

절수 염분제거에 의한 음식물류 폐기물 퇴비화 시스템

한두희

청운대학교 건축공학과

e-mail:dhhan@chungwoon.ac.kr

Developmet of Food Waste Fermentation System by Low Water-Ratio Salt Minimization.

Doo Hee Han

Dept of Architectural Engineering, Chungwoon University

요 약

음식물류 폐기물은 염분이 물에 잘 녹기 때문에 분쇄 후 용수를 첨가하여 희석하는 방법이 가장 우수한 염분 제거 효과를 나타낸다. 보통 음식물류 폐기물의 양에 비하여 2-3배의 공업용수를 첨가하는 방법을 사용하는데 폐수처리장 부근에 설치되어 탈리액을 폐수와 함께 처리하지 않을 경우 탈리액의 처리가 문제가 된다. 많은 지역의 폐기물 처리장이 하수처리장과 별도의 장소에 설치가 된 경우가 많으므로 물을 소량사용하면서 염분을 효과적으로 제거할 수 있는 방안이 필요하며 효과적인 파쇄과정을 통하여 0.3% 미만의 염분 함유율을 달성할 수 있는 방안을 제시한다. 또한 미성숙 퇴비의 문제점을 효과적으로 해결하기 위한 원적외선 가열을 통한 발효촉진 방안을 제시한다.

1. 개요

음식물 쓰레기는 수분이 많고 악취를 발생시키는 등 위생상의 문제뿐 아니라 매립시 발생하는 침출수에 의해 지하수는 물론 지표수와 토양 오염의 원인이 되고 있고, 악취 및 H₂S, NH₃ 등의 유해가스를 발생시켜 2차 오염 문제를 유발하고 있다. 정부는 이러한 문제를 해결하고 자원을 처리하기 위한 처리방안으로 2005년 까지 모든 지방자치단체가 음식물 쓰레기 재활용 시설을 완료하도록 법제화하였다. 농촌진흥청이 발표한 바에 따르면 박토의 토양 1g에 약 3000마리의 미생물이 존재하고 옥토에서는 수 천만 마리의 미생물이 살고 있다. 이와 같은 미생물은 질소와 인을 섭취하고 번식하게 된다. 질소와 인 등이 풍부한 퇴비를 시비하면 미생물이 섭취하여 효소로 분해시키고 식물은 이 효소를 섭취하게 된다. 그러므로 퇴비에 염분농도가 0.1% 이상일 경우 토양에 미생물을 박멸하게 됨으로 자연적으로 토양을 황폐화하게 된다. 또한 농작물의 뿌리에도 박

테리아와 같은 미생물이 존재함은 물론 뿌리의 세포가 염분에 의하여 파괴됨으로 농작물을 고사시키는 역할을 하게 된다는 것이다.

한국의 식생활문화를 살펴보면 김치와 된장, 조림과 저림, 찌개와 국물, 등 소금이 많이 포함되어 있다. 염분의 함량이 0.5%일 경우 농작물이 50%나 감소하는 결과의 피해를 입는데 수분을 증발시킨 후 염분농도가 30%일 경우 60배에 해당하는 수치로 피해 정도는 엄청나다. 이러한 필요성에 맞추어 현재 음식물 처리 실태를 면밀히 조사 분석하고, 이와 더불어 음식물 쓰레기에 포함되어 있는 염분을 효과적으로 제거하여 우수한 유기질 퇴비를 만드는 것이 필요하다[1]. 염분제거는 보통 음식물류 폐기물의 양에 비하여 2-3배의 공업용수를 첨가하는 방법을 사용하는데 폐수처리장 부근에 설치되어 탈리액을 폐수와 함께 처리하지 않을 경우 탈리액의 처리가 문제가 된다. 많은 지역의 폐기물 처리장이 하수처리장과 별도의 장소에 설치가 된 경우가 많으므로 물

을 소량사용하면서 염분을 효과적으로 제거할 수 있는 방안이 필요하며 효과적인 파쇄과정을 통하여 0.3% 미만의 염분 함유율을 달성할 수 있는 방안을 제시한다. 또한 미성숙 퇴비의 문제점을 효과적으로 해결하기 위한 원적외선 가열을 통한 발효촉진 방안을 제시한다.

2. 절수 희석 방식의 염분 제거 공정

음식물류 폐기물의 퇴비화 시설에 있어서 폐수 발생을 최소화 하는 것은 중요하다. 특히 폐수처리장 부근이 아닌 곳에 설치된 처리장의 폐수량은 처리 비용과 직결이 된다. 이를 해결하기 위한 방안을 살펴보면, 음식물류 폐기물 투입 초기에 미세한 조각으로 분쇄한 후 여기에 소량의 물을 첨가하여 고압 탈수를 하여 함유율을 최소로 줄이는 방법이 가장 명확한 방법이다. 분리수거를 할 경우는 미리 볼 수 있지만 쓰레기 봉지에 넣어 처리하는 음식물류 폐기물의 내용물은 균일하지 않아 돼지 머리, 배추 포기, 호박이나 수박, 돌덩어리 등이 포함되어 있을 수 있어 처리기에 들어갈 경우 기계의 고장을 초래할 수 있다. 따라서 호퍼에 투입하기 전 초기 파쇄 및 선별이 매우 중요하다. 초기 파쇄는 수거용 자동차가 음식물류 폐기물을 고속 파쇄기가 설치된 호퍼에 투입하도록 하여 직하방에 설치된 호퍼에 떨어지도록 한다. 고속파쇄기는 하우징 내부에 양측으로 구성된 축에 여러개의 파쇄날을 설치하고 바깥에는 일정한 규격이상의 파쇄물이 통과할 수 없도록 고정 파쇄날을 설치한다. 파쇄날과 고정날이 맞물려 회전하여 일정 크기 이상의 돌과 쇳붙이는 파쇄날 위에 남아 있고 늪은 호박과 돼지 머리 등은 파쇄되어 호퍼로 떨어진다. 음식물류 폐기물을 투입하면서 처리량 대비 30%정도의 물을 공급하며 파쇄한다. 이때 작은 음식물류 폐기물은 파쇄기를 통과하고 돼지머리와 같은 조대 음식물쓰레기는 파쇄기에 설치된 파쇄날에 의하여 파쇄된다. 이때 대형 돌과 쇳붙이 등은 파쇄기 상단에 남아 있거나 파쇄기가 가동중단되므로 인위적으로 제거하거나 배출구로 배출시킨다. 통과한 음식물류 폐기물은 호퍼에 저장되었다가 이송중에 이송장치 상단에 설치되어 회전하는 벨트에 갈고리로 구성된 비닐 제거장치를 이용하여 비닐을 제거한다. 비닐 봉지가 제거된 음식물류 폐기물은 진동 스크린 또는 드럼스크린 등의 이물질 선별장치에서 요구르트병 등의 이물질을 제거한다. 파쇄 및 이물질 선별장치를 쓸 경우 음식물류 폐기물 처리 시스템에 재벌 또는 3단계 적용하여 분쇄장치로 사용

할 경우 5mm의 천공구를 만들어 5mm 이상의 쇳붙이와 같은 이물질을 선별한다. 이물질 선별장치는 파손이 되지 않고 이물질 토출구가 있어 분쇄가 불가능한 물질은 내보내도록 구성한다. 따라서 호퍼에 투입된 음식물류 폐기물을 고속파쇄하는 동시에 비닐 봉지를 비롯한 돌 등의 이물질을 선별한 다음 호퍼에 저장하므로 공급 장치의 중단이나 고장을 미연에 방지하며 물을 최대한 절약하여 염분을 제거할 수 있다.

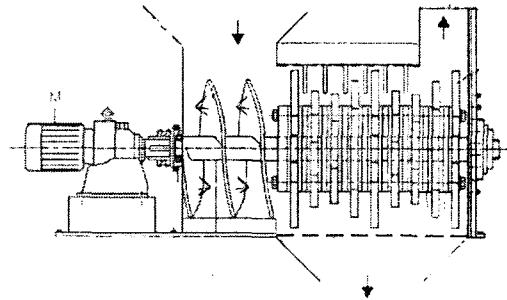


그림1. 고속파쇄기 설치 예

이물질 선별장치 유기물 토출구를 통과한 유기물은 이송 수단에 의하여 1차 탈수장치에서 수분을 탈수하고 탈수된 케익은 염분제거용 물을 공급하며 재파쇄 및 분쇄하여 2차 탈수한다. 2차 탈수된 케익은 이송수단에 통해 퇴비발효장으로 이송한다. (내용의 일부는 협력업체인 (주)보우엔텍의 시스템 내용이다.)

3. 원적외선 보조가열에 의한 퇴비발효

탈수장치에서 탈수된 케익의 함유율은 80-85%로 발효를 원활하게 하기 위해서 건조시키거나 톱밥등을 투입하여 함유율을 60-65%로 조절하여 산소공급장치와 교반장치로 구성된 퇴비발효장으로 보낸다. 음식물류 폐기물이 다량의 물을 함유하고 있으므로 건조화 발효과정에 원적외선을 적용하면 효과적이다.

3.1 원적외선 가열의 일반적인 특성

원적외선 복사에 의하여 물체의 온도가 상승하는 것은 원적외선의 복사에너지가 물체에 흡수되기 때문이다. 원적외선 복사에너지가 흡수되는 정도는 물질에 따라 다르지만 일반적으로 플라스틱과 식품 등의 고분자 물질은 원적외선 복사를 잘 흡수하는 물질이다. 원적외선이 물질에 가해지면 원자는 결합각을 변

화하는 변각 운동, 병진 운동, 회전 운동, 원자 사이의 거리를 줄였다 늘였다 하는 신축 운동 등을 하게 된다. 분자의 진동 특성은 분자의 구조에 따라 달라진다. 원적외선이 고분자 물질에 복사될 때 원적외선의 진동수와 분자의 진동수가 일치하면 공명현상에 의하여 원적외선 복사에너지의 흡수가 극대화된다. 원적외선 가열의 특성은 고분자 물질 등에서 흡수성이 좋으며, 전자파의 일반적인 성질인 직진성과 반사특성을 갖는다는 것이며, 가열온도는 피가열체와의 거리의 제곱에 반비례한다. 전도나 대류 등의 간접가열이 아니라 직접가열이기 때문에 가열효과가 크며, 가열물과 비접촉으로 가열하게 되면 표면가열이 지나치게 되지 않기 때문에 식품을 굽는 것 등에 효과적이다. 또한 복사체와 흡수체의 온도차가 크기 때문에 가열공정의 후반에서도 가열 효과가 높아 시간이 절약되며, 가열로가 작아도 되므로 설비의 설치 면적이 줄어들어 제작비용이 줄어든다. 운전이 필요한 에너지 양이 절감되어 운전비용이 줄어들며 진공 속에서도 복사열은 전달되기 때문에 저온에서 수분 건조를 촉진하여 물질에 열변화의 정도가 적은 건조를 할 수 있다. 전기식 원적외선 가열은 온도 제어성이 좋고 균일한 가열이 가능하여 고성능 고품질의 가열처리를 할 수 있으며, 온도의 자동 제어가 가능하며 배기 gas와 매연, 가스 냄새 등이 없어 청정 가열이 가능하다. 또한 안전성, 내구성이 좋으며 조작이 간단하고 보수도 쉽다. 원적외선 가열에 의하여 부수적으로 얻어지는 효과는 살균 효과 및 숙성 발효 효과가 있다. 원적외선 가열과 다른 열원의 특징을 비교하면 표1과 같다.

표1. 가열원의 특징

항목	전기식 원적외선 가열	적외선 전구에 의한 가열	연소식 열풍로에 의한 가열
가열 효과	매우 양호	양호	불량
설비비	양호	양호	불량
운전비	양호	보통	양호
온도 제어	매우 양호	매우 양호	보통
설비 공간	매우 양호	매우 양호	보통
조작성	매우 양호	매우 양호	보통
수명	매우 양호	불량	보통
안전성	매우 양호	양호	보통
온도상승 시간	양호	매우 양호	보통
환경 공해	매우 양호	양호	불량

전기식의 원적외선 가열이 상대적으로 우수한 것을 알 수 있다.

3.2 물과 원적외선

음식물 쓰레기의 많은 부분은 물로 구성되어 있다. 원적외선 가열에 사용되는 2.5-30μ영역은 0.5 - 0.04eV 정도의 작은 광자에너지를 갖기 때문에 화학작용은 거의 하지 않는다. 이 범위의 광자 에너지는 물질의 분자진동이나 결정의 격자 진동을 여기시키는 수준이다. 원적외선 영역에서 물분자의 운동은 세가지의 기본 형태가 있다.

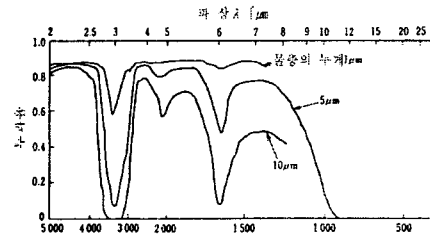


그림2. 물의 원적외선 스펙트럼

그림2에서 흡수 파장대를 2.7, 6.3, 10 μm로 보면 Wien의 법칙에 의하여 800, 190, 17°C 부근이 물의 활성화에 좋은 영역일 것이다.

3.3 원적외선 가열의 적용

산소공급이 원활하고 교반장치가 구성되어 있는 발효공간의 벽체 하단부에 1m 정도의 간격으로 500-1,000W 정도 출력의 원적외선 발열장치를 구성하여 가동한다. 설치 장소에 따라서는 가능하면 바닥에 설치하고 교반하면 효과적이다. 세라믹의 파손을 막기 위하여 법랑을 입힌 철판을 시공하는 것도 바람직하다. 법랑을 입힌 철판은 액비 저장 탱크 등 발효장치에 이미 사용이 되고 있기 때문에 시공이 가능하다. 또한 세라믹 발열판 주위에 송풍장치를 활용하면 복사열과 대류열을 동시에 활용할 수 있으므로 좋은 대안이 된다. 원적외선 보조 가열은 음식물류 폐기물 케익의 함수율을 조절하고 발효 속도를 향상시키는 효과를 얻을 수 있다[2].

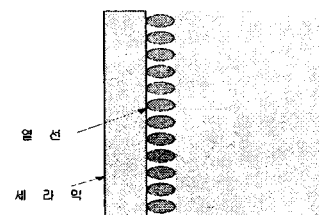


그림3. 원적외선 발열체 예

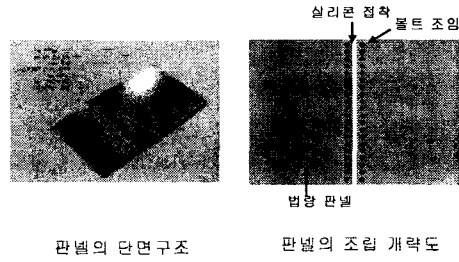
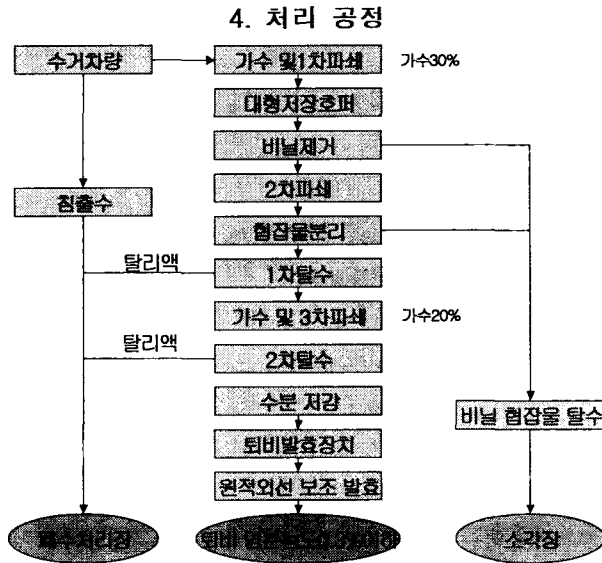


그림4. 법랑 판넬의 시공 예



5. 결론 및 토의

음식물 쓰레기의 염분처리방안은 톱밥과 같은 이물질의 첨가보다는 물에 희석후 탈수 처리하는 것이 훨씬 효과적이며, 고속파쇄 및 탈수에 의하여음식물류 폐기물 비 50%의 가수에 의한 퇴비 염분 농도 0.3% 이하를 얻을 수 있는 방법을 제시하였다.

감사의 글

이 논문은 2004년도 충남환경기술개발센터의 지원에 의해 연구되어졌습니다.

참고문헌

- [1] 한두희, “음식물 쓰레기 처리실태 조사 및 음식물 쓰레기의 염분제거를 통한 퇴비-사료화 연구”, 충남환경기술개발센터 연구제안서(2003)
- [2] 한두희, “절수 염분제거에 의한 음식물류 폐기물 퇴비화 시스템”, 제5회 환경신기술발표회 발표집, 환경관리공단(2004)