

옥수수주정박의 급여가 산란계 생산성에 미치는 효과

천영주¹·이학림¹·신명호¹·이수기¹·이봉덕^{1*}·손찬구²

Effects of Corn Distiller's Dried Grains with Solubles on Production Performance in Laying Hens

Yeoung-Ju Cheon¹·Hak-Lim Lee¹·Myung-Ho Shin¹·Soo-Kee Lee¹·Bong-Duk Lee^{1*}·Chan-Ku Son²

ABSTRACT

A layer feeding trial was conducted for 10 weeks to investigate the effects of the addition of corn distillers dried grains with solubles (DDGS) to layer diets on the laying performance, egg qualities, and yolk fatty acid composition. Nine hundred Hyline Brown layers, 24 weeks of age, were randomly allotted to 20 replicate laying cages, 45 birds per replicate. There were four diet treatments (0, 10, 15, and 20% DDGS), and five replicates per treatment. All experimental diets were prepared to contain iso-protein (17%) and iso-calorie (TMEn 2,780 kcal/kg). The use of DDGS up to 20% level in layer diets did not exert any influence on feed intake, laying rate, total egg mass, mean egg weight, and feed conversion ratio. DDGS did not exert any influence in weight of egg, breaking strength, and color of eggshell. The albumen height and Haugh unit was not influenced by DDGS addition. The yolk color was significantly increased by DDGS supplementation. As the DDGS level increased, the oleic acid content decreased, and the linoleic acid increased ($P<0.05$). The degree of saturation of yolk fatty acids was not affected by dietary

¹ 충남대학교 동물자원과학부 동물자원생명과학전공(Dept. of Animal Science, College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

² 공주생명과학고등학교(Gongju Life Science High School, Gongju, Chungnam 314-110, Korea)

* 교신저자 : 이봉덕(E-mail: leebd@cnu.ac.kr, Tel: 042-821-5778)

DDGS. The inclusion of DDGS up to 20% in layer diets resulted in the decrease of feed cost per kg without any effect in the laying performance. In conclusion, the use of DDGS up to 20% level in layer diets could replace corn and soybean meal without any harmful effect on the laying performances.

Key words: Corn distillers dried grains with solubles, Layer, Egg quality, Yolk fatty acid

I. 서 론

최근 국제 유가 상승에 대한 대비책으로 미국에서는 옥수수를 이용한 연료용 에탄올 생산이 빠른 속도로 증가하고 있다. 따라서 옥수수 수요는 크게 증가하면서 옥수수의 가격은 강세로 이어질 것이다. 옥수수 가격이 상승하면 소맥, 대두 등의 타 곡물의 동반 가격상승도 예상된다. 대부분의 사료용 곡물을 해외에서 수입에 의존하며, 미국산 옥수수에 대한 수입비중이 높은 우리나라는 옥수수를 대체할 새로운 사료자원의 개발이 불가피하게 되었다. 이와 더불어 연료용 에탄올 산업의 부산물인 옥수수 주정박 (corn distillers dried grains with solubles: DDGS)의 사용량도 증가할 것으로 사료된다.

DDGS는 옥수수를 발효하여 연료용 에탄올을 생산하면서 얻어지는 부산물이다. 옥수수를 이용한 에탄올 생산과정에서 대략 34%의 에탄올, 34%의 이산화탄소 및 30% 정도의 DDGS가 얻어진다 (Renewable Fuels Association, 2005). DDGS의 대부분은 북아메리카에서 연간 320만~350만톤 정도 생산된다. 현재 미국에서 수출하는 DDGS의 85%는 가축사료 이용을 위해 유럽으로, 11%는 남미, 그리고 나머지 4.5%는 아시아 지역으로 수출되고 있다. 미국에서는 DDGS가 주로 반추동물에 이용되고 있으나, 최근에 돼지 및 가금사료

의 사용량도 증가하고 있는 실정이다 (Shurson, 2003). 현재 육계와 산란계 사료에 10% 정도는 큰 무리없이 사용할 수 있고, 초기에는 이 수준 이하에서 널리 사용되고 있다 (Dale과 Batal, 2005).

현재까지 한국에서의 DDGS 사용실태를 보면, 비싼 물류비에 대한 부담으로 아직 가축사료로 널리 사용되고 있지 못한 실정이다. 본 연구는 품질이 양호한 미국산 DDGS를 산란계에 급여하여 산란율, 난중 및 난질에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험사료

본 시험에서는 고품질의 미국산 DDGS를 사용하였으며, 여러 가지 영양소 함량은 Table 1에 수록하였다. 시험사료는 DDGS를 0% 함유한 사료를 대조구(DDGS 0%)로 하고, 대조구와 동에너지(TME_n 2,780 kcal/kg)-동단백질(17.0%)이 되게끔 DDGS를 10%(DDGS 10%), 15% (DDGS 15%) 및 20%(DDGS 20%) 첨가한 4가지 사료를 사용하였다(Table 2). 시험사료들의 배합률과 경제성 분석은 상용 배합률 프로그램(Bestmix 5.04, Adifo,b.v.)을 사용하였다.

2. 사양실험

- 1) 공 시 계 : Hyline Brown 계통의 24주령 산란계 900수
- 2) 사육장소 : 공주생명과학고등학교 실습농장 (충남 공주시 신기면)
- 3) 계사형태 : 원치타입 개방계사(3단 철제 케이지)
- 4) 사육기간 : 10주(2006년 7월 18일 - 9월 26일)
- 5) 실험설계 : 4처리 5반복, 반복당 45수씩 완전임의 배치
- 6) 점등관리 : 일일 17시간 점등

3. 측정 항목 및 방법

- 1) 사료섭취량 : 7일 단위로 총 급여량에서 잔량을 제외하여 측정
- 2) 산란율 : 실험기간 동안 매일 오후 1시에 수집한 산란 개수와 연관, 파란 등을 합한 총 산란개수를 사육두수로 나누어 백분율로 표시하여 산란율을 계산(hen-day 산란율로 매일 측정)
- 3) 난중 : 수집된 전부를 칭량하여 총난중과 계란 수로 나누어 평균 난중을 매일 측정
- 4) 계란의 물리적 품질 분석 : 사양실험 7주째에 처리구별로 반복당 5개씩 100개를 수집하여 난황색, 난각색, 난백고, Haugh Unit, 난각무게 및 난중의 항목은 QCM+System 자동분석기(Technical Services and Supplies, York, England)를 이용하여 측정하였으며, 난각강도는 FHK(Fujihara Co. LTD, Saitama, Japan)를 이용하여 계란을 수평으로 고정된 후 압력을 가하여 파각되는 순간의 압력을 측정하였다.
- 5) 난황지질의 화학적 분석 : 사양실험 7주째에 처리구별로 반복당 5개씩 100개를 수

집하여 분석하였다. 난황지질의 총지방함량은 Korea Food Code (2005)의 지질의 산분해법으로 분석하였다. 지방산 조성은 Korea Food Code(2005)의 지질의 지방산 분석법 및 Cantelops 등(1999)의 방법으로 분석하였다.

4. 통계 분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SAS(2000)의 GLM을 이용하여 5% 수준에서 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, DDGS의 수준별 첨가효과를 polynomial contrast (linear, quadratic, cubic)를 통하여 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 사료섭취량, 산란율, 난중 및 사료요구율

산란계 시험사료에 DDGS를 0%, 10%, 15% 및 20% 수준으로 첨가하여 산란을 개시한 Hyline Brown 계통 산란계 900수에 10주간 급여했을 때의 결과를 Table 3에 수록하였다. 시험기간 동안 산란계 1마리가 평균적으로 섭취한 사료섭취량은 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다($P>0.05$). 평균난중, 총난중 및 난생산 사료요구율 등과 같은 산란 생산성에 있어서도 처리구간에 유의성이 나타나지 않았다($P>0.05$). DDGS를 첨가하지 않은 대조구와 DDGS를 10%, 15% 및 20%를 첨가한 처리구의 전 실험기간 중의 평균 산란율은 각각 91.07%, 86.92%, 88.37% 및 87.68%로 대조구가 처리구보다 높은 경향이 있으나 유의성은 나타나지 않았다($P>0.05$). Bregendahl 등(2006)은 23주령의 Hyline W-36 산란계 256마리를 이용하여 DDGS 10%를 첨가하여 12주를 급

이한 결과 산란율에 차이가 없었다고 하여서, 본 시험과 유사한 결과를 보고한 바 있다. Roberson 등(2005)은 DDGS를 0, 5, 10 및 15%를 첨가하여 산란계 사양실험시 산란율은 대부분의 주령에서 유의차가 나타나지 않았으나, DDGS가 증가함에 따라 산란율이 52~53주령에 감소함을 관찰하였다. 산란율이 DDGS의 첨가량이 증가함에 따라 유의적인 차이는 없지만 낮아지는 경향을 보이는 것은 Table 2에 표시된 바와 같이 DDGS의 첨가

량이 증가함에 따라 사료의 밀도가 감소하였기 때문으로 추측된다. Lumpkins 등(2005)은 21주령에서 43주령의 산란계에게 DDGS를 15% 첨가한 사료를 급이하였을 때, 일반적인 사료(조단백질 18.5%, 2,871 kcal/kg)에서는 산란율에 유의적인 차이가 나타나지 않았지만, 저밀도 사료(조단백질 17.0%, 2,805 kcal/kg)에서는 36주령까지 산란율이 감소하였다고 보고하였다.

Table 1. Nutrient composition of distillers dried grains with solubles and yellow corn

	DDGS ¹		Corn
	Analyzed	NRC(1994)	NRC(1994)
Proximate composition: %, as-fed basis			
Moisture	12.48	7.00	11.00
Crude protein	26.53	27.40	8.50
Crude fat	12.50	9.00	3.80
Crude fiber	5.79	9.10	2.20
Crude ash	4.48	-	
Calcium	0.06	0.17	0.02
Phosphorus	0.77	0.72	0.28
TMEn, kcal/kg	3,278 ²	3,097	3,470
Essential amino acids: %, as-fed basis			
Lysine	0.76	0.75	0.26
Methionine	0.50	0.60	0.18
Threonine	1.00	0.92	0.29
Tryptophan	0.21	0.19	0.06
Fatty acid composition: %			
Palmitic acid	1.71	1.80	0.62
Stearic acid	0.28	0.09	0.10
Oleic acid	3.26	2.25	1.17
Linoleic acid	6.88	4.77	1.82
Density, g/L	490		

¹ High-quality corn distillers dried grains with solubles imported from the US.

² Calculated values.

Table 2. Formula of experimental diets of layers

	Diets			
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 15%	DDGS 20%
Ingredients:	%			
Yellow corn	58,883	55,275	52,818	48,795
Wheat middling	-	-	-	1,954
Soybean meal	26,075	20,650	18,050	15,075
Rapeseed meal	2,000	2,000	2,000	2,000
Animal fat	2,100	1,075	0,800	0,800
Lysine-HCl	-	0,288	0,455	0,635
DL-Methionine	0,170	0,153	0,143	0,135
Salt	0,288	0,250	0,250	0,250
Limestone	8,500	8,750	9,125	9,250
Dicalcium phosphate	1,675	1,250	1,050	0,800
Mineral premix ¹	0,200	0,200	0,200	0,200
Vitamin premix ²	0,060	0,060	0,060	0,060
Choline Cl(50%)	0,050	0,050	0,050	0,050
DDGS ³	0	10,000	15,000	20,000
	100.0	100.0	100.0	100.0
Analyzed composition: %, as-fed basis				
Moisture	10.83	11.27	11.28	11.39
Crude protein	17.00	17.00	17.00	17.00
Crude fat	4.78	5.15	5.57	6.26
Crude fiber	2.72	2.92	3.02	3.24
Crude ash	12.91	12.83	13.12	13.09
Calcium	3.70	3.70	3.82	3.80
Phosphorus	0.62	0.58	0.55	0.54
TME _n ⁴ , kcal/kg	2,780.00	2,780.00	2,780.00	2,780.00
Essential amino acids: %, as-fed basis				
Lysine	0.88	0.87	0.87	0.87
Methionine	0.44	0.43	0.43	0.42
Threonine	0.64	0.63	0.63	0.63
Tryptophan	0.21	0.19	0.19	0.18
Density⁵, g/L	711	700	675	657

¹ Provided followings per kg of diet : Cu, 10 mg; Fe, 80 mg; Mn, 80 mg; Zn, 80 mg; I, 0.9 mg; Se, 0.2 mg; Co, 0.5 mg.

² Provided followings per kg of diet : vit. A, 12,000 IU; vit. D₃, 3,000 IU; tocopherol 15 mg; vit. K₃, 2 mg; thiamin, 2.0 mg; riboflavin, 6.0 mg; pyridoxin, 2 mg; vit. B₁₂, 0.03 mg; folic acid, 1.0 mg; biotin, 0.15 mg; niacin, 45 mg; D-Ca pantothenate, 15 mg; antioxidant, 0.5 mg.

³ Corn distillers dried grains with solubles from the US.

⁴ Calculated values.

⁵ Density of experimental diets.

Table 3. Effects of corn distillers dried grains with solubles in layer diets on the performance of layers¹

Items	Diets			
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 15%	DDGS 20%
Feed intake, g/bird/day	113.76±1.60 ⁴	113.58±2.04	113.15±1.68	114.66±1.52
Laying rate ² , %	91.07±7.01	86.92±9.86	88.37±8.27	87.68±8.11
Egg weight, g/egg	59.48±3.45	59.48±3.52	59.44±3.29	59.53±3.41
Total egg weight, kg	170.03±4.26	164.16±4.59	165.78±4.08	164.70±8.75
Feed conversion ³	2.11±0.03	2.18±0.09	2.15±0.03	2.20±0.09

¹ Twenty four week-old Hyline Brown layers were used.

² Hen-day egg production rate

³ Feed intake / egg weight

⁴ Mean ± SD

Table 4. Effects of corn distillers dried grains with solubles in layer diets on the physical qualities of eggs

Items	Diets			
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 15%	DDGS 20%
Egg weight, g/egg	62.39±4.72 ²	60.91±4.74	61.39±5.14	59.92±3.36
Egg-shell weight, g/egg	7.30±0.62	7.25±0.68	7.60±0.66	7.16±0.69
Egg-shell hardness, kg	3.70±0.78	3.65±0.54	3.91±0.43	3.62±0.79
Egg-shell color, %	34.20±3.66	32.48±2.89	32.72±3.21	32.92±2.04
Albumen height, mm	6.27±1.32	6.17±1.41	5.62±1.25	5.69±1.25
Haugh units	76.87±9.18	76.38±9.38	71.80±11.21	73.20±10.25
Yolk color (Roche) ¹	7.48±0.51 ^c	7.96±0.61 ^b	8.60±0.58 ^a	8.84±0.75 ^a

¹ Yolk color of shank was linearly increased as DDGS level gradually increased (P<0.05).

² Mean ± SD

2. 계란의 물리적 품질 평가

계란의 품질을 물리적인 측면에서 다각도로 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 난중, 난각무게, 난각경도, 난각색, 난백고 및 Haugh units에 있어서 DDGS의 첨가 수준이 증가함에 따라 처리간에 유의한 차이가 검출되지 않았다(P>0.05). 난황색도의 경우 DDGS를 첨가하지 않은 대조구에 비해 DDGS를 첨가한 처리구에서 난황색이 수준에 따라서 색깔이 짙게 나타나는 유의성이

검출되었다(linear, P<0.05). Roberson 등(2005)의 시험에서도 DDGS의 첨가량이 증가함에 따라 난황의 색깔이 유의적으로 증가하였다고 본 시험 결과와 일치하는 결과를 보고하였다. 이런 결과는 DDGS 첨가는 난황색을 짙게 만든다는 것을 의미한다. NRC(1994)에서는 옥수수에 xanthophyll 함량이 17 mg/kg이 함유되어 있다고 하며, DDGS는 옥수수 조성분의 3배수 정도의 조성분을 함유하게 된다. 따라서 DDGS를 사용할 경우 난황의

색깔을 증가시키기 위해 별도의 착색제를 사용하지 않아도 된다는 것을 알 수 있다.

없었으며, DDGS 첨가는 난황지방산의 불포화도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

3. 계란의 화학적 품질 평가

산란계 시험사료에 DDGS의 첨가가 난황내 총지방 함량 및 지방산 조성에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 5에 나타내었다. 난황내 총지방 함량은 대조구와 처리구간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($P>0.05$). 난황의 지방산 조성에서는 palmitic acid와 stearic acid의 함량은 유의적인 차이가 없었으나 ($P>0.05$), DDGS 첨가수준이 증가함에 따라 oleic acid 함량은 감소하고 (linear, $P<0.05$), linoleic acid 함량은 유의하게 증가하였다(linear, $P<0.05$). 이는 Table 1에 수록된 바와 같이 DDGS의 linoleic acid의 함량이 높아 이것이 난황 지방산 조성에 그대로 반영되었음을 알 수 있다.

난황의 포화지방산 함량은 DDGS의 첨가수준이 증가함에 따라 다소 증가하였으나 유의성은

IV. 적 요

본 시험은 품질이 양호한 미국산 DDGS를 산란계 사료에 급여시 산란성적, 계란의 품질 및 난황지질의 총지방 함량과 지방산 조성에 미치는 영양적 가치를 평가하기 위해 실시하였다. 24주령의 Hyline Brown 계통의 산란계 900수에게 DDGS를 각각 0%, 10%, 15%, 20%를 첨가한 4가지의 동에너지 (TMEn 2,780 kcal/kg)-동단백질(17%) 사료를 10주간 급여하였다. 실험설계는 4처리 5반복의 완전임의 배치법을 사용하였다. 사료섭취량, 산란율, 총난중 및 사료요구율 등의 산란 생산성은 모든 처리구 사이에 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). DDGS 첨가는 계란의 난각중, 난각강도, 난각색, 난백고 및 Haugh units에

Table 5. Effects of corn distillers dried grains with solubles in layer diets on the chemical composition of yolk lipid

Items	Diets			
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 15%	DDGS 20%
Total fat, %	28.89±0.57 ⁵	29.42±0.77	29.52±0.65	29.13±0.41
Fatty acid composition:% of total fat				
Palmitic acid	25.71±0.54	25.78±0.44	25.50±1.24	25.56±0.71
Stearic acid	8.68±0.74	8.50±0.25	8.03±0.52	8.65±0.77
Oleic acid ¹	45.17±1.21 ^a	42.32±1.35 ^b	39.98±2.11 ^c	38.88±0.79 ^c
Linoleic acid ²	11.66±0.40 ^c	15.54±1.06 ^b	18.26±0.83 ^a	18.60±1.06 ^a
SFA ³	36.93±0.75	36.46±2.03	37.31±1.33	37.37±1.29
UFA ⁴	62.63±1.29	63.07±0.75	63.54±2.03	62.69±1.33

¹ Oleic acid of shank was linearly increased as DDGS level gradually increased ($P<0.05$).

² Linoleic acid of shank was linearly increased as DDGS level gradually increased ($P<0.05$).

³ Saturated fatty acid

⁴ Unsaturated fatty acid

⁵ Mean ± SD

유의한 영향을 미치지 않았다($P>0.05$). 그러나 난황색도의 경우 DDGS를 첨가하지 않은 대조구에 비해 DDGS의 첨가량이 증가함에 따라 난황색도가 유의적으로 증가하였다(linear, $P<0.05$). 한편, 난황지질의 총지방 함량은 유의적인 차이가 없었으며, DDGS가 증가함에 따라 난황 oleic acid는 유의하게 감소하였으며(linear, $P<0.05$), linoleic acid는 증가하였다(linear, $P<0.05$). DDGS 첨가는 난황지방산의 불포화도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

결론적으로, 산란계사료에서 DDGS를 15~20% 까지 옥수수-대두박을 대체하여 사용할 경우 제반 산란성적에 아무런 영향이 없이 사용할 수 있다고 판단된다.

(색인: 옥수수주정박, 산란계, 난질, 난황, 지방산)

참고문헌

1. Bregendahl, K. and S. Roberts, 2006. Nutritional strategies to reduce ammonia emissions from laying hens. Proc. Midwest Poultry Federation Convention, St. Paul, MN, March 21-23.
2. Cantellops, D., A. P. Reid, R. R. Eitenmiller, and A. R. Long. 1999. Determination of lipids in infant formula powder by direct extraction methylation of lipids and fatty acid methyl esters (FAME) analysis by gas chromatography. J. AOAC International, 82(5):1128-1139.
3. Dale, N. M. and A. B. Batal. 2005. Distiller's grains: focusing on quality control. Egg Industry, April 2005, 12-13.
4. Korea Food Code. 2005. Korea Food and Drug Administration. <http://kfda.go.kr>
5. Lumpkins, B. S., A. B. Batal, and N. M. Dale. 2005. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. J. Appl. Poult. Res. 14:25-31.
6. National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry (9thEd.). National Academy Press, Washington, DC.
7. Renewable Fuels Association. 2005. Homegrown for the homeland: Ethanol industry outlook 2005. Accessed May 2005. http://www.ethanolrfa.org/objects/pdf/outlook/outlook_2005.pdf
8. Roberson, K. D., J. L. Kalbfleisch, W. Pan, and R. A. Charbeneau. 2005. Effect of corn distillers dried grains with solubles at various levels on performance of laying hens and egg yolk color. Poult. Sci. 84:44-51.
9. SAS. 2000. SAS/STAT User's Guide: Version 6, SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
10. Shurson, J. 2003. The value and use of distillers dried grains with solubles (DDGS) in livestock and poultry ration. <http://www.ddgs.umn.edu/> Accessed Jan. 2005.