

흰쥐를 이용한 음식물쓰레기의 사료화에 관한 연구

조종삼 · 김남찬

광운대학교 공과대학 환경공학과

A Study on the Feed Stuff of Food Waste by Mice

Jung-Sam Cho and Nam-Chan Kim

Dept. of Environ. Eng., Kwangwoon University, Wolgye-dong 447-1, Nowon-gu, Seoul 139-701, Korea

The aim of this study is to find the optimum bulking agent and its feeding for fermentation of food waste into feed, and to conclude on the value of feed, according to it. Sawdust, wheat brand, dead leaf and bean curd dregs were used as bulking agents. The contents of crude fiber for sawdust, wheat brand, dead leaf and bean curd dregs were 31.97%, 4.71%, 13.15% and 8.02% respectively. This showed that there was a problem in digestion in sawdust and dead leaf. In the case of crude ash there was no problem in all the bulking agents with the contents of 6.76%, 7.49%, 6.87% and 7.08% respectively. The contents of crude fiber for sawdust, wheat brand, dead leaf and bean curd dregs were 31.97%, 4.71%, 13.15% and 8.02% respectively. This showed that there was a problem in digestion in sawdust and dead leaf. In the case of crude ash there was no problem in all the bulking agents with the contents of 6.76%, 7.49%, 6.87% and 7.08% respectively.

Key words: Feed Stuff, Food Waste, Bulking Agent

1. 서 론

우리 나라에서는 2000년 현재 417만톤(1일 평균 11,434톤)의 음식물 쓰레기가 발생되고 있는데 이것은 전체 생활 폐기물 발생량의 24.6%에 해당된다. 과거 5년 이상의 자료에서 알 수 있듯이 생활 폐기물의 증·감과 거의 무관하게 음식물 쓰레기는 전체 쓰레기의 약 25%를 상회하고 있다. 이렇게 발생한 음식물 쓰레기의 처리는 2000년 현재 재활용율이 45.1%에 달하고 있고 매립과 소각되는 비율은 각각 45.4%, 9.5%로서 매립의 비중이 아직까지는 약간 높음을 알 수 있다.

음식물 쓰레기 자원화는 지속적으로 증가되고 있으며 2000년 기준으로 사료화가 61.4%로 가장 큰 비중을 차지하고 퇴비화, 메탄화 및 기타 순으로 재활용되고 있다. 사료화의 비중이 높은 것은 1997년말 IMF 체제 하에서 환율 인상으로 배합사료 가격이 상승함에

따라 많은 축산 농가에서 경영비 절감차원에서 사료화 시설을 많이 설치하였기 때문으로 생각된다.

본 연구에서는 지난 연구에서 밝혔듯이 발효사료화에 필요한 최적의 수분 조절제가 밀기울임을 바탕으로, 흰 쥐실험을 통하여 사료로서의 가치를 판단하고자 한다.

2. 실험 및 재료

2.1. 공시사료

실험에 사용된 흰쥐의 사료는 (주)삼양의 배합사료로서 다음과 같은 물리화학적 특성을 가진다.

2.2. 실험동물

발효 사료의 적용 가능성을 조사하기 위하여 생후 30일 가량 지난 체중이 약 22g의 ICR Outbred Mice 수컷 12마리를 선발하여 동물 실험을 실시하였다. ICR

Table 1. Physical and chemical characteristics of assorted feed

	NaCl(%)	Ca(%)	P(%)	CP(%)	EE(%)	CF(%)	Ash(%)
S 사료	0.68	0.65	0.49	23.15	3.81	4.82	7.51



Fig. 1. experimental animal (ICR Outbred Mice).

Outbred Mice의 평균수명은 약 3년, 성장기간은 약 2~3개월이며 성장이 끝나면 약 35~45 g이다.

2.3. 운전

2.3.1 실험 장치의 운전

본 연구에서는 톱밥, 낙엽, 밀기울 및 두부박을 각각 음식물 쓰레기와 혼합하여 호기성 발효사료화의 최적 함수율인 50~60%로 조절하였다. 또한 C/N비도 최적의 상태인 25~40으로 조정하였으며 공기공급량은 1 L/kg · min으로 유지하고 반응조의 교반은 1일 3회 실시하였다.¹⁴⁾

2.3.2. 사육 system 및 실험설계

실험 동물인 흰쥐 12마리를 사육 system 및 사육실 환경에 적응시킨 후 2주 동안 실험사료를 급여하였다. 실험사료 및 물은 오전 10시에 충분한 양을 공급해 주

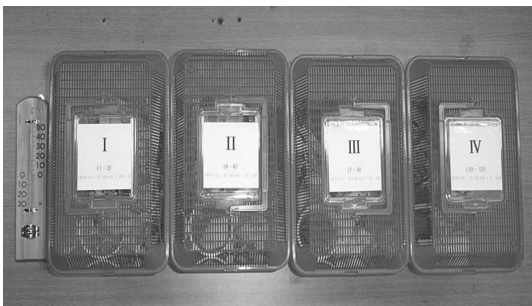


Fig. 2. Cages of mice.

I: 시판 흰쥐사료 100%급여(대조구, 흰쥐배합사료 : 밀기울 발효 사료 = 100 : 0), II: 시판 흰쥐사료를 20% 대체한 처리구(흰쥐배합사료 : 밀기울 발효 사료 = 80 : 20), III: 시판 흰쥐사료를 50% 대체한 처리구(흰쥐배합사료 : 밀기울 발효 사료 = 50 : 50), IV: 시판 흰쥐사료를 100% 대체한 처리구(흰쥐배합사료 : 밀기울 발효 사료 = 0 : 100).

유 섭취시켰다.

호기성 발효를 이용하여 제조한 음식물 쓰레기 사료의 대체 수준별 이용율을 조사하기 위하여 시판 흰쥐 사료 100% 급여구인 대조구와 시판사료를 20%, 50% 및 100% 대체한 처리구로 나누어 3마리씩 총 12마리를 사육시켰다.

2.4. 분석방법

분석을 토대로 선택된 최적의 발효사료를 흰쥐에게 먹여 2주간의 체중, 사료 요구율, 소화율을 분석하였다.

2.5. 동물 실험¹⁷⁾

2.5.1. 체중

체중은 실험 개시부터 종료 시점까지 매일 오전 사료와 물을 급여하기 전에 측정하였다.

2.5.2. 사료 요구율

사료 급여량으로부터 체중 측정하기 전에 측정한 사료잔량을 감하여 하루단위로 산출하였으며, 사료 요구율은 단위 증체량 당 요구되는 사료량으로서 계산하였다.

2.5.3. 소화율

발효 사료의 소화율의 측정은 각 처리구별로 전분을 채취하여 발효사료에 대한 백분율로서 구하였으며, 조단백질, 조지방, 조섬유, 조회분의 항목별 소화율을 측정하였다. 소화율은 실험사료를 급여하고 5일과 10일이 경과한 후 두 차례에 걸쳐 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 동물 실험 결과

발효사료의 분석 결과 밀기울 발효 사료가 영양적인 면에서 가장 적합한 것으로 나타났다. 따라서 밀기울 발효 사료를 흰쥐에게 14일간 먹이면서 체중과 그에 따르는 사료 요구율, 각 영양소별 소화율을 분석하였다.

3.1.1. 체중

그럼 3은 밀기울 발효 사료를 흰쥐에게 먹이며 14일간의 체중을 측정한 결과이다. 대조구와 밀기울 발효사료 20% 대체구에는 체중의 차이가 크지 않으나, 발효사료 50%, 100% 대체구에서는 체중 증가의 폭이 작다는 것으로 보아 50% 이상 대체할 때에는 기호성 및

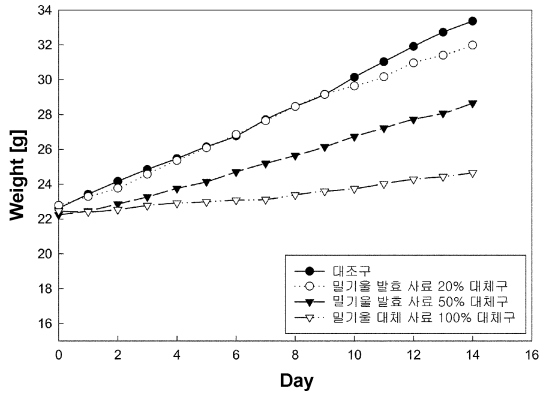


Fig. 3. Daily weight of mice fed with different level after fermented food waste [g].

영양적인 불균형을 초래할 것으로 사료된다.

3.1.2. 사료 요구율

밀기울 발효 사료를 흰쥐에게 급여하고 실험구별로 사료요구율을 분석한 결과, 그림 4에서 보는 바와 같이 대조구와 20% 발효사료 대체구에는 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 50% 대체한 실험구에서는 사료요구율이 실험 첫날부터 20g을 상회하였으며, 실험 기간이 경과하면서 점차 증가하는 추세를 보였다. 이것은 발효사료에 대한 기호성이 상대적으로 떨어지며, 또한 흰쥐의 일일 증체량도 대조구와 20% 대체구에 비해 낮기 때문으로 사료된다. 100% 발효사료 대체구에서는 사료 요구량이 실험 기간동안 일정하지 못하게 나왔는데, 이것은 해당 실험구에서 체중의 감소를 보이는 개체들이 원인인 것으로 사료요구율의 급격한 증가를 가져왔다고 판단된다.

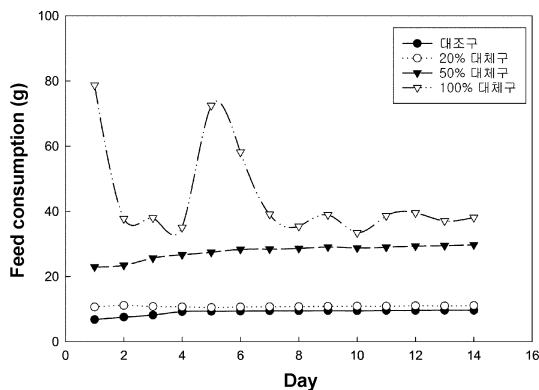


Fig. 4. Daily feed consumption of mice fed with different level of fermented food waste.

3.1.3. 소화율

발효 사료에 대한 흰쥐의 소화율을 분석한 결과 그림 5에서와 같이 조단백질의 소화율은 대조구에서 약 64.5%, 20% 대체구에서 약 62.3%로 나타나 밀기울 발효사료로 20% 대체하였을 때에는 큰 문제가 없는 것으로 나타났으나, 50% 및 100%로 대체한 실험구에서는 각각 50.76%, 42.97%로 낮은 수치의 소화율을 보였다.

조지방의 경우도 그림 6에서 보는 바와 같이 대조구와 20% 대체구에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 50% 및 100% 대체한 실험구에서는 각각 61.1%, 51.61%로 상대적으로 낮은 수치의 소화율을 나타냈다.

조섬유, 조회분의 소화율 역시 그림 7, 8에서 보는 바와 같이 조단백질과 조지방과 같은 유형으로 대조구와 20% 대체구에는 소화율의 차이가 미미하였으나 50% 이상 대체시 낮은 소화율로 인해 가축에게 급여시 바람직하지 못할 것으로 판단된다.

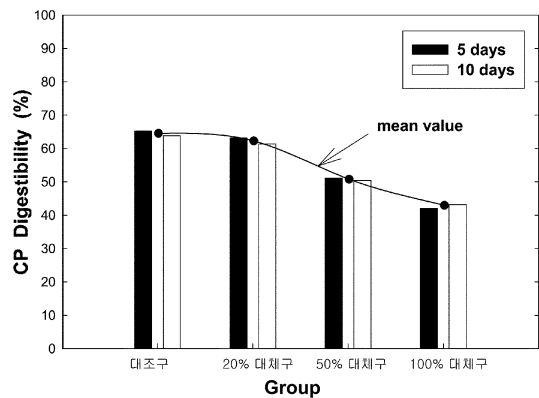


Fig. 5. Digestibility of CP for each group[%].

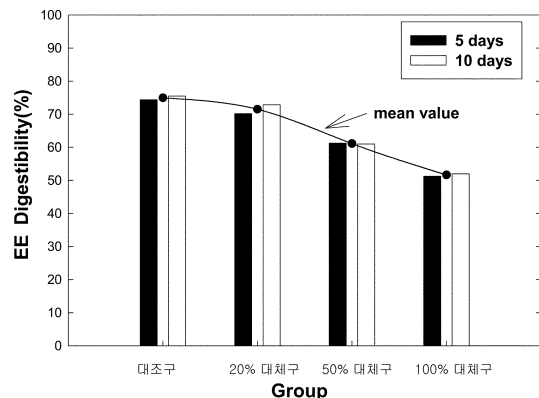


Fig. 6. Digestibility of EE for each group[%].

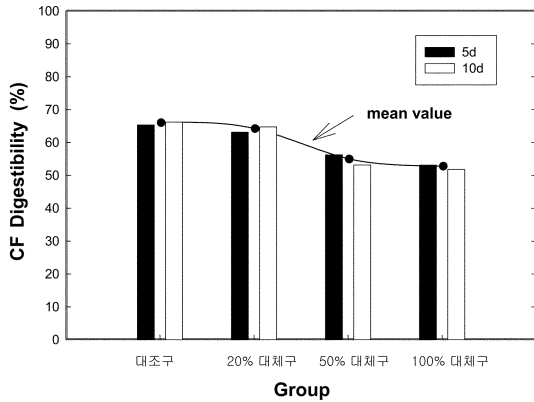


Fig. 7. Digestibility of CF for each group[%].

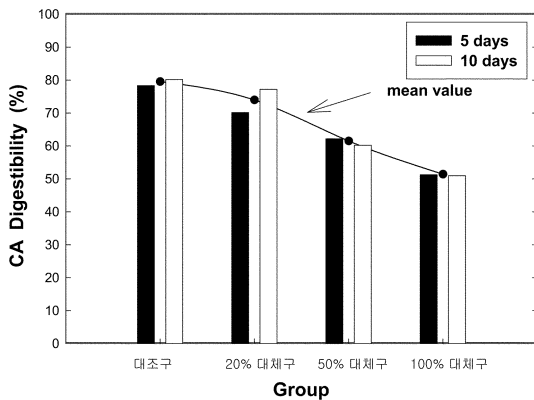


Fig. 8. Digestibility of CA for each group[%].

4. 결 론

본 연구의 목적은 음식물 쓰레기 발효사료화에 필요한 최적의 수분 조절제를 중심으로 흰쥐실험을 통하여 사료로서의 가치 및 적용성을 판단하고자 한다.

수분 조절제로 톱밥, 밀기울, 낙엽 및 두부박을 선택하여 발효 사료 제조시 각 발효 사료의 성분 분석과 이를 통해 최적의 수분 조절제로 선택한 밀기울 사료를 흰쥐에게 적용한 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 발효 사료 제조시 NaCl의 함량은 톱밥, 밀기울, 낙엽 및 두부박 사료가 각각 1.32%, 0.87%, 1.68%, 1.27%로 나타나 밀기울 사료가 상대적으로 가장 안정적인 것으로 판단된다.

2. Ca의 경우 톱밥, 밀기울, 낙엽 및 두부박 사료가 각각 0.65%, 1.33%, 0.71%, 0.75%로 측정되었고 P의 경우 0.65%, 1.32%, 0.73%, 1.06%로 나타났다. Ca,

P 모두 밀기울을 수분 조절제로 사용하였을 때 영양적인 면에서 적합한 것으로 판단된다.

3. 톱밥, 밀기울, 낙엽 및 두부박 사료의 조단백질은 8.29%, 16.89%, 8.91%, 13.97%로 나타났으며, 조지방은 4.52%, 6.32%, 5.24, 6.42%로 두부박 발효사료가 가장 큰 값을 보였으나 밀기울 발효사료와 유사한 값을 보이는 것을 알 수 있다.

4. 톱밥, 밀기울, 낙엽 및 두부박 사료의 조섬유 함량은 31.97%, 4.71%, 13.15%, 8.02%로 나타났다. 따라서 톱밥과 낙엽 사료는 소화율에 문제가 있을 것으로 판단된다. 조회분의 경우는 6.76%, 7.49%, 6.87%, 7.08%로 밀기울이 상대적으로 큰 값을 보였으나 큰 차이는 없는 것으로 판단된다.

5. 실험에 선택한 수분 조절제 중 최적의 수분 조절제라 판단되는 밀기울 발효사료에 대한 흰쥐의 체중 변화를 살펴본 결과, 100% 흰쥐 배합사료를 먹인 대조구와 20%를 밀기울 사료로 대체한 처리구는 체중이 거의 유사한 것으로 나타났다. 이를 통해 배합사료를 20%까지는 밀기울 발효사료로서 대체 가능할 것으로 사료된다.

6. 밀기울 발효사료에 대한 흰쥐의 사료 요구율을 살펴본 결과 대조구는 약 6~9, 20%를 밀기울 사료로 대체한 처리구에서는 약 6~11로 차이가 크지 않았으나, 밀기울 사료를 50%, 100%로 대체한 처리구에서는 9~22, 20~72의 값을 나타내었다. 이는 사료의 기호성이 떨어져 체중 증가의 폭이 감소된 결과라 사료된다.

7. 밀기울 발효사료에 대한 흰쥐의 조단백질 소화율을 측정하는 결과 대조구와 밀기울 사료로 20% 대체한 처리구에서 64.62%, 62.27%로 나타나 큰 차이를 보이지 않았으나, 50%, 100% 대체한 처리구에서는 50.76%, 42.97%로 대조구와 비교해 소화율이 떨어지는 것을 볼 수 있으며, 이는 배합사료에 비해 밀기울 발효사료에는 소화효소가 적게 함유되어 있기 때문이라고 판단된다.

8. 위의 결과를 토대로 음식물 쓰레기 발효 사료화시 밀기울을 수분 조절제로서 사용한 사료의 경우 배합사료의 20%까지 대체가 가능할 것으로 판단된다.

9. 음식물 쓰레기 발효 사료화의 문제점의 하나인 성상이 불균일한 점과 이러한 점이 사료화에 미치는 영향과 그에 따르는 사료의 안전성 문제는 향후 연구가 필요하다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 환경부, “음식물쓰레기 실무자료집”, 1998.
2. 임민섭, “소나무 발효칩을 이용한 생활하수처리에 관한 연구”, 2000, 3-8, 광운대학교 환경공학과 석사학위논문.
3. 한국유기성 폐자원 학회, “퇴비화의 이론 및 응용”, 1999, 동화기술.
4. Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S., “Integrated Solid Waste Management”, 1993, McGraw-Hill, Inc., NY.
5. 최홍립, 김현태 외 5인, “진주상평공단내 제지공장에서 배출되는 폐수슬러지 케이크의 퇴비화를 위한 모형 실험”, 1991, 경상대학교 농자원이용연구소보.
6. Torisu, R., S. Kimula and K. Tashiro, *J. Soc of Agr.* 1980, 42(1), 135~140.
7. 김남천, “지방자치단체의 남은 음식물 사료화 공법(II)”, 2001, 155-174, 남은 음식물 사료화 심포지엄.
8. Gotaas, H. B. “Composting-Sanitary Disposal and Reclamation of Solid Wastes”, 1956, World Health Organization, Geneva.
9. Walker, J. M., Goldstein, N and chen B, “Evaluating the In-Vessel composting optn In: The Biocycle Guide to the Art and Science of composting Eds”. 1991, The Biocycle staff. JG Press, 107-115.
10. 한국자원재생공사, “음식물쓰레기 등 한국형 유기성 폐기물 자원 화연구 개발 사업, 쓰레기 퇴비화 시설의 설계, 운영지침 및 모델 개발”, 1995.
11. 배동호, “음식찌꺼기의 사료화를 위한 발효 처리시 수분조절제, 발효방법 등이 화학적 조성분 및 소화율에 미치는 영향”, 1999, 영남대학교 생물자원학부
12. 한영근, “남은 음식물을 이용한 사료제조시 단미사료의 이용방안”, 2001, 축협중앙회 사료축산연구소
13. 한인규, “사료자원핸드북”, 1989, 제2판, 한국사료협회
14. 박진식, “남은 음식물의 사료화를 위한 최적 발효공정”, 1999, 동아 대학교 환경공학과
15. 김삼권 외 5인, “폐기물 공정시험법 해설”, 1998, 동화기술
16. 농촌진흥청 축산기술연구소 “사료표준분석방법”, 2001, 제2판.
17. 정기환, 장기호 외 3인, 폐기물자원화, 1999, 7(2), 65~71.
18. 고영두 외 12인 “가축영양학”, 2002, 유한 문화사.
19. 문종식, “습식발효 남은 음식물의 급여가 육성비육돈의 성장, 영양소 소화율 및 육질에 미치는 영향”, 2001, 강원대학교 축산학과.