



육계 계사 내 수분흡수제 도포 시기가 생산성, 혈구 성상 및 발바닥피부염에 미치는 영향

홍의철^{1*} · 전진주¹ · 김희진²

¹국립축산과학원 가금연구소 농업연구사

²국립축산과학원 가금연구소 박사후연구원

Effects of Moisture Absorbent Application Timing on Performance, Blood Cell Characteristics and Footpad Dermatitis in Broiler Houses

Eui-Chul Hong^{1*}, Jin-Joo Jeon¹ and Hee-Jin Kim²

¹Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

²Post-Doctor Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea

ABSTRACT This study was conducted to investigate the effect of moisture absorbent (MA) application timing for litter management on broiler performance, blood cell characteristics, litter moisture content, incidence of footpad dermatitis (FPD), and economics analysis. Treatment include untreated control (NC), 3-week-old litter treatment (PC), 0-week-old (W1), 0 and 3-week-old (W2), 3-week-old (W3) application of moisture absorbent. Six hundred eighty broilers (1-day-old, 42.0±0.24 g) were divided into 5 treatments (4 replications per treatment, 34 birds per replication) and raised for 5 weeks in a floor (2 m² per pen). There was no significant difference among treatments in performance, blood cell characteristics, and H/L ratio according to the application period of litter and moisture absorbent. The litter moisture content and the FPD score were significantly decreased in the litter and moisture absorbent treatments at the age of 5 weeks ($P<0.05$). The FPD score of broilers was lowest in PC treatment compared to NC treatment ($P<0.05$). The incidence of FPD was lower in PC and W3 treatments compared to other treatments, and that was the highest in NC treatment. As a result of analyzing the economic feasibility, the highest expenditure occurred in PC treatment, and the lowest expenditure occurred in W3 treatment. Income was the highest in W3 treatment, and lowest in NC treatment. The profit was 185,859 won (1,367 won/unit), the highest in the W3 treatment. In conclusion, when MA was applied to the litter of broiler house at the age of 3 weeks, the litter moisture content and FPD were improved.

(Key words: broiler, moisture absorbent, litter, footpad dermatitis)

서론

육계는 대부분 평사 사육으로 바닥에 깔짚을 도포하여 안정감, 생리적 육구 해소 및 계분 수분 조절을 통한 과습 방지를 하고 있다. 계사의 깔짚은 깔짚 재료, 거름, 깃털, 비듬, 사료 가루 등으로 되어 있으며(Ritz et al., 2004), 육계의 생산성은 깔짚 품질과 밀접한 관련이 있다(Otutumi et al., 2013). 즉, 깔짚 상태는 육계의 생산성과 복지에 영향을 미치며, 결과적으로 농가의 수익에 영향을 주게 된다.

깔짚 수분 함량은 육계 계사의 깔짚 품질에 영향을 미치

는 핵심 요소이다(Tabler et al., 2012). 깔짚 수분은 계사 환경(온도, 환기율, 습도 등) 및 깔짚 특성(재료, 두께 등)과 같은 다양한 요인과 관련이 있다. 계사 깔짚의 높은 수분 함량은 90년이 넘는 시간 동안 선택적 번식, 계사 설계, 환기 시스템 및 생산 방법 측면에서 발전했음에도 불구하고 계속해서 가금 산업의 문제가 되고 있다(Dann, 1923; Dunlop and Stuetz, 2016). 깔짚 재료, 상태, 활동, 환경 및 깔짚 유형 및 환기 프로그램 등을 포함하는 다차원적 요인은 깔짚을 젖은 상태로 만든다(Dunlop, 2017).

육계사에서 깔짚 수분 함량을 20~30%로 유지하는 것은

* To whom correspondence should be addressed : drhong@korea.kr

계사 관리의 중요한 요소이며 생산성을 위해서도 중요하다 (Linhoss et al., 2019). Collett(2012)은 깔짚의 수분함량이 25%를 초과하면 깔짚의 쿠션, 단열 및 수분 보유 능력이 저하될 수 있다고 하였다. Abd El-Wahab et al.(2012)은 FPD (footpad dermatitis, 발바닥피부염) 발병의 임계 수분 함량이 약 35%라고 보고하였으며, Tabler et al.(2015)은 미국 미시시피 주 육계사의 평균 깔짚 수분 함량은 약 27% 정도라고 하였다.

Footpad dermatitis(FPD)는 일반적으로 육계의 젖은 깔짚과 관련이 있다(Greene et al., 1985; Martland, 1985). 깔짚 수분 함량이 높아지면 FPD 발생률이 높아지고(Mayne et al., 2007; Nagaraj et al., 2007; Zhang et al., 2011), 닭의 생산성과 건강에 해로운 암모니아 가스 발생량이 증가한다(Charles and Payne, 1966; Kling and Quarles, 1974; Reece et al., 1980; Caveny et al., 1981; Reece et al., 1981; Carlile, 1984; Miles et al., 2002).

암모니아 수준을 조절하는 데 도움이 되는 것으로 밝혀진 깔짚 개선제에는 주로 산성화제, 수분흡수제, 미생물억제제의 3가지 범주로 분류되고 있다(Linhoss et al., 2019). 그러나, 깔짚 개선제와 관련된 대부분의 연구는 산성화제의 사용에 관한 연구이며, 수분흡수제에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서, 본 연구는 깔짚 관리를 위한 수분흡수제의 도포 시기가 육계 생산성, 혈액정상, 깔짚 수분함량, 발바닥피부염 발생 양상 및 계사의 경제성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

본 시험은 농촌진흥청 국립축산과학원의 동물실험 계획서에 의거 동물보호법 및 국립축산과학원 동물시험윤리위원회에서 승인된 동물실험방법(승인번호: 2022-548)에 따라 수행되었다.

Table 1. Experimental design

Treatments	Replications	Volume	Methods
NC	4	-	-
PC	4	-	Litter application at week 3 (5 kg/m ²)
W1	4	-	Application at week 1 (100 g/m ²)
W2	4	100 g/m ²	Application at week 1 and 3 (50 g/m ²)
W3	4	-	Application at week 3 (100 g/m ²)

1. 깔짚 개선제

본 시험에서는 깔짚 개선제로 수분흡수제(SuperDry[®], Global Nutrition, Int., France)를 사용하였으며, 사용량은 100 g/m²이다.

2. 공시동물 및 시험설계

공시동물은 1일령 Ross 308 육계(42.0±0.24 g) 680수를 이용하여 평사(칸당 2 m²)에서 5주 동안 사육하였다. 처리구는 무처리 대조구(NC), 3주령에 깔짚을 재도포한 처리구(PC), 0주령에 수분흡수제를 깔짚에 100 g/m² 도포한 처리구(W1), 0주령과 3주령에 수분흡수제를 100 g/m²씩 도포한 처리구(W2), 3주령에 수분흡수제를 100 g/m² 도포한 처리구(W3)의 총 5처리구, 처리당 4반복, 반복당 34수씩 680수를 완전임의 배치하였다(Table 1).

시험사료는 국내 시판되는 대두박-옥수수 위주의 육계 사료를 초이(ME 3,050 kcal/kg, CP 22%), 전기(ME 3,100 kcal/kg, CP 20%), 후기(ME 3,150 kcal/kg, CP 19%)로 나누어 급여하였으며, 사료와 물은 자유롭게 섭취하도록 하였다. 접등은 동물복지 기준인 18시간 명기, 20 lux 조도로 하였다. 기타 사양관리는 국립축산과학원 가금연구소의 사양 지침에 따라 수행되었다.

3. 조사항목

1) 체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

체중은 생시 체중 및 5주령에 측정하였으며, 5주령 체중에서 생시 체중을 감하여 증체량을 구하였다. 사료섭취량은 매주 잔량을 조사하여 급여량에서 잔량을 제한 값으로 하였으며, 사료요구율은 섭취량을 증체량으로 나누어 산출하였다.

2) 깔짚 수분함량 및 FPD 점수

깔짚은 1, 3, 5주령에 40 g씩 채취하여 Dry Oven(70°C)에서 48시간 건조시킨 후 다음 공식으로 수분함량을 산출하였다.






$$\text{수분함량} = ((\text{건조 전 무게} - \text{건조 후 무게}) / \text{건조 전 무게}) \times 100$$

육계 FPD 점수는 1, 3, 5주령에 처리당 40수씩 선별하여 0~4점으로 평가하였으며, 평가 기준은 Table 2에 나타내었다.

3) 혈액 내 혈구 조성

처리구당 12수씩 총 60수를 선별하여 익하정맥에서 약 5.0 mL 씩 채혈한 후 혈구계수기(HematVet 950, Drew Scientific., USA)를 이용하여 leukocyte, erythrocyte 및 platelets를 분석하였다.

Table 2. Footpad score for broilers (Welfare Quality®, 2009)

Score	State	Comments
0		No foot pad dermatitis.
1		Condition in which black necrosis and swelling are inconspicuous.
2		Condition in which black necrosis and swelling are conspicuous, and inflammation is less than 25%.
3		Condition in which the sole of the foot is enlarged due to swelling, and black necrosis affects less than 50% of the sole.
4		The same as that of score 3, but black necrosis exceeds 50%.

4) 경제성 분석

병아리 비용, 깔짚 비용, 사료 비용, 수분흡수제 비용 등을 지출항목으로 하였으며, 닭발 가격과 닭의 출하 시 체중에 따른 가격을 수입항목으로 하였다. 수입 항목에서 지출 항목을 제한 값을 순이익으로 하였다. 각 항목에 대한 비용 산출 공식은 다음과 같다.

$$\text{병아리 전체 비용(원)} = \text{병아리 단가}(1,000 \text{ 원/수}) \times \text{사육 수수}(136\text{수})$$

$$\begin{aligned} \text{깔짚 비용(원)} &= \text{사육면적}(8 \text{ m}^2) \times \text{깔짚 단가}(1,500 \text{ 원/m}^2) \\ \text{사료비(원)} &= \text{사료섭취량}(kg/\text{수}) \times \text{사육수수}(136\text{수}) \times \text{사료 단가}(680 \text{ 원/kg}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{전기요금(원)} &= \text{농사용 기본요금}(1,150\text{원}) + \text{전기 사용료(원)} \\ \text{전기료(원)} &= \text{기본요금}(1,150\text{원}) + (39.1 \text{ 원/kWh} \times \text{전력량 (kWh)} \times \text{시간}) \end{aligned}$$

$$\text{닭발 수익(원)} = \text{정상 닭발수} \times \text{닭발 무게}(20g/\text{개}) \times \text{닭발 가격}(546 \text{ 원/g})$$

$$\text{정상 닭발수(개)} = \text{발바닥피부염 미발생수(수)} \times 2$$

$$\text{닭 수익(원)} = \text{사육수수}(136\text{수}) \times \text{출하체중}(kg) \times \text{출하가격}(2,736 \text{ 원/kg})$$

전기 사용료는 조도에 따른 전력량을 기준으로 산출되었으며, 전력량은 전력품질 분석기(PW6001, HIOKI Co., Japan)를 이용하여 측정되었다. 본 연구의 계사 내 조도는 20 lux이며, 이에 따른 전력량은 6.81 kWh로 측정되었다.

4. 통계처리

본 시험에서 얻어진 모든 결과들은 SAS(2019)의 GLM Program(one-way ANOVA procedure)을 이용하여 분석하였으며, Duncan의 다중 검정을 이용하여 각 처리구 간의 평균 값을 95% 신뢰수준에서 검정하였다.

결 과

1. 체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율

Table 3은 육계 깔짚 내 수분흡수제 도포 시기에 따른 생산성을 나타낸 것이다. 육계 계사 내 깔짚 및 수분흡수제 도포 시 체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 각각 1.48 ~ 1.54 kg, 1.44 ~ 1.50 kg, 2.73 ~ 2.81 kg 및 2.07 ~ 2.28 kg로 깔짚 처리구나 수분흡수제 처리구 사이에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Effects of the moisture absorbent on performance of broilers¹

Items ²	NC	PC	W1	W2	W3	SEM ³	P-Value
IBW (g/bird)	42.1	41.8	42.0	42.2	42.0	0.24	0.88
FBW (g/bird)	1,477	1,514	1,515	1,540	1,541	31.7	0.62
BWG (g/bird)	1,435	1,472	1,473	1,498	1,499	31.8	0.62
FI (g/bird)	2,790	2,728	2,807	2,797	2,739	58.7	0.82
FCR	2.28	2.10	2.21	2.18	2.07	0.108	0.68

¹ NC, untreated control; PC, 3-week-old litter treatment; W1, 0-week-old application of the moisture absorbent; W2, 0 and 3-week-old application of the moisture absorbent; W3, 3-week-old application of the moisture absorbent.

² IBW, initial body weight; FBW, final body weight; BWG, body weight gain; FI, feed intake; FCR, feed conversion ratio.

³ Standard error of means.

2. 깔짚 수분함량 및 FPD 점수

Table 4는 수분흡수제 도포 시기에 따른 깔짚 수분함량 및 FPD 점수를 나타낸 것이다. 본 연구의 깔짚 수분함량 및 FPD 점수는 5주령에 깔짚 및 수분흡수제 처리구에서 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 본 연구에 사용된 육계의 FPD 점수는 NC 처리구에 비해 PC 처리구에서 가장 낮았으며 ($P<0.05$), W1 및 W2 처리구보다 W3 처리구에서 낮은 경향을 보였다.

Fig. 1은 수분흡수제 도포 시기에 따른 발바닥피부염 발생 비율을 나타낸 것이다. 발바닥피부염은 PC와 W3 처리구에서 다른 처리구에 비해 낮은 비율을 보였으며, NC 처리구에서 발바닥피부염 발생 비율이 가장 높게 나타났다.

3. 혈액 내 혈구 조성

본 시험의 수분흡수제 도포 시기에 따른 혈액 내 혈구 조성은 Table 5에 나타내었다. 육계 계사 내 깔짚에 수분흡수제

도포시 혈액 내 혈구 조성(Leukocyte, Erythrocyte, Platelets) 및 스트레스 지표인 H/L 비율은 유의차가 나타나지 않았다.

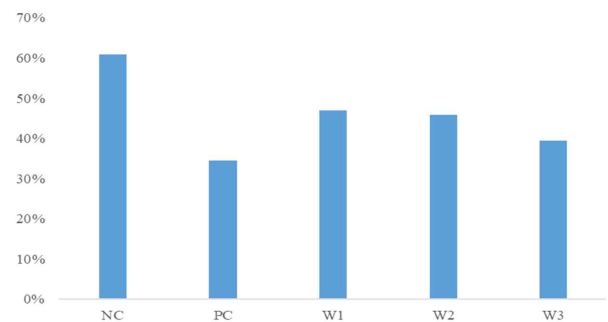


Fig. 1. Footpad dermatitis (FPD) ratios of broilers (NC, untreated control; PC, 3-week-old litter treatment; W1, 0-week-old application of the moisture absorbent; W2, 0 and 3-week-old application of the moisture absorbent; W3, 3-week-old application of the moisture absorbent).

Table 4. Effects of the moisture absorbent on the moisture contents of litter and footpad dermatitis score of broilers¹

Weeks	NC	PC	W1	W2	W3	SEM ²	P-Value
----- Moisture content of litter (%) -----							
1	30.9	29.8	32.8	31.0	25.0	2.36	0.20
3	58.0	55.5	56.8	58.6	55.2	2.01	0.70
5	65.7 ^a	54.7 ^b	54.3 ^b	56.7 ^b	53.0 ^b	2.05	<0.05
----- Foot pad dermatitis score -----							
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	1.00
3	0.95 ^a	0.83 ^{ab}	0.43 ^b	0.68 ^{ab}	0.60 ^{ab}	0.123	<0.05
5	2.38 ^a	1.23 ^b	1.68 ^b	1.70 ^b	1.38 ^b	0.133	<0.05

¹ NC, untreated control; PC, 3-week-old litter treatment; W1, 0-week-old application of the moisture absorbent; W2, 0 and 3-week-old application of the moisture absorbent; W3, 3-week-old application of the moisture absorbent.

² Standard error of means.

Table 5. Effects of the moisture absorbent on blood cells of broilers

Items	NC	PC	W1	W2	W3	SEM	P-Value
Leukocyte							
WBC (K/ μ L)	21.1	20.0	19.4	22.2	22.3	1.05	0.23
HE (K/ μ L)	6.45	5.99	5.74	6.84	6.79	0.461	0.37
LY (K/ μ L)	11.3	11.0	10.5	11.8	11.9	0.41	0.15
HE/LY	0.49	0.49	0.50	0.55	0.54	0.033	0.53
MO (K/ μ L)	1.97	1.99	2.07	2.38	2.20	0.131	0.184
EO (K/ μ L)	0.65	0.75	0.77	0.87	0.88	0.096	0.439
BA (K/ μ L)	0.20	0.23	0.24	0.29	0.29	0.037	0.274
Erythrocyte							
RBC (K/ μ L)	2.31	2.16	2.16	2.31	2.32	0.064	0.15
Hb (g/dL)	7.98	7.59	7.80	8.28	8.39	0.210	0.06
HCT (%)	22.9	22.0	21.7	23.3	23.1	0.60	0.23
MCV (fL)	98.9	101.9	100.7	101.3	99.3	1.12	0.29
MCH (g/dL)	34.5	35.2	36.3	36.0	36.2	0.63	0.25
MCHC (g/dL)	34.9	34.6	36.1	35.5	36.5	0.54	0.10
Platelets	20.1	16.1	23.9	14.8	15.8	3.48	0.33

NC, untreated control; PC, 3-week-old litter treatment; W1, 0-week-old application of the moisture absorbent; W2, 0 and 3-week-old application of the moisture absorbent; W3, 3-week-old application of the moisture absorbent.

WBC, white blood cell; HE, heterophil; LY, lymphocyte; MO, monocyte; EO, eosinophil; BA, basophil; RBC, red blood cell; Hb, hemoglobin; HCT, hematocrit; MCV, mean corpuscular volume; MCH, mean corpuscular hemoglobin; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration.

4. 경제성 분석

본 연구에서 수분흡수제 도포 시기에 따른 경제성 분석은 Table 6에 나타내었다. PC 처리구에서 417,681원으로 지출이 가장 많이 발생하였으며, W3 처리구에서 406,606원으로 지출이 가장 낮게 나타났다. 수입 내역에서는 W3 처리구에서 592,466원으로 수입이 가장 높았으며, NC 처리구의 수입이 562,714원으로 가장 낮았다. 총수입에서 총지출을 제한 이익은 185,859원(1,367 원/수)로 W3 처리구에서 가장 많았다.

고 찰

계사 내부의 깔짚 품질은 육계의 생산성에 영향을 미친다 (Otutumi et al., 2013). 본 연구의 체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 깔짚과 수분흡수제 처리 시에 차이가 없는 것으로 나타났으며, 이는 수분흡수제의 처리가 깔짚 품질을 유지시키기 때문으로 사료된다.

육계의 FPD에 대해서는 많은 연구가 수행되어 왔다

(Berg, 1998; Shepherd and Fairchild, 2010; Kyvsgaard et al., 2013; Taira et al., 2014; Shepherd et al., 2017). 특히, 다양한 연구에서 육계 계사 내부의 깔짚 수분이 높을수록 FPD 발생이 높아진다고 보고되었다(Martland, 1984, 1985; Wang et al., 1998; Mayne, 2005; Mayne et al., 2007; Youssef et al., 2011; Taira et al., 2014; Shepherd et al., 2017). 본 연구에서도 깔짚 수분함량이 높은 NC 처리구에서 FPD 점수가 높게 나타나 이들 연구 결과와 유사하다고 나타났다.

깔짚의 수분 함량과 관련되어 발생하는 FPD는 스트레스와 더불어 육계의 복지 지표로 사용된다고 알려져 있다 (Haslam et al., 2007). 환기시스템, 급이 및 급수 시스템, 절대 습도, 계군의 사육밀도 등이 깔짚의 수분에 영향을 주며 (Dunlop et al., 2016), 깔짚의 수분이 낮을수록 품질이 향상되고 FPD의 발병률이 낮아진다(Meluzzi et al., 2008; Petek et al., 2014). 본 연구에서도 깔짚의 수분 함량이 높은 5주령에서 FPD 점수가 높게 나타나 이들 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 5주령에 NC 처리구의 깔짚 수분 함량이 높아진 이유는 3주령 이후 닭이 성장함에 따라 배설량이 많

Table 6. Expense, income, and profit of the experiment

Items	NC	PC	W1	W2	W3
----- Expense (₩) -----					
Chicks price (₩)	136,000	136,000	136,000	136,000	136,000
Litter price (₩)	12,000	24,000	12,000	12,000	12,000
Feedstuff price (₩)	258,019	252,470	259,869	258,944	253,395
Electricity bill (₩)	2,971	2,971	2,971	2,971	2,971
Total (₩)	411,230	417,681	413,080	412,155	406,606
----- Income (₩) -----					
Chicken feet price (₩)	12,012	20,530	17,254	17,035	19,438
Chicken market price (₩)	550,702	561,865	565,586	573,028	573,028
Total (₩)	562,714	582,395	582,840	590,063	592,466
----- Expense - Income (₩) -----					
Profit (₩)	151,484	164,714	169,760	177,908	185,859
Profit (₩/bird)	1.114	1,211	1,248	1,308	1,367

NC, untreated control; PC, 3-week-old litter treatment; W1, 0-week-old application of the moisture absorbent; W2, 0 and 3-week-old application of the moisture absorbent; W3, 3-week-old application of the moisture absorbent.

아지면서 깔짚이 덩어리화되기 시작했으나, 수분 감소를 위한 조치가 전혀 없었기 때문에 사료된다. 그러나, FPD 점수가 1~2일 때는 FPD가 커지기 시작하는 시점으로 보이고, 이 상태에서는 스트레스가 심하지 않을 것으로 예상된다.

경제성 비교에서 PC 처리구의 지출이 가장 높은 이유는 깔짚 비용이 2배로 지출되었기 때문에 사료되며, PC 처리구의 수입이 가장 높은 이유는 종료 체중이 처리구 사이에서 유의적인 차이를 보이지는 않았으나, 체중이 가장 높았기 때문에 추정된다.

결론적으로, 육계 계사 내 수분흡수제의 사용은 깔짚의 수분 함량을 감소시켜 FPD 발생을 저감시키고, 경제성도 증가시키지만, 육계의 생산성 및 혈구 조성에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 깔짚 관리를 위한 수분흡수제의 도포 시기가 육계 생산성, 혈액성장, 깔짚 수분함량 및 발바닥피부염 발생 양상에 미치는 영향을 조사하기 위하여 수행되었다. 공시동물은 1일령 Ross 308 육계(42.0±0.24 g) 680수를 이용하여 평사(칸당 2 m²)에서 5주 동안 사육하였다. 처리구는 무처리 대조구(NC), 3주령 깔짚 처리구(PC), 수분흡수제 0주

령, 0과 3주령, 3주령 도포의 총 5처리구, 처리당 4반복, 반복당 34수씩 680수를 완전임의 배치하였다. 육계 계사 내 깔짚 및 수분흡수제 도포 시기에 따른 체중, 증체량, 사료섭취량 및 사료요구율은 처리구 사이에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 육계 계사 내 깔짚 및 수분흡수제 도포 시기에 따른 혈액 내 혈구 조성(leukocyte, erythrocyte, platelets) 및 H/L 비율은 유의차가 나타나지 않았다. 깔짚 수분함량 및 FPD 점수는 5주령에 깔짚 및 수분흡수제 처리구에서 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 본 연구에 사용된 육계의 FPD 점수는 NC 처리구에 비해 PC 처리구에서 가장 낮았으며($P<0.05$), W1 및 W2 처리구보다 W3 처리구에서 낮은 경향을 보였다. 발바닥피부염은 PC와 W3 처리구에서 다른 처리구에 비해 낮은 비율을 보였으며, NC 처리구에서 발바닥피부염 발생 비율이 가장 높게 나타났다. 경제성을 분석한 결과, PC 처리구에서 지출이 가장 많이 발생하였으며, W3 처리구에서 지출이 가장 낮게 나타났다. W3 처리구에서 수입이 가장 높았으며, NC 처리구의 수입이 가장 낮았다. 총수입에서 총지출을 제한 이익은 185,859원(1,367 원/수)으로 W3 처리구에서 가장 많았다. 결론적으로, 육계 깔짚에 수분흡수제를 3주령에 도포하였을 때, 깔짚 수분함량과 FPD 개선효과가 나타났다.

(색인어 : 육계, 수분흡수제, 깔짚, 발바닥피부염)

사 사

본 연구는 2022년 농촌진흥청의 기관고유사업(과제번호: PJ01483102)과 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

ORCID

Eui-Chul Hong <https://orcid.org/0000-0003-1982-2023>
 Jin-Joo Jeon <https://orcid.org/0000-0001-7585-4746>
 Hee-Jin Kim <https://orcid.org/0000-0002-6959-9790>

REFERENCES

- Abd El-Wahab A, Visscher CF, Beineke A, Beyerbach M, Kamphues J 2012 Experimental studies on the effects of different litter moisture contents and exposure time to wet litter on development and severity of foot pad dermatitis in young fattening turkeys. *Arch Geflügelk* 76(1):55-62.
- Berg CC 1998 Foot-pad dermatitis in broilers and turkeys. *Acta Univer Agric Sue* 36:72-42.
- Carlile FS 1984 Ammonia in poultry house: a literature review. *World's Poult Sci J* 40(2):99-113.
- Caveny DD, Quarles CL, Greathouse GA 1981 Atmospheric ammonia and broiler cockerel performance. *Poult Sci* 60(3):513-516.
- Charles DR, Payne CG 1966 The influence of graded levels of atmospheric ammonia on chickens. I. Effects on respiration and on the performance of broilers and replacement growing stock. *Br Poult Sci* 7(3):177-187.
- Collett SR 2012 Nutrition and wet litter problems in poultry. *Anim Feed Sci Tech* 173(1-2):65-75.
- Dann AB 1923 Wet litter in the poultry house. *Poult Sci* 3(1):15-19.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11(1):1-42.
- Dunlop MW 2017 Quantifying poultry litter conditions and relationships with odour emissions. Ph.D. Dissertation. University of New South Wales, Australia.
- Dunlop MW, Moss AF, Groves PJ, Wilkinson SJ, Stuetz RM, Selle PH 2016 The multidimensional casual factors of 'wet litter' in chicken-meat production. *Sci Total Environ* 562:766-776.
- Greene JA, Mccracken RM, Evans RT 1985 A contact dermatitis of broilers - Clinical and pathological findings. *Avian Pathol* 14(1):23-38.
- Haslam SM, Knowles TG, Brown SN, Wilkins LJ, Kestin SC, Warriss PD, Nicol CJ 2007 Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *Br Poult Sci* 48(3):264-275.
- Kling HF, Quarles CL 1974 Effect of atmospheric ammonia and the stress of infectious bronchitis vaccination on Leghorn males. *Poult Sci* 53(3):1161-1167.
- Kyvsgaard NC, Jensen HB, Ambrosen T, Toft N 2013 Temporal changes and risk factors for foot-pad dermatitis in Danish broilers. *Poult Sci* 92(1):26-32.
- Linhoss JE, Purswell JL, Street JT, Rowland MR 2019 Evaluation of biochar as a litter amendment for commercial broiler production. *J Appl Poult Res* 28(4):1089-1098.
- Martland MF 1984 Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Pathol* 13(2):241-252.
- Martland MF 1985 Ulcerative dermatitis in broiler chickens: The effects of wet litter. *Avian Pathol* 14(3):353-364.
- Mayne RK 2005 A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. *World's Poult Sci J* 61(2):256-267.
- Mayne RK, Else RW, Hocking PM 2007 High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *Br Poult Sci* 48(5):538-545.
- Meluzzi A, Fabbri C, Folegatti E, Sirri F 2008 Survey of chicken rearing conditions in Italy: effects of litter quality and stocking density on productivity, foot dermatitis and carcass injuries. *Br Poult Sci* 49:257-264.
- Miles DM, Branton SL, Lott BD, Simmons JD 2002 Quantified detriment of ammonia of broilers. *Poult Sci* 81(Suppl 1):54. (Abstr)
- Nagaraj M, Wilson CAP, Saenmahayak B, Hess JB, Bilgili SF 2007 Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. *J Appl Poult Res* 16(2): 255-261.
- Otutumi LK, do Amaral PFGP, Piau Júnior R, de Moura DJ, de Carvalho TMR, Dalberto JL, de Brito BG 2013 Effect of beneficial microorganisms in the treatment of broiler litter. *Arq Ciênc Vet Zool UNIPAR* 16(2):121-127.

- Petek M, Ustuner H, Yesibag D 2014 Effects of stocking density and litter type on litter quality and growth performance of broiler chicken. *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 20(5):743-748.
- Reece FN, Lott BD, Deaton JW 1980 Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. *Poult Sci* 59(3):486-488.
- Reece FN, Lott BD, Deaton JW 1981 Low concentrations of ammonia during brooding decrease broiler weight. *Poult Sci* 60(5):937-940.
- Ritz CW, Fairchild BD, Lacy MP 2004 Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: a review. *J Appl Poult Res* 13(4):684-692.
- SAS 2019 SAS/STAT Software for PC. Release 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Shepherd EM, Fairchild BD 2010 Footpad dermatitis in poultry. *Poult Sci* 89(10):2043-2051.
- Shepherd EM, Fairchild BD, Ritz CW 2017 Alternative bedding materials and litter depth impact litter moisture and footpad dermatitis. *J Appl Poult Res* 26(4):518-528.
- Tabler T, Brown A, Hagood G, Farnell M, McDaniel C, Kilgore J 2015 Nutrient Content in Mississippi Broiler Litter. Mississippi State University Extension Service. Publ No. 2878. February.
- Tabler T, Wells J, Zhai W 2012 Managing Litter Moisture in Broiler Houses with Built-up Litter. Mississippi State University Extension Service. Publ No. 2744. November.
- Taira K, Nagai T, Obi T, Takase K 2014 Effect of litter moisture on the development of footpad dermatitis in broiler chickens. *J Vet Med Sci* 76(4):583-586.
- Wang G, Ekstrand C, Svedberg J 1998 Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *Br Poult Sci* 39(2):191-197.
- Youssef IML, Beineke A, Rohn K, Kamphues J 2011 Effects of litter quality (moisture, ammonia, uric acid) on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys. *Avian Dis* 55(1):51-58.
- Zhang H, Jiao H, Song Z, Lin H 2011 Effect of alum-amended litter and stocking density on ammonia release and footpad and hock dermatitis of broilers. *Agric Sci China* 10(5):777-785.

Received Jul. 2, 2023, Revised Aug. 21, 2023, Accepted Aug. 24, 2023