

3A5) 음식물의 부패정도에 따른 악취물질의 발생특성 연구: 트리메틸아민, 암모니아를 중심으로

Characterization of Odorous Emissions from Decaying Foods: Case Study on Trimethylamine and Ammonia

안지원 · 오경웅 · 박신영 · 이기한 · 김용휘 · 김기현

세종대학교 지구환경과학과, 세종대학교 식품공학과

1. 서 론

악취는 감각적인 공해로 인간생활의 모든 영역에서 발생하며, 공업지역 뿐 아니라 주택과 하천과 같이 여러 가지 발생원이 다양하게 존재한다(최재성과 김재우, 2007). 특히, 음식이 부패하면서 생기는 악취는 가장 흔하게 접할 수 있는 악취발생원 중 하나이다. 부패는 유기물질에 미생물이 작용하여 악취를 내며 분해하는 현상을 의미한다(김기현 등, 2006). 부패로 인해 발생하는 악취물질 중, 아민류인 trimethylamine(TMA)는 비린내가 나는 악취물질로, 휘발성이 강하며 최소감지농도가 0.032ppb 수준으로서 매우 낮은 농도에서 악취를 유발시키는 물질이다(정경훈 등, 2005; Mushiroda et al., 1999). 또 다른 악취물질인 암모니아(ammonia, NH₃)는 강한 자극성 냄새를 갖는 무색의 기체로, 최소감지농도가 0.1 ppm 수준을 유지한다. 본 연구에서는 주요 악취발생원 중의 하나로 간주할 수 있는 음식물의 부패와 연계하여 여러 가지 악취물질들의 배출특성을 살펴보았다. 이를 위해, 3가지 유형의 음식물을 선정하여 부패시, 이들로부터 배출되는 복합악취물질 중, 질소화합물 계열인 TMA와 NH₃를 중심으로 시간에 따른 농도변화를 분석하였다. 그리고 이와 동시에 이들 악취물질의 농도와 악취의 세기와의 관계도 비교 평가하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구를 위해 부패 상태에서 강한 냄새를 발생하는 3종류의 음식물(삶은 메추리알, 고등어, 오징어)을 준비하였다. 준비한 음식물은 동일한 조건으로 부패시키기 위해, 멸균과정을 거친 분쇄기에 갈아 사용하였다. 갈아 둔 음식물은 60ml 일회용 주사기에 5g씩 일정하게 담고 공기를 60ml 채운 후, 통풍이 잘되는 곳에 상온상태로 보관하였다. 일회용 주사기는 한 종류의 음식물에 10개씩 준비하여 총 30개를 준비하였다.

TMA와 NH₃의 분석을 위한 시료채취는 일회용 주사기 안에 축적되는 고농도의 부패공기 시료를 일회용 주사기 채로 직접 Tedlar bag에 일정량 회수하는 방식으로 채취하였다. 그리고 이를 다시 분석에 적합한 수준으로 헬륨이나 질소를 이용하여, 희석하는 방법으로 연구를 진행하였다. TMA 분석을 위한 시료는 1L Tedlar bag에 부패공기시료 10ml를 주입하고, 나머지는 헬륨으로 채워 100배 희석하는 방식으로 준비하였다(그러나 오징어 시료는 168시간이 지나면서 TMA가 고농도로 검출되어 SPME를 이용한 분석을 위해 500배 희석을 하였다). NH₃의 경우는 10L Tedlar bag에 부패공기시료 30ml를 주입하고, 나머지는 질소로 채워 333배 희석하는 방식으로 준비하였다. 이렇게 채취한 시료를 TMA는 SPME를 이용한 GC/NPD 방법으로, NH₃는 UV/VIS 분광계측기를 이용한 인도페놀법으로 분석하였다.

본 연구에서는 채취한 시료의 농도대를 정확히 파악하고자 TMA와 NH₃의 표준시료를 이용하여 검량선을 작성하였다. TMA는 3가지 농도대로, NH₃는 4가지 농도대로 작업용 표준시료를 조제하여 검량에 활용하였다. 검량선을 TMA는 7회, NH₃는 10회 작성하였으며, r² 값은 각각 0.9, 0.99 이상으로 나타났다.

3. 결과 및 고찰

메추리알, 고등어, 오징어의 부패로 발생하는 TMA와 NH₃의 농도 경향을 쉽게 표현하기 위해 농도

값에 log를 취하여 농도의 시간적 경향을 살펴보았다. 그 결과, 그림 1에 제시한 바와 같이 TMA와 NH₃의 농도 값은 부패가 진행할수록 농도가 상승하는 경향이 나타났다. 부패가 진행되기 시작한다고 판단되는 24시간 이후부터 TMA농도는 계속 증가하다가 시작일로부터 504시간이 지나면서 농도는 서서히 감소하였다. NH₃는 메추리알의 경우 농도가 꾸준히 증가하였으나, 고등어와 오징어는 408시간이 지나면서 어느 정도 일정한 농도를 유지하였다.

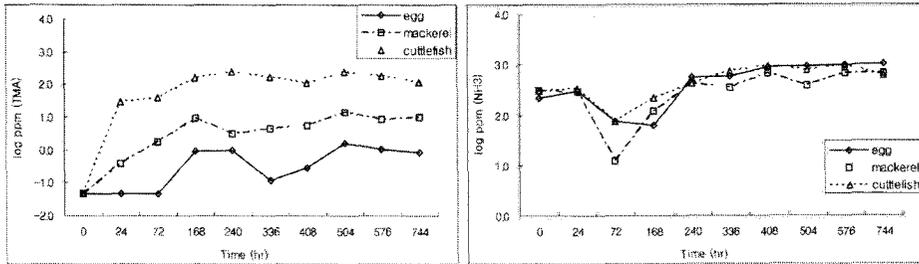


Fig. 1. Changes in(log scale) concentration of TMA(left) and NH₃(right) as a function of time.

악취물질은 계절, 온도, 풍속 등과 같은 주변조건에 따라 분포특성이 달라지기 때문에 음식물에서 발생하는 악취성분의 농도와 온·습도에 따른 상관분석을 실시하였다. 상관분석 결과, TMA는 온도와 상관성이 있는 것으로 나타났으며 고등어>메추리알>오징어 순으로 상관성이 높게 나타났다. NH₃는 습도와 상관성이 있는 것으로 나타났으며, 고등어>메추리알>오징어 순으로 강하게 나타났다.

악취는 감각적인 공해로 개인차가 크게 나타나는 점을 착안하여, 악취농도를 악취세기로 환산하여 농도와의 관계를 비교해 보았다. 그 결과, TMA와 NH₃는 농도에 따른 차이가 크지만 악취세기로 비교할 경우 사람이 감지하는 냄새의 강도는 크게 차이가 나지 않음을 확인하였다(그림 2).

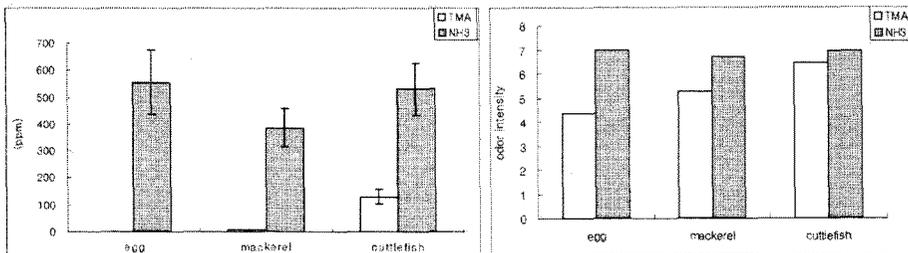


Fig. 2. The mean concentrations of TMA and NH₃ and their odor intensities for each food.

참고 문헌

- 김기현, 김용휘, 임문순, 박신영, 홍윤정, 최병선 (2006) 음식물의 부패에 의한 악취발생 특성 및 미생물을 이용한 부패악취저감 연구, 한국환경분석학회지, 9(2), 74-83.
- 정경훈, 서병량, 정만호, 전준민, 박귀환, 이영재 (2005) SPME법을 이용한 트라이메틸아민의 분석재현선향상에 대한 연구, 한국냄새환경학회지, 4(3), 141-147.
- 최재성, 김재우 (2007) 계절별 악취물질의 배출량 분석 및 평가에 관한 연구, 한국환경과학회지, 16(1), 27-32.
- Taisei Mushiroda, Tsuyoshi Yokoi, Eiki Takahara, Osamu Nagata, Hideo Kato, Tetsuya Kamataki (1999) Sensitive assay of trimethylamine N-oxide in liver microsomes by headspace gas chromatography with flame thermionic detection, Journal of Chromatography B, 734, 319-323.