



로터리식 저염화 공정설비에 의한 음식물 쓰레기의 염분농도 저감

김위성, 서영화*

온누리환경기술, 수원과학대학 환경정보과*

Reduction of Salt Concentration in Food Waste by Salt Reduction Process with a Rotary Reactor

Wi-sung Kim, Young-Hwa Seo*

Onnully Environmental Tech. Co., *Dept. of Environmental Information and Technology, Suwon Science College

ABSTRACT

In order to reduce salt (as NaCl) contents in food waste and to improve the quality of discharged wastewater produced during the recycling process of food waste for the purpose of compost and feed stuff, a salt reduction process by added water into food waste was developed. The pilot plant with a rotary type salt reduction equipment to manage continuously 0.5 ton food waste per hour was constructed and the efficiency was tested. The amount of added water was calculated by the water content and the efficiency of dewatering process of food waste. Approximately 0.8 liter water per a kilogram of food waste was injected into the reactor in which food waste was pouring simultaneously, then diluted/mixed in a rotary reactor. About 1.1 liter of leachate including added water was generated, but the leachate contained a very high content of organic particles, so most particles were recovered by two step solid-liquid separation process. The first step was a gravitational filtering process using screens with a pore diameter of 1mm, and the second separation process was centrifugal process. Organic quality of food waste which had been desalted was maintained by inputting the entirely recovered organic particles. The efficiency of salt reduction of food waste was estimated by measuring a chloride anion by titration and salinity by a probe. The results by the two different measuring methods were always over 50%, and the quality of final wastewater was improved up to 200mg/ℓ as TS(total solid) by an additional settling process after the two step solid-liquid separation process.

Keyword : Food waste, Salt reduction process, Salt concentration, Food waste leachate

초 록

우리나라 음식물 쓰레기를 자원화하여 사료나 퇴비로 활용되는 과정에서 일어나는 고농도의 염분 문제를 해결하고 자원화 공정에서 침출수의 수질 개선을 위하여 음식물 쓰레기에 소량의 물을 첨가하여 희석/탈수방법에 의한 로터리식 저염화 공정설비를 설계 제작하여 음식물 쓰레기에 함유된 염분 저감 실험을 수행하였다. 개발된 로터리식 저염화 공정설비는 시간당 0.5톤의 음식물 쓰레기를 연속적으로 투입할 수 있는 파이롯트 설비이며, 설비 가동시 첨가되는 물의 양은 음식물 쓰레기의 함수율에 따라 산출되는데 음식물 쓰레기 1kg당 약 0.8리터의 수돗물이 일정한 유속으로 로터리형 저염화 반응조에 분사 투입되면서 희석/교반/탈수공정에 의하여 저염화가 진행되는 구조이다. 설비의 성능 평가를 위하여 대학의 구내식당에서 배출되는 음식물 잔반을 수거한 그대로 설비에 투입하여 시험가동을 거친 후 실증 실험을 수행하였는데 염소이온의 침전 적정법, 전극에 의한 salinity측정법으로 염분의 저감도를 평가한 결과 음식물 쓰레기를 1차 탈수한 후 희석/교반/탈수에 의한 운영방법으로 항상 50%이상의 염분 저감효율을 얻을 수 있었다. 설비 가동시 배출되는 침출수는 첨가된 물의 양을 포함하여 음식물 쓰레기 1kg당 약 1.1리터가 배출되는데 유기 고형물질의 양이 매우 많아서 망에 의한 중력여과와 원심분리에 의한 고액분리에 의하여 유기성 고형 물질을 대부분 회수하여 자원화용으로 반출될 제품에 재투입하여 자원화용으로 반출될 제품의 품질 저하를 감소시킬 수 있었으며, 최종 침전조 상등수의 TS가 최저 200mg/ℓ 까지 수질 개선 효과를 얻을 수 있었다.

핵심용어 : 음식물쓰레기, 저염화공정, 염농도, 음식물쓰레기 침출수

1. 서론

음식물류 폐기물 발생량은 우리나라 전 생활 쓰레기의 약 23%로서 전국적으로 일일평균 약 11,000톤이 발생하고 있으며 그 경제적 가치는 연간 약 14조 7천억 원으로 집계 되고 있다^{1,2)} 이를 재자원화하기 위하여 공공, 민간 부문에서 막대한 예산을 투입하여 자원화하고 있으나, 우리나라 음식물의 특성으로 자원화후에 효과적으로 잘 활용되지 못하고 있는 실정이다. 음식물류 폐기물에는 많은 양의 수분 (82~85wt%)과 염분 (>1%NaCl)이 포함되어 있어서^{3,4)} 자원화 공정에서 많은 양의 고농도 유기성 침출수가 발생하고 자원화최종제품은 건조/발효공정에서 염분의 농축으로 인하여 염분 농도가 높아져 특히 퇴비화 제품은 실제 현장에서 생육에 많은 문제점을 야기해왔다. 음식물 폐기물의 효율적인 재자원화를 위해서는 자원화용 제품의 저염화와 자원화공정에서 발생하는 고농도 유기성 침출수의 처리를 용이하게 하여야 하는 문제점이 있다. 침출수는 매립지의 토양오염을 일으

키는 근본으로 특히 2005년부터 음식물류 폐기물의 직매립 금지가 시행되었으며 매립에 의존하던 방식에서 자원화방식으로 전환되기 위해서는 제기된 문제점이 시급히 해결되어야 한다.

음식물 쓰레기의 고농도 염분은 사료화나 퇴비화를 위한 향후 목적에 부합되기 위하여 위험성이 없고, 처리공정에서 2차 환경오염물질의 배출이 없으며 자원화 채산성을 저해하지 않는 방식으로 접근하여야한다. 또한 음식물 쓰레기를 자원화하는 과정에서는 최적의 발효조건을 조절하기위하여 탈수시설을 갖추는데 여기에서 발생하는 침출수는 탈수여액과 함께 고농도의 유기질이 빠져나오게 되어 침출수의 유기질 농도가 매우 높아 하수종말처리장이나 분뇨처리장으로 연계 처리⁵⁾하거나 위탁처리하고 있으나 이러한 고농도 유기질을 회수하여 자원화공정에 재투입하면 자원화로 가는 제품의 품질도 향상될 수 있으며, 하수처리장이나 연계 처리시 오염물질 부하를 줄일 수 있어서 처리비용의 저감을 도모할 수도 있다.

따라서 본 연구에서는 염분 농도를 제어하기위하

여 물을 첨가하는 방안으로써 첫째, 음식물 쓰레기에 함유된 침출수를 1차 탈수하며, 둘째, 일정한 소량의 물을 연속적으로 첨가 교반하고, 셋째, 첨가된 물만큼의 수분을 탈수하는 공정을 연결하여 염분의 농도를 저감하는 희석하는 방식을 고안하였다. 또한 1차 탈수공정과 첨가하는 물에 의하여 발생하는 고농도 부유물질로 이루어진 침출수는 미세 스크린을 이용하여 고액 분리함으로써 고형물은 전량 회수하여 자원화용 음식물에 재투입하고 침출수는 다시 원심분리에 의한 고액분리 공정을 거쳐 재회수하고, 발생하는 탈수액은 침전조에서 침강 분리하는 공정을 파이롯트 규모로 설계 제작하여 음식물 쓰레기의 저염화연구를 수행하였다.

2. 실험 방법

2.1. 파이롯트 저염화공정 설비의 설계 및 제작

2.1.1. 각 공정설비의 세부 사양과 특징
 파이롯트 규모로 설계 제작된 저염화 공정장치는 시간당 0.5ton으로 하루 8시간 기준으로 4톤의 음식물을 처리할 수 있는 구조로 각 공정 장치의 설계 사양과 특징은 [Table 1]과 같다.

2.1.2. 전 공정의 설비 배치

[Fig. 1]에 제시한 전 공정 흐름도와 같이 물을 첨가하여 염분농도를 희석하여 저감시키는 저염화

[Table 1] Characteristics of Each Process of Pilot Plant for the Reduction of Salt Present in Food Waste

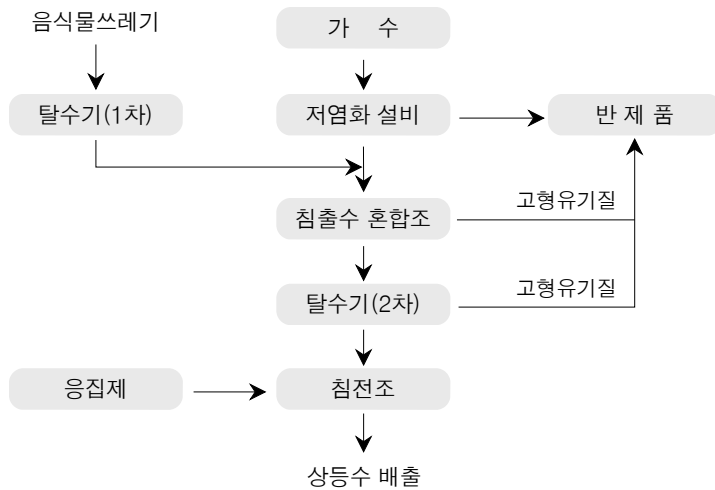
공정	특징	형식	사양	특징
저염화 설비		경사 회전식 (로터리식)	<ul style="list-style-type: none"> 재질 : SUS304 처리용량 : 반입음식물 0.5ton/hr 규격 : $\phi 320 \times 3,500$ 구동 모터 : 2.2kW \times 6P \times 1/60 회전수 : 8rpm /분 	<ul style="list-style-type: none"> 반입 음식물류 폐기물 침출수 농도 제어 및 염분 농도 저염화 <ul style="list-style-type: none"> I구역 : 1차 침출수 배출 (원심력) II구역 : 연속 가수/교반에 의한 희석 III구역 : 희석 침출수 배출 (원심력) 배출 침출수 유기질 입도 1mm이하로 제어 (SCREEN : 1.2mm) 정량 이송 SCREW Con'V 장착 침출수/악취 비산 방지를 위한 커버/후드장착
압출식 탈수기		Screw식 압출 탈수	<ul style="list-style-type: none"> 재질 : SUS304 처리용량 : 1m³/hr이상 (max 2m³/hr) 체적 감소율 : 26.4% 구동장치 : 5.5kW \times 6P \times 1/20 회전수 : \approx 25 rpm 	<ul style="list-style-type: none"> 반제품 탈수 압출 탈리액 포함 유기질 1mm이하로 배출 탈리액과 압출 유기질 분리 슈트(chute) 장착
침출수 혼합조		강판 구조형 사각 용기	<ul style="list-style-type: none"> 재질 : SUS304 SIZE : 650w \times 1000L \times 500H 유효체적 : 0.24m³ 	<ul style="list-style-type: none"> 저염화 침출수, 탈수기 탈리액 혼합 < 1mm 유기물질 분리 스크린 설치 (유기물질 회수용)
고액 분리기		원심 분리식 (1개의 모터 구동 방식)	<ul style="list-style-type: none"> 재질 : SUS304 동체 (Bowl) : $\phi 140 \times 1000L$ (원추형) 전동장치 : Timing Belt 전동 구동장치 : 3.7kW \times 4P 차 동 율 : 1: 0.9956 	<ul style="list-style-type: none"> 원심분리에 의한 고액분리 배출수 / 고형물질 분리 배출 Bowl과 내장 screw 회전수 차동
침전조		Thickener (강판 구조형 거치식)	<ul style="list-style-type: none"> 재질 : SUS304 체류시간 : 14분 체적 : 0.5 m³ 배출 Con'V : 0.4kW \times 6P \times 1/60 	<ul style="list-style-type: none"> 침전물 투입장치 : 와류 / 파장 최소화 투입구역과 침전구역 격벽 설치 침전 후 over flow screw con'v식 침전 slurry 집수 장치

공정, 음식물의 수분을 탈수시키는 탈수 공정, 탈수 시 발생하는 고농도 유기성 부유물질 회수공정, 탈수액을 고액 분리하는 고액분리공정과, 응집제를 투입하여 최종 침출수의 SS를 침강시켜 배출 오염물질 농도를 저감하는 침전조로 이루어져 있으며 정량적으로 연속 운전이 가능하다. 설비가 설치된 전경 사진을 [Fig. 2]에 도시하였다.

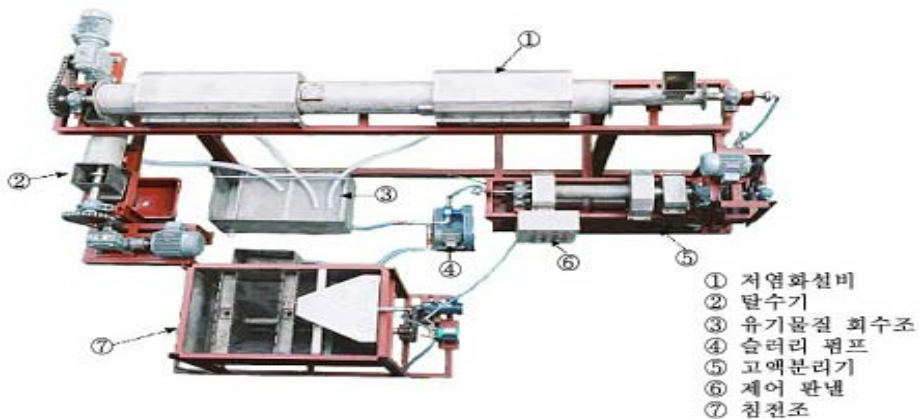
2.2 남은 음식물 쓰레기의 저염화공정 실험 제작 설치된 파이롯트 공정 설비의 성능 평가를

위하여 대학교 식당에서 배출되는 남은 음식물 찌꺼기를 대형 플라스틱 용기에 담아 플랜트로 이송하여 5회에 걸쳐 설비에 투입하여 실험을 하였다. 실험에 투입된 음식물 찌꺼기의 용량과 첨가된 물의 양은 다음 [Table 2]와 같다.

첨가되는 물의 양 환산은 음식물 찌꺼기를 1차 탈수하는 과정에서 발생하는 침출수 양의 250%로 결정하였다. 탈수에서 발생하는 침출수 발생량은 반입되는 음식물 찌꺼기의 수분 함량을 바로 측정하여 환산하여야 하나 우리나라 음식물 찌꺼기가



[Fig. 1] Process diagram of pilot equipment for the reduction of salt present in food waste.



[Fig. 2] Photograph of pilot equipments for the reduction of salt present in food waste and for the settling of SS in leachate

갖고 있는 평균 수분함량을 85wt%로 가정하고 1차 탈수를 거친 음식물 찌꺼기의 수분 함량은 78wt%로 가정하여 단위 건조된 음식물 찌꺼기당 수분 함유량(함수율: ω)을 계산하여 예측하였다. 예를 들어 100kg의 음식물 찌꺼기가 투입된다면 80 l의 물이 첨가된다.

$$\text{함수율}(\omega) = \text{수분 함량}(\text{wt}\%) / (100 - \text{수분 함량}(\text{wt}\%))$$

$$1\text{차 탈수 후 침출수 발생량}(Q_1) = (\omega_1 - \omega_2) \times \text{반입된 음식물양}(\text{dry basis})$$

$$\omega_1 : \text{반입 음식물 찌꺼기의 함수율}$$

$$\omega_2 : 1\text{차 탈수후 음식물 찌꺼기의 함수율}$$

$$\text{첨가되는 물의 양}(Q_2) = Q_1 \times 250\%$$

2.3 음식물 찌꺼기의 염분 및 수분농도 측정

음식물 찌꺼기에 함유된 염분 농도를 측정하기 위하여 반입된 음식물을 무작위로 일정량씩 채취하여 섞은 후 가위로 잘게 자르고 50g을 무게로 재어 초고순도 이온제거수 500ml를 첨가하여 8시간 동안 진탕기를 이용하여 염분을 추출하였다. 추출된 염분 용액은 Whatman 42 여과지를 이용하여 감압 여과 한 후 충분히 초고순도 이온제거수로 음식물 찌꺼기를 씻어 준 후 부피를 보정하고, Conductivity meter (Orion model 135)를 이용하여 salinity(염도), conductivity를 측정하였다. 일정량을 취하여 초고순도 이온 정수로 희석한 후에 5% K_2CrO_4 지시약을 첨가하고 0.1N- $AgNO_3$ 용액으로 적정하여 Cl^- 를 측정한 후 NaCl 농도로

환산하였다.

음식물 찌꺼기에 함유된 수분 함량을 측정하기 위하여 반입된 음식물을 무작위로 일정량씩 채취하여 섞은 시료를 무게로 잰 후 104°C 열풍건조기에서 완전 건조 후 식힌 다음 무게 감량으로 계산하였다.

2.4 음식물 침출수 및 방류수 수질분석

저염화 공정에서 배출되는 침출수는 1차 탈수기에서의 탈수여액, 저염화 설비 1구역, 3구역에서 배출되는데 1차 압출탈수기의 스크린에서 ($\phi 3\text{mm} \sim \phi 5\text{mm}$)에서 빠지는 입자상 유기물질 함유량이 매우 많아서 혼합조로 유입되는 침출수를 $\phi 1\text{mm}$ 의 스크린을 이용하여 중력에 의하여 물리적으로 고액분리를 한 후 고형물질은 거의 전량 회수하였으며 침출수는 2차 원심분리 고액분리기로 운반되어 입자상 물질은 재 회수되고 탈수 여액만 침전조로 투입하였다. 침전조에서는 침출수가 유입되는 유속에 맞추어 1500ppm농도로 응집제(5% PAC용액)를 일정한 유속으로 첨가하면서 고속으로 교반하였다. 침전조에는 자동 교반 장치가 설치되지 않아 수동으로 고속 교반한 후 침출수가 모두 침전조로 유입된 후에 2시간 정도 정지하여 침전을 시킨 후 상등수는 하수로 배출하고, 침전된 입자상 물질은 폐기하였다.

수질 분석을 위하여 1차 탈수공정과 저염화공정에서 배출된 혼합조의 침출수와 침전조의 상등수

[Table2] Operation Parameters for the Salt-reduction Pilot Process

구분	조건	비고
음식물 찌꺼기	총 투입량	100kg
	투입 속도	8kg/min manually
배출되는 침출수량		31.8 l
		$(\omega_1 - \omega_2) \times 15\text{kg}$
저염화용 첨가물	물 총량	80 l
	유입 속도	6.5 l/min
		$31.8\text{ l} \times 250\%$
응집제 주입량	총량	120g
	주입 속도	0.12 l/min
		5wt% PAC 용액사용

ω_1 : 반입 음식물 찌꺼기의 함수율(85wt%로 가정)

ω_2 : 1차 탈수후 음식물 찌꺼기의 함수율(78wt%로 가정)

의 수질 평가를 위하여 수질오염공정시험법에 의거하여 TS, BOD, COD_{Mn}, 총인, 총질소를 측정하였다. SS는 유리섬유여과지에 감압여과를 하여도 여과가 되지 않아 측정하지 못하고 대신에 TS를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 파이롯트 저염화 공정장치의 설계 및 제작 설치

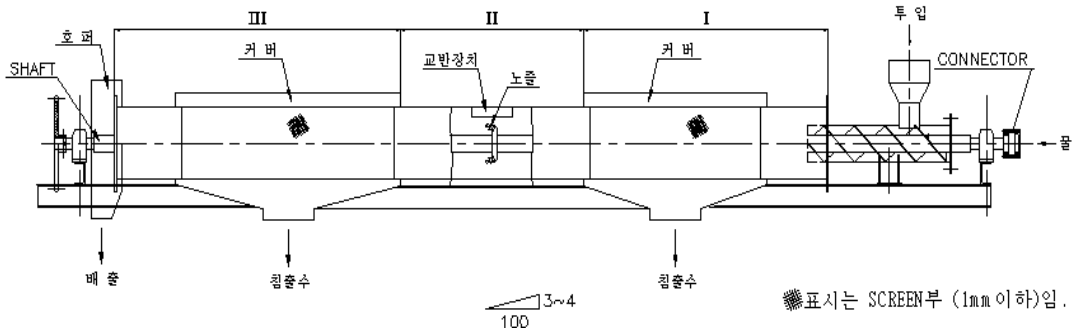
하루 8시간 운전 시간기준으로 4톤 규모의 음식물 찌꺼기에 함유된 염분 농도를 저감시키기 위한 저염화 설비시설은 [Fig. 2]의 사진과 같이 김위

성^{6,7)}의 설계에 의하여 외부전문 가공업체에서 제작되어 학과 내 외부 실습장에 설치되었다. 핵심 주요 설비인 로타리형 저염화설비 구조의 상세한 구조는 다음 [Fig. 3]과 같으며 물 투입구, 음식물 투입구, 로타리 동체(I, II, III 구역), 음식물 배출구로 구성되어있다. 각 구역의 구조와 운영조건, 특징을 [Table 3]에 상세하게 설명하였다.

3.2 저염화 공정설비의 성능 평가

3.2.1. 염분농도 측정방법(침전적정, salinity, conductivity)의 비교

음식물류 찌꺼기의 염분 농도 측정은 전은정외⁸⁾에서 기술한 바와 같이 초고순도 물을 이용하여 추



[Fig.3] Schematic diagram of rotary type salt-reduction pilot equipment.

[Table 3] Function and properties of each section consisting of salt-reduction pilot equipment

구분	구조	특징	
구동축	중공축으로 구성 <공급수 통로>	노즐을 통한 물분사가 가능하도록 중공축으로 구성된 축은 회전에도 누설이 없이 연속 공급 가능 구조	
동체	I	반입 음식물 찌꺼기의 침출수 배출	I구역에서 침출수를 1차 배출함으로써 염분 희석을 위한 물 첨가량을 줄일 수 있음.
	II	물과 음식물 찌꺼기의 혼합 교반	물 분사 노즐에 의해 물을 분사하면서 교반함으로써 희석 효과를 극대화
	III	희석된 침출수 배출	희석을 위하여 첨가된 물로인한 침출수의 배출
비산방지 커버	스크린부를 감싸는 커버	- 동체 회전에 의한 침출수 및 악취, 비산 방지 - 침출수는 하부로 배출	
설비 경사도	3-4/100 기울기	로터리식으로 투입 음식물 쓰레기의 성상에 따라 처리 용량을 경사각도로 조정 가능	
댐퍼 설치	I ↔ II, II ↔ III 구역에 댐퍼 설치	효율적 탈수와 교반을 위한 체류시간을 늘리기 위하여 댐퍼 설치	

출한 용액을 전극에 의한 염도측정과 질산은 표준 용액에 의한 침전적정방법을 모두 적용하였는데 음식물 찌꺼기에 함유된 각종 염분을 이루는 성분들이 다양하여 전극 측정에 의한 염도(salinity)와 침전적정에 의한 염분(NaCl)농도는 큰 차이를 보여주었다. 전극을 이용한 salinity 측정은 시료 용액이 다소 부유물질을 함유하거나 맑지 않더라도 전극이 민감하지 않아 측정하는데 방해는 되지 않고 신속하게 측정할 수 있지만 소금으로 기여되는 음식물의 염분농도 측정에는 표준 질산은 용액을 이용한 염소이온의 적정에 의한 방법이 전극으로 salinity를 측정하여 염분 농도를 판가름하는 방법보다 더욱 적절한 수치를 산출한다고 본다. Salinity는 NaCl이외에 음식물의 성분과 음식을 제조하는 과정에서 첨가되는 여러 물질에 함유되어 있는 각종 염이온들을 모두 포함한 측정인 반면에 침전적정은 염소 음이온만의 염화는 침전이 발생함으로써 다른 이온들의 영향은 거의 무시가 될 수 있기 때문이다. 다만 순수에 의한 염분 추출이 음식물 성분이 갖고 있는 천연 염분까지 추출하는 가는 불확실하지만 이러한 점을 최소화하기 위하여 음식물 찌꺼기 시료를 잘게 잘라서 초음파 추출도 추출 효율을 증가시킬 수 있으리라고 본다. 그러나 잘게 자른 시료를 진탕기를 사용하여 8시간에 걸쳐 추출한 시료와 초음파 추출 시료의 염분 농도를 측정한 결과와 그렇게 차이가 나지 않았으며 오히려 여과하는데 더 많은 시간이 소요되었다. 전기전도도 측정도 전극에 의하여 간단하고 신속하게 측정할 수 있으며 염분 농도와 salinity와도 좋은 상관관계를 나타내 주고 있어서 저염화 공정의 염분 저감율만 필요로 할 때는 전기전도도 측정도 좋은 방법이라고 판단되었다. 음식물 찌꺼기는 반입된 시료상태로 약 1.0~1.30 wt%(as NaCl) 염분과 0.90~2.0 %의 salinity, 1.89~2.2 mS/cm의 전기전도도를 갖고 있었다. 음식물 찌꺼기의 수분 함량을 고려하여 건조시료상태로 환산한 염분(NaCl), salinity, conductivity도 [Table 4]에 정리하였다.

측정값을 수분을 제거한 건조 시료 상태로 환산한 수치는 음식물 찌꺼기시료를 반입한 그대로 측

정한 수치와 매우 다른 양상을 보여주었다. 건조 시료로 환산한 염분 저감율은 [Table 4]의 1회, 3회에서는 음식물 찌꺼기를 반입한 상태의 저감율의 양상과 경향은 같게 나타났으나 [Table 4]의 2회 가동에서는 산출한 건조 시료로 환산한 염분 저감율은 마이너스의 수치를 보여주고 있다. 이것은 음식물 찌꺼기의 수분의 함유량에서 기인되었다고 보여지는데 1차탈수/저염화 공정을 거친 시료의 수분 함유량에 비하여 반입 음식물의 수분 함유량이 매우 낮은 것 때문이었다. 2회차 실험에서 투입된 음식물 찌꺼기는 반입시 눈에 보일 정도로 동식물 기름 성분이 매우 많이 함유되어 있었으며, 수분 함량을 측정하기 위하여 음식물찌꺼기를 104°C에서 건조시킨 후에도 기름성분은 계속 시료에 남아 있었으며, 이 기름이 음식물 찌꺼기의 수분과 물리화학적으로 결합되어 있어서 수분 함량을 결정하는데 영향을 주었다고 판단되었다. 이 음식물 찌꺼기를 저염화 설비에 투입하여 탈수/저염화하는 과정에서 고체보다 액상인 기름 성분들은 탈수되기 쉽고, 또 첨가된 물로 씻김에 의하여 기름은 대부분 침출수로 빠지게 되고 첨가된 저염화용 첨가된 물에 의하여 수분함량이 증가된 것이라고 본다. 음식물 찌꺼기를 자원화하는 기존의 과정에서는 탈수/건조 공정을 거치는데 이 탈수과정에서는 염분도 같이 상당량 빠지지만 104°C에서 수분만 건조시킨 건조시료 상태로 환산하는 염분농도와는 매우 다르므로 실제 음식물 찌꺼기에 함유된 염분 농도를 표기하는데 주의를 하여야 한다고 본다.

3.2.2 저염화 공정설비의 저염화 효율

저염화 공정설비의 저염화 효율은 실제 음식물 찌꺼기를 연속적으로 투입하여 정상 가동하면서 배출되는 음식물 찌꺼기의 염분, 수분 및 침출수의 수질을 측정하면서 평가되었다. 설비를 가동시키는 초기 시험단계에서는 미리 산출된 물의 양을 일정한 유속으로 분사 첨가하면서 학교 식당에서 반입된 음식물 찌꺼기 그대로 탈수하지 않고 저염화 설비에 투입 가동하였는데 저염화 효율이 23%에 불과하여 [Fig. 2]의 2번 압출식 탈수기에서 반입된 음식물 찌꺼기를 1차 탈수 한 후 저염화 설비에

투입하여 가동하였더니 염분 저감효율이 50%이상에 달하여 모든 실험은 후자 방식으로 설비를 가동시켰다. 각 시험 성능 실험에서 얻은 저염화 효율은 각 공정 별로 [Table 4]에 정리하였는데 염분(NaCl)과 salinity측정에 의한 염분 저감율이 평균 51.8%로 같게 나왔으며 1차 탈수 후 저염화공정을 거친 과정에서 음식물 찌꺼기에 함유된 염분은 50% 이상이 저감되는 것을 확인할 수 있었다. 2차 탈수(고액분리) 공정은 원심분리에 의한 탈수 공정인데 탈수 후 음식물의 형상은 거의 변함이 없었으나 탈수효과가 기대한 만큼 얻어지지 않아 저염화를 위해서는 1차 탈수/저염화 공정만 운영하여도 충분한 효과를 얻을 수 있었다.

3.3 저염화 공정장치에 의한 침출수 처리 효율

1차 탈수과정과 저염화 공정에서 배출되는 침출수는 첨가된 물에 의하여 씻김작용에 의하여 많은 유기성 고형물질을 함유하여 φ1mm 망을 이용하여 입자상 물질을 회수한 후에도 침출수의 수질은 매

우 고농도로 TS, BOD, COD_{Mn}는 7800~86000mg/l, 9000~65000mg/l, 5087~56000mg/l에 달하였으나 원심분리에 의한 고액 분리 후, 침전조에서 응집제에 의한 침강 후에는 TS는 평균 약 90%, BOD는 약 65%, COD_{Mn}는 63%에 달하는 저감을 얻을 수 있었다. 그리 하여도 침전조에서 방류되는 상등수의 수질은 TS가 200~7600mg/l, BOD가 2820~6800mg/l, COD_{Mn}가 1436~4000mg/l에 달하여 상당한 수질 개선 효과를 얻을 수 있었다.

총질소의 저감 효율은 60%정도가 감소되는 것을 확인하였는데, 음식물 찌꺼기에 함유된 총질소 성분들은 저염화설비 투입에서부터 상등수의 방류까지의 체류시간이 불과 수 십분 이하이어서 거의 단백질형태의 고형 고분자성분으로 존재하기 때문에, 이것은 부유 물질의 고액분리 저감효과에서 기인된 것이라고 본다. 반면 총인의 저감율은(약 30%정도) 총질소보다는 떨어지는데 고형상태라기 보다는 용존 상태이어서 단순 고액분리의 효율이 낮은데서 기인했으리라 본다. 혼합조에서 모아

[Table4] Reduction Effect of Water Content, Salt, Salinity and Conductivity of Food Waste*

회수	공정 구분	수분 (wt%)	염분 함량					
			반입 상태 시료			건조 상태로 변환		
			염분(NaCl) (침전적정)	salinity (전극측정)	conductivity (전극측정)	염분(NaCl) (침전적정)	salinity (전극측정)	conductivity (전극측정)
1	반입음식물	80.8	1.30 wt%	1.20 %	2.19 mS/cm	6.77 wt%	6.25 %	11.41 mS/cm
	1차탈수/저염화후	84.1	0.62	0.50	1.12	3.90	3.14	7.04
	2차 탈수후	86.3	0.87	0.80	1.56	6.35	5.80	11.39
	염분저감율**		52.3 %	58.3 %	48.9 %	42.41 %	49.69 %	38.24 %
2	반입음식물	74.6	1.02	0.90	1.89	4.02	3.54	7.44
	1차탈수/저염화후	86.0	0.53	0.6	1.12	3.79	4.29	8.00
	2차 탈수후	80.5	0.51	0.6	1.37	2.62	3.08	7.03
	염분저감율**		48.0 %	33.3 %	40.7 %	-	-	-
3	반입음식물	77.0	1.11	1.16	2.18	4.83	5.04	9.48
	1차탈수/저염화후	80.8	0.50	0.42	0.94	2.60	2.19	4.90
	2차 탈수후	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	염분저감율**		54.9 %	63.8 %	56.9 %	46.0 %	56.6 %	48.4 %
	평균 염분저감율**		51.8%	51.8%	48.8%			

*: 산출된 결과는 모두 같은 조건에서 설비가 작동되었으며, 투입된 음식물찌꺼기는 100kg이며 첨가된 물의 양은 4ℓ/min 유속으로 80ℓ임

** : 1차탈수/저염화후 단계까지의 염분 저감율

NT : not tested

진 침출수는 원심분리에 의한 2차 고액분리 효율에 따라 최종 침전조의 유입수 농도가 좌우되기 때문에 좀 더 좋은 고액 분리 효율을 가진 탈수 방법으로 교체하거나, 침전조에서 최대로 침전 효율을 높이기 위하여 응집제의 선택, 보조응집제의 첨가, 교반 속도, 침강 시간 등을 고려하여 최적의 침강 조건을 연구하면 방류수의 수질은 매우 개선되리라 고 기대한다. 기존의 음식물 자원화 시설에서는 침출수를 이송하는데 동력이 많이 요구되는 진공 펌프나 슬러리용 펌프를 사용하는데 본 파이롯트 공정에서는 두 단계에 걸친 고액분리 공정을 거쳐 고형물질을 제거하였기 때문에 침출수에 고형물질 함유량이 매우 낮아 보통 물 펌프를 사용하여도 설비를 운영하는데 용이하였다. 침출수의 처리효율을 측정 한 결과를 [Table 5]에 정리하였다.

4. 결론

음식물쓰레기에 함유된 염분 농도를 저감하기 위하여 물을 첨가하여 희석에 의한 공정으로 설계 제작 된 파이롯트 로터리식 저염화 공정장치에 음식물 쓰레기를 투입한 실증 실험에서 산출된 결론은 다음과 같다.

1. 파이롯트 설비는 음식물 쓰레기의 함수율과 탈수효율에 따라 산정된 물의 양에 따라 물을 연속적으로 분사 투입하면서 시간당 0.5톤의 음식물

- 식물 쓰레기를 연속적으로 저염화할 수 있었다. 음식물 쓰레기 1kg당 약 0.8ℓ의 물이 소요되었으며, 침출수는 약 1.1ℓ 배출되었는데 일반 물 펌프로도 이송이 가능하였다.
2. 저염화공정을 거친 음식물 쓰레기는 평균 50wt% 이상의 염분 농도가 저감되었다.
 3. 침출수로 유입되는 고농도 부유 유기물질은 침출수 혼합조에서 φ1mm 스크린 망에 의하여 중력여과로 고형물질은 전량 회수되었고, 다시 원심분리에 의한 고액분리에 의하여 재 회수되어 자원화용으로 반출되는 음식물쓰레기에 투입됨으로서 저염화 공정에 의한 자원화용으로 반출될 음식물쓰레기 품질이 저하되는 것을 방지하였다.

5. 사사

이 논문은 중소기업청의 산학연 컨소시엄 연구사업의 지원(S0405110-E0870714-19011022)에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

6. 참고문헌

1. 김성수 “음식물류 폐기물 자원화정책 방향, 최신기술특집, 한국유기성자원학회지, 11(4), pp 19~24 (2003).
2. 손영목 “국내 음식물쓰레기 자원화사업의 문제

[Table5] Reduction Effect of Water Pollutants by the Salt-Reduction Process

회수	공정구분	TS(mg/ℓ)	BOD(mg/ℓ)	COD(mg/ℓ)	총인 (mg/ℓ)	총질소(mg/ℓ)
1	1차탈수후/저염화후	85900	18000	5087	NT	NT
	침전조 상등수	7760	6800	3975		
	평균 저감율	91%	62%	22		
2	1차탈수후/저염화후	7760	9180	13910	0.68	1.35
	침전조 상등수	245	2820	3169	0.46	0.73
	평균 저감율	97%	69%	77%	32%	46%
3	1차탈수후/저염화후	86400	65000	58320	0.71	1.68
	침전조 상등수	200	fail	1436	0.42	0.45
	평균 저감율	99.8%	-	98%	41%	73%
총 평균 저감율		96%	66%	66%	37%	60%

NT : not tested

- 점 및 개선 방안”, 최신기술특집, 한국유기성자원학회지, 12(1), pp 1~10 (2004).
3. 김남천, 장병만 “삼중염을 이용한 음식물쓰레기 퇴비의 염분(NaCl) 분해방법”, 2004 음식물류 폐기물의 자원화 현황 및 발전방안에 관한 공동 심포지움 및 유기성자원학회 추계학술대회 논문집, pp 143~151 (2004).
 4. 정국례, “서울시내 대중식사 중 식염함량에 대한 조사 연구” 한국식품과학회지, 19(6), pp 475~479 (1987).
 5. 배재근 “음식물쓰레기 자원화시설의 설계현황 평가 및 개선방안”, 2003 음식물 쓰레기 자원화 시설의 설치와 운영에 관한 공동 심포지움 및 한국유기성폐기물학회 추계학술대회 논문집, pp 50~67 (2003).
 6. 김위성 “유기성 폐기물 저염화 장치 특허 출원” 출원번호 2003-0073910.
 7. 김위성 “유기성폐기물 건조장치” 실용신안등록 등록번호 0335340.
 8. 진은정, 권성환, 한순금, 권정안, 유나영, 송오용, 정혜영, 이기형, 윤존현, 이동훈 “음식물류 폐기물의 염분측정법 비교 연구”, 2004년도 춘계 한국폐기물학회학술발표회 논문집, pp 151~154 (2004). 