추위 내에서 보호단백질의 역할을 하는 taurine 전구체를 이용하여 taurine 강화 우유의 생산과 유생산성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시되었다. 실험 I 은 착유우 사료 내 feather meal (FM), feather meal digest (FMD)를 각각 0, 1, 3, 5% FM/cow/kg DMI와 0, 1, 3, 5% FMD/cow/kg DMI를 16마리 착유우를 이용하였으며, 5% FMD/cow/kg DMI에 각각 0, 1, 3, 5g L-cysteine 처리구와 각각 0, 1, 3, 5ml methionine hydroxyl analogue (MHA)에 5% FMD/cow/kg DMI 처리구를 착유우를 이용하여 우유 내 taurine 함량과 유생산성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각각 2반복하여 대조구와 비교시험 하였다.

3% FM과 5% FMD 처리구는 유생산량이 증가하였다 ($P < 0.05$). FMD 처리구는 전체적으로 유단백질 함량이 증가하였으나 유지방 감소와 Milk urea nitrogen (MUN)이 다소 증가하였다. 우유 내 taurine 함량은 3% FM과 5% FMD 처리구에서 각각 14%와 22% 증가하였다.

5% FMD와 L-cystein과 MHA 처리구의 유량은 첨가량에 따라 증가하였으며, 체세포수는 L-cysteine (5g), MHA (5ml)와 5% FMD 처리구에서 감소하고, 유지방, lactose와 MUN에는 차이가 없었다. 우유 내 taurine 함량은 MHA+5% FMD 처리구

가 높았으며, L-cysteine (5g)+5% FMD처리구와 MHA (1ml)+5% FMD처리구는 무처리구에 비해 각각 39%와 65% 증가하였다. 실험 III은 대조구를 5% FM처리구로 하였으며 5% FM+3% molasses와 1ml MHA+3% molasses 첨가가 우유 내 taurine 함량과 유생산성에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 우유 내 taurine함량은 대조구에 비해 3% molasses처리구와 1ml MHA+molasses처리구에서 유의하게 증가하였으며 ($P<0.05$), 처리구간에는 통계적 차이가 없었다. 유량, 유지방, 유단백질 함량은 처리구간 통계적 차이는없었으나 대조구에 비해 다소 증가하는 경향을 나타내었다. MUN함량은 대조구에 비해 두 처리구에서 유의하게 감소하였으며($P<0.05$), 체세포수는 통계적으로 유의하게 증가 ($P<0.05$)하는 하였다.

FM (5%)+molasses (3%)와 FM(5%)+Molasses (3%)+MHA (1ml) 첨가에 따른 우유 내 taurine 함량의 변화는 Table 4와 같다. 시험사료 급여 전 3일 동안 채취한 12마리 착유우의 taurine농도는 32.21~45.55 $\mu\text{mol/l}$ 의 범위로 나타났고, 평균 41.32 \pm 8.52 $\mu\text{mol/l}$ 로 측정되었다.

FM (5%)+molasses (3%)와 FM(5%)+Molasses (3%)+MHA (1ml)처리구는 Control 구에 비해 통계적으로 유의하게 taurine 함량이 증가하였으나 ($P<0.05$) 두 처리구 간에는 차이가 없었으나 FM (5%)+Molasses(3%)+MHA (1ml)처리구에서 다소 높은 경향을 보였다. 유성분 중 유량, 유지방, 유단백은 처리구간 통계적 차이가 없었으며, MUN농도는 FM (5%)+molasses (3%)와 FM(5%)+Molasses (3%)+MHA (1ml)처리구에서 통계적으로 유의하게 감소하였다 ($P<0.05$)며, 이와 같은 결과는 실험 1에서 우모분 5% 첨가구와 실험 2에서 MHA 1ml첨가구에서 MUN 농도가 다소 감소한 경향과 비슷한 결과를 나타내었다. SCC의 변화는 두처리구에서 유의하게 증가하는 결과를 나타내었는데, 우모분 5%첨가구에서 통계적 차이 없이 SCC가 증가한 경우와 일치하였으나 2차년도 실험에서 MHA 1ml첨가구에서 통계적으로 유의하게 감소하였던 경우와는 상반된 결과를 나타내었다.

결론적으로 본시험에서 보호단백질을 특성을 가지고 있는 가축부산물의 가공을 통한 taurine강화 우유의 생산은 MHA (1ml)+5% FMD처리구에서 가장 높았으며, FM과 FMD 또는 L-cysteine처리에 의해서도 우유 내 taurine함량이 증가하였다. 그러나 유생산성향상에는 큰 영향을 미치지 않았다. 우유균에 대한 관능검사 결과를 토대로 살펴볼 때 1주차에서는 대조군과 우모분 첨가군간의 기호도 점수에 있어서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나 시간이 지날수록 대조군에 비해 우모분의 첨

가량이 가장 많은 우모분 5% 첨가군의 기호도 점수가 특히 높게 나타나는 경향을 보였다. 이와같은 경향은 계란군의 관능검사 결과와 마찬가지로 사료 중의 특정 성분이 우유에 축적되는데 일정 시간이 소요되기 때문으로 보이며 기간별 관능검사치의 비교로 이와같은 경향을 확인할 수 있었다.

SUMMARY

I. Title

Development of taurine enforced animal product using feather meal digest and squid by-product

II. Research Results

1. Development of feather meal digests Production

Production method for feather meal digest was investigated in order to produce chicken meat and cow milk containing higher amount of taurine feeding feather meal containing higher amount of cysteine. Lower digestibility of feather meal in animal decreases the amount of cysteine available resulting in less accumulation of taurine in animal. In order to increase the digestibility of feather meal, hydrogen peroxide treatment method, in which lower salt and waste materials were formed, in addition to acid treatment and base treatment methods. Tricine SDS-PAGE with feather meal samples digested with some proteases shows that feather meal digestion at room temperature with 10 mM NaOH, 10 mM HNO₃, 10 mM H₂O₂, respectively, was found to be optimal.

Based on the cysteine determination using DTNB, which reacts with SH group in the sample, feather meal digest contained higher amount of cysteine in the order of NaOH-treated feather meal, HNO₃-treated one, and H₂O₂-treated one. This result indicates that more cysteine amino acids were exposed to DTNB in the feather meal treated with NaOH without significant change of the chemical structure of cysteine in the sample.

The feather meal digests produced under optimal conditions were given to other

researchers, who were supposed to feed the feather meal digests to higher the taurine content in the chicken meat and cow milk in this research project. The fact that the feather meal digest produced with hydrogen peroxide contains 3.2% cysteine derivatives based on the determination of amino acids using the amino acid analyzer indicates that this feather meal could be used for the taurine content increase experiments. The feather meal's color was changed from dark brown to bright yellow by treatment with hydrogen peroxide. Pepsin digestibility increased from 73% with feather meal to 95% with the hydrogen peroxide-treated feather meal.

2. Production of taurine enriched broiler meat, egg and pork with feather meal

Seven experiments were conducted to investigate the effects of supplemental feather meal digests on the taurine content and performance of animal production.

Experiment 1 of two experiments were conducted to investigate the effects of supplemental feather digests on the growth of broiler chicks and taurine content in the broiler meat. In experiment 1, a total of 40 broiler chickens (Ross[®]) were assigned to 4 dietary treatments: control (T1), regular feather meal (FM) diet (R-FM, T2), NaOH treated FM diet (NaOH-FM, T3), HNO₃ treated FM diet (HNO₃-FM, T4). In experiment 2, a total of 70 broiler chickens were assigned to 7 dietary treatments: T1 to T4 (same as those of Exp. 1), modified HNO₃ treated FM diet (M-HNO₃-FM, T5), hair meal diet (HM, T6) and 0.22% cystine supplemented diet (CYS, T7). Feather meals and hair meal were supplemented at the level of 5% in the diet. In experiment 1 and 2, weight gain of chicks fed R-FM and NaOH-FM tended to be higher than control and HNO₃-FM. In experiment 2, weight gain of chicks fed CYS was the highest followed by R-FM, M-HNO₃-FM, NaOH-FM, control, HM and HNO₃-FM. In experiment 1, taurine content in breast muscle of chicks fed NaOH-FM was significantly

higher($P < 0.05$) than control. In experiment 2, taurine content in breast muscle of chicks fed NaOH-FM and CYS tended to be higher than other groups. Taurine content in leg muscle was significantly different among treatments as NaOH-FM and R-FM being highest followed by M-HNO₃-FM, CYS, control, HNO₃-FM and HM. Taurine content in the liver(Exp. 1 and 2) and heart(Exp. 2) were not significantly affected by treatments. These results indicated that 5% NaOH-FM in the diet was effective in increasing taurine content in breast and leg muscle of broiler chicks.

Experiment 2 was conducted to investigate the effects of supplemental feather meal(FM) digests on the taurine content and performance of laying hens. Feeding trial was conducted with 960 23-wk-old ISA Brown layers for 8wks. The experiment consisted of four dietary treatments; control(basal diet), feather meal 5%(FM), NaOH treated FM diet 5%(NaOH-FM), HNO₃ treated FM diet 5%(HNO₃-FM). The highest egg productions were shown in treatment HNO₃-FM, but the other treatments were not significantly different compared with the control. Egg weight was not significantly different among treatments. The rate of broken and soft egg production was not significantly affected by treatments. Birds in treatments NaOH-FM showed higher egg production and improved feed conversion ratio. Taurine content in egg yolk of layer fed NaOH-FM, HNO₃-FM supplementation was higher than other treatments. But differences among treatments were not significant. It was concluded that HNO₃-FM had a positive effect on egg production and NaOH-FM showed improved feed conversion ratio. But taurine content in egg yolk was not affect by feather meal treatments.

Experiment 3 was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of feather meal(FM) and its digests on the performance of broiler chicks and taurine content in broiler meat. A total of 100 broiler chickens were assigned to five dietary treatments; Control, FM diet(FM), NaOH treated FM diet(NaOH-FM), HNO₃ treated FM diet(HNO₃-FM) and 0.5% synthetic taurine

supplemented diet(Taurine). Treated diets were supplemented with FM or FM digests at the level of 5% to the control diet. Treated diets were fed during last 3wks of 6wks feeding. During the finisher period, weight gain of chicks fed FM treatments tended to decrease in general. Feed intakes of FM and Taurine were significantly lower than the control but were not significantly different from NaOH-FM or HNO₃-FM. Feed conversion ratio(feed intake/gain) of NaOH-FM was significantly higher than those of FM and HNO₃-FM but not different from those of the control and Taurine. Taurine content of the control was highest in heart muscle(1482 μ g/g) followed by leg muscle(778 μ g/g) and breast muscle(79 μ g/g). Taurine contents of leg and breast muscle were significantly(P<0.01) affected by treatments but that of heart muscle was not. Taurine content of Taurine treatments was highest in both leg and breast muscle. Taurine content of leg muscle was increased 170% by Taurine supplementation, 123% by FM supplementation, 122% by NaOH-FM supplementation and 63% by HNO₃-FM supplementation compared with control. Taurine content of breast muscle of Taurine treatment was 246% higher than the control, but other treatments were not different from the control. In conclusion, supplementation of feather meal at 5% level of broiler diet can enrich taurine content of leg muscle. Chemical treatments of FM were not effective in improving taurine enrichment of broiler meat.

Experiment 4 was conducted to investigate the effects of supplemental feather meal digests on the taurine content and performance of laying hens. Feeding trial was conducted with 810 78-wk-old ISA-Brown layers for 5wk. The experiment consisted of nine dietary treatments; T1; control(basal diet), T2; T1 + feather meal(FM) 6% diet, T3; T2 + powder pyridoxin(21mg/kg) supplemented diet, T4; T1 + H₂O₂ treated FM 6%, T5; T4 + powder pyridoxin(21mg/kg) supplemented diet, T6; T1 + powder cystine(0.25%) supplemented diet, T7; T6 + powder pyridoxin (21mg/kg) supplemented diet, T8; T1 + powder taurine supplemented diet(0.25%), T9; T1 + powder taurine supplemented diet(0.5%). Birds in treatments T3 showed significantly higher(P<0.05) egg production, feed intake, feed conversion ratio, egg

weight, haugh unit and eggshell strength than those fed other treatments. Taurine content in egg yolk of layer fed taurine 0.25%, 0.5%(T8, T9) was significantly highest($P<0.05$) than other treatments. Other treatments was not significantly different among treatments of taurine content in egg yolk. The sensory evaluation was conducted to select the best qualified eggs when consumed by lay public. Tests were performed weekly up until 5th week. Five sensory attributes were evaluated by using Hedonic Scale Acceptance test(5 points): yolk color, taste, aroma, texture, and overall acceptability. The results were as follows: At the first week, the control eggs were the most favored and the eggs with taurine the least favored as far as the overall acceptability was concerned ($p<0.05$). At the second week, the similar results were observed in most of the attributes except texture. However, the better scores were recorded in several treatments compared to the control. At the third week, the overall acceptability of the eggs with cystein have marked the highest score($p<0.05$). At the fourth week, the texture as well as overall acceptability of the eggs with taurine were the highest($p<0.01$). At the fifth week, this kind of tendency persisted($p<0.05$). From the findings, the preferences towards the eggs fortified with various components in comparison to the control eggs tended to improve as time went by. This might be explained by which it could take some time to transfer and deposit the special components from feeds to the body of the animal.

Experiment 5 was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of feather meal(FM its) digests on the performance of broiler chicks and taurine content in broiler meat. A total of 1000 broiler chickens were assigned to five dietary treatments: Control, FM diet(FM), FM + pyridoxine 21mg/kg (FM + Pyridox), H_2O_2 treated FM diet(H_2O_2 -FM) and enzyme treated FM diet(Enzyme-FM). Treated diets were supplemented with FM or FM digests at the level of 5% to the control diet. During the stater period, weight gain of chicks fed FM + Pyridox was significantly higher ($P<0.05$) than those of the other FM or FM digest treatments but was not different from the control. Weight gain of overall period were not significantly

different among treatments. Feed intake of the control was greater than that of FM or FM digest treatments. Feed conversion ratio(feed intake/gain) of chicks fed FM and H₂O₂-FM were significantly higher than those of Enzyme-FM and FM + Pyridox, but were not significantly different from the control. Taurine contents of leg and breast muscle were significantly (P<0.01) different among treatments but those of liver were not significantly different. Taurine content of FM + Pyridox was highest in both leg and breast muscle. It was 85% higher in leg muscle and 15% higher in breast muscle than that of the control. The sensory evaluation was conducted to Chicken Fed with Feather Meal, Pyridoxine, Hydrogen Peroxide, and Enzyme. Tests were performed according to the sex and the chicken parts(breast and legs) when chicken was prepared as raw or broiled. Sensory attributes for the raw chicken were aroma, color, off-flavor, purge, and overall acceptability, whereas aroma, flavor, juiciness, tenderness, and overall acceptability were measured for the broiled chicken based on the 5 point Hedonic scale. The results were as follows: When chicken parts were compared according to the sex of the bird either in raw or cooked state, the meat color of raw chicken breast and legs in rooster were preferred to those of hen(p<0.05). The degree of purge of raw chicken breast and aroma of raw chicken leg in hen was better than those of rooster(p<0.01). Most of sensory attributes of broiled chicken breast tended to be higher in rooster. The broiled chicken leg of hen was scored in most of attributes except in aroma. When sensory qualities of rooster and hen were compared according to the chicken breast and legs either in raw or cooked state, the raw chicken breast of rooster was preferred to raw chicken legs except for overall acceptability, while the chicken breast of hen was highly scored in aroma, off-flavor and the degree of purge. In case of broiled chicken, the breast tended to be better in every attributes than the legs and the juiciness and tenderness of broiled chicken breast were significantly better than those of the chicken legs. Especially, the broiled chicken breast of 5% feather meal + pyridoxine diet was scored the highest in the juiciness and tenderness(p<0.001). Similar tendency was observed in the hen. From the finding, the meat color of raw chicken in rooster was preferred to that

of hen and raw chicken breast was better scored than the raw chicken legs. The broiled breast of the rooster was preferred to the hen breast, while the broiled legs of the hen were preferred to the breast of the rooster. When ignore the sex difference of chicken, the chicken breast was favored to the chicken legs overall. It is concluded that taurine can be enriched especially in broiler leg meat by 5% FM diet supplemented with pyridoxine.

Experiment 6 was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of feather meal and pyridoxine on the taurine content and performance of laying hens. Feeding trial was conducted with 900 31-wk-old Hy-Line Brown layers for 4wk. The experiment consisted of six dietary treatments; control(basal diet), feather meal(FM) 3% diet(FM 3%), FM 3% + pyridoxin 21mg/kg supplemented diet(FM 3% + pyridox), FM 6% diet(FM 6%), FM 6% + pyridoxin 21mg/kg supplemented diet(FM 6% + pyridox), Synthetic taurine 0.25% supplemented diet(Taurine). Egg production of birds fed FM 3% was significantly higher($P < 0.05$) than those of the other FM or FM+pyridoxine treatments. Egg weight of Taurine was significantly lower than the FM 3% and FM 6% but were not significantly different from FM 3% + Pyridox or FM 6% + Pyridox. Feed intake and feed conversion of the control were greater than that of FM or FM + pyridoxine treatments. Broken and soft egg production of Taurine were higher than the other treatments. Taurine content of FM 3% + Pyridox, FM 6% + Pyridox, Taurine treatments were significantly ($P < 0.01$) higher than the control. Taurine content in egg yolk of layer was increased 64.7% by Taurine supplementation, 57% by FM 6% + Pyridox supplementation, 32.1% by FM 3% + Pyridox supplementation, 16.6% by FM 6% supplementation compared with control.

The sensory evaluation was undertaken to find the best qualified eggs laid from Feather Meal Alone, Feather Meal with Pyridoxine, and Taurine Diet. Five sensory attributes were evaluated by using Hedonic Scale Acceptance test(5 points) during 4 weeks: yolk color, taste, aroma, texture, and overall acceptability. The results were as follows: At the first week, the eggs from taurine added diet

were the most favored in terms of the texture, although texture was significantly higher in the eggs from Taurine diet than those in the eggs from FM 6% and FM 3% + pyridoxine($p<0.05$). At the second week, most of scores of the sensory attributes were numerically higher in the treatments except texture, although there was no significant difference compared to the control. At the third week, the eggs from Taurine added diet had marked the highest scores in terms of taste, texture and overall acceptability($p<0.01$). At the fourth week, the eggs from Taurine added diet had also recorded the highest scores in terms of yolk color, taste, texture and overall acceptability($p<0.01$). In addition, overall scores of the treatments were higher than the control, and the eggs from Taurine diet kept the highest scores among the treatments. From the findings of the second year study as well as the first year study, preferences to the eggs from special diet tended to improve as time went by. Among the treatments, the eggs from Taurine added diet have consistently shown the highest scores.

Experiment 7 was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of feather meal(FM) and its digests on the performance of pigs and taurine content in pork meat. A total of 135 pigs were assigned to five dietary treatments; Control(T1), 3% FM supplemented diet(T2), 3% FM and 10ppm pyridoxin supplemented diet(T3), 6% FM supplemented diet(T4) and 6% FM and 10ppm pyridoxin supplemented diet(T5). The experimental diets were fed during whole feeding period. During the whole period, ADG and ADFI of pigs fed FM treatments tended to increase in general. Feed conversion ratio(feed/gain) of control was significantly lower than FM treatments. Taurine content of pork meat was the highest in heart muscle followed by liver, tenderloin, ham and loin. Taurine contents of heart, ham, loin and tenderloin were significantly($p<0.05$) affected by treatments but that of liver was not. In conclusion, supplementation of feather meal of hog diet is expected to produce enrich taurine pork.

The sensory evaluation was conducted to select the best quality pork when consumed by lay public. Five types of pork were produced by feeding different

diets: Tests were performed according to the sex and the pork parts (belly and sirloin) when pork was prepared as raw or broiled. Sensory attributes for the raw pork were aroma, color, off-flavor, purge, and overall acceptability, whereas aroma, flavor, juiciness, tenderness, and overall acceptability were evaluated for the boiled pork based on the 5 point Hedonic scale. The results were as follows: When pork parts were compared according to the sex of the animal either in raw or cooked state, the aroma, off-flavor and purge of raw sirloin in sow were numerically higher in scores. In raw pork belly, most of sensory attributes in boar were preferred to the sow. However, the boiled sirloin of sow was better in juiciness, tenderness, and overall acceptability than that of boar. On the other hand, every attributes of boiled pork belly in boar were better than those of the sow. When sensory qualities of boar and sow were compared according to the pork sirloin and belly either in raw or cooked state, the raw pork belly of the boar was superior to the sow in most of the attributes except aroma. In sow, the raw pork belly was preferred to the pork sirloin over the meat color, purge, and overall acceptability. In cooked pork, the pork belly of the boar was preferred to the sow except for the aroma and flavor, while the pork sirloin of the sow was preferred to the pork belly in most of attributes. Although no distinct differences between sex were not observed, the preferences towards pork parts has been exhibited: pork belly was favored to pork sirloin in general. Pork belly have shown better scores than pork sirloin in boar, but pork sirloin of sow was preferred to the pork belly.

3. Effects of Supplementation of Processed Feather Meal on Taurine Content and Milk Production in Lactating Cows

This study, consisting of two experiments, was conducted to determine the effects of feeding taurine precursor feather meal (FM), feather meal digest (FMD), L-cysteine, methionine hydroxyl analogue (MHA) on taurine of milk content and milk production on sixteen Holstein dairy cows. FM and FMD levels

were each of 0, 1, 3 and 5%/cow/kg DMI. Taurine concentration of 3% FM and 5% FMD treatments were increased 14% and 22%. 3% FM and 5% FMD treatments had a positive effect on milk yield also FMD treatment affected a positive milk protein, but negative milk fat and milk urea nitrogen (MUN).

L-cysteine levels were each of 0, 1, 3 and 5g with 5% FMD/kg DMI, and MHA levels were each of 0, 1, 3 and 5ml with 5% FMD/cow/kg DMI. Milk yield increased L-cysteine with 5% FMD and MHA 5% FMD treatments ($P < 0.05$), but decreased 1g L-cysteine and 1ml MHA treatments. Somatic cell count (SCC), fat and lactose in milk was affected a positive 5g L-cysteine and 5ml MHA with 5% FMD/cow/kg DMI treatment, but MUN was not different. Taurine concentration of milk was higher MHA with 5% FMD/cow/kg DMI treatment than control. 5g L-cysteine with 5% FMD/cow/kg DMI and 1ml MHA treatment showed increase taurine concentration in milk respectively, 39% and 65% than control. However, 1ml MHA with 5% FMD/cow/kg DMI treatment was highest taurine concentration in milk, but milk composition was not different.

Control, 5% FM with 3% molasses/cow/kg DMI and 5% FM/kg DMI with 3% molasses added 1ml MHA/cow/kg DMI. Taurine concentration of milk was significantly increased 3% molasses and 1ml MHA treatments ($P < 0.05$). Milk yield, Milk fat and milk protein were not significant different. MUM and SCC were significantly increased FM and MHA treatments ($P < 0.05$).

These results were considered that increase taurine concentration in milk may influence on microbial protein synthesis in the rumen and ruminant metabolism as supplement of FM, FMD, L-cysteine and MHA.

The sensory evaluation was performed to select the best qualified milk when consumed by lay public. Three different types of milk were collected from cows fed feeds added with 1%, 3%, and 5% feather meals, respectively and the control with normal feed. Sensory tests were carried out weekly for 3 weeks. Four sensory attributes were evaluated by using Hedonic Scale Acceptance test (5 points): milk color, taste, aroma, and overall acceptability. The results were as follows: At the first week, there was no significant differences between the

control and the treatments in every sensory attributes. Also, no consistent tendency for the sensory attributes were observed. At the second week, the milk color of the control was better than that of the milk from 1% and 3% feather meal diet ($p < 0.05$). However, besides the milk color, the higher the level of the feather meal added to the diet, the higher the scores of taste, aroma, and overall acceptability. At the third week, the overall acceptability and aroma of the milk from 5% feather meal diet were significantly higher than those of the control ($p < 0.05$). From the findings, the milk from 5% feather meal diet was the most favored at the third week ($p < 0.05$). At the second week, the higher the level of the feather meal added to the diet, the higher the scores of most of the attributes. However, this type of the tendency was not clearly displayed at the third week.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	32
Part 1. Purposes and aims of research	32
Part 1. Objectives and contents of the research and development	37
Chapter 2. Current status of related research developed in Korea and other countries	44
Part 1. Current status and problems of related research developed	44
Chapter 3. Results of research	48
Part 1 Development of feather meal digests Production	48
1. Treatment of feather meal with acid and base, and SDS-PAGE of feather meal digest	48
2. Investigation of NaOH and KOH treatment conditions for feather meal	51
3. Selection of adequate commercial proteases among Alkalase, Collupulin, Maxazyme, and Delvolase for the digestion of feather meal	51
4. Investigation of digestion conditions for feather meal and supply for the feather meal digest to research team 2 and team 3	54
5. Digestibility of the feather meals treated with acid, and base, and hydrogen peroxide, respectively, using SDS PAGE	55
6. Determination of cysteine content in feather meal digest	57
7. Digestibility of the feather meals treated with acid, base, and hydrogen peroxide, respectively, using Tricine SDS-PAGE	60
8. Contamination test for pathogenic bacteria in feather meal digest	64
9. Experiments under optimal conditions	65

Part 2. Production of taurine enriched broiler meat, egg and pork with feather meal	72
1. The effects of supplemental feather digests on the growth of broiler chicks and taurine content in the broiler meat	72
2. The effects of supplemental feather meal(FM) digests on the taurine content and performance of laying hens.....	81
3. The effects of dietary supplementation of feather meal(FM) and its digests on the performance of broiler chicks and taurine content in broiler meat.....	88
4. The effects of supplemental feather meal(FM) digests on the taurine content and performance of laying hens.....	95
5. The effects of dietary supplementation of feather meal(FM its) digests on the performance of broiler chicks and taurine content in broiler meat	110
6. The effects of dietary supplementation of feather meal and pyridoxine on the taurine content and performance of laying hens.....	126
7. Production of taurine enriched pork using feather meal	137
 Part 3 Production of taurine enriched milk with feather meal	149.
1. Effects of Supplementation of Processed Feather Meal on Taurine Content and Milk Production in Lactating Cows	149
2. Effects of Increasing Concentration of L-cyteine with 5% Feather meal digest and MHA with 5% Feather meal digest as additives in dairy cow diet on taurine content in milk.....	155
3. Improvement of palatability as Feather Meal with molasses on taurine content in milk	23
4. Effects of Supplementation of Processed 5% Feather meal + Molasess (0, 1, 2, 3%) + 1ml MHA in concentration on Taurine Content and Milk Production in Lactating Cows	52

Chapter 4. Achievements of aims and contribution to related areas	163
Part1. Aims, scope and evaluation point of research	163
1. Aims of research	163
2. Aims and scope of research	164
3. Evaluation point of research	167
Chapter 5. Application of results	168
Chapter 6. References	169

목 차

제 1 장	서론	32
제 1 절	연구개발의 목적과 필요성	32
제 2 절	연구개발 방법 및 설계	37
제 2 장	국내외 연구개발 현황.....	44
제 1 절	국내외 기술개발 현황과 문제점	44
제 3 장	연구 수행내용 및 결과.....	48
제 1 절	우모 digest 제조방법의 개발	48
1.	SDS-PAGE에서 산 염기 가수분해 조건 확립 및 분해 우모분 전기영동	48
2.	NaOH, KOH 등을 이용한 알칼리 가수분해 조건 조사	51
3.	Alkalase, Collupulin, Maxazyme, 및 Delvolase 등 상업용 protease중 가수분해 반응이 양호한 효소 선별	51
4.	우모분의 분해 방법 조건 조사와 제2 및 제 3 세부과제에 필요한 우모분 digest공급	54
5.	전기영동법에 의한 산, 알카리, 과산화수소 분해 우모분의 분해율 정밀조사	55
6.	우모분 분해물의 cysteine 분석	57
7.	펩타이드 전기영동법에 의한 산, 알카리, 과산화수소 분해 우모분의 분해율 정밀조사	60
8.	우모분 분해물의 유해 미생물 test	64
9.	최적조건 실험	65
제 2 절	우모 digest에 의한 taurine 강화 계육, 계란 및 돈육 생산	72
1.	우모가수분해물 첨가가 육계의 증체 및 계육내 타우린 함량에 미치는 영향	72
2.	우모 digest에 의한 taurine 강화계란	81

3. 우모 digest에 의한 taurine 강화 계육 생산	88
4. 우모 digest를 이용한 효율증진과 최적수준의 taurine 강화계란 생산	95
5. 우모분과 pyridoxine에 의한 taurine 강화 계육생산	110
6. 우모분에 의한 taurine 강화 계란 생산	126
7. 사료 내 우모분 첨가에 따른 taurine 강화 돈육 생산	137
제 3 절 우모 digest에 의한 taurine 강화우유 생산	149
1. 우모분과 우모 digest에 의한 taurine 강화 우유 생산	149
2. Lcystine, MHA과 우모 digest 수준별 첨가가 우유 내 Taurine 함량과 착유우의 생산성에 미치는 영향	155
3. 우모 digest의 기호성 증진방안 개발에 의한 taurine 강화우유 생산 방안 개발	160
4. 우모분에 당밀과 MHA 첨가가 우유 내 taurine함량 최대화 유도	161
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	163
제 1 절 연구개발 목표와 내용 및 평가의 착안점	163
1. 연구 개발 목표	163
2. 연차별 연구개발 목표와 내용범위	164
3. 연구 평가의 착안점	167
제 5 장 연구개발결과의 활용계획.....	168
제 6 장 참고문헌.....	169

제 1 장 서 론

제 1 절 연구개발의 목적과 필요성

1. 연구 개발의 필요성

타우린(Taurine)은 함황아미노산인 cystein의 최종대사물질로써 체내에서 단백질과 결합하지 않고 유리상태로 존재한다. Taurine에 대한 관심은 1975년에 taurine 함량이 적거나 함유되지 않은 사료를 고양이에게 급여시 고양이의 망막퇴행이 일어난다는 것이 밝혀진 이후이며 유아에게 taurine이 결핍된 유아식을 급여시 유아의 혈장과 뇌의 taurine 수준이 모유를 급여한 유아에 비해 낮다는 사실이 밝혀졌다. 이러한 일련의 연구는 분유를 비롯한 유아식에 taurine을 첨가하도록 하였다. Taurine의 기능 중 가장 잘 알려진 기능은 담즙산과 결합하여 지방소화에 돕는 것이지만 이외에도 뇌의 발달, 삼투압조절(Gaull등, 1993), prolactin 방출촉진(Scheibel등, 1980), 성장호르몬 분비촉진(Ikuyama등, 1988), insulin의 활력증진(Lampson, 1980), oxidation이나 peroxidation의 생성물로부터 세포막 보호(Li 등, 1993; Trachtman 등, 1993) 등의 생리적 기능을 갖고 있는 것으로 알려져 있다 (그림 1). 그러나 인체에는 taurine합성에 관여하는 cystein dioxygenase와 cystein sulfinate decarboxylase의 활성이 매우 낮아 타우린의 생합성이 거의 일어나지 않기 때문에 외부로부터 taurine을 공급받아야 한다.

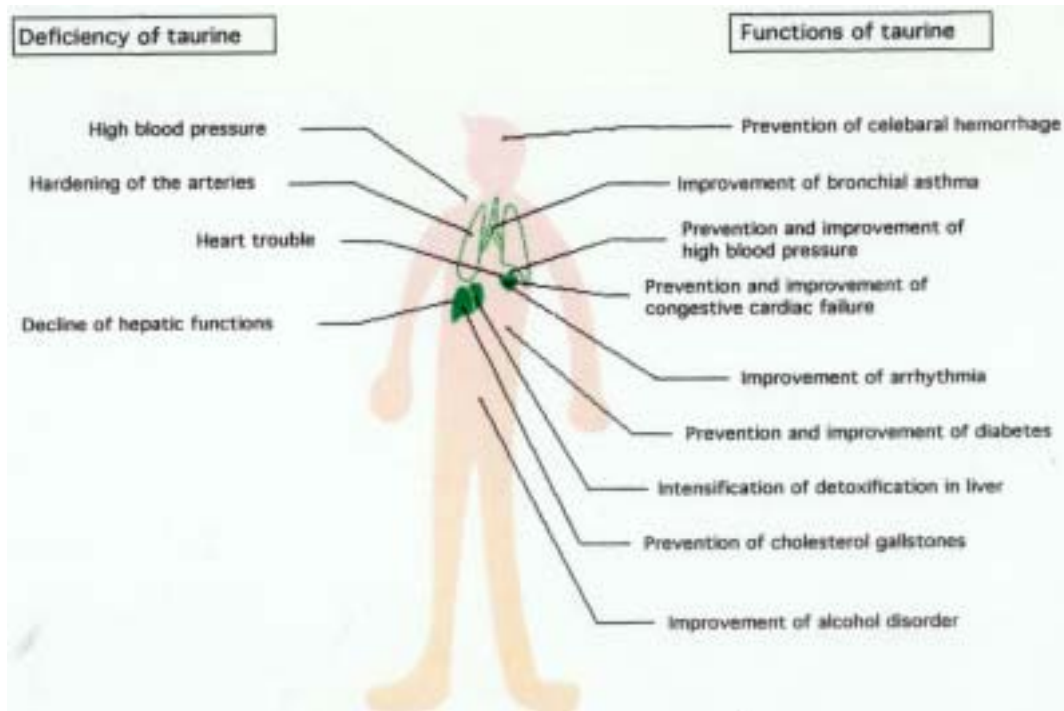


그림 1. 타우린의 결핍증과 생리적 기능

타우린은 그림2에서 보는 바와 같이 함황아미노산인 cystein으로부터 합성되기 때문에 cystine함량이 높은 공급원을 가축에 급여하면 taurine함량이 강화된 축산물을 생산할 수 있다. 가축사료원료중 타우린합성의 전구물질인 cystine이 가장 높은 원료는 우모분으로써 약 4.34%의 cystine을 함유하고 있어 이를 통해 taurine이 강화된 축산물을 생산할 수 있을 것이다 (표 1). 그러나 우모분 단백질은 keratin형태로 되어 있어 아미노산의 생체이용율이 낮기 때문에 적절한 가공처리를 하여 그 이용율을 높일 필요가 있다. 따라서 우모를 적절히 가공처리한 우모digest를 개발하고 이를 이용하여 taurine이 강화된 축산물을 생산하며 동시에 taurine을 다량 함유하고 있는 오징어 내장을 이용하여 taurine 강화 돈육의 생산하고자 한다.

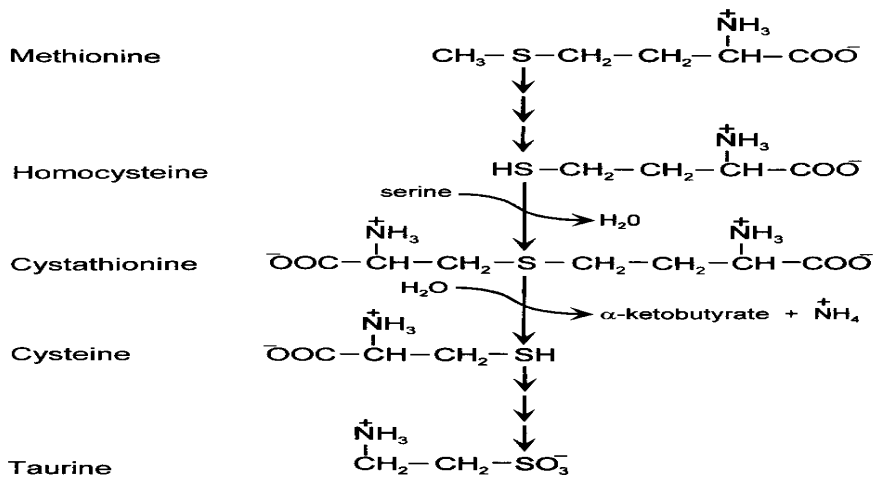


그림 2. Taurine의 합성경로

표 1. 일부 사료원료의 cystine함량	
사료원료	Cystine함량, %
우모분	4.34
어분	0.80
혈분	1.03
옥수수	0.24
밀	0.32
대두박	0.65

(NRC, 1994)

1) 기술적 측면

우모에 의한 축산물의 taurine강화를 위해서는 keratin 형태의 disulfide bond로 결합되어 있는 우모 단백질 및 cystine이용율을 향상시켜야 한다. 그동안 우모단백질(아미노산)의 생체이용율을 향상시키기 위해 가온·가압 및 분해에 의해 제조된 우모분이 주로 이용되고 있다. 그러나 기존의 우모분 제조방법으로는 케라틴태 단백질의 이용율증진에 한계가 있으므로 hydrochloric acid, dimethylsulphoxide, sodium hydroxide 등의 화학적 처리에 의한 가수분해방법이 이용되어 오고 있다. 또한 keratinase에 의한 우모처리는 keratinase 생산균주의 위험성 때문에 FDA에서 대량생산허가가 나지 않기 때문에 경제적인 처리수단이 되지 못한다. 따라서 물리, 화학, 효소적 처리를 통

하여 케라틴태 단백질을 분해하되 cystine의 파괴를 막는 적절한 방법의 개발이 필요하다. Cystine으로부터 taurine의 합성에는 3가지 pathway(그림 3)가 있으며 특히 CSAD (cystine sulfinic acid decarboxylase)가 key enzyme이고 P5P(pyridoxal-5'-phosphate)가 cofactor로 작용한다. 동물에 따라 CSAD의 활력이 다르므로 cystine으로부터 taurine을 효율적으로 합성하는 방법의 개발이 필요하다. 한편 오징어 부산물은 다량의 taurine을 함유하고 있기 때문에 가공처리없이 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

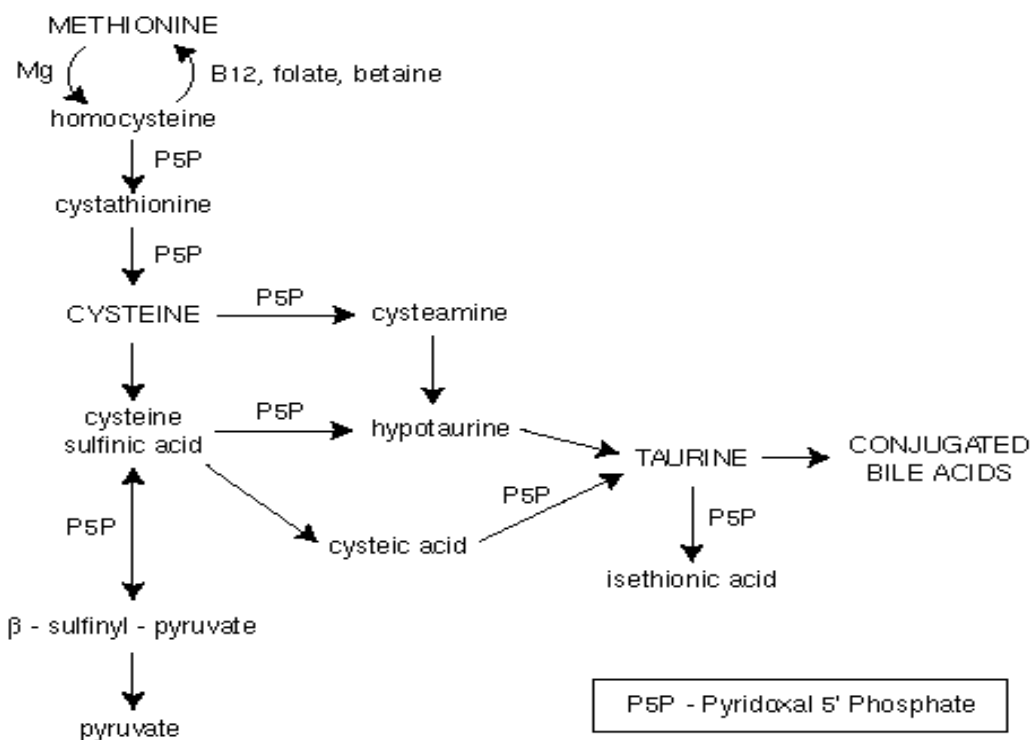


그림 3. Taurine의 3가지 합성 경로 및 합성에 필요한 key enzyme과 cofactor (pyridoxal-5'5-phosphate)

2) 경제·산업적 측면

우모 생산량은 연간 약 3만톤이지만 우모분으로 사용되는 양은 이의 1/3인 10,000톤에 불과하다 (표2). 이는 우모분의 단백질함량이 약 80%로 매우 높지만 그 이용율이 낮기 때문에 사용에 제한을 받기 때문이다. 우모 digest를 개발하여 사용량이 증가하면 우모의 활용도가 높아 질 것이다. 한편 오징어 부산물의 생산량은 연간 80,000M/T정도로 매년 증가하고 있으므로 taurine이 다량 함유된 오징어부산물을 기

능성 축산물의 생산원료로 사용한다면 그 이용효율이 극대화 될 것이다. 따라서 우모 digest와 오징어 부산물을 이용하여 taurine강화된 기능성 축산물이 공급되면 수입축산물과의 차별화가 가능하며 생산농가와 유관업체의 수익성과 경쟁력을 높일 수 있다.

표 2. 우모분 생산현황 (2000년 11월말 현재)	
(단위 톤)	
우모분제조업체	생산량
(주) 하림	5,185
동서기업	1,640
(주) 체리부로식품	620
목우촌계육가공공장	766
(주) 마니커	735
(주) 동우	786
(주) 한일농원	157
대화산업	570
합계	10,459

(2001, 단미사료협회)

3) 사회·문화적 측면

매년 가금육 소비증대에 따라 우모와 오징어 부산물의 생산량이 증가하고 있는 시점에서 우모digest의 개발과 오징어 부산물의 이용 극대화는 이들 원료의 사용량을 증대시켜 폐기량을 감소시키고 가축분에 의한 질소배출량을 감소시키므로써 환경오염을 줄일 수 있다. Taurine강화 축산식품개발은 그기능성에 의해 국민건강증진에 도움을 주고 식품문화의 발전에 이바지 한다.

제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

제 1 차 년도

제 1 세부과제 : 우모 digest 제조 방법 개발

- 1차적으로 계육회사에서 얻은 우모분 (chicken feather meal)을 SDS-PAGE에서 전기영동하여 전체적인 단백질의 양상과 분자량을 조사한다.
- 케라틴 단백질이 이황화 결합에 의해 단단하게 뭉쳐져 있기 때문에 케라틴의 분해율을 높이기 위해서 이황화 결합을 제거하는 적당한 환원제를 선발한다.
- 환원제로는 실험실용인 DTT, 2-mercaptoethanol을 test해 보고 thioglycollic acid, hydroxylamine, sodium sulfide 등의 처리 효과를 살펴보고 비가역적 환원제인 TCEP를 처리하여 이황화 결합의 파괴를 조사한다.
- 환원된 시스테인 정량법을 확립한다. 시스테인의 분석은 Ellman's reagent인 DTNB로 조사하며 Molecular Probes 사의 'Thiol and Sulfide Quantitation Kit'를 사용하여 조사한다.
- 우모분에 환원제를 처리하면서 열처리법을 병행하여 상승효과를 조사한다.
- 우모분에 과산화포름산 (Moore, 1963)을 처리하여 이황화결합을 가진 시스테인을 시스테인산으로 전환시킨다.
- 시스테인산이 세포내에 흡수되어 cysteine sulfinic acid decarboxylase (CSAD)에 의해 taurine으로 전환될 수 있으므로 (Hayes, 1985) 시스테인산으로 분해시켜 사료로 사용하였을 경우 taurine으로 전환될 가능성이 있다.
- 산 가수분해 조건을 확립한다. 사용할 산으로는 염산, 황산, 인산 등이며 그 농도와 반응 조건을 조사한다.
- 단백질의 분해 정도는 SDS-PAGE로 분자량의 감소로 조사하며 시스테인의 분석도 병행한다.
- 인모분에서 얻은 케라틴 산가수분해물의 시스테인과 시스테인 함량을 측정한다.

제 2 세부과제 : Taurine강화 계육, 계란 및 돈육 생산

0 Taurine 분석 방법확립

- Taurine의 분석방법을 확립하기 위해 sample의 recovery test를 실시한바 그 회수율이 낮았으므로 sample의 taurine을 추출하는 방법을 확립할 필요가 있다.

- Column 선택 및 operation 조건 확립

예비시험에 사용된 방법

Column: Nova-Pak C18, 추출: 50mM potassium phosphate

(Journal of Chromatography, 1985(343):303-313)

비교검토할 방법

Column: Shodex Ionpak C-811, 추출: 0.4M perchloric acid

(Analytical Biochemistry, 1987(163):339-342)

0 우모 digest에 대한 생물학적 효능검정 및 pepsin digestibility 측정 방법: 대사시험,

측정항목: 아미노산이용율측정, 대사에너지 함량측정, 영양소 이용율측정

0 우모 digest가 계육의 taurine함량과 육계의 생산성에 미치는 영향조사

생산성 - 증체량, 사료섭취량, 사료효율, 계육 체부위별(장기, 근육) taurine 함량 측정

0 우모 digest에 의한 계란의 taurine 강화실험

생산성 - 산란율, 사료섭취량, 사료효율, 계란내 taurine함량측정

0 계육과 계란의 taurine강화를 위한 우모 digest의 최적 사용수준결정

협동과제: 오징어 부산물을 이용한 taurine 강화 돈육생산

협동기관 제 1 차 년도 세부과제명: 타우린을 함유한 돈육 생산 및 사료 개발

1) 사양실험

(1) 공시동물 : 3월 교잡종 비육돈 80두 공시

(2) 적응 및 사양시험 기간 : 150일

- (3) 시험사료 처리군 : 1) Con(basal diet)
 2) TAU1(basal diet+0.1% 정제타우린)
 3) TAU2(basal diet+0.3% 정제타우린)
 4) TAU3(basal diet+0.6% 정제타우린)
- (4) 조사항목 : 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료효율, 영양소 소화율
 도체특성, 근육 및 혈액내 성분분석 등

2) 돈육품질평가

(1) Taurine 정량

시료를 균질화 시킨 후 sulfosalicylic acid를 사용하여 단백질을 침전시켜 제거한 후 dabsylchloride로 유도체화하여 HPLC로 측정.

(2) 지방분석

Folch 등의 방법으로 지방을 추출하여 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지방을 효소 비색법으로 kit를 사용하여 측정한다.

제 2 차 년도

제 1 세부과제 : 우모digest 제조방법개발

- 1차년도의 산 가수분해에 이어 알카리 가수분해 조건을 조사한다.
- NaOH, KOH, ammonium hydroxide 등을 처리하고 중화한다.
- 화학처리 우모분에 상업적으로 저렴하게 얻을 수 있는 Alkalase, Collupulin, Bromelain, Maxazyme, Delvolase 및 Fermizyme을 처리하여 추가 분해반응을 시키며 분해 정도는 중화 후 Peptide SDS-PAGE로 조사한다.
- 프로테아제 중 환원제에 견디고 높은 염 농도에서 가수분해 반응이 양호한 효소를 선별한다.
- 제 2 세부과제의 사양 실험에 필요한 우모분 분해물을 제공한다.
- 시스틴, 시스테인을 Dowex-50-X8으로 분리하며 시스테인산을 Dowex 1-X8으로 분리한 후 우모분 분해물내의 이 화합물들을 정량한다.

제 2 세부과제 : Taurine강화 계육, 계란 및 돈육 생산

제1세부과제에서 우모digest의 품질과 기호성을 증진시키기 위한 처리방법에 의해 생산된 우모 digest를 1차년도에서와 동일한 검정방법에 의해 생물학적 가치를 검정하며 2차년도부터 우모 digest가 돈육의 taurine함량에 미치는 영향을 측정한다. 2차년도에는 taurine합성에 관여하는 sulfinate dehydrogenase의 cofactor인 vitamin B₆가 우모분 digest의 cystine이 taurine으로 전환되는데 미치는 효과를 검정한다.

0 개선된 방법에 의한 생산된 우모 digest에 대한 생물학적 효능검정

아미노산이용율측정, 대사에너지 함량을 측정, 영양소 이용율측정, pepsin digestibility 측정

0 Vitamin B₆가 우모 digest의 cystine이 계육의 taurine 전환에 미치는 영향

처리: 우모 digest, vitamin B₆를 여러 수준에서 첨가한다.

생산성 - 증체량, 사료섭취량, 사료효율, 계육 체부위별(장기, 근육) taurine 함량 측정

0 우모 digest에 의한 계란의 taurine 강화실험

처리: 우모분 digest, vitamin B₆를 여러 수준에서 첨가한다.

생산성 - 산란율, 사료섭취량, 사료효율, 계란내 taurine함량측정

0 돼지에서 우모digest의 cystine이 taurine으로 전환되는 효율 및 적정급여수준 측정

0 Panel test - taurine을 강화시킨 계육과 계란의 기호성을 조사하기 위해 panel test를 실시한다.

제 3 세부과제 : Taurine 강화 우유 생산

0 우모 digest 적정급여 수준결정

0 우모분, cystine 및 MHA와의 비교시험

0 Panel test - taurine강화우유의 기호성 조사

협동기관과제: 오징어 부산물을 이용한 taurine 강화 돈육생산

협동기관 제 2 차 년도 세부과제명: 타우린 함유 오징어 부산물을 이용한 돈육생산 및
사료개발

1) 사양실험

(1) 공시동물 : 3월 교잡종 비육돈 80두 공시

(2) 적응 및 사양시험 기간 : 150일

(3) 시험사료 처리군 : 1) Con(basal diet)

2) 오징어부산물5(basal diet+5% 오징어부산물)

3) 오징어부산물10(basal diet+10% 오징어부산물)

4) 오징어부산물15(basal diet+15% 오징어부산물)

(4) 조사항목 : 일당증체량, 일당사료섭취량, 사료효율, 영양소 소화율

도체특성, 근육 및 혈액내 성분분석 등

2) 돈육품질평가

(1) Taurine 정량

시료를 균질화 시킨 후 sulfosalicylic acid를 사용하여 단백질을 침전시켜 제거한 후 dabsylchloride로 유도체화하여 HPLC로 측정.

(2) 지방분석

Folch 등의 방법으로 지방을 추출하여 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 중성지방을 효소 비색법으로 kit를 사용하여 측정.

제 3 차 년도

제 1 세부과제 : 우모 digest 제조 방법 개발

- 산 또는 알카리 처리한 우모분에 대한 복합 프로테아제 처리 조건을 조사한다.
- 우모분 분해물에 MHA를 첨가한 제품을 제조한다.
- 우모분 분해물에 인모 케라틴 분해물을 첨가한 제품을 제조한다.
- 우모분 분해물에 기호품을 첨가한 제품을 제조한다.
- 계육회사 우모분 이외에 fresh feather meal을 최적 조건으로 분해하여 시스테인을 분석한다.
- 제 2 세부과제의 사양 실험에 필요한 우모분 분해물을 제공한다.
- 우모분 digest내의 시스테인을 포함한 아미노산 분석을 한다.
- 상기의 우모분 digest 내의 *Salmonella* 같은 병원균의 존재 여부를 PCR 방법에 의해 조사한다.

제 2 세부과제 : Taurine 강화 계육, 계란 및 돈육 생산

개선된 방법에 의한 우모 digest를 1, 2차년도에서 동일한 검정방법에 의해 생물학적 가치를 검정한다. 3차년도에는 taurine합성의 전구물질인 methionine과 cystine의 첨가효과를 검증하기 위해 각 실험구에 methionine과 cystine의 처리구를 둔다.

0 우모 digest에 대한 생물학적 효능검정

- 방법: 대사시험
- 조사항목 :아미노산이용율측정, 대사에너지 함량을 측정, 영양소 이용율측정, pepsin digestibility 측정

0 Taurine 강화 효율증진 및 개선된 우모 digest가 계육의 taurine함량과 육계의 생산성에 미치는 영향조사

- 처리 - 우모digest, methionine, cystine을 수준별로 검정한다.
- 조사항목
생산성 - 증체량, 사료섭취량, 사료효율, 계육 체부위별(장기, 근육) taurine 함량 측정

0 Taurine강화 효율증진 및 개선된 우모 digest에 의한 계란의 taurine 강화실험

- 처리; 우모 digest, methionine, cystine 처리구
- 조사항목; 산란율, 사료섭취량, 사료효율, 계란내 taurine함량측정
- 0 계육과 계란의 taurine강화를 위한 우모 digest의 최적 사용수준결정
- 0 우모 digest에 의한 돈육내 taurine 강화실험
 - 적정급여수준
 - 적정급여시기
 - Taurine강화효율증진 (P5P 이용)
 - 부위별 taurine 축적량 측정
- 0 Panel test - 기호성조사

제 3 세부과제 : Taurine강화우유생산

- 0 기호성증진을 위한 molasses 첨가 및 pelleting
- 0 우유내 taurine함량 극대화 방안 모색
- 0 Panel test - 우유의 기호성조사

제 2 장 국내외 연구개발 현황

제 1 절 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

국내에서는 taurine 함유식품으로 박카스와 타우스액등이 피로회복, 자양강장 등의 목적을 위해 판매되고 있으며, 일본에서는 그림2-1-1에서 보는 바와 같이 다양한 종류의 타우린 함유식품들이 판매되고 있다.



그림 2-1-1. 일본에서 판매되고 있는 타우린함유 식품료품들

우모분의 cystine을 통해 축산물의 taurine을 강화한 예는 국내외적으로 없다. 본 연구실에서는 그림 2-1-2에서 보는 바와 같이 single cell protein인 *Euglena*를 사용하여 계육의 taurine을 강화하는 실험을 실시한바 가금육의 taurine 함량은 상당히 증가되었으나, *Euglena*의 생산비용이 매우 비싸기 때문에 그 실효성이 낮은 것으로 판단되었다.

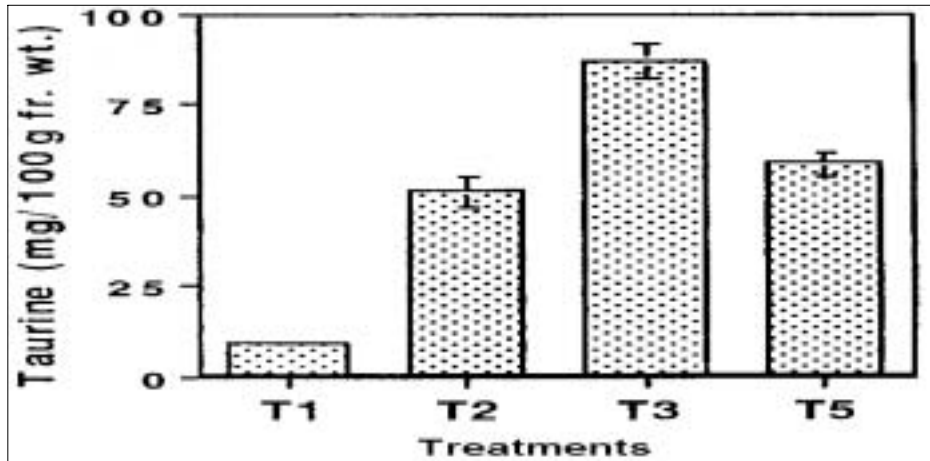


Figure 2-1-2. Effect of *Euglena* on taurine content of broiler chick (중앙대 본 연구실 실험결과)

T1; Control, T2; Control + *Euglena bricheeds* dry cell 2%, T3; *Euglena gracilis* : $2 \times 10^7/\text{ml}$ 50% + H₂O 50%, T4; *Euglena gracilis* : $2 \times 10^7/\text{ml}$ 70% + H₂O 30%, T5; *Euglena gracilis* : $2 \times 10^7/\text{ml}$ 100%

한편 우유내 taurine 함량을 강화시키기 위해 경북대학교 김동신 교수가 1998년 농림기술개발사업에 의해 “타우린(Taurine) 강화우유 개발”에 관한 연구를 실시하였다. 그는 우유의 taurine 함량을 강화하기 위해 계껍질과 반추위 보호 메치오닌을 사용하였다. 비록 계껍질의 급여시 우유내 taurine의 함량이 증가하였다고 하였으나 이는 계껍질의 효과이기 보다는 계껍질에 붙어 있는 계살에 의한 것으로 보이며, 반추위 보호 메치오닌을 급여시 우유내 taurine의 함량이 대조구에 비해 23% - 53%까지 증가하였다고 하였다. 이는 그림 1에서 보는 바와 같이 methionine이 cystein으로 전환된 후 다시 taurine으로 합성되기 때문에 가능한 것이다.

우모분의 이용율을 높이기 위해 Latshaw (1990)는 우모분을 pH 5, 7, 9와 증기압 207, 276, 345 kPa에서 30분 처리시 pH와 증기압이 증가함에 따라 pepsin digestibility가 증가하였다고 하였다. 이와 같은 방법을 통해 우모분의 가축사료로서 이용성은 증가하였으나 아직 배합사료의 3% 미만에서 사용되고 있는 실정이다. 최근 들어 우모분의 keratin 단백질을 분해하기 위해 미생물로부터 keratin 분해효소인 keratinase의 이용가능성이 연구되고 있으며 김 등(1999)는 우모분을 우모 분해균주

로 발효처리시 아미노산의 함량이 증가하며 소화율이 증가한다고 하였다. Santos 등 (1996)은 *Aspergillus fumigatus*가 우모의 keratin을 분해할 수 있는 효소를 분비한다고 하였으며, Shih (1993)는 세균인 *Bacillus licheniformis*가 keratinase의 생산능력이 있다고 하였다. 그러나 keratinase 생산균주(곰팡이)들은 독성이 강해 FDA에서 산업적 사용을 금지하고 있어 실용화가 되지 않고 있다. Papadopoulos (1986)는 우모분을 단백질분해효소(Maxatase)에 의해 처리시 in vitro 단백질소화율과 용해도가 증가하였다고 하였다. 이상과 같이 우모분의 처리는 고온고압에 의한 가수분해, 화학적 가수분해, 효소처리 등의 방법이 독립적으로 연구되어 왔으나 우모 단백질이용율을 증진시키면서 cystine의 파괴를 최소화하는 효과적인 방법의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 우모분을 산, 알칼리 가수분해후 단백질분해효소(e.g. Alkalase)로 keratin태의 단백질을 분해하여 우모 digest를 개발하고 이의 사용량증진을 위한 기호성 증대방안, 이를 이용한 taurine강화 축산물생산시 cystine으로 부터 taurine으로의 전환을 증진방안 등을 개발하며 동시에 다량의 taurine을 함유하고 있는 오징어 부산물을 이용 가능성을 탐색하고자 한다.

1. 앞으로 전망

가금육 소비섭취의 증가로 인하여 우모의 발생량은 매년 증가할 것이다. 아직 우무분의 사료내 최대 사용량은 2~3%에 지나지 않아 우모 발생량의 1/3정도만 우모분으로 활용되고 있다. 오징어 부산물 역시 그 활용도가 낮다. 따라서 우모 digest의 개발과 오징어 부산물의 사용량이 증가하면 폐기되는 많은 양의 자원을 활용할 수 있으며, 특히 우모의 단백질이용율 향상으로 질소배설량을 줄여 환경오염부담을 감소시킬 것이다. Taurine의 전구물질인 우모의 cystine이용율을 증가와 오징어 부산물에 의해 taurine이 강화된 부가가치가 높은 축산물을 생산할 수 있으며, 이는 축산농가의 소득증대와 관련산업의 기능성 식품개발기술의 국산화 및 수입축산물과의 차별화에 기여하게 될 것이다.

2. 기술도입의 타당성

오징어 부산물과 우모의 cystine 이용율증진에 의한 taurine강화 축산식품개발은 他
국에서 시도된 적이 없어 기술도입의 가능성은 없다.

제 3 장 연구수행 내용 및 결과

제 1 절 우모 digest 제조방법의 개발

1. SDS-PAGE에서 산 염기 가수분해 조건 확립 및 분해 우모분 전기영동

우모(닭털)의 주성분은 머리카락, 손톱, 피부 등에 존재하는 케라틴 단백질이다. 이 케라틴은 동물에 소화 효소가 없어서 소화되지 못한다. 이 케라틴 가닥을 분리(케라틴의 S-S bond 인 시스틴 결합을 -SH, HS- 상태인 시스테인으로 끊어서 3중가닥을 풀리게 함)하고 분해해서 cysteine을 추출할 수 있다. 이 cysteine을 케라틴으로부터 얻기 위해 화학적 방법(산과 염기 처리)과 물리적 방법(높은 온도에서 교반)을 병행하였다.

첫 번째로 여러 가지 산과 염기의 분해 양상을 조사하였다. 하림으로부터 얻은 우모분 0.1 g을 아래 Table 3-1-1과 같은 시약으로 70℃에서 overnight digestion하였다.

Table 3-1-1. 우모분 처리 조건 1

시료	dH ₂ O	NaOH		HCl		H ₂ SO ₄		HNO ₃
농도		0.1 N	0.5 N	0.5 N	5 N	0.5 N	5 N	0.5 N

그 결과 처음 시약을 넣었을 때 산보다는 염기에서 잘 녹는 듯 보였다. 높은 농도의 산은 녹아서 부유물이 거의 없거나 swelling되어 위에 뒀다. 대조구 시료인 물에 첨가한 우모분도 어느 정도 분해된 것으로 보아 열과 교반에 의한 분해도 어느 정도 역할을 하는 것으로 보인다. 하지만 산업적으로 응용 시 반응시간이 너무 길어 비경제적이라 생각이 되어 시간을 단축시키는 조건을 다시 잡기로 했다. 또, 70℃이상일 경우 cysteine이 파괴될 우려가 있기 때문에 온도도 낮추기로 했다. 그래서 아래 Table 3-1-2와 같이 65℃ 온도에서 시약의 농도와 처리시간을 변화시켰다.

Table 3-1-2. 우모분 처리조건 2

시료	NaOH		HCl		H ₂ SO ₄		HNO ₃	
농도(N)	1	3	1	3	1	3	1	3
처리시간(hr)	1	3	1	3	1	3	1	3

NaOH와 HNO₃를 처리하면 육안으로도 우모분의 분해가 잘된 것을 확인할 수 있었다. 특히 3 N NaOH 3시간 처리의 경우는 입자가 보이지 않을 정도로 잘 분해되었다. 농도 1 N에서보다는 3 N의 경우에 분해가 더 잘 되었으나 현격한 차이는 나지 않았다.

월등한 분해력을 갖고 있는 NaOH와 HNO₃의 분해 전과 후의 회수율을 알아보기 위하여, 우모분 100 g을 1 N NaOH와 HNO₃로 65℃에서 1시간 동안 digestion한 후 NaOH는 HCl로 HNO₃는 NaOH로 중화를 하여 50℃ dry oven에서 건조 후 처리전과 후의 무게를 측정해 보았다.

Table 3-1-3. digestion에 의한 우모분 회수율

처리시료	처리 전	처리 후	회수율
1 N NaOH	10 g	4.82 g	48%
1 N HNO ₃	10 g	3.15 g	31%

Table 3-1-3과 같이 1 N NaOH의 경우 약 48%, 1 N HNO₃의 경우 약 31%의 회수율을 보였다. 이를 바탕으로 digestion 우모분 제조 시 미처리 우모분의 필요량을 계산할 수 있었다. 같은 방법으로 3 N의 NaOH와 HNO₃도 처리 후 건조를 해보았지만 중화 시 생성되는 고농도의 염 때문에 건조상태가 좋지 못해 건조중량을 잴 수가 없었다. 그래서 우모분의 분해 시 염이 적게 생성되는 조건을 유지하기로 했다.

그리고 Table 3-1-2의 시료들의 분해 양상을 SDS-PAGE로 확인해보기로 했다. size가 작은 아미노산의 pattern을 보기 위해 Peptide gel을 사용하였다. digestion product를 중화하여 2X sample buffer로 변성시킨 후 전기영동을 하였다.

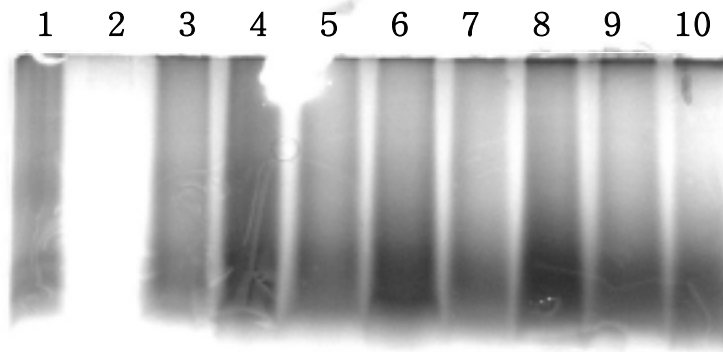


Fig 3-1-1. Peptide SDS-PAGE for the digested feather meal 1

시료	무처리	1%	HNO ₃				H ₂ SO ₄			
			1		3		1		3	
농도	우모분	cystine	1	3	1	3	1	3	1	3
처리시간(hr)			1	3	1	3	1	3	1	3
lane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

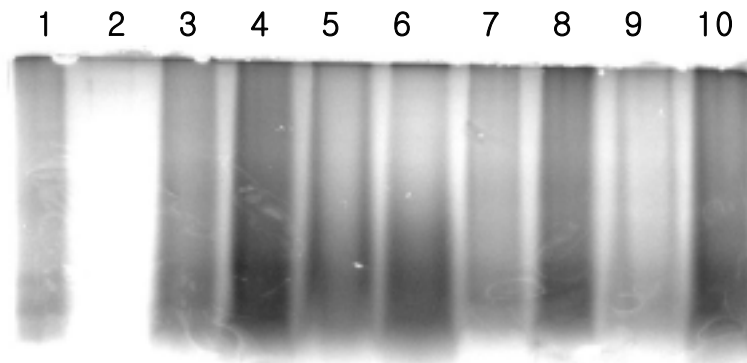


Fig. 3-1-2. Peptide SDS-PAGE for the digested feather meal 2

시료	무처리	1%	HCl				NaOH			
			1		3		1		3	
농도(N)	우모분	cystine	1	3	1	3	1	3	1	3
처리시간(hr)			1	3	1	3	1	3	1	3
lane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

위의 결과에서 아래까지 쪽 끌린 형태로 나왔는데 이것은 산과 염기에 의해 우모분이 여러 크기의 단백질로 분해 됐기 때문이다. Fig 3-1-1처럼 처리시간 1시간 보다 3시간의 band가 더 진하게 나왔다. 그러나 농도에 의해서는 차이가 거의 없었다. 위의 실험결과 분해 시약으로는 NaOH와 HNO₃가 적합하고 시간은 1~3시간, 농도는 높은 염이 생성되지 않는 1 N이 적당하다고 결론을 내렸다.

2. NaOH, KOH 등을 이용한 알칼리 가수분해 조건 조사

NaOH와 KOH를 이용하여 우모분을 분해한 결과 NaOH가 KOH보다 분해능이 좋았다. 세부적인 실험설계 및 과정은 전술한 내용과 동일하다. ammonium hydroxide의 경우는 toxic한 radical이 나올것으로 우려해 실험에서 제외했다. 실험 결과 65°C, 1N NaOH 1시간이 가장 적절했다.

3. Alkalase, Collupulin, Maxazyme, 및 Delvolase 등 상업용 protease중 가수분해 반응이 양호한 효소 선별

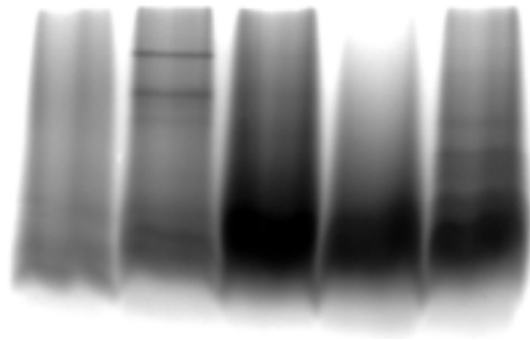
산, 염기처리 후 여러 protease(프로테아제)로 분해 시 얼마나 더 많은 케라틴 분해 정도를 나타내는지 또 분해능력을 나타낸 프로테아제들 중 어떤 것이 가장 좋을지 판단하기 위한 실험을 수행하였다. 1 N NaOH, HNO₃으로 처리한 우모분을 사용하였는데, 이들은 각각 1 N HCl과 NaOH로 중화시켰기 때문에 처리후 건조된 우모분에 상당한 양의 염이 존재할 것이기 때문에 이들을 물로 세척하였다. 이들을 다시 건조시킨 후 각각의 프로테아제를 첨가 한 후 반응을 시켰다. 이 실험에서 사용된 상업용 프로테아제(비전 바이오캠 수입)와 사용시 조건은 다음과 같이 실시하였다.

Table 3-1-4. Protease의 처리 조건

효소종류	성상	처리온도	처리시간	첨가량	pH
Collupulin	powder	60℃	2시간	0.01g	7
Sumizyme LP	powder	50℃	2시간	0.01g	6
DELVOLASE (alkaline protease)	liquid	60℃	2시간	200 μ l	10
MAXAZYME	liquid	50℃	2시간	200 μ l	7

실험 방법은 위에서 설명한 무처리와 전처리(산, 염기) 우모분 0.1 g을 3 mL dH₂O에 부유시킨 후 각각의 protease를 첨가하여 Table 3-1-4와 같은 온도, 처리시간, pH, 첨가량별로 실험하였다. 이때 효소처리 조건은 각 protease의 manual을 참고하여 최적 조건으로 실행한 것이고 효소의 첨가량은 확실한 protease의 활성을 보고자 충분한 양을 첨가하였다. 시료들의 분해 양상을 확인하기 위하여 분해물을 중화하여 2X sample buffer로 변성시킨 후 Peptide SDS-PAGE를 사용하였다.

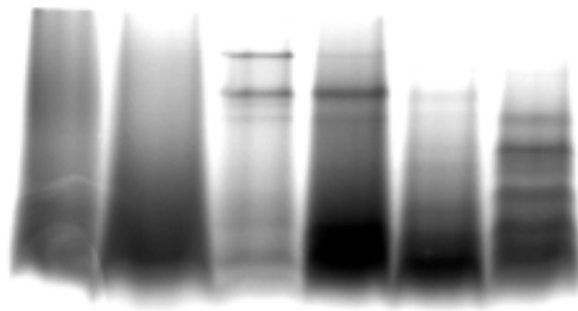
Fig. 3-1-3, 3-1-4, 3-1-5의 lane1과 다른 lane을 비교해 보면 무처리, 전처리 우모분 모두 protease를 처리하지 않은 것에 비해 처리한 것이 분해정도가 좋았다. 특히 다른 효소로 처리한 것에 비해 band가 진한 것으로 보아 우모분이 Sumizyme LP와 MAXAZYME에 의해 가장 잘 분해되었다. Collupulin과 Delvolase도 분해능을 나타냈지만 앞의 두 효소만큼의 분해능을 갖지 않았다. 결과 data의 lane 중에서 비교적 뚜렷하게 나온 band들은 protease의 잔여 band인 것으로 보인다. 이 실험에서 쓰인 protease들이 keratin을 완전히 분해시킬 정도의 높은 분해능을 갖지 않기 때문에 우모분을 직접 분해하지 않고 전처리과정(산, 염기처리)을 거친 것이다. 하지만 많은 양의 protease를 요구하고 반응 온도도 높아 경제성이 적을 것으로 보인다.



1 2 3 4 5

Fig. 3-1-3 산, 염기처리 없이 효소 처리한 우모분

Lane 1, 효소처리하지 않은 우모분; lane 2, Collupulin처리한 우모분;
lane 3, Sumizyme LP처리한 우모분; lane 4, alkaline protease 처리한
우모분; lane 5, MAXAZYME 처리한 우모분.



1 2 3 4 5 6

Fig. 3-1-4. NaOH처리 후 효소 처리한 우모분

Lane 1, 효소처리하지 않은 우모분; lane 2, 전처리만 한 우모분;
lane 3, Collupulin처리한 우모분; lane 4, Sumizyme LP처리한 우모분;
lane 5, alkaline protease 처리한 우모분; lane 6; MAXAZYME 처리한
우모분.

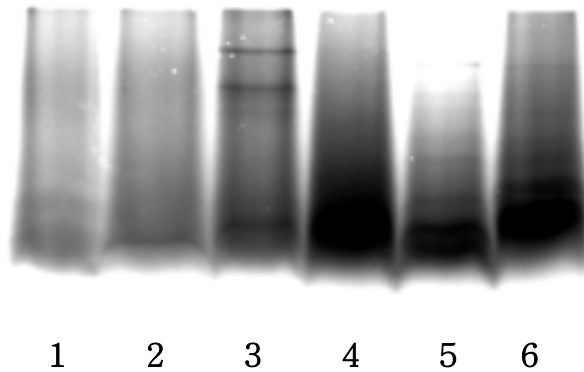


Fig. 3-1-5. HNO₃처리 후 효소처리한 우모분

Lane 1, 효소처리하지 않은 우모분; lane 2, 전처리만 한 우모분;
 lane 3, Collupulin처리한 우모분; lane 4, Sumizyme LP처리한 우모분;
 lane 5, alkaline protease 처리한 우모분; lane 6; MAXAZYME 처리한
 우모분

4. 우모분의 분해 방법 조건 조사와 제 2 및 제 3 세부과제에 필요한 우모분 digest 공급

NaOH와 HNO₃로 처리된 우모분을 제 2, 3 세부과제팀에 제공하였으며 반응 조
 건은 다음과 같다.

① NaOH 분해법

1 g의 우모분(하림)에 물 4 ml와 NaOH 156 mg을 첨가하고 1시간 동안 65°C에서
 반응시킨 후 353 ul의 HCl로 중화하였으며 이를 세척하고 건조하였다.

② HNO₃ 분해법

1 g의 우모분(하림)에 물 3.5 ml와 HNO₃ 원액 247 ul을 첨가하고 1시간 동안 65°C
 에서 반응시킨 후 157 ug의 NaOH로 중화하였으며 이를 세척하고 건조하였다.

현재 소화흡수율을 높이고자 우모분을 고온에서 증자하여 사료첨가제로 사용하고

있다. 하지만 소화 흡수율이 낮아 변으로 나오며 환경오염의 원인이 되기도 한다. 이제까지 국내에서는 산, 알칼리를 첨가한 후 가압 분해하는 방법에 대한 연구보고가 있으며, 외국에서는 효소분해법에 대한 연구가 진행되었다.

본 실험에서는 1차년도에 산, 알칼리 분해법으로 세부과제의 사양실험에 우모분 digest를 제공하였으며 2차년도에는 보다 간편하면서도 효율적으로 우모분을 분해하는 방법을 개발하고자 하였다. 우모분은 케라틴으로 구성되어 있어 일반적으로 산 또는 알칼리로 분해될 수 있으며 1차년도 연구에서 어느 정도 조건을 잡았다. 하지만 본 연구의 목적이 단순히 우모분의 소화 흡수율을 높이는 것 이외에도 우모분에 4-5% 정도 함유되어 있는 시스테인의 이용률을 높여 taurine의 함량이 증가한 육계 또는 우유를 얻는 것이 목적이므로 적당한 분해법이 필요하였다. 1차년도에 조건을 잡은 HNO₃과 NaOH 분해법을 이용하여 제 2 세부과제와 3 세부과제의 사양실험에 필요한 우모분 digest를 지속적으로 공급하였으며, 그리고 산, 알칼리 분해법 이외에 라디칼 반응을 유도하는 hydrogen peroxide(과산화수소)를 처리하여 분해가 잘 되지 않는 우모분의 케라틴을 어느 정도 풀어놓은 후 효소를 이용하여 분해하는 법을 2차년도에 조사하였다. 제 3의 방법인 Hydrogen peroxide(과산화 수소) 분해법의 반응 조건은 다음과 같다.

③ Hydrogen peroxide 분해법

1 g의 우모분(하림)에 물 1.17 ml와 30% H₂O₂ 33.3 ul와 5 N NaOH 33.3 ul를 첨가하고 하룻밤 방치하였다.

5. 전기영동법에 의한 산, 알칼리, 과산화수소 분해 우모분의 분해율 정밀조사

그림 3-1-6, 3-1-7은 상기의 실험에서 나온 시료의 분해율을 보기 위하여 시료 상등액을 15% SDS-PAGE한 결과이나 전체적인 경향을 알 수는 없었다. 추후에 Peptide SDS-PAGE 실험이 필요한 것 같다.

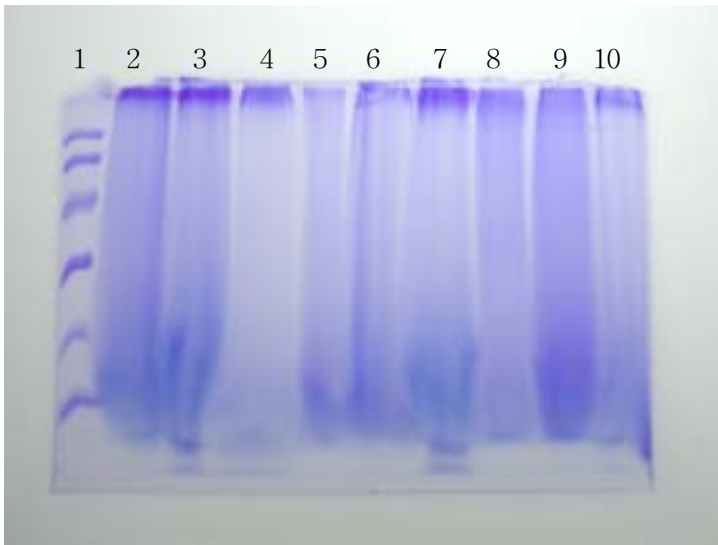


그림 3-1-6. 염기 및 산 가수분해 우모분 상등액의 SDS-PAGE.

Lane 1, Molecular weight marker; lane 2, 0.5 N NaOH; lane 3, 1 N NaOH; lane 4, 2 N NaOH; lane 5, 25°C 1 N NaOH; lane 6, 37°C-1 N NaOH; lane 7, 65°C-1N NaOH; lane 8, 0.5 N HNO₃; lane 9, 1 N HNO₃; lane 10, 2 N HNO₃.

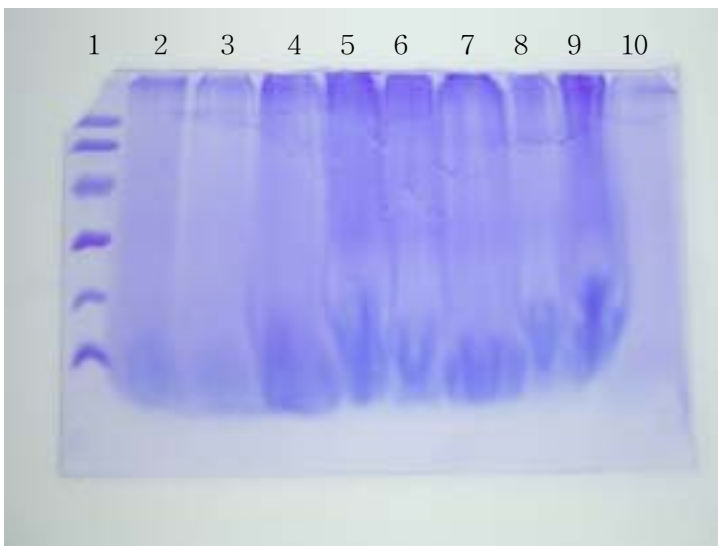


그림 3-1-7. 산 및 hydrogen peroxide 처리 우모분 상등액 SDS-PAGE.

Lane 1, Molecular weight marker; lane 2, 25°C-1 N HNO₃; lane 3, 37°C-1 N HNO₃; lane 4, 65°C-1 N HNO₃; lane 5, 0.5% H₂O₂; lane 6, 1% H₂O₂; lane 7, 2% H₂O₂; lane 8, 25°C 1% H₂O₂; lane 9, 37°C 1% H₂O₂; lane 10, 65°C 1% H₂O₂.

6. 우모분 분해물의 cysteine 분석

시스테인 함량은 Ellman's reagent인 DTNB[5,5'-Dithio-bis(2-nitrobenzoic acid)]를 사용하여 측정하였다. 840 ul H₂O에 100 ul 1M Tris-HCl, pH 8.0, 50 ul DTNB 용액, 그리고 10 ul의 시료를 첨가하여 반응시킨 후 412 nm에서 흡광도를 측정하였다.

우모분 내의 시스테인 분석 이전에 우선 시스테인 표준용액을 DTNB법에 의해 정량하고자 하였다. 840 ul H₂O, 100 ul Tris-HCl, pH 8, 50 ul DTNB를 blank로 잡고 cysteine의 표준용액의 농도에 따른 흡광도를 412 nm에서 측정한 결과를 Fig. 3-1-8이 보여준다. DTNB법이 100 uM 정도까지의 cysteine 함량을 측정할 수 있음을 나타내고 있다.

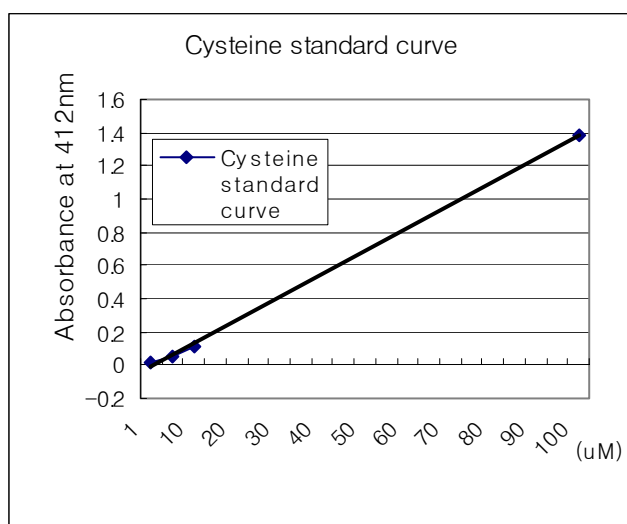


Fig. 3-1-8. Cysteine 정량을 위한 standard curve

우모분을 분해하고 우모분의 탁도에 의해 생기는 흡광도를 배제한 후 DTNB법에 의해 환원된 cysteine의 함량을 측정하였다. Blank는 H₂O이며 H₂O 840 ul, Tris-HCl, pH 8 용액 100 ul, DTNB 50 ul를 혼합한 후 반응시키고 측정한 흡광도를 Fig. 3-1-9가 나타낸다.

우모분 분해법에 따른 Cysteine의 흡광도

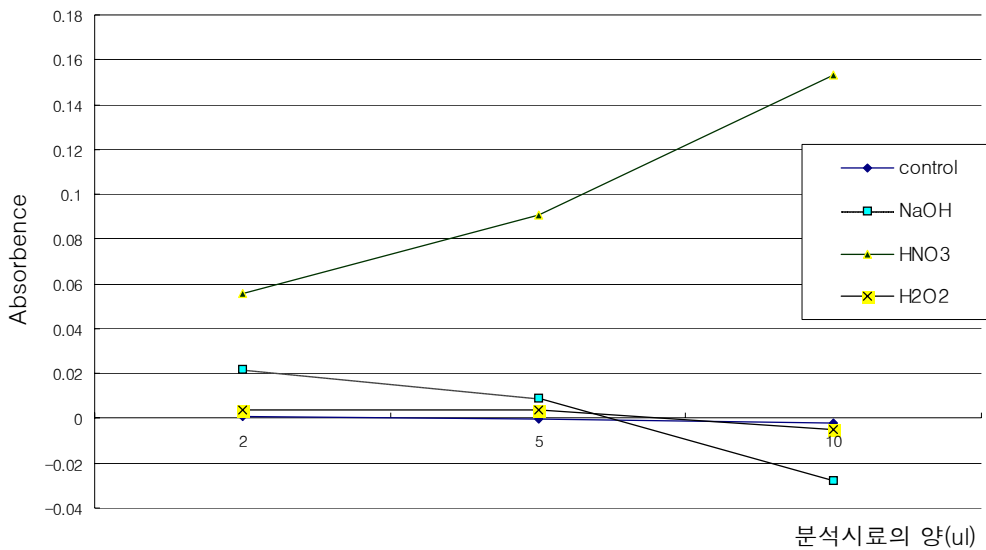


Fig. 3-1-9. 우모분 분해법에 따른 우모분 digest의 cysteine 함량.

Fig. 3-1-9의 결과를 보면 우모분에 어떤 처리도 하지 않은 control은 cysteine 함량이 나타나지 않았다. 이는 우모분 케라틴 내의 시스테인에 DTNB 시약의 접근이 어려워 반응이 일어나지 않았음을 의미한다. 세 가지 분해법을 이용해 우모분을 분해한 결과 HNO₃를 이용한 방법만이 환원된 cysteine을 갖고 있는데 이는 산으로 분해를 하였기 때문에 cysteine이 환원된 상태로 보존된 것으로 보인다. 알카리인 NaOH를 처리하면 비록 우모분이 분해되어 시스테인이 드러나게 되나 함량이 적게 나타나는 것은 기존에 알려져 있듯이 염기에 의해 시스테인이 산화/파괴되기 때문인 것 같다. 반면에 산인 HNO₃는 시스테인이 어느 정도 보존되어 분석시료의 양이 증가함에 따라 높은 수치의 시스테인 함량을 나타내고 있다. 과량의 hydrogen peroxide를 처리하면 잔존하는 hydrogen peroxide가 DTNB 정량법을 저해할 수 있으며, 반대로 처리하는 H₂O₂의 양이 너무 적으면 케라틴이 충분히 풀어지지 않아 시스테인이 측정되지 않을 수 있다.

산, 알카리, hydrogen peroxide 처리에 의해 부분 가수분해된 우모분 digest에 효소를 처리한 후 시스테인 함량을 측정하였다. Collupulin MG 10 mg/g(1% w/w)와 Maxazyme 20 ul/g(2% v/w)를 분해효소로 사용하였으며 전체 volume은 6 ml, 중량은 우모분의 1g이었으며 1시간 반응시켰다.

Table 3-1-5. 산, 알카리, hydrogen peroxide 처리 및 효소 반응 조건

NaOH	10 mM NaOH	100 mM NaOH	1 M NaOH 50°C	1 M NaOH 25°C	10 mM NaOH Collu	10 mM NaOH Maxa	100 mM NaOH Collu	100 mM NaOH Maxa
HNO ₃	10 mM HNO ₃	100 mM HNO ₃	1M HNO ₃ 50°C	1 M HNO ₃ 25°C	10 mM HNO ₃ Collu	10 mM HNO ₃ Maxa	100 mM HNO ₃ Collu	100 mM HNO ₃ Maxa
H ₂ O ₂	10 mM H ₂ O ₂	100 mM H ₂ O ₂	1M H ₂ O ₂ 50°C	1 M H ₂ O ₂ 25°C	10 mM H ₂ O ₂ Collu	10 mM H ₂ O ₂ Maxa	100 mM H ₂ O ₂ Collu	100 mM H ₂ O ₂ Maxa
control	우모분 control	우모분 25°C	우모분 Collu	우모분 Maxa				

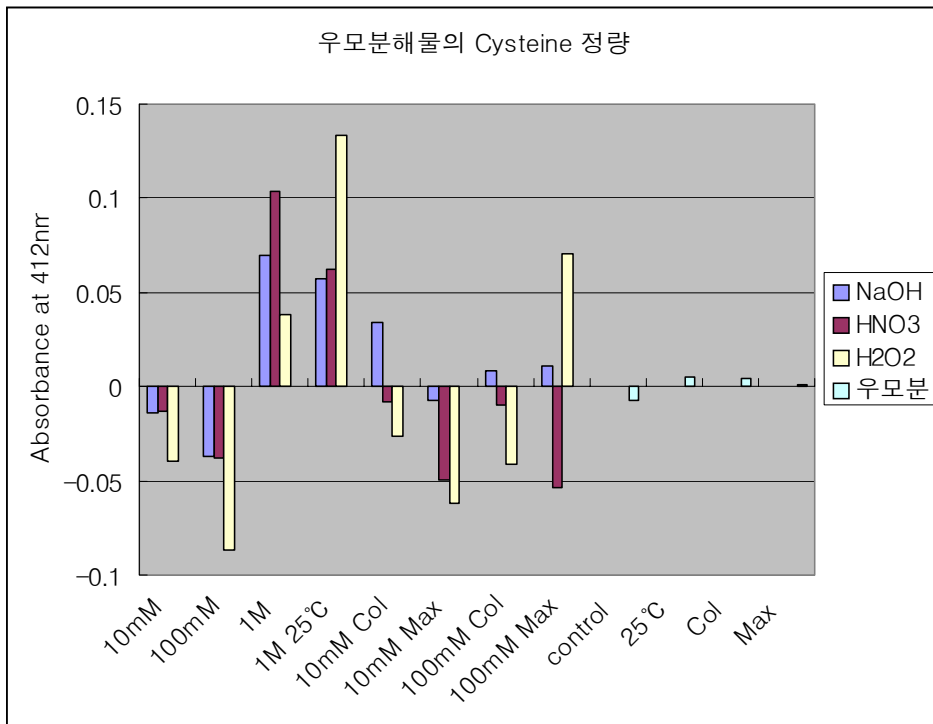


Fig 3-1-10. 우모분 digest의 cysteine 정량.

Fig. 3-1-10에서 보여주듯이 Fig. 9와는 달리 적당한 조건을 선택하면 hydrogen peroxide 처리법에서 시스테인의 함량이 높게 나타남을 알 수 있다. 따라서 잔존 hydrogen peroxide의 양을 어느 정도 줄이는 것이 관건이 된다. 그리고 잔존 hydrogen peroxide 양이 높으면 단백질분해효소를 변성시킬 수 있는 단점이 있다. 본 실험에서도 역시 측정값의 변이가 심한 것은 우모분 digest 시료 자체의 탁도 때

문인 것 같다. NaOH, HNO₃, hydrogen peroxide를 1 M로 25°C 처리한 것의 시스테인 함량이 제일 높게 나타났다. 그리고 100 mM hydrogen peroxide를 처리한 후 Maxazyme을 처리한 경우도 시스테인 함량이 높게 나타났다. 앞으로 적당한 양의 hydrogen peroxide를 처리한 후 여기에 Maxazyme과 같은 효소를 처리한다면 적어도 시스테인의 함량의 손실을 최소화할 수 있을 것이다. 본 실험에서 우모분에 아무 것도 처리하지 않거나, 10 - 100 mM 농도의 시약을 처리한 경우는 시스테인이 정량 되지 않는 것으로 보아 아마도 케라틴 속에 숨겨진 시스테인이 이 조건에서는 드러나지 않는 것 같다. 그리고 우모분 자체(하림에서 증자처리한 우모분)에 효소를 처리한 경우에도 시스테인 함량이 나타나지 않는 것으로 보아 효소처리를 해도 역시 시스테인이 밖으로 드러나지 않는 것을 알 수 있다.

7. 펩타이드 전기영동법에 의한 산, 알카리, 과산화수소 분해 우모분의 분해율 정밀조사

Fig. 3-1-11에서 볼 수 있듯이 10 mM-100 mM의 NaOH 처리는 우모분을 눈에 띄게 분해하지는 않았다. 100 mM NaOH에 의해 우모분이 약간 분해되는 양상을 보인 그림 3-1-6에 비해 본 실험에서는 효과가 나타나지 않은 것은 실험할 때마다 사용하는 우모분의 질 및 반응 조건이 변했기 때문인 것 같다. 10 mM-100 mM 범위의 NaOH를 처리한 우모분에 단백질 분해효소를 처리하면 lanes 7-10이 보여주듯이 우모분 digest가 낮은 분자량의 펩타이드를 더 많이 함유하는 것을 알 수 있다. 특히 Colluplin 효소보다 Maxazyme이 더 좋은 효과를 나타내었다.

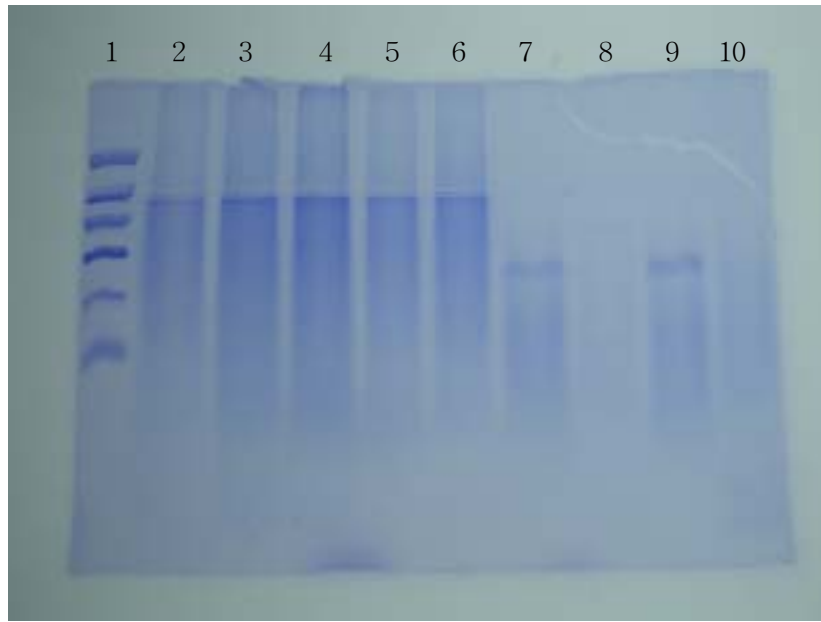


Fig. 3-1-11. NaOH 분해 우모분 digest의 단백질 분해효소 처리 반응 효과.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard markes	우모분 control	10 mM NaOH	100 mM NaOH	우모분/ Colluplin	우모분/ Maxazyme	10 mM NaOH/ Colluplin	10 mM NaOH/ Maxazyme	100 mM NaOH/ Colluplin	100 mM NaOH / Maxazyme

Fig. 3-1-12의 경우는 HNO₃ 처리 후에 단백질 분해 효소를 반응시킨 효과를 보여 준다. Fig. 3-1-11의 NaOH 처리한 경우와 유사한 결과를 보여주고 있으나 lane 10이 보여주듯이 100 mM 정도의 고농도 HNO₃를 처리한 우모분 digest는 Maxazyme 반응을 저해하였다.

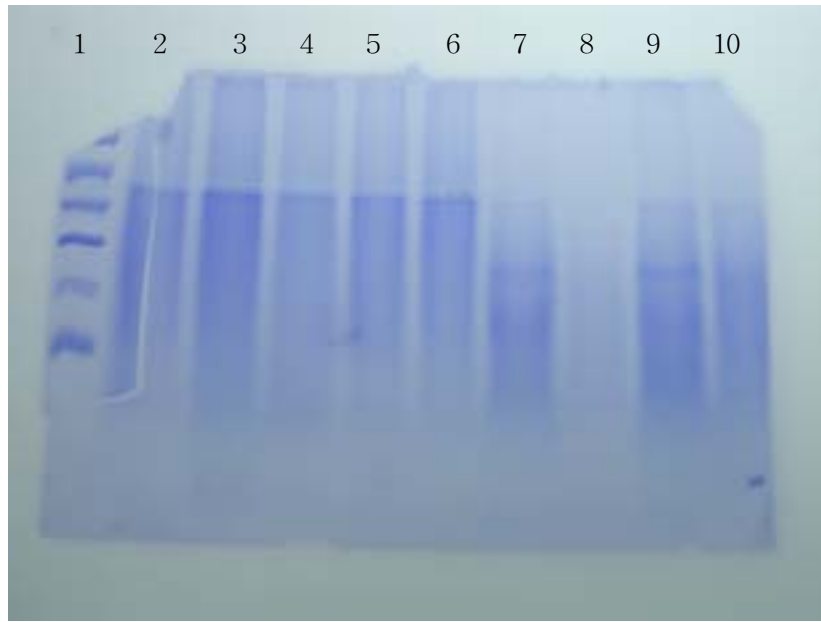


Fig. 3-1-12. HNO₃ 분해 우모분 digest의 단백질 분해효소 처리 반응액의 Peptide SDS-PAGE.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard markers	우모분 control	10 mM HNO ₃	100 mM HNO ₃	우모분/ Colluplin	우모분/ Maxazyme	10 mM HNO ₃ / Colluplin	10 mM HNO ₃ / Maxazyme	100 mM HNO ₃ / Colluplin	100 mM HNO ₃ / Maxazyme

Fig. 3-1-13은 hydrogen peroxide 처리한 우모분 digest의 효소에 대한 분해 정도를 나타내고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 전 실험과 유사한 경향을 보였다. 100 mM 이상의 hydrogen peroxide 처리한 실험구(lanes 9-10)에서 Colluplin과 maxazyme 모두 더 이상의 우모분 분해를 촉진하지 않는 것으로 보아 잔존 hydrogen peroxide가 두 효소를 저해하는 것으로 생각된다.

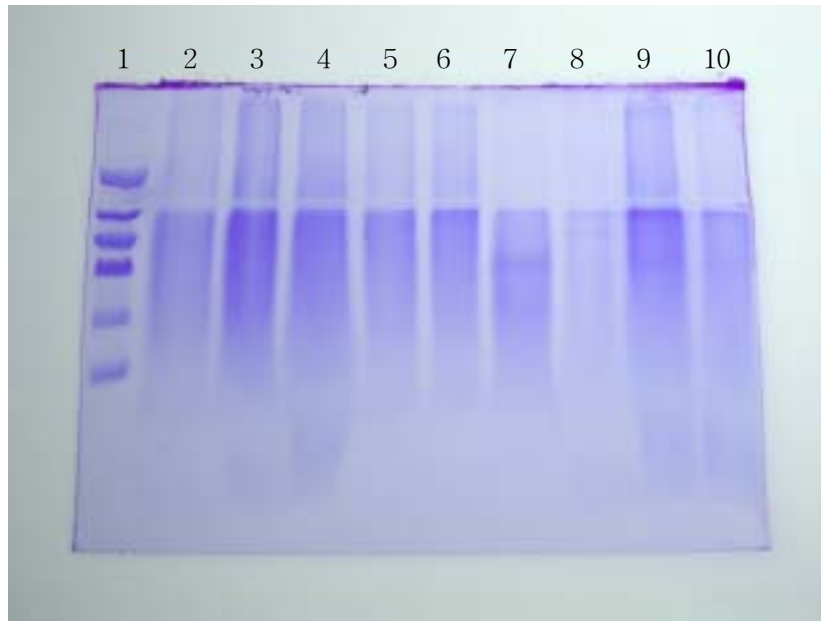


Fig. 3-1-13. Hydrogen peroxide 분해 우모분 digest의 단백질 분해효소 처리 효과.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard markers	우모분 control	10 mM H ₂ O ₂	100 mM H ₂ O ₂	우모분/ Colluplin	우모분/ Maxazyme	10 mM H ₂ O ₂ / Colluplin	10 mM H ₂ O ₂ / Maxazyme	100 mM H ₂ O ₂ / Colluplin	100 mM H ₂ O ₂ / Maxazyme

Fig. 3-1-14도 100 mM hydrogen peroxide 처리한 우모분은 단백질 분해효소에 의해 더 이상 분해되지 않는 것을 보여주고 있다.

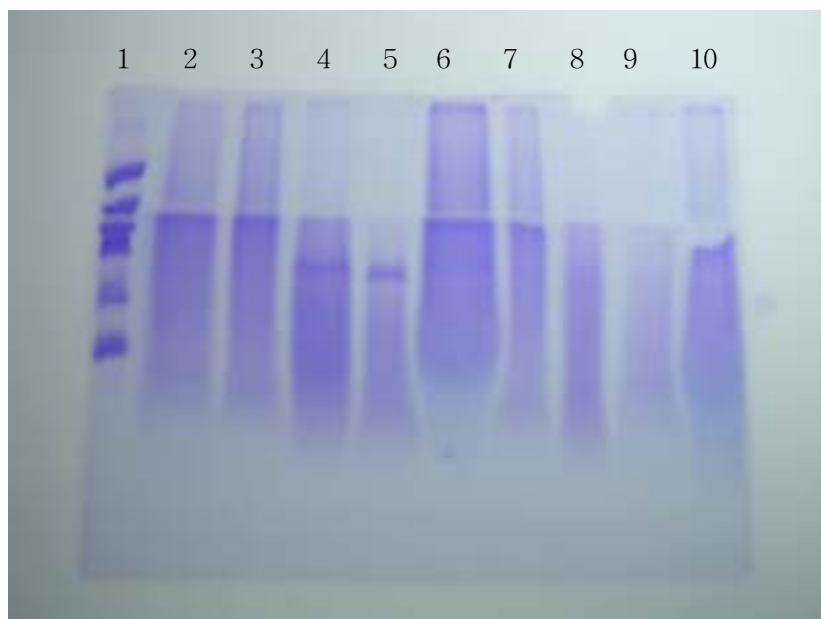


Fig. 3-1-14. 100 mM 산, 알카리, hydrogen peroxide에 의해 분해한 우모분 digest의 단백질 분해효소 처리 효과.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Standard markers	우모분 control	우모분/ Colluplin	100 mM NaOH/ Colluplin	100 mM HNO ₃ / Colluplin	100 mM H ₂ O ₂ / Colluplin	우모분/ Maxazyme	100 mM NaOH/ Maxazyme	100 mM HNO ₃ / Maxazyme	100 mM H ₂ O ₂ / Maxazyme

산, 염기, hydrogen peroxide를 각각 처리한 후 2가지 효소를 이용해 우모분을 분해 결과 약한 산, 염기, hydrogen peroxide의 처리 후 효소를 처리하면 분해가 증가되는 결과를 얻었다. 3차년도에 우모분의 케라틴을 3 가지 시약으로 전처리 한 후 효소 처리하는 경제적인 방법을 찾을 수 있다면 taurine 함량을 높일 수 있는 우모분 digest 사료첨가물을 개발할 수 있을 것이다. Hydrogen peroxide 100 mM 이상에서 효소의 반응에 저해되는 현상을 보였는데 이는 hydrogen peroxide가 남아서 효소를 저해했기 때문인 것 같다. 하지만 10 mM 농도의 시약에서는 3가지 시약이 유사한 결과를 보이며 hydrogen peroxide 처리법이 상대적으로 용이하므로, 이 시약을 이용하여 시스테인 파괴가 최소화되는 조건을 잡는다면 시스테인 고함유 우모분 digest 공정이 개발될 수 있을 것이다.

8. 우모분 분해물의 유해 미생물 test

Gene Bank Data Base Search에 의하여 발견한 *Salmonella typhimurium* 특이 지역인 InvH11(5'-TTGAACCCGGAAGTAAGAAT-3')와 InvH12(5'-AGCCAACGGTGATATGGCCT-3')을 이용한 PCR 결과에서 *Salmonella typhimurium* 특이 band인 93 bp PCR DNA fragment가 우모분을 추출 DNA를 template로 사용한 경우에서 보이지 않았다. 그리고 *Listeria monocytogenes*의 hemolysin gene인 *hlyA* gene downstream의 특이 지역을 포함하는 LM1 (5'-TTACGAATTAAAAAGGAGCG-3')과 LM2(5'-TTAAATCAGCAGGGGTCTTT-3')를 이용한 PCR에서 161 bp의 PCR DNA fragment가 나타나지 않아 우모분 분해물에 이 두 균이 오염되지 않았음을 간접적으로 알 수 있었다.

9. 최적조건 실험

1, 2차년도 실험의 결과로 최적의 우모분 분해 조건을 대략 잡았으며 마지막으로 분해조건을 보다 자세히 조사하였다. 실험의 조건은 다음과 같다.

1) 우모분

배합사료에 5% 정도 내외에서 단백질 사료원으로 사용되고 있는 고온고압증기처리 우모분(체내 소화율 60 ~ 65%)을 천하제일사료에서 구입하였다.

2) 단백질분해효소 및 처리방법

a. Collupulin (DSM Food co.)을 우모분에 0.2 %(w/w)의 농도로 섞어 pH 7.0과 50°C 조건에서 1시간 반응시켰다.

b. Maxazyme (DSM Food co.)을 우모분에 0.2 %(w/w)의 농도로 섞어 pH 7.0과 50°C 조건에서 1시간 반응시켰다.

3) 우모분 분해물 내의 과산화수소 잔량 측정법

PeroXOquant Quantitative Peroxide Assay Kits (Pierce)를 이용하여 분석하였다. 잔존하는 H₂O₂에 의하여 Fe²⁺가 산화되며 생성된 Fe³⁺가 Xylenol Orange와 반응하여 발색되는 정도를 560 nm에서의 흡광도로 측정하였다.

4) Ellman's reagent(Uptima, FT-UP10685)를 이용한 cysteine의 함량 측정법.

DTNB [5,5'-Dithio-bis(2-nitrobenzoic acid)] 용액 50 ul와 100 ul 1M Tris-HCl(pH 8.0)를 포함한 990 ul 멸균수에 농도별 cysteine 용액 10 ul 또는 우모분 분해물 10 ul를 넣고 상온에서 15분간 방치한 후 발색정도를 412 nm에서 흡광도를 측정하여 cysteine 양을 측정하였다.

5) 우모분 분해법

산 · 염기 분해법의 경우 우모분을 4배 부피의 HNO₃(또는 NaOH) 용액에 넣고 65℃ 항온수조에서 1시간 가열 반응하여 분해한 후 NaOH(또는 HCl)로 중화하고 물로 세척하여 염을 제거한 후 건조하였다. 과산화수소 분해법의 경우, 우모분을 1.2배 부피의 과산화수소용액에 넣고 NaOH를 사용하여 약알카리(pH 9~10)로 만든 후 과산화수소가 제거될 때까지 온도별로 반응시킨 후 건조하였다.

6) Peptide Tricine SDS-PAGE

분자량 1,000 ~ 10,000의 저분자 peptide를 보기위한 Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis 법 (Schagger, 1987)을 사용하였다.

초기 불용성이었던 우모분은 Fig.3-1-15.에서 보듯이 산, 염기 또는 과산화수소를 처리하면 분해되어 수용성 부분이 증가하며 같은 농도를 처리했을 때 과산화수소, 염기, 산의 순으로 분해능력이 좋았다.

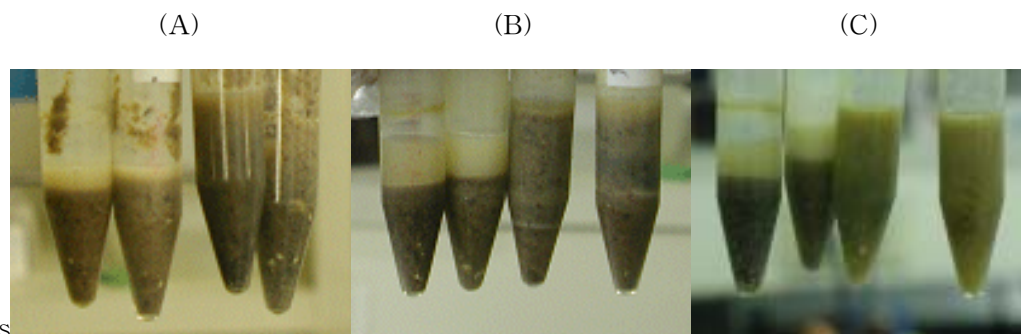


Fig. 3-1-15 농도별 우모분의 수용화도.

(A), NaOH; (B), HCl; (C), H₂O₂. 각 실험군의 1, 2, 3, 4 tube는 각각 25℃ 10 mM, 25℃ 100 mM, 25℃, 1 M, 65℃ 1 M의 반응조건의 결과이다.

산, 알카리, hydrogen peroxide 처리에 의해 부분 가수분해된 우모분 digest에 효소를 처리한 후 분해정도를 Peptide SDS-PAGE를 이용하여 보다 자세히 조사하였다. 분해물을 12,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 상등액을 Tricine SDS-PAGE를 하여 분자량의 분포와 함께 수용화 정도를 비교하였다. 처리 시약의 농도에 따라 모두 분해능이 증가하여 수용액층은 탁해졌으나 짧은 조각으로 분해되어 전기영동 상에서 고분자량이 감소함을 보였다(Fig. 3-1-16.). 특히 과산화수소는 cystine을 분해한 후 cysteic acid로 전환시켜 다시 황 이중결합을 할 수 없는 구조로 변화시켜 수용화도를 증가시키는 것으로 생각되었다. 또한 과산화수소는 물과 산소를 발생시키며 자발적으로 분해되는데 과산화수소의 양을 0-100 uM 범위에서 정확히 측정할 수 있는 Pierce PeroXquant Quantitative Peroxide Kit를 사용하여 처리 후의 과산화수소의 잔량을 측정한 결과 과산화수소가 완전히 제거된 것을 알 수 있었다.

산, 알카리, 과산화수소 처리한 우모분이 어느 정도 소화되기 쉽게 분해되었는지를 단백질분해효소를 처리하여 조사하였다. Collupulin MG 10 mg/g(1% w/w)와 Maxazyme 20 ul/g(2% v/w)를 분해효소로 사용하였으며 전체 volume은 6 ml, 중량은 우모분의 1 g이었으며 1시간 반응시켰다. Fig. 3-1-17.에서 보듯이 고온고압증기 처리된 우모분은 수용화된 부분이라도 단백질분해효소에 의해 분해가 잘 되지 않는 반면 10 mM의 산, 염기 또는 과산화수소의 처리만으로도 단백질분해효소에 의한 분해도가 증가됨을 알 수 있다. 이는 세 가지 처리방법 모두 우모분의 동물 체내에서의 소화율을 향상시키는데 도움이 될 수 있음을 의미한다.

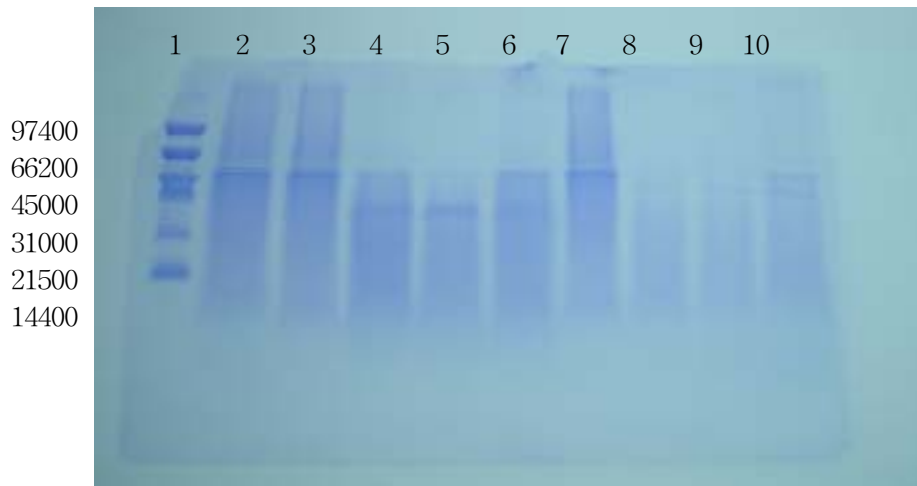


Fig. 3-1-16. 우모분 분해액의 Peptide SDS-PAGE.

lane 1, standard marker; lane 2, 10 mM NaOH; lane 3, 10 mM HNO₃; lane 4, 10 mM H₂O₂; lane 5, 100 mM NaOH; lane 6, 100 mM HNO₃; lane 7, 100 mM H₂O₂; lane 8, 1 M NaOH; lane 9, 1 M HNO₃; lane 10, 1 M H₂O₂.

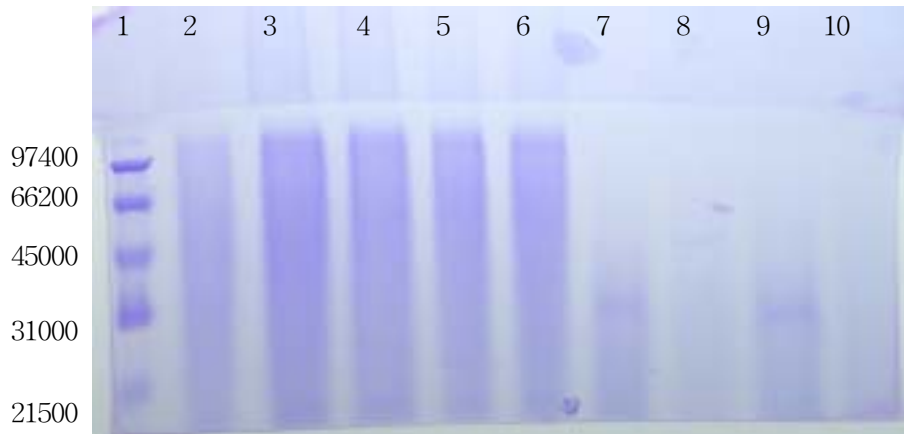


Fig. 3-1-17. 과산화수소 처리 우모분 분해액의 Peptide SDS-PAGE.

Lane 1, standard marker; lane 2, 우모분 control; lane 3, 10 mM H₂O₂; lane 4, 100 mM H₂O₂; lane 5, 우모분/Collupulin; lane 6, 우모분/Maxazyme; lane 7, 10 mM H₂O₂/Collupulin; lane 8, 10 mM H₂O₂/Maxazyme; lane 9, 100 mM H₂O₂/Collupulin; lane 10, 100 mM H₂O₂/Maxazyme.

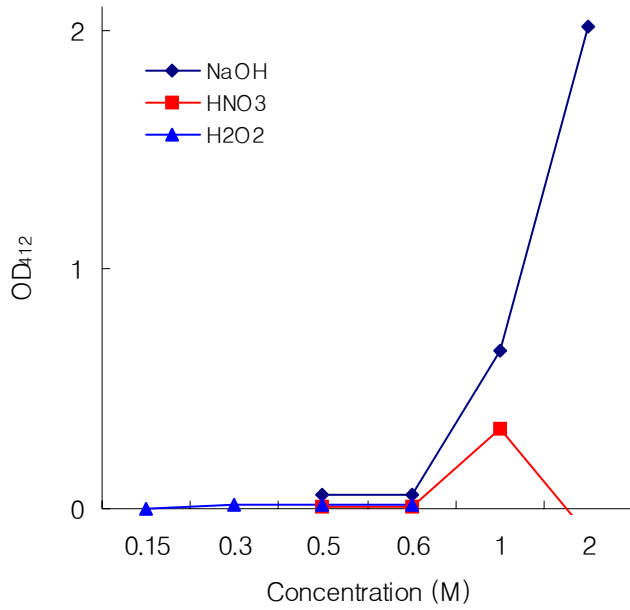


Fig. 3-1-18. NaOH, HNO₃, H₂O₂를 농도별로 65°C, 1 시간 처리한 우모분 상등액의 cysteine 함량변화.

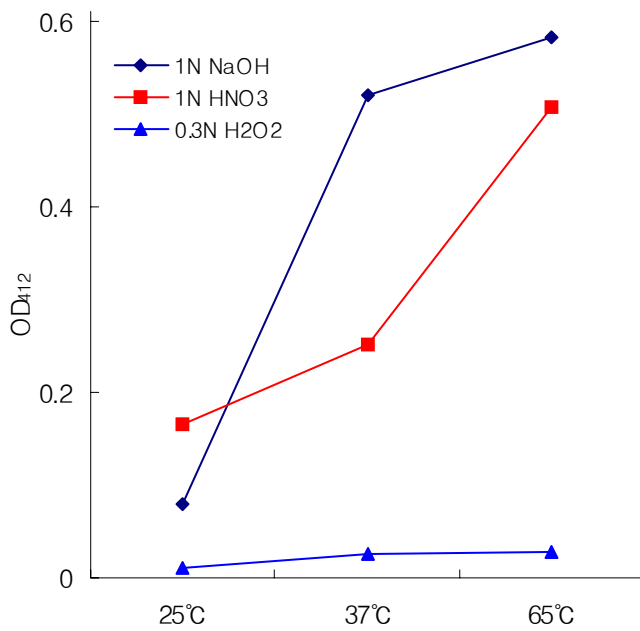


Fig. 3-1-19. 1 N NaOH, HNO₃, H₂O₂를 온도별로 1시간 처리한 우모분 상등액의 cysteine 함량변화.

우모분의 cysteine 함량은 약 4.3%로 타 단백질원과 비교해 월등히 많은 비중을 차지하고 있어 우모분을 급이 하면 가축의 체내에 taurine 함량을 높일 수 있을 것으로 기대하였다. 따라서 우모분을 산과 염기 그리고 과산화수소로 처리한 후 상등액 내의 cysteine을 분석하여 cysteine의 변성 여부를 알아보았다. 전술한 바와 같이 질산과 가성소다를 1 N까지 처리 시엔 cysteine의 양이 증가하였으나 2 N 질산으로 처리하면 오히려 감소함을 보였고 과산화수소에 의해서는 전혀 나타나지 않은 것으로 보아 구조가 변화되어 측정되지 않음을 알 수 있었다(Fig. 3-1-18.). 또한 반응속도는 온도와 비례하게 증가됨을 알 수 있었다(Fig. 3-1-19.). Cysteine은 알카리 상에서 가장 안정함을 보였으나 변성된 형태의 함황아미노산도 소화·흡수되어 taurine을 생합성 할 수 있으므로 축산기술연구소에 전체 함황아미노산의 양을 분석의뢰 하였다. 그 결과 methionine은 평균 0.52%, cysteine은 3.23% 정도를 차지함을 알 수 있었으며, 1%까지의 과산화수소 처리 후에도 그 함량이 변하지 않음을 알 수 있었다(Table. 3-1-6.).

Table. 3-1-6. 과산화수소의 농도별 처리에 따른 우모분의 함황아미노산 변화량

처리별 우모분 종류	함황아미노산	
	Methionine	시스테인 류
우모분	0.530	3.181
0.4% H ₂ O ₂ 처리 우모분	0.499	3.325
0.7% H ₂ O ₂ 처리 우모분	0.518	3.251
1.0% H ₂ O ₂ 처리 우모분	0.529	3.160

축산기술연구소에 pepsin 소화율을 의뢰한 결과 천하제일사료의 고온고압처리 우모분이 73%가 나왔으나 색상이 탈색되어 흙색에서 황색으로 변하고 악취의 발생이 줄은 1% 과산화수소 처리된 우모분의 경우는 95.6%의 pepsin 소화율을 보였다. 세가지 방법으로 처리하여 제조한 우모분 분해물을 건조하여 분말화시킨 모습을 Fig. 3-1-20이 보여주고 있다. 전체적으로 탈색이 된 것을 알 수 있다.



고온고압증기처리 우모분 1% H₂O₂ 처리 우모분 3% H₂O₂ 처리 우모분

Fig. 3-1-20 과산화수소 처리에 의한 우모분의 탈색.

Table 3-1-6에서 보여주듯이 시스테인류의 함량은 유사한 수치를 보여주어 우모분을 과산화수소처리할 경우 cysteine이 일부 cysteic acid 등으로 전환되었을 간접적으로 알 수 있었다. 따라서 과산화법을 사용하여 제조한 시료는 여전히 타우린 함량 증가 목적의 사료로서 가치가 있을 것이라고 생각된다. 과산화수소로 분해된 우모분을 제 2세부과제에서 사료량의 5% 비중으로 첨가하여 급이 한 후 다리와 가슴과 간 조직을 분석하였다. 일반사료와 고온고압증기처리된 우모분과 비교한 결과 가축의 증체율에는 영향을 주지 않으면서 닭의 다리근육에서 taurine의 함량이 일반사료에 비해 증가한 것을 알 수 있었으며 특히 고온고압증기법으로 처리한 우모분과 비교했을 때 높은 수치를 나타내어 소화 가능한 cysteine의 함량이 증가하였음을 나타냈다 (제 2세부과제 논문발표 준비 중). 따라서 과산화수소의 처리가 소화율을 높였으며, cysteine을 cysteic acid로 methionine을 methionine sulfoxide로 일부 산화시켰지만 taurine으로의 전환에는 큰 문제가 없는 것으로 밝혀져 우모분을 과산화수소로 분해하는 방법이 간편하면서도 유용함을 알 수 있었다.

과산화수소 처리법은 액체량이 적으면서 낮은 농도의 과산화수소 처리로도 소화율이 높은 우모분 digest를 생산할 수 있어 건조비가 적게 들고 염 함량이 낮아 경제적이다. 생산에 있어 폐수를 거의 발생시키지 않으며 가축의 분변 양을 줄인다는 점에서 환경친화적이라고 할 수 있다. 뿐만 아니라 현재 발생되는 우모분의 30% 정도만이 우모분으로 가공되는 것으로 보아 사료화되지 않고 폐기되는 부분이 많은 것을 알 수 있는데 우모분의 가치를 높여 사료화를 유도하면 자원의 재활용이라는 측면과 환경오염방지의 차원에서도 가치가 있다고 하겠다. 실제로 우모분은 미생물에 의해

서도 분해가 상당히 어려워 자연 상태에서 1년 내지 2년간 발효시킨 후 퇴비로 농가에서 사용하고 있는데 과산화수소를 처리하면 일반 protease로도 분해가 가능해져 유용도를 높일 수 있을 것이다.

현재 고온증기법에 의해 생산된 우모분에 대한 급이 실험은 많이 연구되었으나 과산화수소처리 우모분을 이용한 급이 실험은 미비한 실정이다. 앞으로 단백질원으로의 효과를 확인하기 위하여 사료내에서의 비중을 높여 동물에 급이하는 실험을 해야 할 것이다. 그리고 hydrogel을 만들기 쉽다는 점을 이용하여 축산이나 어류용 또는 농업용 생균제를 위한 담체로서의 응용 연구도 가치가 있을 것이다.

제 2 절 Taurine강화 계육, 계란 및 돈육 생산

1. 우모 가수분해물 첨가가 육계의 증체 및 계육내 타우린 함량에 미치는 영향

가. 재료 및 방법

1) 기초사료 및 시험원료제조

본 시험에서 사용된 사료의 배합표는 Table 3-2-1-2(실험 1, 실험 2)에서 보는 바와 같다. 이 사료들을 각 실험의 대조구 사료(T1)로 하였으며 주 실험 원료인 우모분은 (주)하림에서 구입하였다. 우모분의 일반 조성분을 분석한 결과는 Table 3-2-1-3에 나타냈다. 우모 가수분해물들은 각각 1N의 NaOH와 HNO₃으로 60°C에서 1시간 동안 가수분해시킨 후 같은 농도의 HCl과 NaOH로 중화하여 만들었다. 그리고 모발분과 시스틴 파우더는 (주)일신케미칼¹⁾에서 구입하였으며, modified HNO₃ 처리는 기존의 HNO₃ 처리에 염(salt)인 NaNO₃를 제거하여 만들었다.

2) 시험설계 및 사양시험

실험 1에서는 사양시험을 위하여 1일령의 육계(Ross 종) 40수를 공시하여 4처리구

¹⁾287-2 Bukjung-Dong, Yangsan-Si, Kyungsangnam-Do 626-110, Korea.

에 각각 10수(암·수 5수씩)를 철제 배터리 케이지(가로: 90cm, 세로: 45cm, 높이: 50 cm)에 배치하였다. 실험 2에서는 70수를 공시, 7처리구에 각각 10수(암·수 5수씩)를 철제 배터리 케이지에 배치하였다. 처리구는 Table 3-2-1-1에서 보는 바와 같이 실험 1에서는 대조구 사료에 무처리 우모분 5%(T2), NaOH 처리 우모분 5%(T3), HNO₃ 처리 우모분 5%(T4)를 첨가하여 처리구를 만들었다. 실험 2에서는 실험 1의 처리구들과 함께 modified HNO₃ 처리 우모분 5%, 모발분 5%, 시스틴 파우더 0.22%를 첨가한 처리구들을 추가하여 T5, T6, T7을 만들었다. 사양시험은 반복 없이 21일간 실시하였으며, 시험기간동안 물과 사료는 자유채식을 시켰다. 조명은 24시간 해주었고 매주 체중과 사료섭취량을 측정하였다.

Table 3-2-1-1. Treatments of experimental diets

		Treatments*	Abbreviation
Exp. 2	Exp. 1	T1: Control	-
		T2: Control + Regular feather meal (FM)	R-FM
		T3: Control + NaOH treated FM	NaOH-FM
		T4: Control + HNO ₃ treated FM	HNO ₃ -FM
	T5: Control + Modified HNO ₃ -FM	M-HNO ₃ -FM	
	T6: Control + Hair meal	HM	
	T7: Control + 0.22% cystine	CYS	

*Feather meal and hair meal diets were supplemented at 5% to the control diet

3) 시료 채취

실험 1에서는 사양시험 종료(21일령) 후 각 처리당 5마리씩을 선발, 총 20마리를 도살하여 가슴살과 간을 채취하였고 실험 2에서는 사양시험 종료(21일령) 후 각 처리당 8마리씩을 선발, 총 56마리를 도살하여 가슴살과 간 및 다릿살과 심장을 추가로 채취하였다. 채취한 시료는 -50℃에 냉동 보관하였다.

4) 타우린 분석

각 장기의 타우린 분석은 Tomihiro(1986)의 분석방법에 준하여 다음과 같이 분석하

였다.

(1) 시료 전처리

냉동 보관한 장기 시료와 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질화 시킨 후, 4°C에서 13,000 rpm으로 20분 동안 원심분리를 하였다. 상층액 2ml을 양이온 교환 컬럼(AG 50W-X8, 200-400 mesh, H⁺ form, 5×15 mm, Bio-Rad Korea Ltd.²⁾)에 통과시켰고, 다시 1ml의 증류수로 세척을 하여 총 3ml의 추출액을 만들었다.

(2) High-performance liquid chromatography(HPLC) 분석 조건

분석에는 HPLC Model 305 system(Gilson[®], France), Fluorometer Model 121(Gilson[®], France), Shodex Ionpak C-811(adsorption distribution type column, 8×500 mm), Shodex Ionpak C-810P(guard column, 8×500 mm, Showa Denco K.K.) 등이 이용되었으며, 이동상으로 3mM perchloric acid가 사용되었고 1분에 1ml이 흐르게 하였다. 컬럼의 온도는 40°C를 유지시켰다.

(3) OPA(○-Phthalaldehyde) 유도반응

추출액 20μl를 컬럼에 통과시킨 후 곧바로 OPA 유도체와 1분 동안 반응시켜 형광 검출기로 측정을 하였다. OPA 유도체는 OPA(1.6g)를 absolute ethanol(10ml)에 녹인 후, 0.4M boric acid(pH 10.5, 1000ml), 2-mercaptoethanol(2ml), 10% Brij 35(6ml)을 넣어 만들었다.

5) 통계분석

시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS (1995) GLM (General Linear Model) Procedure를 이용하여 분석하였으며 처리 평균간의 유의성은 contrast와 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

²⁾Cambridge Building 1461-15 Seocho-Dong, Seocho-Ku, Seoul 137-070, Korea.

Table 3-2-1-2. Formula and chemical composition of basal diets

Ingredients	Exp. 1	Exp. 2
	-----%-----	
Corn	55.88	53.02
Soybean meal(44% CP)	31.52	34.60
Corn gluten	3.57	4.79
Animal fat	4.00	4.00
Calphos-18 ¹⁾	1.70	1.75
Rapeseed meal	1.30	
Fish meal	1.00	
Limestone	0.38	0.80
Salt	0.20	0.39
Lysine-HCl(78%)		0.14
DL-methionine(98%)		0.26
Methionine hydroxy analogue	0.13	
Vitamin premix	0.15 ²⁾	0.15 ⁴⁾
Mineral premix	0.10 ³⁾	0.10 ⁵⁾
Choline chloride	0.07	
Total	100	100
Chemical composition⁶⁾;		
ME, kcal/kg	3,150	3,050
Crude protein, %	22.00	23.03
Calcium, %	0.95	1.00
Lysine, %	1.18	1.10
Methionine + cystine, %	0.90	0.86
Phosphorus, %	0.80	0.73

¹⁾Tricalciumphosphate

²⁾Provided per kg of diet: vitamin A, 13,500 IU; vitamin D₃, 3,375 IU; vitamin E, 33.8 mg; vitamin K₃, 2.3mg; vitamin B₁, 2.7 IU; vitamin B₂, 6.8mg; vitamin B₆, 4.1mg; vitamin B₁₂, 21.6μg; biotin, 113.4μg; niacin, 45.9mg; pantothenic acid, 12.2mg; folic acid, 1.4mg

³⁾Provided per kg of diet: Zn, 67.5mg; Mn, 67.5mg; Fe, 67.5mg; Cu, 6.8mg; I, 1.5mg; Se, 0.4mg.

⁴⁾Provided per kg of diet: vitamin A, 10,000 IU; vitamin D₃, 2,500 IU; vitamin E, 25mg; vitamin K₃, 1.7mg; vitamin B₁, 2 IU; vitamin B₂, 5mg; vitamin B₆, 3mg; vitamin B₁₂, 16μg; biotin, 84μg; niacin, 34mg; pantothenic acid, 9mg; folic acid, 1mg

⁵⁾Provided per kg of diet: Zn, 75mg; Mn, 75mg; Fe, 75g; Cu, 7.5mg; I, 1.65mg; Se, 0.45mg

⁶⁾Calculated values

Table 3-2-1-3. Nutrient content of feather meal

Dry matter	Crude ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	NFE*
-----%-----					
97.6	6.1	71.0	16.8	0.2	3.4

*Nitrogen free extract

나. 결 과

사양시험(실험 1과 2)에서 얻어진 증체량, 사료섭취량, 사료요구율 및 폐사율은 Table 3-2-1-4에서 보는 바와 같다. 본 시험은 단일 반복 실험이었으므로 처리에 따른 성장율의 차이는 단지 경향치만을 나타낸 것이다. 증체량에 있어서 실험 1의 경우 R-FM과 NaOH-FM 첨가구가 대조구에 비해 각각 9%와 5%이상의 증체 경향을 보였으며, HNO₃-FM 첨가구는 대조구에 비해 증체율이 낮은 경향을 보였다. 실험 2의 경우 CYS 첨가구가 증체율이 가장 높았고 R-FM, M-HNO₃-FM, NaOH-FM 첨가구의 순으로 대조구에 비해 높은 경향을 보였으며, HNO₃-FM 첨가구가 증체율이 가장 낮은 경향을 나타냈다. 사료요구율은 R-FM 첨가구가 실험 1과 2에서 모두 낮은 경향을 보였으며, 폐사율은 실험 1과 2를 합쳐 R-FM, HNO₃-FM, M-HNO₃-FM 첨가구에서만 나타났다. 위의 결과(실험 1과 2)들을 종합해 보면 HNO₃-FM과 HM 첨가구를 제외한 다른 첨가구들의 성장율은 대조구에 비해 다소 높은 경향을 나타내었다.

우모분 처리방법에 따른 각 부위의 타우린 분석 결과는 Figure 3-2-1-1에서부터 3-2-1-6에서 보는 바와 같다. 실험 1에서는 우모분 처리구 모두 대조구에 비해 가슴살과 간에서의 타우린 함량이 다소 높았으며 특히, 가슴살의 경우 NaOH-FM 첨가구가 대조구에 비해 유의하게 높았다(P<0.05). 실험 2에서는 가슴살의 경우 CYS와 NaOH-FM 첨가구가 다른 처리구들에 비해 타우린 함량이 높았으나 통계적인 유의차는 없었다. 간의 경우에는 CYS 첨가구가 가장 높았고 실험 1에서와 마찬가지로 대조구에 비해 우모분 처리구 모두 타우린 함량이 높았으나 유의성은 없었다. 다릿살의 경우 R-FM과 NaOH-FM 첨가구가 HNO₃-FM과 HM 첨가구에 비해 타우린 함량이 높았으나(P<0.05), 대조구와는 통계적인 유의성이 나타나지 않았다. 심장에서는 HNO₃-FM과 HM 첨가구가 대조구에 비해서 타우린 함량이 낮았고 R-FM과

NaOH-FM 그리고 CYS 첨가구가 다른 첨가구들에 비해 타우린 함량이 다소 높은 경향을 보였다.

결론적으로 육계의 성장률은 우모의 가수분해 방법 차이에 따라서 다르게 나타났으며, 계육의 타우린 함량은 부위별로 차이를 보였다. NaOH-FM 처리구는 계육 중 가슴살과 다릿살에서 타우린 함량이 다른 처리구보다 높게 나타났다.

Table 3-2-1-4. Effect of dietary feather meal digests on weight gain, feed intake, feed/gain and mortality in broiler chickens during 0 to 21 days

	Diets*	Weight gain, g/bird	Feed intake, g/bird	Feed/gain	Mortality, %
Exp. 1	Control	694.9	963.7	1.39	0.0
	R-FM	759.3	1011.6	1.33	0.0
	NaOH-FM	731.9	1027.4	1.40	0.0
	HNO ₃ -FM	687.5	978.5	1.42	10.0
Exp. 2	Control	674.9	961.9	1.43	0.0
	R-FM	705.5	975.0	1.38	10.0
	NaOH-FM	684.9	1029.9	1.50	0.0
	HNO ₃ -FM	652.7	917.0	1.40	0.0
	M-HNO ₃ -FM	686.8	951.9	1.39	20.0
	HM	664.0	976.7	1.47	0.0
	CYS	734.1	1048.7	1.43	0.0

*R-FM; regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; modified HNO₃ treated FM diet, HM; hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

Feather meal and hair meal diets were supplemented at the level of 5% in the control diets.

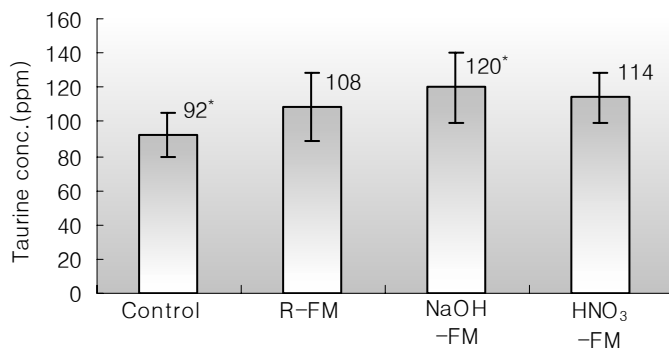


Figure 3-2-1-1. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in breast muscle of broiler chickens at 21 days of age (Exp 1)

*Contrast for control vs 5% NaOH treated FM diet (P<0.05).

R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet.

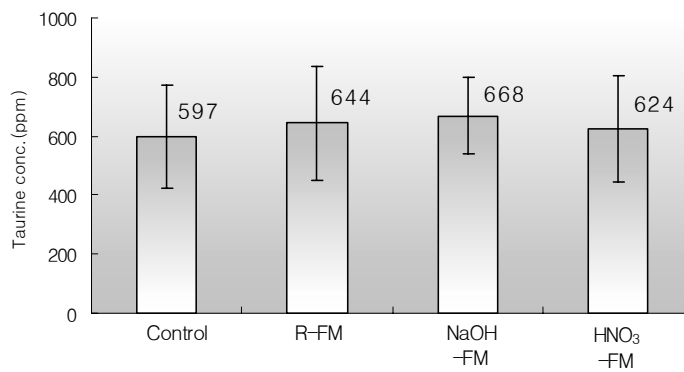


Figure 3-2-1-2. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in liver of broiler chickens at 21 days of age (Exp 1)

R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet.

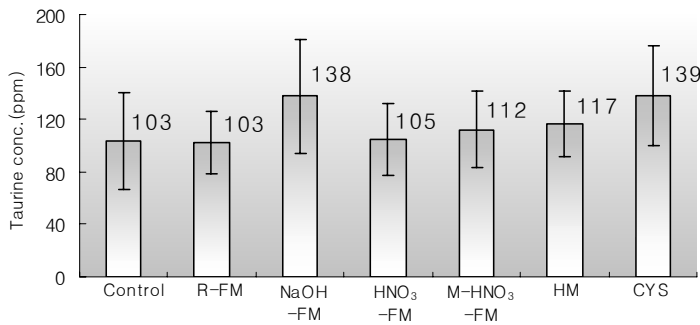


Figure 3-2-1-3. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in breast muscle of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2)

R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

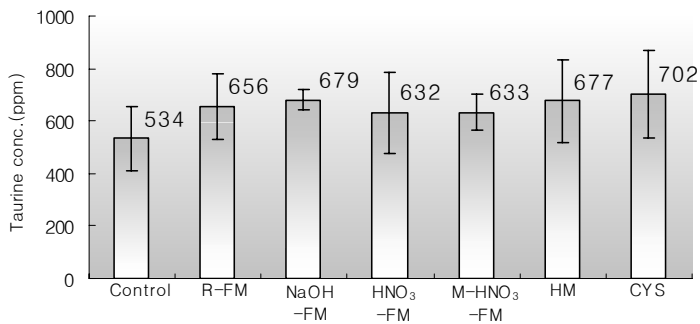


Figure 3-2-1-4. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in liver of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2)

R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

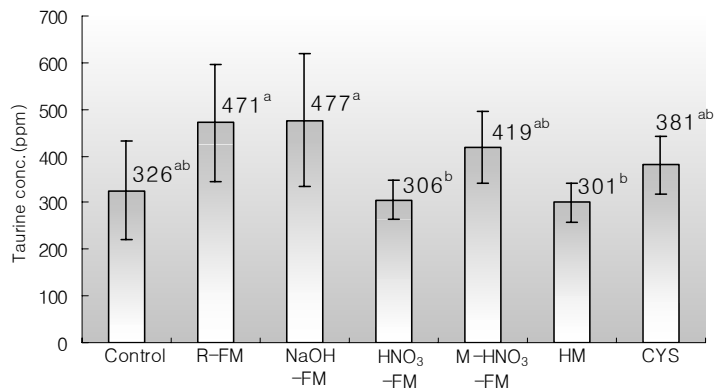


Figure 3-2-1-5. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in leg of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2)

^{a-b}Means with no common superscript differ significantly ($P < 0.05$).

R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

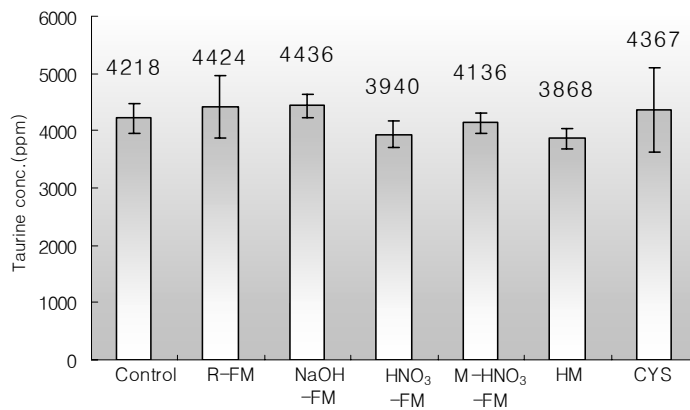


Figure 3-2-1-6. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in heart of broiler chickens at 21 days of age (Exp 2)

R-FM; 5% regular feather meal(FM) diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, M-HNO₃-FM; 5% modified HNO₃ treated FM diet, HM; 5% hair meal diet, CYS; 0.22% cystine supplemented diet.

2. 우모 digest에 의한 taurine 강화계란

가. 재료 및 방법

1) 시험사료

본 시험에 사용된 기초사료의 배합표는 Table 3-2-2-1에서 보는 바와 같다. 이 사료를 실험의 control(T1)로 하였으며 여기에 우모분(Feather meal; FM) 5% 첨가구(T2), NaOH 처리 FM 5% 첨가구(T3) 그리고 HNO₃ 처리 FM 5% 첨가구(T4) 등 4 처리를 두었다. 알카리와 산처리는 각각 1N 용액으로 60℃에서 1시간 동안 가수분해시킨 후 같은 농도의 HCl과 NaOH로 중화하여 만들었고 HNO₃ 처리 FM은 HNO₃ 처리에 의해 생성되는 염인 NaNO₃를 제거하여 사용하였다.

2) 시험동물 및 시험설계

23주령된 산란계(ISA-Brown) 960수를 총 4개의 처리군으로 구성하여 처리당 8반복, 반복당 15케이지, 케이지당 2수씩 (처리당 240수씩 총 960수)을 완전임의배치 하였으며 처리 내역은 Table 3-2-2-2와 같다.

3) 사양시험 및 Sample 채취

사양시험은 8주간 실시하였으며 시험기간동안 물과 사료는 자유채식을 시키고 점등관리(16h/day)를 실시하였으며 매주 각 반복당 15개, 처리당 120개 계란을 수집한 후 난황을 분리하고 분리한 2반복(30개) 난황을 혼합하여 1sample을 만들어 처리당 4sample 총 32 난황 sample을 분석에 공시하였다.

4) 조사항목

산란율(hen-day, hen-housed egg production), 평균 난중, 연과란율은 매일 측정하여 주별 평균을 계산하였고, 사료 섭취량은 주 1회 조사하여 사료 전환율을 산출하였다.

난각 품질 검사는 주 1회씩 총 8회에 걸쳐 주중 하루에 생산된 총 계란 중 반복당 15개의 계란을 취하여 실시하였다. 계란의 난중을 측정하고 난각 강도, 난백고를 측정하였다. 난각강도는 Texture Test Systems(T2100c, Food Technology Co., USA)를 이용해 측정하였고, 난백고는 dial indicator(AMES, Waltham, Mass., USA)를 사

용하여 측정하였다. Haugh unit는 HU formula (Eisen et al., 1962)에 기초해 난중 (W;g)과 농후난백고(H;mm)를 측정하여 $100\log(H-1.7 \times W^{0.37}+7.57)$ 의 공식에 의해서 계산하였다.

계사내 온도는 매일 PM5에 2단 cage의 nipple 높이에서 측정하였다.

5) 타우린 분석

타우린 분석은 Paola Zunin 등(1999)의 분석방법에 준하여 실시하였다.

(1) Sample 전처리

냉동건조한 난황의 sample과 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질하고 난 후, 4℃에서 13,000rpm으로 20분동안 원심분리하여 상층액을 수집하고 같은 과정을 반복한다. 상층액 2ml을 ion-exchange-column(AG 50W-X8, 200-400 mesh, H+form, 5×15 mm, Bio-Rad Laboratories)에 통과시켰고 다시 1ml의 증류수로 washing을 하여 총 3ml의 추출액을 만들었다.

(2) High-performance liquid chromatography(HPLC) 시스템

분석에 사용한 HPLC는 다음과 같다; HPLC Model 305 system(Gilson, France), Fluorometer Model 121(Gilson, France), Merck LichroCART column(Superspher 100 RP-18 end-capped, 125 × 4mm ID) combined with a Merck LichroCART pre-column(Lichrospher 100 RP-18, 4×4mm ID)

(3) Preparation of derivatizing solution(OPA)

O-phthalaldehyde(OPA) 유도체는 OPA(25mg)를 methanol(0.6ml)에 녹인 후, sodium tetraborate(404mg)를 water bath에서 HPLC water(5ml)을 더해 녹인다. 식힌 후, borate solution은 OPA solution에 첨가하고 2-mercaptoethanol (25 μ l)을 혼합해 최대 12h, 4℃에 보관한다.(Pittaluga 등, 1977)

혼합 유도체는 어두운곳에서 4℃아래에서 일주일동안 안정적이다.

(4) HPLC analysis

Injection 하기전 추출액중 100 μ l를 OPA 유도체(100 μ l)와 5분 동안 반응시킨후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정을하였다.

Buffer A는 0.1M sodium acetate (pH 5.80)/methanol (80:20 by vol.)혼합하였고

Buffer B는 0.1M sodium acetate (pH5.80)/methanol (20:80 by vol.)으로 만들었다.

Flow rate는 25 $^{\circ}$ C에서 1분에 1ml 흐르게 하였고, retention times은 12.55min 이었다.

6) 통계분석

시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS (1985)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였고, 처리 평균간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의하여 $P < 0.05$ 에서 검정하였다.

Table 1. Composition and nutrient content of experimental diets.

Ingredients	Percentage
Corn	59.417
Soybean meal (44% CP)	25.259
Limestone	8.347
Wheat bran	4.228
Animal fat	1.500
Calphos-18	0.631
Salt	0.277
Layer premix	0.170
DL-methionine	0.142
Lysine-HCL(78%)	0.029
Total	100
Calculated composition	
Weight, Kgs	1.00
ME Poultry, Kcal/k	2750
Crude Protein, %	17
Arginine, %	0.80
Lysine, %	0.78
Methionine, %	0.34
Meth & Cyst, %	0.61
Tryptophan, %	0.18
Calcium, %	3.50
Phos-Avil, %	0.25
Sodium, %	0.16

¹Contains per kg: vitamin A, 10,000,000 IU; vitamin D3, 2,500,000 IU; vitamin E, 25,000mg; vitamin K3, 1,700mg; vitamin B1, 2,000 IU; vitamin B2, 5,000mg; vitamin B6, 3,000mg; vitamin B12, 16,000 μ g; biotin, 84,000 μ g; niacin, 34,000mg; pantothenic acid, 9,000mg; folic acid, 1,000mg.

Contains per kg: Zn, 75g; Mn, 75g; Fe, 75g; Cu, 7.5g; I, 1.65g; Se, 0.45g.

Table 2. Experimental design of Layer.

Treatments	Replication	Chicks/rep.
T1: Control	8	30
T2: Feather meal (5%)	8	30
T3: NaOH Feather meal (5%)	8	30
T4: HNO ₃ Feather meal (5%)	8	30

나. 결 과

시험기간동안 일계산란율(hen-day egg production), 산란지수(hen-housed egg production), 난중(egg weight), 사료섭취량(Feed intake), 사료전환율(Feed conversion ratio), 연파란율(Broken & soft egg production)은 Table 3-2-2-3에서 보는 바와 같다. 산란율과 산란지수는 T4 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높은 반면 기타 우모분 처리구들은 대조구와 차이가 없었다. 난중은 대조구와 우모분 첨가처리구들간에 유의적 차이는 없었으며 사료섭취량은 T3처리구에서 대조구보다 유의적으로 감소하였다. 사료전환율은 T3처리구가 대조구에 비해 개선된 반면 T2처리구에서 높게 나타났다. 연파란율과 난각강도는 모든 처리구간에 유의적 차이가 없었다. 우모 처리방법에 따른 계란의 taurine 분석 결과는 Fig3-2-2-1, Table 3-2-2-4에서 보는 바와 같은데 난황중 taurine 함량은 NaOH 처리 첨가구(T3)와 HNO₃ 처리 첨가구(T4)가 가장 높았고 다음으로 무처리 우모분 처리구(T2) 였으며 대조구(T1)가 가장 낮았으나 통계적 유의차는 없었다.

난황에 타우린 함량은 실험 6주째 우모분 처리구들 모두 대조구에 비해 높았으나 이 기간을 제외한 전 실험기간 및 8주 평균에서 대조구와 차이가 없었다. 또한 cystine 함량이 높은 공급원으로서 우모 digest의 cystine 이용율과 생체이용율 향상을 위해 여러수준의 우모가수분해물을 기초사료에 첨가하여 계란의 난황에 미치는 taurine 함량 및 생체조직이나 동물의 종에 따른 타우린 함량을 알아보기위한 연구가 요구된다.

결론적으로 T4 처리시 산란율이 증가하였고 T3 처리시 산란율의 저하없이 사료섭취량은 감소시켰으며 사료 효율을 개선시켰다. 그러나 우모분 처리 모두 난황내 taurine 함량을 증가시키지는 못하였다.

Table. 3-2-2-3 Laying performance and eggshell quality during 8wk experimental period.

Weeks	Treatments ¹				SEM
	T1	T2	T3	T4	
Performance					
Hen-day egg production, %	91.79 ^b	92.21 ^{ab}	91.18 ^b	93.46 ^a	0.5134
Hen-housed egg production, %	91.50 ^b	92.17 ^{ab}	91.15 ^b	93.42 ^a	0.5249
Egg weight, g/hen day	60.45 ^{ab}	60.76 ^a	60.55 ^{ab}	60.37 ^b	0.1089
Feed intake, g/day	118.93 ^b	124.09 ^a	114.27 ^c	120.53 ^{ab}	1.3377
Feed conversion ratio, g/100g egg mass	2.15 ^b	2.21 ^a	2.08 ^c	2.14 ^{bc}	0.0236
Soft egg production, %	0.07 ^b	0.12 ^b	0.06 ^b	0.30 ^a	0.0325
Broken egg production, %	0.33 ^b	0.58 ^a	0.54 ^a	0.35 ^b	0.0624
Broken & soft egg production, %	0.40 ^a	0.70 ^a	0.59 ^{ab}	0.65 ^a	0.0783
Haugh unit	86.63 ^a	86.57 ^a	86.06 ^a	85.03 ^b	0.3101
Eggshell strength, kg/cm ²	3608.96	3692.31	3675.60	3624.64	30.406

¹T1; control, T2; control + Feather meal (5%), T3; control + NaOH Feather meal (5%), T4; control + HNO₃ Feather meal (5%).

^{a-b}Means in a row with no common superscript differ significantly (P<0.05)

Table 3-2-2-4. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in egg yolk.

Weeks	Treatments ¹				SEM
	T1	T2	T3	T4	
	----- ug/g, freeze dried egg yolk -----				
1	57.24	53.67	58.97	57.21	3.170
2	57.40	56.18	55.24	56.20	1.561
3	62.53 ^{ab}	65.57 ^a	62.24 ^{ab}	56.00 ^b	2.392
4	47.13	45.49	54.21	54.96	3.888
5	42.21	42.49	41.11	47.81	4.165
6	42.31 ^b	53.60 ^a	56.81 ^a	52.64 ^a	2.815
7	53.66	56.11	53.63	58.03	1.389
8	54.47	54.31	55.27	54.23	0.855
Mean	52.12	53.43	54.68	54.64	1.337

^{a-b}Means in a row with no common superscript differ significantly (P<0.05)

¹T1; control, T2; control + Feather meal (5%), T3; control + NaOH Feather meal (5%), T4; control + HNO₃ Feather meal (5%).

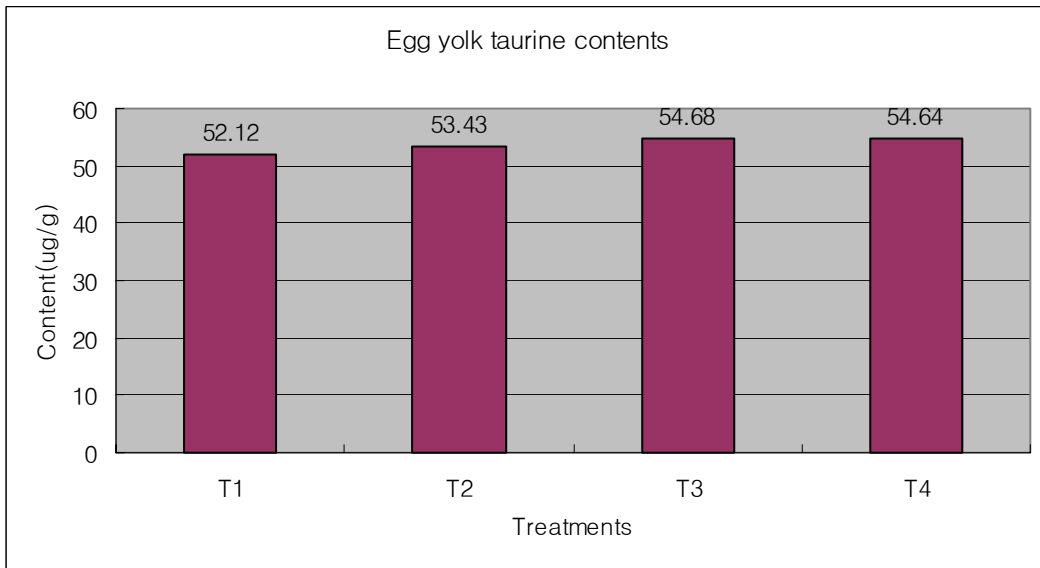


Fig 3-2-2-1. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in egg yolk of layer at 56 days of age.

T1; control, T2; control + Feather meal (5%), T3; control + NaOH Feather meal (5%), T4; control + HNO₃ Feather meal (5%).

3. 우모 digest에 의한 taurine 강화 계육 생산

가. 재료 및 방법

1) 기초사료 및 처리구

본 시험에 사용된 기초사료(대조구)의 배합비와 성분은 Table 3-2-3-1에서 보는 바와 같다. 이 사료를 control로 하고 여기에 우모분(Feather meal; FM) 5% 첨가사료 (FM), NaOH 처리 FM 5% 첨가사료(NaOH-FM), HNO₃ 처리 FM 5% 첨가사료 (HNO₃-FM), 그리고 합성 타우린 0.5% 첨가사료(Taurine)등을 첨가하여 시험사료를 만들었다.

2) 우모 digest 제조

알카리와 산처리는 각각 1N 용액으로 60℃에서 1시간 동안 가수분해시킨 후 같은

농도의 HCl과 NaOH로 중화하여 만들었고 HNO₃ 처리 FM은 HNO₃ 처리에 의해 생성되는 염인 NaNO₃를 제거한후 건조 분쇄하여 만들었다.

3) 시험설계 및 사양

사양시험을 위하여 갖부화한 brolier(Ross[®]) 100수를 공시하여 5처리 2반복, 반복당 10수씩(암·수 5수씩) 2반복으로 철제 battery(가로: 90cm, 세로: 90cm, 높이: 50cm)에 배치하였다. 사양시험은 42일간 실시하였으며 21일령까지는 대조구사료를 모두에게 급여하였고, 처리 사료는 22일령부터 42일령까지 급여하였다. 시험기간동안 물과 사료는 자유채식을 시켰다. 조명은 24시간 점등하였고 매주 group 별로 체중과 사료섭취량을 측정하였다.

4) Sample 채취

사양시험 종료(42일령) 후 각 처리별로 반복당 평균체중에 가까운 암·수 각 5수씩, 총 100수를 도체하여 가슴살, 다리살 그리고 심장을 채취한 후 분석시까지 -50℃에 냉동 보관하였다.

5) 타우린 분석

타우린 분석은 Paola Zunin 등(1999)의 분석방법에 준하였다. 얻어진 결과는 $\mu\text{g/g}$, fresh matter로 표시하였다.

(1) Sample 전처리

냉동 보관한 계육 sample과 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질하고 난 후, 4℃에서 13,000rpm으로 20분동안 원심분리하여 상층액을 수집하고 같은 과정을 2회 반복한다. 상층액 2ml을 anion-exchange-column(AG 50W-X8, 200-400 mesh, H⁺form, 5×15 mm, Bio-Rad Laboratories)에 통과시켰고 다시 1ml의 증류수를 3회 washing을 하여 총 5ml의 추출액을 만들었다.

(2) High-performance liquid chromatography(HPLC) 시스템

분석에 사용한 HPLC는 다음과 같다; HPLC Model 305 system(Gilson, France), Fluorometer Model 121(Gilson, France), Merck LichroCART column(Superspher 100 RP-18 end-capped, 125 × 4mm ID) combined with a Merck LichroCART pre-column(Lichrospher 100 RP-18, 4×4mm ID)

(3) O-phthalaldehyde(OPA) 유도반응

추출액중 100 μ l를 OPA 유도체와 5분 동안 반응시킨후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정을 하였다. OPA 유도체 제조: ①OPA(25mg)를 methanol (0.6ml)에 녹인다. ②sodium tetraborate(404mg)를 water bath에서 HPLC water(5ml)에 녹인후 식힌다. ③borate solution(②)을 OPA solution(①)에 첨가하고 2-mercaptoethanol(25 μ l)을 더하여 혼합한다. OPA 유도체는 제조후 4 $^{\circ}$ C의 어두운곳에 보관하고 12시간 이내에 사용한다(Pittaluga 등, 1977).

6) 통계분석

시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS (1995)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였고, 처리 평균간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의하여 $P < 0.01$ 에서 검정하였다.

Table 3-2-3-1. Composition and nutrient content of experimental diets

Ingredients	Percentage
Corn	55.88
Soybean meal (44% CP)	31.52
Corn gluten	3.57
Animal fat	4.00
Calphos-18	1.70
Rapeseed meal	1.30
Fish meal	1.00
Limestone	0.38
Salt	0.20
Vitamin premix	0.15 ¹
Mineral premix	0.10 ²
Total	100
Calculated composition	
ME Poultry, Kcal/k	3150
Crude Protein, %	22.00
Calcium, %	0.95
Lysine, %	1.18
Meth & Cyst, %	0.90
Phos-Avil, %	0.25

¹Contains per kg: vitamin A, 13,500 IU; vitamin D3, 3375 IU; vitamin E, 33.8mg; vitamin K3, 2.3mg; vitamin B1, 2.7 IU; vitamin B2, 6.8mg; vitamin B6, 4.1mg; vitamin B12, 21.6 μ g; biotin, 113.4 μ g; niacin, 45.9mg; pantothenic acid, 12.2mg; folic acid, 1.4mg.

²Contains per kg: Zn, 67.5g; Mn, 67.5g; Fe, 67.5g; Cu, 6.8g; I, 1.5mg; Se, 0.4mg.

나. 결 과

사양시험기간동안에 얻어진 증체량, 사료섭취량, 사료 요구율 및 폐사율은 Table 3-2-3-2에서 보는 바와 같다. 사양시험 42일중 21일령까지는 모든 처리구에 대조구사료를 급여하였고, 처리 사료는 22일령부터 42일령까지 급여하였다. 증체량에 있어 처리구들은 control에 비해 낮았지만 유의차가 없었다. 사료 섭취량은 Taurine과 FM 급여구가 대조구에 비해 낮았고 NaOH-FM과 HNO₃-FM구들이 FM구 보다는 높은 경향이 있었다. 사료요구율은 NaOH-FM구가 HNO₃-FM구와 FM구보다 유의하게 높았으나 대조구나 taurine구와는 유의한 차이가 없었다. 처리에 따른 각 부위의 taurine 함량 분석 결과는 Fig. 3-2-3-1에서부터 3-2-3-3에서 보는 바와 같다. 대조구의 taurine 함량을 보면 심장근육이 1482 μ g/g으로 가장 높았고 다리근육이 778 μ g/g이었고 가슴살이 79 μ g/g으로 낮았다. 다리살과 가슴살의 경우 처리간에 유의차(P<0.01)가 있었으나 심장에서는 유의차가 없었다. 다리살의 경우 control에 비해 FM, FM digest, 합성 taurine 첨가구들의 taurine 함량이 유의하게 높았는데 대조구에 비해 Taurine 첨가구에서는 170%, FM 첨가구는 123%, NaOH-FM 첨가구는 122% 그리고 HNO₃-FM 첨가구는 63% 증가하였다. 가슴 근육에서는 합성 taurine 처리구가 대조구에 비해 246% 높았지만 다른 처리구들(FM, FM digest)은 유의한 차가 없었다. 심장의 경우 다른 근육에 비해 타우린 함량이 가장 높았으나 모든 처리구간에 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과들을 종합적으로 고찰해 보면 육계후기에 우모분이나 taurine을 추가적으로 공급하면 생산성은 개선되지 않으나 다리근육내 taurine 함량을 유의하게 증가시킬수 있다. 타우린 함량은 근육부위간에 큰 차이가 있는데 가장 함량이 높은 심장근육은 처리에 의해 유의한 영향을 받지 않으며 다리 근육에는 가슴근육보다 약 10배의 taurine이 함유되어 있고 5% 우모분 처리에 의해 taurine 함량이 170% 강화되었다. 한편, 우모분을 NaOH와 HNO₃로 처리하는 것은 taurine 강화에 도움이 되지 않았다.

Table 3-2-3-2. Effects of dietary feather meal and its digests on weight gain, feed intake, feed/gain and mortality in broiler chickens.

Item	wks	Treatments ¹					SEM
		Control	FM	NaOH -FM	HNO ₃ -FM	Taurine	
Weight gain, g/bird	0-3	699.0	687.1	709.1	718.2	691.6	21.045
	4-6	1465.8	1355.3	1325.8	1447.3	1356.8	54.703
	0-6	2164.8	2042.3	2034.8	2165.4	2048.4	36.283
Feed intake, g/bird	0-3	973.9	943.0	942.8	1021.3	949.5	44.823
	4-6	2700.4 ^a	2440.0 ^b	2623.5 ^{ab}	2550.0 ^{ab}	2492.5 ^{ab}	56.784
	0-6	3674.3 ^a	3382.9 ^b	3566.3 ^{ab}	3571.3 ^{ab}	3442.0 ^b	70.013
Feed/ gain (g/g)	0-3	1.39	1.37	1.33	1.42	1.37	0.023
	4-6	1.84 ^{ab}	1.80 ^{ab}	1.98 ^a	1.76 ^b	1.84 ^{ab}	0.051
	0-6	1.69 ^{ab}	1.66 ^b	1.75 ^a	1.65 ^b	1.67 ^{ab}	0.022
Mortality, %	0-6	0	0	0	0	0	0

^{a-b}Means in a row with no common superscript differ significantly (P<0.05)

¹FM; 5% Feather meal diet, NaOH-FM; 5% NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; 5% HNO₃ treated FM diet, Taurine; 0.5% Synthetic taurine supplemented diet

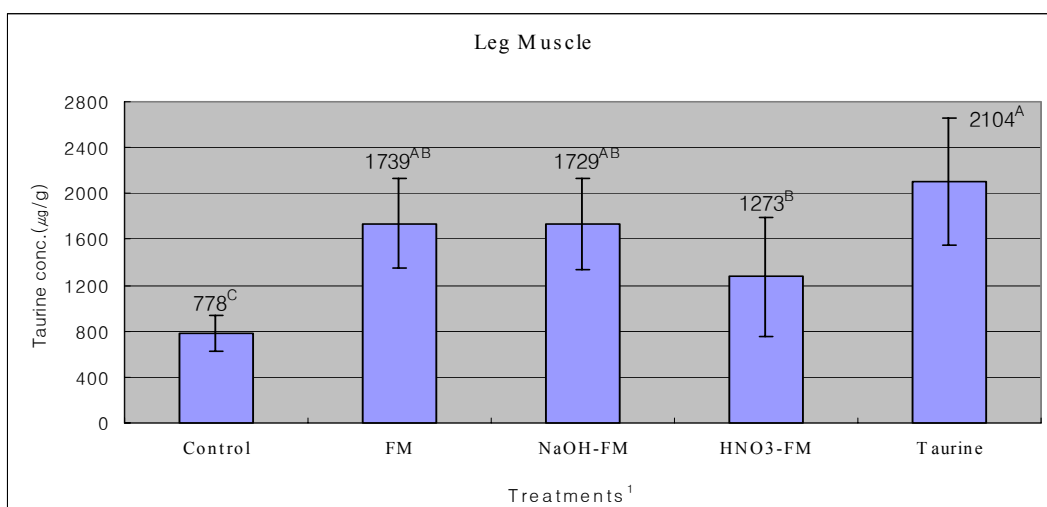


Fig 3-2-3-1. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in leg muscle of broiler chickens at 42 days of age.

¹FM; 5% feather meal(FM) diet, NaOH-FM; NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; HNO₃ treated FM diet, Taurine; 0.5% synthetic taurine supplemented diet

^{A-C}Means with no common superscript differ significantly (P<0.01)

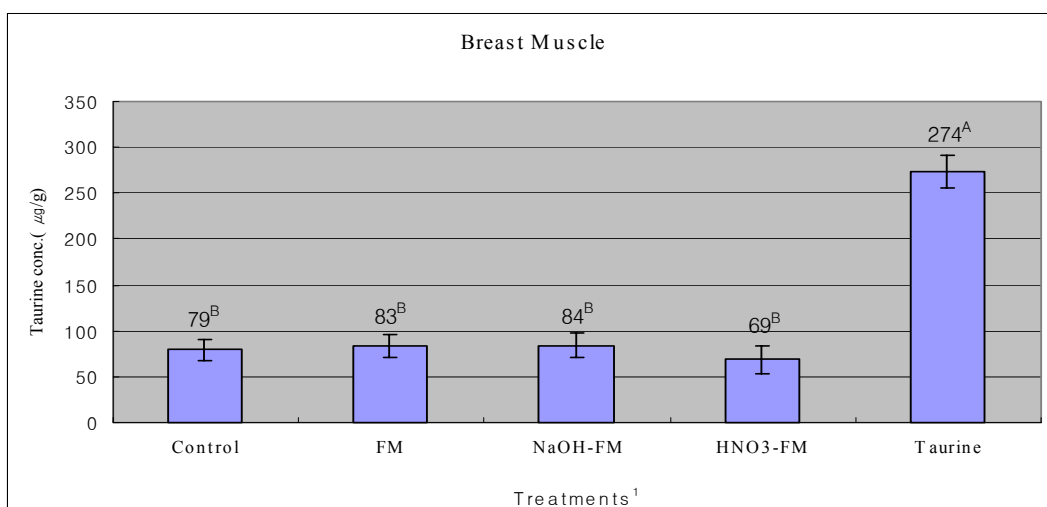


Fig 3-2-3-2. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in breast muscle of broiler chickens at 42 days of age.

¹FM; 5% feather meal(FM) diet, NaOH-FM; NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; HNO₃ treated FM diet, Taurine; 0.5% synthetic taurine supplemented diet.

^{A-B}Means with no common superscript differ significantly (P<0.01)

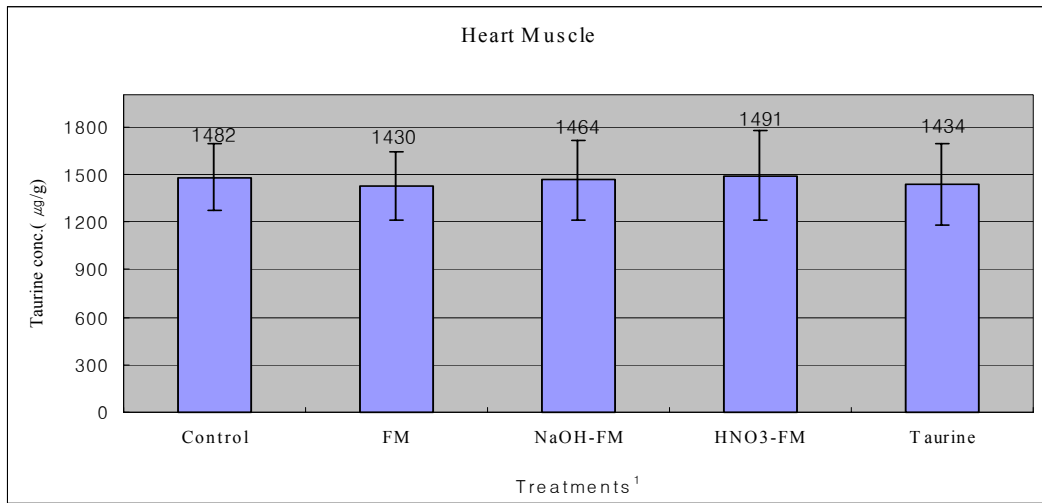


Fig 3-2-3-3. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in heart muscle of broiler chickens at 42 days of age.

¹FM; 5% feather meal(FM) diet, NaOH-FM; NaOH treated FM diet, HNO₃-FM; HNO₃ treated FM diet, Taurine; 0.5% synthetic taurine supplemented diet

4. 우모 digest를 이용한 효율증진과 최적수준의 taurine 강화 계란 생산

가. 재료 및 방법

1) 기초사료 및 시험원료제조

본 시험에 사용된 사료의 배합표는 Table 3-2-4-1(시험사료1, 시험사료2)에서 보는 바와 같다. 이 시험사료1을 control로 하고 여기에 cystine 0.25% 첨가사료(Cystine 0.25%), cystine 0.25% + pyridoxine 21mg/kg 첨가사료(Cystine 0.25% + Pyridox), taurine 0.25% 첨가사료(taurine 0.25%) 그리고 합성 타우린 0.5% 첨가사료(taurine 0.5%)를 첨가하여 만들었고, 시험사료2는 Feather Meal(FM)을 기초로한 사료에 우모분 6%(FM), 무처리 우모분 6% + pyridoxin 21mg/kg(FM + Pyridox), H₂O₂처리 우모분 6%(H₂O₂-FM), H₂O₂처리 우모분 6% + pyridoxin 21mg/kg(H₂O₂-FM + Pyridox)을 첨가하여 만들었다.

2) 시험동물 및 시험설계

사양시험을 위하여 78주령의 산란계(ISA-Brown) 810수를 총 9처리구로 구성하여 처리당 5반복, 반복당 9케이지, 케이지당 2수씩(처리당 90수씩)을 완전임의 배치하였으며 처리내역은 Table 3-2-4-2와 같다.

3) 사양시험 및 Sample 채취

사양시험은 5주간 실시하며 시험기간동안 물과 사료는 자유채식을 시키고 정상적인 점등관리를 실시하며 매주 처리당 5sample, 반복당(난황, 난백) 1sample씩 처리당 10sample 총 90sample의 계란을 채취한다.

4) 조사항목

산란율(hen-day, hen-housed egg production), 평균 난중, 연과란율은 매일 측정하여 주별 평균을 계산하고, 사료 섭취량은 주 1회 조사하여 사료 전환율을 산출하였다.

계사내 온도는 매일 5Pm에 2단 cage의 nipple 높이에서 측정한다.

5) 타우린 분석

타우린 분석은 Paola Zunin et al.,(1999)의 분석방법에 준하였다.

(1) Sample 전처리

냉동건조한 난황의 sample과 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질하고 난 후, 4°C에서 13,000rpm으로 20분동안 원심분리하여 상층액을 수집하고 같은 과정을 반복한다. 상층액 2ml을 anion-exchange-column(AG 50W-X8, 200-400 mesh, H+form, 5×15 mm, Bio-Rad Laboratories)에 통과시켰고 다시 1ml의 증류수로 washing을 하여 총 3ml의 추출액을 만들었다.

(2) High-performance liquid chromatography(HPLC) 시스템

분석에 사용한 HPLC는 다음과 같다; HPLC Model 305 system(Gilson, France), Fluorometer Model 121(Gilson, France), Merck LichroCART column(Superspher 100 RP-18 end-capped, 125 × 4mm ID) combined with a Merck LichroCART pre-column(Lichrospher 100 RP-18, 4×4mm ID)

(3) Preparation of derivatizing solution(OPA)

추출액중 100 μ l를 OPA 유도체와 5분 동안 반응시킨후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정을 하였다. OPA 유도체 제조: ①OPA(25mg)를 methanol (0.6ml)에 녹인다. ②sodium tetraborate(404mg)를 water bath에서 HPLC water(5ml)에 녹인후 식힌다. ③borate solution(②)을 OPA solution(①)에 첨가하고 2-mercaptoethanol(25 μ l)을 더하여 혼합한다. OPA 유도체는 제조후 4℃의 어두운곳에 보관하고 12시간 이내에 사용한다(Pittaluga 등, 1977).

(4) HPLC analysis

Injection 하기전 추출액중 100 μ l를 OPA 유도체(100 μ l)와 5분 동안 반응시킨후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정을하였다.

Buffer A는 0.1M sodium acetate (pH 5.80)/methanol (80:20 by vol.)혼합하였고 Buffer B는 0.1M sodium acetate (pH5.80)/methanol (20:80 by vol.)으로 만들었다.

Flow rate는 25℃에서 1분에 1ml 흐르게 하였고, retention times은 12.55min 이었다.

5) 관능 평가

타우린을 강화시킨 축산식품을 일반 소비자들이 섭취하였을 때의 식품 수용도(food acceptability)를 확인하기 위하여 실시하였고, 식품 수용도는 기호도를 조사하는 affective test를 중심으로 실시하였으며 실험재료는 타우린을 강화시킨 계란 8종과 대조군 계란 이었다. 관능검사의 조사항목으로는 계란의 경우 노른자의 색깔, 계란의 맛, 냄새, 조직감 및 전반적인 바람직성을, 우유의 경우에는 우유의 색깔, 맛, 냄새 및 전반적인 바람직성을 조사하였다. 관능검사는 5회 실시하였으며 관능검사 패널은 훈련받지 않은 일반소비자를 대상으로 하였다. 타우린을 비롯한 다양한 성분을 강화한 사료를 급여한 후 채집한 계란에 대한 소비자의 수용도를 파악하기 위하여 기호도 측정을 계량화할 수 있으면서도 기호도 결정에 중요하다고 생각되는 제품속성(Sensory Attributes)을 알아내기 위하여 Hedonic Scale Acceptance Test를 실시하였으며 사용할 척도의 구간은 5점을 사용하였다.

(1) 계란시료의 준비

- ① 농장에서 채취한 계란을 그룹별로 냄비에 넣고 20분간 삶아낸다.
- ② 삶은 계란을 찬물에 담가두었다가 껍질을 제거한다.
- ③ 껍질이 제거된 계란을 2등분한다.
- ④ 9가지 삶은 계란을 플라스틱 접시에 표시한대로 담는다.

(2) 우유시료의 준비

- ① 농장에서 착유한 우유는 65℃에서 30분간 끓여 pasteurization 시킨다.
- ② 살균처리를 마친 우유는 그룹당 4개체의 소에서 착유하였으므로 이를 그룹별로 동일한양을 큰 비이커에 담아 잘 섞는다.
- ③ 잘 혼합된 우유를 시료컵에 15 ml씩 담는다.

(3) 검사방법

- ① 관능검사실에 검사요원(panel)들을 대기시킨다.
- ② 준비가 된 panel들에게 시료와 관능평가지를 제시한다.
- ③ 계란의 경우 egg yolk color, taste, aroma, texture, overall acceptability, 우유는 color, taste, aroma, overall acceptability에 대하여 제품을 가장 잘 설명하는 곳에 표시하도록한다.

(4) 관능검사 실시 요령

- ① 물로 입을 잘 헹구고 헹군물은 준비된 용기에 버린다.
- ② 첫 번째 검사시료의 맛을 본다.
- ③ 맛을 본 후 시료는 준비된 용기에 뱉어낸다.
- ④ 물로 다시 입을 헹구고 약 30초간 기다린다.
- ⑤ 다음 시료를 위와 같은 요령으로 실시하여 평가결과를 기록한다.

마) 관능검사 평가 기준

5점 척도를 사용하였으며 기준은 다음과 같다.

1점 - 매우 나쁘다

2점 - 조금 나쁘다

3점 - 보통이다

4점 - 조금 좋다

5점 - 매우 좋다

3. 관능검사요원의 선정 및 검사 횟수

훈련되지 않은 일반인 (Inexperienced consumer)을 대상으로 약 30 여명 정도를 선정하였다. 관능검사는 생활과학대학 식품영양학과 관능평가실에서 실시하였다.

6. 통계분석

시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS (1985)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였고, 처리 평균간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의하여 $P < 0.05$ 에서 검정하였다.

Table 3-2-4-1. Composition and nutrient content of experimental diets

Ingredients	DIET.1	DIET.2
Chemical composition	----- % -----	-----
Corn	62.78	63.16
Soybean meal (44% CP)	19.38	11.50
Feather meal	0.00	6.00
Limestone	9.78	9.90
Rice bran	5.25	6.86
Animal fat	1.50	1.50
Calphos-18	0.57	0.50
Layer premix	0.21	0.21
Salt	0.30	0.21
DL-Methione 88%	0.17	0.07
Lysine-HCL(98%)	0.06	0.13
Total	100	100
Calculated composition		
ME Poultry, Kcal/k	2750	2750
Crude Protein, %	15.00	16.91
Calcium, %	4.00	4.00
Lysine, %	0.69	0.69
Meth & Cyst, %	0.58	0.71
P-available, %	0.25	0.25

¹Contains per kg: vitamin A, 10,000,000 IU; vitamin D3, 2,500,000 IU; vitamin E, 25,000mg; vitamin K3, 1,700mg; vitamin B1, 2,000 IU; vitamin B2, 5,000mg; vitamin B6, 3,000mg; vitamin B12, 16,000 μ g; biotin, 84,000 μ g; niacin, 34,000mg; pantothenic acid, 9,000mg; folic acid, 1,000mg.

Table 3-2-4-2. Constituent of experimental feather meal

Treatments	Replication	Chicks/rep
T1: Control	5	18
T2: Feather meal (6%)	5	18
T3: Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg)	5	18
T4: H ₂ O ₂ 처리 (6%)	5	18
T5: H ₂ O ₂ 처리 (6%) + Pyridoxin(21mg/kg)	5	18
T6: Cystine (0.25%)	5	18
T7: Cystine (0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg)	5	18
T8: Taurine (0.25%)	5	18
T9: Taurine (0.5%)	5	18

나. 결 과

시험기간동안의 일계산란율(hen-day egg production), 산란지수(hen-housed egg production), 난중(egg weight), 사료섭취량(Feed intake), 사료전환율(Feed conversion ratio), 연파란율(Broken & soft egg production), 난황색(Egg yolk color), 난각색(Eggshell color), 난각강도(Eggshell strength)은 Table 3-2-4-3, Table 3-2-4-4에서 보는 바와 같다. 시험기간 5주간의 결과 일계산란율과 산란지수는 feather meal(FM) 6% + pyridoxin(21mg/kg)첨가구인 T3가 가장 높았고, H₂O₂ FM + pyridoxin(21mg/kg) 첨가구인 T5가 가장 낮았다. 난중은 시험사료 급여결과 각각 cystine(0.25%), cystine(0.25%) + pyridoxin(21mg/kg) 첨가구인 T6, T7이 가장 높았다. 사료섭취량은 FM6% + pyridoxin (21mg/kg) 첨가구인 T3가 가장 높았고, H₂O₂ FM + pyridoxin (21mg/kg) 첨가구인 T5가 가장 낮았다. 사료전환율은 유의한 차가 없었다. 사양시험기간중의 haugh unit은 T2, T3에서 가장 높았고, T8에서 가장 낮았다. 난각강도에 대한 결과는 대조구에 비해 T2, T3, T8, T9의 처리구가 다소 높은 결과를 보였다. 연파란율은 모든 처리구들이 control인 T1보다 낮은 결과를 보였고, taurine 0.5% 첨가구인 T9에서 유의하게 높은 결과를 보였다. 난각색은 color fan으로 측정된 결과 H₂O₂ FM 첨가구인 T4가 가장 높았고, T7, T8이 가장 낮은 결과를 보였다. 난황색은 cystine(0.25%) + pyridoxin(21mg/kg) 첨가구인 T7이 가장 높았으며, taurine 0.25% 첨가구인 T8에서 가장 낮았다. 우모분 처리방법에 따른 난황내 타우린 분석 결과는 Fig.3-2-4-1, Table 3-2-4-5에서 보는 바와 같다. 우모분 처리구 모두 대조구에 비해 난황내 타우린 함량이 다소 높았으며, 우모분 처리구 중에서는 H₂O₂ FM 첨가구인 T4가 가장 높았으나 유의

적인 차이는 없었다. 특히, 각각 taurine 0.25%, 0.5%를 첨가한 T8, T9에서 다른 첨가구들에 비해 유의하게 높은 결과를 보였다.($P < 0.05$)

이상의 결과를 보면 feather meal(6%) + pyridoxin(21mg/kg) 첨가구인 T3가 일계산란율, 산란지수, 사료섭취량, 사료전환율, haugh unit, 난각강도에서 높은 결과를 나타냈다. 계란의 난황내 타우린 함량은 우모분 처리구 중에서는 H₂O₂ FM 첨가구인 T4가 높았지만 유의적인 차이는 없었고 taurine 첨가구에 비해 높은 경향을 나타내지 않았다.

관능검사에 사용된 계란의 종류는 모두 9가지(대조군과 8종)였으며 사료 중의 특정 성분을 강화하기 위해 제공된 사료를 먹인 후 1주차에 생산된 계란부터 5주차까지의 계란을 대상으로 관능검사를 실시하였다. 결과는 Table 3-2-4-6(1주차), 3-2-4-7(2주차), 3-2-4-8(3주차), 3-2-4-9(4주차), 3-2-4-10(5주차)에 제시하였다. 노른자의 색깔에 대한 결과를 보면 대조군(T1)에 비해 과산화수소수 첨가군이 유의하게 낮은 점수를 나타내었으며 그 외의 7개 처리군에서는 대조군과 유의차가 없는 것으로 나타났다. 그러나 대조군이 가장 높은 점수를 보였다. 맛, 냄새, 조직감에서는 처리군과 대조군 사이에 유의차가 없는 것으로 나타났다. 한편 전반적인 바람직성에서는 대조군에 비해 타우린 0.25% 첨가군(T8)이 유의하게 낮은 점수를 보였다. 또한 대조군은 모든 처리군에 비해 가장 높은 점수를 보여 가장 선호되는 계란으로 나타났다. 2주차 계란에 대한 관능검사에서는 계란 노른자의 색깔, 맛과 전반적인 바람직성의 3가지 속성에 있어 대조군과 처리군간에 유의차가 전혀 관찰되지 않았는데 반해 조직감에서는 우모분 6% 첨가군(T2)과 cystine + pyridoxine 첨가군(T7)이 대조군에 비해 유의하게 낮은 점수를 나타내었다. 비록 유의적인 차이는 관찰되지 않았으나 대체로 1주차 계란에 비해 2주차 계란의 처리군별 점수가 대조군보다 높은 경향을 나타내는 처리군이 많이 나타났다.

한편 3주차 계란에 대한 검사결과, 계란노른자의 색깔, 맛, 냄새 및 조직감에서는 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나 전반적인 바람직성에서는 대조군에 비해 cystine첨가군(T6)이 유의하게 낮은 점수를 나타내 가장 낮은 기호도를 보였다. 한편 타우린 0.25%를 첨가한 군(T8)은 대조군과 유의한 차이를 보이지는 않았으나 가장 높은 점수를 나타내었다. 4주차 계란에 대한 관능검사 결과 맛과 냄새에서는 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나 노른자 색깔의 경우 대조군에 비해 과산화수소 첨가군(T4)이 유의적으로 높은 점수를 보였다. 또한 조직감에서는 대조군에 비해 전반적인 바람직성에서는 대조군에 비해 우모분과 피리독

신 첨가균(T3)이 유의하게 낮은 점수를 나타내 가장 낮은 기호도를 보였으며, 전반적인 바람직성에 있어서는 대조군에 비해 타우린 첨가균(T9)이 유의하게 높은 점수를 나타내 기호도가 가장 높은 것으로 나타났다. 5주차 계란에 대한 관능검사 결과, 계란노른자의 색깔, 맛, 냄새 및 조직감에서는 대조군과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나 전반적인 바람직성에서는 대조군에 비해 과산화수소 첨가균(T4)이 유의적으로 낮은 점수를 나타내 기호도가 가장 낮은 것으로 보였다.

본 연구의 계란군은 모두 8 가지이지만 treatment는 우모분 첨가여부, 과산화수소수를 첨가여부, 피리독신 첨가여부, 시스테인 첨가여부, 타우린 첨가여부의 5가지이다. 따라서 계란군별 기호도 차이가 개별적 treatment에 의한 것인지를 알아보기 위하여 다변량 분석을 실시하였다. 그러나 개별적 treatment에 의한 영향은 관찰되지 않은 것으로 나타났다. 계란군에 대한 관능검사 결과를 토대로 살펴볼 때 1주차에서는 대조군에 비해 기호도 점수가 모두 낮게 나타났는데 반해 시간이 흐름에 따라 계란처리군의 기호도 점수가 점차 높아지는 경향을 보였다. 이와같은 경향은 사료 중의 특정성분이 계란으로 축적되는데에는 일정시간이 소요되기 때문으로 보이며 기간별 관능검사치의 비교는 매우 의미있는 일로 사료된다.

Table. 3-2-4-3 Laying performance during 5wk experimental period

Weeks	Treatments ¹									SEM
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Performance										
Hen-day egg										
production, %	66.2 ^c	62.1 ^{de}	72.0 ^a	67.5 ^{bc}	60.4 ^e	62.2 ^{de}	64.5 ^{cd}	68.2 ^{bc}	70.4 ^{ab}	1.17
Hen-housed										
egg production, %	61.8 ^{bc}	60.0 ^{bcd}	66.2 ^a	58.9 ^{cd}	52.8 ^e	56.8 ^d	57.4 ^d	57.7 ^d	63.2 ^{ab}	1.25
Egg weight, g/hen day	68.6 ^b	68.5 ^b	68.1 ^b	68.3 ^b	68.7 ^b	70.3 ^a	70.8 ^a	68.4 ^b	67.7 ^b	0.49
Feed intake, g/day	113.9 ^{bcd}	108.9 ^{de}	125.5 ^a	125.7 ^{cd}	103.7 ^e	114.1 ^{bcd}	115.4 ^{bcd}	120.5 ^{ab}	116.5 ^{bc}	2.33
Feed conversion ratio, g/100g egg mass										
	2.5	2.8	2.6	2.5	2.6	2.8	2.6	2.6	2.6	0.18

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine (0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

^{a-d}Means in a row with no common superscript differ significantly (P<0.05)

Table. 3-2-4-4 Laying eggshell quality during 5wk experimental period

Weeks	Treatments ¹									SEM
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Egg yolk color ²	7.9 ^{ab}	7.6 ^{ab}	7.8 ^{ab}	7.8 ^{ab}	7.6 ^{ab}	7.7 ^{ab}	8.6 ^a	7.3 ^b	7.7 ^{ab}	0.385
Egg shell color ³	9.5 ^{ab}	9.2 ^{abc}	9.3 ^{abc}	10 ^a	8.9 ^{abc}	8.6 ^{bc}	8.3 ^c	8.2 ^c	8.5 ^{bc}	0.340
Broken & soft egg production, %	0.9 ^c	2.7 ^{abc}	2.7 ^{abc}	4.1 ^{ab}	1.8 ^{bc}	1.8 ^{bc}	2.0 ^{bc}	2.2 ^{abc}	4.6 ^a	0.792
Haugh unit	78.2 ^{ab}	79.2 ^a	78.9 ^a	77.4 ^{abc}	75.8 ^{abc}	78.2 ^{ab}	75.5 ^{ab}	73.9 ^c	74.7 ^{bc}	1.143
Eggshell strength, kg/cm ²	2680 ^b	3160 ^a	3235 ^a	2929 ^{ab}	2861 ^{ab}	2916 ^{ab}	3043 ^{ab}	3074 ^a	3151 ^a	1.143

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine (0.25%), T9; Taurine(0.5%)

^{a-d}Means in a row with no common superscript differ significantly (P<0.05)

²Egg yolk color fan grade : 1-15(product of Roche, 1999)

³Eggshell color fan grade : 1-15

Table 3-2-4-5. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in egg yolk

Treatments ¹										
Weeks	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	SEM
----- ug/g, freeze dried egg yolk -----										
1	38.64 ^b	35.44 ^b	39.48 ^b	37.12 ^b	35.98 ^b	38.06 ^b	36.68 ^b	64.28 ^a	74.08 ^a	3.793
2	34.06 ^c	34.26 ^c	36.00 ^c	37.48 ^c	31.04 ^c	33.38 ^c	36.06 ^c	62.92 ^b	114.40 ^a	2.968
3	29.00 ^c	30.66 ^c	29.48 ^c	32.90 ^{bc}	27.80 ^c	30.06 ^c	27.64 ^c	40.22 ^b	69.48 ^a	2.664
4	44.16 ^{cd}	47.30 ^{cd}	47.68 ^{cd}	54.50 ^c	45.32 ^{cd}	44.24 ^{cd}	40.66 ^d	73.22 ^b	94.56 ^a	3.731
5	49.20 ^c	51.84 ^c	52.26 ^c	52.00 ^c	58.92 ^c	59.02 ^c	54.46 ^c	88.34 ^b	128.04 ^a	3.433
Mean	39.01 ^c	39.90 ^c	40.98 ^c	42.80 ^c	39.81 ^c	40.95 ^c	39.10 ^c	65.80 ^b	96.12 ^b	1.896

^{a-d}Means in a row with no common superscript differ significantly (P<0.05)

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

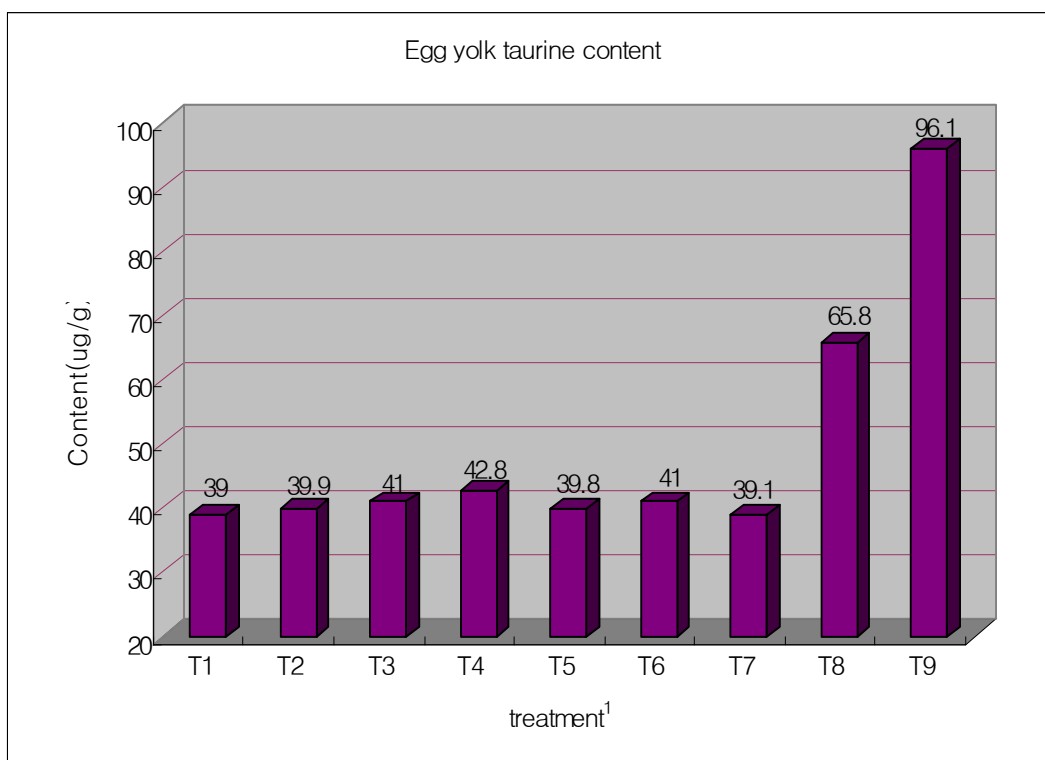


Fig 3-2-4-1. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in egg yolk of layer at 35 days of age.

T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (5%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (5%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

Table 3-2-4-6. Sensory evaluation for week-1-eggs

Item	Sample ¹									F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Yolk Color	3.52 ^a	3.45 ^a	3.07 ^{ab}	2.55 ^b	3.03 ^{ab}	3.34 ^a	2.83 ^{ab}	3.03 ^{ab}	3.14 ^{ab}	1.95*
Taste	3.10	2.90	3.14	2.97	3.00	3.21	2.83	2.72	2.69	0.85
Smell	2.90	3.03	2.97	2.90	3.10	3.17	2.97	2.83	2.90	0.30
Texture	3.28	2.86	2.76	2.76	2.86	2.93	2.86	2.83	2.76	0.60
Overall quality	3.38 ^a	3.21 ^{ab}	3.07 ^{abc}	2.97 ^{abc}	2.93 ^{abc}	3.21 ^{ab}	2.86 ^{abc}	2.59 ^c	2.72 ^{bc}	2.13*

¹ treatment code:

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

* Superscripts with different letters are significantly different at p<0.05.

Table 3-2-4-7. Sensory evaluation for week-2-eggs

Item	Sample ¹									F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Yolk Color	3.20	2.97	3.10	3.33	3.50	3.57	3.07	3.53	3.30	1.37
Taste	3.20	3.20	3.17	3.07	3.40	3.07	3.17	3.33	3.43	0.54
Smell	2.87	2.87	2.87	2.97	3.23	2.97	2.93	3.17	3.00	0.46
Texture	3.07 ^{ab}	2.90 ^b	3.27 ^{ab}	3.20 ^{ab}	3.27 ^{ab}	3.10 ^{ab}	2.83 ^b	3.53 ^a	2.97 ^{ab}	1.25*
Overall quality	3.07	2.97	3.20	3.13	3.30	3.33	3.20	3.43	3.23	0.74

¹ treatment code:

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

* Superscripts with different letters are significantly different at p<0.05.

Table 3-2-4-8. Sensory evaluation for week-3-eggs

Sample ¹ Item	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	F-value
Yolk Color	3.21	2.94	3.21	2.57	2.89	3.31	3.00	3.05	2.84	0.73
Taste	3.21	2.84	2.89	2.73	2.78	3.21	3.00	2.94	3.05	0.61
Smell	2.84	3.05	3.00	2.68	3.10	3.15	3.15	2.94	3.05	0.63
Texture	3.10	2.47	2.94	2.89	2.94	3.05	2.89	2.89	2.89	0.52
Overall quality	3.05 ^{ab}	2.73 ^a	3.05 ^{ab}	2.73 ^a	2.89 ^{ab}	3.42 ^{ab}	3.10 ^{ab}	2.89 ^{ab}	3.15 ^{ab}	1.20*

¹ treatment code:

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

* Superscripts with different letters are significantly different at p<0.05.

Table 3-2-4-9. Sensory evaluation for week-4-eggs

Sample ¹ Item	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	F-value
Color	3.50 ^b	3.75 ^{ab}	3.58 ^{ab}	4.08 ^a	3.67 ^{ab}	3.58 ^{ab}	3.75 ^{ab}	3.83 ^{ab}	3.91 ^{ab}	1.27**
Taste	3.50	3.58	3.67	3.42	3.67	3.50	3.42	3.67	3.83	0.75
Smell	3.67	3.67	3.50	3.50	3.33	3.50	3.83	3.83	3.67	1.14
Texture	3.83 ^{ab}	3.75 ^b	3.58 ^b	3.67 ^b	3.67 ^b	3.83 ^{ab}	3.83 ^{ab}	4.00 ^{ab}	4.30 ^a	1.75**
Overall quality	3.75 ^{ab}	3.83 ^{ab}	3.25 ^c	3.83 ^{ab}	3.83 ^{ab}	3.50 ^{bc}	3.91 ^{ab}	4.0 ^a	4.17 ^a	4.12**

¹ treatment code:

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

** Superscripts with different letters are significantly different at p<0.01.

Table 3-2-4-10. Sensory evaluation for week-5-eggs

Sample ¹ Item	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	F-value
Color	3.25	3.25	3.33	3.33	3.33	3.16	3.16	3.5	3.25	0.50
Taste	3.50	3.41	3.58	3.33	3.58	3.66	3.41	3.83	3.75	1.17
Smell	3.41	3.16	3.16	3.16	3.25	3.25	3.25	3.14	3.14	0.44
Texture	3.75	3.66	3.33	3.25	3.50	3.41	3.33	3.58	3.50	1.01
Overall quality	3.33 ^{ab}	3.41 ^{ab}	3.33 ^{ab}	3.00 ^b	3.50 ^{ab}	3.41 ^{ab}	3.41 ^{ab}	3.66 ^a	3.66 ^a	1.56 [*]

¹ treatment code:

¹T1; control, T2; Feather meal (6%), T3; Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated Feather meal (6%), T5; H₂O₂ treated Feather meal (6%) + Pyridoxin(21mg/kg), T6; Cystine(0.25%), T7; Cystine(0.25%) + Pyridoxin(21mg/kg), T8; Taurine(0.25%), T9; Taurine(0.5%)

* Superscripts with different letters are significantly different at p<0.05.

5. 우모분과 pyridoxine에 의한 taurine 강화 계육 생산

가. 재료 및 방법

1) 기초사료 및 처리구

본 시험에 사용된 기초사료(대조구)의 배합비와 성분은 Table 3-2-5-1에서 보는 바와 같다. 전기(starter)사료를 3주간 그리고 후기(finisher)사료는 2주간 급여하였다. 이 사료를 control로 하고 여기에 우모분(FM) 5% 첨가사료(FM), FM 5% + pyridoxin 21mg/kg (FM + Pyridox), H₂O₂ 처리 FM 5% 첨가사료(H₂O₂-FM), 그리고 Enzyme 처리 FM 5% 첨가사료(Enzyme-FM)등 다섯 처리구를 두었다.

2) 우모 digest 제조

H₂O₂ 처리 FM은 20kg의 우모분에 water 20ℓ와 H₂O₂ 600mℓ를 첨가하여 12시간 반

응 시킨후 다시 5N NaOH 600ml를 첨가하여 12시간 반응시켜 제조하였고, 효소처리 분해법은 과산화수소 처리의 과정을 거친후 water 5ℓ에 (주)비전 바이오켄³⁾의 Devolase 30ml를 첨가하여 12시간 반응 시킨후 건조 분쇄하여 만들었다.

3) 시험설계 및 사양

갓 부화한 육계(Ross[®]) 1000수를 공시, 5처리 4반복 반복당 50수(암·수 25수씩)를 floor pen(가로: 200cm, 세로: 240cm)에 완전임의 배치하였다. 35일 사양시험 기간동안 물과 사료는 자유채식을 시켰다. 조명은 24시간 점등하였고 매주 group 별로 체중과 사료섭취량을 측정하였다.

4) Sample 채취

사양시험 종료(35일령) 후 각 처리별로 반복당 평균체중에 가까운 암·수 각 10마리씩 선발하여 다리, 가슴 및 간 샘플을 채취한 후 분석시까지 -50℃에 냉동 보관하였다.

5) 타우린 분석

타우린 분석은 Paola Zunin등(1999)의 분석방법에 준하였다. 얻어진 결과는 ug/g, fresh matter로 표시하였다.

(1) Sample 전처리

냉동 보관한 계육 sample과 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질하고 난 후, 4℃에서 13,000rpm으로 20분동안 원심분리하여 상층액을 수집하고 같은 과정을 2회 반복한다. 상층액 2ml을 anion-exchange-column(AG 50W-X8, 200-400 mesh, H⁺ form, 5×15 mm, Bio-Rad Laboratories)에 통과시켰고 다시 1ml의 증류수를 3회 washing을 하여 총 5ml의 추출액을 만들었다.

(2) High-performance liquid chromatography(HPLC) 시스템

분석에 사용한 HPLC는 다음과 같다; HPLC Model 305 system(Gilson, France), Fluorometer Model 121(Gilson, France), Merck LichroCART column (Superspher 100 RP-18 end-capped, 125 × 4mm ID) combined with a Merck LichroCART precolumn(Lichrospher 100 RP-18, 4 4mm ID)

³⁾ 223-12 Sangdaewon-Dong, ChungWon-Ku, SungNam-si, 462-120, Korea.

(3) O-phthalaldehyde(OPA) 유도반응

추출액중 100 μ l를 OPA 유도체와 5분 동안 반응시킨후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정을하였다. OPA 유도체는 OPA(25mg)를 methanol(0.6ml)에 녹인 후, sodium tetraborate(404mg)를 water bath에서 HPLC water(5ml)을 더해 녹인다. 식힌 후, borate solution은 OPA solution에 첨가하고 2-mercaptoethanol(25 μ l)을 혼합해 12h이내 4 $^{\circ}$ C에 보관한다(Pittaluga, Bonfanti & Raiteri, 1977). 혼합 유도체는 어두운곳, 4 $^{\circ}$ C아래에서 일주일동안 안정적이었다.

5) 관능평가

본 검사는 중앙대학교 식품영양학과에서 다리부위와 가슴부위 샘플을 반복당 암수 각 5수씩에 대하여 실시 하였다. 검사재료는 날것과 오븐에 넣고 200 $^{\circ}$ C에서 20분간 조리(broiling)한 것으로 준비하였으며 이를 다시 성별, 부위별로 구분하여 관능검사를 실시하였다. 평가항목은 날 것의 경우 향미(aroma), 육색(color), 불쾌취(off-flavor), 육즙의 삼출정도(purge), 전반적인 바람직성(overall acceptability)을 조사하였으며, 익힌것의 경우 향미(aroma), 풍미(flavor), 다즙성(juiciness), 육질의 부드러운 정도(tenderness), 전반적인 바람직성(overall acceptability)을 조사하였다. 관능검사는 재료별로 각각 1회씩 실시 하였으며 관능검사 패널은 훈련받지 않은 일반 소비자 20명을 대상으로 하였다. 기능성 닭고기에 대한 소비자의 수용도를 파악하기 위하여 기호도 측정을 계량화할 수 있으면서도 기호도 결정에 중요하다고 생각되는 제품속성(Sensory Attributes)을 알아내기 위하여 Hedonic Scale Acceptance Test를 실시하고 사용할 척도의 구간은 5점을 사용하였는데 매우 좋은 것이 5점 그리고 매우 나쁜 것이 1점으로 배정하였다. 평가 속성으로 육즙의 삼출정도와 다즙성을 선정한 이유는 닭고기 육질이 건조한 상태가 아니라 보수력(water holding capacity)을 가지고 있어야 품질이나 기호적인 측면에서 바람직하기 때문이며 점수가 높을수록 육질의 보수력이 높다고 평가하였다. 익힌 상태의 닭고기 평가 항목 중 다즙성은 재료를 8-9회 정도 씹었을 때 나오는 수분의 양을 가지고 이를 평가하도록 하였다. 또한 닭고기를 조리한(broiling) 경우 고기에서 생성되는 독특한 향과 맛을 평가하기 위하여 향미와 풍미를 분리하여 평가하였으며 향미와는 달리 풍미는 고기를 씹었을 때 입안에서 느껴지는 전체적인 질감과 맛을 평가하는 것이다.

가) 닭고기 시료의 준비

(1) 날 것

- ① 농장에서 도살한 닭고기를 일정한 크기(3×3 cm)로 자른다.
- ② 20가지의 시료를 플라스틱 접시에 표시한대로 담는다.

(2) 익힌 것

- ① 농장에서 도살한 닭고기를 그룹별로 오븐에 넣고 섭씨 200℃에서 20분간 구워낸다.
- ② 구워낸 닭고기를 일정한 크기(3×3 cm)로 자른다.
- ③ 20가지의 시료를 플라스틱 접시에 표시한대로 담는다.

나) 검사방법

- ① 관능검사실에 검사요원(panel)들을 대기시킨다.
- ② 준비가 된 panel들에게 시료와 관능평가지를 제시한다.
- ③ panel들은 이들 속성을 가장 잘 설명하는 제품에 표시하도록 한다.

다) 관능검사 실시 요령

(1) 날 것

- ① 플라스틱 접시에 담긴 시료들에 대해 시각과 후각을 이용해 관능평가를 실시한다.
- ② 육즙삼출정도의 경우 일회용 비닐장갑을 이용해 직접 손으로 눌러본 후 관능평가하였다.

(2) 익힌 것

- ① 물로 입을 잘 헹구고 헹군 물은 준비된 용기에 버린다.
- ② 첫 번째 검사시료의 맛을 본다.
- ③ 맛을 본 후 시료는 준비된 용기에 뱉어낸다.
- ④ 물로 다시 입을 헹구고 약 30초간 기다린다.
- ⑤ 다음 시료를 위와 같은 요령으로 실시하여 평가결과를 기록한다.

라) 관능검사 평가 기준

5점 척도를 사용하였으며 기준은 다음과 같다.

1점 - 매우 나쁘다

2점 - 조금 나쁘다

3점 - 보통이다

4점 - 조금 좋다

5점 - 매우 좋다

마) 관능검사요원의 선정 및 검사 횟수

훈련되지 않은 일반인(inexperienced consumer) 약 20 여명을 대상으로 실시하였으며 검사는 중앙대학교 생활과학대학 식품영양학과 관능평가실에서 실시하였다.

6) 통계분석

시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS (1995)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하였고, 처리 평균간의 유의성은 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

Table 3-2-5-1. Composition and nutrient content of experimental diets

Ingredients	Starter	Finisher
	----- % -----	
Corn	42.82	41.80
Soybean meal	20.02	18.24
Wheat	15.00	15.00
Wheat bran	5.00	5.00
Corn gluten	3.22	2.26
Tallow	2.81	4.93
Lupin	3.00	3.00
Dical-P	1.62	1.35
Animal oil meal	1.00	1.50
Rapeseed meal	1.00	1.00
Rice bran	0.50	2.00
Fish meal	1.00	1.00
Limestone	0.99	0.96
Lysine	0.71	0.60
Additives ¹	0.56	0.59
Salt	0.20	0.17
Methionine	0.18	0.11
Vitamin premix ²	0.15	0.15
Mineral premix ³	0.12	0.12
Electrolytes		0.12
Choline chloride	0.10	0.10
Total	100	100
Calculated composition		
ME Poultry, Kcal/k	3050	3170
Crude Protein, %	19.50	19.00
Calcium, %	0.95	0.90
Phosphorus, %	0.69	0.66

¹Additives: Starter; clopidol, avilamycin, tetracycline, mycobond(toxin binder), oxyguard (oxbile), pigment, herbal extract, probiotics, Finisher; maduramycin, avilamycin, tetracycline, mycobond(toxin binder), oxyguard(oxbile), herbal extract, probiotics.

²Contains per kg: vitamin A, 12,000 IU; vitamin D, 2500 IU; vitamin E, 40mg; vitamin K, 2mg; vitamin B₁, 2mg; vitamin B₂, 5mg; vitamin B₆, 3mg; vitamin B₁₂, 20mg; biotin, 150mg; niacin, 40mg; folic acid, 1.0mg; Ca-PAN, 10mg; Antioxidant, 60mg.

³Contains per kg: Zn, 90mg; Mn, 96mg; Fe, 50mg; Cu, 24mg; I, 1.2mg; Se, 0.36mg.

나. 결 과

사양시험기간동안에 얻어진 증체량, 사료섭취량, 사료 요구율 및 폐사율은 Table 3-2-5-2에서 보는 바와 같다. 증체량에 있어 3주령까지는 유의적인 차이를 보여 주었으나($P < 0.05$) 그 이후에는 통계적인 유의차를 나타내지 않았다. 3주령까지의 증체량은 FM + pyridoxine 21mg/kg(FM + Pyridox) 첨가구가 가장 높았다. 사료 섭취량의 경우 全期間 유의차가 있었는데 대조구가 가장 높았고 Enzyme-FM구가 가장 낮았다. 사료요구율은 후기와 全期間에 있어 유의한 차이가 있었는데 FM구와 H_2O_2 -FM구가 높고 Enzyme-FM구가 낮았다. 폐사율은 처리간에 유의한 차이가 없었다. 위의 결과를 보면 대조구에 우모분 또는 우모분 digest를 5% 첨가 했을 때 전체적으로 증체율이 저하되는 것을 볼 수 있다. 이와 같이 타우린은 성장초기에 있어서 동물의 성장에 영향을 미치게 되므로 가축 사료 원료중 cystine이 가장 많은 원료인 우모분에서 pyridoxine을 다량 공급함으로써 계육내 타우린의 함량이 증가하고, 육계의 초기 성장률을 향상 시킬 수 있었다고 사료된다. 한편 우모를 H_2O_2 나 효소로 처리하여 사용했을 때 증체량에 대한 개선 효과는 없었으나 효소처리 우모분의 경우 사료 요구율을 개선시켰다.

처리에 따른 각 부위의 taurine 함량 분석 결과는 Fig. 3-2-5-1에서부터 3-2-5-3에서 보는 바와 같다. 다리살과 가슴살의 경우 처리간에 고도의 유의차($P < 0.01$)가 있었으나 간에서는 유의차가 없었다. 다리살의 경우 control에 비해 FM과 FM digests 첨가구들의 taurine 함량이 높았는데 FM + Pyridox구에서 88%, H_2O_2 -FM구는 82%, FM구는 47% 그리고 Enzyme-FM구는 14% 증가 하였다. 가슴 근육에서는 FM + Pyridox 첨가구에서 가장 높았는데 대조구에 비해 15% 높았다. 간에서 FM + Pyridox구가 가장 높았으나 처리구간에 유의한 차이가 없었다.

이상에서 고찰한 바와 같이 우모분의 cystine이 taurine으로 전환되는데 pyridoxine의 첨가 효과가 컸으며 합성 타우린은 가슴살 보다는 다리살에 더 효과적으로 축적된다는 것을 알 수 있었다.

계육의 관능평가는 Table 3-2-5-3에서부터 3-2-5-10에 나타낸 바와 같다.

1. 닭고기(날 것)

검사에 사용된 닭고기의 종류는 모두 5가지(대조군과 실험군 4종)였으며 가슴살과 다리살 부위를 수탉과 암탉별로 각각 분리하여 관능검사를 실시하였다.

1) 성별에 따른 속성 비교

(1) 가슴살

수탉과 암탉의 가슴살 부위에 대한 관능검사 결과를 Table 1에 제시하였다. 육색에서는 우모분 5% 처리 수탉군(RT2)이 전체 처리군 중 유의적으로 가장 높은 점수(3.15점)를 나타낸 반면 우모분 5% 처리 암탉군(HT2)은 1.76점으로 가장 낮은 점수를 기록하여(p<0.05) 수탉의 육색이 암탉의 육색보다 더 좋은 것으로 평가되었다. 그러나 육즙의 삼출정도에서는 과산화수소수 5% 처리 암탉군(HT4)이 유의적으로 가장 높은 점수(4.23점)를 나타내었고, 과산화수소수 5% 처리 수탉군(RT4)이 가장 낮은 점수(2.38점)를 나타내 암탉이 수탉보다 더 좋은 것으로 평가되었다. 전반적인 바람직성은 암탉이 수탉보다 더 좋은 점수를 보이고 있으나 처리군 간에 유의적인 차이는 관찰되지 않았다.

Table 3-2-5-3. Sensory evaluation for raw chicken breast of rooster and hen

Treat ¹ Item	Rooster						Hen						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.76	4.00	3.38	4.23	4.30	3.93	3.84	3.84	3.92	4.00	3.84	3.89	0.81
Color	2.84 ^{ab}	3.15 ^a	3.00 ^{ab}	2.07 ^{bc}	2.53 ^{ab}	2.72	2.92 ^{ab}	1.76 ^c	2.53 ^{abc}	2.38 ^{abc}	3.07 ^{ab}	2.53	2.19*
Off-flavor	2.76	3.07	2.61	3.00	3.07	2.90	2.92	2.84	3.00	3.00	3.00	2.95	0.10
Purge	3.76 ^{ab}	3.38 ^{bc}	2.76 ^{cd}	2.38 ^d	3.53 ^{ab}	3.16	3.53 ^{abc}	3.15 ^{bc}	3.46 ^{abc}	4.23 ^a	3.61 ^{ab}	3.60	4.18***
Overall acceptability	3.30	3.46	2.76	2.76	3.30	3.12	3.23	3.15	3.30	3.53	3.53	3.35	1.15

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

* Superscripts with different letters are significantly different at p<0.05.

*** Superscripts with different letters are significantly different at p<0.001.

(2) 다리살

수탉과 암탉의 다리살 부위를 비교한 결과는 Table 2에 제시하였다. 향미에서는 수탉과 암탉 모두 우모분 5% + 피리독신 첨가군(RT3: 4.15점, HT3: 4.07점)에서 가장 좋은 점수를 나타내었으며 전체 처리군 중 수탉 대조군(3.0점)이 가장 낮은 점수를 나타내었다(p<0.05). 육색에서는 수탉 효소 5% 첨가군(RT5)과 암탉 대조군(HT1: 3.61점)에서 가장 좋았으며 암탉 과산화수소수 5% 첨가군(HT4: 2.46점)에서 가장 낮게 나타났(p<0.05). 전반적인 바람직성에서는 수탉 과산화수소수(RT4: 3.53점)와 효소 첨가군(RT5: 3.53점)이, 암탉 우모분 5%+피리독신 첨가군(HT3: 3.53점)과 대조군(HT1: 3.53점)이 가장 높은 점수를 보였으나 유의적인 차이는 없었다.

Table 3-2-5-4. Sensory evaluation for raw chicken legs of rooster and hen

Treat ¹ Item	Rooster						Hen						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.00 ^b	3.46 ^{ab}	4.15 ^a	3.84 ^{ab}	3.69 ^{ab}	3.63	4.07 ^{ab}	3.84 ^{ab}	4.07 ^{ab}	3.76 ^{ab}	3.38 ^{ab}	3.82	1.17*
Color	3.07 ^{ab}	3.00 ^{ab}	3.07 ^{ab}	3.38 ^{ab}	3.61 ^a	3.23	3.61 ^a	3.23 ^{ab}	3.53 ^{ab}	2.46 ^b	2.53 ^{ab}	3.07	1.51*
Off-flavor	2.15	2.61	2.92	2.92	2.61	2.64	3.07	2.84	2.92	2.84	2.38	2.81	0.40
Purge	3.00	2.69	3.00	3.00	3.07	2.95	3.15	3.07	2.92	2.84	2.38	2.87	0.47
Overall acceptability	2.92	2.84	3.15	3.53	3.53	3.19	3.53	3.23	3.53	3.23	2.76	3.26	1.10

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

* Superscripts with different letters are significantly different at p<0.05.

생닭의 가슴살과 다리살의 관능적 속성을 성별에 따라 살펴본 결과 전반적인 바람직성에서는 암탉이 수탉보다 더 좋은 것으로 평가되었으나 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 육색의 경우 가슴살에서 수탉이 암탉보다 더 좋은 점수를 기록하였으며 다리살에서도 같은 경향을 보였다. 육즙삼출량은 가슴살 부위에서 암탉이 수탉보다 더욱 좋게, 향미는 다리살에서 암컷이 수컷보다 더 좋게 평가되었다.

2) 부위에 따른 속성 비교

(1) 수탉

수탉의 가슴살 부위와 다리살 부위에 대한 비교 결과는 Table 3에 제시하였다. 향미는 효소 5% 처리군의 가슴살 부위(BRT5: 4.30점)가 유의적으로 가장 높은 점수를 나타내었으나 우모분 5% 처리군(BRT2: 4.0점)과 과산화수소수 5% 처리군(BRT4: 4.23점)의 가슴살 부위와 유의차가 없는 것으로 나타났다(p<0.05). 한편 다리살의 경우 우모분+피리독신 처리군(LRT3: 4.15점)이 다른 처리군에 비해 가장 좋은 점수를 보였으며 대조군(LRT1: 3.0점)의 다리살은 전체 처리군 중 가장 낮은 점수를 기록하였다(p<0.05). 육즙삼출정도에 있어서는 대조군의 가슴살(BRT1: 3.76점)이 유의적으로 높은 점수를 나타내었고, 과산화수소수 5% 처리군의 가슴살 부위군(BRT4: 2.38점)의 점수가 가장 낮은 것으로 나타났다. 전반적인 바람직성에 있어서는 다리살이 가슴살 보다 다소 높은 것으로 나타났으나 그 외의 속성에서는 가슴살이 다리살에 비해 더 좋은 것으로 평가되었다.

Table 3-2-5-5. Sensory evaluation for raw chicken breast and legs of rooster

Treat ¹ Item	Breast						Leg						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.76 ^{ab}	4.00 ^a	3.38 ^{ab}	4.23 ^a	4.30 ^a	3.93	3.00 ^b	3.46 ^{ab}	4.15 ^a	3.84 ^{ab}	3.69 ^{ab}	3.63	2.10*
Color	2.84	3.15	3.00	2.07	2.53	2.72	3.07	3.00	3.07	3.38	3.61	3.23	1.72
Off-flavor	2.76	3.07	2.61	3.00	3.07	2.90	2.15	2.61	2.92	2.92	2.61	2.64	0.42
Purge	3.76 ^a	3.38 ^{ab}	2.76 ^{bc}	2.38 ^c	3.53 ^{ab}	3.16	3.00 ^{abc}	2.69 ^{bc}	3.00 ^{abc}	3.00 ^{abc}	3.07 ^{abc}	2.95	1.95*
Overall acceptability	3.30	3.46	2.76	2.76	3.30	3.12	2.92	2.84	3.15	3.53	3.53	3.19	1.31

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

* Superscripts with different letters are significantly different at p<0.05.

(2) 암탉

암탉의 가슴부위와 다리부위를 비교한 결과를 Table 4에 제시하였다. 속성 중 육색과 육즙삼출정도에서만 유의적인 차이가 관찰되었다. 육색에서는 암탉의 다리살 부위 대조군(LHT1: 3.61점)이 유의적으로 가장 높은 점수를 나타내었으며 우모분 5% 처리군의 가슴살(BHT2: 1.76점)의 전체 군 중 가장 낮은 점수를 나타내었다(p<0.01). 육즙삼출정도에서는 과산화수소수 5% 처리군(BHT4: 4.23점)의 가슴살이 가장 높게 점수를 갖는 것으로 평가되었고, 효소 5% 처리군(LHT5: 2.38점)의 다리살이 가장 낮은 점수를 나타내었다(p<0.001). 가슴살과 다리살의 전반적인 바람직성은 가슴살이 다리살 보다 더 좋은 것으로 나타났으며 향미, 이취, 육즙삼출정도에서도 가슴살이 다리살에 비해 더 좋은 것으로 나타났다.

Table 3-2-5-6. Sensory evaluation for raw chicken of breast and legs in hen

Treat ¹ Item	Breast						Leg						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.84	3.84	3.92	4.00	3.84	3.89	4.07	3.84	4.07	3.76	3.38	3.82	0.36
Color	2.92 ^{abc}	1.76 ^d	2.53 ^{bcd}	2.38 ^{cd}	3.07 ^{abc}	2.53	3.61 ^a	3.23 ^{abc}	3.53 ^{ab}	2.46 ^{cd}	2.53 ^{bcd}	3.07	3.27***
Off-flavor	2.92	2.84	3.00	3.00	3.00	2.95	3.07	2.84	2.92	2.84	2.38	2.81	0.17
Purge	3.53 ^{ab}	3.15 ^{bc}	3.46 ^{ab}	4.23 ^a	3.61 ^{ab}	3.60	3.15 ^{bc}	3.07 ^{bc}	2.92 ^{bc}	2.84 ^{bc}	2.38 ^c	2.87	2.92**
Overall acceptability	3.23	3.15	3.30	3.53	3.53	3.35	3.53	3.23	3.53	3.23	2.76	3.26	0.78

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

** Superscripts with different letters are significantly different at p<0.01.

*** Superscripts with different letters are significantly different at p<0.001.

수탉의 경우 전반적인 바람직성에만 다리살이 가슴살 보다 다소 좋은 것으로 나타났으나 그 외의 속성에서는 가슴살이 다리살에 비해 더 좋은 것으로 평가되었다. 반면 암탉의 경우에는 가슴살과 다리살의 전반적인 바람직성도 가슴살이 다리살 보다 더 좋은 것으로 나타났으며 향미, 이취, 육즙삼출정도에서도 가슴살이 다리살에 비해 일관되게 더 좋은 것으로 나타났다.

2. 닭고기(익힌 것)

검사에 사용된 닭고기의 종류는 모두 5가지(대조군과 실험군 4종)였으며 가슴살과 다리살 부위를 수탉과 암탉별로 각각 분리하여 관능검사를 실시하였다.

1) 성별에 따른 속성 비교

(1) 가슴살

수탉과 암탉의 가슴살 부위를 조리한 뒤의 관능검사 결과를 Table 5에 제시하였다. 검사 결과 모든 항목에서 유의차를 관찰할 수 없었으나 그룹별 평균을 단순비교 하였을 때 모든 항목에서 수탉이 더 좋은 점수를 나타내고 있었다.

Table 3-2-5-7. Sensory evaluation for broiled chicken breast of rooster and hen

Item \ Treat ¹	Rooster						Hen						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	2.53	2.93	2.86	2.93	2.66	2.78	2.80	2.60	2.20	2.33	2.73	2.53	0.76
Flavor	2.40	2.86	3.06	2.93	2.40	2.73	2.46	2.46	2.13	2.40	2.40	2.37	1.27
Juiciness	2.26	2.60	3.00	2.33	2.20	2.48	2.06	2.33	2.53	2.53	2.60	2.41	1.04
Tenderness	2.93	2.66	3.13	2.80	2.73	2.85	2.53	2.46	2.93	3.00	3.00	2.78	0.57
Overall acceptability	2.60	2.86	2.86	3.00	2.80	2.82	2.53	2.66	3.00	2.86	2.40	2.69	0.64

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

(2) 다리살

수탉과 암탉의 다리살 부위에 대한 관능검사 결과는 Table 6에 제시하였다. 가슴살에서와 같이 모든 항목에서 유의차가 없는 것으로 나타났다. 그러나 가슴살과는 달리 다리살에서는 수탉에 비해 암탉이 향미를 제외하고 전반적인 바람직성을 비롯하여 대부분의 속성에서 더 좋은 점수를 나타내었다.

Table 3-2-5-8. Sensory evaluation for broiled chicken legs of rooster and hen

Item \ Treat ¹	Rooster						Hen						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.00	2.26	2.86	2.66	2.60	2.68	2.80	2.53	2.53	2.66	2.73	2.65	0.39
Flavor	2.60	2.53	2.80	2.53	2.60	2.61	3.06	2.60	2.66	2.80	3.00	2.82	0.53
Juiciness	1.86	1.60	1.80	1.60	1.86	1.74	2.00	2.13	1.86	1.80	1.73	1.90	0.45
Tenderness	1.60	1.66	1.66	1.73	1.73	1.68	2.20	2.06	1.60	1.40	1.46	1.74	1.34
Overall acceptability	2.00	2.13	2.26	2.13	2.26	2.16	2.60	2.40	2.13	2.00	2.20	2.27	0.73

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

성별로 가슴살과 다리살을 평가한 결과 모든 항목에서 유의차를 관찰할 수 없었으나 그룹별 평균을 단순비교 하였을 때 가슴살의 경우 모든 항목에서 수

닭이 암탉보다 더 좋은 점수를 나타내고 있었으며 다리살에서는 향미를 제외한 대부분의 항목에서 암탉이 수탉보다 더 좋은 점수를 나타내었다.

2) 부위에 따른 속성 비교

(1) 수탉

수탉의 가슴살 부위와 다리살 부위에 대한 결과는 Table 7에 제시하였다. 관능적 속성 중 다즙성, 부드러운 정도, 전반적인 바람직성에서만 유의적인 차이를 나타내었다. 다즙성의 경우 우모분 5% + 피리독신 35mg/kg 첨가 가슴살 부위군(BRT3: 3.0점)이 유의적으로 가장 높은 점수를 갖는 것으로 나타났으며, 우모분 5% 처리 다리살 부위군(LRT2: 1.60점)과 과산화수소수 5% 처리 다리살 부위군(LRT4: 1.60점)이 가장 낮은 점수를 나타내었다. 그러나 다리살 부위가 가슴살 부위에 비해 모든 처리군에 비해 유의적으로 낮은 점수를 나타내므로써 다즙성에 있어 가슴부위가 다리부위보다 더 바람직한 결과를 갖는 것으로 나타났다(p<0.001).

육질의 부드러운 정도 또한 우모분 5% + 피리독신 35mg/kg 첨가 가슴살 부위군(BRT3: 3.13점)이 유의적으로 가장 높은 점수를 나타내었고, 다리살 부위 대조군(LRT1: 1.60점)이 가장 낮은 점수를 갖는 것으로 평가되었으며 육질의 부드러운 정도가 다리부위보다 가슴살 부위가 더 선호되는 것으로 나타났다(p<0.001). 전반적인 바람직성에 대한 점수를 살펴보면 다리부위군(LRT1~5)의 점수가 가슴부위군(BRT1~5)의 점수보다 낮은 경향을 나타내고 있었으며, 전체 처리구 중 과산화수소수 5% 첨가군의 가슴살 부위가 가장 선호되었으며, 대조군의 다리살이 가장 낮은 점수를 나타내었다(p<0.01). 가슴살과 다리살의 평균을 단순비교 하여보면 전반적인 바람직성을 비롯하여 모든 속성에서 가슴살이 다리살보다 더욱 좋게 평가되었다.

Table 3-2-5-9. Sensory evaluation for broiled chicken of breast and legs in rooster

Treat ¹ Item	Breast						Leg						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	2.53	2.93	2.86	2.93	2.66	2.78	3.00	2.26	2.86	2.66	2.60	2.68	0.52
Flavor	2.40	2.86	3.06	2.93	2.40	2.73	2.60	2.53	2.80	2.53	2.60	2.61	0.76
Juiciness	2.26 ^{bc}	2.60 ^{ab}	3.00 ^a	2.33 ^{abc}	2.20 ^{bc}	2.48	1.86 ^c	1.60 ^c	1.80 ^c	1.60 ^c	1.86 ^c	1.74	3.95***
Tenderness	2.93 ^a	2.66 ^a	3.13 ^a	2.80 ^a	2.73 ^a	2.85	1.60 ^b	1.66 ^b	1.66 ^b	1.73 ^b	1.73 ^b	1.68	6.68***
Overall acceptability	2.60 ^{abcd}	2.86 ^{ab}	2.86 ^{ab}	3.00 ^a	2.80 ^{abc}	2.82	2.00 ^d	2.13 ^{cd}	2.26 ^{bcd}	2.13 ^{cd}	2.26 ^{bcd}	2.16	3.00**

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.01$.

*** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.001$.

(2) 암탉

암탉의 가슴살 부위와 다리살 부위에 대한 결과는 Table 8에 제시하였다. 육질의 부드러운 정도에 있어서는 과산화수소수 5% 처리 가슴살 부위군(BHT4: 3.0점) 및 효소 5% 처리 가슴살 부위군(BHT5: 3.0점)이 유의적으로 가장 높은 점수를 나타내었고, 다리살 부위군(LHT1~5)의 점수가 모든 처리군에서 가슴살 부위군에 비해 낮게 나타났다. 수탉에서와 마찬가지로 암탉에서도 가슴살 부위가 전반적인 바람직성이나 다즙성 및 육질의 부드러운 정도에서 더 높은 점수를 나타내었다.

Table 3-2-5-10. Sensory evaluation for broiled chicken of breast and legs in hen

Treat ¹ Item	Breast						Leg						F-value
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	2.80	2.60	2.20	2.33	2.73	2.53	2.80	2.53	2.53	2.66	2.73	2.65	0.46
Flavor	2.46	2.46	2.13	2.40	2.40	2.37	3.06	2.60	2.66	2.80	3.00	2.82	1.22
Juiciness	2.06	2.33	2.53	2.53	2.60	2.41	2.00	2.13	1.86	1.80	1.73	1.90	1.38
Tenderness	2.53 ^{ab}	2.46 ^{ab}	2.93 ^a	3.00 ^a	3.00 ^a	2.78	2.20 ^{abc}	2.06 ^{bc}	1.40 ^c	1.40 ^c	1.46 ^c	1.70	5.66***
Overall acceptability	2.53	2.66	3.00	2.86	2.40	2.69	2.60	2.40	2.00	2.00	2.20	2.24	1.59

¹T1; control T2; Feather meal(FM) diet, T3; FM diet+pyridoxin(21mg/kg), T4; H₂O₂ treated FM diet, T5; Enzyme treated FM diet.

*** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.001$.

수탉의 가슴살과 다리살을 비교·평가한 결과 전반적인 바람직성을 비롯하여 모든 속성에서 가슴살이 다리살보다 더욱 좋게 평가되었다. 특히 다즙성의 경우 가슴살 부위가 다리살 부위에 비해 모든 처리군에 비해 유의적으로 높은 점수를 나타내었으며($p < 0.001$), 육질의 부드러운 정도에서도 동일한 경향을 보였다. 특히 우모분 5% + 피리독신 35mg/kg 첨가 가슴살 부위군(BRT3)은 다즙성과 육질의 부드러운 정도에서 유의적으로 가장 높은 점수를 나타내었다. 이와 같은 경향은 암탉에서도 유사하게 나타났는데 암탉의 가슴살 부위가 전반적인 바람직성이나 다즙성 및 육질의 부드러운 정도에서 다리살보다 더 높은 점수를 기록하였다.

Table 3-2-5-2. Weight gain, feed intake, feed/gain and mortality in broiler chickens.

Item	Wks	Treatments ¹					SEM
		Control	FM	FM + Pyridox	H ₂ O ₂ -FM	Enzyme -FM	
Weight gain, g/bird	0-3	718.4 ^{ab}	692.8 ^{bc}	723.3 ^a	664.4 ^c	680.6 ^c	9.32
	4-5	956.5	890.7	904.8	901.8	916.6	31.16
	0-5	1674.9	1583.5	1628.1	1566.3	1597.2	34.25
Feed intake, g/bird	0-3	1098.3 ^a	1056.0 ^{ab}	1081.8 ^a	996.5 ^b	1052.4 ^{ab}	20.47
	4-5	1859.4 ^a	1813.9 ^{ab}	1722.6 ^{bc}	1823.5 ^{ab}	1626.4 ^c	35.96
	0-5	2957.7 ^a	2869.8 ^{ab}	2804.4 ^{bc}	2820.0 ^{abc}	2675.8 ^c	45.51
Feed/ gain (g/g)	0-3	1.53	1.53	1.50	1.50	1.55	0.020
	4-5	1.95 ^a	2.04 ^a	1.91 ^{ab}	2.03 ^a	1.78 ^b	0.046
	0-5	1.77 ^{ab}	1.81 ^a	1.72 ^{bc}	1.80 ^a	1.68 ^c	0.022
Mortality, %	0-3	0.5	0	0	0	1.5	0.49
	4-5	1.0	0	0.5	0	0	0.31
	0-5	1.5	0	0.5	0	1.5	0.60

^{a-c}Means in a row with no common superscript differ significantly(P<0.05)

¹FM; 5% feather meal(FM) diet, FM+Pyridox; 5% FM + pyridoxin(21mg/kg) diet, H₂O₂-FM; 5% H₂O₂ treated FM diet, Enzyme-FM; 5% Enzyme treated FM diet.

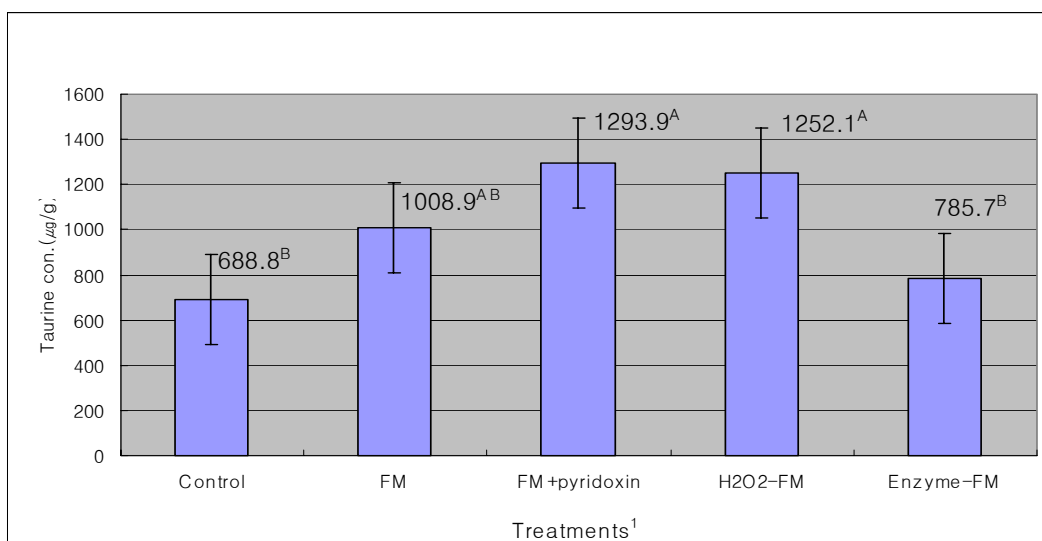


Fig. 3-2-5-1. Taurine content in fresh leg muscle of broiler chickens at 35 days of age.

¹FM; 5% feather meal(FM) diet, FM+Pyridox; 5% FM + pyridoxin(21mg/kg) diet, H₂O₂-FM; 5% H₂O₂ treated FM diet, Enzyme-FM; 5% Enzyme treated FM diet.

^{A-B}Means with no common superscript differ significantly (P<0.01)

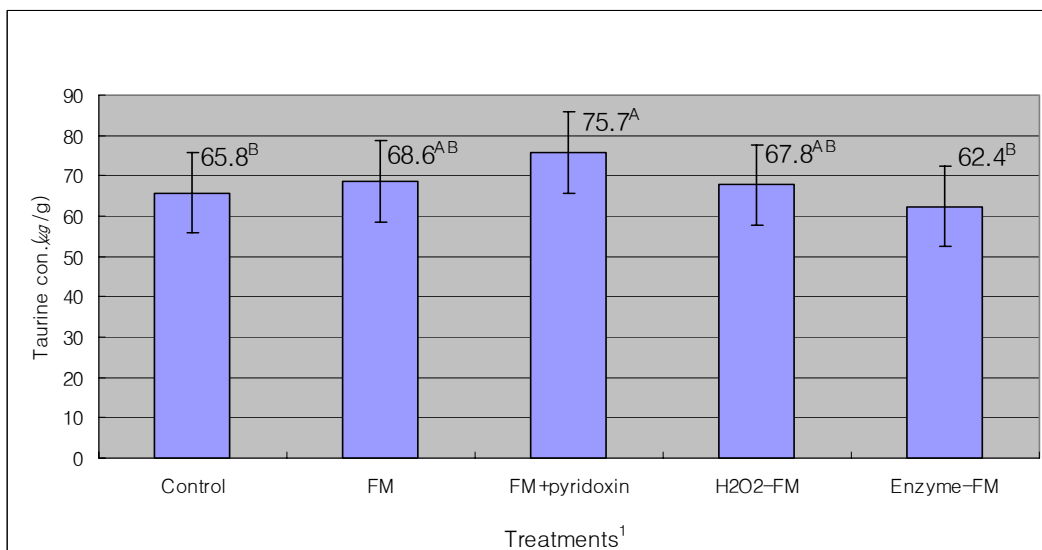


Fig. 3-2-5-2. Taurine content in fresh breast muscle of broiler chickens at 35 days of age.

¹FM; 5% feather meal(FM) diet, FM+Pyridox; 5% FM + pyridoxin(21mg/kg) diet, H₂O₂-FM; 5% H₂O₂ treated FM diet, Enzyme-FM; 5% Enzyme treated FM diet.

^{A-B}Means with no common superscript differ significantly (P<0.01)

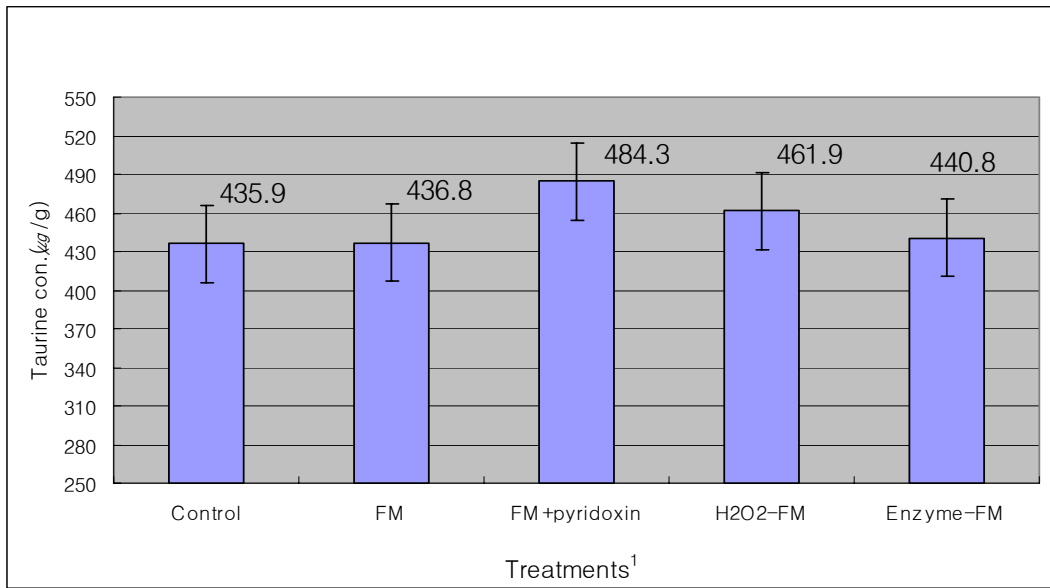


Fig. 3-2-5-3. Taurine content in fresh liver of broiler chickens at 35 days of age.

¹FM; 5% feather meal(FM) diet, FM+Pyridox; 5% FM + pyridoxin(21mg/kg) diet, H₂O₂-FM; 5% H₂O₂ treated FM diet, Enzyme-FM; 5% Enzyme treated FM diet.

6. 우모분에 의한 taurine 강화 계란 생산

1. 재료 및 방법

가. 기초사료 및 처리구

본 시험에 사용된 기초사료(대조구)의 배합비와 성분은 Table 3-2-6-1에서 보는 바와 같다. 이 시험사료를 control로 하고 여기에 우모분(Feather meal; FM) 3% 첨가사료(FM 3%), FM 3% + pyridoxine 21mg/kg 첨가사료(FM 3% + Pyridox), FM 6% 첨가사료(FM 6%), FM 6% + pyridoxine 21mg/kg 첨가사료(FM 6% + Pyridox), 그리고 합성 타우린 0.25% 첨가사료(Taurine)등을 첨가하여 시험사료를 만들었다.

나. 시험동물 및 시험설계

사양시험을 위하여 31주령의 산란계(Hy-Line Brown) 900수를 총 6처리구로 구성하여 처리당 5반복, 반복당 15케이지, 케이지당 2수씩(처리당 150수씩)을 완전임의 배치하였다.

다. 사양시험 및 Sample 채취

사양시험은 4주간 실시하였으며 시험기간동안 물과 사료는 자유채식을 시키고 정상적인 점등관리를 실시하였으며 매주 각 반복당 25개, 처리당 125개 계란을 수집한 후 난백을 분리하여 pooling한 난황은 각 반복당 1sample씩 처리당 5sample 총 120 난황 sample을 분석에 공시하였다. 샘플은 동결건조후 분석시까지 -50℃에서 냉동 보관 하였다.

라. 조사항목

산란율(hen-day, hen-housed egg production), 평균 난중, 연과란율은 매일 측정하여 주별 평균을 계산하였고, 사료 섭취량은 주 1회 조사하여 사료 전환율을 산출하였다. 계사내 온도는 매일 5 Pm에 2단 cage의 nipple 높이에서 측정한다.

마. 타우린 분석

타우린 분석은 Paola Zunin등.,(1999)의 분석방법에 준하였다. 얻어진 결과는 $\mu\text{g/g}$, fresh matter로 표시하였다.

1) Sample 전처리

냉동 보관한 난황 sample과 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질하고 난 후, 4℃에서 13,000rpm으로 20분동안 원심분리하여 상층액을 수집하고 같은 과정을 2회 반복한다. 상층액 2ml을 anion-exchange-column(AG 50W-X8, 200-400 mesh, H⁺ form, 5×15 mm, Bio-Rad Laboratories)에 통과시켰고 다시 1ml의 증류수를 3회 washing을 하여 총 5ml의 추출액을 만들었다.

2) High-performance liquid chromatography(HPLC) 시스템

분석에 사용한 HPLC는 다음과 같다; HPLC Model 305 system(Gilson, France),

Fluorometer Model 121(Gilson, France), Merck LichroCART column(Superspher 100 RP-18 end-capped, 125 × 4mm ID) combined with a Merck LichroCART pre-column(Lichrospher 100 RP-18, 4×4mm ID)

3) Preparation of derivatizing solution(OPA)

추출액중 100 μ l를 OPA 유도체와 5분 동안 반응시킨후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정을 하였다. OPA 유도체 제조: ①OPA(25mg)를 methanol (0.6ml)에 녹인다. ②sodium tetraborate(404mg)를 water bath에서 HPLC water(5ml)에 녹인후 식힌다. ③borate solution(②)을 OPA solution(①)에 첨가하고 2-mercaptoethanol(25 μ l)을 더하여 혼합한다. OPA 유도체는 제조 후 4℃의 어두운곳에 보관하고 12시간 이내에 사용한다(Pittaluga 등, 1977).

4) HPLC analysis

Injection 하기전 추출액중 100 μ l를 OPA 유도체(100 μ l)와 5분 동안 반응시킨후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정을하였다. Buffer A는 0.1M sodium acetate (pH 5.80)/methanol (80:20 by vol.)혼합하였고 Buffer B는 0.1M sodium acetate (pH5.80)/methanol (20:80 by vol.)으로 만들었다. Column temperature는 25℃로 Flow rate는 1.0ml min⁻¹ 흐르게 하였고, retention times은 12.55min 이었다.

사. 관능평가

본 검사는 중앙대학교 식품영양학과에서 실시하였으며 주 1회 농장에서 채취한 계란 샘플을 처리당 30개씩에 대하여 실시 하였다. 검사재료는 20분간 삶은 계란을 찬물에 담가두었다가 껍질을 제거한후 2등분하여 준비하였으며 총 4회에 걸쳐 관능검사를 실시하였다. 관능검사의 조사항목으로는 노른자의 색깔(Egg yolk color), 계란의 맛(taste), 냄새(smell), 조직감(texture) 및 전반적인 바람직성(overall acceptability)을 조사하였다. 관능검사는 재료별로 각각 1회씩 실시 하였으며 관능검사 패널은 훈련받지 않은 일반인(inexperienced consumer) 20명을 대상으로 하였다. 소비자의 수용도를 파악하기 위하여 기호도 측정을 계량화할 수 있으면서도 기호도 결정에 중요하다고 생각되는 제품속성(Sensory Attributes)을 알아내기 위하여 Hedonic Scale Acceptance Test를 실시하고 사용할 척도의 구간은 5점을 사용하였는데 매우 좋은

것이 5점 그리고 매우 나쁜 것이 1점으로 배정하였다.

아. 통계분석

시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS (1995)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하여 분석하였고, 처리 평균간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의하여 $P < 0.01$ 에서 검정하였다.

Table 3-2-6-1. Composition and nutrient content of experimental diets

Ingredients	Percentage
Chemical composition	----- % -----
Corn	55.43
Soybean meal	19.61
Limestone	8.73
Lupin	3.28
Animal oil meal	3.00
Tallow	2.10
Corn gluten	1.51
Dical-P	1.18
Wheat bran	1.00
Rice bran	1.00
Soy hull	1.00
Oyster shell	0.80
Fish meal	0.50
Salt	0.21
DL-Methione 88%	0.10
Electrolytes	0.15
Mineral premix ¹	0.12
Additives ²	0.11
Vitamin premix ³	0.10
Choline chloride	0.07
Total	100
Calculated composition	
ME Poultry, Kcal/k	2800
Crude Protein, %	18.50
Calcium, %	3.85
Meth & Cyst, %	0.68
P-available, %	0.63

¹Contains per kg: Zn, 90mg; Mn, 96mg; Fe, 50mg; Cu, 24mg; I, 1.2mg; Se, 0.36mg.

²Additives: clopidol, avilamycin, tetracycline, mycobond(toxin binder), oxyguard (oxbile), pigment, herbal extract, probiotics, maduramycin.

³Contains per kg: vitamin A, 12,000 IU; vitamin D, 2500 IU; vitamin E, 40mg; vitamin K, 2mg; vitamin B₁, 2mg; vitamin B₂, 5mg; vitamin B₆, 3mg; vitamin B₁₂, 20mg; biotin, 150mg; niacin, 40mg; folic acid, 1.0mg; Ca-PAN, 10mg; Antioxidant, 60mg.

2. 결 과

시험기간동안의 일계산란율(hen-day egg production), 산란지수(hen-housed egg production), 난중(egg weight), 사료섭취량(Feed intake), 사료전환율(Feed conversion ratio), 연파란율(Broken & soft egg production)은 Table 3-2-6-2에서 보는 바와 같다. 시험 4주간의 결과 일계산란율과 산란지수는 FM 3% 첨가구가 가장 높았고, 대조구에 비해 FM 처리구들이 유의적으로 높았다. 난중은 시험사료 급여결과 FM 3% 첨가구와 FM 6% 첨가구가 가장 높았고 Taurine 첨가구가 유의하게 낮았다. 사료섭취량의 경우 대조구가 가장 높았고 FM 6% 첨가구가 가장 낮았다. 사료전환율은 대조구가 가장 높았고 FM 6% 첨가구가 가장 낮았다. 연파란율은 연란율의 경우 유의차가 없었으나 파란율은 유의차를 나타냈으며, Taurine 첨가구가 유의하게 높았고 대조구가 가장 낮았다. 우모분 처리방법에 따른 난황내 타우린 분석 결과는 Fig.3-2-6-1, Table 3-2-6-5에서 보는 바와 같다. 전기간(1-4주)에 걸쳐 control에 비해 FM 3% + Pyridox, FM 6% + Pyridox, 합성 taurine 첨가구들의 taurine 함량이 유의하게 높았는데, 대조구에 비해 Taurine 첨가구에서는 64.7%, FM 6% + Pyridox 첨가구에서는 57%, FM 3% + Pyridox 첨가구에서는 32.1% 그리고 FM 6% 첨가구에서는 16.6% 증가하였다. 또한, FM 6% + Pyridox 첨가구는 합성 taurine 0.25% 첨가구와 비슷한 함량을 나타냈으며, 첨가구들중 taurine 함량이 가장 높았다.

우모분의 cystine이 taurine으로 전환되는데 pyridoxine의 첨가 효과가 컸으며 계란의 난황내 타우린 함량은 합성 taurine 0.25% 첨가구가 가장 높았고 우모분 처리구 중에서는 FM 6% + Pyridox 첨가구가 57% 강화되어 가장 높게 나타났다.

계란의 관능평가는 Table 3-2-6-4에서부터 3-2-6-7에 나타낸 바와 같다. 1주차의 경우 계란의 질감에 대한 결과(Table 3-2-6-4)를 보면 Taurine 첨가구(3.40점)가 FM 6% 첨가군(2.60점)과, FM 6% + Pyridox(2.65점)첨가구에 비해 유의하게 높은 점수를 갖는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 그 외의 첨가구인 FM 3% 첨가구(3.30점), FM 3% + Pyridox 첨가구(2.95점), 그리고 control(3.30점)은 유의차가 없는 것으로 나타났으며 Taurine 첨가구가 가장 높은 점수를 갖는 것으로 나타났다. 반면에 노른자 색깔, 맛, 냄새에서는 실험군과 대조군 사이에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며 전반적인 바람직성에서도 실험군과 대조군에 사이에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나, 계란질감에 대한 결과와 마찬가지로 control, FM 3% 첨가구, FM

3% + Pyridox 첨가구 및 타우린 첨가구가 3.35~3.25점을 기록하면서 보통이상으로 선호되는 것으로 나타났다. 2주차 계란에 대한 관능검사 결과(Table 3-2-6-5), 계란 노른자의 색깔, 맛, 냄새, 조직감, 전반적인 바람직성의 5가지 속성 모두에서 대조군과 실험군 간에 유의적인 차이가 전혀 관찰되지 않았으나 Taurine 첨가구가 control을 포함한 다른 실험군에 비해 모든 속성에서 가장 높은 점수를 나타냈다. 비록 시료들 간의 유의적인 차이는 관찰되지 않았으나 대체로 1주차 계란에 비해 2주차 계란의 실험군별 점수가 질감을 제외한 나머지 속성에 있어서 적어도 대조군과 같거나 훨씬 높은 경향을 나타내었다. 3주차 계란에 대한 관능검사 결과(Table 3-2-6-6), 계란 노른자의 색깔과 냄새에서는 실험군과 대조군 사이의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나 맛에서는 Taurine 첨가구(3.60점)가 control과 다른 실험군들에 비해 유의적으로 높은 점수를 갖는 것으로 나타났($p < 0.05$). 또한 질감에서도 Taurine 첨가구(3.55점)가 control과 다른 실험군들에 비해 유의적으로 높은 점수를 갖는 것으로 나타났으며($p < 0.01$) 전반적인 바람직성에서도 유의적으로 가장 높은 점수를 나타내 가장 선호도가 높은 것으로 나타났($p < 0.001$). 한편 2주차의 관능검사결과와 마찬가지로 3주차에서도 대조군에 비해 실험군이 더 좋은 점수를 나타내는 경향을 보였다. 4주차 계란에 대한 관능검사 결과는 Table 3-2-6-7에 제시하였다. 냄새를 제외한 모든 속성에서 Taurine 첨가구가 대조구를 포함한 다른 실험군들 사이에 유의적으로 높은 점수를 나타내었다. 계란 노른자의 색깔에서는 대조군(2.60점)이 Taurine 첨가구(3.45점)에 비해 유의하게 낮은 점수를 갖는 것으로 나타났고($p < 0.05$), 맛에서도 control(2.65점)이 Taurine 첨가구(3.65점)에 비해 유의하게 낮은 점수를 나타내었다($p < 0.001$). 질감에서는 FM 3% + Pyridox첨가구(2.50점)가 Taurine 첨가구(3.75점)에 비해 유의적으로 가장 낮은 점수를 갖는 것으로 나타났으며($p < 0.001$), 전반적인 바람직성에서도 유의적으로 가장 낮은 점수를 나타내 기호도가 가장 낮은 것으로 나타났($p < 0.001$). 4주차 관능검사에서도 1~3주차에 나타난 결과와 마찬가지로 대체적으로 대조군 보다 실험군의 속성별 점수가 높은 경향을 보였으며, 그 중에서도 Taurine 첨가구가 모든 속성에서 가장 좋은 선호도를 갖는 것으로 평가되었다.

이상의 결과들을 종합해 보면 실험 초기인 1주차에서는 대조군에 비해 실험군의 기호도 점수가 낮은 속성들이 많이 나타났으나, 시간이 흐름에 따라 계란에 우모분 혹은 FM + pyridoxine, 타우린 등을 첨가한 사료를 먹인 실험군에 대한 속성별 기호도 점수가 점차 높아지는 경향을 보였다. 특히 이 중에서도 Taurine 첨가구가 실험 1주

부터 4주까지 모든 속성에서 가장 높은 점수를 나타내 기호도가 가장 좋은 것으로 평가되었다. 이와 같은 경향은 사료 중의 특정성분이 계란으로 축적되기까지는 일정시간이 소요되기 때문으로 보이며 따라서 기간별 관능검사 결과치의 비교는 필수적인 것으로 판단된다.

Table. 3-2-6-2 Laying performance during 4wk experimental period

	Treatments ¹						SEM
	Control	FM 3%	FM3%+ Pyridox	FM 6%	FM6%+ Pyridox	Taurine	
Hen-day egg production, %	91.94 ^c	95.98 ^a	94.06 ^{abc}	94.07 ^{abc}	94.49 ^{ab}	93.55 ^{bc}	0.774
Hen-housed egg production, %	91.41 ^c	95.98 ^a	93.74 ^{ab}	94.07 ^{ab}	94.14 ^{ab}	93.55 ^{bc}	0.768
Egg weight, g/hen day	65.45 ^{ab}	65.82 ^a	65.46 ^{ab}	65.68 ^a	65.46 ^{ab}	64.94 ^b	0.205
Feed intake, g/day	138.84 ^a	136.77 ^{ab}	136.92 ^{ab}	132.39 ^c	135.04 ^{bc}	134.52 ^{bc}	1.206
Feed conversion ratio, g/100g egg mass	2.31 ^a	2.17 ^{bc}	2.23 ^b	2.14 ^c	2.19 ^{bc}	2.22 ^b	0.023
Soft egg production, %	0.08	0.21	0.20	0.08	0.18	0.26	0.072
Broken egg production, %	0.05 ^b	0.31 ^{ab}	0.13 ^{ab}	0.15 ^{ab}	0.18 ^{ab}	0.38 ^a	0.097
Broken & soft egg production, %	0.13 ^b	0.52 ^{ab}	0.33 ^{ab}	0.23 ^{ab}	0.36 ^{ab}	0.64 ^a	0.137

¹FM 3%; 3% Feather meal diet, FM 3%+Pyridox; 3% Feather meal + pyridoxine(21mg/kg), FM 6%; 6% Feather meal diet, FM 6% + Pyridox; 6% Feather meal+pyridoxine(21mg/kg), Taurine; 0.25% Synthetic taurine supplemented diet

^{a-b}Means in a row with no common superscript differ significantly(P<0.05)

Table 3-2-6-3. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in egg

Wks	Treatments ¹					Taurine	SEM
	Control	FM 3%	FM3%+ Pyridox	FM 6%	FM6%+ Pyridox		
----- ug/g, freeze dried egg yolk -----							
1	37.23 ^C	37.93 ^C	47.25 ^B	40.69 ^C	58.40 ^A	58.55 ^A	1.101
2	35.15 ^C	36.52 ^C	47.89 ^B	43.22 ^{BC}	57.99 ^A	59.08 ^A	2.095
3	36.37 ^D	35.41 ^D	49.34 ^{BC}	41.66 ^{CD}	55.23 ^{AB}	60.14 ^A	1.821
4	36.01 ^C	36.15 ^C	46.73 ^B	43.22 ^B	55.65 ^A	60.69 ^A	1.417
Mean	36.19 ^D	36.50 ^D	47.80 ^B	42.20 ^C	56.82 ^A	59.62 ^A	0.785

yolk ^{a-d}Means in a row with no common superscript differ significantly (P<0.01)

¹FM 3%; 3% Feather meal diet, FM 3%+Pyridox; 3% Feather meal + pyridoxine(21mg/kg), FM 6%; 6% Feather meal diet, FM 6% + Pyridox; 6% Feather meal+pyridoxine(21mg/kg), Taurine; 0.25% Synthetic taurine supplemented diet

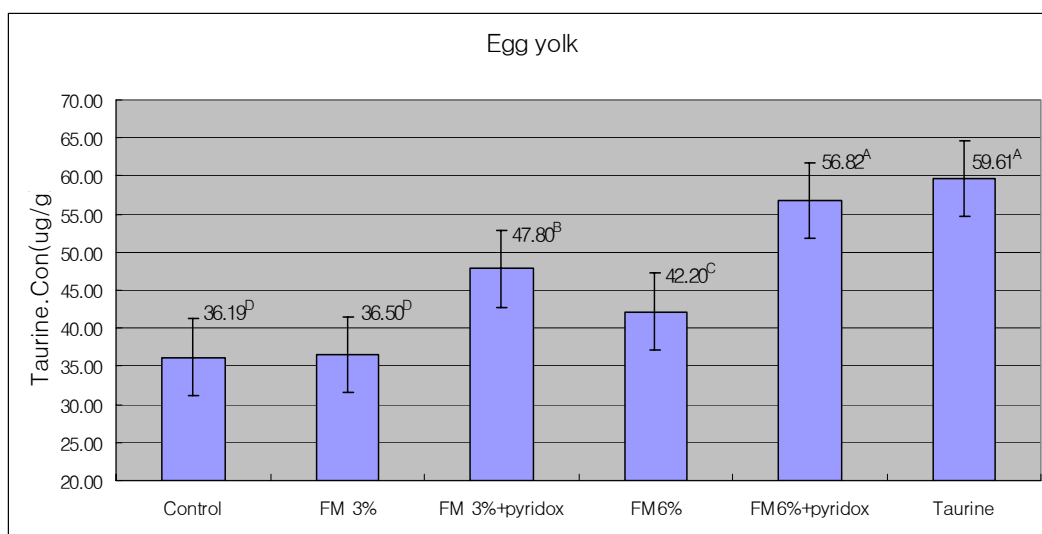


Fig 3-2-6-1. Effect of dietary feather meal digests on taurine content in egg yolk of layer at 28 days of age.

¹FM 3%; 3% Feather meal diet, FM 3% +Pyridox; 3% Feather meal + pyridoxine(21mg/kg) diet, FM 6%; 6% Feather meal diet, FM 6% + Pyridox; 6% Feather meal + pyridoxine(21mg/kg) diet, Taurine; 0.25% Synthetic taurine supplemented diet

Table 3-2-6-4. Sensory evaluation for week-1-eggs

Sample ¹ Item	Control	FM 3%	FM3%+ Pyridox	FM 6%	FM6%+ Pyridox	Taurine	F-value
Yolk color	2.95	3.40	3.05	3.40	3.50	3.00	1.13
Taste	3.35	3.25	2.80	2.75	2.95	3.15	1.27
Smell	2.90	3.15	2.90	2.70	2.75	3.20	1.09
Texture	3.30 ^{ab}	3.30 ^{ab}	2.95 ^{ab}	2.60 ^b	2.65 ^b	3.40 ^a	2.28*
Overallquality	3.35	3.35	2.95	2.85	2.80	3.25	1.64

Table 3-2-6-5. Sensory evaluation for week-2-eggs

Sample ¹ Item	Control	FM 3%	FM3%+ Pyridox	FM 6%	FM6%+ Pyridox	Taurine	F-value
Yolk color	2.70	2.95	2.85	2.90	2.90	3.15	0.39
Taste	2.55	2.95	2.85	2.70	2.75	3.40	1.53
Smell	2.60	2.65	2.80	2.70	2.70	2.85	0.18
Texture	3.15	2.80	2.40	2.70	2.80	3.15	2.07
Overallquality	2.70	3.00	2.70	3.10	3.00	3.30	1.63

Table 3-2-6-6. Sensory evaluation for week-3-eggs

Sample ¹ Item	Control	FM 3%	FM3%+ Pyridox	FM 6%	FM6%+ Pyridox	Taurine	F-value
Yolk color	2.80	2.85	2.70	2.75	2.85	3.20	0.65
Taste	2.65 ^b	2.70 ^b	2.90 ^b	2.85 ^b	2.75 ^b	3.60 ^a	2.71 [*]
Smell	2.60	2.55	2.85	2.90	2.65	3.05	0.98
Texture	2.90 ^{bc}	3.15 ^{ab}	2.45 ^c	2.80 ^{bc}	2.85 ^{bc}	3.55 ^a	4.00 ^{**}
Overallquality	2.60 ^b	2.65 ^b	2.70 ^b	3.05 ^b	2.85 ^b	3.50 ^a	4.53 ^{***}

Table 3-2-6-7. Sensory evaluation for week-4-eggs

Sample ¹ Item	Control	FM 3%	FM3%+ Pyridox	FM 6%	FM6%+ Pyridox	Taurine	F-value
Yolk color	2.60 ^b	2.75 ^b	2.70 ^b	2.65 ^b	2.75 ^b	3.45 ^a	2.52 [*]
Taste	2.65 ^b	2.75 ^b	2.75 ^b	2.75 ^b	2.75 ^b	3.65 ^a	3.78 ^{***}
Smell	2.70	2.55	2.75	2.70	2.70	3.15	1.15
Texture	2.85 ^b	3.00 ^b	2.50 ^b	2.80 ^b	2.80 ^b	3.75 ^a	6.06 ^{***}
Overallquality	2.65 ^b	2.60 ^b	2.70 ^b	3.00 ^b	2.80 ^b	3.65 ^a	7.17 ^{***}

¹FM 3%; 3% Feather meal diet, FM 3% +Pyridox; 3% Feather meal + pyridoxine(21mg/kg) diet, FM 6%; 6% Feather meal diet, FM 6% + Pyridox; 6% Feather meal + pyridoxine(21mg/kg) diet, Taurine; 0.25% Synthetic taurine supplemented diet

7. 사료 내 우모분 첨가에 따른 Taurine 강화 돈육 생산

2. 재료 및 방법

가. 시험 사료

본 시험에 사용된 기초사료(대조구)의 배합비와 성분은 Table 3-2-7-1에서 보는 바와 같으며, NRC(1998) 요구량에 준하여 작성되었다.

나. 시험동물 및 실험설계

사양시험을 위하여 3원 교잡종(Yorkshire × Landrace × Duroc) 비육돈 135두를 공시

하여 5처리 3반복 반복 당 9두(암컷: 4두, 거세수컷: 5두)로 하여 평사 스크레파식 돈방 (4m × 3m)에 각 처리 반복별로 체중이 비슷한 개체들을 집구로 하여 완전임의배치 하였다. 시험 처리는 우모분(Feather meal: FM) 무첨가구(T1), T1+우모분 3%(T2)첨가구, T1+우모분 3% + pyridoxin 10ppm(T3)첨가구, T1+우모분 6%(T4) 및 우모분 6% + pyridoxin 10ppm(T5)첨가구로 하였다.

다. 사양관리

실험기간동안 물과 사료는 자유 채식토록 하였으며, 체중 및 사료섭취량은 사양시험 개시시와 개시일로 부터 3주(starter stage), 8주(grower stage) 및 11주(finisher stage)에 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료요구율을 계산 하였다.

라. 등지방 두께 측정

등지방 두께 측정은 각 처리별 12두씩 총 60두를 도축한 후 도체의 11 - 12번째와 마지막 늑골 부분을 측정하여 평균값으로 하였다.

마. Sample 채취

사양시험 종료 후 각 처리별로 암·수(거세돈) 각 6두씩, 총 60두를 도체하여 등심, 안심, 햄, 심장 및 간을 채취한 후 분석 시까지 -50℃에 냉동 보관 하였다.

바. Taurine 분석

타우린 분석은 Paola Zunin 등(1999)의 방법에 준하여 실시하였으며, 얻어진 결과는 $\mu\text{g/g}$, fresh matter로 표시 하였다.

(1) Sample 전처리

냉동 보관한 돈육 sample과 0.4M perchloric acid를 1:5의 비율로 넣어 균질하고 난 후 4℃에서 13,000rpm으로 20분 동안 원심분리하여 상층액을 수집하고 같은 과정을 2회 반복한다. 상층액 2ml을 anion-exchange-column(AG50W-X8, 200-400 mesh, H+ form, 5 × 15mm, Bio-Rad Laboratories)에 통과시켰고 다시 1ml의 증류수로 3회 washing 하여 총 5ml의 추출액을 만들었다.

(2) High-performance liquid chromatography(HPLC) 시스템

분석에 사용한 HPLC는 다음과 같다; HPLC Model 305 system(Gilson, France),

Fluorometer Model 121(Gilson, France), Merck LichroCART column(Superspher 100 RP-18 end-capped, 125 × 4mm ID) combined with a Merck LichroCART pre-column(Lichrospher 100 RP-18, 4 × 4mm ID)

(3) O-phthalaldehyde(OPA) 유도반응

추출액중 100 μ g을 OPA 유도체와 5분 동안 반응 시킨 후 column을 통과시켜 fluorometer(형광검출기)로 측정 하였다. OPA 유도체 제조; ① OPA(25mg)를 methanol(0.6ml)에 녹인다. ② Sodium tetraborate(404mg)를 water bath에서 HPLC water(5ml)에 녹인 후 식힌다. ③ borate solution(②)을 OPA solution(①)에 첨가하고 2-mercaptoethanol(25 μ l)을 더하여 혼합한다. OPA 유도체는 제조 후 4℃의 어두운 곳에 보관하고 12시간 이내에 사용한다(Pittaluga 등, 1977).

사. 관능검사

관능검사에 사용된 돼지고기는 사양시험 종료 후 각 처리별로 평균 체중에 가까운 암 • 수(거세돈) 각 6두씩, 총 60두 도축하여 등심과 삼겹살을 채취한 후 관능검사 시 까지 냉동 보관 하였다.

아. 통계분석

사양시험에서 얻어진 자료의 통계처리는 SAS(1995)의 GLM(General Linear Model) procedure를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 처리 평균 간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의해 유의성을 분석 하였다.

Table 3-2-7-1. Composition and nutrient content of experimental diets¹

Ingredients, %	Starter	Grower	Finisher
Corn	58.10	66.88	71.79
Soybean meal	30.47	22.44	17.27
Ca carbonate	0.22	0.31	0.35
DEFL. Phosphorus	1.46	1.41	1.06
Salt	0.15	0.15	0.15
Animal fat	4.47	4.23	3.99
Molasses	4.50	4.00	5.00
Choline chloride(60%)	0.07	0.03	0.05
CuSO ₄ (34% Cu)	0.04	0.04	0.03
L-lysine(78%)	0.18	0.21	0.17
DL-methionine(98%)	0.05	0.04	0.01
Antibiotic	0.11	0.06	
Hog premix ²	0.20	0.20	0.13
Total	100.00	100.00	100.00
Chemical composition ³			
ME, kcal/kg	3300.00	3300.00	3300.00
Crude protein, %	19.00	16.00	14.00
Lysine, %	1.13	0.96	0.79
Ca, %	0.70	0.70	0.60
Phosphorus, %	0.61	0.57	0.48

¹ As-fed basis.

² Provide per kg diet: Vit A, 10,000IU; Vit D₃, 2,000IU; Vit E, 42IU; Vit K, 5mg; Vit B₂, 9.6mg; Vit B₆, 2.45mg; Vit B₁₂, 40μg; pantothenic acid, 27mg; niacin, 49mg; biotin, 0.05mg; Cu, 140mg; Fe, 179mg; Zn, 179 mg; Mn, 12.5mg; I, 0.5mg; Co, 0.25mg; Se, 0.4mg

³ Calculated value

3. 결과 및 고찰

가. 우모분 첨가에 따른 사양성적

일당증체량과 사료섭취량 및 사료요구량은 Table 3-2-7-2에서 보는바와 같다. Starter stage(0-3주)에서의 일당 증체량은 우모분 첨가구들이 대조구에 비하여 일당 증체량이 높은 경향을 보였으며, 사료섭취량은 T2구(우모분 3%)가 대조구에 비하여 유의하게 높았다. 사양시험 전 기간에서 일당증체량과 사료섭취량은 우모분 첨가구가 높은 경향을 나타냈으며, 사료 효율은 대조구가 우모분 첨가구보다 유의하게 좋은 결과를 나타내었다.

Table 3-2-7-2. The effect of experimental diets on performance of pigs

Items	Treatments ¹					SEM ²
	T1	T2	T3	T4	T5	
Starter stage(0-3 weeks)						
ADG, g	683.81	815.71	710.00	770.00	805.24	50.76
ADFI, g	1698.57 ^b	1962.86 ^a	1754.29 ^{ab}	1889.05 ^{ab}	1889.05 ^{ab}	68.80
Feed/Gain	2.48	2.41	2.47	2.45	2.35	0.11
Grower stage(3-8 weeks)						
ADG, g	728.86	714.57	744.29	725.14	708.86	63.46
ADFI, g	2048.29	2245.14	2207.43	2174.00	2257.43	151.83
Feed/Gain	2.81	3.14	2.97	3.00	3.18	0.155
Finisher stage(8-11 weeks)						
ADG, g	953.81	947.62	1013.81	935.71	924.29	37.47
ADFI, g	2877.14	2997.14	3058.57	3029.05	2898.57	92.42
Feed/Gain	3.02 ^b	3.16 ^{ab}	3.02 ^b	3.24 ^a	3.14 ^{ab}	0.06
Overall(0-11 weeks)						
ADG, g	777.92	805.71	808.44	794.81	793.90	34.99
ADFI, g	2178.96	2373.25	2315.97	2329.48	2331.82	92.16
Feed/Gain	2.80 ^b	2.95 ^a	2.86 ^{ab}	2.93 ^a	2.94 ^a	0.03

¹ T1; Control, T2; Control+FM 3%, T3; Control+FM 3%+pyridoxin 10ppm, T4; Control+FM 6%, T5; Control+FM6%+pyridoxin 10ppm

² Standard error of mean

^{a-b} Values with different superscripts in the same row are different($p < 0.05$)

나. 우모분 첨가에 따른 비육돈 등지방 두께와 도체등급

Table 3-2-7-3. Effects of experimental diet on backfat thickness and carcass grade in pigs

Items	Treatments					SEM ¹
	T1	T2	T3	T4	T5	
Backfat thickness(mm)	20.83 ^b	22.83 ^{ab}	22.08 ^{ab}	24.33 ^{ab}	25.42 ^a	1.27
Carcass grade ²	1.75	1.75	2.08	1.50	2.25	0.30

¹ Standard error of mean

² Based on scale with 1 = grade A, 2 = grade B, 3 = grade C, 4 = grade D

^{a-b} Values with different superscripts in the same row are different($p < 0.05$)

등지방 두께와 도체등급은 Table 3-2-7-3에서 보는바와 같다. 등지방 두께는 대조구가 우모분 첨가구에 비하여 유의적으로 감소하였으며, 도체등급에 있어서는 유의한 차이가 없었다.

다. 돈육 내 taurine 함량

사료 내 우모분 첨가 수준별 심장, 간, 햄, 등심 및 안심의 타우린 함량은 Table 3-2-7-4에서 보는바와 같다. 심장, 햄, 등심, 및 안심에서 타우린 함량은 우모분 첨가 수준이 높아짐에 따라 증가 하였으며, T1(무첨가구)와 비교하여 T4(우모분 6% 첨가구) 및 T5(우모분 6%+pyridoxin 10ppm 첨가구)에서 유의하게($p < 0.05$) 증가하였다. 간에서는 유의성이 나타나지는 않았지만 우모분 첨가 수준이 높아짐에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 타우린의 절대 함량으로는 심장, 간, 안심, 햄, 등심 순으로 나타났다.

Table 3-2-7-4. Taurine content in pigs fed feather meal

Items	Treatments					SEM
	T1	T2	T3	T4	T5	
Heart, ppm	1393.80 ^c	1705.90 ^{bc}	2056.10 ^b	2596.40 ^a	2667.10 ^a	129.60
Liver, ppm	647.30	781.50	762.00	833.80	859.80	74.91
Ham, ppm	462.40 ^b	570.00 ^{ab}	580.40 ^{ab}	561.40 ^{ab}	588.40 ^a	38.55
Loin, ppm	375.80 ^b	417.90 ^{ab}	428.10 ^{ab}	463.50 ^{ab}	483.40 ^a	31.15
Tenderloin, ppm	601.20 ^c	654.80 ^b	659.90 ^b	728.80 ^a	742.20 ^a	18.69

^{a-c} Values with different superscripts in the same row are different($p < 0.05$)

라. 돈육 관능검사

1) 날 것

(1) 성별에 따른 속성 비교

① 등심

수컷과 암컷의 등심부위에 대한 관능검사 결과는 Table 3-2-7-5와 같다. 향미의 경우 수컷 T1구(3.15점)가 가장 높은 점수를 나타내었고, 암컷 T5구(2.0점)가 유의적으로 가장 낮은 점수를 나타내었다. 그러나 이외의 항목에서는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 속성별 평균치를 살펴보았을 때 향미와 불쾌치, 육즙의 삼출정도에서 암컷이 수컷보다 다소 높은 점수를 보였다. 전반적인 바람직성에서도 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 3-2-7-5. Sensory evaluation for raw loin of barrow and sow

Items	Treatments												F-value
	Barrow						Sow						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.15 ^a	2.38 ^{bc}	2.38 ^{bc}	2.61 ^{abc}	2.38 ^{bc}	2.58	2.84 ^{ab}	2.76 ^{ab}	2.92 ^{ab}	2.53 ^{abc}	2.00 ^c	2.61	2.07*
Color	2.53	2.38	2.00	2.53	2.15	2.32	2.76	2.23	2.30	2.15	1.61	2.21	1.51
Off flavor	2.61	2.30	2.07	2.30	2.38	2.33	2.61	2.76	2.61	2.38	2.07	2.49	0.95
Purge	2.38	1.92	2.23	2.15	2.38	2.38	2.38	2.61	2.46	2.61	1.84	2.38	1.08
Overall acceptability	2.61	2.38	2.23	2.69	2.61	2.50	2.76	2.69	2.69	2.46	1.84	2.49	1.67

* Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.05$

② 삼겹살

수컷과 암컷의 삼겹살 부위에 대한 관능검사 결과는 Table 3-2-7-6과 같다. 모든 항목에서 유의차는 없는 것으로 나타났다. 그러나 속성별 평균치를 비교하였을 때 수컷이 암컷보다 모든 항목에서 더 좋은 점수를 기록하였다.

Table 3-2-7-6. Sensory evaluation for raw belly of barrow and sow

Items	Treatments												F-value
	Barrow						Sow						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	2.84	2.76	2.15	2.84	2.15	2.55	2.38	2.46	2.30	2.76	2.38	2.46	1.25
Color	3.15	2.76	2.92	3.00	2.46	2.86	3.46	2.53	2.46	3.00	2.53	2.80	1.56
Off flavor	2.38	2.61	2.07	2.61	2.23	2.38	2.38	2.07	2.07	2.61	2.38	2.30	0.92
Purge	3.23	2.84	2.92	3.00	2.53	2.90	2.76	2.30	2.38	2.84	2.53	2.56	1.12
Overall acceptability	3.00	2.76	2.69	2.76	2.30	2.70	2.61	2.46	2.23	3.07	2.46	2.57	1.46

(2) 부위에 따른 속성 비교

① 수컷

수컷의 등심 부위와 삼겹살 부위에 대한 관능검사 결과는 Table 3-2-7-7과 같다. 육색에서는 삼겹살 부위의 T1구(3.15점)가 가장 높은 점수를 나타내었으나, T4구(3.02점)와 유의적인 차이는 없었으며, 등심 T3구(2.0점)가 가장 낮은 점수를 나타내었다. 육즙 삼출 정도에서도 삼겹살 부위 T1구(3.23점)가 가장 높은 점수를 나타냈으며, 등심 T2구(1.92점)가 가장 낮은 점수를 나타내었다. 한편 등심 부위와 삼겹살 부위의 속성별 평균치를 비교하였을 때 향미를 제외한 모든 속성에서 삼겹살이 등심보다 더 좋은 점수를 나타내었다.

Table 3-2-7-7. Sensory evaluation for raw loin and belly in barrow

Items	Treatments												F-value
	Loin						Belly						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.15	2.38	2.38	2.61	2.38	2.58	2.84	2.76	2.15	2.84	2.15	2.55	1.66
Color	2.53 ^{abc}	2.38 ^{abc}	2.00 ^c	2.53 ^{abc}	2.15 ^{bc}	2.32	3.15 ^a	2.76 ^{abc}	2.92 ^{ab}	3.00 ^a	2.46 ^{abc}	2.86	2.19*
Off flavor	2.61	2.30	2.07	2.30	2.38	2.33	2.38	2.61	2.07	2.61	2.23	2.38	0.68
Purge	2.38 ^{bcd}	1.92	2.23 ^{bcd}	2.15 ^{cd}	2.38 ^{bcd}	2.21	3.23 ^a	2.84 ^{abc}	2.92 ^{abc}	3.00 ^{ab}	2.53 ^{abcd}	2.90	2.91**
Overall acceptability	2.61	2.38	2.23	2.23	2.61	2.41	3.00	2.76	2.69	2.76	2.30	2.70	1.17

* Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.05$

** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.01$

② 암컷

암컷의 등심 부위와 삼겹살 부위에 대한 관능검사 결과는 Table 3-2-7-8과 같다. 평가 속성 중 육색과 전반적인 바람직성에만 유의차가 관찰 되었다. 육색의 경우 암컷의 삼겹살 부위의 T1구(3.46점)가 가장 좋은 점수를 나타내었으나 삼겹살 부위의 T4구(3.07점)와의 유의적인 차이는 없었으며, 등심 부위의 T5구(1.61점)가 가장 낮은 점수를 나타내었다.

Table 3-2-7-8. Sensory evaluation for raw loin and belly in sow

Items	Treatments												F-value
	Loin						Belly						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	2.84	2.76	2.92	2.53	2.00	2.61	2.38	2.46	2.30	2.76	2.38	2.46	1.69
Color	2.76 ^{ab}	2.23 ^{bc}	2.30 ^{bc}	2.15 ^{bc}	1.61 ^c	2.21	3.46 ^a	2.53 ^b	2.46 ^{bc}	3.00 ^{ab}	2.53 ^a	2.80	3.19**
Off flavor	2.61	2.76	2.61	2.38	2.07	2.49	2.38	2.07	2.07	2.61	2.38	2.30	1.28
Purge	2.38	2.61	2.46	2.61	1.84	2.38	2.76	2.30	2.38	2.84	2.53	2.56	1.01
Overall acceptability	2.76 ^{ab}	2.69 ^{ab}	2.69 ^{ab}	2.46 ^{abc}	1.84 ^c	2.49	2.61 ^{ab}	2.46 ^{abc}	2.23 ^{bc}	3.07 ^a	2.46 ^{abc}	2.57	2.05*

* Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.05$

** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.01$

전반적인 바람직성의 경우 삼겹살 부위의 T4구(3.07점)가 가장 바람직하다고 평가 되었으며, 등심 부위의 T5구(1.84점)가 가장 바람직하지 않은 것으로 평가 되었다. 부위 별 속성의 평균치를 비교하였을 때에는 육색, 육즙의 삼출정도 및 전반적인 바람직성에서 삼겹살 부위가 등심부위보다 더 좋은 점수를 나타내었다.

2) 익힌 것

(1) 성별에 따른 속성 비교

① 등심

수컷과 암컷의 등심 부위에 대한 관능검사 결과는 Table 3-2-7-9와 같다. 풍미에서만 유의차를 나타내었는데, 수컷 T1구(3.53점)의 풍미가 유의적으로 높았으며, 수컷 T5구(2.33점)의 풍미가 가장 낮은 점수를 갖는 것으로 나타났다($p<0.05$). 수컷과 암컷의 등심 부위에 대한 속성별 평균치를 살펴보면 향미와 풍미를 제외하고는 암컷이 수컷보다 더 좋은 점수를 보였다.

Table 3-2-7-9. Sensory evaluation for broiled loin of barrow and sow

Items	Treatments												F-value
	Barrow						Sow						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.26	3.33	3.00	3.26	2.80	3.13	2.66	3.13	3.33	2.86	3.06	3.01	1.10
Flavor	3.53 ^a	3.13 ^{ab}	3.00 ^{abc}	2.86 ^{abc}	2.33 ^c	2.97	2.66 ^{bc}	2.93 ^{abc}	3.13 ^{ab}	3.06 ^{ab}	2.86 ^{abc}	2.93	2.11*
Juiciness	2.86	2.86	2.60	2.73	3.06	2.82	2.93	2.73	3.00	2.66	3.00	2.86	0.53
Tenderness	3.00	2.60	2.66	2.20	2.13	2.52	2.60	2.53	2.86	2.53	2.40	2.58	1.06
Overall acceptability	3.40	3.00	2.73	2.73	2.46	2.86	2.73	3.06	3.06	2.73	2.86	2.89	1.69

* Superscripts with different letters are significantly different at $p<0.05$

② 삼겹살

수컷과 암컷의 삼겹살 부위에 대한 관능검사 결과는 Table 3-2-7-10과 같다. 향미를 제외한 모든 속성에서 처리 간에 유의차가 나타났다. 풍미는 암컷의 T1구(3.21점)가 가장 높은 점수를 나타내었고 암컷의 삼겹살 부위의 T4구(2.5점)가 가장 낮은 점수를 갖는 것으로 나타났다. 다즙성, 연도 및 전반적인 바람직성에서는 수컷의 삼겹살 부위의 T5구(3.78, 4.21, 3.92점)가 모두 유의하게 가장 높은 점수를 받았으며, 암컷의 삼겹살 부위의 T2구과 T3구가 가장 낮은 점수를 갖는 것으로 나타났다($p<0.05$). 속성별 평균치 비교에서 살펴보면 모든 속성에서 수컷이 암컷에 비해 더 좋은 점수를 기록하였다.

성별에 따라 등심과 삼겹살 부위에 대한 관능평가 결과 등심 부위의 속성별 평균치가 향미와 풍미를 제외하고는 암컷이 수컷보다 더 좋은 점수를 나타냈으며 삼겹살에서는 모든 속성에서 수컷이 암컷에 비해 더 좋은 점수를 기록하였다.

Table 3-2-7-10. Sensory evaluation for broiled belly of barrow and sow

Items	Treatments												F-value
	Barrow						Sow						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	2.78	2.71	3.07	3.28	3.21	3.01	3.42	2.64	2.71	2.71	2.78	2.85	1.70
Flavor	2.57 ^{bc}	2.57 ^{bc}	2.71 ^{abc}	3.14 ^{ab}	3.14 ^{ab}	2.83	3.21 ^a	2.64 ^{abc}	2.57 ^{bc}	2.50 ^c	3.00 ^{abc}	2.78	2.23*
Juiciness	3.14 ^{ab}	3.00 ^{ab}	3.00 ^{ab}	3.21 ^{ab}	3.78 ^a	3.23	3.28 ^{ab}	2.57 ^b	2.57 ^b	2.78 ^b	3.07 ^{ab}	2.85	2.11*
Tenderness	2.57 ^{def}	2.71 ^{def}	2.78 ^{cde}	3.78 ^{ab}	4.21 ^a	3.21	3.50 ^{bc}	2.42 ^{ef}	2.00 ^f	3.21 ^{bcd}	3.00 ^{cde}	2.83	7.92***
Overall acceptability	2.85 ^{cd}	2.85 ^{cd}	3.07 ^{bcd}	3.57 ^{ab}	3.92 ^a	3.25	3.35 ^{bc}	2.50 ^d	2.50 ^d	2.92 ^{cd}	3.00 ^{bcd}	2.85	5.63**

* Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.05$

** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.01$

*** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.001$

(2) 부위에 따른 속성 비교

① 수컷

Table 3-2-7-11은 수컷의 등심 부위와 삼겹살 부위의 관능검사에 대한 결과를 나타낸 것이다. 풍미는 등심의 T1구(3.53점)가 가장 좋다고 평가 되었고, 등심의 T5구(2.33점)가 가장 낮은 점수를 나타내었다. 다즙성, 연도 및 전반적인 바람직성에는 삼겹살의 T5구가 가장 바람직하다고 평가 되었으며($p < 0.05$), 등심 부위의 T3구, T5구가 가장 낮은 점수를 갖는 것으로 나타났($p < 0.01$). 처리구별 평균치에서 보면 수컷의 경우 향미와 풍미를 제외하고는 삼겹살 부위가 등심 부위에 비해 더 좋은 점수를 나타내었다.

Table 3-2-7-11. Sensory evaluation for broiled loin and belly of barrow

Items	Treatments												F-value
	Loin						Belly						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	3.26	3.33	3.00	3.26	2.80	3.13	2.78	2.71	3.07	3.28	3.21	3.01	1.05
Flavor	3.53 ^a	3.13 ^{ab}	3.00 ^{abc}	2.86 ^{abc}	2.33 ^c	2.97	2.57 ^{bc}	2.57 ^{bc}	2.71 ^{bc}	3.14 ^{ab}	3.14 ^{ab}	2.83	2.61**
Juiciness	2.86 ^b	2.86 ^b	2.60 ^b	2.73 ^b	3.06 ^{ab}	2.82	3.14 ^{ab}	3.00 ^b	3.00 ^b	3.21 ^{ab}	3.78 ^a	3.23	1.83
Tenderness	3.00 ^b	2.60 ^{bc}	2.66 ^{bc}	2.20 ^{bc}	2.13 ^c	2.52	2.57 ^{bc}	2.71 ^{bc}	2.78 ^{bc}	3.78 ^a	4.21 ^a	3.21	6.49***
Overall acceptability	3.40 ^{abc}	3.00 ^{bcd}	2.73 ^d	2.73 ^d	2.46 ^d	2.86	2.85 ^{cd}	2.85 ^{cd}	3.07 ^{bcd}	3.57 ^{ab}	3.92 ^a	3.25	4.58***

** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.01$

*** Superscripts with different letters are significantly different at $p < 0.001$

② 암컷

암컷의 등심 부위와 삼겹살 부위의 관능검사에 대한 결과는 Table 3-2-7-12와 같다. 육질의 연도와 전반적인 바람직성에서만 유의차가 관찰되었는데, 이 두가지 속성에 대해 삼겹살 부위의 T1구가 가장 높은 점수를 나타냈으며, 삼겹살 부위의 T2구와 삼겹살 부위의 T3구가 가장 낮은 점수를 갖는 것으로 나타났다($p<0.01$). 속성별 평균치를 비교할 경우 육질의 연도를 제외하고는 모든 속성에서 등심이 삼겹살 보다 더 좋은 점수를 나타냈다.

등심과 삼겹살을 부위별로 비교 평가한 결과 수컷의 경우 향미와 풍미를 제외하고는 삼겹살 부위가 등심 부위에 비해 더 좋은 점수를 나타내었으며 암컷에서는 육질의 연도를 제외하고는 모든 속성에서 등심이 삼겹살보다 더 좋은 점수를 나타내었다.

Table 3-2-7-12. Sensory evaluation for broiled loin and belly of sow

Items	Treatments												F-value
	Loin						Belly						
	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	T1	T2	T3	T4	T5	Mean	
Aroma	2.66	3.13	3.33	2.86	3.06	3.01	3.42	2.64	2.71	2.71	2.78	2.85	1.74
Flavor	2.66	2.93	3.13	3.06	2.86	2.93	3.21	2.64	2.57	2.50	3.00	2.78	1.80
Juiciness	2.93	2.73	3.00	2.66	3.00	2.86	3.28	2.57	2.57	2.78	3.07	2.85	1.08
Tenderness	2.60 ^{bcd}	2.53 ^{bcd}	2.86 ^{abc}	2.53 ^{bcd}	2.40 ^{cd}	2.58	3.50 ^a	2.42 ^{cd}	2.00 ^d	3.21 ^{ab}	3.00 ^{abc}	2.83	3.18 ^{**}
Overall acceptability	2.73 ^b	3.06 ^{ab}	3.06 ^{ab}	2.73 ^b	2.86 ^{ab}	2.89	3.35 ^a	2.50 ^b	2.50 ^b	2.92 ^{ab}	3.00 ^{ab}	2.85	2.06 [*]

** Superscripts with different letters are significantly different at $p<0.01$

*** Superscripts with different letters are significantly different at $p<0.001$

제 3 절 우모 digest에 의한 taurine 강화 우유 생산

1. 우모 digest에 의한 taurine 강화 우유 생산

본 실험에서는 착유우의 사료 내 우모분과 우모 digest의 수준별 첨가량에 따른 우유 내 taurine 함량 변화를 살펴보고 적정 수준의 우모분과 우모 digest의 사료 내 함량을 알아보기 위하여 실시되었다.

Taurine 강화우유를 생산하기 위한 실험으로 Holstein fersian 착유우(평균체중 580kg, 평균유량 25.23kg/day)를 이용하여 23.7kg DMI/day의 기본 TMR에 우모분을 각각 1, 3, 5% 첨가하여 급여한 결과, 대조구, 1%, 3% 처리구에 비해 5% 처리구에서 taurine의 함량이 현저하게 증가하는 것을 발견하였다. Holstein fersian 착유우에 5% 우모분 첨가시 우유 내 taurine의 함량이 현저히 증가한 것을 발견하였으며, 현재 우모분, 우모 digest, cystine, MHA와의 비교 시험을 실시하였다.

1) 재료 및 방법

(1) 공시동물, 시험사료 및 실험설계

Holstein fersian 착유우 16두 (평균체중 580kg, 평균유량 25.23kg/day)를 이용하여 23.7kg DMI/day의 기본 TMR (Table. 3-3-1-1)에 각각의 첨가제를 배합, 개체별로 급여하였다. 우모분을 각각의 사료 내 일일 건물 섭취량 기준 0, 1, 3, 5%씩 1일 2회 균등 급여하였으며, 우모분의 성분표는 Table 3-3-1-2와 같고, 각각 4×4 Latin square방법을 이용하여 각 공시축의 사료첨가제에 대한 처리구 마다 7일 동안의 반추위 내 적응기간을 거친 후 급여 7, 14, 21일째에 우유샘플을 채취하였다.

(2) 분석항목 및 분석방법

시험사료의 분석은 A.O.A.C (1984)의 방법에 따라 dry matter, crude protein, ether extract를 분석하였고, Van Soest와 Robertson (1985)과 Van Soest (1991)의 분석방법에 따라 NDF (neutral detergent fiber)와 ADF (acid detergent fiber)를 분석하였다 (Table. 3-3-1-1). 산유량 (milk yield)은 05:00와 17:00, 1일 2회 착유 시 milk meter (Denmark)를 이용하여 측정하였으며 각각의 우유를 50ml tube에 채취, Milko-Scan (FOSS-4000, Foss Electric, Denmark)을 이용하여 유성분과 SCC (somatic cell count)를 측정하였다. 우유 내 taurine 분석은 Zunin 등 (1999)의 방법에 따라 시료 내 유리아미노산을 *o*-phthaldialdehyde (OPA) derivatives로 만들어 Merck LichroCART column (Superspher 100RP-18 end-capped, 125×4mmID)이 장착된 HPLC (Gilson 305 system, Gilson, France)로 측정하였다. 분석 시 이동상으로는 0.8mL/min 속도로 0.1M sodium acetate (pH 5.80)와 methanol을 각각 80:20 (vol.)으로 혼합한 A와 20:80 (by vol.)으로 혼합한 B를 흐르게 하여 fluorescence detector (excitation wavelength: 350nm, emission wavelength: 426nm)로 측정하였고 이러한 조건에서 taurine은 12.56 ± 15분 후에 분리되었다. 25 μ L를 주입하여 얻어진 peak의 면적을 표준품 taurine (Sigma)의 standard로 얻어진 peak의 면적과 비교하여 계산하였다.

Table 3-3-1-1. Ingredient and chemical composition (% DM) of the TMR in the experiments.

Item	
Ingredient composition	
Whole contton seed	4.5
Corn silage	43.7
Oat hay	4.5
High green	3.7
Concentrate mix ¹	43.8
Chemical composition	
Dry matter	61.99
Ash	0.52
Crude protein	11.91
Ether extract	2.47
Neutral detergent fiber	46.82
Acid detergent fiber	16.48

¹TMR concentrate mixes contained on DM basis, 23.5% wheat, ground corn, 20.0% soybean hulls, 19.06% canola meal, 18.73% soybean meal (39% CP), 0.07% corn gluten meal (59% CP), 10% salt, 3.23% sodium bicarbonate, 1.84% calcium supplement, 2.23% vitamin & mineral.

2) 우모분의 일반성분

본 실험에 사용된 우모분의 성분은 다음과 같다.

Table 3-3-1-2. Chemical composition (% DM) of the feather meal.

DM (%)	Ash (%)	CP (%)	EE (%)	NDF (%)	ADF (%)
95.89	6.71	82.2	6.78	50.58	20.51

3) 우모분과 우모 digest의 수준별 첨가에 따른 유량, 유성분, 타우린 함량의 변화

(1) 유성분의 변화

Table 3-3-1-3 Effects of feather meal (FM) and feather meal digest (FMD) in dairy cow diet on milk yield and composition

	Treatmentgroup											
	0%			1%			3%			5%		
	Before	After	SEM ⁴	Before	After	SEM	Before	After	SEM	Before	After	SEM
<i>FM</i>												
MY(kg/day)¹	28.44	28.00	0.22	30.88	30.19	0.34	24.75	25.88	0.06	27.25 ^a	24.63 ^b	1.31
Fat(%)	3.30 ^a	4.41 ^b	0.55	3.59	4.01	0.21	3.26	3.79	0.26	3.46	4.44	0.49
Protein(%)	3.29	3.27	0.01	3.19	3.10	0.05	3.32	3.07	0.13	3.22	3.18	0.02
Lactose(%)	4.99	4.88	0.06	5.08	4.93	0.08	4.93	4.88	0.03	4.97	4.96	0.01
MUN(mg/100ml)	17.05	18.87	0.91	16.96	16.00	0.48	18.82	20.25	0.71	14.30	14.91	0.30
SCC($\times 10^3$/ml)	98.50 ^a	227.75 ^b	64.63	95.13 ^a	186.75 ^b	45.81	226.38 ^a	179.50 ^b	23.44	90.25 ^a	146.00 ^b	27.88
<i>FMD</i>												
MY(kg/day)¹	27.17	26.78	0.20	25.88	24.63	0.63	29.46	28.54	0.46	29.04	29.92	0.19
Fat(%)	3.55 ^a	4.06 ^b	0.26	3.85	3.79	0.03	3.73	3.79	0.03	3.70	3.63	0.04
Protein(%)	3.16	3.13	0.01	3.18	3.21	0.01	3.20	3.21	0.04	3.00	3.12	0.06
Lactose(%)	5.07	5.13	0.03	5.01	5.04	0.01	5.05	5.17	0.06	5.02	5.11	0.04
MUN(mg/100ml)	14.96	14.90	0.03	21.01	13.36	3.82	17.69	15.51	1.09	16.24	11.88	2.18
SCC($\times 10^3$/ml)	41.88 ^a	63.00 ^b	10.56	116.54	139.25	11.35	94.54	104.50	4.98	46.00	50.50	7.25

¹MY: Milk yield.

²MUN: Milk urea nitrogen.

³SCC: Somatic cell count.

⁴SEM: Mean of triplicate standard error of mean.

^{a, b}Means with different superscripts in the same row are significantly different.

FM과 FMD의 착유우에 대한 수준별 식이 첨가에 따른 유량, 유성분 및 체세포수의 변화는 Table 3-3-1-3과 같다. 유량은 통계적 차이 없이 3% FM 처리구와 5% FMD 처리구에서 증가하였으나 나머지 처리구에서는 감소하는 경향을 보였으며, 특히 5% FM를 급여한 처리구는 처리 전 보다 9.63% 감소하였다 ($P < 0.05$). 이와 같은 결과는 사료 내 FM의 첨가량이 증가할수록 기호성 감소에 의한 유생산성인 감소하는 경향을 나타낸 Moss와 Holliman (1990)의 결과와 일치하였다. Harris 등 (1992)은 14 또는 18%의 조단백질 함량의 우모분을 사료 내 0, 3과 6%씩 첨가하여 급여한 시험에서 유량은 14% 조단백질 사료에서 3% 우모분을 급여했을 때 3.7kg/d 증가하였으나, 본 시험에서는 3% FM 급여구와 5% FMD 급여구에서 통계적 차이 없이 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 착유우에 있어 3% FM과 5% FMD 급여는 유량증가에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

유지방 함량은 무처리구에서 가장 많은 차이를 나타내었으며 ($P < 0.05$), 모든 FM 처

리구에서 통계적 차이 없이 증가하였다. FMD처리구의 무처리구 또한 가장 높은 유지방 증가율을 나타내었으나 ($P<0.05$) 다른 FMD 처리구는 모든 처리구에서 통계적 차이 없이 다소 감소하는 경향을 나타내었다.

유단백질 함량은 통계적 차이 없이 모든 FM 처리구에서 감소하였고, FMD 처리구에서는 증가하였다. FM처리구의 유단백질의 감소는 사료 내 우모분 첨가량의 증가에 따라 유단백질 함량이 감소하였고 이와 같은 결과는 FM의 부분적인 아미노산 결핍에 의한 결과로 사료된다 (Moss와 Holliman, 1990 Harris 등, 1992). 반면 유단백질 함량이 처리 전에 비해 다소 증가한 것은 본 연구에 사용된 FMD가 우모 keratin의 cystine의 이중결합을 깨기 위해 H_2O_2 처리를 하여 우모분의 반추위 내 단백질 소화율을 증가시킨 것으로 사료되며, 약 5% 정도의 H_2O_2 으로 처리한 우모분은 우모분의 반추위 내 단백질 소화율을 증가시켰다는 보고와 일치하였다 (Löest와 Titgemeyer, 2000a; Löest와 Titgemeyer, 2000b).

무처리구를 포함하여 모든 FM 처리구의 lactose 함량은 통계적 차이 없이 감소하였고, FMD 처리구에서는 증가하였다. 착유우에 대한 FM과 FMD처리는 우유 내 lactose 함량에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

무처리구를 포함한 FM처리구의 MUN (milk urea nitrogen)은 FM과 FMD 처리구 모두에서 통계적 차이는 없었고, 1% FM처리구는 다소 감소하였으나 나머지 처리구에서는 증가하는 경향을 나타내었으나 FMD처리구는 전체처리구에서 감소하였다. Harris 등 (1992)의 연구에서 우모분의 급여 후 BUM (blood urea nitrogen)이 증가한다고 하였으며, 본 시험에서도 FM 처리에 의한 MUN이 증가하였다. 반면에 FMD처리구에서의 MUN 감소는 간접적으로 BUN 농도가 감소한 것을 나타내며, 이와 같이 보다 낮은 BUN 농도는 사료 내 조단백질의 이용률이 높아진 것과 관련하여 nitrogen utilization efficiency (NUE)가 향상되었기 때문이다 (Ferguson 등, 1986). 또한 FM과 FMD 급여 후 MUN농도는 11.88~15.51ml/100ml의 범위로 측정되었는데, 이와 같은 결과는 일반적으로 알려진 12~18ml/100ml (Barker 등, 1995; Roseler 등, 1993)과 동일하며, 착유우에 대한 단백질 공급량이 적절하였음을 나타내고 있다. 그러므로 FMD는 반추가축의 체내에서 단백질과 탄수화물 대사과정에 관여하여 에너지 균형을 적절히 할 뿐만 아니라 우모분의 소화율을 높이는 단백질 형태로 사료된다.

체세포수는 3% FM처리구에서 통계적으로 감소하였으나 ($P<0.05$), 모든 처리구에서 다소 증가하였다. 전체 FMD처리구의 체세포수는 증가는 $4.50\sim 22.71\times 10^3/ml$ 로 다소

높은 결과를 나타내었으나, FM과 FMD 처리에 의한 SCC의 증가는 무처리구와 비교하였을 경우 우유 내 SCC에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

(3) 우유 내 타우린 함량

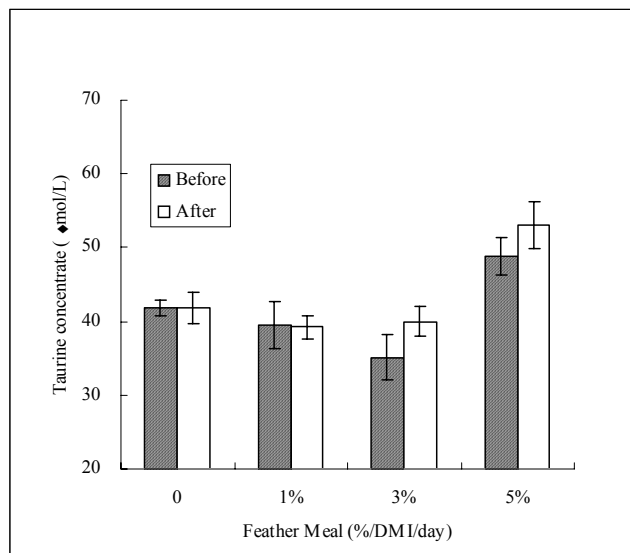


Figure 3-3-1-1. Effect of increasing concentrations of feather meal as additives in dairy cow diet on taurine content in milk (n=16).

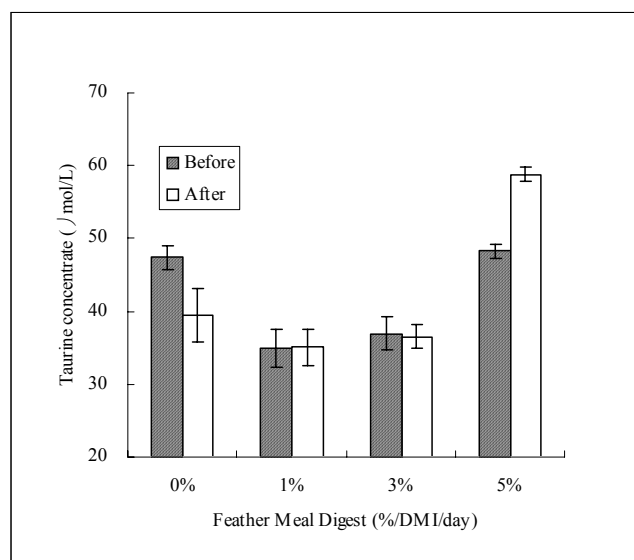


Figure 3-3-1-2. Effect of increasing concentrations of feather meal digest as additives in dairy cow diet on taurine content in milk (n=16).

우유 내 taurine 함량은 FM가 FMD의 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으며, 전체

FM처리구에서 taurine함량은 25.80~81.45 μ mol/l의 수준으로 측정되었다. 또한 3% FM 급여구에서의 taurine 함량이 평균 39.96 \pm 8.83 μ mol/l으로 다른 급여구에 비해 13.91%로 증가율을 나타내었다(Figure 3-3-1-1). 이와 같은 결과는 계껍질을 착유우 사료 내 수준별로 첨가하여 우유 내 taurine함량을 측정한 박 등 (2000)의 연구결과에서 3% 계껍질을 급여하였을 때의 taurine함량이 무처리구와 5% 계껍질 급여구에서 낮아진 결과와 비슷한 경향을나타내었다.

전체 FMD 처리구의 taurine함량은 23.16~103.51 μ mol/l의 수준으로 측정되었다. 5% FMD 처리구에서 평균 58.83 \pm 28.27 μ mol/l으로 가장 높은 taurine 함량을 나타내었으며 급여구에 비해 21.90% 증가하였다(Figure 3-3-1-2). 이는 FMD의 우모 keratin의 구조가 cystine 재결합 과정을 통해 체내에서 보다 용이하게 이용되어 반추위 내에서의 단백질 이용율과 반추미생물의 합성 증가로 소장으로의 보다 많은 아미노산의 유입과 흡수가 이루어짐으로써 taurine합성이 증가된 것으로 사료된다(Harris 와 Lee, 1999; Agostoni 등, 2000).

2. L-cysteine, MHA과 우모digest 수준별 첨가가 우유 내 Taurine 함량과 착유우의 생산성에 미치는 영향

(1) 우유 내 Taurine 함량

5% FMD와 함께 L-cysteine과 MHA의 수준별 첨가에 따른 우유 내 taurine 함량의 변화를 Figure 3-3-1-3와 3-3-1-4에 나타내었다. 시험사료 급여 전 3일 동안 채취한 8마리 착유우의 taurine농도는 12.21~63.55 μ mol/l의 범위로 나타났고, 평균 28.47 \pm 14.70 μ mol/l로 측정되었다. 이 농도는 우모분과 우모 digest첨가에 의한 일반적인 taurine 농도보다는 낮은 결과였으나 (박 등, 2000; Spitze 등, 2003), Rassin 등 (1978)과 Harris와 Lee (1999)의 보고와는 비슷한 경향을 나타내었는데, 이와 같은 결과는 우유 내 taurine 함량이 착유우의 비유기간에 영향을 받았기 때문으로 사료된다.

L-cysteine+5% FMD와 MHA+5% FMD처리구의 taurine 함량은 증가하는 경향을 나타내었다 ($P<0.05$). 특히, 모든 MHA+5% FMD처리구의 taurine 함량은 가장 높게 증가하였는데, 1, 3, 5ml MHA+5% FMD의 taurine 함량은 시험사료 급여 전에 비해 각각 65.27%, 60.31%, 34.92% 증가하였다. 이와 같은 결과는 실험 1에서 시험사료 급여전보다 21.90%의 가장 높은 타우린 증가율을 나타낸 5% FMD 처리에 의한 영향과 MHA에 의한 추가적인 taurine 농도 증가가 이루어진 것으로 사료된다 (Koenig 등, 1999). L-cysteine+5% FMD처리구는 실험 1에서 5% FMD 처리에 의해 우유 내 taurine 함량이 증가하였던 것과 같은 경향을 나타내었으나, 시험사료 급여 전 taurine 함량이 평균 $63.55\pm 2.25\mu\text{mol/l}$ 으로 가장 높았던 1g L-cysteine+5% FMD처리구는 7.64% 감소하는 경향을 나타내었다.

(2) 유량, 유성분 및 체세포수의 변화

5% FMD와 함께 L-cysteine과 MHA의 수준별 식이 첨가에 따른 유량, 유성분 및 체세포수의 결과를 Table 3-3-1-4에 나타내었다.

유량은 L-cysteine+5% FMD와 MHA+5% FMD처리구는 1g 처리구에서 통계적 차이 없이 증가하였으나, 다른 처리구에서는 첨가수준이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다 ($P<0.05$). 본 실험에서 사용한 MHA는 완전보호 아미노산은 아니지만 반추위 미생물에 의해 분해에 대한 저항력을 가지며 (Belasco, 1972; Patterson과 Kung, 1988), 흡수되었을 때 유 합성에 영향을 미치는 methionine으로 대사될 수 있으므로 (Belasco, 1980; Wester 등, 2000) 유량이 증가할 것으로 기대하였으나 본 실험에서는 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 기온상승에 의한 고온 스트레스와 L-cysteine과 MHA에 의한 기호성 감소로 사료되며, 특히 5g L-cysteine+5% FMD와 5ml MHA+5% FMD처리구에서 시험사료 급여 전에 보다 각각 15.92와 36.57% 감소하였다.

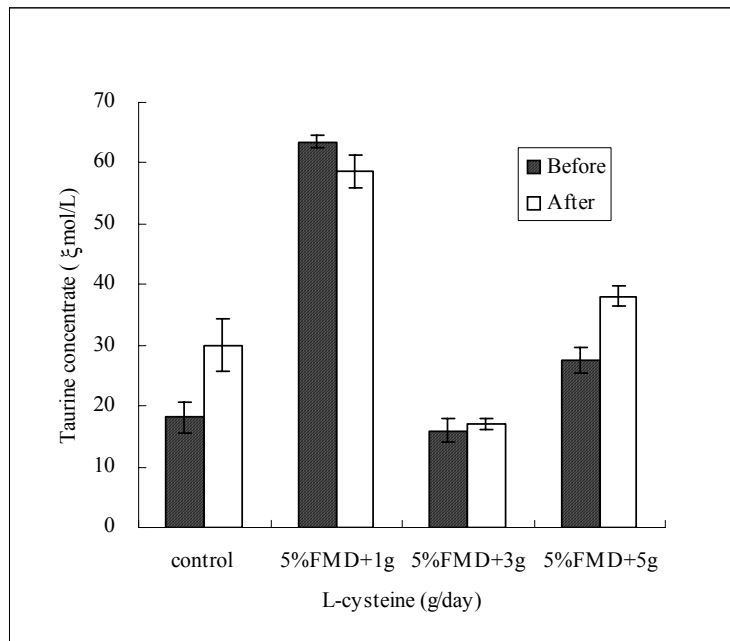


Figure 3-3-1-3. Effect of increasing concentrations of L-cysteine with 5% feather meal digest as additives in dairy cow diet on taurine content in milk (n=16).

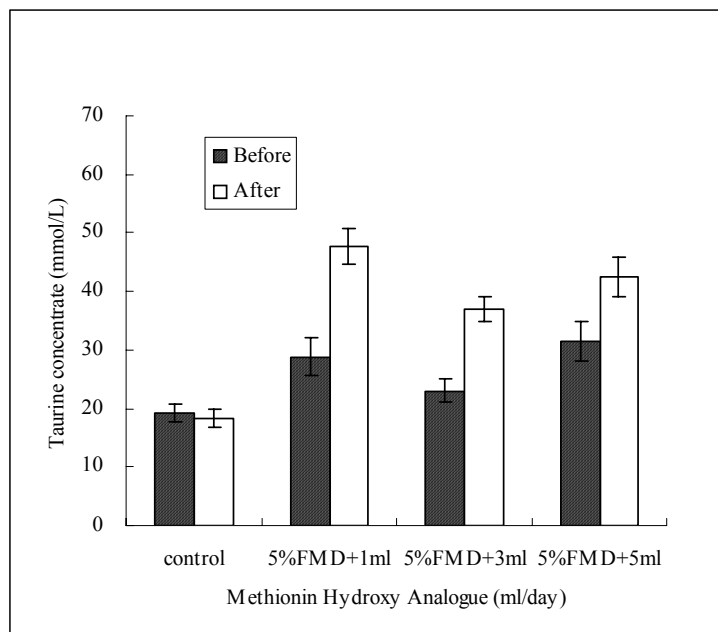


Figure 3-3-1-4. Effect of increasing concentrations of methionine hydroxy analog with 5% feather meal digest as additives in dairy cow diet on taurine content in milk (n=16).

L-cysteine+5% FMD와 MHA+5% FMD처리구의 유지방 함량은 전체적으로 증가하였다. 이와 같은 결과는 반추위 보호 lysine과 methionine의 첨가 시 비유시작 첫 8주 동안 유지방함량에 영향을 미치며 (Canole 등 1990), methionine 형태의 보호단백질의 첨가가 불포화지방산 함량에 영향을 미친다는 보고와 일치하였다 (Blum 등, 1999). 1g L-cysteine+5% FMD와 1ml MHA+5% FMD처리구는 유지방함량을 다소 감소하였는데, 이는 실험 1에서 5% FMD 급여구에서 유지방 함량이 감소한 결과와 일치하였다.

유단백함량은 L-cysteine+5% FMD처리구는 통계적 차이 없이 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 5ml MHA+5% FMD처리구에서는 14.90% 유단백질 함량이 증가하였으나 ($P<0.05$) 1g, 3g L-cysteine+ 5%FMD 처리구에서 다소 감소하는 결과를 나타내었다.

Lactose 함량은 시험시작 전 보다 감소한 5ml MHA+5% FMD처리구에서 다소 감소하였으나, 모든 처리구에서 통계적 차이 없이 다소 증가하는 경향을 나타내었다.

MUN함량은 시험사료 급여 전 10.53~25.74mg/100ml 수준이던 L-cysteine+5% FMD 처리구는 시험사료 급여 후 1.71~4.83mg/100ml씩 통계적으로 유의하게 증가하였다 ($P<0.05$). 시험기간 동안 MHA+5% FMD 급여구는 시험 1과 비슷한 경향을 나타내었고 적정 범위를 유지하였다 (Barker 등, 1995; Roseler 등, 1993). 3ml MHA+5% FMD를 제외한 MHA+5% FMD 처리구의 MUN은 시험 전 보다 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 실험 1의 FMD첨가 시험에서 모든 처리구에서 감소한 것과 동일한 결과이며, Blum등 (1999)은 methionine형태의 보호 단백질을 급여한 축우의 유량, 유지방, 유단백과 lactose 함량이 실험기간 동안 유의적인변화는 나타나지 않았으며 대조구와 처리구의 차이도 없었지만 MUN농도는 대조구에 비해 낮아졌다는 보고와 일치하였다.

SCC의 변하는 5g L-cysteine+5% FMD처리구와 5ml MHA+ 5% FMD처리구에서 시험사료 급여 전에 비해 각각 117%와 118%씩 증가하였고 1g L-cysteine+5% FMD와 1ml MHA+5% FMD처리구에서 시험사료 급여 전에 비해 감소하였다 ($P<0.05$). 5g L-cysteine+5% FMD와 5ml MHA+ 5% FMD를 급여한 착우우의 SCC 증가는 시험사료뿐만 아니라 고온스트레스와 같은 환경적인 요인에 의한 일시적인 현상으로 사료된다.

Table 3-3-1-4. Effects of L-cysteine and methionine hydroxy analogue (MHA) with 5% feather meal digests (FMD) in dairy cow diet on milk yield and composition

	Treatmentgroup											
	<i>L-cysteine with 5% FMD</i>											
	Control			1g			3g			5g		
	Before	After	SEM ⁴	Before	After	SEM	Before	After	SEM	Before	After	SEM
MY(kg/day)¹	25.33	25.50	0.08	34.17	35.83	0.83	30.8 ^a	28.50 ^b	1.17	29.93 ^a	25.17 ^b	2.38
Fat(%)	3.75	3.81	0.03	3.19	2.92	0.14	3.72	3.86	0.07	3.31	3.89	0.29
Protein(%)	2.98	2.97	0.09	3.43	3.11	0.16	3.12	3.03	0.04	3.20	3.26	0.03
Lactose(%)	4.94	5.00	0.03	4.94	5.00	0.03	4.84	4.90	0.03	4.90	4.97	0.04
MUN(mg/100ml)²	16.64 ^a	19.05 ^b	1.21	7.78 ^a	10.53 ^b	1.37	20.91 ^a	25.74 ^b	2.42	11.62 ^a	13.32 ^b	0.85
SCC($\times 10^3$/ml)³	26.83	21.17	2.83	51.25	18.00	16.63	109.17	110.17	0.50	83.33 ^a	180.50 ^b	48.58
	<i>MHA with 5% FM</i>											

	Control			1ml			3ml			5ml		
	Before	After	SEM ⁴	Before	After	SEM	Before	After	SEM	Before	After	SEM
MY(kg/day)¹	38.17	38.67	0.25	28.60	30.83	1.12	28.67 ^a	25.17 ^b	1.25	29.17 ^a	18.50 ^b	5.33
Fat(%)	2.59	3.28	0.35	3.53	3.30	0.12	3.46	4.32	0.43	3.64	4.29	0.33
Protein(%)	3.04	3.06	0.01	3.17	3.19	0.01	3.18	3.19	0.01	3.23 ^a	3.71 ^b	0.24
Lactose(%)	5.12	5.16	0.03	5.07	5.08	0.01	4.87	4.89	0.01	5.04	4.98	0.09
MUN(mg/100ml)²	16.93	15.26	0.83	13.82	11.47	1.17	11.97	15.09	1.56	15.26	12.15	1.55
SCC($\times 10^3$/ml)³	40.20	43.25	1.52	51.67 ^a	29.33 ^b	11.17	81.25	83.00	0.88	102.50 ^a	223.00 ^b	60.25

¹MY: Milk yield.

²MUN: Milk urea nitrogen.

³SCC: Somatic cell count.

⁴SEM: Mean of triplicate standard error of mean.

^{a, b}Means with different superscripts in the same row are significantly different.

3. 우모 digest의 기호성 증진 방안 개발에 의한 taurine 강화 우유 생산 방안 개발

1) 유우의 우모 digest 기호성을 높이기 위해 molasses를 각각 0, 1, 2, 3%씩 처리한 사료를 급여하여 최대의 기호성인 처리구 규명과 우유 내 taurine 함량 측정.

Table 3-3-2-5. Effect of Supplementation of 5% Feather meal with molasses (0, 1, 2, 3%) on taurine content in milk

	Treatments			
	FMD(5%)	FMD(5%) +Molasses(1%)	FMD(5%) +Molasses(2%)	FMD(5%) +Molasses(3%)
Intake(kg)	2.34	2.35	2.41	3.68 ^a
Taurine($\mu\text{mol/l}$)	43.21	42.31	42.44	59.32 ^a
Milk Yield	25.43	25.64	25.55	27.34 ^a
Fat	3.97	4.13	4.17	4.41
Protein	3.14	3.42 ^a	3.48 ^a	3.51 ^a
MUN(mg/100ml) ¹	14.85 ^a	16.47 ^{bc}	16.48 ^{bc}	17.24 ^c
SCC($\times 10^3/\text{ml}$) ²	87.21	105.34 ^b	115.47 ^b	134.21 ^c

¹MUN: Milk urea nitrogen.

²SCC: Somatic cell count.

a, b, c, bc Means with different superscripts in the same row are significantly different.

2) 우군의 사료 섭취량을 최대화하기 위한 우모 digest와 molasses를 pellet 처리하여 TMR 사료에 혼합하여 사료 섭취량의 최대화를 유도하고, 이에 따른 우유 내 taurine 함량을 규명한다.

Table 3-3-2-6. Effect of Supplementation Pelleted Concentrate of 5% Feather meal with 3% molasses on taurine content in milk

	Treatments	
	Non-Pelleted	Pelleted
Taurine($\mu\text{mol/l}$)	58.78 ^a	62.81 ^b
Milk Yield	28.42	29.67
Fat	4.10	4.18
Protein	3.53	3.60
MUN(mg/100ml) ¹	17.54 ^a	18.64 ^b
SCC($\times 10^3/\text{ml}$) ²	126.48 ^a	131.24 ^b

¹MUN: Milk urea nitrogen.

²SCC: Somatic cell count.

^{a, b}Means with different superscripts in the same row are significantly different.

4. 우모분에 당밀과 MHA를 첨가가 우유 내 taurine함량 최대화 유도

경제성을 고려한 가공처리가 안된 우모분에 당밀과 MHA를 첨가하여 우유내 taurine 함량 최대화 유도

Table 3-3-2-7. Effect of FM (5%)+molasses (3%) and FM(5%)+Molasses (3%)+MHA (1ml) with 5% feather meal digest as additives in dairy cow diet on taurine content in milk

	Treatments			SEM ⁴
	Control	FM (5%)+molasses (3%)	FM (5%)+Molasses (3%)+MHA (1g)	
Taurine(mmol/l)	40.01 ^a	41.41 ^b	42.56 ^b	1.277
MY(Kg/day) ¹	24.43	24.64	24.55	0.105
Fat(%)	3.43	4.01	4.08	0.357
Protien(%)	3.00	3.10	3.20	0.321
MUN(mg/100ml) ²	14.85 ^a	13.21 ^b	13.32 ^b	0.917
SCC($\times 10^3/\text{ml}$) ³	87.21 ^a	102.11 ^b	101.98 ^b	8.565

¹MY: Milk yield.

²MUN: Milk urea nitrogen.

³SCC: Somatic cell count.

⁴SEM: Mean of triplicate standard error of mean.

^{a, b}Means with different superscripts in the same row are significantly different.

(1) 우유 내 Taurine 함량

FM (5%)+molasses (3%)와 FM(5%)+Molasses (3%)+MHA (1ml) 첨가에 따른 우유 내 taurine 함량의 변화는 Table 3-3-1-7과 같다. 시험사료 급여 전 3일 동안 채취한 12마리 착유우의 taurine농도는 32.21~45.55 μ mol/l의 범위로 나타났고, 평균 41.32 \pm 8.52 μ mol/l로 측정되었다.

FM (5%)+molasses (3%)와 FM(5%)+Molasses (3%)+MHA (1ml)처리구는 Control 구에 비해 통계적으로 유의하게 taurine 함량이 증가하였으나 ($P < 0.05$) 두 처리구 간에는 차이가 없었으나 FM (5%)+Molasses(3%)+MHA (1ml)처리구에서 다소 높은 경향을 보였다.

(2) 유량, 유성분 및 체세포수의 변화

유성분 중 유량, 유지방, 유단백은 처리구간 통계적 차이가 없었으며, MUN농도는 FM (5%)+molasses (3%)와 FM(5%)+Molasses (3%)+MHA (1ml)처리구에서 통계적으로 유의하게 감소하였다 ($P < 0.05$)며, 이와 같은 결과는 실험 1에서 우모분 5% 첨가구와 실험 2에서 MHA 1ml첨가구에서 MUN 농도가 다소 감소한 경향과 비슷한 결과를 나타내었다. SCC의 변화는 두처리구에서 유의하게 증가하는 결과를 나타내었는데, 우모분 5% 첨가구에서 통계적 차이 없이 SCC가 증가한 경우와 일치하였으나 2차년도 실험에서 MHA 1ml첨가구에서 통계적으로 유의하게 감소하였던 경우와는 상반된 결과를 나타내었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발 목표와 내용 및 평가의 착안점

1. 연구개발 목표

- 산, 알카리 및 효소처리에 의한 우모 digest의 개발
- 우모 digest의 기호성 증진방안 개발
- 축산식품내 taurine 분석방법 확립
- 우모 digest에 의한 taurine 강화 축산물생산
- 우모 digest내 cystine의 taurine으로의 전환율을 증진시키는 방안개발
- 우모분의 단백질이용율향상에 의한 자원활용도 증진 및 환경오염 경감
- 오징어 부산물을 이용한 taurine 돈육생산

2. 연차별 연구개발 목표와 내용 범위

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2001)	0 제 1 세부과제: 우모digest제조방법의 개발 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 우모분 케라틴의 이황화 결합 제거용도의 환원제 선발 및 산가수분해 조건 확립 및 Prototype 우모digest생산 - SDS-PAGE에서 우모분을 전기영동하여 단백질의 양상과 분자량 조사 - 환원제 DTT, 2-mercaptoethanol, thioglycolic acid, hydroxylamine, sodium sulfide, TCEP 등을 처리하여 케라틴 단백질 이황화 결합 제거를 조사하여 최적 환원제 선발 - Ellman's reagent인 DTNB 등을 이용한 환원된 시스테인 정량법을 확립 - 우모분에 환원제 및 과산화포름산을 처리하면서 열처리법을 병행하여 상승효과를 조사 - 염산, 황산, 인산 등을 사용하여 산가수분해 반응 조건을 조사 - Prototype 우모digest생산
	0 제 2 세부과제: 우모digest에 의한 taurine강화 계육, 계란 및 돈육 생산 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - Sample로부터 taurine 추출방법 및 분석방법확립 - Prototype 우모 digest의 in vitro 소화율, 아미노산 및 대사에너지 이용률 측정 - Prototype 우모 digest에 의한 계육의 taurine 강화실험 - Prototype우모 digest에 의한 계란내 taurine 강화실험 - Taurine 강화를 위한 최적사용량 결정
	0 협동과제: 타우린을 함유한 돈육 생산 및 사료 개발 (협동기관:단국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 돈육 생산 및 사료개발 - 사양성적, 혈액내 지방성분, 도체 특성 - 정제 타우린을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 평가 - 돈육의 타우린정량, 지방 성분분석, 지방량, 콜레스테롤양

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차 년도 (2002)	0 제 1 세부과제: 우모digest제조방법의 개발 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - NaOH, KOH, ammonium hydroxide 등을 이용한 알카리 가수분해 조건 조사 - Alkalase, Collupulin, Bromelain, Maxazyme, Delvolase 및 Fermizyme 등 상업적 프로테아제 중 환원제에 견디고 높은 염 농도에서 가수분해 반응이 양호한 효소를 선별 - 제 2, 3 세부과제의 사양 실험에 필요한 우모분 분해물을 제공 - 우모분 diget에서 시스틴, 시스테인, 시스테인 분리 후 정량
	0 제 2 세부과제: 우모digest에 의한 taurine강화 계육, 계란 및 돈육 생산 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 개선된 방법에 의해 생산된 우모 digest의 아미노산이용율 측정 - 가금(육계, 산란계)에 있어 우모 digest에 의한 taurine강화 최적수준 결정 및 효율증진 방안(P5P이용)개발 - 돈육내 taurine 강화실험 - Taurine강화제품에 대한 panel test
	0 제 3 세부과제: 우모 digest에 의한 taurine 강화우유생산 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 우모 digest를 이용한 taurine강화 우유생산 방법개발 - 우모분, cystine 및 MHA와의 비교시험 - Taurine강화우유에 대한 panel test
	0 협동과제 타우린 함유 오징어 부산물을 이용한 돈육생산 및 사료개발 (협동기관:단국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> o 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 돈육생산 및 사료개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사양성적, 혈액내 지방성분, 도체 특성 o 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 품질 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 돈육과 오징어부산물의 타우린정량 - 돈육의 지방 성분분석, 지방량, 콜레스테롤양

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차 년도 (2003)	0 제 1 세부과제: 우모digest제조방법의 개발 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 우모 digest scale up의 생산방법개발 - 산 또는 알카리 처리한 우모분에 대한 복합 프로테아제 처리 조건 조사 - 우모 digest에 기호성 증진제를 첨가한 제품 제조 - Fresh feather meal을 최적 조건으로 분해한후 시스테인 분석 - 제 2, 3세부과제의 사양 실험에 필요한 우모 digest 제공 - 우모digest 내의 <i>Salmonella</i> 같은 병원균의 존재 여부를 PCR 방법 등에 의해 조사
	0 제 2 세부과제: 우모digest에 의한 taurine강화계육, 계란 및 돈육 생산 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 개선된 방법에 의해 생산된 우모 digest의 아미노산이용율 측정 - 가금(육계, 산란계)에 있어 개선된 방법에 의해 생산된 우모 digest의 생물학적 효능검정 및 taurine 강화 효율증진 실험 (P5P이용)계속 - 돈육내 taurine 강화효율 증진(P5P이용)실험 - Taurine강화 축산물에 대한 panel test
	0 제 3 세부과제: 우모 digest에 의한 taurine 강화우유생산 (주관기관:중앙대학교)	<ul style="list-style-type: none"> - 젖소용 우모 digest의 기호성 증진방안(당밀, pelleting) 개발 - 효율적인 taurine강화우유 생산방안개발 - Taurine강화우유에 대한 panel test

3. 연구평가의 착안점

구 분	평가의 착안점 및 척도	
	착 안 사 항	척 도 (점수)
1차년도(2001)	○ 우모 digest 제조기법 개발 ○ Taurine 분석방법 확립 ○ 우모 digest의 생물학적 효능검정 및 계육 및 계란의 taurine 강화	30 30 40
2차년도(2002)	○ 우모 digest 제조기법 개선 ○ 계육, 계란, 돈육의 taurine 강화 ○ 우유의 taurine 강화	30 35 35
3차년도(2003)	○ 우모 digest 제조방법 개선 ○ 계육, 계란 및 돈육의 taurine 강화 효율 증진을 위한 방법 개발 ○ 우유의 taurine 강화를 위한 최적 방법 확립	30 35 35
최종평가	○ 우모 digest 제조기법의 확립 ○ Taurine 강화를 위한 축산물(계육, 계란, 돈육, 우유) 생산	25 75

제 5 장 연구개발 결과의 활용계획

1. 기업화 추진방안

참여기업의 우모 digest에 의한 taurine 강화 축산물생산 기법의 기술이전 및 특허화 진행중

2. 연구개발과제의 연구 성과

가. 학술지 논문 게재 실적

- 1). 홍성진, 임희석, 백인기. 2002, 우모가수분해물 첨가가 육계의 증체 및 계육내 타우린 함량에 미치는 영향. 한국가금학회지, 29(2): 141-147,
- 2) 이승민, 임희석. 백인기. 2004, 우모 digest에 의한 taurine 강화계란 생산, 중앙대 식량자원연구소, 식량자원연구소, 16(1);

나. 학술대회 발표 실적

- 1). 홍성진, 임희석, 백인기. 우모가수분해물 첨가가 육계의 증체 및 계육내 타우린 함량에 미치는 영향. 중앙대학교 식량자원연구소 2002년도 제1차 학술세미나, 중앙대학교 식량자원 연구소, 2002.01.30(본관 5층 세미나3실)
- 2) 이승민, 임희석. 백인기. 타우린첨가 사료에 의한 고 타우린 돈육의 생산. 식량자원 연구소 2003년도 제2차 학술세미나, 중앙대학교 식량자원연구소, 2003. 6. 17
- 3) 이승민, 임희석. 백인기, 우모 digest에 의한 taurine 강화 계육및 계란. 한국가금학회 2003년도 제 20차 학술발표회, 한국가금학회, 중앙대학교 본관, 2003. 11. 21
- 4) 이승민, 임희석. 백인기, 우모 digest를 이용한 효율증진과 최적수준의 taurine 강화 계란, 2003년 중앙대학교 생명자원공학계열 학술제, 2003, 11
- 4) 이승민, 임희석, 백인기. 우모분과 pyridoxine에 의한 taurine 강화 계육생산. 2004년도 한국동물자원과학회 학술발표회, 한국동물자원과학회, 충북대학교, 2004, 6. 24
- 5) 이승민, 임희석. 백인기. 우모 digest에 의한 taurine 강화계육. 식량자원연구소 2004년도 제3차 학술세미나, 중앙대학교 식량자원연구소, 2004. 7. 12

제 6 장 참고문헌

- Agostoni, C., Carratu, B., Boniglia, C., Riva, E. and Sanzini, E. 2000. Free amino acid content in standard infant formulas: comparison with human milk. *Journal of the American College of Nutrition*. 4: 434-438.
- AOAC. 1984. Official method of analysis 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
- Baker, L. D., Ferguson, J. D. and Chalupa, W. 1995. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78: 2424-2434.
- Belasco, I. J. 1972. Stability of methionine hydroxy analog in rumen fluid and its conversion in vitro to methionine by calf liver and kidney *J. Dairy Sci.* 55: 353-357.
- Belasco, I. J. 1980. Fate of carbon-14 labelled methionine hydroxy analog and methionine in the lactating dairy cow. *J. Dairy Sci.* 63: 775-784.
- Blum, J. W., Bruckmaier, R. M. and Jans F. 1999. Rumen-protected methionine fed to dairy cows: Bioavailability and effects on plasma amino acid pattern and plasma metabolite and insulin concentrations. *J. Dairy. Sci.*, 82: 1991-1998.
- Canole, F. J., Muller, L. D., McCahon, H. A. Whitsel, T. J. Varga, G. A. and Lormore, M. J. 1990. Dietary fat and ruminally protected amino acids for high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73: 135-141.
- Ellman. G. L. (1959) *Arch. Biochem. Biophys.* 82, 70-77.
- Ferguson, J. D., T. L. Blanchard, D. Hoshall, and W. Chalupa. 1986. High rumen degradable protein as a possible cause of infertility in a dairy herd. *J. Dairy Sci.* 69(Suppl. 1):120.(Abst.)
- Gaull, G. E. 1983. Taurine in human milk: growth modulator or conditionally essential amino acid. *J. Pediat. Gastroent. Nutr.* 21(suppl. 1):5266-5271.
- Harris, B. Jr. and C. R. Staples. 1992. Animal protein by-product feedstuffs for dairy cattle. *Dairy Production Guide*, DS 34.
- Harris, P. M. and Lee, J. 1999. Natural enhancement of nutritionally significant

- amino acids in milk. *Bull. Int. Dairy Fed.* 336: 51-55.
- Ikuyama, S., T. Okajima, K. I. Kato and H. Ibayashi. 1988. Effect of taurine on growth hormone and prolactin secretion in rats: Possible interaction with opioid peptidergic system. *Life Sci.* 43:807-812.
- Koenig, K. M., Rode, L. M., Knight, C. D. and McCullough, P. R. 1999. Ruminal escape, gastrointestinal absorption and response of serum methionine to supplementation of liquid methionine hydroxy analog in dairy cows. *J Dairy Sci.* 82: 355-361.
- Lampson, W. G., J. H. Kramer and S. W. Schaffer. 1983. Potentiation of the actions of insulin by taurine. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 61:457-463.
- Latshaw, J. D., 1990. Quality of feather meal as affected by feather processing conditions. *Poultry Sci.* 69:953-958.
- Lawrence L. Hirschberger. 1985. Determination of cysteinsulfinate, hypotaurine and taurine in physiological samples by reversed-phase high-performance liquid chromatography. 343:303-313.
- Li, J., R. H. Foote and M. Simkin. 1993. Development of rabbit zygotes cultured in protein-free medium with catalase, taurine, or superoxide dismutase. *Bio. Reprod.* 49:33-37.
- Löest, C. A. and Titgemeyer, E. C. 2002a. Effect of hydrogen peroxide on protein degradation of feather meal. *Cattlemen's Day.* 37-39.
- Löest, C. A. and Titgemeyer, E. C. 2002b. Peroxide treatment of feather meal for finishing cattle. *Cattlemen's Day.* 40-42.
- Moss, B. R., and J. L. Holliman. 1992. Evaluation of feather meal as a protein source for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 73 (Suppl. 1):265 (Abstr.)
- NRC, 1994. *Nutrient Requirements of Poultry.* National Research Council. National Academy Press. Washington D. C.
- Papadopoulos, M. C., 1986. The effect of enzymatic treatment on amino acid content and nitrogen characteristics of feather meal. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 16:151-156.
- Patterson, J. A. and Kung Jr. L. 1988. Metabolism of D, L-methionine and

- methionine analogs by rumen microorganisms. *J. Dairy Sci.* 71: 3292-3301.
- Rassin, D.K., Sturman, J.A. and Gaull, G. E. 1978. Taurine and other free amino acids in milk of man and other mammals. *Early Hum. Dev.* 2: 1-13.
- Roseler, D. K., Ferguson, J. D., Sniffen, C. J. and Herrema, J. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk non protein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76: 525-534.
- Santos, R. M., A. A. Firmino, C. M. Sa, C. R. Felix. 1996. Keratolytic activity of *Aspergillus fumigatus fresenius*. *Curr. microbiol.* 33(6):364-370.
- Schagger, H. and Jagow G. V. (1987) *Anal. Biochem.* 166, 368 - 379.
- Scheibel, J., T. Elsasser and J. G. Ondo. 1980. Stimulation of prolactin secretion by taurine, a neurally depressant amino acid. *Neuroendocrinol.* 30:350-354.
- Shih. J. C. H. 1993. Recent development in poultry waste degestion and feather utilization - A review. *Poultry Sci*, 72(9):1617-1620.
- Spitze, A. R., Wong, D. L., Rogers, Q. R. and Fascetti, A. J. 2003. Taurine concentrations in animal feed ingredients; cooking influences taurine content. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.* 87: 251-262.
- Tomihiro Hirai. 1987. A direct determination of taurine in perchloric acid-deproteinized biological sample. 163:339-342.
- Trachtman, H., S. Futterweit and R. S. Bienkowski. 1993. Taurine prevents glucose-induced lipid peroxidation and increased collagen production in cultured rat mesangial cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 191:759-765.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. D. and 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.
- Wester, T. J., Vazquez-Anon, M., Parker, D., Dibner, J., Calder, A. G. and Lobley, G. E. 2000. Synthesis of methionine (Met) from 2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (HMB) in growing lambs. *J. Dairy Sci.* 83 (Suppl.1), 269 (Abstract).
- Zunin, P. and Evangelisti, F. 1999. Determination of free amino acids in infant formulas. *International Dairy Journal* 9: 653-656.
- 김창혁, 고석현, 안철, 이남형, 박재인, 1999. 우모분해균으로 발효 처리한 우모분의 아

미노산이용성 및 사료적 가치에 관한 연구. 동물자원연구 10:

협동과제
연구보고서

오징어 부산물을 이용한 고타우린 돈육생산
Production of high taurine pork using squid
by-product

연구기관
단국대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “우모 digest 및 오징어부산물을 이용한 taurine 강화 축산물개발에 관한 연구” 과제의

협동과제로서 “오징어 부산물을 이용한 고타우린 돈육 생산에 관한 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2004 년 8 월 27 일

주관연구기관명 : 중앙대학교

총괄연구책임자 : 백 인 기

협동연구기관명 : 단국대학교

협동연구책임자 : 김 을 상

연 구 원 : 정 윤 화

연 구 원 : 김 인 호

요 약 문

I. 제 목

협동과제명 : 오징어 부산물을 이용한 고타우린 돈육생산

1차년도 : 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 고타우린 돈육 생산

2차년도 : 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 고타우린 돈육 생산

II. 연구개발의 목적 및 필요성

식생활의 변화양상이 지난 30년간 국민건강영양조사에 의하면 곡류 섭취량은 계속 감소하고, 동물성 식품섭취량은 계속적으로 증가하고 있다. 이러한 변화와 함께 질병 양상도 변화하여 영양과잉과 관련된 심장순환기계질환, 암, 비만 등의 만성퇴행성질환이 중요한 건강문제로 대두됨에 따라 건강유지와 질병예방 및 치료를 위한 식품개발이 요구되며, 우리나라 국민의 기호에 맞는 식품개발의 필요성이 증대되고 있다. 따라서 동물성식품섭취증가에 대비한 해결책으로 대두되는 건강 지향적 동물성 식품(기능성을 부여한 동물성식품)개발을 목적으로 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 체내 지방저하효과가 알려져 있는 타우린을 함유한 오징어부산물을 이용하여 고타우린 함유 돈육 생산을 목표로 함. 이를 위해 1차 년도에는 정제된 타우린의 효과를 관찰하고 2차 년도에는 타우린을 다량 함유하고 있는 오징어부산물을 이용함으로써 경제적인 효과와 환경오염을 예방하는 효과를 동시에 얻고자 하는 것이 최종 목표임.

1차 년도에는 정제 타우린을 첨가한 사료로 비육돈사육에 대한 사양성적, 혈액 내 지방성분, 도체 특성과 생산한 돈육에서 타우린함량과 지질분석.

2차 년도에는 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 비육돈 사육에 대한 사양성적, 혈

액 내 지방성분, 생산한 돈육에서 타우린함량과 지질분석.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 1차년도 : 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 고타우린 돈육 생산에 대한 결과

1) 결과 요약 및 결론

본 연구는 체내지방 저하효과가 있는 타우린을 사료에 첨가함으로써 타우린이 증가된 돈육을 생산할 수 있는지를 살펴보고 또한 타우린을 많이 함유한 오징어 부산물을 사료에 첨가함으로써 부산물의 이용과 기능성돈육생산의 가능성을 평가하기 위한 1차년도 실험으로써 타우린 분말을 사료에 첨가하여 사육실험과 혈장 및 조직의 타우린함량과 혈청 및 조직의 지질함량을 측정하였다.

1. 체중증가량은 0.3%군에서 증가하였으나($P<0.05$), 0.6% 첨가군에서는 증가경향은 있었으나 유의하지는 않았다. 식이효율도 0.3% 군에서 유의하게 증가하였으나 0.6% 군에서는 차이가 없었다.
2. 등지방 두께는 타우린 첨가로 감소하는 경향을 도체등급은 향상되는 경향을 보였다.
3. 조직의 타우린 함량을 보면 혈장에서 0.3% 타우린 첨가군과 0.6% 타우린 첨가군에서 91.7%, 141.7%까지 유의하게 증가하였고, 간에서는 21.1%와 48.9%까지 증가하여 0.6% 타우린 첨가군에서 유의하였다.
4. 삼겹살(Belly)에서는 타우린이 25.2%, 26.5% 증가하였으나 통계적인 유의차는 없었고 목살(Boston Butt)에서는 89.6%, 159.6%까지 증가하여 두 군에서 모두 통계적으로 유의하였다. 신장, 심장, 햄, 등심에서도 같은 경향으로 유의하게 증가하였다.
5. 혈청 지방질 감소효과는 triacylglycerol(TG)은 감소하는 경향은 있었으나 통계적 유의차는 없었고, 총콜레스테롤은 0.3% 타우린 첨가군에서 감소하는 경향이었고, 0.6% 타우린 첨가군에서는 유의하게 감소하였다. HDL-콜레스테롤LDL+VLDL-콜레

스테롤, TC/HDL-C는 유의차가 없었다.

6. 조직 지방질 감소효과를 보면, 간의 TG 함량은 유의차가 없었고, TC 함량은 0.3% 타우린 첨가군에서 감소하는 경향이었고, 0.6% 타우린 첨가군에서 유의하게 감소하였다. 목살에서도 타우린 첨가수준에 따라 총콜레스테롤 함량이 감소하여 0.6% 첨가군에서 유의하게 감소하였다. 그러나 신장, 등심, 햄에서는 감소하는 경향은 있으나 유의차는 없었다.

상기와 같은 결과로부터 타우린 첨가가 비육돈의 혈장 및 간과 조직에서 콜레스테롤을 낮추고 타우린이 강화된 돈육을 생산할 수 있다고 생각된다.

나. 2차년도 : 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 고타우린 돈육 생산에 대한 결과

1) 결과 요약 및 결론

본 연구는 체내지방 저하효과가 있는 타우린을 사료에 첨가함으로써 타우린이 증가된 돈육을 생산할 수 있는지를 살펴보고 또한 타우린을 많이 함유한 오징어 부산물을 사료에 첨가함으로써 부산물의 이용과 기능성돈육생산의 가능성을 평가하기위해 이루어졌다. 그 2차년도 실험으로써 오징어부산물을 대두박과 2:1로 배합하여 건조시킨 것을 사료에 7.5%와 15%를 사료에 첨가하여 사육실험과 혈장 및 조직의 타우린 함량과 혈청 및 조직의 지질함량을 측정하였다. 이 때 사양실험에 사용한 사료에는 타우린이 SBP7.5는 0.07%, SBP15는 0.14%의 타우린을 함유하게 되었다.

1. 비육돈에 있어 오징어부산물의 급여가 성장능력이나 사료섭취량에 있어서는 유의차가 없었으나 식이효율은 오징어부산물의 첨가 수준이 높아질수록 향상되는 경향을 나타내었다.
2. 혈장의 타우린 함량은 사료에 오징어부산물 첨가 수준별 사육기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 증가정도는 오징어부산물을 첨가한 사료로 14일간 사양 후에는 7.5% 첨가군에서 29.1%, 15% 첨가군에서는 65.5%, 28일간 사양 후에는 7.5% 첨가군에서 22.4%, 15% 첨가군에서는 61.2% 증가하였다.
3. 돈육의 타우린함량에 미치는 오징어 부산물의 첨가효과는 오징어 부산물 첨가에 따

라 신장에서는 유의하게 증가하였으나 간, 심장, 햄, 삼겹살, 목살, 등심 등에서는 7.5% 또는 15%첨가군에서 증가하는 경향은 보이나 통계적인 유의차는 없었다. 그러나 증가율을 계산해보면 7.5%첨가군에서는 삼겹살이 24.3%, 햄부위가 21.6%, 심장이 14.0%, 간이 13.6%, 목살이 13.2%순으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 15% 첨가군에서는 햄부위가 51.5%, 삼겹살이 41.2%, 목살이 34.1%, 간이 22.9%순으로 7.5%보다 높게 나타났다.

4. 혈청 총콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 유의적인 차이를 보이지는 않았다.
5. 혈청 HDL-콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 14-28일의 사양 실험 기간동안 비육돈 사료내 오징어 부산물의 급여 수준이 증가할수록 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도가 증가하는 것으로 나타났다 (linear effect, $P < 0.01$). 또한, 전체 사양실험 기간동안, 오징어 부산물의 급여수준이 증가할수록 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다 ($P < 0.05$).
6. 혈청 LDL+VLDL-콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.
7. 혈청 triacylglycerol 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 전체사양실험 기간 동안, SBP7.5 처리구의 중성지질 농도가 증가하였다가 SBP15 처리구에서 감소하는 경향을 나타내었으나 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.
8. 조직 총콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 오징어 부산물 첨가 수준에 따라 신장의 총콜레스테롤 함량은 유의하게 감소하였으나, 간, 심장, 삼겹살, 목살, 등심은 첨가수준에 따라 감소하는 경향은 보이나 통계적으로 유의하지는 않았다.

현재까지의 성적으로부터 비육돈 사료에 오징어 부산물의 첨가가 성장률이나 식이 섭취량, 식이 효율에는 영향을 미치지 않으면서 혈장과 조직(신장)의 타우린 함량은 유의하게 증가시키고, 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도를 증가 시킬 수 있는 것으로 사료된다.

또한 사료개발은 오징어 제품을 생산하고 나온 부산물인 오징어 내장에는 타우린이 다량 함유되어 있으므로 오징어 내장을 이용하여 타우린 포크 생산이 가능해진다. 또한 가축에게 단백질 급원으로 식물성 및 동물성단백질을 급여하게 되며 동물성 단백

질 중 육분이나 육골분은 광우병 예방차원에서도 제한을 하는 것이 국제적인 추세이다. 이에 맞춰 오징어 내장을 건조하기 위해서는 부형제를 사용하게 된다. 부형제로는 곡류부산물이나 대두박을 사용할 수도 있다. 대두박을 사용하게 되면 기존의 오징어 내 단백질 뿐 만 아니라 대두박 내 단백질로 고급단백질 공급원이 될 수 있어 안정적인 단백질 공급원이 될 수 있다.

본 연구에서도 오징어 부산물의 많은 양을 급여가능하며 고급돈육 생산용 사료가 될 수 있으리라 기대된다.

다. 종합 결론

본연구의 결과 정제타우린이나 타우린을 함유한 오징어부산물을 사료에 첨가함으로써 비육돈의 혈장 및 조직의 타우린함량을 증가 시킬 수 있고, 타우린의 기능성에 의한 혈청과 조직의 콜레스테롤이 낮은 돈육의 생산이 가능하여 기능성돈육생산이 가능한 것으로 나타났다.

2. 활용에 대한 건의

본 연구에서 오징어 부산물의 타우린함량이 가장 높은 내장에서 습중량에 대해 546.8 mg/100g(단백질 100g당 3.66g)이었는데, 콜레스테롤함량이 280mg/100g이고, 나트륨이 0.145g/100g 이었다. 또한 조지방량이 16.1%나 되어 불포화지방산 특히 EPA, DHA의 훌륭한 급원이 될 뿐만 아니고, 조단백질이 15.0%로 양질의 단백질 급원도 될 것이다. 그러나 타우린 급원으로서 사용하기 위해서는 지방질을 추출하여 이용하고, 그 후 타우린 급원으로서 이용가능성을 검토하는 것이 타우린 함량도 높일 수 있고, 오징어 부산물 함유 콜레스테롤량도 감소시킬 수 있어 더 좋은 타우린급원이 될 수 있을 것이다. 그러므로 별도의 오징어부산물의 지방질, 단백질의 이용에 대한 체계적인 연구가 필요 할 것으로 생각된다(일부 되어있기는 하지만). 또한 실험의 결과를 명확히 하기위해 부산물에 함유된 콜레스테롤에 대한 처리 및 대조군에의 추가처리도 필요할 것으로 생각된다.

Summary

I . Project title

Cooperative subject: Production of high taurine pork using squid by-product

First year: Production of high taurine pork using taurine

Second year: Production of high taurine pork using squid by-products

II . Objective

Consumption of cereals have been decreasing while that of meat increasing during past 30 years according to national health and nutrition survey (Ministry of Health and Welfare, 2000). These changes of dietary life have caused the disease pattern. It is need to develop functional foods maintaining health, and preventing and curing the diseases such as cardiovascular disease, cancer, obesity related to malnutrition. The purpose of this project was to develop functional meat for health.

III Scope of project

The goal of the project was to produce high taurine containing pork using squid by-products which are rich in taurine known as effective as for lowering body fat. In the first year, the effect of pure taurine on the production of taurine pork was investigated, and in the second year squid by-products was used to produce taurine pork.

First year: growth performance, lipids in blood, carcass grade, analysis of taurine and lipids in produced taurine pork using taurine

Second year: growth performance, lipids in blood, carcass grade, analysis of taurine and lipids in produced taurine pork using squid by-products

IV. Results and Suggested Application

1. Results

A. First year : Production of high taurine pork using taurine

1) Summary and Conclusion

As a preliminary study, in the first year it was investigated if the high taurine pork could be produced by feeding taurine to pigs. Contents of taurine and lipids were analyzed in produced taurine pork.

1. Weight gain and gain/feed ratio were increased in TAU0.3 group.
2. Backfat thickness was decreased and carcass grade tended to improve.
3. Taurine contents in plasma and liver were increased.
4. Taurine contents in boston butt, heart, kidney, ham and loin were increased significantly while that in belly tended to increase.
5. Contents of total cholesterol in TAU0.6 group were decreased in serum significantly. Levels of triacylglycerol, HDL-cholesterol, HDL-cholesterol and LDL + VLDL-cholesterol were not decreased significantly.
6. Total cholesterol contents were decreased in liver and boston-butt significantly while those decreased insignificantly in kidney, loin and ham.

It is expected to produce high taurine pork with lowered cholesterol levels in plasma and tissues.

B. Second year : Production of high taurine pork using squid by-products

1) Summary and Conclusion

In the second year the effects of squid by-products on contents of taurine and lipids in serum and tissues of produced pork were investigated. Squid by-products were mixed with Defatted soy flour in ratio of 2:1 and final contents of taurine in feed was 0.07% in SBP7.5 group and 0.14% in SBP15 group.

1. Gain/feed ratio was tend to increase.
2. Taurine contents in plasma were increased significantly with time and taurine contents of feed.
3. Taurine contents in kidney were significantly increased while those in liver, heart, ham, belly, boston butt, loin increased insignificantly.
4. Serum cholesterol contents were not affected significantly by squid by-products.
5. Serum HDL-cholesterol contents were increased significantly as squid by-products increased in feed.
6. LDL+VLDL cholesterol contents in serum were not effected by squid by-products.
7. Serum triacylglycerol contents were not affected significantly by squid by-products.
8. Total cholesterol contents in kidney were decreased significantly while in other tissues were not decreased significantly.

Even though growth rate, feed intake and the gain/feed ratio were not affected by addition of squid by-products to feed for pigs, the contents of taurine in plasma and kidney, and HDL-cholesterol in serum were increased significantly.

It is expected to develop squid by-products containing feed for pig for the production of high taurine pork. Defatted soy flour was used as carrier to dry squid by-products which is good resource of protein. Squid by-products are

considered as good feed for the production of high quality pork.

C. Conclusion

Taurine contents in plasma and tissues of finishing pigs could be increased by addition of squid by-products to feed for pigs, therefore the functional pork with low level of cholesterol and high level of taurine could be produced using squid by-products.

2. Suggested Application

Viscera showing the highest taurine contents (546.8 mg/100g, wet base) in squid by-products used in this study contained 280 mg/100g of cholesterol and 0.145g/100g of sodium. Also crude lipid contents was 16.1 % and crude protein contents were 15.0%. Squid by-products are considered as good resource for EPA, DHA and protein. To be used for efficient resource for taurine, lipids of squid by-products would be separated to increase concentration of taurine and decrease cholesterol concentration in squid by-products . And the separated lipid could be used in other purpose. Further studies are needed in the application of lipids and protein in squid by-products. Also the effect of cholesterol contained in squid by-products needs to be studied.

CONTENTS

Chapter 1. Outline of research	188
1. Purposes and aims of research	188
1-1. Purpose	188
1-2. Necessity	188
1-3. Aims and scope of research	190
Chapter 2. Current status of related research developed in Korea and other countries	192
1. Current status and problems of related research developed	192
Chapter 3. Results of research	194
1. The first year research: Production of high taurine pork by diet added taurine	194
1-1. Introduction	194
1-2. Materials and Methods	196
1-3. Results	199
1-4. Summary and Conclusion	205
2. The second year research: Production of high taurine pork by diet added squid by-product	206
2-1. Introduction	206
2-2. Materials and Methods	207
2-3. Results	210
2-4. Summary and Conclusion	218
Chapter 4. Achievements of aims and contribution to related areas	221
1. Aims, scope and evaluation point of research	221

1-1. Aims of research	221
1-2. Evaluation point of research	222
1-3. Achievements of research	222
Chapter 5. Application of results	225
1. Necessity of continuing researches	225
1-1. Necessity of continuing researches	225
1-2. Application of results in other researches	226
1-3. Industrialization	226
1-4. Outcomes of research	226
Chapter 6. Information collected from abroad during the research period	228
Chapter 7. References	229

목 차

제 1장 연구개발 과제의 개요	188
제 1절 연구개발의 목적 및 필요성	188
1. 연구개발의 목적	188
2. 연구개발의 필요성	188
3. 연구개발 목표와 범위	190
제 2장 국내외 연구개발 현황	192
제 1절 국내외 기술개발 현황과 문제점	192
제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과	194
제 1절 1차년도 과제: 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 고타우린 돈육 생산	194
1. 서론	194
2. 재료 및 방법	196
3. 결과	199
4. 요약 및 결론	205
제 2절 1차년도 과제: 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 고타우린 돈육 생산	206
1. 서론	206
2. 재료 및 방법	207
3. 결과	210
4. 요약 및 결론	218
제 4장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도	221
제 1절 연구개발 목표와 내용 및 평가의 착안점	221
1. 연구 개발 목표	221
2. 연구 평가의 착안점	222

3. 연구개발 목표의 달성도.....	222
제 5장 연구개발결과의 활용계획	225
제 1절 추가 연구의 필요성	225
1. 추가 연구의 필요성	225
2. 타연구에의 응용	226
3. 기업화 추진 방안	226
4. 연구개발과제의 연구 성과	226
제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보.....	228
제 7장 참고문헌	229

제 1 장 연구개발 과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

식생활의 변화양상이 지난 30년간 국민건강영양조사에 의하면 곡류 섭취량은 계속 감소하고, 동물성 식품섭취량은 계속적으로 증가하고 있다. 이러한 변화와 함께 질병양상도 변화하여 영양과잉과 관련된 심장순환기계질환, 암, 비만 등의 만성퇴행성질환이 중요한 건강문제로 대두됨에 따라 건강유지와 질병예방 및 치료를 위한 식품개발이 요구되며 우리나라 국민의 기호에 맞는 식품개발의 필요성이 증대되고 있다. 따라서 동물성식품섭취증가에 대비한 해결책으로 대두되는 건강 지향적 동물성식품(기능성을부여한 동물성식품)개발을 목적으로 한다.

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

1) 경제발전과 세계화의 과정에서 우리나라의 식생활에는 많은 변화가 일어남. 2002년 국민건강영양조사에 의하면 곡류의 섭취는 지난 30년 간 감소하는 추세인데 반하여 동물성 식품의 섭취는 계속적으로 증가하고 있음. 이에 따라 질병양상도 변화하여 영양과잉과 관련된 암, 고혈압 및 고지혈증을 포함한 순환기계질환, 비만과 같은 만성퇴행성 질환이 중요한 건강문제로 대두되었음.

2) 만성 퇴행성 질병의 발병률이 증가함에 따라 건강유지를 추구하는 현대인의 욕구는 날로 높아지고, 식품으로부터 영양소와 맛의 충족뿐만 아니라 건강유지와 질병예방 및 치료를 기대하는 식품의 기능에 관심이 집중되고 있고, 이러한 목적 지향성의 기능성 식품이 각광을 받게 되었음. 비만, 암, 순환기계질환과 공통적으로 관련된 식이 요인으로는 제일 먼저 동물성 지방의 과다 섭취를 꼽을 수 있으므로 건강 지향적

인 동물성 식품을 개발하는 기술이 요구됨.

3) 우리나라 사람들은 동물성 식품 중 돼지고기의 소비가 가장 많고, 특히 삼겹살에 대한 선호도가 높음. 그러나 삼겹살은 다른 안심이나 등심 등의 살코기에 비해 지방의 함유량이 높으므로 지방을 감소시키는 방안이 모색될 필요가 있음. 또한, 맛을 결정하는 품질 특성 중에서 지방분포는 매우 중요한 요소이기 때문에, 이를 향상시킬 수 있는 사육기술 개발이 필요함.

4) 타우린은 체내에서 합성되는 아미노산으로 흰쥐에게 타우린을 보강시켰을 때, 혈액과 간에서 중성지방과 콜레스테롤함량을 저하시켜 타우린의 체내 지방저하효과가 보고 되었음. 또한 타우린은 면역력을 보강시키고, 심장세포의 생존율을 증가시키고, 신경전달 등 생리활성을 가지므로 타우린이 보강된 돈육생산은 새로운 기능성 식품 개발의 의의를 가지므로 이러한 기술은 매우 필요함.

나. 경제·산업적 측면

1) 1980년대만 하더라도 국민 1인당 연간 평균 육류 소비량 증가율은 7%대의 매우 빠른 속도를 보여 양축 농가가 생산한 고기를 판매하는데 애로를 크게 느끼지 않았음. 그러나 1990년대 들어 소비 증가율은 4% 대로 둔화되고, 수입이 자유화됨에 따라 국내산 육류 판매에 있어서 자리가 좁아지고 있음. 특히 돼지고기 소비 증가율은 1980년대에는 8.6%로 매우 높았으나, 1990년대 이후 3.1%로 둔화되는 양상을 보여 양돈 농가의 어려움이 증가되고 있음.

2) 또한 돼지고기의 인기부위와 비 인기부위 간 선호도의 격차가 심하여 자주 구입하는 부위는 삼겹살 66.7%, 목살 26.0%로, 두 부위를 더하면 92.7%에 달할 정도로 삼겹살의 경우 수입이 늘어나고 있는 실정임. 그리고 돼지고기를 구입하는 가장 큰 이유는 맛(45.9%) 때문이며, 다음으로 가격조건(27.4%)이므로, 맛이 좋으며 기능성을 가진 돼지고기가 개발된다면 수요가 확대되며 수입을 대체하여 농가의 수입이 증대될 것으로 기대됨.

3) 국내의 오징어 생산량은 원양어업이 약 316,142M/T, 근해어업이 139,792M/T이며 연 14%정도의 생산량이 증가되고 있고, 이에 따라 오징어 부산물의 생산량은 연간 80,000M/T정도로 매년 증가하는 추세임.

4) 오징어 내장에는 타우린이 다량 함유되어 있으므로 오징어 내장을 이용하여 타우린을 섭취시키면 기존의 사료에서 단백질원으로 사용하기 위해 수입되는 어분과 에너지원으로 수입되는 우지의 수입량을 줄일 수 있으므로 외화를 절약할 수 있는 효과가 있으므로 경제적인 면에서도 오징어부산물을 사료에 사용하는 기술의 개발은 매우 필요함.

다. 사회·문화적 측면

1) 돼지고기는 우리나라 사람들이 가장 많이 섭취하는 육류이지만 포화지방산과 콜레스테롤 섭취 문제로 국민 건강에 있어서 문제가 될 수 있음. 그러므로 기호도가 높은 돼지고기에 타우린이 보강되면, 기호성과 기능성이 함께 확보되어 국민 건강에 이바지 할 수 있음.

2) 본 연구에서 타우린 급원으로 사용될 오징어 부산물은 수분 52%, 조단백질 23%, 조지방 22% 정도로 폐기 시 질소에 의한 부영양화와 지방의 분해 지연 등 환경오염 문제가 발생됨. 그러므로 오징어 부산물을 이용하여 사료를 개발하는 것은 환경보호 면에서도 매우 중요함.

3. 연구개발 목표와 범위

가. 본 연구는 체내 지방저하효과가 알려져 있는 타우린을 함유한 오징어부산물을 이용하여 고 타우린 함유 돈육과 사료를 개발하는 것을 목표로 함. 이를 위해 1차 년도에는 정제된 타우린의 효과를 관찰하고 2차 년도에는 타우린을 다량 함유하고 있는 오징어부산물을 이용함으로써 경제적인 효과와 환경오염을 예방하는 효과를 동시에 얻고자 하는 것이 최종 목표임.

나. 1차 년도에는 정제 타우린을 첨가한 사료로 비육돈사육에 대한 사양성적, 혈액 내 지방성분, 도체 특성과 생산한 돈육에서 타우린함량과 지질분석.

다.2차 년도에는 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 비육돈 사육에 대한 사양성적, 혈액 내 지방성분, 생산한 돈육에서 타우린함량과 지질분석.

*** 연차별 연구개발 목표와 내용**

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2001)	<ul style="list-style-type: none"> · 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 돈육 생산 · 타우린을 함유한 돈육의 타우린 함량과 지질분석 	<ul style="list-style-type: none"> · 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 돈육 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 사양성적, 혈액내 지방성분, 도체 특성 · 정제 타우린을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 돈육의 타우린정량 - 돈육의 지방 성분분석 지방량, 콜레스테롤양
2차 년도 (2002)	<ul style="list-style-type: none"> · 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 돈육생산 · 타우린 함유 오징어부산물을 이용하여 생산한 돈육의 타우린 함량과 지질분석 	<ul style="list-style-type: none"> · 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 돈육생산 <ul style="list-style-type: none"> - 사양성적, 혈액 내 지방성분 · 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 품질 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 돈육의 타우린정량 - 오징어부산물의 타우린정량 - 돈육의 지방 성분분석

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1절. 국내·외 관련기술의 현황과 문제점

1. 타우린(β -amino ethane sulfonate MW 125)은 동물에서 합성되나 사람에서는 합성효율이 낮아 식이로부터의 섭취가 요구되는 아미노산임. 타우린은 간에서 알코올대사활성을 증가시키므로 체내 알코올 및 알코올대사 산물의 농도를 현저히 낮추는 효과가 있음. 또한 중추신경계의 자극조절에 중요한 역할을 하며 혈 중 콜레스테롤과 중성지방 함량 억제, 간장해독기능 촉진 및 피로회복, 인슐린 분비 촉진에 의한 당뇨 예방, 혈압억제 조절작용, 심장병 및 결핵 예방, 혈소판 응집 억제로 혈전 방지, 담즙생산과 소화촉진, 항산화, 항염증 등의 효과가 있음. 우리나라 사람의 경우 1일 섭취량이 40-120mg으로 추정되고 있으며 타우린은 1일 10g이상을 섭취하여도 독성이 보고된 바 없는 매우 안전한 물질임.

2. 또한 타우린은 동물조직에 널리 분포하고 있고, 특히 수산식품 중에 두족류, 갑각류, 패류에 다량 존재하고 있음. 옛날부터 혈압이 높다거나 심장병 등의 순환기계질병에 걸리게 되면 낙지나 문어를 먹었다는 기록이 있으며, 일본에서는 1940년에 낙지 삶은 국물에서 타우린을 추출하여 의약품으로서 심장병과 결핵치료약을 개발하였음. 또한 오징어에는 지질함량이 적지만 EPA와 DHA가 균형적으로 상당량 들어있어, 섭취할 때 이 성분과 타우린의 상승작용으로 해독작용과 성인병 예방, 노화방지에 효과가 있는 것으로 보고됨.

3. 타우린을 병아리의 사료에 1% 만을 섭취시켰을 때 체중에는 아무런 영향이 없었고, 간의 무게가 증가하고, 복부 지방량이 13% 정도 감소하였다고 하며, 혈액 중 HDL-콜레스테롤의 비율을 유의적으로 증가하였고, 간에서의 총 콜레스테롤량은 9% 정도 유의적으로 감소하였음.

4. 그러나 지방함량이 많은 돼지를 대상으로 타우린을 섭취시킨 연구는 없음. 돼지고기의 햄부위에는 타우린이 55.1 mg/100g 정도로 함유되어 있는데, 타우린 섭취로

인한 고 타우린 돼지고기 생산은 맛과 건강 지향적 단백질 급원식품으로서의 의의가 클 것임.

5. 가축사료로서 지금은 동물성 사료가 대표적으로 이용되고 있으나 국내에서 오징어 내장을 닭의 사료에 사용하였을 때 오징어 내장을 5~10% 첨가하면 기존의 어분을 5% 첨가하였을 때 성장면에서 큰 차이가 없었다는 보고가 있음. 또한 오징어부산물 발효사료를 이용한 한우의 생산에 대한보고는 있었으나 돼지에 적용한 연구는 아직 이루어져 있지 않음.

6. 타우린은 체내 지방저하와 여러 생리활성을 가지고 있는 물질로, 타우린을 다량 함유하고 있는 오징어 부산물을 돼지에게 섭취시켜, 고기능성 돼지고기의 생산은 아직까지 국내외적으로 이루어져 있지 않으므로 본 연구는 매우 독창적이며 의의가 있다고 사료됨.

제3장 연구수행내용 및 결과

제 1절. 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 고타우린 돈육 생산

1. 서 론

타우린은 대부분의 동물조직들과 체액에서 유리 아미노산으로서 발견되며 근육, 혈소판, 중추신경계에 가장 풍부한 유리아미노산으로 존재한다. 타우린의 뇌, 심장혈관계, 눈의 망막, 간, 근육 등에 미치는 생물학적 기능에 대해서는 Huxtable(1)에 의하여 잘 정리되어 있다.

국제적인 역학조사인 CARDIAC Study에서는 심장혈관계질환을 예방하는 타우린의 유의한 효과가 제안되었으며(2), 타우린의 콜레스테롤 저하작용은 여러 실험동물에서 알려졌다(3-6). 타우린은 고지방 고콜레스테롤 식이로 사육된 동물들에서 혈장 콜레스테롤을 감소시키는 반면 정상 고타우린 사육한 동물들에서는 유의한 효과가 나타나지 않았다. 그러므로 타우린은 비정상적인 콜레스테롤대사를 감소시키고 혈장과 조직콜레스테롤 수준을 정상화한다. 비록 타우린의 콜레스테롤저하작용에 대한 기전이 명확히 밝혀져 있지 못할지라도 최근의 연구들은 타우린이 담즙산 생합성의 조절효소인 cholesterol 7 α -hydroxylase 활성을 촉진시킴으로서 담즙산으로의 콜레스테롤 이화를 촉진하는 것으로 보고 있다(7-10). 혈장콜레스테롤에 관한 타우린의 유의한 효과가 혈관질환발생을 예방할 것으로 기대되어 타우린의 항동맥경화성효과에 관한 연구가 이루어 졌는데, Murakami 등(11)은 식이유도 동맥경화 모델로 쓰이는 C57BL/6J mouse를 고지방식으로 6개월간 사육하는 생쥐에 타우린을 음료수에 1%되게 용해하여 공급할 때 혈청 LDL과 VLDL-콜레스테롤이 현저히 감소하고, 혈청 HDL-콜레스테롤은 현저히 증가시키며, 간에서는 Acyl CoA: cholesterol acyltransferase(ACAT) 활성을 감소시킴으로서 에스테르형 콜레스테롤함량을 유의하게 감소시키며, 간의 담즙산 합성 속도조절효소인 cholesterol 7 α -hydroxylase 활성이 2배 증가하였다. 또한 타우린은 동맥의 지방축적을 20%까지 감소 시켰다. 이리하여 타우린은 담즙산 생성촉진을 통하여 체내 콜레스테롤제거를 촉진시킴으로서 혈청

과 간의 콜레스테롤의 증가를 예방한다. 그러므로 장기간의 타우린처리는 고콜레스테롤혈증과 동맥경화증의 예방을 위해 유익하다고 하였다.

동맥경화성 LDL과 VLDL-콜레스테롤의 증가수준 감소는 관상동맥질환에 대한 위험을 감소시킨다(12). 더욱이 많은 역학적 연구들이 혈장 HDL-콜레스테롤농도의 증가는 관상심장질환의 발생에 대해 보호적 효과를 발휘한다는 것이 분명히 알려져 있다(13,14). 또한 타우린은 고지방 식이로 사육한 뇌졸증을 일으키기 쉬운 자연발생 고혈압 쥐에서 혈청콜레스테롤을 감소시키고 장간막 동맥의 지방질축적을 예방하며(8), 더욱이 고콜레스테롤혈증의 정상화를 촉진시킨다(15). 한 가지 중요한 기전은 ACAT에 의하여 촉매되는 유리콜레스테롤의 콜레스테롤에스테르로의 전환이다(16). 콜레스테롤에스테르는 간에서 혈류로 분비되는 VLDL입자의 조립을 위해 사용된다(17). 간 ACAT활성과 콜레스테롤함량의 감소는 담즙산 생합성의 촉진이 간 콜레스테롤에스테르의 감소와 간 VLDL 분비와 혈청 VLDL과 LDL수준의 저하를 유도한다는 것을 시사한다. Petty등(18)은 타우린이 고지방식으로 사육한 토끼에서 혈장콜레스테롤수준에 영향 없이 동맥경화의 진행을 예방하는 것은 타우린의 항산화작용이 관련되는 것으로 생각된다고 하였다.

Takenaga등(19)은 글리신과 타우린의 담즙산염 비율이 사람과 비슷한 Golden Syrian Hamster를 사용하여 고콜레스테롤식이에 타우린 0.5, 1.0% 수준으로 넣어 2주간 사육한 결과 혈장 총콜레스테롤과 중성지방을 효과적으로 낮추고 HDL-콜레스테롤은 차이가 없었다고 보고하면서 타우린의 고콜레스테롤혈증과 고중성지혈증 치료를 위한 효과적인 치료제로서의 사용가능성을 제시하였다.

Kondo등(20)은 사람과 아주 유사한 동맥경화 병변을 일으키는 ApoE-deficient mice를 쓴 연구에서 LDL과 VLDL의 감소 없이 동맥경화 병변 생성을 유의하게 감소시켰는데 이는 타우린이 혈청 thibarbiturate 반응성물질(TBARS) 수준을 26%까지 유의하게 감소시킨 것이 밀접하게 관계할 것이라 했다. 최근 타우린이 콜레스테롤을 낮추는 기전은 유전자수준에서 다시 증명되어 결국 cholesterol 7 α -hydroxylase를 합성하는 mRNA를 증가시키는 것으로 알려졌다(21).

인체에서의 연구는 18-29세의 남성에게 고콜레스테롤 식이를 섭취시키고 동시에 4주간 하루 6g씩의 타우린을 첨가해준 결과 혈장의 콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도의 증가를 완화시켰고(22), 단순비만에 의해 지방간이 된 8-12세 어린이 12명에 대해 하루 3g씩 타우린을 첨가해준 결과 혈청 ALT활성이 감소됨을 보고하였다(23). 한편

박등(24)은 성인 여학생 50여명에 placebo 군, 타우린 3g, 타우린 6g군으로 나누어 4주간 복용시킨 결과 6g 타우린 보강군에서 혈장 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도가 14% 및 25%까지 유의적으로 감소하였음을 보고하였다.

이러한 연구결과들에 기초하여 본 연구는 타우린의 증가된 돈육을 생산함으로써 돼지고기를 섭취하더라도 체내지질증가에 대한 염려를 제거함으로써 돼지고기소비를 증가시켜 농가소득을 증대시키기 위해 연구되었다. 정제타우린 첨가식이 비육돈의 체중증가, 식이 효율, 체지방 저하효과와 저콜레스테롤 효과를 검증하고, 고 타우린 함유 돈육 생산을 위해 연구되었다.

2. 재료 및 방법

가. 실험동물 및 실험설계

3원 교잡종[(Duroc x Yorkshire) x Landrace] 비육돈 48두를 공시하였으며 실험개시시의 체중은 $71.11 \pm 0.14\text{kg}$ 이었다. 사양실험은 단국대학교 부설 실험농장에서 실시하였다.

실험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료에 NRC(1998)의 영양소 요구량에 따라 처리(Table 1 참조)한 CON(control: 기초사료), TAU0.3(대조구 사료에 타우린을 0.3% 첨가한구) 및 TAU0.6(대조구 사료에 타우린을 0.6% 첨가한구)로 3개 처리를 하여 처리당 4반복 반복당 4두씩 임의 배치하였다.

Table 1. Diet composition(as-fed basis)

Ingredients, %	CON	TAU0.3 ¹⁾	TAU0.6 ¹⁾
Corn	73.80	73.50	73.20
Defatted soy flour(CP 48%)	15.83	15.83	15.83
Animal fat	3.00	3.00	3.00
Rice bran, polished	3.00	3.00	3.00
Molasses	2.50	2.50	2.50
Tricalcium phosphate	0.85	0.85	0.85
Limestone	0.60	0.60	0.60
Vitamin/mineral premix ²⁾	0.22	0.22	0.22
Salt	0.20	0.20	0.20
Taurine	-	0.30	0.60
Chemical composition³⁾			
Metabolizable energy, kcal/kg	3,390	3,390	3,390
Crude protein, %	14.00	14.00	14.00
Lysine, %	0.68	0.68	0.68
Calcium, %	0.60	0.60	0.60
Phosphorus, %	0.50	0.50	0.50

1) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

2) Provided per kg diet: 10,000 IU of vitamin A, 2,000 IU of vitamin D₃, 42 IU of vitamin E, 5 mg of vitamin K, 9.6 mg of vitamin B₂, 2.45 mg of vitamin B₆, 40 µg of vitamin B₁₂, 27 mg of pantothenic acid, 49 mg of niacin, 0.05 mg of biotin, 140 mg of Cu, 145mg of Fe, 179 mg of Zn, 12.5 mg of Mn, 0.5 mg of I, 0.25 mg of Co and 0.4 mg of Se.

3) Calculated value

나. 실험사료 및 사양관리

기초사료는 옥수수-대두박 위주의 사료로서 3,390 kcal/kg, 14%의 조단백질, 0.68%의 라이신, 0.60%의 칼슘과 0.50%의 인을 함유하였다. 실험사료는 가루형태로 자유채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 통하여 자유로이 섭취할 수 있도록 하였다. 체중 및 사료의 섭취량은 실험 개시 후 21일 및 42일에 측정하여 일당증체량, 일당사료 섭취량, 사료효율을 계산하였다

다. 등지방 두께의 측정

등지방 두께 측정은 digital backfat indicator(Renco lean-meter®, USA)를 이용하여 늑골(갈비뼈) 마지막 부위에서 측정하였다.

라. 혈장 및 조직의 타우린과 혈청 및 조직의 지방질 정량

1) 혈액과 조직시료의 채취

혈액채취는 실험 종료된 후, 경정맥 (Jugular vein)에서 K₃ EDTA vacuum tube와 EDTA를 처리하지 않은 Vacuum tube (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Granklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액 5ml씩을 채취하여 4℃에서 2,000 x g로 30분간 원심 분리하여 혈장과 혈청을 분리하였다. 조직은 간, 삼겹살, 목살, 등심, 햄부위 등을 일정량씩 취해 혈장과 혈청과 함께 실험실로 옮겨 -70℃에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2) 혈장 및 조직의 Taurine 정량

혈장은 일정량을 취해 sulfosalicylic acid를 사용하여 단백질을 침전시킨 후 상정액을 dansylchloride로 유도체화하여 HPLC로 측정하였다(25). 조직은 일정량을 취해 칼로 잘게 저민 후 0.1N HCl로 균질화하여 원심분리한 상정액을 분말 sulfosalicylic acid를 사용하여 단백질을 침전시킨 후 상정액을 dansylchloride로 유도체화 하여 HPLC로 측정하였다(25).

3) 혈청과 조직의 지방질 정량

혈청은 enzymatic colorimetric method(26)에 의하여 총 콜레스테롤 농도는 Cholesterol 검사시약 (YD Diagnostics, Korea)에, HDL-콜레스테롤(HDL-C)의 농도는 HDL-C 검사시약 (Boehringer Mannheim, Germany)에, 또한 중성지질의 농도는 TG. 검사시약 (Boehringer Mannheim, Germany)에 반응시켜 자동 생화학 분석기 (Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다. LDL+VLDL-콜레스테롤 (LDL+VLDL-C)농도는 Naoyuki와 Yoshiharu(27)의 방법에 따라 계산하였다.

조직의 총콜레스테롤 함량은 조직 일정량을 칼로 잘게 저민 후 Folch 등(28)의 방법을 이용하여 시료 1g을 CM solution(chloroform:methanol=2:1) 3ml을 넣어 추출한 후 Zak-Henly법(29)에 의하여 측정하였다.

마. 통계처리

모든 자료는 SAS(1996)의 GLM Procedure를 이용하여, Polynomial regression (Petersen, 1985)를 이용하여 타우린 첨가 수준에 대한 Linear와 Quadratic 효과를 결정하기 위하여 사용되었다. 타우린함량과 조직의 지질함량에 대한 결과는 ANOVA를 행한 후 Duncan의 다변량분석으로 유의성($p < 0.05$)을 검정하였다.

3. 결 과

가. 타우린 첨가사료에 의한 사양성적

일당증체량과 사료섭취량 및 사료요구량은 Table 2에서 보는 바와 같다. 0-21에서의 증체량은 타우린을 0.3% 첨가한 처리구가 다른 처리구들에 비하여 증체량의 증가를 보였다. 21-42일간의 실험에서도 타우린을 0.3% 첨가한 처리구가 다른 처리구에 비하여 증체량이 높았다. 전체 실험기간(42일)동안 증체량과 사료섭취량에서 타우린을 첨가한 처리구가 대조구에 비하여 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 2. Effects of dietary taurine on growth performance in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					linear	Quadratic
0-21days						
ADG ⁴⁾ (kg)	0.891	0.911	0.864	0.037	NS ⁵⁾	NS
ADFI ⁴⁾ (kg)	3.004	2.833	2.935	0.033	NS	0.03
Gain/feed	0.30	0.32	0.29	0.01	NS	NS
21-42days						
ADG(kg)	0.796	0.941	0.895	0.050	NS	NS
ADFI(kg)	3.057	3.165	3.263	0.048	0.04	NS
Gain/feed	0.26	0.30	0.27	0.02	NS	NS
0-42days						
ADG(kg)	0.844	0.926	0.880	0.019	NS	0.05
ADFI(kg)	3.031	2.999	3.099	0.020	NS	NS
Gain/feed	0.28	0.31	0.28	0.01	NS	0.02

1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11±0.14kg.

2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

3) Pooled standard error.

4) Abbreviated ADG, average daily gain; ADFI, average daily feed intake.

5) NS: Not significant(p>0.05).

나. 타우린 첨가사료에 의한 비육돈 등지방 두께와 도체등급

등지방 두께와 도체등급은 Table 3에서 보는 바와 같이 등지방은 타우린을 첨가한 처리구가 대조구에 비하여 감소하는 경향이었으나 유의차는 없었다. 도체등급에 있어서도 A등급의 출현율이 높은 경향이나 유의차는 없었다.

Table 3. Effects of dietary taurine on backfat thickness and carcass grade in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					linear	Quadratic
Backfat thickness ⁴⁾ (mm)	31.05	29.63	29.10	0.95	NS ⁵⁾	NS
Carcass grade ⁶⁾	2.20	1.80	1.80	0.64	NS	NS

- 1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11±0.14kg.
- 2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.
- 3) Pooled standard error.
- 4) Used Digital Backfat Indicator (Renco lean-meter, USA).
- 5) NS : Not significant(p>0.05).
- 6) Based on a scale with 1=grade A, 2=grade B, 3=grade C, 4=grade D.

다. 타우린 첨가사료의 소화흡수율

소화흡수율은 Table 4에서 보는바와 같이 건물과 질소의 소화율에서는 서로간의 차이를 보이지는 않았다.

Table 4. Effects of dietary taurine on nutrient digestibility in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					linear	Quadratic
DM(%)	74.77	74.85	74.05	0.55	NS ⁴⁾	NS
N(%)	71.97	72.20	70.30	0.61	NS	NS

- 1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11±0.14kg.
- 2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.
- 3) Pooled standard error.
- 4) NS : Not significant(p>0.05).

라. 혈장과 간의 타우린함량에 미치는 타우린의 첨가효과

사료에 타우린 첨가수준별 혈장과 간의 타우린 함량은 Table 5에서와 같다. 혈장에서 타우린 함량은 타우린의 첨가가 증가하면서 직선적인 증가를 보였다(직선적 효과 $P < 0.0007$). 간에서의 타우린 함량도 타우린의 증가에 따라 함량이 증가되는 것을 볼 수 있었다(직선적 효과 $P < 0.003$).

Table 5. Effects of dietary taurine on plasma and liver taurine concentration in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					linear	Quadratic
Plasma(mg/100ml)	1.23	2.30	2.94	0.29	0.0007	NS ⁴⁾
Liver(mg/100g)	35.03	42.27	52.10	3.51	0.003	NS

1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11 ± 0.14 kg.

2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

3) Pooled standard error.

4) NS : Not significant ($P > 0.05$).

마. 돈육의 타우린함량에 미치는 타우린의 첨가효과

사료에 타우린 첨가수준별 혈장, 간, 신장, 심장, 햄, 삼겹살(Belly), 목살(Boston butt)과 등심(Loin)의 타우린 함량은 Table 6에서와 같으며 그 증가율은 괄호 안에 표시하였다. 조직의 타우린 함량은 타우린 첨가수준에 따라 모든 조직에서 유의하게 증가하였으나 증가정도는 0.3%첨가군에서는 혈장이 91.7%로 가장 높았고 다음이 목살(89.6%), 등심, 햄, 삼겹살, 간, 심장 순위였다. 0.6%첨가군에서는 목살이 159.6% 다음이 혈장(141.7%), 등심, 햄, 간, 신장, 심장, 삼겹살 순위였다. 그러나 절대함량으로 는 신장, 심장, 햄, 등심, 목살 순위였다.

Table 5. Effects of dietary taurine on tissue taurine concentration in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾
Plasma(mg/100ml)	1.2±0.7 ^{3)a4)}	2.3±0.4 ^b (91.7) ⁵⁾	2.9±0.5 ^b (141.7)
Liver(mg/100g)	35.0±8.3 ^a	42.3±10.9 ^a (21.1)	52.1±11.3 ^b (48.9)
Kidney(mg/100g)	115.4±30.3 ^a	115.3±28.7 ^a (0)	156.3±31.7 ^b (35.4)
Heart(mg/100g)	104.1±21.9 ^a	118.7±30.3 ^{ab} (14.0)	139.1±31.3 ^b (33.6)
Ham(mg/100g)	75.6±11.5 ^a	98.7±9.8 ^b (30.6)	114.1±21.1 ^c (50.9)
Belly(mg/100g)	37.7±12.5 ^a	47.2±12.0 ^a (25.2)	47.7±17.2 ^a (26.5)
Boston Butt(mg/100g)	24.0±13.5 ^a	45.5±18.7 ^b (89.6)	62.3±32.7 ^b (159.6)
Loin(mg/100g)	49.0±7.0 ^a	72.2±14.5 ^b (47.3)	88.7±23.7 ^c (81.0)

1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11±0.14kg.

2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

3) Mean±SD

4) Means with the same letter are not significantly different.

5) Increased % against con.

바. 혈청과 간의 총콜레스테롤함량(TC)에 미치는 타우린의 첨가효과

사료에 타우린 첨가수준별 혈장과 간에서의 총 콜레스테롤 함량은 Table 6에서 보는 바와 같이 타우린의 첨가가 증가하면서 총 콜레스테롤의 함량이 감소하는 것을 보였(직선적 효과 $P<0.041$ 과 $P<0.003$).

Table 6. Effects of dietary taurine on serum and liver total cholesterol(TC) concentration in finishing pigs¹⁾

Item	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					linear	Quadratic
Serum(mg/100ml)	84.47	78.22	73.02	3.54	0.041	NS ⁴⁾
Liver(mg/100g)	331.6	241.4	178.8	31.25	0.003	NS

1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11±0.14kg.

2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

3) Pooled standard error.

4) NS : Not significant ($P>0.05$).

사. 혈청과 간의 지질 함량에 미치는 타우린의 첨가효과

사료에 타우린 첨가수준별 혈청과 간의 triacylglycerol(TG)과 총콜레스테롤(TC), 혈청의 HDL-콜레스테롤, TC/HDL-C함량에 미치는 타우린의 첨가효과는 Table 7과 같다. 혈청과 간의 TG는 타우린첨가에 의하여 감소하는 경향은 보이나 통계적인 유의차이는 없었고, TC의 경우는 0.3% 타우린 첨가군에서는 감소하는 경향을, 0.6% 타우린 첨가군에서는 유의하게 감소하였다. 혈청의 HDL-콜레스테롤과 LDL+VLDL-Cholesterol도 실험군간에 유의차가 없었으나 TC/HDL-C은 감소하는 경향을 보였다.

Table 7. Effects of dietary taurine on serum and liver TG and lipid components in finishing pigs.

		CON	TAU0.3 ¹⁾	TAU0.6 ²⁾
Serum (mg/100ml)	TG	38.7±10.2 ^{a3)4)}	42.7±8.7 ^a	30.9±12.0 ^a
	TC	84.5±12.5 ^a	78.2±5.3 ^{ab}	73.0±7.9 ^b
	HDL-C	40.6±6.9 ^a	42.9±8.4 ^a	42.4±9.2 ^a
	LDL + VLDL	43.9±6.5 ^a	35.4±4.6 ^a	30.7±5.7 ^a
	TC/HDL-C	2.13±0.48 ^a	1.88±0.38 ^a	1.77±0.32 ^a
Liver (mg/100g)	TG	848.2±193.7 ^{a1)2)}	922.0±112.0 ^a	755.4±241.9 ^a
	TC	331.6±78.9 ^{3)a4)}	241.4±38.9 ^{ab}	178.8±37.3 ^b

1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11±0.14kg.

2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

3)Mean±SD

4)Means with the same letter are not significantly different

아. 돈육의 총콜레스테롤함량(TC)에 미치는 타우린의 첨가효과

사료에 타우린 첨가수준별 돈육의 총콜레스테롤함량에 미치는 타우린의 첨가효과는 Table 8과 같다. 목살에서는 타우린첨가수준에 따라 총콜레스테롤 함량이 감소하여

0.6%타우린첨가군에서 유의하게 감소하였다. 그러나 신장, 등심, 햄에서는 감소하는 경향은 보이나 통계적인 유의차는 없었다.

Table 8. Effects of dietary taurine on tissue total cholesterol concentration in finishing pigs¹⁾.

	CON	TAU0.3 ²⁾	TAU0.6 ²⁾
Kidney(mg/100g)	250.1±29.4 ^{a3)4)}	240.4±32.5 ^a	227.0±38.1 ^a
Boston Butt(mg/100g)	58.0±19.6 ^a	43.1±11.5 ^{ab}	38.3±11.5 ^b
Loin(mg/100g)	55.3±16.9 ^a	49.8±17.0 ^a	44.4±16.6 ^a
Ham(mg/100g)	47.0±9.6 ^a	46.9±12.6 ^a	46.1±14.0 ^a

1) Forty eight pigs with an average initial body weight of 71.11±0.14kg.

2) Abbreviated TAU0.3, added 0.3% of taurine; TAU0.6, added 0.6% of taurine.

3) Mean±SD

4) Means with the same letter are not significantly different.

4. 요약 및 결론

본 연구는 체내지방 저하효과가 있는 타우린을 사료에 첨가함으로써 타우린이 증가된 돈육을 생산할 수 있는지를 살펴보고 또한 타우린을 많이 함유한 오징어 부산물을 사료에 첨가함으로써 부산물의 이용과 기능성돈육생산의 가능성을 평가하기 위해 1차년도 실험으로써 타우린 분말을 사료에 첨가하여 사육실험과 혈장 및 조직의 타우린함량과 혈청 및 조직의 지질함량을 측정하였다.

가. 체중증가량은 0.3%군에서 증가하였으나(P<0.05), 0.6% 첨가군에서는 증가경향은 있었으나 유의하지는 않았다. 식이효율도 0.3% 군에서 유의하게 증가하였으나 0.6% 군에서는 차이가 없었다.

나. 등지방 두께는 타우린 첨가로 감소하는 경향을 도체등급은 향상되는 경향을 보였다.

다. 조직의 타우린 함량을 보면 혈장에서 0.3% 타우린 첨가군과 0.6% 타우린 첨가군에서 91.7%, 141.7%까지 유의하게 증가하였고, 간에서는 21.1%와 48.9%까지 증가하여 0.6% 타우린 첨가군에서 유의하였다.

라. 삼겹살(Belly)에서는 타우린이 25.2%, 26.5% 증가하였으나 통계적인 유의차는 없었고 목살(Boston Butt)에서는 89.6%, 159.6%까지 증가하여 두 군에서 모두 통계적으로 유의하였다. 신장, 심장, 햄, 등심에서도 같은 경향으로 유의하게 증가하였다.

마. 혈청 지방질 감소효과는 triacylglycerol(TG)은 감소하는 경향은 있었으나 통계적 유의차는 없었고, 총콜레스테롤은 0.3% 타우린 첨가군에서 감소하는 경향이었고, 0.6% 타우린 첨가군에서는 유의하게 감소하였다. HDL-콜레스테롤LDL+VLDL-콜레스테롤, TC/HDL-C는 유의차가 없었다.

바. 조직 지방질 감소효과를 보면, 간의 TG 함량은 유의차가 없었고, TC 함량은 0.3% 타우린 첨가군에서 감소하는 경향이었고, 0.6% 타우린 첨가군에서 유의하게 감소하였다. 목살에서도 타우린 첨가수준에 따라 총콜레스테롤 함량이 감소하여 0.6% 첨가군에서 유의하게 감소하였다. 그러나 신장, 등심, 햄에서는 감소하는 경향은 있으나 유의차는 없었다.

상기와 같은 결과로부터 타우린 첨가가 비육돈의 혈장 및 간과 조직에서 콜레스테롤을 낮추고 타우린이 강화된 돈육을 생산할 수 있다고 생각된다.

제 2 절. 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 고타우린 돈육생산

1. 서 론

경제발전과 세계화의 과정에서 우리나라의 식생활에는 많은 변화가 일어나고 있다. 2002년 국민건강영양조사에 의하면 곡류의 섭취는 지난 30년 간 감소하는 추세인데 반하여 동물성 식품의 섭취는 계속적으로 증가하고 있다. 이에 따라 질병양상도 변하여 영양과잉과 관련된 암, 고혈압 및 고지혈증을 포함한 순환기계질환, 비만과 같은 만성퇴행성 질환이 중요한 건강문제로 대두되고 있다.

만성 퇴행성 질병의 발병률이 증가함에 따라 건강을 추구하는 현대인의 욕구는 날로 높아지고, 식품으로부터 영양소와 맛의 충족뿐만 아니라 건강유지와 질병예방 및 치료를 기대하는 식품의 기능에 관심이 집중되고 있고, 이러한 목적 지향성의 기능성 식품이 각광을 받고 있다. 비만, 암, 순환기계질환과 공통적으로 관련된 식이 요인으로는 제일 먼저 동물성 지방의 과다 섭취를 꼽을 수 있으므로 건강 지향적인 동물성 식품을 개발하는 기술이 요구된다.

우리나라 사람들은 동물성 식품 중 돼지고기의 소비가 가장 많고, 특히 삼겹살에 대한 선호도가 높다. 그러나 삼겹살은 다른 안심이나 등심 등의 살코기에 비해 지방의 함유량이 높으므로 지방을 감소시키는 방안이 모색될 필요가 있다. 또한, 맛을 결정하는 품질 특성 중에서 지방분포는 매우 중요한 요소이기 때문에, 이를 향상시킬 수 있는 사육기술 개발이 필요하다.

타우린은 체내에서 합성되는 아미노산으로 흰쥐에게 타우린을 보강시켰을 때, 혈액과 간에서 중성지방과 콜레스테롤함량을 저하시켜 타우린의 체내 지방저하효과가 보고되어 있다. 또한 타우린은 면역력을 보강시키고, 심장세포의 생존율을 증가시키고, 신경전달 등 생리활성을 가지므로 타우린이 보강된 돈육생산은 새로운 기능성 식품 개발의 의의를 가지므로 이러한 기술은 매우 필요하다.

본 연구는 타우린의 증가된 돈육을 생산함으로써 돼지고기를 섭취하더라도 체내지질증가에 대한 염려를 제거함으로써 돼지고기소비를 증가시켜 농가소득을 증대시키기 위해 연구되었다. 오징어 부산물 첨가식이 비육돈의 체중증가, 식이 효율, 체지방 저하효과와 저콜레스테롤 효과를 검정하고, 고 타우린 함유 돈육 생산을 위해 연구되었다.

2. 재료 및 방법

가. 실험동물 및 실험설계

개시시 체중 $82.7 \pm 0.35\text{kg}$ 의 3원 교잡종[(Duroc × Yorkshire) × Landrace] 비육돈 48두를 공시하여 28일간 사양실험을 실시하였다. 실험설계는 옥수수-대두박 위주의 사료에 National Research Council (1998)의 영양소 요구량에 맞춘 대조구 (CON), 대조구 사료에 오징어 부산물 7.5% (SBP7.5)와 15% (SBP15)를 첨가한 3개 처리구, 처리당 4반복, 반복당 4마리씩 완전임의 배치하였다.

본 실험에 사용한 오징어 부산물은 오징어를 식용으로 가공하기 위하여 제거한 내장부위와 대두박을 중량 기준으로 2 : 1로 혼합하여 건조시킨 후 실험에 사용하였으며, 건조된 오징어 부산물은 조단백질 43.14%, 조지방 22.31% 그리고 타우린 함량은 9.45g/kg(Table 1) 이었다.

이와 같은 조성의 오징어 부산물을 첨가하여 사양실험에 사용한 사료에는 타우린이 SBP7.5는 0.07%, SBP15는 0.14%의 타우린을 함유하게 되었다.

Table 1. Proximate components of squid by-product¹⁾

Component	Contents
Moisture(%)	6.34
Ash(%)	6.01
Crude protein(%)	43.14
Crude fat(%)	22.31
Carbohydrate(%)	22.20
Taurine(mg/100g)	945

¹⁾Squid by-product ; squid viscera : Defatted soy flour = 2 : 1

나. 실험사료 및 사양관리

기초사료는 3,340kcal 대사에너지/kg, 20.00% 조단백질, 1.35% 가소화 라이신, 0.76% 가소화 메치오닌 + 시스틴, 0.90% 칼슘 및 0.65% 인을 함유토록 하였다 (Table 2).

실험사료는 가루 형태로 자유 채식토록 하였으며, 물은 자동급수기를 이용하여 자유로이 먹을 수 있도록 하였다. 체중 및 사료섭취량은 사양실험 개시시와 종료시에 측정하여 일당증체량, 일당사료섭취량 및 사료효율을 계산하였다.

Table 2. Composition for basal diet (as-fed basis)

Ingredients, %	CON	SBP7.5 ¹⁾	SBP15 ¹⁾
Corn	76.00	75.93	76.01
Defatted soy flour (CP 47.5%)	16.25	10.18	3.93
Squid by-product ²⁾	-	7.50	15.00
Animal fat	2.90	1.61	0.33
Molasses	2.50	2.50	2.50
Dicalcium phosphate	1.10	1.03	0.97
Limestone	0.74	0.74	0.74
Salt	0.20	0.20	0.20
Vitamin premix	0.12	0.12	0.12
Trace mineral premix	0.10	0.10	0.10
Antioxidant	0.05	0.05	0.05
L-lysine · HCl	0.03	0.03	0.05
Methionine	0.01	0.01	-
Chemical composition ⁴⁾			
ME, kcal/kg	3340	3340	3340
Crude protein, %	14.00	14.00	14.00
Lysine, %	0.70	0.70	0.70
Methionine, %	0.26	0.26	0.26
Calcium, %	0.55	0.55	0.55
Phosphorus, %	0.50	0.50	0.50

¹⁾Abbreviated SBP7.5, added 7.5% of squid by-product; SBP15, added 15% of squid by-product.

²⁾Squid by-product = squid viscera : Defatted soy flour = 2 : 1.

³⁾Provided per kg diet : 10,000 IU of vitamin A, 2,000 IU of vitamin D3, 42 IU of vitamin E, 5 mg of vitamin K, 9.6 mg of vitamin B2, 2.45 mg of vitamin B6, 40 g of vitamin B12, 27 mg of pantothenic acid, 49 mg of niacin and 0.05 mg of biotin.

⁴⁾Provided per kg diet : 140 mg of Cu, 145 mg of Fe, 179 mg of Zn, 12.5 mg of Mn, 0.5 g of I, 0.25 mg of Co and 0.4 mg of Se.

⁵⁾Calculated value.

다. 혈장 및 조직의 타우린과 혈청 및 조직의 지방질 정량

1) 혈액과 조직시료의 채취

혈액채취는 실험 종료된 후, 경정맥 (Jugular vein)에서 K₃ EDTA vacuum tube와 EDTA를 처리하지 않은 Vacuum tube (Becton Dickinson Vacutainer Systems, Granklin Lakes, NJ)를 이용하여 혈액 5ml씩을 채취하여 4℃에서 2,000 x g로 30분 간 원심 분리하여 혈장과 혈청을 분리하였다. 조직은 간, 삼겹살, 목살, 등심, 햄부위 등을 일정량씩 취해 혈장과 혈청과 함께 실험실로 옮겨 -70℃에 보관하면서 실험에 사용하였다.

2) 혈장 및 조직의 Taurine 정량

혈장은 일정량을 취해 sulfosalicylic acid를 사용하여 단백질을 침전시킨 후 상정액을 dansylchloride로 유도체화하여 HPLC로 측정하였다(25). 조직은 일정량을 취해 칼로 잘게 저민 후 0.1N HCl로 균질화하여 원심분리한 상정액을 분말 sulfosalicylic acid를 사용하여 단백질을 침전시킨 후 상정액을 dansylchloride로 유도체화 하여 HPLC로 측정하였다(25).

3) 혈청과 조직의 지방질 정량

혈청은 enzymatic colorimetric method(26)에 의하여 총 콜레스테롤 농도는 Cholesterol 검사시약 (YD Diagnostics, Korea)에, HDL 콜레스테롤의 농도는 HDL-C 검사시약 (Boehringer Mannheim, Germany)에, 또한 중성지질의 농도는 TG. 검사시약 (Boehringer Mannheim, Germany)에 반응시켜 자동 생화학 분석기 (Hitachi 747, Hitachi, Japan)를 이용하여 측정하였다. LDL+VLDL 콜레스테롤 농도는 Naoyuki와 Yoshiharu(27)의 방법에 따라 계산하였다.

조직의 총콜레스테롤 함량은 조직 일정량을 칼로 잘게 저민 후 Folch 등(28)의 방법을 이용하여 시료 1g을 CM solution(chloroform:methanol=2:1) 3ml을 넣어 추출한 후 Zak-Henly법(29)에 의하여 측정하였다.

라. 통계처리

모든 자료는 SAS (1996)의 GLM Procedure를 이용하여, Polynomial regression (Petersen, 1985)를 이용하여 오징어 부산물의 첨가 수준에 대한 Linear와 Quadratic 효과를 결정하기 위하여 사용되었다. 타우린함량과 조직의 지질 함량에 대한 결과는 ANOVA를 행한 후 Duncan의 다변량분석으로 유의성($p < 0.05$)을 검정하였다.

3. 결 과

가. 오징어부산물 첨가사료에 의한 사양성적

비육돈에 있어 오징어부산물의 급여가 성장능력에 미치는 영향을 Table 3에 나타내었다. 일당 체중증가량에 있어서는 대조군과 비교하여 오징어부산물 첨가군이 더 높

았으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 일당 사료섭취량에 있어서는 대조군과 비교하여 오징어부산물 첨가군이 낮은 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 식이효율에 있어서는 대조군과 비교하여 오징어부산물의 첨가 수준이 높아질수록 향상되는 경향을 나타내었다 (Linear effect, $P < 0.07$).

Table 3. Effects of dietary squid by-product on growth performance in finishing pigs¹⁾

Item	CON	SBP7.5 ²⁾	SBP15 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					Linear	Quadratic
Average daily weight gain, kg	0.891	0.904	0.915	0.024	0.54	0.98
Average daily feed intake, kg	2,817	2,596	2,673	0.094	0.34	0.27
Gain/feed	0.32	0.35	0.34	0.01	0.07	0.13

¹⁾Forty eight pigs with an average initial body weight of 82.70.35kg.

²⁾Abbreviated SBP7.5, added 7.5% of squid by-product ; SBP15, added 15% of squid by-product.

³⁾Pooled standard error.

나. 혈장의 타우린함량에 미치는 오징어 부산물의 첨가효과

사료에 오징어부산물 첨가 수준별 혈장의 타우린 함량은 Table 4에서와 같다. 오징어 부산물 첨가 수준에 따라 사육기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다.

증가정도는 오징어부산물을 첨가한 사료로 14일간 사양 후에는 7.5% 첨가군에서 29.1%, 15% 첨가군에서는 65.5%, 28일간 사양 후에는 7.5% 첨가군에서 22.4%, 15% 첨가군에서는 61.2% 증가하였다.

Table 4. Effects of dietary squid by-product on plasma taurine concentration in finishing pigs.¹⁾

	CON	SBP7.5 ¹⁾	SBP15 ¹⁾
Initial(mg/100ml)	1.06±0.3 ²⁾	1.00±0.21	1.04±0.28
At 14 days(mg/100ml)	1.10±0.19 ³⁾	1.42±0.26 ^b (29.1%) ⁴⁾	1.82±0.40 ^c (65.5%)
At 28 days(mg/100ml)	1.16±0.15 ^a	1.42±0.27 ^a (22.4%)	1.87±0.40 ^b (61.2%)

¹⁾Blood samples were taken from eleven pigs per treatment.

²⁾Mean±SD

³⁾Means with the same letter are not significantly different.

⁴⁾Increased % against con.

다. 돈육의 타우린함량에 미치는 오징어 부산물의 첨가효과

사료에 오징어부산물 첨가 수준별 조직의 타우린 함량은 Table 5에서와 같다. 오징어 부산물 첨가에 따라 신장에서는 유의하게 증가하였으나 간, 심장, 햄, 삼겹살, 목살, 등심 등에서는 7.5% 또는 15%첨가군에서 증가하는 경향은 보이나 통계적인 유의차는 없었다. 그러나 증가율을 계산해보면 7.5%첨가군에서는 삼겹살이 24.3%, 햄부위가 21.6%, 심장이 14.0%, 간이 13.6%, 목살이 13.2%순으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 15% 첨가군에서는 햄부위가 51.5%, 삼겹살이 41.2%, 목살이 34.1%, 간이 22.9%순으로 7.5%보다 높게 나타났다. 이러한 결과는 사료에 타우린분말을 직접투여할 때보다 조직의 타우린함량이 낮았는데 이는 정제 타우린 분말을 첨가 투여할 때보다 오징어부산물 첨가사료가 타우린함량이 낮기 때문(SBP7.5 0.07%, SBP15 0.14%)으로 생각된다.

Table 5. Effects of dietary squid by-product on tissue taurine concentration in finishing pigs.

	Control	SBP7.5 ¹⁾	SBP15 ¹⁾
Liver(mg/100g)	54.2±8.6 ^{2)a}	61.6±17.8 ^a (13.6)	66.0±14.8 ^a (22.9)
Kidney(mg/100g)	107.6±8.8 ^{a3)}	110.2±9.8 ^{ab} (2.4)	119.8±10.1 ^b (11.3)
Heart(mg/100g)	111.0±31.3 ^a	126.5±36.2 ^a (14.0)	144.8±36.5 ^a (30.5)
Ham(mg/100g)	72.1±33.9 ^a	87.7±45.5 ^a (21.6)	109.2±28.7 ^a (51.5)
Belly(mg/100g)	76.4±31.4 ^a	95.0±19.4 ^a (24.3)	107.9±33.9 ^a (41.2)
Boston Butt(mg/100g)	52.8±14.0 ^a	59.8±21.3 ^a (13.2)	70.8±33.5 ^a (34.1)
Lion(mg/100g)	38.7±10.4 ^{a**}	40.0±8.1 ^a (3.4)	41.2±15.4 ^a (6.5)

¹⁾Abbreviated SBP 7.5, added 7.5% of squid by-product; SBP 15, added 15% of squid by-product.

²⁾Mean±SD

³⁾Means with the same letter are not significantly different.

⁴⁾ Increased % against con.

라. 혈청 총콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과

비육돈에 오징어 부산물 첨가 사료의 급여가 혈청내 총콜레스테롤 함량에 미치는 영향을 Table 6에 나타내었다. 사양실험 기간동안 총 콜레스테롤 농도가 모든 처리구에서 증가하였으나 처리구간의 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 이러한 결과는 타우린분말첨가보다 사료의 타우린함량이 낮은 것과 오징어 부산물의 콜레스테롤 함량(전체사료 100g당 SBP7.5는 36mg, SBP15는 72mg)이 영향을 미쳤을 가능성이 있는 것으로 생각된다.

Table 6. Effects of dietary squid by-product on total-cholesterol of serum in finishing pigs¹⁾

Item	CON	SBP7.5 ²⁾	SBP15 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					Linear	Quadratic
Initial	103	102	104	-	-	-
At 14 days	114	109	109	-	-	-
At 28 days	108	111	114	-	-	-
Difference (0-14 days)	11	7	5	4	0.27	0.55
Difference (14-28 days)	-6	2	5	4	0.09	0.31
Difference (0-28 days)	5	9	10	4	0.33	0.60

¹⁾ Blood samples were taken from eleven pigs per treatment.

²⁾ Abbreviated SBP 7.5, added 7.5% of squid by-product; SBP 15, added 15% of squid by-product.

³⁾ Pooled standard error.

마. 혈청 HDL-콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과

비육돈에 오징어 부산물 첨가 사료의 급여가 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 Table 7에 나타내었다. 14-28일간의 사양실험 기간동안 비육돈 사료내 오징어 부산물의 급여 수준이 증가할수록 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도가 증가하는 것으로 나타났다 (linear effect, $P < 0.01$). 또한, 전체 사양실험 기간동안, 오징어 부산물의 급여수준이 증가할수록 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다 ($P < 0.05$).

Table 7. Effects of dietary squid by-product on HDL-cholesterol of serum in finishing pigs¹⁾

Item	CON	SBP7.5 ²⁾	SBP15 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					Linear	Quadratic
Initial	36	33	34	-	-	-
At 14 days	40	37	34	-	-	-
At 28 days	39	37	41	-	-	-
Difference (0-14 days)	4	4	0	2	0.09	0.22
Difference (14-28 days)	-1	0	7	2	0.01	0.08
Difference (0-28 days)	3	4	7	1	0.05	0.50

¹⁾ Blood samples were taken from eleven pigs per treatment.

²⁾ Abbreviated SBP 7.5, added 7.5% of squid by-product; SBP 15, added 15% of squid by-product.

³⁾ Pooled standard error.

바. 혈청 LDL+VLDL-콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과

비육돈에 오징어 부산물 첨가 사료의 급여가 혈청내 LDL+VLDL-콜레스테롤 농도에 미치는 영향을 Table 8에 나타내었다. 혈청내 LDL+VLDL-콜레스테롤 농도에 있어서는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 8. Effects of dietary squid by-product on LDL+VLDL-cholesterol of serum in finishing pigs¹⁾

Item	CON	SBP7.5 ²⁾	SBP15 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					Linear	Quadratic
Initial	67	70	71	-	-	-
At 14 days	74	70	76	-	-	-
At 28 days ¹⁰⁸	68	73	72	-	-	-
Difference (0-14 days)	7	0	5	3	0.86	0.16
Difference (14-28 days)	-6	3	-4	4	0.90	0.08
Difference (0-28 days)	1	3	1	3	0.74	0.36

¹⁾ Blood samples were taken from eleven pigs per treatment.

²⁾ Abbreviated SBP 7.5, added 7.5% of squid by-product; SBP 15, added 15% of squid by-product.

³⁾ Pooled standard error.

사. 혈청 triacylglycerol 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과

비육돈에 오징어 부산물 첨가사료의 급여가 혈청내 중성지질 농도에 미치는 영향을 Table 9에 나타내었다. 전체사양실험 기간동안, SBP7.5 처리구의 중성지질 농도가 증가하였다가 SBP15에서 감소하는 경향을 나타내었으나 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

Table 9. Effects of dietary squid by-product on triacylglycerol of serum in finishing pigs¹⁾

Item	CON	SBP7.5 ²⁾	SBP15 ²⁾	SE ³⁾	Contrast	
					Linear	Quadratic
Initial	38	34	41	-	-	-
At 14 days	44	34	39	-	-	-
At 28 days	46	44	42	-	-	-
Difference (0-14 days)	6	0	-1	3	0.19	0.44
Difference (14-28 days)	2	10	3	3	0.87	0.05
Difference (0-28 days)	8	10	1	4	0.38	0.32

¹⁾ Blood samples were taken from eleven pigs per treatment.

²⁾ Abbreviated SBP 7.5, added 7.5% of squid by-product; SBP 15, added 15% of squid by-product.

³⁾ Pooled standard error.

아. 조직 총콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과

비육돈에 오징어 부산물 첨가 사료의 급여가 조직의 총콜레스테롤 함량에 미치는 영향은 Table 10에서와 같다. 오징어 부산물 첨가 수준에 따라 신장의 총콜레스테롤 함량은 유의하게 감소하였으나, 간, 심장, 삼겹살, 목살, 등심은 첨가수준에 따라 감소하는 경향은 보이나 통계적으로 유의하지는 않았다.

이러한 현상은 타우린함량의 증가가 유의하게 높아지지 않은 것과 관계가 있는 것으로 생각되며 오징어부산물에서 타우린함량을 높이거나 사육기간을 연장해보면 타우린이 증가하면서 콜레스테롤 수준도 낮출 수 있을 것으로 생각된다. 오징어 부산물의 타우린수준을 높일 수 있는 방법은 타우린을 추출 정제하는 방법과 오징어부산물의 지방질이나 단백질함량을 적절히 조정하는 방법이 고려될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 10. Effects of dietary squid by-product on tissue total-cholesterol in finishing pigs.

	Control	SBP7.5 ¹⁾	SBP15 ¹⁾
Liver	314.5±21.2 ^{2)a}	297.6±13.9 ^a	289.9±21.4 ^a
Kidney	357.3±17.8 ^{a3)}	338.9±21.1 ^b	332.4±11.5 ^b
Heart	91.1±10.9 ^a	88.1±12.8 ^a	83.7±11.5 ^a
Ham	60.7±3.1 ^a	60.7±1.9 ^a	60.4±2.9 ^a
Belly	59.9±3.5 ^a	59.8±3.6 ^a	58.8±3.7 ^a
Boston Butt	60.3±3.4 ^a	59.4±2.8 ^a	57.9±1.4 ^a
Lion	52.9±1.7 ^a	51.7±2.3 ^a	50.9±2.7 ^a

¹⁾Abbreviated SBP 7.5, added 7.5% of squid by-product; SBP 15, added 15% of squid by-product.

²⁾Mean±SD

³⁾Means with the same letter are not significantly different.

4. 요약 및 결론

본 연구는 체내지방 저하효과가 있는 타우린을 사료에 첨가함으로써 타우린이 증가된 돈육을 생산할 수 있는지를 살펴보고, 또한 타우린을 많이 함유한 오징어 부산물을 사료에 첨가함으로써 부산물의 이용과 기능성돈육생산의 가능성을 평가하기 위해 이루어졌다. 2차년도 실험으로써 오징어부산물을 대두박과 2:1로 배합하여 건조시킨 것을 사료에 7.5%와 15%를 첨가하여 사육실험과 혈장 및 조직의 타우린함량과 혈청 및 조직의 지질함량을 측정하였다. 이 때 사양실험에 사용한 사료에는 타우린이 SBP7.5는 0.07%, SBP15는 0.14%의 타우린을 함유하게 되었다.

가. 비육돈에 있어 오징어부산물의 급여가 성장능력이나 사료섭취량에 있어서는 유의차가 없었으나 식이효율은 오징어부산물의 첨가 수준이 높아질수록 향상되는 경향을 나타내었다.

나. 혈장의 타우린 함량은 사료에 오징어부산물 첨가 수준별 사육기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다. 증가정도는 오징어부산물을 첨가한 사료를 14일간 사양 후에는 7.5% 첨가군에서 29.1%, 15% 첨가군에서는 65.5%, 28일간 사양 후에는 7.5%

첨가군에서 22.4%, 15% 첨가군에서는 61.2% 증가하였다.

다. 돈육의 타우린함량에 미치는 오징어 부산물의 첨가효과는 오징어 부산물 첨가에 따라 신장에서는 유의하게 증가하였으나 간, 심장, 햄, 삼겹살, 목살, 등심 등에서는 7.5% 또는 15%첨가군에서 증가하는 경향은 보이나 통계적인 유의차는 없었다. 그러나 증가율을 계산해보면 7.5%첨가군에서는 삼겹살이 24.3%, 햄부위가 21.6%, 심장이 14.0%, 간이 13.6%, 목살이 13.2%순으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 15% 첨가군에서는 햄부위가 51.5%, 삼겹살이 41.2%, 목살이 34.1%, 간이 22.9%순으로 7.5%보다 높게 나타났다.

라. 혈청 총콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 유의적인 차이를 보이지는 않았다.

마. 혈청 HDL-콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 14-28일의 사양실험 기간동안 비육돈 사료내 오징어 부산물의 급여 수준이 증가할수록 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도가 증가하는 것으로 나타났다 (linear effect, $P<0.01$). 또한, 전체 사양실험 기간동안, 오징어 부산물의 급여수준이 증가할수록 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도가 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다 ($P<0.05$).

바. 혈청 LDL+VLDL-콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 처리구간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

사. 혈청 triacylglycerol 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 전체사양실험 기간동안, SBP7.5 처리구의 중성지질 농도가 증가하였다가 SBP15 처리구에서 감소하는 경향을 나타내었으나 처리구간에 유의적인 차이는 보이지 않았다.

아. 조직 총콜레스테롤 함량에 미치는 오징어부산물의 첨가효과는 오징어 부산물 첨가 수준에 따라 신장의 총콜레스테롤 함량은 유의하게 감소하였으나, 간, 심장, 삼겹살, 목살, 등심은 첨가수준에 따라 감소하는 경향은 보이나 통계적으로 유의하지는 않았다.

현재까지의 성적으로부터 비육돈 사료에 오징어 부산물의 첨가가 성장률이나 식이 섭취량, 식이 효율에는 영향을 미치지 않으면서 혈장과 조직(신장)의 타우린 함량은 유의하게 증가시키고, 혈청내 HDL-콜레스테롤 농도를 증가 시킬 수 있는 것으로 사료된다.

또한 사료개발은 오징어 제품을 생산하고 나온 부산물인 오징어 내장에는 타우린이

다량 함유되어 있으므로 오징어 내장을 이용하여 타우린 포크 생산이 가능해진다. 또한 가축에게 단백질 급원으로 식물성 및 동물성단백질을 급여하게 되며 동물성 단백질 중 육분이나 육골분은 광우병 예방차원에서도 제한을 하는 것이 국제적인 추세이다. 이에 맞춰 오징어 내장을 건조하기 위해서는 부형제를 사용하게 된다. 부형제로는 곡류부산물이나 대두박을 사용할 수 도 있다. 대두박을 사용하게 되면 기존의 오징어 내 단백질 뿐 만 아니라 대두박내 단백질로 고급단백질 공급원이 될 수 있어 안정적인 단백질 공급원이 될 수 있다.

본 연구에서도 오징어 부산물의 많은 양을 급여가능하며 고급돈육 생산용 사료가 될 수 있으리라 기대된다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절. 연구개발 목표와 내용 및 평가의 착안점

1. 연구개발 목표

연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 돈육생산 및 사료개발 (협동기관:단국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 돈육생산 및 사료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사양성적, 혈액 내 지방성분, 도체 특성 ○ 정제 타우린을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 돈육의 타우린정량, 지방 성분분석, 지방량, 콜레스테롤량
2차년도 타우린 함유 오징어 부산물을 이용한 돈육생산 및 사료개발 (협동기관:단국대학교)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 돈육생산 및 사료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 사양성적, 혈액 내 지방성분 ○ 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 품질 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 돈육과 오징어부산물의 타우린정량 - 돈육의 지방 성분분석, 콜레스테롤량

2. 연구평가의 착안점

구 분	평가의 착안점 및 척도	
	착 안 사 항	척 도 (점수)
1차년도 (2001.8.1-2002.7.31)	○ 타우린을 함유한 돈육생산 및 사료개발 ○ 타우린을 함유한 돈육의 타우린 함량과 지질분석	50 50
2차년도 (2002.8.1-2003.7.31)	○ 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 돈육생산 및 사료개발 ○ 타우린 함유 오징어부산물을 이용하여 생산한 돈육의 타우린함량과 지질분석	50 50
최종평가	○ 타우린 돈육 생산 및 사료개발 ○ 타우린 돈육 품질 평가	50 50

3. 연구개발 목표의 달성도

가. 협동과제: 타우린 함유 오징어 부산물을 이용한 돈육생산 및 사료개발
비육돈에 오징어 부산물 첨가 사료로 사양성적 및 도체 특성에 미치는 효과에 대한 사육시험은 마치고 타우린 함량분석과 지질 함량분석을 완료하였음.

1). 계획대비 진도표

개발내용	구분	연구 개발 기간												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
협동과제(1차년도): 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 고타우린 돈육생산 및 사료개발														
○ 정제 타우린을 첨가한 사료에 의한 돈육생산 및 사료개발		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100
- 사양성적, 혈액 내 지방성분, 도체 특성		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
○ 정제 타우린을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 평가		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
- 돈육의 타우린정량, 지방 성분분석, 지방량, 콜레스테롤량		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
협동과제(2차년도): 타우린 함유 오징어부산물을 이용한 고타우린 돈육생산 및 사료개발														
○ 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 돈육생산 및 사료개발		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	
- 사양성적, 혈액 내 지방성분		□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□		
○ 타우린 함유 오징어부산물을 첨가한 사료로 사육한 돈육의 품질 평가		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
-돈육과 오징어부산물의 타우린정량 -돈육의 지방 성분분석, 콜레스테롤량		□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□		
총 진도율		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	
		□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□	□□□□□□□□□□□□□□□□			

○ 당초계획은-----, 진도는 □□□□□□□□□□□□□□□□ 표시

2) 관련분야의 기술발전예의 기여도 등

식생활의 변화양상이 지난 30년간 국민건강영양조사에 의하면 곡류 섭취량은 계속 감소하고, 동물성 식품섭취량은 계속적으로 증가하고 있다. 이러한 변화와 함께 질병

양상도 변화하여 영양과잉과 관련된 심장순환기계질환, 암, 비만 등의 만성퇴행성질환이 중요한 건강문제로 대두됨에 따라 건강유지와 질병예방 및 치료를 위한 식품개발이 요구되며 우리나라 국민의 기호에 맞는 식품개발의 필요성이 증대하고 있다. 따라서 동물성식품섭취증가에 대비한 해결책으로 대두되는 건강 지향적 동물성 식품개발에 크게 기여할 수 있을 것이다. 또한 돼지고기 소비를 증가시키고 건강 지향적 육류식품개발에 대한 관심을 불러일으킬 수 있을 것으로 본다.

그리고 우리나라 사람들의 경우, 가장 많이 섭취하는 육류는 돼지고기이므로, 고 타우린 돼지고기의 개발은 국민건강증진과 국민의 기호도를 모두 충족시킨다는 점에서 그 의의가 있음. 그러므로 본 연구결과에서 얻어진 정제타우린을 첨가하거나 오징어 부산물을 사료에 첨가한다면 기능성 돈육의 생산이 가능하, 소비자는 이를 선호할 것이며 이는 농가의 소득증대에 이바지 할 것임.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1절. 추가연구의 필요성

1. 추가연구의 필요성

본 연구에서 오징어 부산물의 타우린함량이 가장 높은 내장에서 습중량에 대해 546.8mg/100g(단백질 100g당 3.66g)이었는데, 콜레스테롤함량이 280mg/100g이고, 나트륨이 0.145g/100g 이었다. 또한 조지방량이 16.1%나 되어 불포화지방산 특히 EPA, DHA의 훌륭한 급원이 될 뿐만 아니고, 조단백질이 15.0%로 양질의 단백질 급원도 될 것이다. 그러나 타우린 급원으로서 사용하기 위해서는 지방질을 추출하여 이용하고, 그 후 타우린 급원으로서 이용가능성을 검토하는 것이 타우린 함량도 높일 수 있고, 오징어 부산물 함유 콜레스테롤량도 감소시킬 수 있어 더 좋은 타우린급원이 될 수 있을 것이다. 그러므로 별도의 오징어부산물의 지방질과 단백질의 이용에 대한 체계적인 연구가 필요 할 것으로 생각된다(일부 되어있기는 하지만). 또한 실험의 결과를 명확히 하기위해 부산물에 함유된 콜레스테롤에 대한 처리 및 대조군에의 추가처리도 필요할 것으로 생각된다.

< 오징어부산물 분석치(%) >

	수분	회분	조단백	조지방	전체합	Na	Taurine (mg/100g)	Cholesterol (mg/100g)
건조 외피	8.52±0.49	3.45±0.42	87.29±0.65	2.10±0.226	101.36	0.403±0.016	493.0	464.0
외피	89.19±0.56	0.44±0.05	10.85±0.39	0.74±0.049	101.22	0.037±0.001	47.40	172.0
횡살	78.36±0.65	1.02±0.03	19.27±0.96	0.34±0.012	98.99	0.540±0.021	262.27	232.0
내장	61.44±0.81	1.40±0.03	14.95±0.08	16.05±1.031	93.84	0.145±0.001	546.78	280.0

< 나트륨, 염화나트륨(계산치) >

< Cholesterol 분석치 >

	Na(%)	NaCl(%)
건조외피	0.403±0.016	1.024±0.041
외피	0.037±0.001	0.094±0.002
흰살	0.540±0.021	1.372±0.052
내장	0.145±0.001	0.368±0.004

	mg/시료100g
건조외피	464.0
외피	172.0
흰살	232.0
내장	280.0

2. 타연구에의 응용

다른 기능성 동물성식품 생산을 위한 연구에 참고가 될 것으로 생각됨.

3. 기업화 추진방안

기능성 돈육생산을 위한 기업화가 가능 할 것임.

4. 연구개발과제의 연구 성과

가. 학술지 논문 게재 실적

- 1) 김인호, 정운화, 김미숙, 임미형, 최수정, 홍종욱, 권오석, 민병준, 이원백, 김을상. 식이내 타우린첨가가 비육돈의 성장, 등지방두께, 체내콜레스테롤 및 타우린 농도에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 32(4): 598-602, 2003

나. 학술대회 발표 실적

- 1). 김을상. 타우린(Taurine)의 기능과 생체 내 지질저하 작용에 관한 연구. 중앙대학교 식량자원연구소 2002년도 제1차 학술세미나, 중앙대학교 식량자원연구소, 2002.01.30(본관 5층 세미나3실)
- 2) 김을상, 정운화, 김인호, 김미숙, 임미형, 권오석, 홍종욱, 이원백, 민병준. 식이중 타우린함량에 의한 비육돈의 지질 저하 효과. 한국식품영양과학회 2002년도 제51차 학술발표회, 한국식품영양과학회, 진주 경상대학교 경영학관 및 법학관, 2002.06.01
- 3) 정운화, 김인호, (임미형, 김미숙, 권오석, 홍종욱, 이원백, 민병준), 김을상. 돈육 부

위별 타우린과 지질함량에 대한 식이중 타우린 첨가효과. 한국식품영양과학회2002년도 제52차 학술발표회, 한국식품영양과학회, 원광대학교 승산기념관 2002.11.09

4) 김을상, 정운화, 김인호, 김미숙, 최수정, 임미형, 권오석, 홍종욱, 이원백, 민병준. 타우린첨가 사료에 의한 고 타우린 돈육의 생산. 식량자원연구소 2003년도 제2차 학술세미나, 중앙대학교 식량자원연구소, 2003. 6. 17

5) 김을상. 타우린의 지질저하작용과 사료 중 타우린의 첨가에 의한 고타우린 돈육생산. 한국타우린 연구회, 서울대학교 호암교수회관, 2003. 8. 20

6) 최수정, 김미숙, 임미형, 권오석, 이원백, 민병준, 김인호, 정운화, 김을상. 사료중의 오징어부산물 첨가에 의한 비육돈의 지질저하 효과, 한국식품영양과학회 2003년도 제54차 학술발표회, 사단법인 한국식품영양과학회, 충북대학교 개신문화관 2003.11.29

7) 김을상, 정운화, 김인호, 김미숙, 최수정, 임미형, 권오석, 홍종욱, 이원백, 민병준. 사료 중 오징어부산물 첨가에 의한 타우린 돈육 생산. 식량자원연구소 2004년도 제4차 학술세미나, 중앙대학교 식량자원연구소, 2004. 7. 12

8) 김을상. 타우린의 지질저하작용과 타우린과 오징어부산물을 이용한 기능성 돈육생산. 한국타우린 연구회, 서울대학교 호암교수회관 2004. 7. 21

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

기능성 식품의 생산 요구도는 국제적으로 증가할 것이며 여러 나라에서 특허화 할 가능성이 커지고 있다. 따라서 이에 대비하여야 할 것으로 생각된다.

제 7 장 참고문헌

- (1) Huxtable RJ. Physiological actions of taurine. *Physiological Reviews* 72: 101-163, 1992
- (2) Yamori Y, Horie R, Nara Y, Tagami M, Kihara M, Mano M, Ishino H. Pathogenesis and dietary prevention of cerebrovascular disease in animal models and epidemiological evidence for the applicability in man, In Prevention of cardiovascular disease: An approach to active long life (Y. Yamori and C. Lenfant, eds), pp,163-173 Elsevier, Amsterdam, 1987
- (3) Herman RG. Effect of taurine, glycine and β -sitosterol on serum and tissues cholesterol in the rabbit. *Circ Res* 7: 224-227, 1959
- (4) Kamata K, Sugiura M, Kojima S, Kasuva Y. Restoration of endothelium dependent relaxation in both hypercholesterolemia and diabetes by chronic taurine. *Eur J Pharmacol* 303: 47-53, 1996
- (5) Sugiyama K, Kushima Y, Muramatsu K. Effect of methionine, cysteine and taurine on plasma cholesterol level in rats fed a high cholesterol diet. *Agric Biol Chem* 48: 2897-2899, 1984
- (6) Yamanaka K, Tsuji K, Ichikawa T. Stimulation of chenodeoxycholic acid excretion in hypercholesterolemic mice by dietary taurine. *J Nutr Sci Vitaminol* 32: 287-296, 1986
- (7) Kibe A, Wake C, Kuramoto T, Hoshita T. Effect of dietary taurine on bile acid metabolism in guinea pigs. *Lipids* 15: 224-229, 1980
- (8) Murakami S, Yamagishi I, Asami Y, Ohta Y, Toda Y, Nara Y, Yamori Y. Hypolipidemic effect of taurine in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Pharmacology* 52: 303-313, 1996
- (9) Nakamura-Yamanaka Y, Tsuji K, Ichikawa T. Effect of dietary taurine on cholesterol 7 α -hydroxylase activity in the liver of mice fed a lithogenic diet. *J Nutr Sci Vitaminol* 33: 239-243, 1987
- (10) Sugiyama K, Ohish, A, Ohnuma Y, Muramatsu K. Comparison

- between the plasma cholesterol-lowering effects of glycine and taurine in rats fed on high cholesterol diets. *Agric Biol Chem* 53: 1647-1652, 1989
- (11) Murakami S, Kondo Y, Nagate T. Effects of long-term treatment with taurine in mice fed a high-fat diet. *Adv Exp Med Biol* 483: 177-185, 2000
- (12) Gould AL, Rossouw JE, Santanello NC, Heyse JJ, Furberg CD. Cholesterol reduction yields clinical benefit: A new look at old data. *Circulation* 91: 2274-2282, 1995
- (13) Gordon T, Kannel WB, Castelli WP, Dawber TR. Lipoproteins, cardiovascular disease, and death. The Framingham Study, *Arch Intern Med* 141: 1128-1131, 1981
- (14) Miller NE, Forde OH, Thelle DS, Mjos OD. The Tromso heart-study. High density lipoprotein and coronary heart-disease: a prospective case-control study. *Lancet* 1: 965-968, 1977
- (15) Murakami S, Nara Y, Yamori Y. Taurine accelerates the regression of hypercholesterolemia in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. *Life Sci* 58: 1643-1651, 1996
- (16) Suckling KE, Stange EF. Role of acyl-CoA : cholesterol acyltransferase i cellular cholesterol metabolism. *J Lipid Res* 26: 647-671, 1985.
- (17) Carr TP, Hamilton RL, Ludel LL. ACAT inhibitors decreases secretion of cholesteryl esters and apolipoprotein B by perfused livers of African green monkeys. *J Lipid Res* 36: 25-36, 1995
- (18) Petty MA, Kintz J, Difrancesco GF. The effects of taurine on atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Eur J Pharmacol* 180: 119-127, 1990
- (19) Takenaga T, Imada K, Otomo S. Hypolipidemic effect of taurine in Golden Syrian Hamsters. *Adv Exp Med Biol* 483: 187-192, 2000
- (20) Kondo Y, Murakami S, Oda H, Nagate T. Taurine reduces atherosclerotic lesion development in apolipoprotein E-deficient mice. *Adv Exp*

Med Biol 483: 193-200, 2000

- (21) Chen W, Nishimura N, Oda H, Yokogoshi H. Effect of taurine on cholesterol degradation and bile acid pool in rats fed a high-cholesterol diet. *Adv Exp Med Biol* 526: 261-267, 2003
- (22) Mizushima S, Nara Y, Sawamura M, Yamori Y. Effects of oral taurine supplementation on lipids and sympathetic nerve tone. *Adv Exp Med Bi* 403: 615-622, 1996
- (23) Obitana K, Takeshi M, Motohiko H, Toyohiko W, Hiroshi N. Effect of taurine on the fatty liver of children with simply obesity. *Adv Exp Med Biol* 403: 607-613, 1996
- (24) 박태선. 타우린의 생리활성과 영양학적 의의. *한국영양학회지* 34(5): 597-607, 2001
- (25) 김을상, 김중섭, 문현경. 시판 우유와 육류, 해산물 중 타우린 함량. *한국 식품영양과학회지* 28(1): 16-21, 1999
- (26) Allain CC, Poon LS, Chan CSG, Richmond W, Fu PC. Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem* 20: 470-475, 1974.
- (27) Naoyuki N, Yoshiharu F. The elevation of plasma concentration of high-density lipoprotein cholesterol in mice fed with protein from proso millet. *Biosci Biotech Biochem* 59: 333-335, 1995.
- (28) Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226: 497-509, 1957
- (29) 식품영양실험핸드북(영양편) pp 245-246 도서출판 효일, 서울 2000

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.