

양계시설의 환기와 악취제어

최홍림

서울대학교 대학원 축산환경연구실

I. 계사의 환기

일반적으로 계사는 용도 및 성장단계에 따라 매우 다양한 형태의 환기시스템을 적용하므로 이를 다 本稿에서 언급한다는 것은 무리이다. 다만 육계사든 산란계사든 터널환기가 일반적으로 적용되고 있으므로 이에 대한 적정효율을 유지하기 위한 몇 가지 유의해야 할 사항을 기술하고자 한다.

- 터널환기는 산란계/육계가 열부하 저하가 목적일 때나 가동한다-혹서기 가 아니거나 어릴 때는 산란계/육계가 냉기류를 느끼며 이로 인해 생산성이 저하된다.
- 계사실내온도의 저하가 필요할 때는 산란계/육계의 일령을 고려한 열균형에 의하여 所要 數의 팬을 작동시켜야 한다-주어진 환기량에서는 상대적으로 온풍보다 찬 공기일수록, 일령이 낮을수록, 低下를 더 體感한다.
- 온도계에 나타난 수치가 너무 의존하지 말고, 냉각열의 크기를 알기 위하여 산란계/육계의 거동을 관찰해야 한다-실제 산란계/육계가 체험하는 열환경은 실제 온도계의 눈금과 거리가 있을 수 있다. 예를 들어 움직이지 않거나, 거의 대부분의 닭이 배변을 하면 과도한 환기량이 원인일 수 있으며, 숨을 헐떡거린다든지, 날개를 치켜들거나, 취식을 하지 않으며 과도한 열부하가 원인일 수 있다. 동일계사내 지점에 따라 닭의 거동이 다르면 부절절한 환기가 원인일 수 있다.
- 만약 터널환기의 목적을 달성하고자 한다면 적어도 설치팬수의 50% 이상을 가동시켜야 한다-만약 전팬용량의 50% 이하를 가동한다면 한 端에서 다른 端까지 적어도 4~5℃의 온도상승이 예측되기 때문이다.
- 혹서기에 가장 중요한 문제는 적정환기율을 유지관리해야 한다-만약 터널입기구가 부분적으로 폐쇄되어 있으면, 충분한 유속을 유도할 수 없기 때문에 완전개방시켜야 한다. 철저히 틈새를 밀봉해야 하며, 모든 장치기기들은 적정관리되어야

한다.

○ 증발냉각시스템이 설치되었을 경우, 계사의 정압차는 1.3mm~25.4mm in H₂O 을 유지하도록 해야 한다-만약 냉각증발시스템을 시설한 계사의 정압차가 25.4mm 이상된다면 패드면적이 적거나 패드가 부분적으로 폐쇄되어 공기교환이 나 공기속도, 냉각효율이 저하된다.

○ 증발냉각시스템이 설치되었을 경우, 계사실내외 온도차를 유의관찰해야 한다- 적어도 혹서기의 온도차는 5~6℃에 이르러야 한다. 만약 이러한 온도차를 유지할 수 없으면 모든 의도되지 않은 입기구를 확인할 필요가 있다.

○ 증발냉각시스템이 장착된 계사내에 안개분무장치가 설치되어 있다면, 우선 터널환기시스템을 가동시키고, 그래도 온도차가 2-3℃보다 높으면 분무기를 가동시키는 것이 바람직하다.

○ 停電으로 환기시스템 작동불가는 집단폐사에 이를 수 있으므로 긴급대처해야 한다 - 온도와 습도가 제어되지 못하는 상황에서 육계/산란계가 10-20분간 방치 되면 폐사한다. 임시 발전기, 긴급교환가능한 부품들을 항상 구비하고 신속히 고장수리할 수 있어야 한다.

○ 계사전체에 닭이 밀사되면 移動柵(migration fence)를 설치해야 한다-특정지역에 밀사되면 생산성저하 뿐만 아니라 터널환기의 장점을 이용할 수 없으므로 의도적으로 계군을 계사내 다른 지역으로 이동시키기 위하여 이동책을 설치할 필요가 있다.

II. 계사의 악취

악취는 계분은 관리과정에서 뿐만 아니라 계사에서도 상당량 발생한다. 특히 계분을 4-5일 이상되어도 제거하지 않는 계사일수록 더하다. 분제거벨트, 벽, blade 같은 장비 등 어디에나 묻어 있는 분과 잔여 사료 등이 분해되면서 발생하는 냄새는 몇 날, 몇 달을 두고 지속될 수도 있다. 이러한 악취원에 피복된 표면적이 의외로 커서, 강한 악취가스와 먼지의 휘산으로 이어질 수 있다. 계사의 공기중 먼지농도는 매우 높으며, 악취물질은 이 먼지와 흡착되어 운반되기도 한다.

계사에서 발생하는 악취저감을 위한 여러 가지 전략이 있으나 本稿에서는 몇 가지만 언급한다. 일반사람들은 악취에 매우 민감하게 반응한다. 그러므로 당연한 이야기 같지만 제일 좋은 전략은 돈사주위에서도 악취정도를 느낄 수 없을 만큼 삭감하는 것이다. 이는 기술의 접목과 소요비용을 전제로 한다. 그러나 악취제어 정도에 따라 기술이나 경비의 투자는 달라질 수 밖에 없다.

1. 이격거리(Separation Distance)

악취가스와 먼지는 환기의 기본 원리와 마찬가지로 상대적으로 신선한 주위 공기와 혼합하면서 저농도로 희석되므로 계사와 주거공간이 떨어져 있을수록 악취를 덜 느낀다. 이는 돈사에서 배출된 공기가 상대적으로 깨끗한 주위의 공기와 더 많이 혼합되어 희석되기 때문이다. 일부 양계농가에서는 계사와 정주공간 사이에 나무를 심거나 遮臭膜을 만들어 심미적으로 악취를 희석시키기도 한다. 악취는 기본적으로 바람과 함께 유동하며, 야간에 공기가 냉각되면 밀도가 높아져 지표면으로 落下하므로 야간에 主風方向과 空氣排向을 따라 악취가 인근 거주지역으로 낙하되지 않는 지점에 계사를 위치시켜야 한다. 또한 인근 주민들에게 친환경 양계의 좋은 이미지를 줄 수 있도록 계사를 항상 청결하게 유지하며, 악취를 최대한 제어해야 한다. 이는 양계농장 인근 마을의 먼지집적이 그렇지 않는 마을보다 현저하게 높다는 보고(Hsia, 1998)가 있음을 유의할 필요가 있다.

2. 시설청결화(Cleaning Facilities)

악취저감을 위하여 단순하면서 상대적으로 저렴한 방법은 정기적으로 계분을 정기적으로 3-4일마다 계사에서 제거하는 것이 좋다. 4~5일 이상 분을 벨트(산란계사)에 방치하면 악취성 황화합물 농도가 급증하는 경향을 보이기 때문이다. 그러므로 계사로부터 분뇨를 자주 정기적으로 제거하고, 계분장을 피복하는 것이 가장 현실적이며 효율적인 악취저감방법으로 이해된다. 또한 분수거벨트를 정기적으로 세척하는 방법도 악취저감의 일환으로 긍정적으로 검토해볼 필요가 있다.

3. 악취저감방법

악취를 저감하는 방법으로 근원적으로 발생원을 감소 또는 제거 (source suppression), 돈사내 排氣前 공기청정화(air cleaning), 排氣後 분산(dispersion) 등 세가지로 나눌 수 있다.

가. 발생원감소

대표적인 발생원저감 방법의 하나로 菜油분사(sprinkling oils)를 들 수 있다. 菜油를 계사내 통로, 마루바닥 등에 소량 분사하면 먼지의 50~80%(질량기준)를 삭감할 수 있다는 보고가 있다. 채유분사는 공기로의 악취화합물의 휘산뿐만 아니라 악취를 50%까지 감소시킬 수 있다고 하였다. 이 연구는 계사내 먼지농도의 감소로 인하여 작업자나 닭의 건강위해 정도를 감소시킬 수 있다고 주장하였다. 채유를 분사할 때 低速으로 분사하여 표면에서 가능한 한 큰 입경을 갖도록 하는 것

이 중요하다. 만약 채유를 高壓으로 분사하면 입경이 細粒化되고, 이는 작업자나 닭의 호흡기로 흡입될 가능성이 높다. 덴마크에서 열린 축사의 먼지에 대한 국제 심포지움(1999)에서 총 43편의 발표논문중 12편이 채종유 살포에 관한 논문일 정도로 덴마크, 미국, 캐나다에서는 이의 실용화에 관한 연구가 심도있게 진행되고 있다. 중소규모의 축사에는 수동분사기를 이용하며, 대규모 축사에서는 자동 분사기를 개발하여 사용하나 아직 商用化되지는 않았다.

나. 공기청정화

1) 먼지제거(Dust Removal)

악취화합물이 먼지입자와 부착되어 있기 때문에, 먼지수준을 감소시키면 악취수준을 감소시킬 수 있음을 우선 이해해야 한다. 대부분의 계사에는 공기중 먼지가 많기 때문에 고농도 악취를 흡착하는 능력도 클 것이다. 그러나 공기중의 고농도의 먼지粒團은 여과기능을 방해하며, 세립먼지는 원심기로 포획하기 힘들기 때문에 먼지를 제거하는 일이 쉽지 않다. 미국 일리노이대학에서 적은 압력차를 이용하여 세립먼지를 제거할 수 있으며, 관리도 매우 쉬운 공기역학적 먼지제거기(aerodynamic deduster)를 개발하였다. 두 개의 먼지제거기를 공기순환시스템에 부착한 결과 공기중 먼지의 약 50%를 감소하였다고 보고하였으나 악취저감 정도는 측정하지 않았다.

또 다른 연구에서 계사의 환기공기를 大氣로 배출하기 전에 먼지를 제거하기 위하여 습식 scrubbers를 개발하였다. 실제로 이 시스템은 공기유동을 방해하지 않으며, 물로 세척하면 다시 사용할 수 있는 장점이 있다. 미국 일리노이대학에서 개발한 이 시스템은 팬효율은 1.5% 밖에 감소시키지 않으나 공기중 먼지는 질량 기준으로 80%까지 감소시킨다. 물은 공기중의 水溶화합물을 흡착하므로 습식 scrubber는 공기와 물의 접촉시간, 물사용량 등에 따라 공기중의 全회발 유기화합물의 1/3-2/3을 제거할 수 있음을 보고하였다.

2) 여과기(Biofilters)

여과시스템도 적절히 설계되고 운영되면 환기팬에 의하여 排氣되는 공기중의 악취와 먼지를 제거할 수 있다. 미국 미네소타대학에서 상대적으로 低價로 제작하여 실험하였으나 가장 큰 문제점은 바이오필터 상하단의 압력차가 워낙 크기 때문에, 운영비가 너무 많이 들며, 미생물을 서식을 위하여 여재는 지속적으로 적정 수준의 수분과 열, 에너지를 공급해야 한다는 점이다. 이 시스템은 연속가동시에는 제대로 작동되나, 온도제어팬을 간헐적으로 작동할 때는 효율이 떨어진다. 결론적으로 바이오필터는 특수한 목적으로 한정적으로 사용될 수 있다.

3) 오존(Ozone)

오존은 공기중의 악취화합물을 분해함으로써 악취를 저감시키는 매우 반응활성이 높은 화합물이므로 동물이 일정 농도에 노출되면 호흡기 장애를 일으킬 정도로 위험하다. 그러므로 사람들은 공기중 오존농도는 0.1ppm 이상의 환경에 노출되지 못하도록 규정하고 있으나 닭의 위해 오존농도는 아직 보고된 바 없다. 그러나 계사내에 사람이 작업하므로 동일 농도한계를 계사에도 적용하고 있다.

미국 NCSU와 일리노이 대학에서는 계사에서 악취저감을 위하여 공기의 오존처리에 관한 연구를 수행하였으나 결론을 내리지 못하였다. 오존은 몇몇 악취화합물을 감소시키나 다른 화합물에 대해서는 거의 효과가 없었다. 결론적으로 악취의 특성은 변할 수 있으나, 여전히 많은 악취가 휘산되고 있다. 예를 들면 황화합물은 오존에 의하여 영향을 받지 않지만 몇몇 휘발 유기화합물의 농도는 감소하였다. 고농도 오존처리로서 악취수준에 저감시킬 수 있으나 사람에게 위해하기 때문에 농도를 한정한다. 미국 미네소타대학에서 최근 악취화합물과 매우 반응활성이 높은 非熱 플라즈마의 악취저감 잠재력을 실험하고 있는 중이다.

다. 방취벽

방취법은 대만 핀통대학 犬舍점막된 후 중국 북경농업대학, 미국 노스다코다대학 등에서 실험적으로 벗짚 방취벽을 선보였으며, 이후 미국 미조리대학, 노스캐롤라이나대학 등에서도 현장적용실험을 수행하여 농가로부터 긍정적인 평가를 받고 있다. 방취책은 기본적으로 공기유동방향을 上向시켜, 풍속, 눈, 먼지의 흐름을 인위적으로 바꾸어 놓음으로써 지표면의 먼지, 악취농도를 저감시키는 시설로 이해된다.

참 고 문 헌

- 최홍립. 1989. 농업시설물의 환기. 대광출판사.
Albright L.D. 1990. Environmental Control for Plant and Animal. ASAE
Hsia L.C. 1999. 개인접촉