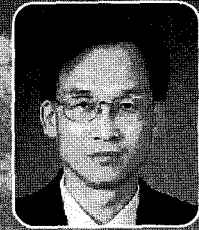


양돈장에서 유해가스 · 악취 발생 현황과 저감을 위한 관리



유용희 축산연구원
농촌진흥청 축산연구소 축산환경과

1. 서론

국내 양돈산업은 점점 사육능가는 감소하고 규모는 대형화, 밀집화되고 있다. 최근에는 돈사로부터 발생하는 악취문제로 일반인들의 불평과 불쾌감의 표시는 날로 그 민원이 증가하고 있는 실정이다. 이에 따라 양돈장에서 악취문제는 경영상 주요 사안으로 이슈화되고 있다. 악취관련 민원의 경우 대기환경오염 및 환경보호 관심에 비례하여 각종 민원과 규제의 강도는 갈수록 증가하고 있는 실정이다. 한편 환경부는 2004년 2월 9일 대기환경보전법으로는 국지적이고 순간적으로 발생하는 악취문제를 다루는데 한계가 있다는 인식하에 전문적이고 체계적인 악취관리를 위하여 악취방지법을 제정·공포한 상황이다.

이제는 농촌마을이라 하더라도 양돈농가에서 발생하는 악취를 인내하지 않는 경향 때문에 향후 관련 민원은 더욱 급증할 것이라고 예상된다. 이와 관련 돈사내 및 돈분뇨에서 주

로 발생하는 유해가스인 암모니아, 황화수소 등도 악취물질이다. 이 물질은 유해가스이면서 악취물질로 가축의 성장 적응력 저하 및 농장관리자에게도 영향을 미치고 있다.

따라서 돈사의 악취저감은 환경친화적인 축산업의 안정된 영위와 성장을 위해 시급히 해결되어야 할 과제로 되어 있다. 본고에서는 유해가스 및 악취가 돼지 및 농장 작업자 등에 미치는 영향 및 악취저감을 위한 실천 가능한 방법에 대해 간략하게 언급하고자 한다.

2. 유해가스 및 악취물질

유해가스와 악취물질 발생원은 돈사내 분뇨, 분뇨저장조, 퇴비장, 분뇨 살포지 등 복합적으로 농장 전역에서 발생한다. 이러한 유해가스와 악취는 미생물에 의한 유기물질내 영양물질이 분해과정 중에서 발생하는 것으로 신선한 분뇨로부터 악취는 혐기분해의 분으로부터 배출되는 악취보다 일반적으로 적다. 분

의 분해는 혐기와 호기의 분해과정 속에서 악취가 발생한다. 그러나 혐기적 분해는 호기적 분해보다 완벽한 작용이 적고 느리게 분해된다. 혐기분해는 먼 거리에서도 암모니아, 황화수소 생성으로 강한 악취가 감지된다.

유해가스와 악취물질의 주성분은 암모니아 등 아민계열, 황화수소 등 황화합물계 등, 휘발성 저급지방산 등으로 환경부가 지정 예고한 22가지 악취물질들은 <표 1>과 같다. 그러나 돈사로부터 발생하는 유해가스와 악취는 여러 가지 원인 물질의 총화로 나타난다. 현재까지 분뇨를 분해하는 미생물로부터 생성되는 것으로, 연구자들마다 약간씩 다르나 약 80~

200여종의 원인 물질이 양돈장에서 발생하는 악취에 포함되어 있는 것으로 보고하고 있다.

돈사내에서 대표적인 유해가스이면서 악취 물질인 암모니아, 황화수소가 작업자와 돼지에게 어떠한 영향을 주는지에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

가. 유해가스가 미치는 영향

대기에는 대략 78.09% 질소, 20.95% 산소, 0.93% 아르곤, 그리고 0.03%의 이산화탄소가 있다. 그러나 돈사내 대기환경은 여러 가지 요인들이 작업자들과 돼지에게 느낄 수는 없지만 서서히 영향을 주고 있다.

1) 암모니아(NH₃)

암모니아는 무색이며, 자극성이 있는 유동성 가스이며, 수용성으로 물에 쉽게 녹는다. 낮은 농도로도 사람의 코로 감지할 수 있다. 주로 분뇨의 분해 과정 중에 발생한다. 고온에서 발생량이 촉진된다. 수용성이기 때문에 습도가 높은 경우 암모니아 농도는 감소한다. 이러한 내용은 누구나 잘 알고 있다.

<표 1> 지정 악취물질

적용시기	악취 물질명
'05. 2. 10	암모니아, 메틸머캅탄, 황화수소, 다이메틸설파이드, 다이메틸다이설파이드, 트라이메틸아민, 아세트알데하이드, 스타이렌, 프로피온알데하이드, 뷰티르알데하이드, n-발레르알데하이드, i-발레르알데하이드
'08. 2. 10	톨루엔, 자일렌, 메틸에틸케톤, 메틸아이스뷰틸케톤, 뷰틸아세테이트
'10. 2. 10	프로피온산, n-뷰티르산, n-발레르산, i-발레르산, i-뷰틸알코올

<표 2> 암모니아 가스에 노출시 사람과 돼지에게 미치는 영향

구 분	농도(ppm)	증 상
사 랫	5	신체적 반응으로 악취를 감지하기 시작
	6~20 이상	눈 자극, 호흡 곤란
	100(1시간 동안 노출)	점막 표면의 자극 일어남
	400(1시간 동안 노출)	눈, 코, 목구멍의 자극 일어남
	700	즉각적으로 눈, 코, 목구멍에 자극 일어남
	2,000~3,000	눈의 심한 자극과 기침, 입에서 거품이 발생, 치사가 일어남
	5,000	호흡경련, 급 질식사가 일어남
	10,000 이상	급사가 일어남
돼 지	50	건강과 성장력 저하, 장기간 노출시 폐렴 및 다른 호흡기 질환 감염 가능성 증가
	100	כות물, 침흘림, 식욕저하에 따른 성장력 저하
	300 이상	즉각적으로 코와 입 자극, 장기간 노출시 약해지고 경련에 따른 복식호흡

* PIH-105(Pork Industry Handbook)

〈표 2〉에서 보는 것처럼 암모니아는 자극적이고 습한 체조직을 자극한다. 눈, 폐 등은 비록 낮은 농도에서도 자극을 받는다. 돈사내 암모니아 가스의 발생 정도를 관능적으로 보면 눈이 따갑다든지, 돼지들의 눈이 충혈되어 있다든지 이런 증상이 나타나면 돈사내 암모니아 발생이 높다고 판단해야 될 것이다.

2) 황화수소(H₂S)

황화수소의 특징은 유독성 가스이며 공기보다 무겁다. 낮은 수준에서도 계란 썩은 것과 비슷한 악취 특성이 있다. 혐기분해 과정에서 발생한다. 그리고 깊은 피트의 분뇨처리와도 관계가 있다. 위험한 수준은 교반 동안이나 깊은 피트내의 분뇨의 펌핑 등에서 발생한다.

참고로 우리나라 양돈장에서 황화수소 가스에 의한 질식사가 몇 명 이었다는 공식적인 자료는 없다. 다만 분뇨저장조 청소를 하려다가 가스에 의해 질식사가 발생했다는 이야기는 드물게 있다. Donham(1991)은 미국의 중서부에서 1984~1991년 약 8년 사이에 황화수소에 질식되어 24명이 사망했다고 언급하고 있다. 이러한 일이 종종 발생할 수 있는 이유는 후

〈표 3〉 황화수소 가스에 노출시 사람과 돼지에게 미치는 영향

구 분	농도(ppm)	증 상
사 략	0.01~0.7	최소 감지 악취
	3~5	불쾌한 악취로 감지됨
	10	눈 자극 일어남
	20(20분 이상 노출)	눈, 코, 목구멍 자극 일어남
	50~100	구토, 메스꺼움, 설사
	150	후각신경 마비가 일어남
	200(1시간 동안 노출)	두통, 현기증, 신경체계 위축 저하, 폐렴 감염성 증가
	500(30분 동안 노출)	메스꺼움, 흥분, 불면증, 그리고 사망 수 일어날 수 있음
600 이상	즉시 사망이 일어남	
돼 지	20(노출 지속)	가벼운 불안, 식욕저하, 신경과민
	200	폐수증 가능성과 호흡곤란, 의식곤란 사망

* PIH-105(Pork Industry Handbook)

각 센서가 고농도에서는 마비된다. 그래서 악취를 감지하지 못해 발생된다.

〈표 3〉에서 보는 것처럼 암모니아 가스에 비교해서 낮은 농도에서 사람과 돼지에게 영향을 주고 있다.

나. 성장에 미치는 영향

암모니아 가스 50ppm에 노출시 5ppm에 노출된 것보다 일당증체량이 약 8% 적고, 사료 효율이 나빠진다고 보고되고 있다(〈표 4〉 참조).

〈표 4〉 암모니아 가스에 노출된 후 일당증체와 사료효율

암모니아가스	일당증체	사료효율
5ppm	946g	2.1
50ppm	869g	2.6

* Poul Bakco. 1994

3. 악취 저감방안

유해가스 및 악취물질은 돈사형태, 분뇨처리 처리시스템, 급여사료의 단백질 함량 및 이에 추가적으로 기온, 습도, 바람 등 자연환경에 의한 영향이 더해진다. 유해가스 및 악취를 전부 제거하는 것은 현실적으로 무리이다.

유해가스 및 악취물질에 대한 물질별 탈취기술은 최근 다양한 연구 및 일반 산업시설에 적용하는 여러 가지 보고가 나오고 있다.

유해가스 및 악

● 유해가스와 악취를 전부 없애는 것은 현실적으로 무리이다. 돈사로부터 발생하는
 ● 유해가스 및 악취를 저감시키기 위해서는 사료 등 영양물질, 돈사시설, 분뇨처리시설 및
 ● 사용방법, 격리거리, 저감기술 개발, 가축관리자의 마음자세, 주변상황 등 유해가스와
 ● 악취를 저감시킬 수 있는 종합적인 방법들을 더욱 더 모색해야 될 것이다.
 ●

취 제거 및 저감을 위해 돈사에 응용할 수 있는 방법들은 세정법, 오존산화법, 연소법, 흡착법, 생물탈취법, 소취제분무법, 환경미생물제 이용 등이 있다. 이러한 방법들은 각각의 장단점이 있다. 또한 돈사의 크기 및 형태, 환기방법, 사육두수, 분뇨배설량, 설치조건 등 여러 가지 요인들을 고려해야 될 것이다. 어떤 저감 시설들은 막대한 설치자금이 투입된다.

따라서 여기에서는 양돈농가들이 유해가스 및 악취를 저감시키기 위해 현재 적용 가능한 몇 가지 방법들과 고려해야 될 사항 등을 살펴보고자 한다.

가. 환기 및 시설관리

돈사에서 환기가 불량하면 유해가스의 농도가 높다. 환기관리로 돈사내 암모니아 가스를 저감시킬 수 있다.

〈표 5〉에서 보는 것처럼 돈사내 설치한 환기방식에 따라 암모니아 가스 발생 정도가 다

〈표 5〉 겨울철 육성·비육돈사에서 환기방식별 암모니아 가스 발생 정도

환 기 방 식			농도(ppm)
입 기		배 기	
무 창	측벽 하단	측 벽	23~27(25)
	측벽 덕트	측벽, pit	13~16(14)
개 방	중 계 관	자 연	19~20(20)
	덕트 입기	지붕, 자연	13~15(14)

• 축산시험연구보고서, 2002, ()는 평균

른 것을 알 수 있을 것이다. 따라서 돈사내 유해가스를 줄이기 위해서는 환기시스템 설치시 신중을 기해야 한다. 또한 돈사내 설치한 시설에 대하여 조금만 신경을 써도 악취분산을 줄일 수 있다.

돈사에서 배출되는 악취물질은 먼지에 흡착 멀리 이동한다는 연구보고가 발표되고 있다. 먼지발생 및 배출을 최소화하기 위하여 건식급이를 하는 농가는 습식급이를 설치하거나, 먼지제거 노력을 더 한다면 악취의 이동거리를 줄일 수 있을 것이다. 돈사내 먼지 발생을 저감시키는 것은 작업자의 건강과 돼지의 건강을 좋게 할 것이다. 또한 돈사에 부착된 배기팬으로부터 3~4.5m 후방에 고체 또는 다공성 벽을 세우면 먼지의 침전이나 악취 물질의 분산을 도울 수 있다.

나. 분뇨 관리

돈방 피트에 저장된 슬러리를 가능한 자주(최대 5일 이내) 퍼내기를 실시한다. 피트내 과도하게 분뇨가 쌓이지 않도록 하면 분뇨가 생화학적 분해 과정에서 발생하는 유해가스 및 악취를 최소화시킨다. 분뇨가 3~5일 이상 축적되면 유해가스가 더 많이 발생한다. 3~5일 전에는 악취발생이 적고, 암모니아 발생은 3일과 21일에 최고로 발생한다고 보고되고 있다. 그러므로 피트내를 청소할 때는 완벽하게

실시해 주어야 한다.

분뇨처리 시스템의 적절한 운전과 모든 시설을 깔끔하고 청결하게 잘 유지한 깨끗한 시설은 그렇지 못한 시설보다 같은 악취도에서 부정적 반응이 적다. 깔짚 형태의 돈사는 곤죽 형태를 피하기 위해서 충분한 깔짚을 항상 제공해야 한다.

다. 기타

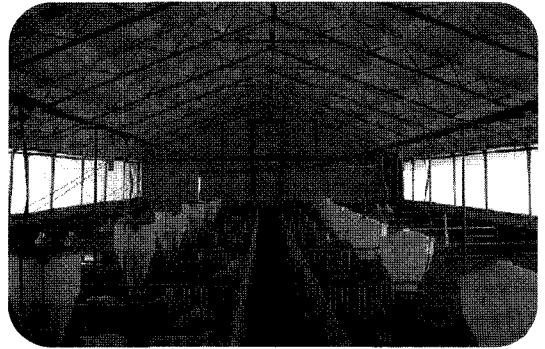
기타 악취를 줄이기 위해 고려해야 될 사항은 다음과 같다.

- 이웃주민 또는 인근 민가와 원만한 관계를 유지하며 이해와 양해를 구하여야 한다. 악취에 대하여 불평하는 주민들과 서로 논의를 하면서 주민들이 느끼는 불쾌한 점들에 대해 농장주가 해결하고자 노력과 대책을 공동으로 수립하는 방안도 악취저감 방법의 하나다.

- 방풍벽(Wind break wall)은 공기에 악취의 희석을 증가시켜 악취를 먼 거리까지 이동시키는 것을 감소시키며, 에어로졸 드리프트를 줄이는데 효과적이다.

- 아직 검증은 안되었으나 방풍림으로는 적어도 2열의 나무가 필요하고, 3열이 좋다고 추천되고 있다. 농장 주변에 방풍림 등을 적절하게 심어 조정하면 돈사로부터 나오는 먼지나 악취물질의 장벽을 만들어 악취를 분산시킬 가능성이 있어서 악취에 대한 불쾌감을 줄일 수 있다고 한다. 단, 나무의 성장기간이 필요하다. 악취저감 효과가 있는 것으로 알려진 나무는 회양목, 사철나무, 무궁화나무, 진달래과 나무 등이라고 하고 있다.

- 사람들에게 악취를 상기시킬 수 있는 분뇨저장조나 보기 흉한 지역을 보이지 않게 하기 위해서 시각적인 스크린(장벽)을 사용하도



● 돈사에서는 산업시설과 다른 악취 물질이 배출되므로 산업용 저감기술을 그대로 적용할 수는 없다.

록 한다.

여러 가지 방법으로 농장주가 악취를 최소화 하려고 노력한다면 주민들은 빈번하지 않은 악취에 대해 불평을 적게 할 것이다.

4. 결론

유해가스와 악취를 전부 없애는 것은 현실적으로 무리이다. 효율적이고 경제적으로 저감하는 방법을 모색하여야 한다. 돈사에서는 산업시설과 다른 악취 물질이 배출되므로 산업용 저감기술을 그대로 적용할 수는 없다. 돈사로부터 발생하는 유해가스와 복합취인 악취물질을 전부 동시에 저감시킬 수 있는 방법은 아직 개발되어 있지 않다. 다만 어느 특정 물질에만 저감효과가 있는 방법들이 제시되고 있는 실정이다.

따라서 돈사로부터 발생하는 유해가스 및 악취를 저감시키기 위해서는 사료 등 영양물질, 돈사시설, 분뇨처리시설 및 시용방법, 격리거리, 저감기술 개발, 가축관리자의 마음자세, 주변상황 등 유해가스와 악취를 저감시킬 수 있는 종합적인 방법들을 더욱 더 모색해야 될 것이다. **양돈**