

## 음식물쓰레기 사료화의 염분제거 및 위생학적 안전성 확보에 관한 연구

박 연 재·이 재 영

(환경부 생활폐기물과·서울시립대학교 환경공학부)

### A Study on the Control of Salinity and Sanitary Safety of the Feed with Food Waste

Yeon Jae Park · Jai-Young Lee

#### ABSTRACT

The food waste is discharged about 11,800 t/day that is about 27% of municipal solid waste production. It is provided in the Waste Management Law that the food waste is prohibited from filling-up in the municipal waste landfill on 2005. This is caused by not only much quantity of the food waste but also the occurrence of water and air pollution due to disposal like a landfilling or a incinerating.

The conversion rate into feed for food waste is 1,540 t/day in 1998 which is about 60% of total food waste recycled. The recycle rate of food waste is on the increase but food waste is apt to decay and has the risk for pathogenic microbes to propagate. So a method is needed to insure the safety of feed converted from food waste. In this study, the problems of heavy metals, salt, and pathogenic microbes that have been brought about in conversion of food waste into feed and the solution of these problems will be discussed. The salt concentration in food waste was about 3% and it was examined that the use of feed converted from food waste with 60% of additives in total feed didn't harm the domestic animals. The concentration of heavy metals in food waste is below the criteria for using feed but in case using steel component in production facilities, the corrosion of component can do harm the safety of facilities. So the author advises that the facilities should use stainless steel.

It was examined that the conditions for disinfection of the pathogenic microbes (E. coli., Salmonella, Listeria ... and so on ) are each 60 minutes at 70℃ , 30 minutes at 80℃, 20 minutes at 90℃, and a moment at 100℃. But in regulation the condition for disinfection was only installation of heater system up to 80℃ without disinfection time. So it was thought that the supplement of regulation that determine the disinfection time under each disinfection temperature condition was needed.

## 1. 서론

우리나라의 음식물쓰레기 발생량은 '98년도 하루 11,798톤으로 전체 생활쓰레기 발생량 44,583톤/일의 26.4%를 차지하고 있으나, 사료 또는 퇴비화 등 재활용율은 22%인 2,566톤/일로 대부분 매립에 의존하고 있는 실정이다.

특히 음식물쓰레기의 경우 평균 80%이상의 높은 수분함량과 분해가 비교적 용이한 부패성 물질로 구성되어 있어 수거·운반 시에 오수 및 악취 등으로 처리·처분작업에 지장을 초래할 뿐만 아니라, 매립지에서 침출수 다량 발생 및 악취의 주요 원인으로 여러 가지 부작용을 낳고 있다.

이러한 부작용 제거의 일환으로 정부에서는 1997년에 폐기물관리법시행규칙을 개정하여 2005년부터 음식물류 폐기물을 쓰레기매립지에 바로 매립하는 것을 금지하고 있음을 감안할 때 기존의 사료화, 퇴비화, 에너지화 등 자원화 방안의 극대화 방안이 필요하다.

음식물쓰레기 자체가 양질의 유기성 물질로서 배출되는 당시에 분리선별이 잘되고, 부패되지 않도록 신속한 수거·운반 시스템이 선행된다면 적절한 가공공정 등을 거쳐 가축 등의 사료로써 효율적으로 활용될 수 있다.

우리나라의 가축 사양관리는 1980년대 들어 사료산업의 발달과 함께 구입과 이용이 편리한 배합사료 중심으로 이루어져 왔다. 1998년 기준 배합사료는 연간 16,000천 톤 정도가 국내에서 생산되고 있으나, 이들 배합사료 생산에 소요되는 단미사료들은 96% 정도가 수입에 의존되고 있어 생산국들의 작황이나 환율의 변동에 따른 가격변동은 항시 불안요인으로 잠재되어 있으며, '97년 말 IMF 관리체제 시작과 함께 큰 폭의 환율상승과 사료가격 인상에 따른 축산경영의 고통은 아직도 우리 기억 속에 남아 있다.

축산물 생산비 중에서 많은 부담을 주고 있는 사료비용을 절약하기 위하여 국내의 부존자원을 개발 이용하고자 하는 자치단체와 양축농가들의 관심이 크게 높아지고 있는 가운데 음식물쓰레기도 부존자원으로 이용이 가능한 자원으로 높이 평가된다.

그간 환경부와 농림부의 적극적인 지원 아래 그간 축산농가와 자치단체를 중심으로 음식물쓰레기 사료화 시설이 큰 폭으로 늘고 있으며, 음식물쓰레기 재활용 중에서 사료화가 차지하는 비중이 60%이상을 차지하고 있고, 앞으로도 그 비중은 점차 증대될 것으로 예상된다.

그러나 음식물쓰레기는 쉽게 부패되고, 각종 이물질의 혼입과 배출당시 병원성 미생물이 번식할 잠재적 위험성이 크기 때문에 사료로 가공 처리시에는 적절한 안전성 확보방안이 필요하다고 할 것이다. 실례로 지난 1999년에 서울시 도봉구청에서 공급한 음식물쓰레기 사료를 먹은 포천군 관내 소 사육농가에서 84두의 소가 폐사 또는 발병하는 사고가 발생되었는데 국립수의과학검역원의 조사결과에 따르면 세균의 일종인 클로스트리디움 보트리눔균에 의한 중독증으로 판명되었다.

이 균은 소, 말 등 반추동물에는 치명적인 중독증을 유발하지만 개, 돼지 등에는 영향이 거의 없는 균으로서 80℃ 이상에서 수분만에 사멸하는 특성이 있다.

따라서 음식물쓰레기를 사료화 하는 과정에는 예측하기 어려운 여러 가지 위험 가능성이 내포되어 있을 수 있으나, 본 논문에서는 음식물쓰레기의 사료화 과정중 늘상 문제점으로 많이 제기되고 있는 염분문제, 중금속 문제 및 병원성 미생물에 대하여 각각의 문제점과 그 안전적 처리대안을 고찰하고자 한다.

## II. 이론적 고찰

### 2.1 건조사료화 방법

음식물쓰레기의 건조사료화 방법은 기계적인 설비에 의해 고속열풍 및 가온기를 이용하여 건조시키는 방법으로 음식물쓰레기 중에 포함되어 있는 수분함량을 약 15% 이하가 되도록 처리하여 이용한다(농림부, 사료공정규격, 1999).

건조방법으로 유동층 건조법, 진공건조방법, 원적외선 드럼식 건조방법, 초음파 건조방법 등이 이용되고 있으며, 대부분 처리용량의 대량화로 공장화 규모의 시설이 주로 이용되고 있다.

건조사료화 방법의 장점으로서는 건조시킴으로서 약 1/5정도로 부피와 중량이 감소되어 운반 및 저장이 용이하고, 다른 사료와 혼합 이용이 쉬우며, 모든 가축에 이용하기 쉽고, 유통이 용이하고, 고온에 의한 살균 공정을 거치게 되어 병원균이 사멸되기 때문에 위생적이다. 그러나 단점으로는 염분함량이 3% 전후가 되기 때문에 가축에게 급여시 해로운 영향을 끼칠 수 있으므로 후속 발효과정과 더불어 염분농도가 낮은 단미 사료와 섞어 염분농도를 저감시키는 과정이 필요하다.

#### 가. 열풍건조 사료화 방법

음식물쓰레기를 유동층 건조방식에 의하여 390℃ 정도의 열풍과 교반에 의하여 순간적으로 건조시켜 사료로 이용하는 방법으로 음식물을 선별, 건조, 분쇄하는 공정으로 구성된다.

#### 나. 진공건조 사료화 방법

진공 상태에서 압력이 떨어지면 물의 비등점이 낮아지는 원리를 이용한 방법으로 음식물쓰레기 중의 수분을 진공 상태에서 60 ~ 70℃의 온도로 증발 건조시킨다. 이 건조 시스템은 열공급장치, 진공건조장치, 증기냉각장치로 구성되어 있다.

#### 다. 원적외선 건조 사료화 방법

원적외선이란 가시광선보다 긴 파장(750 ~ 1000 $\mu$ m)을 가지며 빛의 속도와 같은 속도로 공간을 전파하는 전자파로서, 원적외선 건조 사료화법은 이러한 원적외선 가열방식을 이용한 방법으로 원적외선 가열판에서 나오는 복사 에너지가 음식물쓰레기만을 직접 가열함으로서 건조되는 방식이다

특히 복사에너지가 음식물쓰레기중의 유기물 분자 내에 흡수되어 분자의 진동에너지로 변환되고 분자의 내부온도를 상승시킴으로서 가열효율이 높아지는 효과가 있어 건조가 용이하다.

#### 라. 유온탈수 건조 사료화법

유온탈수 건조법은 기름을 열 전달체로 이용하여 압력이 낮은 상태에서 고온으로 유지하여 음식물 중의 수분을 탈수한 다음 다시 압력을 가하여 지방을 추출하거나 원심분리에 의해 또는 용해제를 사용하여 지방을 제거하는 방식으로 건조시키는 매체가 열풍이 아닌 기름이라는 것이 특징이다

### 2.2 발효사료화 방법

발효사료화 방법은 여러 가지 미생물군과 효소들을 발효 설비에 첨가함으로써 음식물쓰레기 내의 유기물을 발효시켜 가축의 사료로 이용하는 방법으로 발효건조 사료화 방법과 습식발효 사료화 방법으로 나눌 수 있다.

#### 가. 발효건조 사료화 방법

발효건조 사료화 방법은 음식물쓰레기에 에너지, 단백질 및 섬유소 공급원을 적절히 첨가하여 혼합한 후 여러 종류의 유익한 미생물(발효제)을 일정 규모의 발효 설비에 적당량 첨가하여 60℃내외의 온도에서 24시간정도 발효과정을 거쳐 가축의 사료로 이용하는 방법이며, 발효과정을 거치는 동안 수분함량이 30%정도로 감소된다.

발효건조법에 의하여 생산된 사료는 수분

## 254 박연재 · 이재영

함량이 30%정도의 반고상 상태이므로 저장과 운반이 용이하고, 다른 단미사료와 혼합 이용이 쉬우며, 발효에 의해 사료의 이용성을 높일 수 있으나, 발효 건조과정에 비용이 많이 소요되는 단점이 있다.

### 나. 습식발효 사료화 방법

습식발효 사료화 방법은 음식물쓰레기를 신속하게 수거 운반하여 살균과정과 수분조절을 위한 부형재를 일정비율 혼합한 후 50~60℃내외의 온도에서 24시간이상 발효과정을 거친 후에 수분함량이 70%정도 상태에서 가축에게 급여하는 방법으로 원거리 유통이 곤란하여 가공 즉시 인근 축산농가 단위로 이용하는 방법이다.

습식발효 사료화 방법은 가공시 비용과 인력이 적게 소요되고, 돼지 등에 대한 기호성이 좋으며, 사료제조 비용이 적게 소요되나 가축에 급여시 운반이 용이치 않으며, 저장성이 부족하고 취급이 곤란하여 유통상의 어려움이 있다.

## 2.3 음식물쓰레기 사료화 가공방법

### 가. 이물질제거

음식물쓰레기에는 가축이 섭취해서는 안되는 쇠붙이나 플라스틱 등 이물질이 혼합되어 있는 경우가 있으며, 이물질은 가축의 사료이용성을 나쁘게 하며 소화기관에 상처를 유발시킬 수 있고 설사 등에 의한 체중감소 뿐만 아니라 심할 경우에는 폐사될 수도 있으므로 이물질을 수작업, 자석, 체 등을 이용하여 필히 제거 분리해야 한다.

### 나. 살균 및 발효과정

음식물쓰레기를 안전하게 사료화 하여 이용하기 위해서는 음식물에 오염되어 있을지 모르는 유해 미생물을 없애는 살균 공정을 반드시 거쳐야 하며, 특히 더운 여름철에는 영양분과 수분이 많은 음식물이 쉽게 변질될 수 있으므로 반드시 살균 공정이 필요하다.

### 다. 부형재의 혼합이용

음식물쓰레기는 수분함량이 70~90%로 원형 그대로는 사료화 가공처리가 어렵기 때문에 수분함량 조절을 위해 부형재를 혼합하고, 부형재는 음식물에서 부족한 영양분을 보충하기 위한 용도와 염분함량을 낮추기 위한 재료로도 이용되고 있다.

부형재로 이용되어지는 원료사료 에너지 보충사료로 옥수수, 소맥피, 미강, 배합사료, 제과 및 제빵 부산물과 단백질사료로 생선부산물, 닭내장, 대두박, 고추씨박, 깻묵 등을 혼합하며, 음식물은 염분함량이 높아 부형재로 무염분의 단미사료를 혼합 이용한다.

## III. 사료화 안전성 확보방안

### 3.1 염분함량

#### 가. 음식물쓰레기의 염분함량

농장별로 이용하고 있는 음식물의 염분농도는 3%내외로 시기에 따라서 별로 차이가 없는 경향으로 파악되었다.

Table 1. 음식물 염분함량(건물)

| 구분     | 조사 시기 (월) | 농 장 별     |           |           |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|        |           | A         | B         | C         |
| 염분 (%) | 3~4       | 3.65      | 2.38      | 2.45      |
|        | 6~7       | 3.24      | 2.81      | 2.45      |
|        | 8~9       | 3.52      | 2.94      | 2.15      |
|        | 10~11     | 4.34      | 3.33      | 2.59      |
|        | 평균        | 3.68±0.47 | 2.81±0.39 | 2.41±0.18 |

※ 조사시기별 연속5일간 시료채취 후 분석.

### 나. 염분농도 조절

가축도 생명 현상을 유지하고 생산 활동을 위해서는 일정 수준의 염분을 필요로 하며, 배합 사료 중 적정염분함량은 한우·젓소가 0.5~1.0%, 돼지가 0.4~0.5%, 닭이 0.15~0.37%이다. 지나친 염분을 섭취하게 되면 염분중독이 나타나 생산성이 떨어지게 되며, 유해염분함량은 한우·젓소가 5.0% 이상, 돼지가 3.0% 이상, 닭이 2.0% 이상이다.

음식물 사료의 안전성 향상을 위한 염분 농도 조절 방법은 음식물쓰레기 중에 함유된 높은 염분 함량은 염분이 혼합되지 않거나 또는 함량이 극히 낮은 단미사료와 함께 혼합 이용하여 음식물 사료중의 염분 농도를 낮추도록 하여야 한다.

농촌진흥청 산하 축산기술연구소의 부형재의 혼합비율에 따른 염분 농도 감소비율에 따르면 Fig. 1과 같으며, 일반적으로 음식물쓰레기에 부형재를 60%이상 혼합이용(건물기준)시 염분에 대한 위험성은 거의 없는 것으로 조사되었다.

하지만 현행 사료관리법에서는 비소, 크롬, 수은 등 유해물질에 대한 유해사료의 범위와 기준 등은 설정되어 있지만, 염분에 대한 규정은 설정되어 있지 않다.

음식물쓰레기를 사료화 하는 유형이 일반 축산 농가단위로 이루어지고 있음을 고려할 때 음식물쓰레기를 사료화할 경우에는 염분기준에 대한 별도의 기준이 설정될 필요성이 있다.

아울러 음식물쓰레기를 이용하여 자가배합 사료를 축산농가 단위로 제조할 경우에는 염분 농도가 낮은 부형재 대비 음식물쓰레기의 함유량을 프로그래밍하여 일반 축산농가등에 공급하는 시스템이 필요하다.

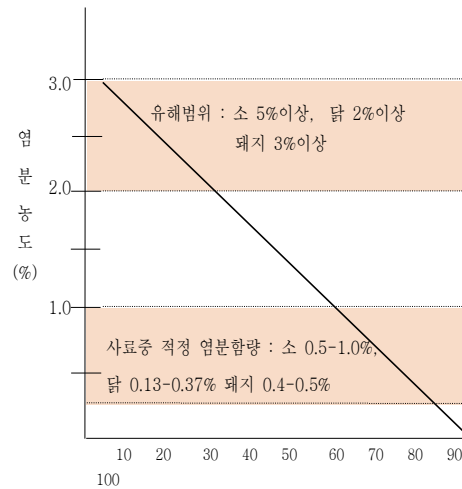


Fig. 1. 부형재 혼합비율(%)

### 3.2 중금속 함량

음식물쓰레기의 유해중금속인 납, 수은, 카드뮴 등에 대해서는 Table 2와 Table 3와 같이 납은 0.25 - 0.71ppm, 카드뮴은 0.0006 - 0.33ppm 등 사료관리법상 사료공정규격 중 중금속 허용기준 이내로 조사되어 음식물쓰레기를 사료로 이용하는 데에는 중금속에 의한 피해는 없을 것으로 판단된다.

다만, 음식물쓰레기는 배출 이후 2일정도 경과되면 유기산의 생성이 늘어 pH가 4.3 전후로 산도가 강해지고, 음식물쓰레기 내 자체 3% 정도의 염분농도 때문에 음식물쓰레기와 접촉이 되는 기계부문은 스텔보다는 부식이 상대적으로 적은 스테인레스를 사용하여 부식으로 인한 시설의 안전성을 확보하는 방안이 필요하다.

일례로 국내 음식물사료화 제작회사의 시설 내구년수를 분석하여 보면, 스텔 41재질로 제작한 시설의 경우 부식으로 인하여 내구년수가 2년에 불과하였던 반면에 스테인레스 304로 재질을 변경한 시설은 내구년수가 5년 이상이 확보되었다.

현행 폐기물관리법이나 사료관리법에서는 음식물 처리시설에 대한 재질사항은 별도로 규정

## 256 박연재 · 이재영

되어 있지 않으므로 음식물쓰레기와 접촉되는 기계부문에 대하여 별도의 재질 규정을 설정함이 필요하다고 판단된다.

Table 2. 음식물쓰레기 중 중금속 함량(ppm)

|              | Pb        | Cd        | Cr         | F          | As         |
|--------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 5월<br>(n=10) | 0.71±0.11 | 0.34±0.10 | below 0.01 | below 0.01 | below 0.01 |
| 6월<br>(n=10) | 0.67±0.12 | 0.29±0.09 | below 0.01 | below 0.01 | below 0.01 |
| 7월<br>(n=10) | 0.57±0.09 | 0.33±0.09 | below 0.01 | below 0.01 | below 0.01 |
| 8월<br>(n=10) | 0.62±0.12 | 0.31±0.11 | below 0.01 | below 0.01 | below 0.01 |
| 9월<br>(n=10) | 0.70±0.14 | 0.30±0.08 | below 0.01 | below 0.01 | below 0.01 |

Table 3. 음식물쓰레기 중 중금속 함량(ppm)

| 배출처      | 건물(%)          | 중금속            |                    |                    | 조사점수 |
|----------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|------|
|          |                | 납              | 카드늄                | 수은                 |      |
| 사원식당     | 17.25<br>(100) | 0.34<br>(1.97) | 0.0006<br>(0.0035) | 0.0015<br>(0.0087) | 8    |
| 일반식당     | 18.15<br>(100) | 0.63<br>(3.47) | 0.022<br>(0.121)   | 0.0008<br>(0.0044) | 10   |
| 아파트      | 19.21<br>(100) | 0.89<br>(4.63) | 0.009<br>(0.047)   | 0.0017<br>(0.0088) | 10   |
| 군부대      | 17.91<br>(100) | 0.29<br>(1.62) | 0.030<br>(0.17)    | 0.0008<br>(0.0045) | 10   |
| 병원       | 18.18<br>(100) | 0.25<br>(1.38) | 0.010<br>(0.055)   | 0.0009<br>(0.0050) | 5    |
| 학교       | 22.43<br>(100) | 0.35<br>(1.56) | 0.020<br>(0.089)   | 0.0010<br>(0.0045) | 8    |
| 호텔       | 22.19<br>(100) | 0.77<br>(3.47) | 0.020<br>(0.090)   | 0.0040<br>(0.0180) | 8    |
| 사료내 허용기준 |                | (10)           | (1.0)              | (0.5)              |      |

※( )내는 건물 기준임.

쉽게 발육할 수 있는 조건을 가지고 있어 위생적 안전성이 더욱 요구된다.

병원성 미생물의 발육에 따라 음식물쓰레기는 아주 빠르게 부패가 일어날 수 있고 악취가 발생되며 운반성과 보존성이 떨어질 수 있으며, 병원성 미생물의 대사활동에 의하여 생성되는 독성물질에 의해 가축의 생산성을 크게 떨어뜨리거나 안전성에 치명적일 수 있으며, 음식물쓰레기의 사료화를 위해서는 병원성 미생물의 오염방지에 따른 신선도 유지가 필요하다.

### 나. 병원성 미생물 종류

음식물쓰레기에 쉽게 증식할 수 있는 주요 병원성 세균들은 살모넬라균, 병원성 대장균, 리스테리아균, 비브리오균, 포도상구균, 클로스트리듐균, 보툴리눔균, 이질균 등이 있으며, 살모넬라를 제외한 나머지 미생물들은 법적으로 규제하고 있는 미생물들은 아니지만 음식물사료의 안전성 유지를 위해 주의를 요하는 세균들이며, 주요 병원성 세균들의 일반적인 특성과 방지 방법은 다음과 같다

### 다. 병원성 미생물의 발육과 사멸조건

음식물쓰레기중의 병원성 미생물은 열처리에 의해 사멸될 수 있으며, 음식물중의 열처리는 자체에 함유된 수분함량에 의하여 습열처리로 이루어지며 주요 병원성 미생물들의 열에 의한 사멸 조건은 Table 4에서 보는 바와 같다.

## 3.3 위생적 안전성

### 가. 병원성 미생물 오염

음식물쓰레기는 수분함량이 높고 다양한 종류의 영양소가 함유되어 있어 병원성 미생물들이

Table 4. 주요 병원성 미생물의 열에 의한 사멸 조건 (99% 사멸시간)

| 종 류                                  | 열 사 멸 조 건 |           |       |           |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-------|-----------|
|                                      | 습 열       |           | 건 열   |           |
|                                      | 온도(℃)     | 시간(분)     | 온도(℃) | 시간(분)     |
| <i>Salmonella typhimurium</i> (살모넬라) | 57        | 31        | 90    | 36        |
| <i>Listeria</i> (리스테리아)              | 57        | 31        | 90    | 36        |
| <i>Escherichia coli</i> (대장균)        | 55        | 20        | 75    | 40        |
| <i>E. coli</i> (병원성 대장균)             | 60        | 15        | 75    | 40        |
| <i>Staphylococci</i> (포도상 구균)        | 55        | 30 ~ 45   | 110   | 30 ~ 65   |
| <i>Clostridium sporogenes</i> PA3679 | 120       | 0.18 ~ 14 | 120   | 115 ~ 195 |
| 보툴리눔 (포자 형성균)                        | 110       | 5 ~ 15    | -     | -         |
| <i>Campylobacter jejuni/coli</i>     | 60        | 15        | 75    | 40        |
| <i>Bacillus subtilis</i> 5230(포자형성균) | 120       | 0.1 ~ 0.5 | 120   | 154 ~ 295 |
| <i>Shigella</i> (이질균)                | 60        | 5         | 120   | 15        |

Table 5. 남은 음식물의 병원성미생물 적정 살균조건

| 미 생 물                         | 온 도(℃) | 살균 시간(분) |
|-------------------------------|--------|----------|
| 대 장 균<br>살 모 넬 라<br>리 스 테 리 아 | 70     | 60이상     |
|                               | 80     | 30이상     |
|                               | 90     | 20이상     |
|                               | 100    | 즉시       |

## 바. 병원성 미생물 살균을 위한 제도 개선방안

현행 폐기물관리법과 사료관리법에서는 음식물쓰레기를 이용하여 사료로 이용하고자 할 경우에는 80℃ 이상의 가열처리시설만 규정되어 있다.

## 라. 음식물쓰레기중의 주요 병원성 미생물의 분포

가공하지 않은 음식물쓰레기중의 병원성 미생물의 수는 배출처 별로 아주 다양하며, 특히 아파트 지역으로부터 수거된 음식물에는 살모넬라와 대장균군이 오염되어 있는 예가 많으며, 음식물쓰레기는 배출 후 시간이 경과함에 따라 병원성 미생물에 의해 급격히 오염되어 음식물의 사료화 안전성을 크게 위협하며, 음식물은 배출 후 24시간 내에 반드시 처리하여야 사료화 안전성을 확보할 수 있을 것이다.

### 마. 병원성 미생물의 살균조건

음식물쓰레기는 건조 및 발효가공처리에 의해 병원성미생물을 획기적으로 감소시킬 수 있다. 즉 음식물쓰레기 중에 살모넬라균은 건조와 발효건조에 의해서 사멸시킬 수 있고 대장균의 경우는 가열에 의해서 허용기준인  $1 \times 10^5$  개 미만으로 줄일 수 있으며, 주요 병원성미생물인 살모넬라, 대장균, 리스테리아 등의 살균조건을 보면 70℃에서는 60분, 80℃에서는 30분, 90℃에서는 20분 후 멸균되었고, 100℃에서는 즉시 멸균된다.

Table 6. 가열처리시설 관련 규정

| 구분     | 폐기물관리법시행규칙                                                            | 사료관리법시행규칙                                                              |
|--------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 가열처리조건 | ○ 사료화시설은 사료이용의 안정성 확보를 위하여 섭씨 80도 이상의 온도에서 사료화할 수 있는 가열처리시설을 갖추어야 한다. | ○ 남은 음식물을 이용하여 단미사료 제조업을 하고자 할 경우에는 병원성 미생물을 사멸할 수 있는 가열처리시설을 갖추어야 한다. |

음식물쓰레기 사료의 안정성을 확보하기 위하여 현행 관련 규정에 대하여는 Table 5와 같이 온도조건별로 살균시간을 설정함이 필요하다고 판단되며, 다만 음식물쓰레기의 수거빈도, 부패를 막기 위하여 발효제를 수거용기에 투입할 경우에는 이를 고려하여 조정함이 필요할 것이다.

Table 7. 병원성 미생물 살균을 위한 개선방안

| 관련 규정          | 온 도(℃) | 살균 시간(분) |
|----------------|--------|----------|
| 사료관리법<br>시행규칙  | 70     | 60이상     |
|                | 80     | 30이상     |
|                | 90     | 20이상     |
| 폐기물관리법<br>시행규칙 | 100    | 즉시       |

## V. 결론

음식물쓰레기 사료화 안전성 확보를 위한 연구 결과를 검토해 볼 때 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 음식물쓰레기 중에 염분함량이 평균 3%내외이며, 가축에게 필요한 적정 염분함량은 한 우젓소가 0.5~1.0, 돼지가 0.4~0.5, 닭이 0.15~0.37%임을 고려할 때 음식물쓰레기를 사료로 이용하고자 할 경우에는 염분농도가 거의 없는 밀기울 등 다른 부형재를 60%이상 혼합하여 사용하는 경우에는 염분에 의한 피해가 거의 없는 것으로 조사되었다.
2. 현행 사료관리법에서는 비소, 크롬, 수은 등 유해물질에 대한 유해사료의 범위와 기준 등은 설정되어 있지만, 염분에 대한 규정은 설정되어 있지 않으므로 음식물쓰레기를 사료화하는 경우에는 축종별로 별도의 염분허용기준을 설정하거나 사료중 음식물쓰레기의 함유량을 별도로 규정할 필요성이 있는 것으로 조사되었다.
3. 음식물쓰레기 속에는 유해중금속인 납, 수은, 카드뮴 등이 사료허용기준 이내로 조사되어 중금속에 의한 피해는 없는 것으로 조사되었으나, 다만 음식물쓰레기는 배출이후 2일 정도 경과되면 pH가 4.3전후로 산도가 강해지고, 음식물쓰레기내 높은 염분농도 때문에 음식물 사료화 과정에서 접촉되는 기계부분은 스틸 보다는 스테인레스를 사용하여 부식으로 인한 시설의 안전성 등을 확보하는 방안이 검토되어야 한다.
4. 음식물쓰레기에 나타날 수 있는 대표적인 병원성 미생물은 대장균, 살모넬라, 리스테리아 균으로서 적정한 살균조건은 70℃에서는 60분, 80℃에서는 30분, 90℃에서는 20분 후 멸균되었고, 100℃에서는 즉시 멸균되는 것으로 조사되었다.

5. 현행 폐기물관리법이나 사료관리법에서는 80℃ 이상의 가열처리시설만 갖추도록 규정하였을 뿐 온도조건에 따른 살균시간이 규정되어 있지 않아 병원성 미생물에 의한 오염우려가 노출되어 있으므로 4번 사항의 온도조건에 따른 적정살균시간을 참고하여 관련 규정의 제도적 보완이 검토되어야 한다.

## <참 고 문 헌>

1. 환경부, 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 1999
2. 박남배, 혐기성 소화에 의한 음식물쓰레기와 하수슬러지의 혼합처리, 부경대학교 박사학위 논문, 1999
3. 서울시정개발연구원, 음식물쓰레기 감량 및 자원화 방안, 1997
4. 남은 음식물 사료화 연구회, 남은 음식물 사료화 심포지움, 1999
5. 축산기술연구소, 남은 음식물 사료화 이용기술, 1999
6. 환경부, 2000년도 음식물쓰레기 감량 및 자원화 추진계획, 2000
7. 환경부, 음식물쓰레기 자원화 기본계획, 1998
8. 축협중앙회, 월간축산도서, 2000.2월
9. 환경부, 음식물쓰레기 사료화 촉진대책, 1998
10. 축산기술연구소, 음식물쓰레기 이용 농가의 사료비 절감사례, 1999
11. 유기성폐기물학회, 한국유기성폐기물학회 학술대회, 1999
12. 한국자원재생공사, 음식물쓰레기 자원화 사업의 경제성 평가연구, 1999
13. 환경부, 국제환경동향, 2000
14. 환경부, 음식물쓰레기 줄이기 실무자료집, 1998
15. 평택시, 그린월드 음식물쓰레기 처리 사업보고서, 1999

16. 한국에너지기술연구소, 생분해에 의한 폐기물의 에너지 및 비료화 공정개발 연구, 1993
17. 건국대학교, 음식물찌꺼기를 활용한 양돈습식사료제조 기술개발, 1999
18. 국립수의과학검역원, 포천 소폐사 원인규명 보도자료, 1999
19. (주)경기특장개발, 음식물사료화시설(PEPS) 분석자료, 2000
20. 농림부, 사료관리법 시행규칙, 1999
21. 환경부·농림부, 폐기물관리법·사료관리법 시행규칙, 1999
22. Koo, J.K, et al(1992), Role of solid waste anaerobic digestion in Seoul city waste management, Proc. Symp. on Anaerobic Digestion of Solid Waste, Venice, Italy, 14-17 April, pp413-416