

육계사 깔짚 재료로서 가공 판지의 이용 효과

김성권 · 권순관 · 김용란 · 김은집 · 안병기 · 강창원¹

건국대학교 축산대학 동물자원연구센터

Utilization of Processed Cardboard as Litter Material for Rearing Broiler Chicks

S. K. Kim, S. K. Kwon, Y. R. Kim, E. J. Kim, B. K. An and C. W. Kang¹

Animal Resources Research Center, College of Animal Husbandry, Konkuk University, Seoul Korea 143-701

ABSTRACT : The suitability of processed cardboard(PC) as litter of broiler house was evaluated by comparing the growth performances of broiler chicks reared on the PC with those of birds reared on conventional rice hull litter(RH) as the control group. A total of 180 male broiler chick (5d old, Ross) were randomly divided into 2 groups and placed into 2 types of litter, PC and RH, with 3 replicates of 30 birds per replicate. Commercial broiler feeds and water were provided *ad libitum* for 5 weeks. The body weight gains of the birds reared on PC were heavier than those on RH($P<0.05$). The average feed conversion rate of chicks reared on PC was appeared to be improved as compared to that of the control. The *Enterobacter aerogens* counts in PC were significantly reduced than those in the control litter($P<0.05$), but a total number of *Salmonella* and *E. coli* were not affected by the litter materials. No difference was observed between the average moisture contents of the litters. The average mortality of the chicks reared on PC was significantly lower than that of RH($P<0.05$). The results indicate that processed cardboard can substitute other conventional litter materials when the others are in short supply or expensive.

(Key words : litter, processed cardboard, rice hull, *Enterobacter aerogens*, broiler chicks)

서 론

국내의 1997년 종이 소비량 7,972톤이고 폐지원료 재활용률은 4,528톤이었다(환경백서, 1998). 현재까지 국내의 폐지 재활용률은 외국에 비해 낮지만 폐지를 종이 깔짚 등의 축산 자재로서 이용할 수 있다면, 폐지원의 재활용과 환경보호 측면에서 매우 바람직할 것으로 사료된다. 국내에서 종이 깔짚과 관련된 연구가 거의 전무하지만 외국에서는 이미 수년 전부터 폐지를 육계의 깔짚으로 이용하기 위한 가능성이 검토되었다.

국내에서 육계 사육시에 깔짚 재료로서 왕겨와 각종 목재의 대패밥이 가장 보편적으로 이용되고 있지만 수요가 증가함에 따라 가격이 상승하고, 품귀 현상을 보인다. 그러므로 보다 경제적이고 구하기 쉬운 우수한 대체재의 개발이 요구

되고 있으며, 이러한 연구에 많은 관심을 보여왔다. 현실적으로 기존의 깔짚을 대체할 수 있는 한 가지 대안으로 폐지를 재활용하여 만드는 종이 깔짚을 들 수 있다. 육계 사육시에 깔짚은 닭의 성장 및 질병의 발생과 밀접한 관계가 있으므로 양질의 깔짚 이용은 계육 생산 및 사육자에게 경제적으로 영향을 미치는 중요한 인자가 될 수 있다(Malone 등, 1982).

신문지나 골판지 같은 폐지는 가격이 저렴하고, 양이 많으며 구하기 쉬우므로 이러한 폐지를 재활용한 종이깔짚(Malone 등, 1982; Lien 등, 1992), 가공 종이 깔짚(Malone과 Chaloupka, 1982; Malone 등, 1983) 및 폐지 추출 섬유질(Eckroade, 1974)등은 깔짚으로서 이용 가능성이 제시되어왔다. Malone과 Chaloupka (1981, 1982), Malone 등 (1982, 1983)은 종이를 깔짚 재료로 이용시에 대패밥이나 톱밥에서 사육

¹ To whom correspondence should be addressed : kkucwkang@kkucc.konkuk.ac.kr

한 육계보다 높은 증체율을 보였으며, 사료효율도 개선되었고 근위의 중량이 더 낮았다고 하였다. 그 원인은 대패밥을 깔짚으로 이용시에 닭이 섭취하려고 하지만 종이는 섭취하려는 현상이 없는데 기인하는 것 같다고 하였는데, 결과적으로 종이를 깔짚으로 이용할 때 사료 섭취량이 증대되어 증체율이 높았다. Malone과 Chaloupka(1982, 1983)는 신문폐지를 이용한 깔짚에서 육계를 사육시에 톱밥 깔짚에 비하여 근위 무게가 낮아졌으며 근위내 이물질의 함량이 적었으며, 콕시듐의 발병율이 낮았다고 하였다. 이외에도 종이 깔짚에서 사육한 육계에서 피부 착색도가 개선되었다(Malone 등, 1982). Martin 등(1971)은 종이 깔짚이 너무 크거나 입자가 불규칙할 경우 도체품질이 저하되고 깔짚이 고형화된다는 점을 지적하였는데, 직경이 1.91cm보다 작고 그 크기가 일정해야 한다는 조건을 제시하였다. 따라서 종이 깔짚으로 기존의 깔짚 재료를 대체했을 때 부정적인 영향보다는 성장률과 사료요구율이 개선되는 등 긍정적인 효과가 큰 것으로 사료된다. 그러나 종이 깔짚은 바닥이 습하거나 급수기에서 누수가 발생하면 깔짚으로서 기능을 상실하기 쉽다. 이러한 약점을 보완하기 위한 대안으로 폐지를 가공하여 만든 판지를 사용하되 표면을 매끄럽지 않도록 가공한 판지에 대한 효용성에 대한 검토가 필요하다.

따라서 본 실험은 폐지를 이용하여 만든 가공 판지가 육계에서 성장, 사료섭취량 및 사료요구율에 미치는 영향과 깔짚 내 병원성 미생물의 성장 등에 미치는 영향을 구명하여 기존에 이용되는 깔짚 대체재로서 이용 가능성을 알아보고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시동물 및 사양관리

Ross 초생추 수평아리를 5일 동안 예비사육한 후 5일령부터 전기 3주간, 후기 2주를 포함하여 총 40일간 사육하였다. 처리구는 왕겨를 깔짚으로 사용한 대조구(RH)와 가공 판지를 사용한 처리구(PC)로 나누어, 2처리 3반복 반복당 30수씩 총 180수를 공시하였고, 두 처리 모두 동일한 전기사료(ME, 3,100kcal/kg; CP, 20.5%)를 3주간, 후기사료(ME, 3,200kcal/kg; CP, 18%)를 2주간 각각 급여하였다. 실험사료의 조성을 Table 1에 명시하였다.

왕겨 깔짚의 두께는 시멘트 바닥에서 약 10cm로 가량 되도록 균일하게 깔았으며, 가공판지[(주)삼진판지 제공]는 폐지를 활용하여 만든 두께 3 mm의 판지로서 표면을 병아리

Table 1. Ingredients and chemical composition of experimental diets

Ingredients	Starter diet	Finisher diet
Corn	46.23	48.84
Wheat	13.30	18.30
Soybean meal	30.87	23.74
Corn gluten meal	2.01	1.82
Fish meal	1.00	1.00
Dicalcium phosphate	1.47	1.42
Limestone	0.94	0.48
Salt	0.19	0.20
Tallow	3.50	3.72
Vitamin mixture ¹	0.15	0.12
Mineral mixture ²	0.10	0.08
Choline-Cl	0.074	0.083
Lysine-HCl	-	0.072
Methionine	0.166	0.125
Total	100.00	100
Calculated values		
ME, kcal/kg	3,100	3,200
Crude protein, %	20.50	18.00
Ether extract, %	6.27	6.58
Ca, %	0.95	0.85
Total P, %	0.72	0.66
Methionine, %	0.51	0.43
Lysine	1.12	0.99

¹ Vitamin mixture provided per kg of diet: vitamin A, 15,000IU; vitamin D₃, 3,000IU; vitamin E, 30mg; vitamin K₃, 2.55mg; vitamin B₁, 3mg; vitamin B₂, 7.5mg; vitamin B₆, 4.5mg; vitamin B₁₂, 2.4mg; pantothenic acid, 13.5mg; niacin, 50mg; folic acid, 1.5mg; biotin, 120mg.

² Mineral mixture provided per kg of diet: Fe, 75mg; Zn, 75mg; Mn, 75mg; Cu, 7.5mg; I, 1.65mg; Se, 0.45mg; Co, 0.45mg.

가 미끄러지지 않도록 거칠게 제조하여 사용하였다.

공시계는 반복구별로 체중이 동일하도록 조절하여, 그물망으로 칸막이를 한 깔짚 평사(1.4m×1.4m)에 30수씩 즉, 수당 0.07m²의 면적에서 사육하였다. 사료 급이기와 니플 급

수기의 숫자 및 면적은 각 반복구별로 동일하도록 하였고, 실험사료는 자유 채식시켰고 24시간 종일점등을 실시하였다.

2. 조사항목

1) 사료섭취량, 증체량 및 사료요구율

주 1회 반복별로 체중을 측정하였으며 사료섭취량을 조사하였다. 실험 기간 중의 누적 사료섭취량과 증체량을 대비하여 사료요구율을 산출하였다.

2) 깔짚 내 수분 함량, 병원성 미생물, 폐사율

사양실험 종료 시에 각 반복구별로 깔짚을 수거하여 깔짚 내 수분 함량을 조사하였고(AOAC, 1990), 깔짚 내에 잔존하는 병원성 미생물 및 일반 장내 미생물의 균수를 조사하였다. 깔짚을 수거할 때 출입구, 내측 그리고 급수기 니플 주변 3곳을 선정하여 동일한 장소의 깔짚을 채취하여 분석용 시료로 하였다. 깔짚 내 미생물의 분석은 김용란 등(2000)의 방법에 의해 실시하였다. 균수 측정은 각각의 미생물 분리를 위한 특정 배지를 사용하였고, 37°C에서 38시간 배양 후 균수를 조사하였다. 폐사율은 사양실험 기간 중 각 처리구별로 폐사된 개체의 수를 조사하여 백분율로 계산하였다.

3. 통계처리

모든 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 Statistical Analysis System (SAS, 1996)의 General Linear Model (GLM) Program을 이용하여 실시하였고 분산분석 상에 유의차가 인정된 경우 student t-test에 의해 처리간의 유의성을 검정하였다 ($P < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 미치는 영향

실험개시시의 체중, 종료 시 체중, 일당증체량, 사료섭취량 및 사료요구율에 대한 결과를 Table 2에 명시하였다. 각 반복구별로 30수의 평균 체중이 105g 내외가 되도록 배치하여 실험을 개시하였다. 실험 종료 시의 체중은 대조구의 2176.42g에 비해 처리구에서 2229.75g으로 통계적인 유의차는 인정되지 않았지만, 처리구의 종료체중이 더 높은 경향을 보여주었다. Malone 등 (1982)은 재활용 종이 깔짚을 이용하

Table 2. Effects of processed cardboard litter on body weight, feed intake, daily weight gain and feed conversion rate in broiler chickens

Traits	Litter		t-test
	RH	PC	
Initial BW, g/bird	104.40	104.32	NS ²
Final BW, g/bird	2,176.42	2229.75	NS
Feed intake, g/day/bird	105.23±1.33 ¹	110.23±2.22	NS
Average dairy gain, g/day/bird	54.14±0.77	58.60±0.46	*
Feed conversion rate, feed/gain	1.94±0.05	1.88±0.04	NS

¹ Values are means ± SE.

² Not significant.

* Significant at $P < 0.05$.

여 수행한 실험에서 종이 깔짚 처리구에서 통상적인 깔짚을 이용한 대조구에 비해 증체율이 더 높았다고 하였으며, 신문 폐지를 이용한 연구(Malone 과 Chaloupka, 1983)에서도 체중이 유의하게 증가 혹은 증가하는 경향이 관찰되었는데, 이러한 결과는 본 연구의 결과와 유사하였다. 종료 체중의 증가는 일당증체량 결과에도 반영되어 실험 기간의 일당증체량 역시 가공 판지를 사용한 처리구에서 통계적으로 유의하게 높은 결과가 얻어졌다($P < 0.05$). 전 실험 기간 중의 사료 섭취량은 처리구에서 대조구에 비해 높은 경향을 보였지만 통계적인 차이는 없었다. 사료요구율은 가공 판지를 사용한 처리구에서 대조구에 비해 개선되는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 없었다.

이러한 연구결과 가공 판지를 사용한 처리구에서는 왕겨를 깔짚으로 사용한 대조구에 비해 일당증체량과 종료체중이 높게 나타났으므로 깔짚 재료로서 가공판지의 사용 가능성을 보였다. 본 연구에서는 이러한 원인규명을 실행하지 않았지만 이전에 발표된 선행연구 결과로 미루어 가능성을 유추할 수 있다. 즉, 대패밥을 깔짚으로 이용시에 닭이 이를 섭취하려는 성질 때문에 근위의 팽대가 나타날 수 있다고 하였으며(Caldwell과 McDaniel, 1982; Deaton 등, 1973; Malone 과 Chaloupka, 1981, 1982), 이러한 현상은 왕겨에서도 충분히 나타날 수 있을 것으로 사료된다.

2. 깔짚 내 병원성 미생물 균수에 미치는 영향

가공 판지의 이용이 깔짚 내 *Salmonella*, *E. coli* 및 *Enterobacter aerogens*의 균수에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 3에 명시하였다. 깔짚 내의 *Salmonella*와 *E. coli*의 수는 대조구와 처리구 간에 큰 차이가 없었으나 *Enterobacter aerogens*의 수는 가공 판지를 이용한 처리구에서 유의하게 낮은 수치를 나타냈다. Malone과 Chaloupka (1982)는 어린 육계들을 신문폐지를 이용한 깔짚에서 사육하였을 때 콕시듐의 발병률이 낮았다고 하였으나, Lien 등 (1992)은 재활용 종이 깔짚을 사용한 연구에서 깔짚 내 곰팡이, coliform bacteria 및 각종 호기성 세균의 수에는 영향이 없었다고 보고하였다. 깔짚 내 각종 병원성 미생물의 균수에 대한 연구 결과가 상이하게 나타나는 원인에 대해서는 불분명하며, 따라서 사육 조건 및 계사의 위생 상태에 따라 다양한 조건에서의 깔짚 내 성상에 대한 연구가 요구된다. 실제로 불량한 조건의 깔짚 내에는 살모넬라, 대장균을 비롯한 각종 병원성 미생물이 존재하며 이를 섭취함으로써 닭에서 감염될 가능성을 고려한다면 가공 종이 깔짚을 이용할 경우 깔짚의 섭취를 제한한다는 면에서 각종 병원성 균의 체내 감염 경로를 어느 정도는 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 깔짚내 수분함량과 폐사율에 미치는 영향

깔짚 내의 수분 함량과 가공판지의 이용이 폐사율에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 4에 명시하였다. 왕겨를 사용한 대조구에서는 깔짚 내 수분 함량이 26.45%로, 가공 판지 처리구의 25.76%에 비해 약간 높았지만 처리간에 통계적인 유의성은 없는 것으로 나타났다. 본 연구 결과에서 얻어진 깔짚 수분 함량이 일반 사육 농가 보다 다소 낮게 나타난 원

Table 3. Effects of processed cardboard litter on total number of microbes of *Salmonella*, *E. coli* and *Enterobacter aerogens*

Traits	Litter		t-test
	RH	PC	
	----- log of number of microbes -----		
<i>Salmonella</i>	4.62±0.22 ¹	5.12±0.20	NS ²
<i>E. coli</i>	6.30±0.09	6.11±0.12	NS
<i>Enterobacter aerogens</i>	5.99±0.27	4.80±0.40	*

¹ Values are means ± SE.

² Not significant.

* Significant at P<0.05.

Table 4. Effects of processed cardboard litter on moisture content in litter and mortality in broiler chickens

Traits	Litter		t-test
	RH	PC	
	----- % -----		
Moisture content	26.45±0.72 ¹	25.79±0.82	NS ²
Mortality	2.72±0.35	0.43±0.43	*

¹ Values are means ± SE.

² Not significant.

* Significant at P<0.05.

인은 적정 육계 깔짚 수분함량이 20~30%(North와 Bell, 1990)가 되도록 여름철 관행보다 왕겨 두께를 충분히 두껍게 하고 환기조건이 우수한 결과에 기인한 것으로 사료된다. 실험 기간 중 관찰된 폐사율은 처리구에서 0.43%, 왕겨만을 사용한 대조구에서는 2.72%로 처리구간에 유의적인 차이를 나타냈다(P<0.05). 그러나 본 연구는 대규모 사육 농가를 대상으로 진행된 실험에 속하지 않으므로 폐사율을 논하기에는 그 규모가 작다. 따라서 가공 판지의 사용이 폐사율에 미치는 영향은 실제 사육 농가를 중심으로 지속적인 관찰을 통해 추후의 연구가 필요하다.

적 요

육계에서 가공판지를 사용하여 성장 성적 및 깔짚 성상에 미치는 영향을 평가하여 새로운 깔짚 재료로서 이용 가능성을 조사하였다. 5일령 육용 수평아리 (Ross) 180수를 2처리 3반복, 반복당 30수씩 왕겨 깔짚구(대조구), 가공판지 깔짚구(처리구)로 임의 배치하였다. 일반사료와 물을 총 5주간 자유채식 및 자유음수시켰다. 일당증체량은 가공판지에서 사육한 육계가 대조구에 비해 유의하게 높았고(P<0.05), 사료요구율은 가공판지에서 사육한 육계가 대조구와 비해 유의차는 인정되지 않았지만 개선되는 경향을 보였다. 깔짚 내의 *Salmonella*와 *E. coli*의 총 균수에서는 차이가 없었지만, *Enterobacter aerogens*의 수는 대조구에 비해 처리구에서 유의하게 낮았다(P<0.05). 깔짚 내 수분 함량은 대조구와 처리구 간에 차이가 없었다. 폐사율은 가공 판지구에서 왕겨구에 비해 통계적으로 유의하게 낮았다(P<0.05). 이러한 연구결과 가공판지는 기존의 깔짚 재료를 대체하여 충분히 그 이용이 가능하며, 깔짚 재료의 품귀 및 가격 상승시에 이상적인 대

체 재료가 될 수 있을 것으로 사료되었다.

(색인어 : 깔짚, 가공 판지, 왕겨, 병원성 미생물, 육계)

인용문헌

- Association of Official Analytical Chemists 1990 Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC USA.
- Caldwell DK, McDaniel GR 1982 Performance of broilers reared on plastic-coated metal floor and in a conventional environment. Poultry Sci 61:1371. (Abstr.)
- Deaton JW, Kubena LF, May JD, Reece FN, Lott BD 1973 A noted difference in gizzard weight between cage and floor-reared broilers. Poultry Sci 52:1217-1218.
- Eckroade RJ 1974 Composted municipal garbage as poultry house litter. Proc Natl Broiler Housing Seminar 15:47-54.
- Malone GW, Chaloupka GW 1981 Management and particle size evaluation of processed newspaper litter. Poultry Sci 60:1691. (Abstr.)
- Malone GW, Chaloupka GW 1982 Evaluation of shredded newspaper litter materials under various broiler management programs. Poultry Sci 61:1385.(Abstr.)
- Malone GW, Chaloupka GW 1983 Influence of litter type and size on broiler performance. 2. Processed newspaper litter particle size and management. Poultry Sci 62:1747-1750.
- Malone GW, Allen PH, Chaloupka GW, Ritter WF 1982 Recycled paper products as broiler litter. Poultry Sci 61:2161-2165.
- Malone GW, Chaloupka GW, Saylor WW 1983 Influence of litter type and size on broiler performance. 1. Factors affecting litter consumption. Poultry Sci 62:1741-1746.
- Martin GA, West JR, Harris JR 1971 Particle-size effects in pine bark broiler litter. Poultry Sci 50:1602. (Abstr.)
- North MO, Bell DD 1990 Commercial chicken production manual. 4th ed. Chapman & Hall, London.
- Statistical Analysis System 1996 SAS User's guide. Statistical Analysis System Institute Cary NC USA.
- 김용란 안병기 김문수 강창원 2000 생균제(MS¹⁰²)의 사료내 첨가가 육계성적과 혈중 콜레스테롤, 소장크기 및 장내 균총에 미치는 영향. 동물자원지. 42:849-858.
- 환경백서, 1998 한국제지공업연합회.