

# 대두피를 이용한 발효사료의 개발 연구

한국 과학기술 연구소

이 양 희

이화여자대학교 식품영양학과

김 숙 희 · 조 명 죽

**Improvement of Nutritive Value of Soybean bran by Fermentation.**

**Yang Hee, Lee**

*Korean Institute of Science and Technology*

**Sook He, Kim · Myoung Jook, Jo**

*Department of Foods and Nutrition Ewha Womans University*

## = Abstract =

This study was designed to investigate the nutritional value of fermented soybean bran as animal feed. Natural soybean bran has low protein quality and high cellulase contents. The soybean bran was supplemented by urea and ammoniumsulfate as N-source for incubation of *Aspergillus niger*. After incubation of soybean bran with *Aspergillus niger*, the nutritional quality of protein and riboflavin contents were increased in general and more in aging process than in fermentation.

In order to elucidate the biological efficiency of prepared soybean bran, 120 male weanling rats were divided into 22 groups, five rats each, and were fed by standard casein diet mixed with soybean bran in the proportion of 1/10, 1/15, 1/20 respectively. The animals were kept under the experimental diet for nine weeks. In the result of this study, food efficiency ratio showed higher in the groups of urea and ammonium-sulfate-add group than raw soybean bran group but the former group is lower than the later in the body weight gains. Protein efficiency ratio was also same trend. It was noteworthy that the nitrogen retention rate in total body on the basis of urinary nitrogen excretion and dietary intake nitrogen and in big organ such as liver and spleen were higher in fermented group than raw soybean bran fed group. It was worth while to treat the soybean bran in first place fermentation and further aging process to elevate the biological efficiency and effect of nutritional values specifically of protein and of riboflavin.

## I. 서 론

대두가공의 부산물인 대두피는<sup>1)</sup> 섬유질이 40% 내외로 구조가 견고하며 단백질의 함량이 낮아서 식품이나 사료로서의 가치가 떨어진다.<sup>2,3,4,5)</sup> 많은 연구자들에 의해 Cellulase와 세포분리 효소를 이용하여 대두로부터 대두피를 분해하고 그 처리 조건이 보고되어졌으며 또한 고형물을 원료로 미생물에 의해 단

백질 합성을 증가시켜 사료의 개발을 많이 시도 하였다. 또<sup>6,7,8,9)</sup> 다른 연구자들에 의해 밀기울과 전분박에다 무기질소원을 첨가하고 미생물을 배양하여 발효사료를 제조 하였는데 국내에서는<sup>10,11,12)</sup> 전분박을 이용한 국균 발효사료를 제조하였다. 여기에 무기질소원으로는 4%의 유안을 첨가하여 순단백 함량을 증가시킨 연구를 보고 했다. 또한 국균에 리보플라빈 생산능력이 우수한 인공 돌연변이주를 얻어 접종배양 하여

탄수화물과 단백질의 균형이 잡히고 리보플라빈이 강화된 우수한 발효사료를 제조 하였다. 이상의 여러 연구를 통해 불배 농산 폐기물인 대두피를 이용한 발효 사료를 제조 개발은 중요한 일이라 생각하여 본 연구에서도 대두피를 이용하여 발효사료를 제조하는데 우수균주를 선정하고 기질의 분해와 단백질 합성 등을 동시에 이루어 우수한 사료를 개발 하고자 하였으며 그 최종 제품에 대해서 현재의 사육실험을 통하여 그 영양 가치를 검토 함을 목적으로 하고 있다.

## II. 재료 및 실험방법

### 1. 재 료

#### 가. 대두피

원료의 성분을 균일하게 하고 영양적으로 불량한 상태의 대두피를 이용 할 수 있게 정제 과정을 거쳤다. 즉 대두피를 50°C에서 일단 건조시켜 냉각한 뒤 기계적으로 껍질을 벗기고 여기서 얻어지는 대두피는 정선과정을 거쳐 배아 대두편 등을 제거하고 물로 세척하여 대두피 표면에 묻은 이물질을 제거한 뒤 풍건시켜 원료로 사용 하였다.

#### 나. 실험 동물

젓 떨어진 albino rat을 각 group당 5 마리씩 나누고 initial body weight가 76±0.3g정도 되도록 하여 cage마다 사료 그릇과 물병을 넣어 제한없이 갈아 주어 먹게 하였다. 매일 오물 처리를 하였으며 쥐방의 온도는 18±2°C 정도로 유지 하였고 사육기간은 9주였다.

#### 다. 동물 사료

발효사료는 본 연구에서 제조한 여러가지 사료를 이용 하였으며 단백질량을 맞추기 위하여  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{15}$ ,  $\frac{1}{20}$ 을 standard 사료에 섞어서 사육 했다. 그 배합 비율을 보면 (표 1)과 같다.

표 1. 각각의 사료 배합율

배합비	1/10	1/15	1/20
standard	90%	93.33%	95%
발효사료	10%	6.67%	5%

standard 사료의 배합에 있어서는 20% casein diet를 사용한 사료성분은 표 2와 같다.

표 2. casein diet를 사용한 사료 성분표  
2kg diet

1. sugar	1,440g
2. casein	400g
3. 면실유	80cc
*4. 간유	60cc
*5. salt mixture	80g
*6. vitamins	

\*이화여대 식품영양학과 동물실험실내 성분표 참조

### 2. 실험 방법

#### 가) 균주의 분리

대두피는 조섬유의 함량이 너무 높아 사료로서의 가치가 적으므로 발효사료의 제조에는 섬유소 분해 능력이 강한 균주의 선택이 필요하다. 따라서 곳곳에서 채취한 썩은 벽지를 분리원으로 하여 살균수를 알맞게 희석하고 그중 0.5ml를 취하여 pulp 분말, C. M.C-Na 등을 함유한 Czapek 한천배지에<sup>(13)</sup> 살포하고 30°C에서 3일 배양후 생육한 Clony를 순수분리하여 Cellulase, pectinase의 활성을 측정하여 우수 균주를 선정 하였다.

#### 나) 제국법

##### 1) 질소원

제국중에 첨가 할 무기질소원으로는 현재 국내에서 염가로 손쉽게 구입 할 수 있는 유안과 요소를 선택 하였다.

##### 2) 제국법

500ml 삼각 flask에 20g의 대두피를 넣고 소요량의 유안이나 요소를 용해시킨 후 약 20ml를 가하여 잘 섞은 뒤 멸균하여 auto clave에 넣고 15Lb에서 15분간 살균시켰다. 이를 냉각시킨 후 선택된 균주를 접종하여 30°C에서 소요일수 배양한 뒤 일부는 꺼내어 풍건시키고 또 일부는 소요량의 물을 첨가하여 밀폐된 용기에 꼭꼭 다져 넣어 일정한 온도에서 일정기간 동안 후발효 시켰다. 후발효 시킨것은 풍건시킨 뒤 100°C에서 20분 동안 살균 조작용 거쳐 시료로 하였다.

#### 다) 분석법

##### 1) 일반성분

수분, 조단백, 조지방, 조섬유, 조회분등 일반성분은 상법에 준하여 시행 하였다.

##### 2) 순단백<sup>(15)</sup>

풍건시료 2g에 증류수 100ml를 가하고 가열하여 잠시 끓인후 20% TCA 20ml를 가하여 단백질을 침전시

했다. 이것을 냉각후 여과하여 2% TCA용액으로 2~3회 세척한 뒤 여지채 풍건시켜 kjeldahl flask 넣고 분해제 5g, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 30ml를 가해 분해 시켰다. 이것을 증류시켜 질소정량하고 질소량에 6.25를 곱해 순단백으로 했다.

### 3) 아미노태 질소

Formal 적정<sup>(16)</sup>법으로 측정하였다. 즉 시료 2g에 100ml의 증류수를 가해 Waring blender로 1분간 마쇄한 뒤 잘 흔들어 탈색시키고 잠깐 동안 끓여 냉각시킨 뒤 여과하여 여액 20ml에 수직으로 1% Phenolphthalein 지시약을 떨어 뜨리고 0.1 N NaOH로 중화하고 증성 formalin액 20ml를 가하여 다시 0.1 N NaOH로 적정 하였다.

### 4) 환원당

시료 2g에 100ml의 증류수를 가해 waring blender로 1분간 마쇄 한 뒤 잘 흔들어 환원당을 용출시키고 여과하여 여액 5ml에 증류수 15ml를 가하고 Somogyi 적정법<sup>(17)</sup>에 의해 환원당을 측정 하였다.

### 5) Riboflavin의 정량<sup>(18)</sup>

Vitamin 분석법에 따라 Coleman Model 12C electronic photofluorometer로 측정 하였다.

### 6) 아미노산 분석<sup>(19, 20)</sup>

Varian Aerograph Model 204의 Gas Chromatograph를 이용하여 아미노산을 정량 하였다.

7) 순단백질 합성능 및 리보플라빈 합성능, 선택한 균주를 3% 유산 첨가 대두피에 접종하고 30°C에서 4일간 배양후 풍건시켜 순단백질과 리보플라빈을 정량하여 최초 원료의 순단백질과 리보플라빈양을 뱀으로 균주에 의해 합성된 양을 시료에 대한 %로 표시하였다.

## 라) 동물 사육 실험 방법

### 1) 사료 섭취량

사료섭취량은 매일 같은 저울로 측정 하였다.

### 2) 체중

체중은 실험기간 동안 매주 한번씩 일정한 시간에 같은 저울로 측정 하였다. 체중 측정 2시간 전에 사료 그릇을 꺼내 사료섭취로 인한 체중 증가를 막았다.

### 3) 단백질 효율(protein efficiency ratio)

일주일간 섭취한 단백질의 양과 일주일간의 체중 증가량으로 다음 식에 의해 계산하였다.

$$PER = \frac{\text{체중증가량(g)}}{\text{섭취한 단백질의 g수}}$$

### 4) Food efficiency Ratio

일주일간 섭취한 사료량과 그 동안의 체중 증가량

으로 산출 하였다.

$$FER = \frac{\text{체중 증가량(g)}}{\text{섭취한 사료 g수}}$$

## 마) 체내 질소 보유량

### 1) Urine 채취.

실험기간 6주와 7주에 걸쳐 Metabolism cage 넣고 3일간 적응시킨후 4일간 urine을 채취 하였다. 이 기간 중 사료 섭취량을 매일 정확히 측정하였다.

urine의 부패와 질소의 안정을 위해 0.1% HCl과 toluene을 소량 넣어 주었다.

### 2) 뇨중 질소 배설량 측정

4일간 받은 뇨를 증류수로 희석하여 원심분리하여 얻은 urine을 micro-kjeldahl 법에 의해 질소 측정 하였으며 질소 균형을 보기 위하여 섭취한 질소량에서 뇨를 배설된 질소량을 감해서 체내 질소보유량을 산출 하였다.

### 3) 각 장기에 함유된 질소량 측정

취의 organ중 간, spleen의 일부를 빼어 100°C 이하의 oven에서 건조시켜 mortar에 갈아 분말로 만든 후 micro-kjeldahl 법에 의해 측정 하였다.

### 바) 최종 장기의 무게

9주 실험기간이 끝난후 실험동물을 ether로 마취시킨 후 해부하여 saline용액으로 적신 여과지 위에 다음과 같은 장기를 꺼내어 무게를 측정 하였다.

- ① Liver ② Heart ③ Spleen ④ Kidneys  
⑤ Adrenals ⑥ Testes

### 사) 데이터 처리방법

모든 데이터는 통계적 처리를 하였고 데이터의 평균과 표준오차를 계산하였다.

## III. 결과 및 고찰

조섭유를 분해하는 것이 문제가 되므로 cellulase의 활성이 강한 균주를 선택 하였다. 단백질 합성능과 비타민 합성능은 cellulase의 활성이 강한 것들 중에서 선택함으로써 조섭유의 분해와 단백질 합성, 비타민 합성 등을 단일 균주에 의해 이루고져 하였다. 섬유소 분해력이 강한 균주가 생육할 가능성이 많은 썩은 벽지로 부터 분리한 96종의 균주에 대해 Cellulase의 활성을 조사한 균주들 중 Cellulase가 가장 강한 균주로 Aspergillus niger를 선택하고 이 균주의 단백질 합성능과 리보플라빈 생성능을 조사해 본 결과<sup>(13)</sup>전분발효사료 제조에 사용한 리보플라빈 생산성 Aspergillus oryzae와 유사 하므로 이를 우수균주로 선정 하였다. 이 균주의 제반성질은 표3과 같다.

표 3. *Aspergillus niger*의 재반성질

CMC 액화력	94.8%
CMC 당화력	8.2 unit
Pectinase	6.6unit
순단백질 합성능	6.8%
Riboflavin 합성능	0.88mg%

나) 단백질 합성

1) 무기질소원의 선택

발효사로 제조에 첨가 할 무기질소원을 결정하기 위하여는 이들에 대한 *A. niger*의 단백질 합성능력을 조사 하였다. 무기질소원으로 Urea, potassium nitrate, ammonium nitrate, ammonium sulfate, ammonium chloride, ammonium phosphate dibasic을 선택하고 이들을 질소량으로 0.5%되게 각각 대두피에 첨가하고 *A. niger*를 접종하여 30°C에서 7일간 배양한 후 각각의 순단백을 정량하였다 그 결과는 표4와 같다.

표 4. 무기 질소원에 따른 단백질 합성 비교

첨 가 구	순 단백질 %
대 두 피	7.22
무첨가 배양	10.28
Urea	11.37
Potassium nitrate	11.6
Ammonium nitrate	12.25
Ammonium sulfate	14.65
Ammonium chloride	11.14
Ammonium phosphate, dibasic	11.9

표4에서 보면 무기질소원으로 ammonium sulfate를 가장 잘 동화하여 단백질로 합성함을 나타내는 것이다.

2) 무기 질소원의 첨가 농도 결정

미생물에 의한 단백질 합성을 위해 첨가하는 무기 질소의 농도는 사용균주의 무기질소 자화능력에 따라 달라지게 마련인데 앞에서 선정된 *A. niger*의 무기 질소 자화능력을 조사하고 무기질소의 최적 첨가농도를 결정하고자 하였다.

표 5.의 결과에서 보면 무기질소의 최적첨가 농도는 유안으로 3%, 요소로서 1%임을 알 수 있겠다 이것을 질소량으로 표시한다면 유안 3% N로 0.63%, 요소 1%는 N로 0.46%에 해당한다. 이처럼 요소가

표 5. 무기 질소의 첨가 농도별 단백질의 합성

첨가 농도	조단백 %	순단백 %	
대 두 피	9.62	7.22	
유안	2% 첨가	16.63	12.69
	3% "	18.59	14.00
	4% "	19.47	13.12
	5% "	20.13	11.81
	0.5% 첨가	16.19	11.32
요소	1% "	17.94	12.25
	2% "	21.21	10.94

표 5. 무기질소의 첨가농도별 단백질의 합성

유안보다 단백질로의 자화율이 적음은 *A. niger*가 요소보다는 유안을 더 잘 자화하는 성질 때문인 것 같다.

다) 리보플라빈의 합성

같은 균주라도 그 배양 조건에 따라 리보플라빈 생산량이 달라진다. 여기서 *A. niger*를 사용하여 몇가지 조건에서 그 생산량을 비교하여 보았다. 즉 대두피를 무첨가구, 3%유안첨가구, 1%유안첨가구, 1%요소 첨가구로 나누고 여기에 *A. niger*를 접종하여 30°C에서 4일간 배양시킨 후 일부는 풍건하고 나머지는 수분함량이 55%되게 수분을 가하여 푹푹 다져서 30°C에서 5일간 후발효후 풍건하여 리보플라빈을 정량하였다.

표 6. 처리 조건에 따른 리보플라빈의 변화

처리 조건	리보플라빈(μg/g)
대 두 피	4.0
무첨가구 (배양)	10.2
" (후발효)	23.1
3% 유안첨가구(배양)	12.8
" (후발효)	25.7
1% 요소첨가구(배양)	13.1
" (후발효)	16.8

위 표에서 4일간 배양으로 리보플라빈의 합성능을 보면 유안이나 요소의 첨가구가 무첨가구 보다 좋다. 그리고 이를 후발효시켰을 경우 리보플라빈의 합성은 계속되어 3% 유안 첨가구에서는 25.7μg/g까지 그 량이 증가되었는데 이때 합성능은 배양시와는 다소 차이가 있어 유안 첨가구가 가장 합성능이 좋았고 다음은 무첨가구가 좋았으며 요소 첨가구는 이들에 비해 좋지.

못했다. 그런데 후발효의 리보플라빈 합성은 단순히 *A.niger*에만 의한 것이 아니라 후발효중에 생육하는 유산균의 역할도 큰 것 같다. 후발효시의 산도의 변화를 보면 그림 1과 같다. 이때 시료는 3%유안 첨가구를 사용하였다.

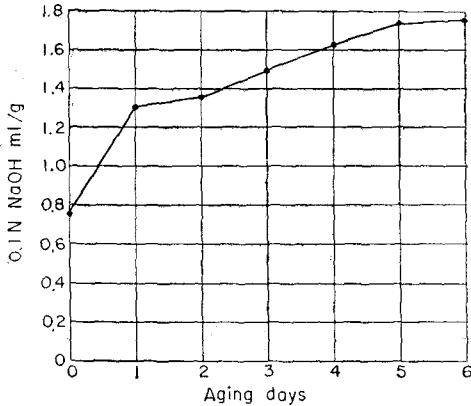


Fig. 1. 후발효 경과에 따른 산도의 변화

위에서 보면 산도는 후발효 경과 1일째 급격히 증가하고 그후 서서히 증가하다가 5일 이후는 더 이상 증가 하지 않는데 이처럼 산도의 증가와 리보플라빈의 증가가 병행함은 리보플라빈에 미치는 유산균의 역할이 크다는 것을 나타내는 것이다.

자) 처리 조건에 따른 성분의 변화

1) 환원당 Formal데 질소 및 조섬유의 변화

같은 제조방법이라도 시료에 첨가하는 질소원과 처리조건에 따라 각 성분간에 차이가 있게 된다. 여기서는 처리구로 3% 유안 첨가구, 1%요소 첨가구, 무첨가구를 각각 4일 배양한 것과 4일배양후 5일 후발효시킨 것으로 나누고 이들의 환원당 아미노태 질소 조섬유의 변화를 측정 하였다.

표 7. 처리 조건에 따른 가소화 성분의 변화

성분	환원당 (mg/g)	formal데 N(mg/g)	조섬유 (%)
처리구			
3% 유안첨가 4일배양	21.5	1.75	30.4
" 5일후발효	192.8	4.4	23.1
1% 요소첨가 4일배양	27.1	2.3	35.6
" 5일후발효	171.8	5.0	28.5
무첨가구 4일배양	21.6	0.5	38.8
" 5일후발효	149.3	1.9	30.1
대 두 피	12.0	0.35	39.6

Formal데 질소에 있어서도 후발효시킨 것이 크게 증가 하였는데 이때는 환원당의 경우와는 달리 유안 첨가구 보다는 요소 첨가구가 그 증가량이 다소 높았다. 이는 요소 첨가구에서 *A. niger*의 protease의 활성이 높아진 때문이라 하겠다. 따라서 후발효 시킨 성분의 분해는 소화되기 쉬운 형태로 영양 성분이 증가 되었는데 이는 배양중에 생성된 *A.niger*의 여러 효소들이 후발효 조건에서 기질에 작용하여 이를 분해한 때문이며 그 처리구 간에 그 분해율이 달라짐은 각 처리구에서 효소의 활성도가 다르기 때문일 것이다.

2) 효소의 활성도의 변화

같은 균주라도 배양 조건에 따라 달라지게 된다. 여기서는 첨가무기질소원에 따른 *A.niger*의 Cellulase 활성도의 변화를 조사 하여 보았다. 그결과 표 8과 같다.

표 8. 무기 질소원에 따른 Cellulase 당화력의 변화

무기 질소원	효소활성 (unit)
무 첨가구	5
Urea	9.5
Potassium nitrate	10
Ammonium nitrate	10.5
Ammonium sulfate	15.25
Ammonium chloride	10.5
Ammonium phosphate dibasics	11.5

표 8의 결과를 보면 전반적으로 무기 질소원을 첨가한 것이 무첨가구 보다 cellulase의 역가가 훨씬 증가 되었다. 그 중에서도 ammonium sulfate를 첨가한 것은 cellulase의 역가가 가장 높아 질소원을 첨가하지 않고 같은 조건에서 배양시킨 것에 비해 3배 이상 역가가 증진 되었으며 다른 질소원에 비해서도 1.5배 이상이나 높았다. 그런데 ammonium sulfate는 앞에서와 같이 *A. niger*에 의해 단백질로 합성되는 속도 가장 좋았으므로 발효사로 제조에 있어 단백질 합성과 섬유소 분해의 2중 효과를 얻을 수 있는 첨가 무기 질소원으로 가장 적합하다고 보겠다.

3) 아미노산의 변화

*A. niger*의 단백질 합성에 의한 아미노산의 변화를 살펴보면 다음과 같다.

표 9. A. niger의 단백질 합성에 의한 아미노산의 변화

아미노산의 종류(wt%)	처리조건			
	대두피(원료)	무첨가배양	3% 유안첨가배양	3% 유안첨가배양에 무첨가증가
Alanine	0.40	0.52	0.83	0.31
Valine	0.27	0.35	0.37	0.02
Glycine	0.55	0.97	1.23	0.26
Isoleusine	0.23	0.32	0.36	0.04
Threonine	0.09	0.20	0.27	0.07
Leusine	0.44	0.60	0.72	0.12
Proline	0.56	0.59	0.63	0.04
Serine	0.23	0.41	0.51	0.10
Hydroxyproline	0.30	0.43	0.47	0.04
Methionine	0.01	0.07	0.01	-0.06
Aspartic acid	0.11	0.16	0.02	-0.14
Phenylalanine	0.28	0.31	0.39	0.07
Glutamic acid	0.28	0.44	0.77	0.33
Tyrosine	0.46	0.32	0.49	0.17
Lysine	0.62	0.48	0.66	0.18

여기서 보면 배양 시켰을 경우가 원료에 비해 각종 아미노산의 함량이 크게 증가 하였는데 특히 3% 유안 첨가는 높은 아미노산의 증가율을 보임으로써 첨가한 유안의 대부분이 단백질로 합성 되었음을 알수 있겠다.

마) 일반 성분 조성

대두피를 이용한 발효사료 제조에 있어서 각 처리 조건에서의 일반 조성은 표10과 같다.

표 10. 처리조건에 따른 발효사료의 일반 성분의 변화

성분 (wt%)	처리구					
	수분	조단백	조지방	조섬유	조회분	가용성질소
대두피(원료)	10.3	9.6	1.0	39.6	2.4	37.1
무첨가배양	9.7	12.5	0.9	38.8	3.0	35.1
" (후발효)	12.0	12.9	2.2	30.1	3.1	39.7
3% 유안첨가배양	11.0	16.8	0.9	30.4	5.9	35
" (후발효)	10.6	17.7	2.7	23.1	6.4	39.5
1% 요소첨가배양	9.8	16.1	1.4	35.6	2.8	32.3
" (후발효)	10.0	17.0	2.0	28.5	3.3	39.2

위의 실험결과를 보면 일반 성분 조성에 있어서도 3%의 유안 첨가구를 후발효 시킨 것이 가장 우수했

다.

이때 조회분이 상당히 증가 함은 배양시에 첨가한 CaCO<sub>3</sub> 때문이겠다.

2. 제조한 발효사료의 사육실험

본 사육실험에서는 여러 형태로 제조한 발효사료의 영양적 위생적 가치를 검토 해 보기 위하여 9주간에 걸쳐 백쥐의 사육 실험을 행하였다.

사육 실험의 시험구는 다음과 같이 구분 하였다.

(1) standard group.

(2) 대두피  $\frac{1}{10}$ (처리하지 않은 대두피 분말을 Standard 사료에  $\frac{1}{10}$ 량을 배합한 것.

(3) 대두피  $\frac{1}{15}$  (4) 대두피  $\frac{1}{20}$

(5) 균배양 (대두피에 균을 배양한 사료를 Standard 사료에  $\frac{1}{10}$ 량을 배합한 것)

(6) 균배양  $\frac{1}{15}$  (7) 균배양  $\frac{1}{20}$

(8) 균배양, 후발효  $\frac{1}{10}$ (대두피에 균을 배양하고 사료중 Standard 사료에  $\frac{1}{10}$ 량을 배합한것)

(9) 균배양, 후발효  $\frac{1}{15}$  (10) 균배양, 후발효  $\frac{1}{20}$

(11) 1% 요소배양 (대두피에 요소를 1% 첨가하여 균을 배양한 사료를 Standard 사료에  $\frac{1}{10}$ 량을 배합한것.

(12) 1% 요소배양  $\frac{1}{15}$  (13) 1% 요소 배양  $\frac{1}{20}$

(14) 1% 요소배양, 후발효 (대두피에 요소를 1% 첨가하여 균을 배양하고 후발효한 사료를 Standard 사료에  $\frac{1}{10}$ 량을 배합한 것)

(15) 1% 요소배양, 후발효  $\frac{1}{15}$

(16) 1% 요소배양, 후발효  $\frac{1}{20}$

(17) 3% 유안 배양  $\frac{1}{10}$ (대두피에 유안을 1% 첨가하여 균을 배양한 사료를 Standard 사료에  $\frac{1}{10}$ 량을 배합한 것.

(21) 3% 유안배양, 후발효  $\frac{1}{15}$

(22) 3% 유안배양, 후발효  $\frac{1}{20}$

그리고 본 사육 실험에서는 사료의 섭취량, 체중의 증가, food efficiency Ratio, protein efficiency ratio 그리고 각 기관들의 무게와 질소 보유량을 관찰 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

표 11. Food Consumption.

Group	1	2	3	4	5	6	7	8
Standard	109.4	124.8	145.4	167.6	161.4	157.6	178.4	175.4
균 배 양 $\frac{1}{10}$	93.6	105	114.6	145	146.8	138.4	147.4	148.6
$\frac{1}{15}$	86.6	106.2	123.2	143	135.2	131.6	141.2	147.2
$\frac{1}{20}$	85.6	91	125.8	146.6	146.2	143.6	145.4	147.8
균배양 후발효 $\frac{1}{10}$	95	94	122.4	136.8	133	118.2	130.8	141.8
$\frac{1}{15}$	94.6	99.2	130.8	141.2	142.8	138.4	140	145
$\frac{1}{20}$	90	95.4	135	137.2	141.2	140.4	151	151.6
1%요소 배양 $\frac{1}{10}$	80.8	87.4	102.8	127.2	119.4	111.4	120.6	126.4
$\frac{1}{15}$	87.2	90.4	110.8	154	130.6	129.8	137.4	134.8
$\frac{1}{20}$	85.6	105.2	110	134.2	134.4	126.4	134.4	139.2
1%요소 후발효 $\frac{1}{10}$	73.2	101.4	118.4	118	120.8	130.8	119.4	168.6
$\frac{1}{15}$	82.5	103.8	142.8	146.8	139	154.2	136.8	144.8
$\frac{1}{20}$	88.6	104.2	109.2	137.4	135	137.2	134.8	142.6
3%유안 배양 $\frac{1}{10}$	93.6	97.4	130.4	146.8	151.2	157.2	151.8	128.6
$\frac{1}{15}$	67.6	91.8	127	153.6	146	152.5	142	145
$\frac{1}{20}$	89	109.8	137	141	143.8	142.6	122.4	137.2
3%유안 후발효 $\frac{1}{10}$	83.6	90.8	118.4	119	146	149.6	162	167
$\frac{1}{15}$	90.4	105.8	136.4	141.6	143.8	149.8	153	156.4
$\frac{1}{20}$	88	104.4	134.6	147.2	145.4	145.0	143.6	143.4
대 두 피 $\frac{1}{10}$	94.2	112.2	168.4	165.4	163.8	152.4	167.8	169.4
$\frac{1}{15}$	94.6	113.4	135.6	160.8	168.2	161.4	166.6	166.8
$\frac{1}{20}$	104	120.4	145.4	159.6	161.4	166	167	174.6

표 12. 체중의 증가

Group	Initial	Final
Standard	76.6	347.6
균 배 양 $\frac{1}{10}$	77.0	284.8
$\frac{1}{15}$	76.0	291.0
$\frac{1}{20}$	76.2	283.0
균배양 후발효 $\frac{1}{10}$	76.0	239.0
$\frac{1}{15}$	76.0	251.4

$\frac{1}{20}$	76.4	273.8
1% 요소 배양 $\frac{1}{10}$	76.0	218.6
$\frac{1}{15}$	76.6	273.6
$\frac{1}{20}$	77.4	247.0
1%요소 후발효 $\frac{1}{10}$	76.8	246.4
$\frac{1}{15}$	76.4	300.2
$\frac{1}{20}$	76.6	291.2
3% 유안 배양 $\frac{1}{10}$	76.0	274.2

$\frac{1}{15}$	76.0	277.4
$\frac{1}{20}$	76.4	286.0
3%유안 후발효 $\frac{1}{10}$	76.4	280.3
$\frac{1}{15}$	76.6	298.8
$\frac{1}{20}$	76.2	289.4
대 두 피 $\frac{1}{10}$	76.0	306.6
$\frac{1}{15}$	76.0	326
$\frac{1}{20}$	76.2	275.6

표 13. Food Efficiency Ratio

Group	주	1	2
균 배 양	$\frac{1}{10}$	0.37	0.31
	$\frac{1}{15}$	0.52	0.33
	$\frac{1}{20}$	0.44	0.31
균배양 후발효	$\frac{1}{10}$	0.37	0.29
	$\frac{1}{15}$	0.45	0.10
	$\frac{1}{20}$	0.38	0.30
1%요소 배양	$\frac{1}{10}$	0.14	0.42
	$\frac{1}{15}$	0.19	0.41
	$\frac{1}{20}$	0.42	0.21
1%요소 후발효	$\frac{1}{10}$	0.26	0.22
	$\frac{1}{15}$	0.23	0.35
	$\frac{1}{20}$	0.40	0.45
3% 유안 배양 (Ca)	$\frac{1}{10}$	0.35	0.23
	$\frac{1}{15}$	0.15	0.38
	$\frac{1}{20}$	0.18	0.39
3%유안 후발효 (Ca)	$\frac{1}{10}$	0.29	0.38
	$\frac{1}{15}$	0.56	0.29
	$\frac{1}{20}$	0.36	0.23

표 15. 최종 기관의 무게

Group	Liver		Spleen	
	Weight(g)	Nitrogen $\frac{mg}{g당}$	Weight(g)	Nitrogen $\frac{mg}{g당}$
Standard	17.98±1.96	97.2±0.28	0.8446±0.0852	123.6±3.6
균 배 양 $\frac{1}{10}$	13.10±0.86	100.7±2.7	1.1695±0.4031	126.5±2.6

$\frac{1}{10}$	0.52	0.24
대 두 피 $\frac{1}{15}$	0.30	0.28
$\frac{1}{20}$	0.46	0.21
Standard	0.33	0.43

표 14. Protein Efficiency Ratio

Group	주	1	2
균 배 양	$\frac{1}{10}$	1.90	1.63
	$\frac{1}{15}$	2.67	1.69
	$\frac{1}{20}$	2.05	1.56
균배양 후발효	$\frac{1}{10}$	1.91	1.51
	$\frac{1}{15}$	2.44	1.75
	$\frac{1}{20}$	1.90	1.54
1%요소 배양	$\frac{1}{10}$	0.71	2.14
	$\frac{1}{15}$	0.94	2.07
	$\frac{1}{20}$	2.12	1.07
1%요소 후발효	$\frac{1}{10}$	1.31	1.11
	$\frac{1}{15}$	2.13	1.17
	$\frac{1}{20}$	2.43	2.28
3% 유안 배양 (Ca)	$\frac{1}{10}$	1.77	1.19
	$\frac{1}{15}$	0.75	1.91
	$\frac{1}{20}$	0.93	1.99
3%유안 후발효 (Ca)	$\frac{1}{10}$	1.43	1.90
	$\frac{1}{15}$	2.83	1.42
	$\frac{1}{20}$	1.78	1.12
대 두 피	$\frac{1}{10}$	1.73	1.25
	$\frac{1}{15}$	1.53	1.43
	$\frac{1}{20}$	1.86	1.07
Standard		1.66	2.14



	$\frac{1}{15}$	13.30±1.57	101.8±0.79	0.6505±0.0519	122.6±1.8
	$\frac{1}{20}$	13.4 ±1.28	105.7±1.4	1.4672±0.5109	120.2±1.8
균배양 후발효	$\frac{1}{10}$	12.9 ±0.58	102.9±5.8	1.4486±0.5808	120.1±1.1
	$\frac{1}{15}$	11.68±1.55	106.3±0.87	0.7394±0.3171	119.5±1.0
	$\frac{1}{20}$	14.4 ±0.90	105.9±1.0	0.6922±0.1058	118.2±1.8
1% 요소 배양	$\frac{1}{10}$	10.3 ±0.94	108.6±0.93	0.5933±0.1549	120.2±1.7
	$\frac{1}{15}$	11.2 ±0.91	105.1±2.35	0.6198±0.1469	120.8±5.6
	$\frac{1}{20}$	12.2 ±0.42	104.6±0.65	0.7293±0.0333	126.3±0.4
1%요소 후발효	$\frac{1}{10}$	12.9 ±1.15	104.6±1.48	0.5484±0.8446	111.7±1.1
	$\frac{1}{15}$	14.9 ±0.95	103.1±2.01	0.8253±0.090	112.4±3.6
	$\frac{1}{20}$	12.8 ±1.63	105.5±1.63	0.8904±0.2722	122.4±2.2
3% 유산 배양	$\frac{1}{10}$	13.2 ±1.54	108.7±1.5	0.6436±0.1235	144.1±1.6
	$\frac{1}{15}$	10.3 ±0.82	103.2±1.1	0.7414±0.2022	114.8±1.4
	$\frac{1}{20}$	13.3 ±1.61	104.4±2.3	1.1606±0.3875	114.2±2.7
3%유산 후발효	$\frac{1}{10}$	13.3 ±1.04	103.1±0.93	0.5516±0.1627	120.1±1.8
	$\frac{1}{15}$	13.7 ±0.57	103.9±1.01	0.6861±0.1067	112.8±3.0
	$\frac{1}{20}$	10.9 ±0.91	105.4±0.85	0.6415±0.0435	115.7±1.5
대 두 피	$\frac{1}{10}$	16.9 ±1.51	99.2±1.1	1.2777±0.6166	102.3±2.3
	$\frac{1}{15}$	15.2 ±1.65	100.2±2.6	0.7846±0.0839	109.2±3.7
	$\frac{1}{20}$	14.4 ±4.85	100.6±1.2	0.7879±0.1475	113.5±1.4

표 16. Nitrogen Retention

Group	질소 보유율(%)	
Standard	76 ±2.6	
균 배 양 $\frac{1}{10}$	75.6±1.6	
	$\frac{1}{15}$	77.8±1.2
	$\frac{1}{20}$	79.4±1.4
균배양 후발효 $\frac{1}{10}$	79.5±1.9	
	$\frac{1}{15}$	78.4±2.2
	$\frac{1}{20}$	81.4±2.3
1% 요소 배양 $\frac{1}{10}$	73.2±6.5	
	$\frac{1}{15}$	74.4±2.7
	$\frac{1}{20}$	73.4±3.7

1%요소 후발효 $\frac{1}{10}$	77.6±2.2	
	$\frac{1}{15}$	77.2±2.1
	$\frac{1}{20}$	79.0±1.8
3% 유산 배양 $\frac{1}{10}$	71.8±1.8	
	$\frac{1}{15}$	68.5±3.4
	$\frac{1}{20}$	72.1±1.9
3%유산 후발효 $\frac{1}{10}$	77.0±1.0	
	$\frac{1}{15}$	76.8±1.5
	$\frac{1}{20}$	78.4±1.9
대 두 피 $\frac{1}{10}$	71.6±2.9	
	$\frac{1}{15}$	73.5±2.3
	$\frac{1}{20}$	73.8±2.9

이상의 사육실험의 결과 및 고찰을 보면 표 13과 표 14에서 보여주는 바와 같이 Standard 보다는 P.E.R과 F.E.R.에서 낮은치를 보여 주고 있다. 각 군사이의 P.E.R과 F.E.R은 거의 같은 경향을 보여주고 있다.

다. 실험군 간의 F.E.R을 비교해 보면 대두피 군이 다른군에 비해 낮은치를 보여주고 있다. P.E.R에 있어서도 대두피가 다른군에 비교해서 낮은치를 보이고 있다. 표 12에서 보여준 몸무게 증가는 F.E.R의 치가 낮은 대두피군이 Standard 군에 비할 만큼 몸무게 증가를 보였으며 나머지 군들 중의 비교를 해보면 요소군이 다른군에 비해서 낮은치를 보이는 경향이 있었다. 수도수군을 제외하고는 유안군에서나 요소군에서나 모두 후발효 group이 높은 몸무게 증가를 보여 주었다. 균배양군은 후발효 group이 낮았다. 사료 배합 비율에 따라서 보면 1/10 군보다도 1/15 군이 몸무게 증가에서 높은 치를 보이고 있다. 1/20 군이 대체적으로 보아 1/10군보다 높은 경향을 나타내고 있는 것으로 보아 1/10양 이상의 사료 배합은 좋은 결과를 초래하지 못 함을 나타내 주고 있다. 표 22)에 나타난 바와 같이 몸무게 증가 경향과는 달리 체내질소 보유율은 Standard군이나 실험군에서 큰 차이가 없으며 대두피군이 오히려 낮은 경향이다. 표 12에서는 최종 장기 무게를 보여주고 있다. 모든 장기에 있어서 Standard군에 비해서 무게가 높은치를 나타냈다. 간의 무게는 Standard군이 제일 높으며 실험군 사이에서 비교해 보면 후발효군이 높은 경향으로 미루어서 몸무게 증가율과 같은 경향을 나타내고 있음이 밝혀졌다. 표 23에서 간조직 8당 질소의 함량은 대두피군이 다른군보다 현저히 낮은치를 나타내고 있으며 질소체내 보유량도 몸무게 증가 현상과 반대로 낮은치를 보여 준 것으로 미루어서 요소나 유안 첨가군이 단백질 체내 보유를 높인 것으로 나타났다. 이상의 사육 실험을 통해 요소 유안 첨가구가 FER와 질소보유율이 높은 것으로 단백질 공급을 위해서는 효과적이라 할 수 있다.

#### IV. 결 론

지금까지의 실험결과를 요약 해 보면 다음과 같다. 대두피를 이용한 발효 사료 제조에 적합한 균주로는 대두피 성분조성으로 보아 Cellulase와 Hemicellulase가 강력한 균주이며 동시 무기질소원을 단백질로 잘 동화하고 리보플라빈등 비타민 생성능이 좋은 A.niger를 선택했다. A. niger를 이용하여 단백질을 합성함

에 있어 적합한 무기질소원으로서는 ammonium sulfate-urea와 함께 사용 하였으며 첨가농도는 유안이 3%, 요소가 1%였으며 단백질 합성에 적합한 배양일수는 3~4일 이었다. 이렇게 하여 3% 유안 첨가구는 7%이상 1%요소 첨가구는 6% 이상의 조단백 합성을 얻을 수 있었다. 그리고 사육실험에 있어서 체중의 증가는 Standard사료보다 발효사료 첨가구에 있어서 성장이 다소 완만 한 듯 하나 FER나 체내 질소보유량은 높았으며 이로써 발효 방법에 의하여 합성된 단백질의 이용률이나 발효사료로서의 가치가 우수함을 증명하였다.

#### 참고 문헌

- 1) 佐佐木周郁・藤正太郎：日農化 15, 624(1939)
- 2) N. Toyama: *Memories of the Faculty of Agriculture, University of Miyazaki*, 3 No.2
- 3) 加藤隆夫・松本憲次, 日農協誌, 59, 431 (1964)
- 4) 中山重徳：竹田良作：外山信男 酒發工・43, 648 (1965)
- 5) 竹田良作：食品工業, 9, 45 (1966)
- 6) 坂口謹一郎, 岡崎浩, 岩崎孝志, 日農化・24, 77 (1950)
- 7) I. L. Stokes: *J. Bact.* 52, 195(1946)
- 8) 勝木辰男, 紺野耕, 日獸畜大紀要, 13, 20 (1964)
- 9) 紺野耕, 半杭邦雄・勝木辰男：日獸畜大紀要 17, 67(1968)
- 10) 金浩植・曹惠鉉・姜禧信：Seoul Univ. J.(D) 11, 69(1962)
- 11) 金浩植外：Seoul Univ. J.(D) 10, 89(1961)
- 12) 金浩植・曹惠鉉：農化學會誌：1, 34(1960)
- 13) 張文雄・宇佐美昭次, 武富昇：日農協誌 23, 375(1965)
- 14) E.F. Jansen&L.R. Mac.Donnel:*Arch. Biochem.* 8, 97(1945)
- 15) 實驗農藝化學. 上卷 p.119 朝倉書店(1960)
- 16) 實驗農藝化學. 別卷 p.158 朝倉書店(1961)
- 17) 實驗農藝化學. 下卷 p.639 朝倉書店(1960)
- 18) Myer Freed: *Methods of Vitamin Assay*. p. 158. *Interscience, 3rd Ed.* (1966)
- 19) D. L. Stalling & C.W. Gehreke: *Biochem. Biophys. Res. Comun.*, 22, 329(1966)
- 20) C.W.Gehreke & F. Shahrokhi:*Anal. Biochem.* 15, 97(1966)