

강제환기식 계사의 환기성능 조사연구-(I)하절기 Study on Ventilation Efficiency of A Mechanically Ventilated Broiler House-(I)Summer Season

이인복* 유병기* 정문성** 윤진하* 전종길* 김경원* 김현태***
I. Lee*, B. You*, M. Jung**, J. Yun*, J. Chun*, K. Kim*, H.Kim***

서론

육계사의 대형화에 따른 최적환경조성의 중요성이 대두되고 있어서, 이에 따른 적합한 시설환경이 더욱 요구되고 있으나 적정환기가 이루어지지 않아 육계의 생산성 향상에 어려움이 많이 있다. 국내 대형육계사내 최적환경제어를 위한 주요환경변수의 기초자료가 매우 부족한 실정이다. 최 등(1999)은 육계사의 대표적인 여러 계사구조에서 온도, 습도, 유해가스농도 및 육계의 체중, SDS 발생을 및 폐사율, 도체이상 발생을 등을 조사하였다. 황보 등(2002)은 3(W)×5(L)×3(H)의 무창계사에서 환경요소 중에 온도, 습도, 공기유속을 분석하여 환경효율을 조사하였다. 대부분의 관련연구들의 자료로는 계사내 환경 균일성, 적정성, 안정성 등을 효과적으로 분석하는 것이 어려웠다.

본 연구는 우리나라에 대표적인 자연환기식 육계사에서 하절기동안 기상데이터와 함께 육계사내 주요환경변수를 시간별로 측정하였다. 이 자료는 현재 자연환기식 육계사내의 주요 환경요소 및 환기효율성 등을 정확하게 이해하고, 시뮬레이션 모델개발의 기초자료로 사용할 계획이다.

재료 및 방법

1. 실험장소 및 사육현황

이번 실험은 이번 연구의 공동연구업체인 (주)하림의 계약농가 중에 하나인 문기농장 (전북 익산시)내의 강제환기식 무창육계사에서 실시되었다. Table 1은 시험계사의 규격 및 설비규격을 보여주고 있다. 총 2동의 강제환기식 무창육계사에 육계를 사육하고 있으며, 시험계사의 단면적은 1,200m²이었다. 계사내에는 입추초기에 효율적인 에너지이용을 위하여 차단막이 1개 설치되어 있어서, 입추초기에는 계사 총 활용단면적의 50%만을 사용하였다. 시험시기는 육계의 입추와 출하시기와 동일하여, 2002년 7월 9일부터 8월 13일까지 총 35일간이었다. 시험계사의 초기 입수마리수는 21,000수이어서, 사육밀도는 17.7마리/m² (평당 약 60수)이었다.

* 농업기계화연구소

** (주)하림 설비개발팀

*** 서울대학교

Table 1. Specification of broiler house and internal equipments

Width of Broiler House	Length of Broiler House	Height of sidewall	Height of roof peak	Frame material	Frame thickness	Distance between pipes
12m	100m	2.4m	4.5m	H-beam	0.075m	3.0m
Ventilation	Size of Side Vent	Inlet location	Distance between inlets	Number of Inlet	Number of fan	Size of fan
Forced Ventilation	Width:0.2m Length:1.1m	2.0m from floor	4.8m	30	8	48inch Diameter

2. 실험설계 및 조사방법

Table 2에서 보여주는 센서들을 이용하여 Fig. 1에서 보여주는 측정지점에서 계사내 각 주요환경요소들을 측정하였다. A와 C라인에 위치한 열전대 온도센서들은 측창으로부터 각각 2m씩 떨어져서 설치되었고, 온도센서는 바닥으로부터 0.4m 높이와 2.0m 높이에 각각 15곳에 균일하게 설치를 하였다. 온/습도센서는 최대한 닭의 위치 가까이 설치하고 닭의 성장과 더불어 조금씩 위치를 높이면서 계군에서의 온도와 습도를 측정하고자 노력하였다.

Table 2. Specifications of measurements

Environmental factor	Model	Specification
Air temperature	TX-G	0.5mm×1P
Air temperature/humidity	H8 Pro Series, Hobo	temp. -30~50℃ humidity 0~100%
Surface temperature	TVS-620, Avio Neo Thermo	
Dust	DUST Trac model 8520, TSI	0.001~100mg/m ³ 0.1~10μm
Ammonia gas	No.3L, Gastec	0~30ppm
Air velocity	testo 400, Testo	0~20m/s
Datalogger	CR10X, Campbell	64 channels
Weather station	Campbell	temperature, humidity, wind direction and speed, solar radiation

이 연구에서 축적된 자료들을 바탕으로 앞으로 계사구조 및 환기구조 개선을 도모하려고 하기 때문에, 이 실험에서는 계사내 닭의 환경요소 중에서도 특히 열적환경의 적정성, 안정

성, 균일성에 초점을 맞추었다. 온/습도센서(H8 Pro Hobo, OTS, USA)는 최대한 닭의 위치 가까이 설치하고 닭의 성장과 더불어 조금씩 위치를 높이면서 계군에서의 온도와 습도를 측정하고자 하였다. 온도, 습도, 풍향, 풍속, 일사량 등 외부기상 자료는 시험계사에서 약 1km 떨어진 자연환기식 계사농장에 설치된 기상대(Campbell, USA)의 측정데이터를 이용하였다. 분진과 암모니아가스 농도도 각각 Dust Trac 8520(TSI, USA)과 Gastec(Japan)을 이용하여 측정하였다. 계사바닥 및 육계의 표면온도를 측정하는 것은 닭이 항상 움직이고 센서 설치의 어려움이 있어서, 이번 실험에서는 계사바닥 및 닭의 표면온도뿐만 아니라 계사구조의 표면온도를 효과적으로 측정하기 위하여 열화상카메라(TVS-620, Avio, Japan)를 이용하였다.

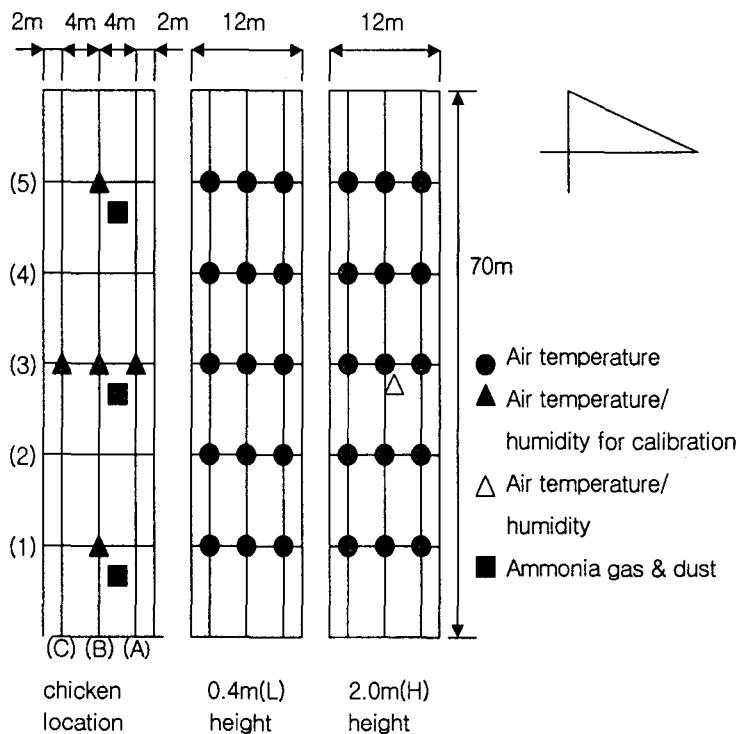


Fig. 1 Locations of measurements

결과 및 고찰

1. 시간별 온도측정

Fig. 2는 시험기간(7월 9일 - 8월 13일)중의 외부온도 및 계사내 온도, 그리고 닭의 성장과 함께 변하는 적정온도를 각각 보여주고 있다. 이 기간 중 최고, 평균, 최저 외기온도는 각각 37.7℃, 26.0℃, 그리고 18.8℃이었고, 오후에는 기온이 상승하고 밤에는 기온이 떨어지

는 전형적인 외기상을 보여주었다. 최고온도는 7월말경 오후에 발생하였으며, 최저온도는 비가 오는 밤에 주로 발생하였다. 외부의 최대, 평균, 최저풍속은 각각 12.8m/s, 2.3m/s, 그리고 0.4m/s이었다.

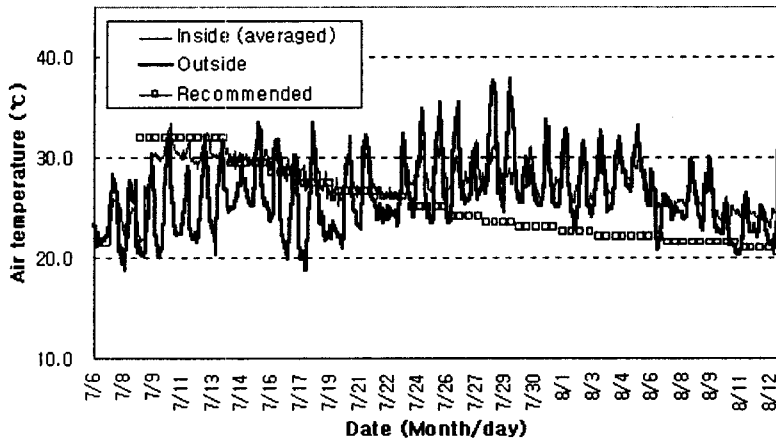


Fig. 2 The changes of internal and external air temperatures during data collection

계사내에 설치되어 있는 차단막이 7월 16일에 모두 제거되었는데, 난방시스템이 작동하는 입추초기와 제한된 환기를 수행하고 있는 7월 22일경까지는 밤에 외부기온강하의 영향이 상대적으로 적은 것을 알 수 있다. 하지만, 환기량을 최대로 유지하는 기간동안에는 내부기온이 외부기온변화에 절대적으로 영향을 받는 것을 알 수 있다.

하절기동안 8개 팬을 이용하여 최대환기를 유지하고 있었기 때문에 0.4m와 2.0m에서의 온도차는 크게 나타나지 않았다. 시험기간 중 0.4m 높이에서의 평균온도는 최대, 평균, 최소값이 각각 33.5°C, 27.6°C, 그리고 21.1°C이었으며, 터널식환기중에 폭발 온도차는 거의 없었다. Fig 2에서 보여주듯이, 계사내 평균온도와 적정온도와 차이는 최대 10.4°C로써, 적정온도가 낮은 사육 후반기에 특히 많은 차이를 보였다. 계사내 지점별 온도와 적정온도를 비교한다면 더 큰 차이를 보이는 곳이 있으리라 판단된다. 낮과 밤의 일별 계사내 온도변화폭은 최대 8.7°C가 발생하였는데, 터널환기식 환기를 유지하여 외부공기가 직접 계사내부로 유입하여 외기상의 온도변화에 절대적으로 영향을 받아 판단된다. 계사내의 커튼제거 이후에 0.4m 높이에서의 온도분포폭은 최대 3.7°C, 평균 1.8°C, 최소 0.4°C이었다.

2. 닭높이에서의 시간별 습도측정

센서구입의 지연으로 인하여 온/습도는 7월 12일 이후부터 측정이 되었다. 외부습도가 밤에는 90%이상으로 상승하고 낮에는 낮아지는 것을 알 수 있었으며, 시험기간 중에 우기가 많았기 때문에 낮에도 습도가 높은 경우가 많았다. 적정습도범위는 1주령때 70%이고 3주령 이후에는 60%인데(ASHRAE, 1981), 실제 계사내에서 측정된 습도는 적정습도에 비하여 매우 높

게 나타나고 있다. 특히, 쿨링패드 이용에 의하여 습도조절이 매우 어려웠음을 알 수 있다. 이 시험기간 중 계사내 평균습도는 각각 최대 94.7%, 평균78.9%, 최소46.3%이었고, 지점별 측정된 최대 및 최소습도는 각각 99.9%와 44.7%이었다. 낮에는 외부습도가 낮아짐으로써 계사내부의 습도도 절대적으로 영향을 받았다. 계사내 시간별 닭 높이에서의 최고-최저습도차이는 최대 25.2%, 평균 7.7%, 그리고 최소 1.5%이었다. 습도분포폭이 매우 높게 측정된 이유는 계사 중앙에서 습도가 항상 높게 발생을 하였다.

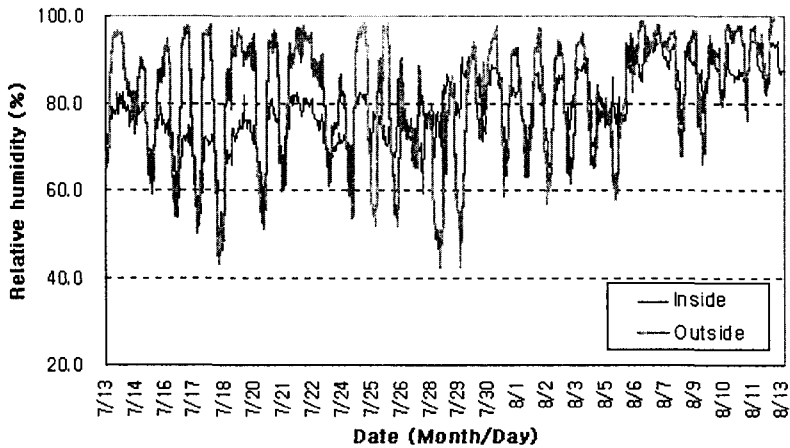


Fig 3. The changes of internal and external relative humidity during data collection

3. 계사내 분진 및 암모니아가스 발생량

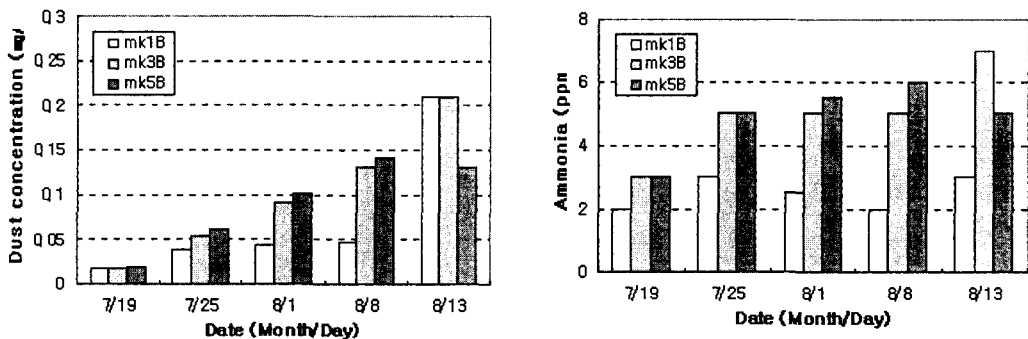


Fig 4. Measured dust and ammonia concentrations in a mechanically ventilated broiler house

닭의 성장과 함께 분진발생량이 꾸준히 증가하였으며, 계사내 분진발생량은 닭의 활동

성에 절대적으로 영향을 받았기 때문에 지역적으로 발생량을 비교한다는 것은 불가능하였다. 하절기동안은 최대환기를 유지하기 때문에, 출하 직전에 최대분진 발생량은 $0.21\text{mg}/\text{m}^3$ 으로 적정분진량 $5\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$ 과 비교하여 매우 낮은 것으로 나타났다.

닭의 성장과 함께 암모니아가스 발생량이 꾸준히 증가하는 것을 알 수 있었으며, 대체적으로 배기구에 가까이 갈수록 가스농도가 높게 측정되었다. 닭의 성장과 함께 큰 폭으로 증가하지 않는 것은 최대환기를 유지하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 계사내 암모니아가스 농도는 출하직전에 최대 7ppm 이 측정되어서 허용한계 25ppm 보다는 훨씬 낮은 것으로 나타났다.

5. 계사내 닭높이에서의 공기유속 및 표면온도

하절기동안에는 쿨링패드가 설치된 입기구를 이용하여 터널환기를 하기 때문에 계사내에 대체로 높은 공기유속을 유지할 수 있었다. 닭이 없을 때 계군위치에서의 최대 및 최저 유속은 각각 $2.2\text{m}/\text{s}$ 과 $0.3\text{m}/\text{s}$ 이었다. 최저 유속은 배기팬이 설치된 끝벽의 반대쪽에서 측정되었고, 양쪽 측벽 가까이보다는 중앙쪽에서 더 높은 유속이 측정되었다. 열화상카메라를 이용하여 측정한 계사내 벽 및 지붕의 표면온도는 최대 29°C 가 발생하였으며, 시험기간 중 계사내 바닥의 표면온도는 최저 29.7°C 와 최고 35.5°C 가 측정되었다.

인 용 문 헌

- ASHRAE Handbook of Fundamentals. 1981. American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers. Atlanta, Georgia
- Brown-Brandl, T.M., Beck, M.M., Schulte, D.D., Parkhurst, A.M., and DeShazer, J.A. 1997. Temperature humidity index for growing tom turkeys. Transactions of the ASAE, 40(1), 203-209
- Xin, H., DeShazer, J.M., and Beck, M.M. 1992. Responses of prefasted growing turkeys to acute heat exposure. Transactions of the ASAE, 35(1), 315-318
- 박근식. 1995. 무창계사의 재조명-채란계 생리와 한국기후조건에 알맞는 환경조정의 설정. 한국가금학회 Proceeding-채란양계산업의 시설자동화와 환경제어. 1-45
- 유재석. 1999. 일령별 육계 사양관리. (주)현축
- 최희철, 서옥석, 이덕수, 한정대, 강보석, 이상진, 김상호. 1999. 육계의 계사형태와 시설수준이 사육환경과 생산성에 미치는 영향. 축산시설환경학회지, 5(2):87-92
- 축산·특작. 2001. 농촌진흥청, 발간등록번호 11-1390000-000948-10
- 황보중, 송준익, 조성백, 정광화, 이병석, 남병섭, 정찬성, 정일병. 2002. 실험무창육계사의 환경효율 분석. 동물자원지. 44(4):475-482