

양계 급수용 구면 피스톤 니플의 성능 평가

김기선^{1*}

Evaluation of Sphere Faced Type Piston Nipple for Water Feed of Poultry

Key-Sun Kim^{1*}

요 약 양계 농장의 자동화 시설 중 닭에 물을 공급하는 자동 급수 장치는 닭 사육을 위한 가장 중요한 시설중의 하나이다. 이 장치 부품 중 급수 니플은 닭이 직접 물을 먹는 장치이며 그 내부에 체크 밸브가 있어 물 공급 시에는 열리고 물을 먹지 않을 경우는 닫히게 된다. 니플의 종류는 피스톤 니플과 볼 니플로 나누워지며 볼 니플은 니플 스틱의 운동이 자유롭게 되어 낙수의 차단이 잘되는 장점이 있으나 복잡한 구조를 갖고 있는 단점이 있다. 이에 반하여 피스톤 니플은 구조가 간단한 장점이 있는 반면에 대부분 상하운동만 가능한 단점이 있다. 최근에 이를 보완하기 위하여 피스톤 니플에 밸브 시트면을 구 형태로 제작하여 피스톤 형식이면서 자유로운 운동이 가능 하도록 한 구조(이하 : 구면 피스톤 니플)가 개발 되었다. 본 실험에서는 최근 관심을 갖게된 구면 피스톤 니플에 대한 성능 평가를 수행하였으며 그 결과를 국내외 기존 제품인 볼 니플 및 피스톤 니플과 성능을 실험적으로 비교 분석하였다. 그 결과 구면 피스톤 니플의 성능은 기존 피스톤 니플 보다는 좋은 결과를 얻었으며 볼 니플과는 유사한 성능임을 확인하였다.

Abstract Automatic water feeding system for chickens is the one of the most important devices at poultry farms. Chickens drink water directly from a water feeder nipple of the automatic water feeder. Check valve inside the water feeder nipple is open when they drink water and is closed otherwise. There are two types of nipples. One is the piston nipple, and the other is the ball nipple. Because the nipple stick in the ball nipple can move freely, the stoping mechanism of the ball nipple works well. but it has complicated mechanism. On the other hand, the piston nipple has very simple structure, but its movement is limited so it can move only up-and-down. To overcome those limitation, the piston nipple with sphere valve seat face (sphere face piston nipple) has been developed and is just distributed at domestic markets. The experimental performance test of the commercialized sphere piston nipple has been conducted, and compared with the performance of the ball nipple and the piston nipple which are domestic products. As the result, sphere piston nipple shows excellent performance compared to that of the piston nipple but its performance is similar to ball type nipple.

Key Words : Poultry(양계), Nipple(니플), Water Feed(급수), Piston nipple(피스톤 니플)

1. 서 론

최근 양계 산업이 기업화 되면서 수 만 마리 사육 할 수 있는 시설로 확장하여 자동화 되고 있다.

이중 닭에 물을 자동으로 공급하는 시설인 자동 급수 공급 장치는 닭 성장에 영향을 미치는 중요한 인자이다.^{1,2)} 자동 급수 공급 장치 부품 중 하나인 급수 니플(water feeder nipple)은 닭이 직접 물을 먹는 장치로 내부에 체크 밸브가 있어 물 공급 시에는 열리고 물을 먹지

않을 경우는 닫히게 된다. 이 니플에서 종종 물이 떨어지는(이하: 낙수) 경우가 생긴다. 이 체크 밸브의 구조에 따라서 피스톤 니플(piston nipple)과 볼 니플(ball nipple)로 나누워 진다.³⁾ 그림 1과 같이 볼 니플은 니플 스틱의 운동이 자유롭게 움직일 수 있어 낙수의 차단이 잘되는 장점이 있으나 복잡한 구조를 갖고 있는 단점이 있다. 이에 반하여 그림 2의 피스톤 니플은 구조가 간단한 장점이 있는 반면에 대부분 상하운동만 가능한 단점이 있다. 최근에 이를 보완하기 위하여 피스톤 니플에 밸브 시트 면을 구 형태로 제작하여 피스톤 형식이면서 자유로운 운동이 가능 하도록 한 구조(이하: 구면 피스톤 니플)가 그림 3과

¹공주대학교 기계자동차공학부

*교신저자: 김기선 keysun@kongju.ac.kr

같이 개발 되었다.⁴⁾ 최근 국내 양계 업계에서는 외국 제품과 국내제품 및 저개발국의 저가 제품들이 혼용되어 사용되고 있으며 일부 제품들의 밸브가 잠겨있을 때도 낙수가 심하여 양계 성장에 영향을 많이 미친다는 불만이 제기되고 있다. 따라서 본 실험에서는 최근 관심을 갖게 된 구면 피스톤 니플에 대한 성능 평가를 수행한 후 국내외의 기존 제품인 볼 니플 및 스틱 니플과 성능을 실험적으로 비교 분석하였다. 이를 위하여 국내에서 유통되는 외국 제품 10개사와 한국 1개사를 선정하여 압력의 변화에 따른 낙수 양을 측정 분석하였다.^{5,7)} 본 시험은 다음 환경적 요소인 습도, 온도 및 약품 투여와 기계적 요소인 급수 압력 변화, 니플 이외의 배관 시스템, 펌프, 탱크 등을 배제하고 순수하게 니플만의 성능 및 품질을 평가할 수 있는 실험 장치로 구성하여 실험 하였으며 이 결과는 양계장 급수 시설 설치 시 설계 파라메타로 사용되어질 것이다.

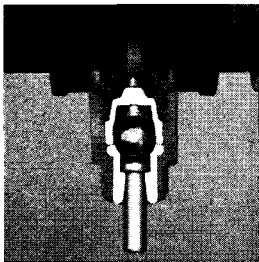


그림 1. 볼 니플

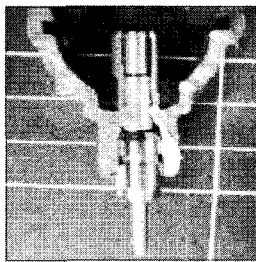
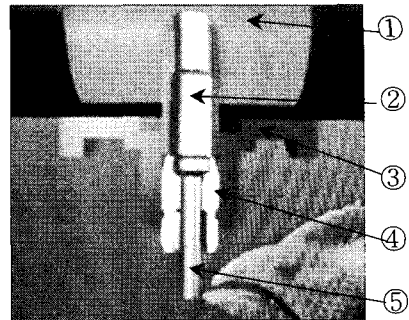


그림 2. 피스톤 니플

2. 실험 장치 구성 및 방법

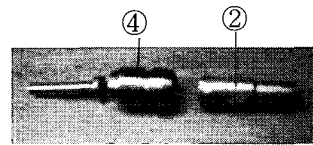
본 실험에 사용된 구면 피스톤 니플의 구조는 그림 3과 같으며 우선 상부 배관 파이프 ①에서 공급되는 급수의 양을 피스톤 ②에서 조절하고 다음으로 하부의 실린더 ④내에 삽입된 부품 피스톤 스틱 ⑤에 의하여 직접 답에게 급수된다. 이 피스톤 스틱의 헤드 면이 기존에는 평면형으로 된 것을 구형으로 개발하여 마치 볼의 역할을 할 수 있도록 한 구조이다. 따라서 종전에 피스톤 스틱이 상하 운동만 가능하던 것을 전 방향으로 쏠 수 있도록 자유로운 운동이 가능하도록 하였다. 부품 ④는 니플의 실린더 부품으로 피스톤 시트 면을 같은 구형으로 면 접촉이 되도록 가공하였다. 실험 대상은 최근에 구면 피스톤 니플로 개발된 이스라엘의 프라손(PLASSON) 제품을 선정하여 실험하였으며 실험 편 그림 ④를 3차원 측정기에 의하여 측정된 결과 표 1과 같이 모두 20 μ m 내에 있음을 확인하였으며 이 공차 범위는 니플의 낙수 방지를 위한 충분한 정밀 가공조건이다.

를 위한 충분한 정밀 가공조건이다.

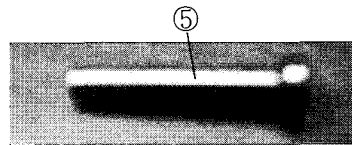


- ① 배관 pipe ② 피스톤
- ③ 니플 바디 ④ 실린더
- ⑤ 피스톤 스틱

그림 3. 구면 피스톤 니플 구조



(a) 구성 부품



(b) 구면 헤드

그림 4. 구면 피스톤 니플 부품

표 1. 구면 피스톤 니플 주요부품 제작공차

부 품	부위	치수	공차
②피스톤	큰 외경	5mm	-3 μ m
	작은 외경	6mm	-7 μ m
④실린더	큰 내경	5.5mm	+8 μ m
	작은 내경	3.5mm	+12 μ m
⑤피스톤스틱	큰 외경	5mm	-13 μ m
	작은 외경	3mm	-8 μ m
	구면 반경	3mm	+9 μ m

다음으로 시험 장치의 설치는 다음과 같이 행하였다. 본 시험은 순수하게 니플만의 성능 및 품질을 평가할 수 있는 실험 장치로 그림 5와 같이 구성하여 실험 하였으며, 배관에 수두 압력 게이지와 니플을 장착하여 그림 6과 같이 설치하였다. 볼 니플과 피스톤 니플 및 구면 피스톤 니플의 성능을 상대 비교하기 위하여 표 2와 같이

선진국에서 생산되는 최고의 제품 9개 사와 한국 1개사, 중국 1개사를 포함하여 11개사를 선정하였으며^{5,7)} 같은 조건에서 동시에 성능 평가 하였고 각 제품의 시험 니플은 표 2와 같다. 우선 호칭번호 ㉠은 구형 피스톤 니플이며 그를 기준으로 타 샘플과 비교하였고, 특히 미국 캄버랜드(cumberland)사의 ㉡ 볼 리플이 세계 규격으로 통용되는 업체임으로 이와 중점 비교하였다. 수두 압력은 압력 조절기를 사용하여 측정하였으며 좌우 같은 압력을 유지하도록 하였다. 또한 조건을 일정하게하기 위하여 같은 급수 라인에 동시에 설치하여 압을 걸리게 정착하였다. 중앙에 구형 피스톤 니플을 설치하고 좌우로 5개씩 샘플을 배열하였으며 떨어지는 낙수 양은 컵으로 받아 실린더 비커를 이용하여 확인하였다.

표 2. 실험 제품 제조사 및 형식

호칭번호	제조국	회사명	급수기 형식	니플가능 운동종류
㉠	미국	VAL	볼니플	상하운동 좌우운동
㉡	이탈리아	CORTI	볼니플	상하운동 좌우운동
㉢	미국	ZIGITI	볼니플	상하운동 좌우운동
㉣	독일	LUBING	피스톤니플	상하운동
㉤	미국	CUMBERLAND	볼니플	상하운동 좌우운동
㉥	이스라엘	PLASSON	구면 피스톤리플	상하운동 좌우운동
㉦	네덜란드	GL	피스톤니플	상하운동
㉧	중국	XIAN	피스톤니플	상하운동
㉨	미국	FARMTECK	피스톤니플	상하운동
㉩	한국	S사	볼니플	상하운동 좌우운동
㉪	독일	IMPEX	피스톤니플	상하운동

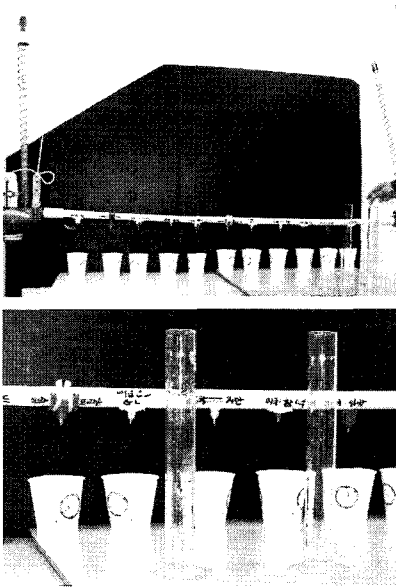


그림 5. 실험 장치 구성

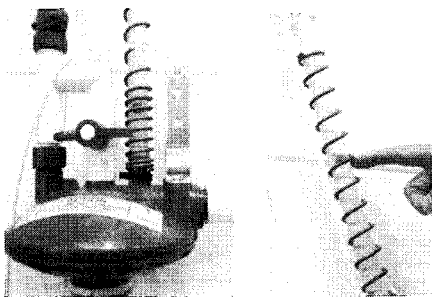


그림 6. 급수 압력 조정기

제품번호	실험 제품	제품번호	실험 제품
㉠		㉣	
㉡		㉨	
㉢		㉩	
㉣		㉪	
㉤		㉫	
㉥			

그림 7. 제품별 형상

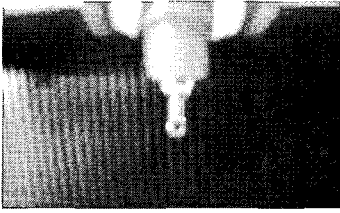


그림 8. 급수 끝의 이슬방울

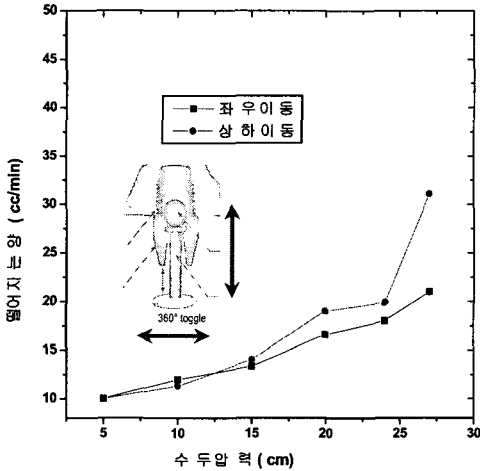


그림 9. 압력수두 별 낙수량

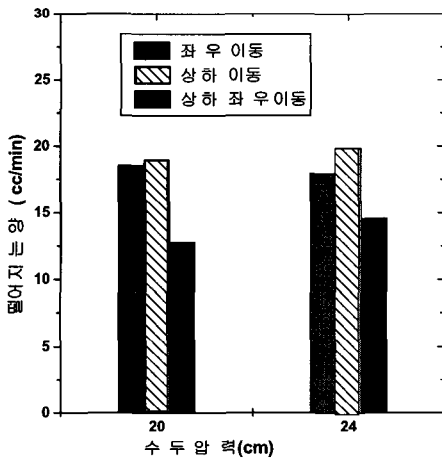


그림 10. 압력 별 방향에 따른 낙수량

3. 실험 결과 및 고찰

가. 구형 피스톤 니플 실험 결과

우선 구면 피스톤 니플 ① 제품에 대하여 살펴보면 다

음과 같다. 닫힘 때 물방울(이하: 이슬방울)이 그림 8과 같이 맺혀 있었으며 1시간동안에 떨어지는 양을 측정할 결과 수두 압력이 5cm 경우 3 방울 인 0.06cc 이고 성장하여 출하할 시기인 최대압력으로 높여 27cm 인 경우 9 방울인 0.18cc 누수 되었다. 이는 환기 및 실내 온도에 의하여 자연 증발 되는 정도이다. 다음으로 ① 제품이 니플을 열었을 때 수두 높이에 따른 압력의 변화를 측정한 결과를 그림 9에 도시하였다. 압력이 증가함에 따라 급수되는 양이 많아지며 그 양은 거의 선형적으로 증가하였다. 좌우로 니플을 열었을 경우 병아리 때는 수두 높이 5cm 에서는 10cc/min 정도 급수되며 출하 시 27cm 수두 에서는 31cc/min로 물의 양이 증가 되는 것을 확인하였다. 선형적으로 증가한 다는 것은 설계가 잘되어 조절이 용이하다는 것을 의미한다. 닭이 성장해짐에 따라 물의 공급이 많아져 물을 먹는 중에 떨어지는 양이 증가할 것으로 사료된다.

한편 니플이 열렸을 때 떨어지는 양을 방향 별로 관찰하기 위하여 실제 닭이 급수를 먹을 때 쪼우는 방향과 유사하게 다음과 같이 세가지 경우의 실험을 행하였다. ① 니플을 좌 혹은 우로 밀어 오픈하는 경우 (이하: 좌우이동) 로 닭이 옆에서 건드리고 먹을 때의 동작임. ② 니플을 상부로 올려 오픈하는 경우(이하: 상하이동) 이며 닭이 밑에서 위로 쪼아 먹을 때 운동임. ③ 위의 두가지 즉 좌 혹은 우로 이동하며 상부로 올리는 경우(이하: 상하좌우이동)이며 45° 각도에서 쪼을 때의 경우이다. 방향에 따른 떨어지는 양을 그림 10에 도시하였다. 여기에서 수두 압력 20cm인 경우 좌우 이동은 16.6cc 이던 것이 상하이동은 19cc로 증가 되었으며 상하좌우를 동시에 이동시 12.8cc로 감소함을 보였다. 수두 압력을 증가 시킨 24cm 에서는 좌우 이동은 18cc 이던 것이 상하이동은 19.9cc로 증가 되었으며 상하좌우를 동시에 이동시 14.6cc로 감소하여 비슷한 경향을 보였다. 이는 닭이 옆에서 건드리고 먹을 때(좌우이동)나 닭이 밑에서 쪼아 먹을 때(상하이동)의 급수량이 큰 차이가 없음을 보였다. 일반적인 경우 닭이 물을 먹는 경우인 "상하좌우" 동시에 열렸을 때는 65-75% 정도의 급수량을 보였다.

마지막으로 구형 피스톤 니플 급수기가 반복 하면서 오동작이 발생하지 않고 정상위치로 돌아오는지 여부를 측정하기 위하여 실험실에서 순수한 물과 이 물질이 들어간 경우 등에 대하여 피로 반복 실험을 하였다. 이물질은 급수 시 지하수와 같이 퍼올리는 흙과 약품과 유사한 분말 약품을 첨가하여 100번씩 5번을 반복 실험하였으며 그 평균 결과 다음과 같다. 우선 순수한 물에서 실험한 결과 오동작 하는 경우가 없었다. 다음으로 흙이나 모래 가루가 들어간 경우에는 제대로 닫히지 않는 경우가 약

20% 정도 나타났으며 약품 인 경우 약 10% 정도였다. 완전히 닫히지 않을시 물은 계속하여 낙수가 발생되었다. 따라서 사용 시 공급 전에 급수를 깨끗이 정수하지 않으면 밸브의 면에 이물질이 끼어 완전 개폐가 이루어지지 않아 낙수 량이 증가됨을 확인하였다.

나. 기존 제품과 비교 시험 결과

구형 피스톤 니플의 성능을 기준에 주로 사용되고 있는 피스톤 니플 및 볼 니플과 비교 검토하였다. 10개 제품과 비교한 결과 니플이 닫혔을 때 떨어지는 낙수 량을 측정한 결과를 표 3에 나타내었다. 낙수 량이 너무 적어 떨어지는 물 방울수로 측정하였으며 그 결과를 살펴보면 ①의 경우 수두 압력이 5cm 경우 3 방울인 0.06cc 낙수 되었다. 볼 니플 중 성능이 가장 양호한 ③의 경우 같은 조건에서 3방울 낙수되어 유사함을 보였으나 ⑩와 ⑪의 경우 각각 59 방울, 81 방울 낙수됨을 볼 수 있다. 구면 피스톤 니플 ①은 샘플 중 양호한 결과를 얻었으며 비교적 ⑩와 ⑪ 샘플이 제일 많이 떨어지는 것을 관찰하였다. 그러나 제일 많은 ⑥ 제품이 1시간당 2cc 정도 떨어지는 양이며 이는 니플 아래에 별도의 컷치 컵을 설계시 추가하여야 함을 알 수 있다. 나머지는 환기 시설에 의한 자연증발을 함으로 바닥의 상태에는 미치지 않는 것으로 보여진다. 다음으로 열림(OPEN) 때 떨어지는 양에 대하여 비교 실험한 결과를 그림 11에 도시하였다. 실제 닭이 물을 먹을 때 쪼우는 방향과 유사하게 앞에서와 같이 3경우의 실험을 행하였다. 즉 니플의 좌우이동, 상하이동, 상하좌우이동이다. 우선 수두 압력에 따른 급수량을 비교하면 니플을 열었을 때 수두 높이에 따라 압력이 증가 되어 급수되는 양이 많아지며 그 양은 증가 하였으며 ③와 ①이 가장 선형적으로 증가 하였다. 선형적으로 증가한 다는 것은 조절이 용이하고 구간별 증가율이 같아 성능이 우수하다는 것을 뜻한다 따라서 성능이 안전적임을 확인하였다. 한편 구면 피스톤 제품은 ③시제품과 거의 유사한 증가를 갖고 있어 그 제품의 특성이 같음을 보였다. 수두 압력이 증가 했으면서도 유량 증가량이 크지 않다는 것은 미세 조절이 잘 된다는 것을 뜻하며 그 부분에서도 ③제품 성능과 같았다. 다음으로 ⑧시제품과 ①기울기가 다소 컸으며 이는 미세 조절에서 떨어진다는 것을 뜻한다. 결론적으로, ③의 cumberland사는 1972년도에 세계에서 최초로 니플 특허를 취득하고 그 제품이 미국규격으로 통용되는 업체이다. ①제품은 구면 피스톤 제품은 압력에 따른 급수량의 경향이 ③같음을 보였으며 제일 안전적으로 평가 되었다.

표 3. 제품 별 닫힘시 낙수량

제품번호	낙수량 (방울)	측정 시간
①	8	1시간
②	7	
③	5	
④	59	
⑤	2	
⑥	3	
⑦	3	
⑧	81	
⑨	12	
⑩	27	
⑪	19	

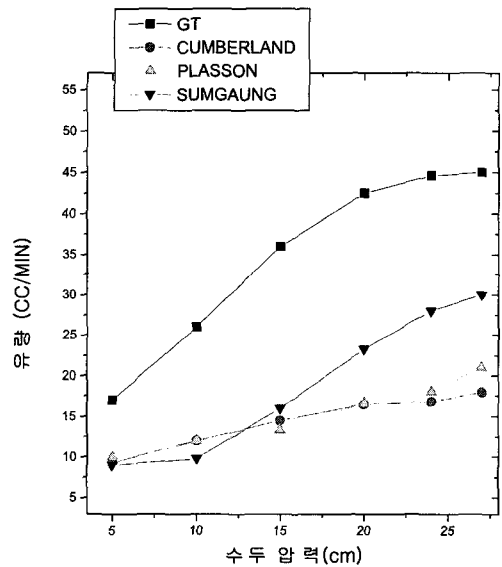
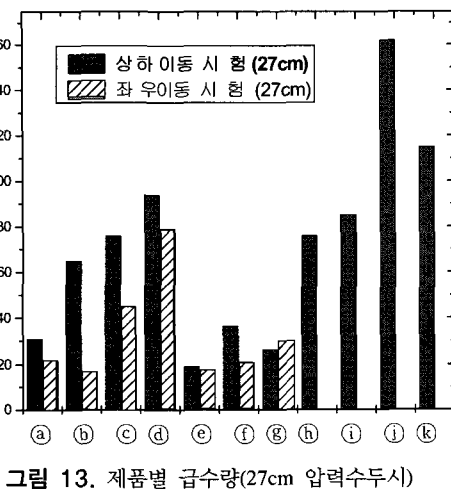
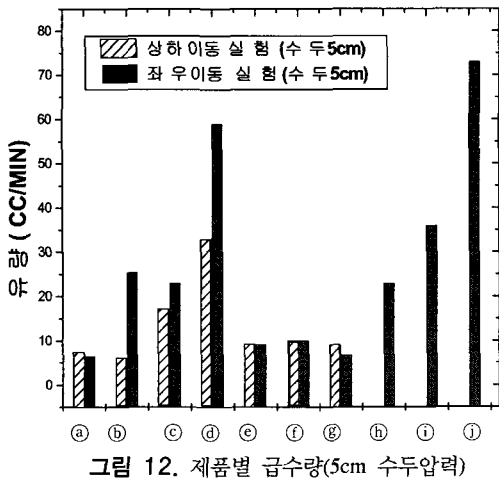


그림 11. 압력수두 대 유량

한편 각 제품의 급수량 방향 변환에 따른 급수량을 비교하면 그림 12와 같다. 우선 11개사와의 각 제품의 니플 열린 방향에 따른 급수량의 변화를 측정하였으며 제품명은 표 2의 호칭 번호에 따라 기입하였다. ③ 이후의 제품은 수직으로만 이동이 가능하기 때문에 측면이나 임의의 방향에서 닭이 쪼았을 시 잘 작동이 되지 않는 구조이다. 그림에서 수두 5cm에서 측정된 값을 비교하면 상하이동과 좌우 이동 값의 차이가 가장 적은 제품으로 ③제품과 ①제품으로 시험되었으며, ②, ③, ④ 제품은 차이가 심하였다. 차이가 적다는 것은 어느 방향으로 쪼이든지 유량의 변화가 적다는 것으로 양호한 조건이며 구형 피스톤 니플이 우수함을 알 수 있다. 한편 그림 13과 같은 27cm의 수두에서는 ③, ⑧, ④ 순위로 변동이 적었

며 그 다음으로 ⑥ 제품이며 상하 방향 열림 시 수량차가 많이 증가하여 값의 차이가 증가하는 현상을 보였으나 구형 피스톤 니플은 중간정도의 순위를 기록하고 있다. 본 실험을 통하여 구형 피스톤 니플은 구조가 간단하면서도 동작 시 개폐가 안전적이고 누수량도 기존의 피스톤 니플보다 양호할 뿐만 아니라 복잡한 구조를 갖진 볼 니플과 대등한 결과를 보여 우수함을 확인하였다.



5. 결론

본 실험에서는 구면 피스톤 니플에 대한 성능 평가를 수행하였으며 그 결과를 국내외 기존 제품인 볼 니플 및 스틱 니플과 실험적으로 비교 분석하였다. 이를 위하여 환경적 요소인 습도, 온도 및 약품 투여와 기계적 요소인

급수 압력 변화, 니플 이외의 배관 시스템, 펌프, 탱크 등을 배제하고 순수하게 니플 만의 성능 및 품질을 평가 할 수 있는 실험 장치로 구성하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 도출하였다.

1. 구형 피스톤 니플은 구조가 간단하면서도 동작 시 개폐가 안전적이고 누수량도 기존의 피스톤 니플보다 양호할 뿐만 아니라 복잡한 구조를 갖진 볼 니플과 대등한 개폐 성능을 보여 우수함을 확인하였다.
2. 구면 피스톤 니플을 측정한 결과, 밸브가 닫혔을 경우 압력의 변화에 따라 시간당 0.06cc에서 0.18cc 정도의 낙수 량을 보였으며 이는 환기 및 실내 온도에 의하여 자연 증발 되는 정도이다. 한편 밸브를 열었을 경우 수두 높이에 따라 압력이 증가 되어 급수되는 양이 많아지고 그 양은 거의 선형적으로 증가 하였으며 이는 유량 조절이 용이 하다는 것으로 성능이 안전적임을 확인하였다.
3. 실제 닭이 물을 먹을 때 좌우로 조울 때와 수직으로 조울 때의 급수 되는 양이 비슷한 값을 보였다. 따라서 닭이 옆에서 건드리고 먹을 때나 닭이 밑에서 조아 먹을 때의 급수 량이 비슷함을 알았다.
4. 일반적인 경우 닭이 물을 먹는 경우인 "상하좌우" 동시에 열렸을 때 완전 개방 시에 비하여 65-75% 정도의 급수 량을 보였다.

본 실험을 통하여 얻은 결과는 양계장 급수 시설 설치 시 설계 파라메타로 사용되어질 것이다.

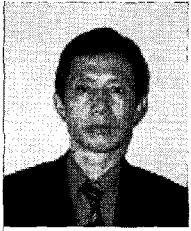
참고 문헌

- [1] 김종택, "양계농장의 안전성 확보를 위한 HACCP 적용", 한국가금학회춘계학술대회지, pp.17-36, 10,2006.
- [2] Park Waldroup and Kwon Young-Min, "The Poultry Industry in the 21th Century - Challenges and Opportunities", Proceedings of the Korea Society of Poultry Science Conference, pp.9-20,10,1 2003.
- [3] Cumberland, "HI-LO Watering System", C-P026,GSI Group Co., pp 5-20, 2007.
- [4] Plasson, "Nipple Drinker Systems for Broilers", 1001-261, Plasson Co., pp 3-6, 2007.
- [5] Lubing, "Floor-watering System for breeders rearing & for Pullets". Lubing Maschinenfabrik GmbH, 10-04, 2000.
- [6] Val, " Supplemental water source for day old beak-trimmed broilers". Val Watering System, 3-2007, pp 2-5, 2007.

[7] Xian, "Nipple Drinker", pj-041h2000, Xian Space Star Technology Corporation, pp 1-3, 2007.

김기선(Key-Sun Kim)

[종신회원]



- 1980년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학사)
- 1983년 2월 : 인하대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 인하대학교 기계공학과(공학박사)
- 1994년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수
- 1991년8월 기계제작기술사

<관심분야>

지능형 재료응용 연구, 자동차부품 개발, 제조 전용기 개발