

## 남은 음식물을 이용한 사료자원이 흰쥐의 성장과 사료효율에 미치는 효과

정 기 환. 장 기 호. 박 영 준. 홍 영 승. 신 형 태

성균관대학교 생명자원과학대학 식품·생명자원전공

### EFFECT OF FEED RESOURCE FROM FOOD WASTE ON GROWTH AND FEED CONVERSION OF RAT

K. H. Chung, K. H. Jang, Y. J. Park, Y. S. Hong, H. T. Shin

Dept. of Food and Life Sci., College of Life Sci. & Natural Resources,  
Sung Kyun Kwan University, Suweon, 440-746, Korea

Corresponding author : H. T. Shin, Dept. of Food and Life Sci., College of Life Sci. &  
Natural Resources, Sung Kyun Kwan University, Suweon, 440-746, Korea

#### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the feasibility of food waste as a feed resources by fermentation and fermented food waste as a substitute of rat feed on the performance with measuring the liveweight gain, feed consumption, feed conversion and digestibility Sixty-two grams Sprague-Dawley line 36 rats were allocated three treatments 12 rats of each(3 replication x 4 rats). The substitution level of fermented food waste to commercial broiler feed were control, 0:100; treatment I, 10:90; treatment II, 20:80.

The chemical composition of fermented food waste was appeared to follows : dry matter, 88.47%; crude ash, 12.95; crude protein, 20.82%; crude fiber, 13.62; ether extract, 9.15%.

The body weight of treatment I and II at 1 weeks was significantly lower than those of control( $p<.05$ ) and weekly weight gain of control at 0-1 weeks was significantly higher than those of treatment I and II( $p<.05$ ). Those were higher in treatment I than those of rest groups at 1-2 weeks( $p<.05$ ). Total weight gain of treatment II was significantly lower than those of control and treatment I( $p<.05$ ). Total feed consumption of treatment II was significantly higher than those of control ( $p<.05$ ) and weekly feed consumption of control and treatment II at 3-4 weeks was significantly higher than those of treatment II( $p<.05$ ), but those were higher in treatment I and II than those of control at 2-3 weeks( $p<.05$ ). .

Cummulative feed conversion of treatment II was significantly higher than those of control( $p < .05$ ) and weekly feed conversion of treatment II and III at 0-1 weeks was significantly higher than those of control( $p < .05$ ). Dry matter digestibility of control and treatment I was significantly higher than those of treatment II( $p < .05$ ) and organic matter digestibility was higher in control than those of treatment II( $p < .05$ ).

Key Words : Food waste, Feed conversion, Digestibility, Rat

### 초 록

본 연구는 잔반을 가축의 사료로 이용하기 위하여 Aspergillus와 Bacillus가 주요 미생물인 접종물을 이용하여 50kg 용량의 발효장치에서 발효시킨 잔반사료의 사료적 가치를 조사하기 위하여 시판 흰쥐사료와 10% 및 20% 대체하여 처리당 세번 반복 반복당 4마리씩 총 36마리의 흰쥐를 완전임의 배치법에 의하여 배치한 후 증체량, 사료섭취량, 사료요구율 및 소화율을 측정하였다.

발효전 잔반의 조성분 함량은 건물 19.0%, 조회분 18.0%, 조단백질 21.7%, 조섬유 18.1% 및 조지방 15.4%였고 제조된 잔반사료의 화학적 조성은 건물 88.5%, 조회분 13.0%, 조단백질 20.8%, 조섬유 13.6% 및 조지방 9.2% 였다.

생체중은 실험 개시 1주 후에는 잔반사료 급여량이 증가할수록 낮게 나타났으나( $p < .05$ ), 2주 및 3주 후에는 20% 대체구가 대조구 및 10% 대체구에 비하여 약 82%의 생체중을 나타냈다( $p < .05$ ). 증체량은 실험개시 후 1주동안 10% 및 20% 대체구가 대조구보다 각각 27.5%와 47.3% 낮은 증체량을 나타냈으며( $P < .05$ ), 1주에서 2주사이에는 10% 대체구가 다른 처리구 보다 높았으나( $p < .05$ ), 2주에서 3주사이에는 20% 대체구의 증체량이 다른 처리구 보다 낮게 나타났다( $p < .05$ ). 총 증체량은 대조구와 10% 대체구는 차이가 없었으나 20% 대체구는 다른 처리구에 비하여 약 24% 낮은 증체량을 나타냈다( $p < .05$ ). 사료 섭취량은 실험 후 1주 동안은 대조구에 비하여 20% 대체구가 낮았으나( $p < .05$ ), 2주에서 3주 동안에는 잔반사료 대체수준이 높을수록 사료 섭취량이 증가하는 경향을 나타냈으며( $p < .05$ ), 총 사료 섭취량은 잔반사료 20% 대체구가 대조구에 비하여 높게 나타났다( $P < .05$ ). 사료 요구율은 처음 1주 동안은 잔반사료 대체수준이 증가할수록 높았으나( $p < .05$ ), 실험후 2주 및 3주째 까지는 20% 대체구가 대조구에 비하여 높았다( $p < .05$ ). 실험사료의 건물 소화율(%)은 대조구와 잔반사료 10% 대체구에 비하여 20% 대체구가 낮게 나타났으며( $p < .05$ ), 유기물 소화율(%)은 대조구가 잔반사료 20% 대체구에 비하여 높게 나타났다( $p < .05$ ).

주제어 : 남은 음식물, 사료효율, 소화율, 흰쥐

### 1. 서 론

종래에는 잔반의 10% 정도가 돼지나 기타 가축의 사료로 이용되었지만 도시근교의 축산업이 환경문제로 인하여 전업 또는 폐업하게 되어 전체 쓰레기의 30% 이상을 차지하고 있는 잔반은(환경처,

1994) 재활용률이 전체 발생량의 9.8%인 일일 1,257톤으로 산정하고 있으나(심, 1998) 사료로서의 이용율은 감소한 실정이다. 이러한 잔반은 일반가정을 비롯한 식당, 시장 및 집단급식소 등에서 주로 배출되는데 수분함량이 75% - 85%로 높고 발열량

이 낮아 소각 및 퇴비화 등의 처리법이 경제적이지만 못한 것으로 인식되어 거의 전량이 매립 처분되고 있어 지하수 오염이나 매립 부지확보 문제로 인하여 재활용이나 자원 회수기술에 관심을 모으고 있으나 실용화된 기술이 전무한 실정이다(구, 1992).

박(1993)은 잔반의 경우 에너지가가 높고 단백질이 약 21% 정도이며 lysine과 methionine 등의 함량이 옥수수의 2 배 이상이며 가소화영양소총량(TDN)이 약 86%인 대단히 영양가가 높은 사료자원으로 단백질과 가용무질소물(NFE)의 소화율도 93% 이상이라고 보고하였다.

Aspergillus 등의 미생물은 광범위한 생육조건에서 잘 자라는 미생물로 농축산 폐기물, 유기성 도시 폐기물 등 다양한 폐기물 이용에 대단히 효율적인 것으로 알려져 있어(Dabbah, 1970; Lodder, 1971; Litchfield, 1979; Garraway, 1984), 미생물 발효를 통한 사료자원화에 관한 연구가 요망되고 있다.

따라서 본 연구는 잔반을 가축의 사료로 이용하기 위하여 50kg 용량의 발효장치에서 Aspergillus와 Bacillus가 주요 균종인 혼합 미생물을 이용하여 발효시켜 제조한 잔반사료로 흰쥐사료의 일부를 대체하여 흰쥐의 증체량, 사료섭취량, 사료요구율 및 소화율을 조사하므로써 잔반 발효사료의 단위가축 사료로서의 가능성과 안정성을 조사하고자 실시하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 잔반수거 및 조성분 함량 측정

일반적으로 잔반의 조성분은 시료 채취시 마다 차이가 심하여 AOAC(1990) 방법에 의하여 분석한 잔반은 약 15-25%의 조단백질과 10-25%의 조섬유가 함유되어 있었으며, 본 실험에 사용된 잔반은 성균관대학교 기숙사에서 3회에 걸쳐 수거한 후 혼합한 것으로 건물 함량 19.0%, 조회분 함량 18.

0%, 조단백질 함량 21.7%, 조섬유 함량 18.1% 및 조지방 함량 15.4%였다.

### 2.2 배양장치 및 잔반사료 제조

원통형 배양장치에서 유기물 분해력이 높은 Aspergillus와 Bacillus가 주요 균주인 접종물을 2% 접종하여 48시간 배양하였으며, C/N 비율 조절을 위하여 건물함량 87.7%, 조회분 함량 6.2%, 조단백질 함량 17.1%, 조섬유 함량 6.1% 및 조지방 함량 2.24% 인 농후사료와 bulking agent로 건물함량 85.7%, 조회분 함량 2.7%, 조단백질 함량 1.1%, 조섬유 함량 58.9% 및 조지방 함량 0.8% 인 톱밥을 사용하였다.

잔반 발효사료 제조 시 원료별 사용비율(%)은 잔반 70%, 톱밥 18%, 농후사료 10% 및 혼합 미생물 2% 였다. 그리고 발효조건은 수분함량 60%, 온도 55℃ 및 C/N 비율 30 으로 조정하였는데, 잔반을 퇴비화 할 때 수분함량은 40-60%가 적합하며 40% 이하가 되면 미생물 활동이 저하되며, 폐기물에 따라 다르나 최적 발효온도는 55-60℃이며, C/N 비율이 80 이상이면 질소결핍으로 발효가 이루어지지 않으며, 20 이하가 되면 발효가 지연되므로 발효초기 C/N 비율은 25-40이 적합하다고 알려져 있다(Shuhei와 Taizo, 1993; 신, 1993; 김, 1994).

사양실험을 위한 잔반사료는 5회 제조한 후 혼합하여 -4℃에서 보관하면서 흰쥐 실험에 사용하였는데, 잔반사료의 화학적 조성은 건물함량 88.5%, 조회분 함량 13.0%, 조단백질 함량 20.8%, 조섬유 함량 13.6% 및 조지방 함량 9.2% 였다.

### 2.3 공시동물 및 사양관리

평균 체중이 약 62g인 Sprague-Dawley종의 흰쥐 숫컷 36마리를 선발하여 사육 system 및 사육실 환경에 적응시킨 후 3주 동안 실험사료를 급여하였다. 실험사료 및 물은 오전 9시에 충분한 양을 공급해 자유 섭취시켰다.

2.4 실험설계 및 실험사료

미생물 발효를 이용하여 제조한 잔반사료의 대체 수준별 이용율을 조사하기 위하여 시판 흰쥐사료 100% 급여구인 대조구와 시판사료를 10% 대체한 처리 I구 및 20% 대체한 처리 II구로 나누어 처리 당 3 반복에 반복당 4마리씩 총 36마리를 완전임의 배치법에 의하여 배치하였으며, 잔반사료 대체수준에 따른 처리구별 실험사료의 조성분 함량은 Table 1과 같다.

2.5 조사항목

1) 체중 및 증체량

체중은 실험 개시시부터 종료 시까지 매주마다 3시간 절식 후 animal balance를 이용하여 측정하였으며, 증체량은 주별 및 누계 증체량으로 산출하였다.

2) 사료 섭취량 및 사료 요구율

사료섭취량은 사료 급여량으로부터 체중 측정전에 측정된 사료잔량을 감하여 주별 및 누계 섭취량을 산출하였으며, 사료 요구율은 단위 증체량 당 요구되는 사료량으로서 계산하였다.

3) 소화율 측정

실험사료의 건물 및 유기물 소화율은 전분채취법으로 실험 3주째 처리구별로 5마리씩을 선정하여 실험사료를 급여하면서 5일간 분을 채취하여 실험사료 내 건물 및 유기물 함량에 대한 백분율로서 소화율을 계산하였다.

2.6 통계분석

실험 data에 대한 통계처리는 통계처리 program인 SAS(1988)을 이용하여 분산분석에 의한 F-test를 사용하였으며, 유의성 검정은 Duncan's Multiple Range test (Duncan, 1955)에 의하여졌다.

3. 결과 및 고찰

3.1 체중 및 증체량

흰쥐사료를 잔반사료로 0%, 10% 및 20% 대체 시 생체중 및 증체량 변화는 Table 2와 같다. 생체중은 실험시작시 대조구, 10% 및 20% 대체구가 62.3, 61.9 및 62.6 g으로 차이가 없었으나 1주 후에는 각각 102.3, 91.1 및 83.6 g으로 나타나 잔반사료 급여량이 증가할수록 생체중이 낮게 나타났다 ( $p < .05$ ). 그러나 2주 및 3주 후 생체중은 대조구와 10% 대체구간에는 유의적인 차이가 없었으나, 20% 대체구에서 대조구 및 10% 대체구에 비하여 약 82%의 생체중을 나타내( $p < .05$ ) 잔반사료 20% 대체시 증체가 저하되는 것으로 나타났다( $p < .05$ ).

주별 증체량은 실험개시 후 1주 동안 대조구는 39.95 g의 증체량을 보인데 비하여 10% 및 20% 대체구는 28.97g과 21.05g의 증체량을 나타내 대조구보다 각각 27.5%와 47.3% 낮은 증체량을 나타냈는데( $P < .05$ ), 이는 생후 급여하던 사료를 잔반사료로 10%와 20% 대체함에 따른 결과로 생각된다. 그러나 사료에 적응되고 난 후인 1주에서 2주사이

Table 1. Experimental design on the effect of fermented food waste on the performance of rats.

Item	Control	Treatment	
		I	II
Design			
Replication	3	3	3
Head/replication	4	4	4
Commercial feed ratio (%) <sup>a</sup>	100	90	80
Fermented food waste ratio (%) <sup>b</sup>	-	10	20
Chemical composition (%) <sup>b</sup>			
Crude protein	19.14	19.31	19.47
Crude fiber	1.96	3.12	4.29
Crude fat	3.45	4.02	4.59

<sup>a</sup> All values are expressed on as fed basis.  
<sup>b</sup> All values are expressed on dry matter basis.

의 증체량은 10% 대체구가 36.57g으로 대조구 및 20% 대체구 24.14g 및 28.21g 보다 높았으며(p<.05), 대조구와 20% 대체구간에는 차이가 없었다. 증체량이 1주에서 2주사이에 잔반사료 대체구에서 높게 나타난 것은 사료에 적응하던 시험후 1주 사이에 나타난 낮은 증체에 대한 보상성장으로 생각되며, 이후 2주에서 3주 사이에는 대조구와 10% 대체구는 각각 29.63g과 29.64 g의 유사한 증체량을 나타내었으나 20% 대체구는 22.14 g으로 낮은 증체량을 나타냈다(p<.05).

실험기간 동안의 총 증체량은 대조구와 10% 대체구가 93.72g과 95.18 g으로 차이가 없었으나, 20% 대체구는 71.40 g으로 대조구 및 10% 대체구 보다 약 24% 낮은 증체량을 나타냈다(p<.05).

따라서 잔반사료에 대하여 서서히 적응시킨 후 전체사료를 10% 정도 대체하여도 증체에는 영향이 없는 것으로 나타났으며, 20% 대체시에는 잔반사료의 정확한 이용을 분석을 통하여 전체 사료내 영양소의 균형을 유지하여야 할 것으로 생각된다.

Table 2. Weekly Liveweight and weight gain of rats fed different level of fermented food waste(g)

Item	Control	Treatment	
		I	II
Initial weight	62.3	61.9	62.6
1 week	102.3 <sup>a</sup>	91.1 <sup>b</sup>	83.6 <sup>c</sup>
2 week	126.4 <sup>a</sup>	127.7 <sup>a</sup>	106.2 <sup>b</sup>
Final weight	156.1 <sup>a</sup>	157.3 <sup>a</sup>	128.4 <sup>b</sup>
Weekly weight gain			
0 - 1	39.95 <sup>a</sup>	28.97 <sup>b</sup>	21.05 <sup>c</sup>
1 - 2	24.14 <sup>c</sup>	36.57 <sup>a</sup>	28.21 <sup>b,c</sup>
2 - 3	29.63 <sup>a</sup>	29.64 <sup>a</sup>	22.14 <sup>b</sup>
Total weight gain	93.97 <sup>a</sup>	95.18 <sup>a</sup>	71.40 <sup>b</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<.05)

### 3.2 사료 섭취량

주별 사료 섭취량은 Table 3과 같이 실험 후 1주 동안은 대조구 59.41g에 비하여 20% 대체구가 55.60g으로 낮았으나(p<.05), 1주에서 2주 사이에는 대조구, 10% 대체구 및 20% 대체구가 각각 102.33g, 101.36g 및 100.30g으로 차이가 없었다. 그러나 2주에서 3주 사이에는 각각 87.34g, 92.19g 및 98.02g으로 잔반사료 대체수준이 높을수록 사료 섭취량이 증가하는 경향을 나타냈다(p<.05). 실험 종료시 총 사료섭취량은 각각 249.08g, 251.54g 및 253.92g으로 잔반사료 20% 대체구가 대조구에 비하여 높은 경향을 나타냈으나(p<.05), 나머지 처리간에는 유의적인 차이가 없었다.

### 3.3 사료 요구율

흰쥐사료내 잔반사료 대체수준(0%, 10% 및 20%)에 따른 사료 요구율은 Table 4와 같이 처음 1주 동안은 대조구의 사료 요구율이 1.49인데 비하여 10% 및 20% 대체구는 2.00과 2.64로 대체수준이 증가할수록 높았다(p<.05). 이는 대조구의 경우 실험전 급여하던 사료를 계속 급여한데 비하여 잔반사료 대체구는 사료의 10% 및 20%가 갑자기 변화함에 따라 흰쥐의 사료 요구율이 증가한 것으로

Table 3. Feed consumption of rats fed different level of fermented food waste(g)

Item	Control	Treatment	
		I	II
Weekly intake(g)			
0 - 1	59.41 <sup>a</sup>	57.99 <sup>a,b</sup>	55.60 <sup>b,c</sup>
1 - 2	102.33	101.36	100.30
2 - 3	87.34 <sup>c</sup>	92.19 <sup>b</sup>	98.02 <sup>a</sup>
Total intake(g)	249.08 <sup>b,c</sup>	251.54 <sup>a,b</sup>	253.92 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<.05)

Table 4. Feed conversion of rats fed different level of fermented food waste(g)

Item	Control	Treatment	
		I	II
0 - 1	1.49 <sup>c</sup>	2.00 <sup>b</sup>	2.64 <sup>a</sup>
0 - 2	2.52 <sup>b,c</sup>	2.43 <sup>c</sup>	3.16 <sup>a</sup>
0 - 3	2.66 <sup>b</sup>	2.64 <sup>b</sup>	3.56 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Means in the same row with different superscripts differ significantly(P<.05)

생각된다. 실험 후 2주까지의 사료 요구율은 대조구와 10% 대체구가 각각 2.52와 2.43으로 20% 대체구 3.16보다 낮았으며(p<.05). 실험 후 3주까지의 사료 요구율도 대조구, 10% 대체구 및 20% 대체구가 각각 2.66, 2.64 및 3.56으로 20% 대체구의 사료 요구율이 높게 나타나(p<.05) 잔반 사료의 대체수준은 10%가 적합한 것으로 사료된다.

3.4 실험사료의 소화율

실험사료의 건물 및 유기물 소화율은 Table 5와 같이 대조구 및 잔반사료 대체수준(10% 및 20%)에 따른 건물 소화율(%)은 각각 78.43, 78.30 및 75.58로 대조구와 잔반사료 대체구간에 차이가 없었으나, 20% 대체구의 소화율이 낮게 나타났다(p<.05). 유기물 소화율(%)은 대조구가 10% 및 20% 대체구가 각각 83.03%, 82.79 및 81.09로 나타나 대조구가 20% 대체구에 비하여 높게 나타났다(p<.05). 잔반사료 대체수준이 증가할수록 소화율이 저하되는 것은 조섬유 함량 증가에 의한 것으로 사료된다.

4. 결론

잔반을 가축의 사료로 이용하기 위하여 *Aspergillus*와 *Bacillus*가 주요 미생물인 집종물을 이용하여 발효시킨 잔반사료의 화학적 조성은 건물 88.5%, 조회분 13.0%, 조단백질 20.8%, 조섬유

Table 5. Dry matter and organic matter digestibility of rats fed different level of fermented food waste(%)

Item	Control	Treatment	
		I	II
Dry matter digestibility(%)	78.43 <sup>a</sup>	78.30 <sup>a</sup>	75.58 <sup>b</sup>
Organic matter digestibility(%)	83.03 <sup>a</sup>	82.79 <sup>a,b</sup>	81.09 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts differ significantly(P<.05)

13.6% 및 조지방 9.2% 였다. 잔반사료 급여시 증체량은 대조구와 10% 대체구는 차이가 없었으나 20% 대체구는 다른 처리구에 비하여 약 24% 낮은 증체량을 나타냈으며(p<.05). 사료 섭취량은 잔반사료 20% 대체구가 대조구에 비하여 높게 나타났다(P<.05). 또한 사료 요구율은 20% 대체구가 대조구나 10% 대체구에 비하여 높았으며(p<.05). 건물 소화율(%)은 대조구와 잔반사료 10% 대체구에 비하여 20% 대체구가 낮았고(p<.05) 유기물 소화율(%)은 대조구가 잔반사료 20% 대체구에 비하여 높게 나타났다(p<.05).

참고문헌

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C..  
 Dabbah, R. 1970. Food Technol. 24. p. 659-666.  
 Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1-42.  
 Graway, M.O. 1984. Fungal Nutrition. John Wiley & Sons, Int., New York.  
 Kreger-van Rij, N.J.W. 1984. The yeasts, a taxonomic study. 3rd edition. Elsevier, Amsterdam.  
 Litchfield, J.H. 1979. Production of single-

- cell protein for use in food or feed. In H.J. Pepler and D. Perlman(Eds.), *Microbial Technology*(2nd Ed.). Vol.1. pp. 93-155. Academic Press, Inc., New York.
- Lodder, J. 1971. *The Yeast-A Taxanomic Study*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- SAS. 1988. *SAS user's guide ; Statistics* SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Shiuhei, M and Taizo, I. 1993. Garbage composting. Osaka Prefectural Industrial Technology Research Institute. *J. of KOWREC Symposium*, Vol. 1, No. 2.
- 김남천. 1994. 음식물 찌꺼기의 재활용에 관한 연구. *유기성폐기물자원화*. 2:51-64.
- 구자공. 1992. 생분해성 쓰레기의 대체에너지 전환 방안에 관한 연구. 과학기술원.
- 박봉선. 1993. 도시 미이용 자원(식품부산물)의 사료화기술. *J. of KOWRES*. Vol. 1. No 1. 45-58
- 신항식, 황응주, 정연구. 1993. 음식물쓰레기 퇴비화시 Bulking agent의 적정 첨가량 결정에 관한 연구. *KOWREC Symposium*.
- 심재곤. 1998. 음식물쓰레기 자원화 기본계획의 배경 및 정책방향. 남은 음식물 사료화 심포지움.
- 환경처. 1994. 1993년 환경백서.