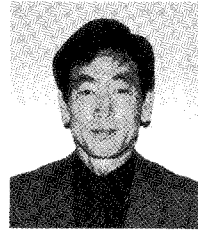


# 겨울철 돈사 공기의 질(Air Quality)관리



유재일 위원장  
한국양돈컨설팅 그룹

돈사내부는 돈사외부 기온에 의하여 열손실이 많은 물질(에 시멘트 블록)이 안과 밖에 연결되면 안 된다. 겨울철에 비닐로 창을 가리는 것이 우리나라 축산농가의 관행이나 비닐은 대류열은 막아 주지만 복사열은 막지 못한다. 그러므로 비닐로 가리던 곳을 보온덮개 천으로 가린다면 훨씬 열보전율을 높일 수 있다.

## 1. 머릿글

겨울철 대비 그러면 누구나 추위에 대비한 준비를 생각할 것이다. 그리고 해마다 하여온 행사 이니 올해도 또 작년처럼 해야지 하는 농가가 대부분 일 것으로 생각한다.

올해는 좀 달라지기를 먼저 청합니다.

월동준비는 두 측면에서 하여야 좋은 성과를 거둘 수 있습니다. 첫 번째는 머릿속에 월동준비(지식보충)이고, 그 다음이 물질적(구멍을 막고 비닐로 가리는 것 같은 일)인 준비입니다.

작년에 한 것처럼 올해도 월동준비를 한다면 오는 겨울에도 작년겨울에 겪은 어려움을 그저 감수하겠다는 것이 되는 셈입니다.

작년보다 좋아지기를 원한다면 월동과 관계되는 지식으로 머릿속부터 먼저 채워야 됩니다. 겨울철 대비가 추위에 대한 대비라고 간단하게 생각하기 쉬우나 돈사에서 추위대비가 막고, 가리고, 볼때면 되는 그렇게 간단한 것이 아닙니다.

〈표 1〉 주요 공기요소별 관리목표(기준)

요 소 별	관 리 목 표
산소(O <sup>2</sup> )	하한 16%(최적 21%)
습기(상대습도)	RH 50~80%
온도(열)	사육단계별기준 범위
풍속	어린돼지 저온기 : 상한 0.25m/초 최적 0.17m/초
유해가스	성분별 허용한도 이내

※ 자료 : 습도 풍속 Purdue University AE 96

겨울이면 돈사내의 공기는 밖의 공기와 거의 단절이 됩니다. 그 폐쇄된 공간에서 돼지는 생명을 보전하고 생산을 하여야 합니다. 폐쇄된 공간에서 가장 중요한 것은 공기의 질을 관리하는 것입니다.

겨울철에 겪었던 어려움의 근원을 찾아가 보면 우리 양돈농가들이 공기의 질을 관리하는 지식을 충분히 갖추지 못한 것이었습니다.

돈사 내 공기는 어떤 것이고 어떻게 관리하여야 하는가와 물질적 월동준비 사례를 지면이 허용하는 범위내에서 소개코자 하였습니다.

## 2 공기의 질과 양돈

폐쇄된 돈사 내에서 유지되어야 하는 공기의 질에 유지목표 기준을 큰 요소별로 구분하면 〈표 1〉과 같다.

〈표 1〉과 같이 요소별 관리기준은 정하고 있지만 실제 관리의 기준으로 삼는 것은 [습기]와 [열(온도)][풍속] 세 가지이다.

이 뜻은 이 세 요소를 적정히 관리하면 산소와 유해가스는 적정범위로 유지되는 부수적인 요소임을 의미한다.

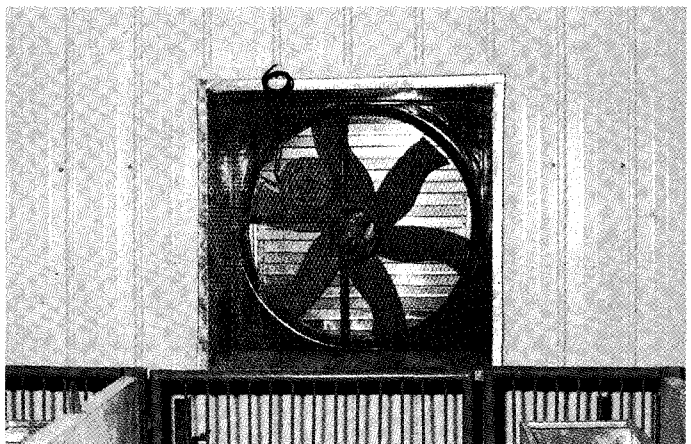
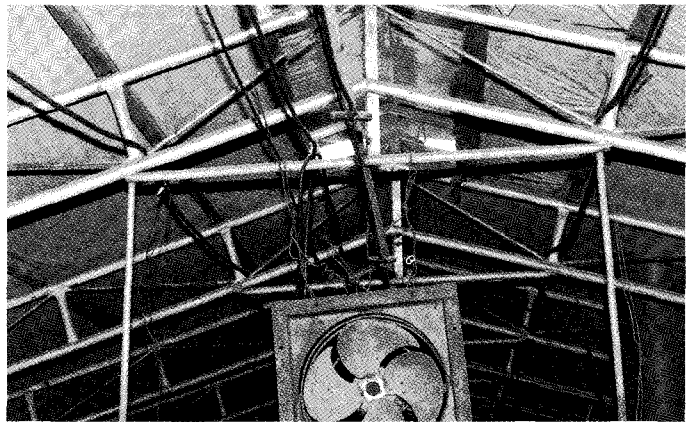
관리기준 주 3요소를 경제적으로 관리하려면 각 요소별 특성을 먼저 알아야 한다.

## ○ 열

돈사내의 열(기온)을 관리하려면 열의 근원과 열의 흐름속성 그리고 공기가 이동하는 경로를 알아야 한다.

저온기 돈사내의 주 열원은 돼지고, 보조 열원은 인공열이다. 인공열의 사용량을 최소화하려면 돼지가 생산한 열이 돈사내에 장시간 머무르게 하여야 한다.

돈사 내에 열이 장시간 머무르게 하기 위하여서는 돈사가 열을 보전하는 능력을 높여야 한다. 열을 보전하는 시간을 늘려면 열이 흐르는 경로를 차단하여야 하며 열이 흐르는 경로는 다음



▲저온기 환기량의 과다는 열과 습기를 지나치게 많이 가지고 달아나고 한계 풍속을 초과시켜 막대한 경제적 손실을 가져온다. 우리나라 돈사의 가장 큰 문제점이 입기구와 배기구가 없거나 기준규격을 지키지 않은 것이다. 이 저온기 입기구와 배기구는 절대개방 공간이다.

〈표 2〉 물질별 열 전도도

물 질 별	열 전 도 도
유리섬유	열전도도 Btu(hr-ft <sup>2</sup> -F/in)
목재(더글라스 전나무)	0.29
콘크리트, 돌	0.80
강철	12.5
알루미늄	314
	1536

※자료 미국 MWPS 1권, 1 kcal = 3.968Btu

〈표 3〉 1월 평균기온 기준 축사의 단열기준 추천치(R-Value)

1월평균기온	벽	천장(지붕)	지역
0°C이상	9	12	제주,남부해안일부
0°C~10°C	9~14	16	중남부 내륙지방
-10°C 이하	14	23	중부 고지대

※ 자료 미국 MWPS 1. 스티로폴 두께 1cm의 [R]치는 1.5내외 이다.

의 세 가지 경로이다.

- Radiation: 방사, 또는 복사로 번역하여 사용하며 사람이 모닥불을 향하여 손바닥을 펼치면 그 중간에 열을 전달하는 물체가 없는데도 열기가 전달된다. 이 때 전달된 열이 복사로 전달된 열이다. 돼지의 몸도 열은 생산하는 물체임으로 몸에서는 복사열이 발생하며 지은시는 돼지 몸에서 환경에 빼앗기는 열의 30% 정도가 열 복사로 달아난다. 열 복사 손실은 주변물체(돈사의 경우 벽, 지붕, 바닥 같은 것)의 온도가 낮을수록 열복사에 의한 돼지의 체열손실은 더 커진다.

그러므로 돈사내부는 돈사외부 기온에 의하여 열손실이 많은 물질(예 시멘트 블록)이 안과 밖에 연결되면 안 된다. 겨울철에 비닐로 창을 가리는 것이 우리나라 축산농가의 관행이나 비닐은 대류열은 막아 주지만 복사열은 막지 못한다.

그러므로 비닐로 가리던 곳을 보온덮개 천으로 가린다면 훨씬 열보존율을 높일 수 있다.

- Conduction : 열전도라고 해석하여 사용하며 화로에 불 짓가락을 쫓아 놓았을 때 불에 쫓히지 않은 먼 곳까지 뜨거워진다. 이런 열 흐름을 전도라고 하며 물질의 열전도량은 물질의 성질에 따라 다르며 물질별 열전도도를 보면 〈표 2〉와

같이 큰 차이가 난다.

강철은 나무보다 동일 조건에에 흘러가는 열의 량이 나무의 392배이고, 알루미늄은 1920배이다. 강철이나 알루미늄이 돈사 내외 부에 연결되어 있다면 나무로 하였을 때보다 이 배수만큼 열이 많이 달아나는 것이다. 그러므로 쇠기둥이나 알루미늄 창틀이 내외 부를 관통하여 노출되는 것은 큰 제방에 생긴 구멍만큼이나 열이 많이 흘러가는 것이 된다.

돈사의 관리통로(돈실과 벽으로 구분된 통로)에 약 5m 간격(크기 가로 1.5m, 세로 1m)으로 설치된 알루미늄창틀의 유리창을 두께 5cm의 스티로폴로 가렸을 때 통로의 온도가 3°C나 높아 졌다. 미국 돈사의 경우 기계환기식 돈사의 입기구와 창 문 같은 곳은 절대 열전도율이 낮은 물질(주로 나무)로 설치한다. 열전도율이 높은 물질이 돈사 내외 부에 연결되어 있으면 내부에는 결코 현상이 일어나고 결코 내부환경을 습하고 오염되게 하여 위생환경을 지극히 악화시킨다.

이런 내외부를 관통하는 열전도율이 높은 물질은 단열수준이 높은 물질로 감싸주어야 한다.

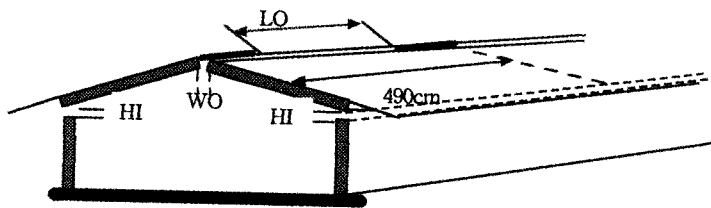
기계환기식에서 돈사외부와 곧바로 통하는 입기구를 예쁘게 한다고 함석으로 테두리를 하면 결로가 되어 물이 똑똑 떨어진다. 입기구의 외곽은 나무로 마무리 하여야한다.

-Convection : 대류라고 번역하여 사용하며 물이 끓는 냄비에서 나온 수증기가 위로 올라가는 현상처럼 공기의 흐름을 따라 흐르는 열 흐름이다.

불필요하게 높은 돈사(벽 높이 기준 = 2.4m)는 대류현상에 의하여 열이 지붕부분에 많이 모이기 때문에 돼지의 생활권은 추울 수밖에 없다.

비닐로 창을 가리는 것은 대류열은 차단할 수 있지만 전도열과 복사열의 차단은 지극히 적은 량밖에 되지 않는다.

양돈여건이나 물자의 가격 경제성등 모든 상황을 종합할 때 돈사는 추천 단열수준으로 단열



〈그림 1〉 자연환기 돈사의 저온기 입기구 배기구 위치

으로 한 저온기 환기가 되지 않고 있다(온도를 기준으로 관리). 저온기에 습도를 적정범위로 유지하지 않고서는 앞에 열거한 저습과 과습에서 연유되는 고질병은 근절할 수 없다.

하는 것이 절대 적으로 요구된다

### ○ 풍속

### ○ 습기

습기는 저온기 환기의 기준이다.

습기가 부족하거나 과다하면 돼지와 돈사에 다음과 같이 나쁜 영향을 미친다.

돈사내 공기의 상대습도가 기준범위(50-80%)보다 높거나 낮을 때 일어나는 문제점은 다음과 같다(Purdue University AE-86 1999년 자료)

- 상대습도가 50-80%일 때는 공기 중에 날라다니는 박테리아의 발견을 방해한다(박테리아가 거의 없음을 의미)
- 상대습도가 높거나 낮은 것은 만성호흡기 질병의 근원적 원인이 된다
- 80% 보다 높은 상대습도는 박테리아의 생존을 돕고, 질병을 퍼트린다(만연시킨다).
- 높은 습도는 건물의 급속히 손상시킨다

습기는 돼지의 질병을 일으키는 병원 및 건물과 이와 같이 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 우리나라의 대개의 양돈시설은 습도유지를 기준

저온시 초과 풍속은 섯바람과 같이 돼지에게 지극히 해롭게 영향 한다.

특히 어린돼지의 경우 한계(限界)속도 이상의 공기흐름은 돼지의 건강을 크게 해친다. 한계이상 풍속이 나오는 경우는 환기량 과다와 공기흐름 경로의 잘못이 주원인이다.

환기는 공기의 질을 관리하기 위한 수단이다. 환기는 정량이 정해질 길로 이동할 때 계산된 효과를 얻을 수 있다.

저온기 환기량의 과다는 열과 습기를 지나치게 많이 가지고 달아나고 한계풍속을 초과시켜 막대한 경제적 손실을 가져온다(직접손실, 간접손실, 누적손실).

환기량의 기준 근거와 돈사에 따라 계산이 되지 않은 환기설비는 시급히 개선되어야 한다.

### 3. 올 겨울에 꼭 해야 할 월동준비

- 열이 새어나가는 곳은 앞의 열 보전과 흐름

〈표 4〉 자연환기식 돈사의 돈사폭별 동계입기구와 배기구 계산 상수

건물(돈사)폭	동계 입기구(HI)				동계배기구(TC)	
	비육돈사		임신돈사		비육돈사	임신돈사
피트	인치	cm	인치	cm		
10~15 (305~457)	0.75	(1.90)	0.50	(1.27)	12	8
16~20 (458~609)	1.00	(2.54)	0.75	(1.90)	16	12
21~25 (610~762)	1.25	(3.17)	1.00	(2.54)	20	16
26~30 (763~914)	1.50	(3.81)	1.25	(3.17)	24	20
31~35 (915~1066)	1.75	(4.44)	1.50	(3.81)	28	24
36~40 (1,067~1,219)	2.00	(5.08)	1.50	(3.81)	32	24

\*자료 : MWPS-8 TC : 계산에 사용하는 상수임

원리에 의하여 빈틈없이 차단하여야 한다.

- 자연환기 돈사는 반듯이 저온기 기준 입기구와 배기구를 기준규격으로 꼭 설치한다.

〈그림 1〉의 [HI]는 동계입기구 이고 입기구 폭은 돈사폭에 따라 〈표 4〉과 같이 달라지며 설치 길이는 돈사길이와 같다. [WO]는 배기구 폭이고 하한폭은 7.5cm이며, [LO]는 배기구의 길이이고 다음 계산식으로 계산한다.

동계배기구 길이 계산식

$$LO = TC \div 3$$

LO = 배기구 길이

TC = 계산상수 (〈표 3〉의 상수란의 돈사폭에서 찾음)

비육돈사 폭 10m를 예로 동계배기구 길이(LO)를 계산하여 보면 다음과 같다.

$$LO = 26 \div 3 = 9.3$$

이라는 답이 나오고 9.3은 9.3피이다.

이것을 cm로 고치면  $9.3 \times 30.48 = 283\text{cm}$ 가 된다.

그리고 이것을 용마루 길이 490cm마다 한 개씩 (490cm의 중간에) 설치한다

폭 10m 비육돈사의 경우 동계 입기구 폭은 4.4cm이다.

우리나라 돈사의 가장 큰 문제점이 입기구와 배기구가 없거나 기준규격을 지키지 않은 것이다. 이 저온기 입기구와 배기구는 절대개방 공간이다. 자연환기 돈사의 입기구와 배기구는 사람의 입과 코에 해당된다 돈사내가 적온유지가 안된다고 이 구멍을 막으면 안된다. 돈사내 기온이 내려가는 것은 단열이나 가온으로 막아야 한다

- 기계환기식은 저온기 기준 환기량(습도조절 환기량)과 현재의 설비환기량을 대비하여 많으면 줄여야 한다.

저온기에 돈사내가 건조하여 먼지가 많이나고 물을 뿌려야하는 돈사는 전부 저온기 환기량이 지나치게 많은 돈사다. 저온기 돈사내 건조를 물을 뿌려서 적정수준으로 유지한다는 것은 불가능하다. 물을 부리는 것은 할 수 없기 때문에 하는 것일 뿐이다. 일 순간적 효과밖에 없다.

건조한 돈사의 경우 난방비의 소모도 커진다. 그 까닭은 과도한 환기로 열도 많이 불어 내었기 때문이다.

-기계환기식의 입기구의 위치와 크기를 점검하고 수정하여야 한다.

입기구는 계산된량의 공기를 들어오게 하는 일과 환기의 사각지대가 생기지 않게 하는 역할을 한다. 입기구의 크기가 맞는가 맞지않는가는 풍속으로 측정하며

아내기 방식 환기에서 입기구 통과 풍속의 기준은 700~1000fpm(213m~300m/분)이다.

입기구의 위치는 돈사 폭 웅의 설치장소 등에 의하여 정해진다.

### 높은 습도는 건물의 급속히 손상시킨다

습기는 돼지의 질병을 일으키는 병원 및 건물과 이와 같이 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 우리나라의 대개의 양돈시설은 습도 유지를 기준으로 한 저온기 환기가 되지 않고 있다 (온도를 기준으로 관리). 저온기에 습도를 적정범위로 유지하지 않고서는 앞에 열거한 저습과 과습에서 연유되는 고질병은 근절할 수 없다.

## 4. 맺음글

돈사의 모든 것에는 기준이 있다. 원리를 알고 기준을 지켜 돈사를 짓고 관리한다면 창을 닫고 설비를 점검하고 청소하는 등 일상적인 일들이 외에 겨울이라고 별도로 준비를 하여야 할 일이 생기지는 않는다.

유별난 월동준비를 금년으로 마감하시기 바란다. **양돈**