

양돈장의 환경과 관리자의 건강

우리나라에서는 아직 양돈장 관리자의 건강문제에 대해 그렇게 심각하게 생각하지 않는 것으로 알고 있다. 그러나 외국에서는 양돈장 관리자들의 건강문제에 대한 지침을 마련하여 활용하고 있다. 본고에서는 외국에서 사용하고 있는 자료를 번역 발췌하였으며, 원고의 내용이 우리나라의 상황과 맞지 않는 부분이 있을 수도 있으나 양돈장 관리자들은 관리 작업시에 참고하기 바란다.

양돈산업은 앞으로 더욱 더 전문화, 기계화, 고밀도 사육의 축산이 되어갈 것이다. 전문화가 되어 가는 양상들을 예로 들면 기계적인 환기, 보온시설의 강화, 액상 또는 슬러리 형태의 분뇨처리, 그리고 자동화된 사료급여 등으로 환경 조절이 가능하고 또한 적은 인력으로 동물을 사육관리 할 수 있다는 것이다.

이러한 체계의 등장으로 사람과 가축 양자간의 관계가 새로운 관리방법으로 소개되고 있다. 이것은 중요한 의미를 가지고 있다. 즉 돈사내에서 사육하는 것이 방목 또는 야외에서 사육하는 것 보다 더 동물의 건강과 능력을 향상시키고, 폐사율을 더 낮추고, 사료효율이 좋고, 성장률이 증가하는 것을 나타낸다.

그러나 부적절한 관리가 될 때는 돈분의 축적으로 건물내부에 일반가스와 유독가스가 가득차게 될 것이다. 또 다른 문제는 환기가 부족한 건물에서 환기를 하지 않고 보온시설을 사용할 때 연료의 완전한 연소를 위하여 산소가 부족하게 된다. 이러한 상황에서는 일산화탄소가 증가할 것이다.

먼지는 자동 급여장치, 털, 동물의 탈락표피, 바닥 위의 건조한 돈분 등에서 발생되는데 이것들이 동물의 호흡기를 자극하는 결과가 된다. 이러한 여러가지 돈사내부의 주변환경 문제들은 계절적으로 여름보다 겨울에 더 많이 자주 발생한다. 그 이유는 열에너지 보존을 위해 환기량이 감소하기 때문이다.

이진우 축산연구사
축산기술연구소 중소기축과

또한 저장된 분뇨의 가스들은 잠재적인 위험을 항상 가지고 있다. 저장된 분뇨의 교반시 또는 환기의 실패로 가축이 죽는 경우도 있다. 또한 인간에 대한 참사도 발생하는데, 이러한 것들은 분뇨 저장 또는 수집조에 적당한 환기가 이루어지지 않고, 호흡을 할 수 있는 기구가 준비되지 않았을 때 일어난다.

1. 유해가스 및 질식 가스

분과 뇨를 저장하면 혐기작용에 의해 위험한 가스가 생산 된다. 기본적으로 중요한 것은 황화수소, 암모니아, 이산화탄소, 메탄가스 등이다. 그러나 40여 개의 다른 가스들이 더 생산된다. 그리고 극미량이지만 높은 냄새가 나는 휘발산, 아민, 멜캅탄(악취가 나는 유기화합물)등이 있다. 부가적으로 난방용품을 사용할 때는 산소부족으로 인해 일산화탄소의 유해수준이 높아진다.

가. 황화수소(H₂S)

황화수소는 돼지 분뇨의 부패에 의하여 유해가스가 발생한다. 이것은 피트에 저장되어 있는 액상분뇨의 주변에서 발생하고, 가축과 사람을 죽음에

이르게 하는 원인이 되기도 한다. 이것은 무색이며, 공기보다 무겁고, 물에 쉽게 용해되고, 계란 썩는 냄새가 나는 것이 특징이다. 거의 모든 사람들은 공기 중에 1ppm 이하의 농도만 있어도 탐지할 수 있다. 황화수소 농도가 6ppm 이상이 되면 냄새가 증가하기 시작한다. 이 가스가 150ppm이 되면 죽음에 영향을 미치고 냄새만으로 탐지하기는 극히 어렵다. 환경이 조절

암모니아가스는 분뇨를 저장하는 동안에 부패하여 발생한다. 암모니아 발생원인은 피트 안쪽과 딱딱한 바닥의 표면에 말라붙은 똥과 오줌에서 발생된다.

되는 돈사에서 일반적인 황화수소 수준은 5ppm이다. 그러나

저장된 액상분뇨를 교반하거나 펌핑 하는 단계에서의 황화수소 농도는 위험수준에 도달할 수 있다.

교반이 시작되고 몇 분 후에 200~300ppm의 수준에 도달한다고 보고되었고, 그리고 높게는 1,500ppm 까지 올라갈 수 있다고 한다.

황화수소의 수준이 인간과 가축에 미치는 영향은 <표1>을 보면 알 수 있다. 미국의 국가 직업 안전 건강 위원회(NIOSH)에서 주 5일 하루에 8시간 동안 건물내에서 일을 하는 작업자에게 추천하는 황화수소의 안전농도는 10ppm이다. 50ppm 이상일 때는 사람에게 대피하기를 권유한다. 만약에 사람이 황화수소를 들이마셔 의식을 잃었을 경우에는, 폐속에 축적되어 있는 유동

<표1> 황화수소에 노출되었을 때 인간과 돼지에 미치는 영향

노출수준	나타나는 증상
인 간	
10ppm	-눈이 자극되어 따가움
20ppm에서 20분 이상	-눈, 코, 목이 따가움
50~100ppm	-구토, 메스꺼움, 설사
200ppm에서 1시간	-현기증, 신경쇠약, 폐렴에 대한 감수성 증가
500ppm에서 30분	-메스꺼움, 흥분, 의식불명
600ppm이상	-급사
돼 지	
20ppm에서 계속적인 노출시	-빛에 대한 공포, 식욕전폐, 신경과민
200ppm	-폐부종 가능성(폐에 물이참), 호흡이 어렵고, 의식 불명 가능성, 폐사

〈표2〉 암모니아 가스에 노출되었을 때 인간과 돼지에 미치는 영향

노출수준	나타나는 증상
인 간	
6~20ppm이상	-눈이 자극되고, 호흡 문제발생
100ppm에서 1시간	-점막이 따가움
400ppm에서 1시간	-눈, 코, 목이 따가움
700ppm	-눈, 코, 목이 즉시 따가움
5,000ppm	-호흡기 경련과 갑작스러운 질식
10,000ppm이상	-사망
돼 지	
50ppm	-능력저하, 오랜 기간 노출시 폐렴과 호흡기질병 감염가능
100ppm	-채채기, 유언증, 식욕감퇴, 동물 능력저하
300ppm이상	-입과 코의 즉각적인 아픔, 노출이 길어지면 경련을 동반한 극도의 얇은 호흡과 불규칙한 호흡

체를 병원에서 신속히 제거해 주어야 한다. 국내에서는 분뇨 저장조 청소시 빈번하게 발생하고 있는 사고들도 황화수소 때문이 아닌가 생각된다.

나. 암모니아(NH₃)

암모니아가스는 분뇨를 저장하는 동안에 부패하여 발생한다. 암모니아 발생원인은 피트 안쪽과 딱딱한 바닥의 표면에 말라붙은 똥과 오줌에서 발생된다. 암모니아가스는 자극성의 가스이며, 공기보다 가볍고 무색이며 물에 쉽게 용해된다. 이것은 냄새가 자극적이고 농도가 5ppm 이하의 수준에서도 탐지가 가능하다.

환기가 잘되는 액상 분뇨수거 체계의 정상적인 환경의 건물에서 암모니아 가스는 10~20ppm이고, 딱딱한 평면바

닥에 똥과 오줌이 퇴적되는 돈사에서는 50ppm이다. 겨울철의 최소 환기시에는 50ppm이지만 환기가 거의 되지 않는 돈사에서는 100~200ppm까지 도달하게 된다.

암모니아 가스에 노출되었을 때 미치는 영향은 〈표2〉에 나타

나 있다. 하루에 8시간 건물내에서 작업하는 사람에 대해 NIOSH에서 추천하는 최대한의 안전농도는 25ppm이다.

다. 이산화탄소(CO₂)

이산화탄소는 지구의 대기상에 300ppm이 상존하고 있다. 이것이 높은 농도로 축적되면 공기중 산소의 감소로 인해 사람에게 피해를 준다. 분노의 부패와 동물들의 정상적인 호흡에 의해 밀폐된 공간에서 이산화탄소의 수준이 증가한다. 환기가 잘되는 건물 내부의 이산화탄소 농도는 1,000ppm이고, 겨울동안에는 10,000ppm 수준이다.

이산화탄소에 노출되었을 때 사람이나 동물에 미치는 영향은 〈표3〉에 나타나있다. NIOSH

〈표3〉 이산화탄소에 노출되었을 때 인간과 돼지에 미치는 영향

노출수준	나타나는 증상
인 간	
60,000ppm에서 30분	-숨이 가쁘고, 졸음, 두통
100,000ppm이상(10%)	-마취상태, 현기증, 의식불명
250,000ppm이상(25%)	-사망
돼 지	
40,000ppm	-호흡증가
90,000ppm	-불안
200,000ppm	-비육돈은 한시간 이상 견딜 수 없음

〈표4〉 메탄에 노출되었을 때 인간과 돼지에 미치는 영향

노출수준	나타나는 증상
50,000~150,000ppm	-폭발 가능성
500,000ppm,	-질식, 가사상태

에서 추천하는 작업자에 대한 최대한의 안전농도는 5,000ppm이다.

라. 메탄(CH₄)

메탄은 똥과 오줌의 자연적인 부패에 의해 생산되는 유독하지 않은 가스이다. 돈사에서 별로 문제가 되지 않는다. 그러나 높은 농도에서는 머리가 아프고 질식의 원인이 되기도 한다.

메탄가스는 가장 안전하지만 농도가 50,000~150,000ppm 수준에서는 폭발과 높은 가연성을 가지고 있다. 왜냐하면 메탄은 공기보다 가볍기 때문이다. 이것은 딱 막힌 분뇨 저장조와 밀폐된 건물내에서 더 높게 정제되고, 축적되어 상승하는 경향이 있다. 무색, 무취이고 물에 약간 용해된다.

그러나 환기가 잘 되는 시설에서는 최소 폭발지점 이하로 관리할 수 있다. 하루에 8시간

건물내에서 작업하는 사람에 대해 NIOSH에서 추천하는 메탄가스의 최대한의 안전농도는 1,000ppm이다. 가축과 사람에게 미치는 영향은 <표4>에 나타나 있다.

마. 일산화탄소(CO)

모든 화석연료가 불완전하게 연소할 때 일산화탄소가 발생한다. 이 가스는 차고내에서 자동차 엔진을 작동할 때 발생하는 것으로 사람을 죽이는 것으로 유명하다. 건물내부에서 환기가 적게되거나 보온시설이 잘못 작동되는 지역에서 일산화탄소가 발생한다. 즉 가스로 보온을 하는 곳이나, 환기가 잘 되지 않는 곳이다.

겨울철은 환기량이 가장 적고 건물이 항상 밀폐되어 있기 때문에 가장 위험한 기간이다. 일산화탄소는 무색, 무취로 그 존재를 알 수 없기 때문에 희생을 당한다. 성인이 하루에 8시

간 건물내에서 작업하는 사람에 대해 NIOSH에서 추천하는 최대한의 안전농도는 50ppm이다. 임신한 여성근로자의 경우 태아는 성인보다 더 일산화탄소에 영향을 받아 유산하기 쉽다. 일산화탄소는 공기와 밀도가 같고 물에 녹지 않는다.

가축과 사람에게 미치는 영향은 <표5>에 나타나 있다.

2. 먼지 와 기타

가. 먼지와 미립자

사람들은 평균적으로 하루에 물 1kg과 음식물 1kg, 15kg의 공기를 호흡한다. 비육돈은 하루에 물 4kg과 음식물 2.7kg, 40kg의 공기를 호흡한다.

10 μ m이하의(어떤 경우에는 5 μ m이하의 먼지)먼지 입자들은 사람과 동물의 호흡기관내에 빨려들어가기 때문에 흡입 가능한 먼지라고 부른다. 곡류먼지(50~100 μ m)는 모든 먼지 입자 중에서 가장 큰 것 중의 하나이며, 기본적으로 상부호흡기(코와 목)에만 영향을 미치며, 이것이 건강에 중대한 위험이 있는지는 한번쯤 생각해 보아야 할 문제이다. 그러나 흡입 가능한 먼지, 즉 돈분가루와 유기화합물(세균, 곰팡이(1~2 μ m)) 등 더 작은 미립자들은 폐 조직에 도달하여 곡류가루 보다 건강에 더 크게 위험하다.

<표 5> 일산화탄소에 노출되었을 때 인간과 돼지에 미치는 영향

노출수준	나타나는 증상
인 간	
50ppm에서 8시간	-피로, 두통
500ppm에서 3시간	-만성두통, 메스꺼움, 뇌손상
1,000ppm에서 1시간	-경련, 오랜 시간 노출시 혼수상태
4,000ppm이상	-사망
돼 지	
200~250ppm	-어린돼지 원기 잃음
150ppm이상	-임신말기돈 유산 원인, 사산증가, 육성돈 성장률 감소

매우 작은 입자들($1\mu\text{m}$ 이하)이 폐 조직 속에 들어가면 폐는 영구적으로 상처를 입게된다. 이들 유기물 먼지는 생물학적으로 활성화가 가능한 먼지들이다. $10\mu\text{m}$ 보다 더 큰 먼지 입자들은 인간의 코를 통과하지 못하여 건강에 대한 위험이 줄어든다. 전체적인 먼지 입자 속에서, 햇빛을 통해서 인간의 육안으로 $50\mu\text{m}$ 보다 더 큰 먼지 입자들은 볼 수 있다. 담배연기의 입자크기는 $0.1\sim 1.0\mu\text{m}$ 의 범위에 있다.

높은 수준의 먼지 입자들은 돈사 시설내의 건식 사료자동 급이체계, 동물의 비듬, 털, 건조한 돈분 입자 등에서 발생한다. 이들 먼지입자들 속에 분뇨 가스가 달라붙어 병원성 바이러스, 세균, 균사체 등이 숨을 쉴 때마다 건물내 환경으로부터 사람의 호흡기관으로 들어

저장된 분뇨의 교반시 또는 환기의 실패로 가축이 죽는 경우도 있다. 또한 인간에 대한 참사도 발생하는데, 이러한 것들은 분뇨 저장 또는 수집조에 적당한 환기가 이루어지지 않고, 호흡을 할 수 있는 기구가 준비되지 않았을 때 일어난다.

온다. 사람들이 공기중의 먼지를 흡입하는 시간이 늘어나면 아래의 결과가 예상된다.

- 만성 기관지염(잡은 기침, 가래 등).
- 호흡기관의 용적이 작아져서 산소의 발산이 감소함.
- 감기와 폐렴 같은 호흡기 질병에 대한 감수성이 증가됨
- 이러한 증상들은 초기증상이 나타나려면 오랜 시간이 지나야 하기때문에 거의 무시하

는데, 일단 증상이 인식되고 나서도 그 증상은 돈사에서 일하기 때문에 나타나는 증상이 아니라 다른 원인 때문이라고 생각하는 경우가 많다.

비록 NIOSH 에서는 먼지에 노출되는 허용치를 흡입 가능한 먼지는 $5\text{mg}/\text{m}^3$, 총 노출먼지는 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 이라고 하지만, 건물내에서 최대 $2.5\text{mg}/\text{m}^3$ 이상이 되면 사람과 동물의 건강에 문제를 일으킨다고 하였다.

나. 기타

무창돈사가 많이 건축되어 사용되면서 일부 농장에서는 돈사내 광선, 소음, 기압 등도 사람이나 돼지에게 영향을 미칠 것이라고 생각이 되는데, 이러한 것들에 대해서 아직 명확하게 보고된 것이 없어서 자료 제시가 어려운 실정이다.

※ 인용문헌 : 1. Pork Industry Handbook

2. Disease of Swine 양돈

