

GNC용액을 이용한 음식물 쓰레기처리장에서 발생하는 악취 규제물질 제거 효과에 관한 연구

홍중순·김재우

동남보건대학 환경보건과

By the GNC Solution, Removal Effect Offensive Odorous Compounds Generated from Food

Jong-Soon Hong · Jae-Woo Kim

Department of Environmental Health, Dongnam Health College, Suwon, Korea

Abstract

It disposes positively in the air pollution damage which is serious, in order help period the place where it improves the quality of existence and life of the local residents.

It removed the offensive odor regulation material and the technique it will be able to prevent to sleep it researched it did.

After scattering the GNC solution which develops the offensive odor regulation material which occurs from the food and trash treatment plant which is located to the S from the H, company after scattering the GNC solution which it develops collection it did a control criminal record control kind air and it analyzed.

In this study, we investigated the emission concentrations of offensive odorous compounds of hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide and dimethyl disulfide, trimethylamine, formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde, buthylaldehyde, iso-valeric aldehyde, n-valeric aldehyde, ammonia.

The concentrations of odorous compounds are determined by gas chromatography, HPLC and uv-vis spectroscopy
Hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide and dimethyl disulfide were not detected at any point examined.

Key words : GNC, Odor, Sulfide, Aldehyde, Ammonia

*Corresponding author E-mail : hongjisk@dongnam.ac.kr

I. 서론

"냄새가 난다." 이러한 표현은 냄새물질을 인간이 감지하여 나온 결과이다. 이렇게 감지된 냄새는 기분을 좋게 만드는 향취가 있는가 하면, 기분을 나쁘게 만드는 악취가 있다. 악취란 황화합물류, 알데히드류, 아민류 등 기타 자극성 있는 기체상 물질이 사람 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새를 말하며, 사람에게 특정 냄새 자체로 심리적, 정신적 피해를 주는 감각 오염의 한 형태이다. 동물, 식물 등 모든 생명체는 악취물질을 생성할 수 있다. 뿐만 아니라 무기물질들이 화학적 반응을 통하여 악취물질을 생성시킬 수도 있다. 따라서 각 악취물질을 생성할 수 있는 과정들도 다양하다. 1차 악취원이 발생 과정에서 고유의 악취가 나타나지 않더라도 악취물질은 대개 그 다음 반응에서 중간-, 부수- 혹은 2차 악취물질의 형태로 나온다. 악취물질은 합성과정이나 분해과정에 관계없이 발생된다. 반응물질의 종류와 반응조건은 발생과정과 그 물질의 변화 정도에 커다란 영향을 미치는 것은 물론이고, 악취물질 발생 정도나 그 특성을 결정하는 요인이 된다.

일반적으로 유기성 음식물쓰레기를 퇴비화하는 과정에서는 퇴비화의 각 단계마다 고유한 냄새물질이 발생하게 된다. 이때에 모든 악취성분들이 다 알려지지는 않았지만 총 179가지 성분이 확인되었다. 제1단계 퇴비화(초기퇴비화)에서는 유기성고분자물질(단백질, 지방, 탄수화물)들이 분해되고, 이로 인한 산성화가 진행되며, 저급알콜류나 탄산에스테류가 주를 이룬다. 퇴비화가 좀 더 진행되면 단백질의 분해에 의한 유기성 황화합물이 악취에 섞여 나오게 되며, 후퇴비화의 경우 암모니아가 발생하는 특징이 있다. 퇴비화과정을 적절한 조치를 통하여 컨트롤하면 생성되는 냄새의 종류나 정도에 영향을 미칠 수 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 공정 중에 악취가 발생하는 과정에서 H사에서 개발한 GNC용액을 살포함으로써 발생하는 악취를 줄이고, 심각한 대기오염 피해에 적극적으로 대처하여, 지역 주민들의 생존과 삶의 질을 향상시키는 데 일조하기 위해 악취규제물질을 제거하거나 방지할 수 있는 기술을 연구하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 기기

본 연구의 모든 분석에는 초순수를 사용했고, 모든 시약은 일본 관동화학과 동경화성(주)에서 구입한 분석용 특급시약을 그대로 사용했다.

4종의 황화합물을 즉, Hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide, dimethyl disulfide의 정량과 정성을 분석하기 위하여 기체 크로마토그래프 장치(Agilent Model 6890 Series)를 사용하고, Trimethylamine의 정량을 분석하기 위하여 기체 크로마토그래프(Shimadzu Model GC-14B)를 사용했고, 이들 기기에는 불꽃이온화 검출기(FID), 불꽃광도계 검출기(FPD) 및 불꽃열이온 검출기(FTD)가 부착되어 있어 필요에 따라 검출기를 선택하여 분석했다. 알데히드 화합물들 즉, Formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde, buthylaldehyde, iso-valeric aldehyde, n-valeric aldehyde의 정성과 정량을 분석하기 위하여 HPLC(Waters사)를 사용하여 분석했다. 그리고 Ammonia의 정량을 분석하기 위하여 분광광도법을 이용하였으며, 이에 자외선-가시선 분광광도계(Shimadzu사)를 사용했다.

2. 시료채취 및 분석

시료는 S에 위치한 음식물 쓰레기 처리장에서 발생하는 악취규제물질을 제거하기 위하여 H사에서 개발한 GNC용액을 살포 전·후의 공기를 포집하여 분석하였다. 본 연구에서 분석한 악취 규제물질은 음식물 쓰레기 처리장에서 발생할 가능성이 있

고, 규제 대상물질인 hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide 및 dimethyl disulfide, trimethylamine, formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde, buthylaldehyde, iso-valeric aldehyde, n-valeric aldehyde, ammonia 선정했고, 각각의 시료채취 방법과 분석 물질에 따른 분석조건은 다음과 같다(환경부, 1998; 허목, 1990; 양성봉, 2002; 환경부, 1995).

2.1. Trimethylamine의 기체 크로마토그래피법 분석

- 1) 산성여지를 포집 홀더에 장착 후 3 L/min의 유량으로 17분간 흡입 포집한다.
- 2) 포집액에 증류수 20 ml를 가해 5분간 흔들어서 섞은 다음 거름종이로 거르고, 여과액을 분석시료로 사용한다.
- 3) 40% NaOH 용액이 20ml 담겨있는 분해병에 Silicone 마개를 통하여 시료를 주입한 후 0.15~0.2 L/min의 유량으로 50분간 퍼지시켜 액체산소로 냉각된 농축관에 도입시킨다.
- 4) 시료 농축관과 GC를 연결한 후 농축관을 150℃로 가열한 후, 운반기체를 흘려 GC로 도입시킨다.
- 5) FID가 부착된 GC로 분리·분석한다.

2.2. Ammonia의 분광광도법 분석

- 1) 시료를 붕산 용액에 유량 2 L/min으로 25분간 반응시켜 포집한다.
- 2) 포집액에 Phenol-penta-cyanonirosil철(III)산 소듐 용액 및 차아염소산 소듐 용액을 가하고 암모늄 이온과 반응하여 Indophenol blue를 생성시켜 640 nm에서 분광광도법으로 정량한다.

2.3. 황화물의 기체 크로마토그래피법 분석

- 1) 간접 포집상자를 이용 Tedlar bag(5 L)에 1 L/min 속도로 흡입 포집한다.
- 2) 시료를 액체 산소로 냉각된 농축관에 일정량을 흡입 농축시킨다.
- 3) 농축관과 GC를 연결, 안정화시킨 후 농

축관을 70℃까지 가열하여 승온시켜 GC에 도입시킨다.

- 4) FPD가 부착된 GC를 이용하여 분리·분석한다.

2.4. Aldehyde 화합물의 기체 크로마토그래피법 분석

- 1) 시료를 3 L/min 용량으로 시료 포집관(O₃ Scrubber+DNPH)에 17분간 포집한다.
- 2) 고체 포집관을 강력한 양이온 교환수지관과 연결하여 포집관의 상부에 용출액 acetonitrile 6ml를 흐르게 하여(1ml/min 정도) 공전부 시험관에 낙하시킨다.
- 3) 시료를 HPLC로 분리·분석한다.

III. 결과 및 고찰

1. 시료채취 지점의 기후조건

본 연구에서 시료를 채취할 때의 채취지점의 기후조건인 온도는 23℃, 습도는 67.5%이었다.

2 악취 규제물질의 측정결과

2.1 Trimethylamine의 기체 크로마토그래피법 분석

1) 분석조건

- (1) Column : Packed(Glass PT. AT. KOH, L; 2m, ID; 3.2mm)
- (2) Carrier gas : Helium 70ml/min.
- (3) Inlet Temp. : 150℃
- (4) Oven Temp. : 80℃; 10min, 80~200℃(15℃/min.), 200℃; 5min.
- (5) Detector Temp. : 250℃

2) 산출근거

- (1) Sample 포집량 : 51ℓ
- (2)

$$C = \frac{22.4 \times A}{59 \times V \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P}{760}}$$

$$A = \frac{20}{V_1} \times m$$

C : 대기중의 트리메틸아민의 농도 (ppm)

A : 트리메틸아민의 량 (μg)

V : 유량계에서 측정된 흡입가스 부피 (ℓ)

t : 유량계의 온도 ($^{\circ}\text{C}$)

P : 시료 포집시의 대기압(mmHg)

m : 검량선으로 구한 트리메틸아민의 량(μg)

V_1 : 분석용 시료에서 분취한 용액의 부피(ml)

3) 분석결과

S에 위치한 음식물쓰레기처리장에서 발생하는 공기를 포집하여 분석한 결과 Trimethylamine에 대한 분석결과 처리전에는 1.24ppb 이었으나 처리 후에는 0.87ppb 으로 감소하였고, 처리율은 29.9%정도이나 현재 약취규제물질의 규제치(5ppb: 기타지역안의 사업장, 20ppb : 공업지역안의 사업장) 보다 훨씬 낮은 농도이다.

2.2. 황화합물의 기체 크로마토그래피법 분석

1) 분석조건

(1) Column : GS-Q(L; 30m, ID; 0.53mm)

(2) Carrier gas : Helium 50ml/min.

(3) Inlet Temp. : 250 $^{\circ}\text{C}$

(4) Oven Temp.: 130 $^{\circ}\text{C}$, 130~200(50 $^{\circ}\text{C}$ /min.), 200 $^{\circ}\text{C}$; 5min, 200~235 $^{\circ}\text{C}$ (40 $^{\circ}\text{C}$ /min.), 235 $^{\circ}\text{C}$; 5min.

(5) Detector Temp. : 250 $^{\circ}\text{C}$

2) 산출근거

$$(1) C = \frac{C_1}{\frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

C_1 : 대기 중의 Sulfur의 농도(ppm)

t : 유량계의 온도($^{\circ}\text{C}$)

P : 시료 포집시의 대기압(mmHg)

3) 분석결과

S에 위치한 음식물쓰레기처리장에서 발생하는 공기를 포집하여 분석한 결과 황화합물에 대한 분석결과는 다음과 같다.

(단위 : ppb)

항목 시료명	Hydrogens ulfide	Methylmer captan	dimethyls ulfide	diMethyldi sulfide
처리전	32.85	314.03	18.26	17.14
처리후	N.D	N.D	N.D	N.D
처리율	100	100	100	100
규제치	20(60)	2(4)	10(50)	9(30)

※ 현재 약취규제물질 규제치 : 기타지역안의 사업장(공업지역안의 사업장) 황화합물은 4종이 모두 100%처리가 가능함을 알 수 있었다.

2.3 Aldehyde 화합물의 HPLC에 의한 분석

1) 분석조건

(1) Column : LC-18(L; 25cm ID ; 4.6mm, Particles ; 5 μm)

(2) Mobile phase acetonitrile : Water (60 : 40)

(3) Flow : 1.5ml/min.

2) 산출근거

(1) Sample 포집량 : 51 ℓ

(2)

$$C = \frac{22.4 \times A}{\text{분자량} \times 1,000 \times V \times \frac{273}{273+t} \times \frac{P}{760}}$$

$$A = \frac{6,000}{X} \times \frac{m}{Y}$$

C : 대기 중의 Acetaldehyde 농도(ppm)

A : 채취한 시료가스 중의 Acetaldehyde의 전량(ng)

X : 가스크로마토그래프에서의 검체 주입량(μl ,

$X=1\mu\ell$

Y : 주입검체의 농축비율($Y=6$)

m : 주입검체중의 Acetaldehyde의 양(ng)

V : 유량계에서 측정된 흡입가스 부피(ℓ)

t : 유량계의 온도($^{\circ}\text{C}$)

P : 시료 포집시의 대기압(mmHg)

3) 분석결과

S에 위치한 음식물쓰레기처리장에서 발생하는 공기를 포집하여 분석한 결과 알데하이드에 대한 분석결과는 다음과 같다.

(단위 : ppb)

항목 시료명	Acetaldehyde	Propionaldehyde	Buthylaldehyde	iso-Valeraldehyde	n-Valeraldehyde
처리전	1076.76	41.13	14.45	12.36	1.62
처리후	189.61	11.76	9.77	N.D	N.D
처리율	82.3%	72.4%	32.4%	100%	100%
규제치	50(100)	50(100)	30(100)	3(6)	9(20)

※ 현재 악취규제물질 규제치 : 기타지역안의 사업장(공업지역안의 사업장) 알데하이드류는 Acetaldehyde는 82.3%, Propionaldehyde는 72.4%, Buthylaldehyde는 32.4%, iso-Valeraldehyde와 n-Valeraldehyde는 100% 제거율을 나타내었다.

2.4 Ammonia의 분광광도법 분석

1) 산출근거

(1) 시료 포집량: 50 ℓ

$$(2) C_1 = \frac{5 \times A}{V \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P}{760}}$$

$$C = C_1 \times \frac{22.4m^3}{17kg}$$

C : 대기 중의 암모니아농도(ppm)

C_1 : 대기 중의 암모니아농도($\mu\text{g}/\ell$)

A : 분석용 시료용액중의 암모니아량(μg)

V : 유량계에서 측정된 흡입가스량(ℓ)

t : 유량계의 온도($^{\circ}\text{C}$)

P : 시료 포집시의 대기압(mmHg)

2) 분석결과

S에 위치한 음식물쓰레기처리장에서 발생하는 공기를 포집하여 분석한 결과 Ammonia에 대한 분석결과 처리전에는 111.06ppb 이었으나 처리 후에는 55.53ppb으로 감소하였고, 처리율은 50%로 나타내었으며, 현재 규제치(1,000ppb : 기타지역안의 사업장, 2,000ppb : 공업지역안의 사업장)보다 낮은 값을 얻었다.

IV. 결론

S에 위치한 음식물쓰레기처리장에서 발생할 수 있는 12종의 악취 규제 물질인 hydrogen sulfide, methyl mercaptan, dimethyl sulfide 및 dimethyl disulfide trimethylamine, formaldehyde, acetaldehyde, buthylaldehyde, propionaldehyde, iso-valeric aldehyde, n-valeric aldehyde, ammonia를 제거하기 위하여 H사에서 개발한 GNC로 처리한 후 처리전과 처리후의 공기를 포집하여 기체 크로마토그래피, 자외선-가시선 분광광도법 및 HPLC법으로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Trimethylamine은 GNC로 처리하기 전에는 1.24ppb 이었으나 처리 후에는 0.87ppb으로 감소하였다. 생선 썩는 냄새와 같은 악취를 발생시키는 trimethylamine에 대한 GNC 살포 후 제거율은 29.9%로 나타내었다.

2. 황 화합물은 GNC로 처리하기 전의 Hydrogensulfide가 32.85ppb 이었으며, Methylmercaptan은 314.03ppb이었으며, dimethylsulfide은 18.26ppb이었으며, diMethyldisulfide은 17.14ppb이었다. 그러나 H사에서 개발한 GNC로 처리한 후 이리

한 황 화합물은 전부 검출되지 않았다. 썩은 계란과 썩은 양배추 냄새와 같은 악취를 발생시키는 황 화합물은 모두 분해가 가능하다고 사료된다.

3. Aldehyde 화합물의 경우에는 Acetaldehyde가 처리전에는 1,076.76ppb 이었으나, 처리 후에는 189.61ppb 이었고, Propionaldehyde는 처리전에는 41.13ppb 이었으나, 처리 후에는 11.76ppb 로 줄어들었다. 그리고 iso-Valericaldehyde는 처리전에는 12.36ppb 이었으나, 처리 후에는 검출이 되지 않았고, n-Valericaldehyde는 처리전에는 1.62ppb 이었으나, 처리 후에는 검출되지 않았다. 시고 쓰고 탄 냄새와 같은 악취를 발생하는 Aldehyde 화합물 중 Acetaldehyde의 제거율이 82.3%이고, Propionaldehyde의 제거율은 72.4%를 나타냈고, 이 밖에 iso-Valericaldehyde, n-Valericaldehyde는 거의 모두가 제거 된다고 사료된다.

4. Ammonia는 GNC로 처리전에는 111.06ppb 이었으나 처리 후에는 55.53ppb으로 감소하였다. 오줌과 같은 냄새를 발생시키는 Ammonia에 대한 GNC 살포 후 50%의 제거율을 나타내고 있다.

따라서, H사에서 개발한 GNC는 황 화합물과 알데히드 화합물 중 iso-Valericaldehyde,

n-Valericaldehyde에 대한 제거율은 상당히 우수한 것으로 나타났으며, Trimethylamine의 제거율은 상당히 저조하였다.

사 사

본 연구는 동남보건대학 학술연구지원비로 수행되었습니다. 본 연구를 위해 후원 해주신 대학당국에 감사드립니다.

참고문헌

1. 화학공학협회 (1997), 악취, 탄화수소 배출방지 기술, 7-11.
2. 환경부 (1998), 대기오염공정시험법, 575-611.
3. 허목 (1990), ASTM 주사기법에 의한 환경악취의 관능 측정법에 관한 연구, 대한환경공학학회지, 12, 1-8.
4. 일본 악취대책연구협회 (1998), 악취대책연감, 289-294.
5. 양성봉 (2002), 우리나라의 악취규제제도, 한국냄새환경학회지, 1, 6-15.
6. 환경부 (1995), 악취 대기환경보전법, 150-274.
7. 환경부 (2005), 악취방지법, 15 pp.
8. 환경부(2005), 악취공정시험법.
9. 산업안전공단(2005), "안전보건 DB".