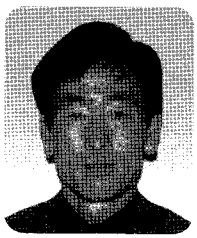
양돈장 냄새 저감을 위한
시설 및 환기관리



유 재 일 위원장
한국양돈컨설팅그룹

멀리 떨어져 지나가기도 역겨울 만큼 나쁜 냄새가 나는 양돈장이 있는가 하면 돈사 안과 밖이 구분이 잘 안될 만큼 나쁜 냄새를 느낄 수 없는 돈사도 있다.

이 상반된 경우 전문적인 지식을 가지고 보지 않는 한 다 같은 양돈장(집 속에서 돼지를 기르는 곳)인데 그 까닭이 무엇일까가 몹시 궁금할 것이다. 그러나 돈사와 환기상태, 관리관행 같은 것을 각각 그리고 종합하여 분석하여 보면 그 차이(악취의 강약)의 원인을 밝혀낼 수 있다.

많은 양돈인들이 법적규제 때문에 양돈장의 냄새를 걱정하고 있으나 양돈장에서 나쁜 냄새의 발생을 최소화하면 가장 먼저 혜택을 받는 것은 관리자와 그 돈사내에서 살고 있는 돼지들이다. 그러므로 이 악취문제는 피동적이 아닌(법적 규제 때문) 능동적인(관리자의 복지와 돼지의 건강을 위한) 차원에서 접근하여야 할 것이다. 내부(양돈장)에서 문제가 해결되면 밖에서 문제가 제기되는 일이 없을 것은 불문가지(不問可知)한 일일 것이다.

본문 내용은 양돈장냄새의 근원, 그리고 양돈악취의 특성과 돈사와 환기가 냄새 성분의 생산에 미치는 영향, 돈사와 환기의 기준과 관리 등에 관한 자료들이다.

1. 돈사와 돈분처리 과정에서 생산되는 냄새성분의 특성

양돈장에서 냄새와 관련된 문제를 해결하기 위하여서는 냄새물질 자체의 정체와 특성을 바르게 알아야 하는 것이 선결과제이다.

양돈장의 유해가스와 냄새나는 물질에 관련한 자료들을 보면 대개 암모니아 가스, 유화수소, 메탄가스 등 성질(물질적 특성)이 확실하게 구분되는 것들의 생성(Generate)과, 돼지와 관리자에게 미치는 영향 및 위험수준과

허용한계 같은 것이 주 내용이다.

그러나 양돈장에 관련된 악취관계 전문자료를 보면 어떤 특정성분(예: 암모니아 가스)이 문제인 경우보다 그것이 무엇(가스 종류)인지도 확연하게 구분할 수 없으면서 몹시 역겨운(표현하기 어려운) 이상한 냄새라는 점이 사실상의 문제가 되고 있다고 설명하고 있다.

이 못된 냄새는 그 냄새가 여러 가지 물질이 복합된 복잡한(The Complexities of Swine Odor라고 지적) 물질로 돈사 등 돼지의 생산 관련시설(돈사와 분뇨처리 시설 등)에서 재생산(합성)되고 이어서 농축되기 때문이라고 한다.

성물질(Volatile Compounds)이 분리되며 이 합성물질엔 자연적인 것, 생화학적 반응으로 생성된 것, 유기산, 알코올, Aldehydes(알데하드기), 가스복합물(Fixed gas). Carbonyle(카르보닐기), Esters(에스테르기), Amine(아민)류 Sulphides, mercaptanes(메르캅탄기), 질소화합물 같은 것들이다.

이 복합 냄새물질이 얼마나 복잡하고 다양한가에 관한 설명을 보면 사람의 지문처럼 같은 것이 없고 그러면서도 특유(特有 독특한 냄새와 그 정도)하다고 까지 표현되어 있다.

그리고 이것들에 대한 느낌(반응)도 느끼는

최적환기(Proper ventilation)의 실행 2대 요소는 적량(適量)과 바른길(흘러가는 경로)이다. 환기량이 부족하여 습도가 높아지면 미생물의 발생은 습도가 높아지는데 비례하여 왕성해진다. 습한 돈사는 반드시 악취도 심하다.

습도가 낮아져도(적정범위 이하로) 미생물의 번식은 촉진되고 먼지도 증가하며 번식정도과 증가량도 습도가 낮아지는데 비례한다

양돈장에서 사람에게 인지되는 독특한 냄새는 가스, 먼지, 수증기 및 퇴비화 또는 분뇨의 분해 과정에서 만들어지는 냄새나는 물질과 냄새없는 물질까지 복합되어져서 후각기관에 접촉될 때 느끼는 것이다.

돼지의 배설물(때로는 사료 깔짚 같은 것도 섞임)이 혐기성(anaerobically) 분해가 될때 만들어지는 2가지 대표적 가스는 암모니아 가스(NH_3)와 계란 썩는 냄새가 나는 유화수소 가스(H_2S)다.

그러나 혐기성 미생물에 의한 분해과정에서는 휘발성 지방산(Volatile fatty acid)들을 방출하고 이것들의 냄새는 암모니아 가스나 유화수소 가스보다 더 불쾌한 느낌을 주는 것들이다.

돼지의 배설물에서는 약 150가지의 휘발성 합

자에 따라 매우 다르며, 그 차이는 어떤 소리(Sound)를 듣고 그것을 음악(Music)이라고 하는 사람과 잡음(Noise)이라고 하는 사람이 있는 것만큼 차이도 큰 물질이라고 비유하고 있다.(자료 Options for managing order : North Calolina 주립대 March 1 1995)

양돈장의 악취가 이와 같이 복잡한 것이므로 측정 또한 지극히 어려우며 분쟁시 증거자료로의 측정도 어려운 것이다.

양돈시설에서 생성되는 복합 악취 물질의 종류와 양은 환경에 따라 달라지며 변화의 폭도 매우 크다. 그리고 이들의 생성과 이동에 영향을 주는 주요환경 요소도 매우 많으며 큰 환경요소를 보면 다음과 같은 것들이다. 돈사의 위치, 관리단위의 규모와 방식, 생산관리 방식, 계절, 온

도, 습도, 1일중 시간대, 바람의 방향과 풍속 같은 것이 생성과 변화에 영향하는 큰 환경요소들이다.

이 같이 여러 환경요소에 의하여 복합냄새 물질의 생성과 양이 다르나 각 환경요소가 영향하는 정도(어떻게 얼마나)를 알거나 계산하는 것은 거의 불가능하다고 할만 큼 복잡하게 변이가 일어난다. 이 물질들을 다스리기 위하여 다음으로 중요한 것은 이것들이 어떻게 농축되고 이동하는가 이다.

이들 복합물질들은 떠 다니는 먼지(airborne dust)에 붙어서 이동하거나, 미립자(particle: 매우 작은 단위물질) 상태로 떠 다닌다. 그러므로 먼지가 가라 앉아 쌓이면 냄새나는 성분도 함께 쌓이는 결과가 되고 공기의 흐름이 정체되면 이들 성분의 농축도(濃縮度)도 높아진다.

많은 폐쇄식 돈사(완전한 집 형태의 돈사)에서는 이들 떠 다니는 물질(이동되는 물질)에 병원성 미생물이나 물리적 자극을 주는 물질도 포함 되어있다.

여기에서 특히 유의하여야 할 점은 먼지에 냄새나는 물질들이 흡착되어 떠 다닌다는 점이다. 암모니아나 유화수소 등 단일성분의 가스는 순수한 상태로 있다면 한 곳에 장시간 머무를 수 없다. 그러나 냄새가 심한 돈사에서 작업시에 입었던 옷에서 장시간 동안 냄새가 나고 머리를 감지 않으면 냄새가 오랜 시간동안 난다. 그 까닭이 바로 앞의 설명과 같은 이유 때문이다.

2. 돈사 안에서 악취물질의 생성과 축적(농축도)을 줄이는 방법

양돈현장에서 최선의 냄새 제어는 시스템(돈사, 환기, 처리시설 등)을 잘 관리하는 것이라고 정의 하고 있다.

돈사에서 냄새성분을 만들어 내는 근원물질은 돼지의 분과 뇨, 허실된 사료, 돼지의 생리작용과 노화 일탈세포(비듬), 털, 깔짚, 먼지 같은 것들이고, 냄새성분이 재생성 되는 과정과 산물은 앞에서 설명한 바와 같다.

그러므로 냄새 제어(생성과 축적)는 맨 처음 돈사 내에서부터 시작되어야 하는 것이다.

돈사의 관리대상 환경요소는 다음과 같은 것들이다.

혐기성 발효가 일어나는 원인(계기)을 제거(또는 최소화)하여야 한다.

돈사바닥이나 칸막이 시공이 잘못되어 있어 배설물의 제거가 깔끔하게 되지 않으면 시간의 경과가 길어지는 만큼 악취물질의 생산은 증가한다. 그러므로 배설물이 끼어 제거가 어려운 곳이나 경사도가 부족하거나 표면처리가 잘못되어 분뇨가 수집장소(치우는 곳)로 잘 밀려 내려가지 않거나 고이는 곳은 정비를 하여야 한다.

청소를 할 때는 구석진 곳에 배설물이 남지 않도록 알뜰히 제거하여야 한다. 돼지의 몸에 분과 뇨, 먼지, 사료찌꺼기 같은 것이 많이 묻어 지저분해지면 오물들이 체온의 영향을 받아 악취가스를 생산하고 그것을 공기중에 방출한다.

돼지 몸에 오물이 많이 묻는 원인을 많은 양돈인이 돼지가 배변장소(똥자리)를 잘못 잡기 때문이라고 단정하고 있으나 돼지가 배변구역을 바꾸거나 잘못 잡는 큰 원인은 시설결함(예: 배수불량, 칸막이), 환기불량(환기의 사각지대에 집중적으로 배설), 과습, 허용한계 이상의 온도변화 같은 것이다.

돼지의 사육밀도가 잘못되었을 때(두당 제공면적의 부족)도 돼지는 더러워진다. 돼지의 배변구역 문제(잘못 잡는)는 돼지의 습성 때문이 아니다. 그리고 반드시 고쳐질 수 있는 것이다.(돈사 설치표준에 의한 설치와 관리로)

시설이 표준화 되었더라도 관리가 적정하게

안되면 악취성분의 생성량은 증가한다. 그러므로 먼지가 나지 않고 배설물이 한 장소에 오랜 시간 동안 머물러 있지 않도록 깨끗하게 청소를 해야 한다. 슬러리 형태로 분뇨를 수집하는 방식에서 슬러리를 뺀 직후에 슬러리 피트에 약간의 물을 채우면(배설물이 물속에 잠기도록) 가스물질의 방출이 억제된다.

공기흐름을 방해하는 설치물을 최소화하고 먼지가 쌓이거나 끼는 틈이 없도록 하여야 한다.

먼지가 쌓일 수 있는 곳이 많으면 먼지가 쌓이는 만큼 악취성분을 생성하는 근원물질이 많이 쌓이는 것이고 이럴 경우 그곳에서는 끊임없이 악취물질이 방출된다.

필요한 물건이라도 사용할 때가 아니면 제거하여야 한다.(예: 고온기에 비람을 불어넣어주는 비닐 닥트) 그리고 건축시에는 건물의 내부표면에 돌출되는 부분이 없도록 하여야 하고 표면은 매끄러워야 하며 먼지가 낄 수 있는 틈이 없도록 매끈하게 마무리를 하며 청소가 용이하도록 시공되어야 한다.(SOFT, 1998: Jacob-son 1994). 그리고 주기적으로 돈사 건물 내부 표면을 청소를 하여야 한다.

결로(結露)가 생기지(광범위, 부분적) 않도록 단열을 고르게 하여야 한다.

결로가 일어나면 그곳은 공기의 상대습도도 높고 물이 생긴다. 물이 생겨 습하여진 곳에서는 유기물질의 달라붙고 혐기성 발효가 일어나며 악취의 근원물질이 생성, 방출되는 악순환이 연속된다.

3. 환기와 복합악취의 관계와 개선방법

최적환기(Proper ventilation)가 실현되고 있는 돈사(돈사는 최적환기 요건의 핵심 요소임)에서 악취는 감지되지 않는다.

돈사환기의 1차적 목적은 습도를 50~60%사이로 유지하고(저온기) 초과열(적온 이상으로 온도가 올라가게 하는 열)을 제거하며(중온기) 필요한 풍속을 만들어 내는 것이다.(고온기)

환기의 중간 결과적 목표는 병원성 미생물의 발생을 억제하여 돼지가 건강하게 자라게 하고 최종적 목표는 환경생산성을 극대화 하기위한 것이다.

최적환기(Proper ventilation)의 실행 2대 요소는 적량(適量)과 바른길(흘러가는 경로)이다.

환기량이 부족하여 습도가 높아지면 미생물의 발생은 습도가 높아지는데 비례하여 왕성해진다. 습한 돈사는 반드시 악취도 심하다.

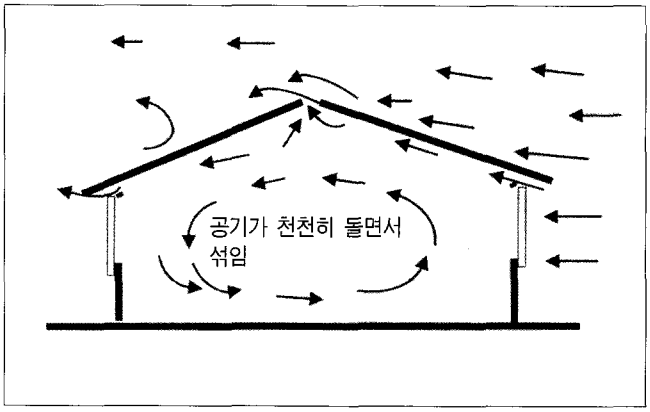
습도가 낮아져도(적정범위 이하로) 미생물의 번식은 촉진되고 먼지도 증가하며 번식정도과 증가량도 습도가 낮아지는데 비례한다.

환기 시스템에서 공기의 흐름경로가 정확하지 않거나 방해를 받으면 환기의 사각지대(구역)가 생기고 환기의 사각 지대가 길 때는 돈사 내 공기가 일정시간에 정하여진 횟수(설계된 횟수)만큼 깨끗하게(돈사 내 공간 전체의 공기)교환이 안 되는 것이다. 환기 사각지대에는 먼지와 미세물질이 쌓이고 장기간 머무름으로써 복합악취 물질의 생성을 증가시킨다.

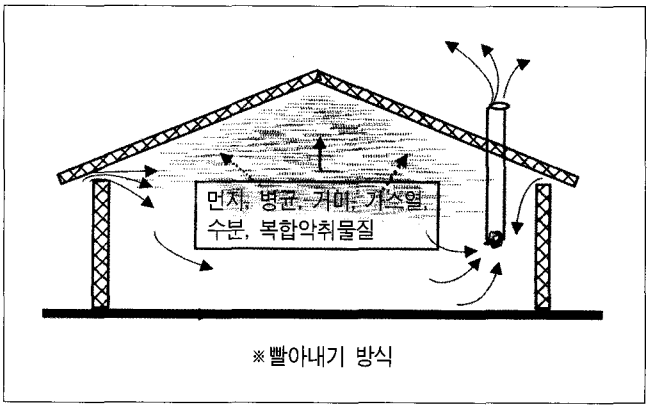
습도가 기준범위로 유지되면 미생물(병원성 미생물 곰팡이)의 발생이 최대로 억제 된다.(환기자료 참조) 미생물이 왕성하게 번식이 되면 그 중에는 유기물을 분해하는 미생물(과정에서 악취물질 생성)도 함께 활동이 왕성하여지는 것 또한 생태계의 순리이다.

돈사에서 공기의 흐름 경로가 막히거나 방해를 받으면 그곳에는 반드시 먼지 같은 미세한 물질이 정체되고 그 농도가 높아지면 그것을 먹이로 한 미생물로부터 시작하여 거미 같은 큰

〈그림 1〉 저온기(바람이 있을 때)



〈그림 2〉 천장이 없을 때의 환기사각지대와 공기의 오염상태



생명체까지 큰 생태계가 형성이 된다. 그러므로 거미가 왕성하게 번식하는 돈사는 냄새도 심하고 돼지의 생산성도 신통치 않다. 이것도 생태계의 연결고리로 보면 순리이다.

자연환기 에서는 〈그림 1〉에서 화살표(공기가 흘러가는 경로를 표시한 것임)가 지나는 곳을 방해하는 물건이 있으면 안된다. 자연환기에서 2가지 주요 기능공간은 배기구와 입기구(습도조절 입기구와 온도조절(윈치커튼))로 습도조절 입기구와 배기구는 반드시 정 위치에 습도조절 환기량으로 계산된 크기로 설치되어야 한다. (돈사 자연환기기준 자료 참조)

기계식 환기에서도 공기의 흐름경로는 환기량에 버금갈 만큼 중요하다. 빨아내기식 환기에서 천장은 건물이 갖추어야 할 가장 중요한 요소 중의 하나다.

〈그림 2〉는 천장을 설치하지 않고 굴뚝에 팬을 달아 사용한 공기를 빨아내도록 구성한 환기 시스템에서 내부의 공기상태를 표시한 그림이다.

〈그림 2〉와 같은 환기시스템(환기사각지대가 있는)에서는 4계절 악취가 끊이지 않고 청소를 아무리 하여도 거미는 계속 생긴다.(벽에 배기팬을 설치한 환기시스템에서도 같음)

〈그림 2〉에서 트러스 밑 3각지대의 공간에 형성된 생태계와 오염물질을 제거하는 방법은 천장을 설치하는 것이 최선의 방법이다. 단 입기구의 위치는 정 위치이고 팬은 기준환기량을 실행할 수 있도록 하여야 한다.

기계식 환기에서도 적량과 정도(정해진 경로)가 완벽하게 지켜지면 악취는 거의 감지되지 않는다.

4. 끝맺음 글

냄새도 물질에서 기인되는 것이다. 그러므로 그 원인 물질을 다스리는 원리를 이해하고 바르게 행하면 반드시 관리가 되는 물질이다.

물질은 과학으로만 다스릴 수 있다. 완력이나 감정으로는 다스려지지 않는 것이다. 돈사의 악취문제는 우리나라 양돈산업의 성장을 위하여는 반드시 해결되어야 하는 문제다. 그리고 누구나 (전 양돈장) 해결할 수 있는 것이다.(잘 관리되고 있는 양돈장들이에서 증명이 되고 있음)

돈사 악취문제 해결의 시작은 돈사와 환기부터이다. 양돈