

옥수수 주정박이 산란계의 생산성 및 경제성에 미치는 효과

유한진 · 신명호 · 이학림 · 조철훈 · 이수기 · 이봉덕[†]

충남대학교 동물자원생명과학전공

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

H. J. Rew, M. H. Shin, H. R. Lee, C. Jo, S. K. Lee and B. D. Lee[†]

Department of Animal Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT A 10-wk layer feeding trial was conducted to investigate the effects of high quality corn distiller's dried grains with solubles (DDGS) on performance, egg qualities, and yolk fatty acid composition. The economics of using DDGS in the Korean situation was also analyzed. A total of 216 Hy-line Brown layers, 23-wk of age, were employed in this trial consisting of three dietary treatments (0%, 10%, and 20% DDGS), and six replicates per treatment. All experimental diets were prepared as iso-protein (17%) and iso-calorie (2,780 kcal/kg). The use of DDGS up to 20% in layer diets did not affect the feed intake, laying rate, egg weight, and feed conversion ratio ($P>0.05$). At 5th and 10th wk of the trial, the eggshell color, albumen height, and Haugh unit were not influenced by the DDGS supplementation. At 5th wk of the trial, the eggshell qualities, like eggshell weight, eggshell thickness, and eggshell strength, were not affected by the DDGS feeding; however, these eggshell qualities were decreased at 10th wk due to the 20% DDGS feeding ($P<0.05$). Yolk color of DDGS 20% increased compared to DDGS 0% at 5th and 10th wk of the trial ($P<0.05$). At 10th wk, yolk/egg ratio of DDGS 20% decreased compared to DDGS 0% ($P<0.05$). The yolk fat content was not changed due to DDGS feeding. The monounsaturated fatty acid content of yolk decreased linearly by feeding DDGS ($P<0.05$). The yolk polyunsaturated fatty acid content of DDGS 20% increased significantly compared to DDGS 0%. The DDGS feeding was not found to affect the degree of yolk fat unsaturation. The cost of feed (₩/kg feed) decreased as the level of DDGS increased. The production costs of egg (₩/kg egg) were cheap in the order of DDGS 10%, DDGS 20%, and DDGS 0%, indicating that DDGS is a viable alternative feed ingredient to corn and soybean meal. In conclusion, high quality DDGS (L* 61.72) could be used economically up to 20% level without any harmful effect on laying performance: however, the use of DDGS up to 10% is more economical than DDGS 20%.

(Key words : corn distiller's dried grains with solubles, layer, laying rate, egg quality, yolk fatty acid composition, economics)

서 론

국제 유가가 크게 인상되면서 미국에서는 옥수수를 이용한 연료용 에탄올 생산이 빠른 속도로 증가하고 있다. 그 결과 옥수수 수요가 크게 증가하면서 가격 또한 가파르게 상승하는 결과를 초래하였다. 옥수수 가격이 상승하면 소맥 및 대두 등의 다른 곡물의 가격도 동반하여 상승하게 된다. 우리나라는 대부분의 사료용 곡물을 해외로부터 수입에 의존하며, 특히 미국산 옥수수에 대한 수입 비율이 높은 편이다.

따라서 옥수수를 대체할 새로운 사료 자원의 개발이 필요한 실정이며, 연료용 에탄올 산업의 부산물인 옥수수 주정박 (corn distillers dried grains with solubles: DDGS)의 사용이 좋은 대안으로 떠오르고 있다.

DDGS는 옥수수를 발효하여 연료용 에탄올을 생산하면서 얻어지는 부산물이다. 옥수수를 이용한 에탄올 생산 과정에서 대략 34%의 에탄올, 34%의 이산화탄소 및 30% 정도의 DDGS가 얻어진다(Renewable Fuels Association, 2005). 미국 내 DDGS의 생산량은 2000년 이후 년 50%씩 성장해 왔으며,

[†] To whom correspondence should be addressed : leebd@cnu.ac.kr

2007년에는 1,940만톤에 달하였고, 2010년에는 2,500만톤으로 증가될 것으로 예상된다(The ProExporter Network[®], 2008). 현재 미국에서 수출하는 DDGS의 85%는 가축 사료 이용을 위해 유럽으로, 11%는 남미, 그리고 나머지 4.5%는 아시아 지역으로 수출되고 있다. 미국에서는 DDGS가 주로 반추동물에 이용되고 있으나, 최근에 돼지 및 가금 사료에의 사용량도 증가하고 있는 실정이다. 최근 10여 년 동안 가금 산업에서는 옥수수와 대두박 그리고 인산칼슘의 대체 원료로 DDGS에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 육계와 산란계 사료에 약 10% 정도는 큰 무리없이 사용할 수 있고, 초기에는 이 수준 이하에서 널리 사용되고 있다 (Dale과 Batal, 2005).

현재까지 한국에서의 DDGS 사용 실태를 보면, 비싼 물류비에 대한 부담과 컨테이너를 수송 용기로 사용해야 하는 불편 때문에 가축 사료로 널리 사용되고 있지 못한 실정이다. 그러나 최근 주요 곡물 가격이 크게 상승하면서 많은 관심을 끌게 되어서, 그 사용량이 점차 증가하고 있는 실정이다. 본 연구는 품질이 양호한 미국산 DDGS를 산란계에 급여하였을 때 산란 생산성과 난질에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 국내 산란계 사료 시장에서 수입 DDGS의 경제성을 평가하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 사료

본 시험에서는 미국산 DDGS를 사용하였으며, 그 영양소 조성은 Table 1에 수록된 바와 같다. 사용한 DDGS의 Hunter's color value는 L^* 61.72, a^* 4.38, b^* 49.26으로써 양질의 황갈색 DDGS임을 알 수 있었다. 시험 사료는 DDGS를 함유하지 않은 사료를 대조구(DDGS 0%)로 하고, 대조구와 동에너지(TME_n 2,780 kcal/kg)-동단백질(17.0%)이 되도록 설계하되 DDGS를 10% 함유한 사료(DDGS 10%), DDGS를 20% 함유한 사료(DDGS 20%) 3가지 사료를 사용하였다(Table 2). 시험 사료들의 배합률은 상용 배합률 프로그램(Bestmix 5.04, Adifo.b.v.)을 사용하여 작성하였다.

2. 실험 동물 및 관리

본 시험에서는 Hy-line Brown 계통의 21주령 산란계 216수를 3단 철제 산란 케이지에 수용한 후, 2주 동안의 적응기간 동안 시험 사료를 급여하였다. 23주령부터 10주 동안(2008년 1월 19일~3월 28일) 산란 시험을 실시하였다. 계사

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	10.62	7.00	11.00
Crude protein	26.73	27.40	8.50
Crude fat	10.00 ²	9.00	3.80
Crude fiber	6.38	9.10	2.20
Ca	0.03	0.17	0.02
P	0.74	0.72	0.28
TME _n (kcal/kg)	3,206 ³	3,097	3,470
Essential amino acids:%, as-fed basis			
Lysine	0.76	0.75	0.26
Methionine	0.51	0.60	0.18
Threonine	1.00	0.92	0.29
Tryptophan	0.21	0.19	0.06
Fatty acid composition: %			
Palmitic acid	2.25	1.80	0.62
Stearic acid	0.37	0.09	0.10
Oleic acid	4.30	2.25	1.17
Linoleic acid	9.07	4.77	1.82
Density (g/L)	482.5		
Hunter's color values			
L^*	61.72		
a^*	4.38		
b^*	49.26		

¹Corn distillers dried grains with solubles imported from the US.

²Extracted 3 h with petroleum ether (AOAC, 1995).

³Calculated values.

형태는 윈터치 타입의 개방 계사였으며, 동절기였으므로 실온을 17°C로 유지하였다. 사료와 물은 자유롭게 섭취하도록 하였고, 점등은 일일 17시간으로 하였다.

3. 실험 설계 및 통계 분석

실험 설계는 3처리 6반복, 반복당 12수씩을 3단 철제 케이지에 임의로 배치하였다. 본 시험에서 얻어진 결과는 SAS(2000)

의 GLM을 이용하여 5% 수준에서 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 평균간 비교는 Duncan(1955)의 방법으로 하였다.

4. 측정 항목 및 방법

1) 사료 섭취량

7일 단위로 총 급여량에서 잔량을 측정하여 제외하였다.

2) 산란율

실험 기간 동안 매일 오후 1시에 반복별로 수집이 가능한 계란들을 수집하여, 이를 반복별 사육수수로 나누어 백분율로 표시하여 산란율을 계산(hen-day 산란율로 매일 측정)하였다.

3) 난중

반복별로 수집된 전부를 칭량한 총 난중을 총 산란개수로 나누어 평균 난중을 매일 측정하였다.

4) 계란의 물리적 품질 분석

사양 실험 5주째 및 10주째에 처리구별로 반복당 5개씩 90개를 수집하여 검사하였다. 난황색, 난각색, 난백고, Haugh unit, 난각 무게 및 난중의 항목은 QCM+ System(Technical Services and Supplies, York, England)을 이용하여 측정하였으며, 난각 강도는 FHK(Fujihara Co. LTD, Saitama, Japan)를 이용하여 계란을 수평으로 고정한 후 압력을 가하여 파각되는 순간의 압력을 측정하였다. 난각 두께는 Digital Micrometer (Mitutoyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

5) 난황 지질의 화학적 분석

사양 실험 10주째에 각 반복으로부터 4개의 계란을 수집한 후, 반복별로 1개의 시료를 얻기 위하여 4개의 난황을 풀링하여서, 각 처리별로 6개의 난황 시료를 얻었다. 난황 지질의 총지방 함량은 Korea Food Code(2008)의 지질의 산분해법으로 분석하였다. 지방산 조성은 Cantellops 등(1999)의 gas chromatography(Agilent 6890, Agilent Technologies Inc., CA, USA) 방법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 사료 섭취량, 산란율, 난중 및 사료 요구율

산란계 시험 사료에 DDGS를 0%, 10.0% 및 20.0% 수준으

로 첨가하여 산란을 개시한 23주령 Hy-line Brown 산란계 216수에 10주간 급여했을 때의 사료 섭취량, 산란율, 평균 난중, 난생산 사료 요구율 등의 결과를 Table 3에 수록하였다. 시험 기간 동안 산란계 1수당 사료 섭취량은 처리구간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 산란율은 DDGS 20%구에서 다소 낮게 나타나고 있으나 처리구간에 유의성은 없었다. 평균 난중, 난생산 사료 요구율 등의 산란 생산성에 있어서도 처리구간에 유의성이 나타나지 않았다.

Bregendahl과 Roberts(2006)는 23주령의 Hy-line W-36 산란계 256마리를 이용하여 DDGS 10%를 첨가하여 12주 동안 급여한 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 사양 실험을 실시한 결과 산란율은 대부분의 주령에서 유의차가 나타나지 않았으나, DDGS 첨가 수준이 증가함에 따라 산란율이 52~53주령에 감소한다고 하였다. 산란계에서 DDGS의 첨가량이 증가함에 따라 산란율이 유의적인 차이는 없지만 낮아지는 경향을 보이는 것은 Table 2에 표시된 바와 같이 DDGS의 첨가량이 증가함에 따라 사료의 밀도가 감소하였기 때문에 추측된다. Lumpkins 등(2005)은 22령에서 44주령의 산란계에 DDGS를 15% 첨가한 사료를 급여하였을 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 산란율이 감소하였다고 보고한 바 있다.

2. 계란의 물리적 품질 평가

1) 시험 개시 후 5주째 평가

DDGS 급여 시험을 개시한 뒤 5주후에 계란의 물리적인 품질을 분석한 결과를 Table 4에 나타내었다. 난각의 무게, 난각 두께, 난각 강도, 난각색, 난백고 및 Haugh units에 있어서 DDGS의 첨가 수준이 증가함에 따라 처리간에 유의한 차이는 검출되지 않았다. Cheon 등(2008)은 23주령의 Hy-line Brown 산란계에게 DDGS를 7주간 급여하였던 바, 이와 유사한 결과를 보고하였다.

난황색도의 경우 DDGS 첨가량이 증가함에 따라 난황 색 깔이 짙게 나타나는 유의성이 검출되었다($P < 0.05$). Cheon 등(2008)도 산란계 사료에 DDGS 첨가 수준을 점증시킴에 따라 난황색도도 점점 짙어짐을 보고한 바 있다.

2) 시험 개시 후 10주째 평가

DDGS 급여 시험을 개시한 뒤 10주후에 계란의 물리적인

Table 2. Formula of experimental diets of layers

	Diets			Ingre- dient price ¹
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 20%	
Ingredients:	%			₩/kg
Yellow corn	60.733	56.618	51.959	224.85
Wheat middling	1.000	1.000	1.457	186.90
Soybean meal	23.807	18.748	13.558	312.19
Rapeseed meal	2.000	2.000	2.000	177.50
Animal fat	1.637	0.849	0.200	740.00
Lysine-HCl	-	0.075	0.189	1,565.00
DL-Methionine	0.181	0.161	0.145	2,130.00
Salt	0.287	0.250	0.250	92.00
Limestone	8.479	8.642	8.809	32.00
Dicalcium phosphate	1.567	1.347	1.122	415.00
Mineral premix ²	0.200	0.200	0.200	600.00
Vitamin premix ³	0.060	0.060	0.060	3,060.00
Choline Cl (50%)	0.050	0.050	0.050	1,150.00
DDGS ⁴	0	10.000	20.000	231.50
	100.0	100.0	100.0	
Analyzed composition:%, as-fed basis				
Moisture	11.06	10.98	10.87	
Crude protein	17.00	17.00	17.00	
Crude fat	4.37	4.34	4.45	
Crude fiber	2.16	2.55	2.97	
Crude ash	12.84	12.85	12.91	
Calcium	3.70	3.70	3.70	
Phosphorus	0.60	0.59	0.58	
TME _n ⁵ (kcal/kg)	2,780.00	2,780.00	2,780.00	
Essential amino acids:%, as-fed basis				
Lysine	0.89	0.86	0.87	
Methionine	0.43	0.42	0.42	
Threonine	0.65	0.65	0.64	
Tryptophan	0.21	0.20	0.18	
Feed cost (₩/kg)	245.36	237.49	230.58	
Density ⁶ (g/L)	703.5	678.5	654.5	

¹Ingredient prices of January 2008 were used.

²Provided 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.

³Provided followings per kg of diet: vit. A, 12,000 IU; vit. D₃, 2,400 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 pantothe-nate, 15 mg; antioxidant, 0.5 mg.

⁴Corn distillers dried grains with solubles from the US.

⁵Calculated values.

⁶Density 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 20%
Feed intake (g/bird/day)	124.44 ± 3.25 ⁴	124.04 ± 2.94	124.10 ± 2.91
Laying rate ² (%)	89.57 ± 6.70	90.78 ± 5.13	85.63 ± 6.21
Egg weight (g/egg)	64.87 ± 1.47	64.83 ± 1.56	63.79 ± 1.34
Feed conversion ³	2.33 ± 0.21	2.29 ± 0.12	2.45 ± 0.25

¹Hy-line Brown layers were used.

²Hen-day egg production rate.

³Total feed intake /total egg weight.

⁴Mean ± SD.

Table 4. Effects of corn distillers dried grains with solubles in layer diets on the physical qualities of eggs (5th wk)

Items	Diets		
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 20%
Eggshell weight (g/egg)	8.31 ± 0.313 ¹	8.39 ± 0.21	8.18 ± 0.30
Eggshell thickness (μm)	343.67 ± 14.88	339.33 ± 20.85	342.83 ± 12.80
Eggshell strength (kg/cm ²)	4.28 ± 0.26	4.27 ± 0.17	3.97 ± 0.36
Haugh units	98.07 ± 4.07	97.63 ± 3.30	97.73 ± 2.39
Yolk color (Roche)	8.73 ± 0.30 ^b	8.90 ± 0.21 ^{ab}	9.17 ± 0.39 ^a

¹Mean ± SD.

^{a,b}Means in the same row with different superscripts differ ($P < 0.05$).

품질을 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. 난각질의 품질을 평가하기 위한 난각 무게, 난각 두께, 난각 강도에 있어서는 5주째와 다소 다른 결과를 보이고 있어서, DDGS 0%구와 DDGS 10%구와는 차이가 없었으나, DDGS 20%구에서는 유의하게 낮은 수치를 보이고 있다($P < 0.05$).

난각색, 난백고 및 Haugh units에 있어서 DDGS의 첨가 수준에 따라 처리간에 유의한 차이는 검출되지 않아서, 시험 개시 후 5주째와 유사한 결과를 보이고 있다. 난황색도의 경우 DDGS 0%구와 DDGS 10%구에 비해 DDGS 20%구에서 난황색이 유의하게 높게 나왔다($P < 0.05$). Roberson 등(2005)은 난황색의 주성분인 xanthophyll은 DDGS에 30 mg/kg이 함

Table 5. Effects of corn distillers dried grains with solubles in layer diets on the physical qualities of eggs (10th wk)

Items	Diets		
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 20%
Eggshell weight (g/egg)	6.35 ± 0.14 ^{a,1}	6.40 ± 0.09 ^a	6.03 ± 0.19 ^b
Eggshell thickness (μm)	350.00 ± 6.13 ^a	344.83 ± 8.66 ^{ab}	339.33 ± 8.45 ^b
Eggshell strength (kg/cm ²)	4.36 ± 0.27 ^a	4.19 ± 0.24 ^{ab}	3.94 ± 0.22 ^b
Hauh units	95.17 ± 2.86	95.54 ± 3.88	97.42 ± 1.20
Yolk color (Roche)	9.10 ± 0.41 ^b	9.07 ± 0.27 ^b	9.67 ± 0.41 ^a

¹Mean ± SD.

^{a,b}P<0.05.

유되어 있으며, 옥수수의 17 mg/kg(NRC, 1994)보다 높아서 DDGS 첨가량이 증가함에 따라 난황의 색깔이 유의적으로 증가하였다고 하여 본 시험 결과와 일치하는 결과를 보고하였다. 그러나 난황색도가 시험 10주째의 수치들이 5주째보다 높게 나타난 것에 대해서는 더 많은 연구를 필요로 한다.

이러한 결과는 난각의 품질이 DDGS의 급여 수준과 급여 기간 혹은 연령에 의해 영향을 받을 수 있음을 시사하여 준다고 하겠다. Cheon 등(2008)은 23주령 산란계에게 DDGS 첨가사료를 7주간 급여하였더니, 난각질에 아무런 영향을 미치지 않았다고 하였다.

3. 난황의 화학적 품질 평가

산란계 시험 사료에 DDGS의 첨가가 난황 비율, 난황내 총 지방 함량 및 지방산 조성에 미치는 영향에 대한 결과를 Table 6에 나타내었다. 난황 비율은 DDGS 첨가 수준이 증가할수록 감소하는 추세를 보여서, DDGS 20%구는 DDGS 0%구에 비하여 유의하게 작았다(P<0.05). 난황 총지방 함량은 DDGS 첨가에 의한 영향을 받지 않았다.

Palmitoleic acid, oleic acid 및 elaidic acid 같은 일가불포화 지방산 함량은 DDGS 첨가에 의하여 유의하게 감소하였으며(P<0.05), elaidic acid는 DDGS 0%구와 DDGS 10%구 사이에서는 유의한 차이가 검출되지 않았다. Linoleic acid와 arachidonic acid 같은 다가불포화 지방산들은 DDGS 20% 구에서 유의하게 증가하였다(P<0.05). 이러한 결과는 Table 1에 수록된 바와 같이 DDGS의 linoleic acid의 함량이 높은 것이

Table 6. Effects of corn distillers dried grains with solubles in layer diets on the lipid composition of yolk (10th wk)

Items	Diets		
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 20%
Yolk/egg (%)	25.56 ± 1.31 ^{a,1}	24.73 ± 0.79 ^{ab}	21.75 ± 2.45 ^b
Yolk fat (%)	31.93 ± 2.06	31.61 ± 0.76	32.34 ± 1.77
Fatty acid composition;% of total fatty acid			
Palmitic acid	25.93 ± 0.63	27.82 ± 3.63	25.56 ± 1.16
Palmitoleic acid	4.15 ± 0.25 ^{ab}	4.34 ± 0.70 ^a	3.38 ± 0.39 ^b
Stearic acid	8.79 ± 0.84	8.66 ± 0.74	8.59 ± 0.59
Oleic acid	47.61 ± 1.24 ^a	43.87 ± 3.07 ^b	39.42 ± 2.22 ^c
Elaidic acid	2.53 ± 0.18 ^a	2.37 ± 0.13 ^a	1.80 ± 0.25 ^b
Linoleic acid	9.27 ± 2.00 ^b	11.11 ± 2.25 ^b	18.32 ± 2.08 ^a
Arachidonic acid	1.21 ± 0.08 ^b	1.16 ± 0.28 ^b	2.52 ± 0.23 ^a
Saturated fatty acid	35.44 ± 0.58	37.43 ± 3.40	34.86 ± 0.89
Unsaturated fatty acid	64.85 ± 0.58	62.86 ± 3.39	65.43 ± 0.89
Monounsaturated fatty acid	54.37 ± 1.55 ^a	50.59 ± 2.59 ^b	44.60 ± 2.32 ^c
Polyunsaturated fatty acid	10.48 ± 2.08 ^b	12.27 ± 2.41 ^b	20.84 ± 2.05 ^a

¹Mean ± SD.

^{a-c}P<0.05.

계란의 난황 지방산 조성에 반영되었다고 하겠다. Cheon 등(2008)도 산란계 사료에 DDGS 첨가 수준이 증가할수록 oleic acid 함량은 점감하고, linoleic acid 함량은 점증함을 보고한 바 있다.

난황의 포화지방산 함량은 DDGS의 첨가 수준에 따른 유의성은 없었으며, 불포화 지방산의 함량에서도 유의적인 차이가 없어서, DDGS 첨가는 난황 지방산의 불포화도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

4. DDGS의 경제성 검토

2008년도 1월부터 3월 동안의 DDGS 가격(231.5원/kg, TMEn 3,206 kcal/kg)을 사용하여 동에너지(TMEn 2,780 kcal/kg)-동단백질(17%)의 최소 가격 사료 배합을 하였을 때, 각 시험 사료의 단가가 DDGS 0%구 사료가 245.36원/kg, DDGS 10%구 사료가 237.49원/kg, 그리고 DDGS 20%구 사료가 230.58원

/kg으로 나타났다(Table 2). 이는 본 시험에서 사용한 DDGS의 영양소 함량 특히 에너지 함량을 고려할 때, DDGS 가격 231.5 원/kg이 상대적으로 저렴하게 적용되었다고 할 수 있다. 또한, 사양 시험 결과 산란 성적에서 세 처리구간에 유의적인 차이가 없었으므로, 산란계 사료에 옥수수와 대두박을 대체하여 20%까지 사용하여도 투입 비용 관점에서 유리할 것으로 판단된다. 다만, 난각질에 있어서는 DDGS를 20%의 고수준으로 지속적으로 급여(10주 이상)할 경우 유의적인 저하가 있으므로 계란의 품질을 고려하여 첨가량을 결정하여야 한다. 즉, 계란의 품질이 양호한 주령(산란 초기)에서는 산란계 사료에서 옥수수와 대두박을 대체하여 DDGS를 20%까지 사용하여도 경제적인 관점에서 유리하나, 계란의 난각 품질이 저하되는 산란 중기 이후에는 첨가량을 점차 줄여 계란의 품질을 고려하는 것이 필요하다.

또 다른 접근 방법은 Table 7에서와 같이, 각 처리별로 계란 1 kg 생산에 소요되는 사료비를 비교하는 것이다. 그 결과 DDGS 10% 사료(543.85원/kg), DDGS 20% 사료(563.50원/kg), DDGS 0% 사료(571.69원/kg)의 순서로 저렴하게 나타났다.

결론적으로 산란계 사료에서 DDGS를 20%까지 사용할 경우, 생산성에는 큰 변화없이 경제성이 대조구보다는 우수하지만, DDGS를 10% 정도 첨가하여 사용하는 것이 더 경제적이라고 사료된다.

적 요

본 시험은 양질의 미국산 DDGS를 산란계 사료에 첨가하여 산란계의 생산성, 계란의 품질 및 난황 지질의 총지방 함량과 지방산 조성에 미치는 영양적 가치를 평가하고자 하

였다. 또한, 가파르게 상승하고 있는 옥수수와 대두박을 대체할 원료 사료로써의 DDGS의 경제성을 검토하기 위해 실시하였다. 23주령의 Hy-line Brown 계통의 산란계 216수에 DDGS를 각각 0%, 10%, 20%를 첨가한 3가지의 동에너지 (TMEn 2,780 kcal/kg)-동단백질(17%) 사료를 10주간 급여하였다. 실험 설계는 3처리 6반복, 반복당 12수씩을 완전 임의 배치하였다. 사료 섭취량, 산란율 및 난생산 사료 요구율 등의 산란 생산성은 모든 처리구 사이에 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). 실험 사료 급여 후 5주째와 10주째에 측정된 난각색, 난백고 및 Haugh unit는 DDGS 첨가에 의한 영향을 받지 않았다. 난각 무게, 난각 두께, 난각 강도와 같은 난각질에서는 5주째에는 영향을 받지 않았으나, 10주째에는 DDGS 20%구에서 유의하게 감소하였다($P<0.05$). 난황색도의 경우 5주째와 10주째 공히 DDGS 0%구에 비해서 DDGS 20%구에서 유의하게 증가하였다($P<0.05$). 난황 비율은 DDGS 20%구에서 DDGS 0%구에 비하여 유의하게 감소하였다($P<0.05$). 난황의 총 지방 함량은 처리구 사이에 차이가 없었다. 난황의 일가불포화 지방산 함량은 DDGS 첨가에 의하여 감소하였으며, 다가불포화 지방산 함량은 DDGS 20%구에서 유의하게 증가하였다($P<0.05$). DDGS 첨가는 난황 지방산의 불포화도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 각 처리구별 시험 사료의 kg당 단가는 DDGS 사용량이 증가할수록 저렴하게 나왔다. 계란 1 kg의 생산 비용도 DDGS 10%, DDGS 20%, DDGS 0% 순서로 저렴하게 나타나고 있어서, DDGS가 옥수수-대두박을 대체할 수 있는 경제성이 충분하다고 판단된다. 결론적으로 산란계 사료에서 DDGS를 20%까지 사용할 경우 생산성의 큰 변화없이 경제성이 대조구보다는 우수하지만, DDGS를 10% 정도 첨가하여 사용하는 것이 더 경제적이라고 사료된다.

(색인: 옥수수 주정박, 산란계, 산란율, 난질, 난황 지방산, 경제성)

Table 7. Economic analysis for egg production

Items	Diets		
	DDGS 0%	DDGS 10%	DDGS 20%
Feed cost (₩/kg) ¹	245.36	237.49	230.58
Total feed intake/ total egg weight	2.33	2.29	2.45
Feed cost (₩/kg egg) ²	571.69 (100.00)	543.85 (95.13)	563.50 (98.57)

¹Refer to Table 2.

²Feed cost (₩/kg egg) = feed cost (₩/kg) × (total feed intake/total egg weight).

인용문헌

- Bregendahl K, Roberts S 2006 Nutritional strategies to reduce ammonia emissions from laying hens. Proc Midwest Poultry Federation Convention, St. Paul, MN. March 21-23, 2006. <http://www.ddgs.umn.edu/info-poultry.htm#proceedings>
- Cantellops D, Reid AP, Eitenmiller RR, Long AR 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 Int* 82 (5):1128-1139.
- Cheon YJ, Lee HL, Shin MH, Jang A, Lee SK, Lee JH, Lee BD, Son CK 2008 Effects of corn distiller's dried grains with solubles on production and egg quality in laying hens. *Asian-Aust J Anim Sci* 21:1318-1323.
- Dale NM, Batal AB 2005 Distiller's grains: Focusing on quality control. *Egg Industry*, April 2005. pp 12-13.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Korea Food Code 2008 Korea Food and Drug Administration. <http://www.kfda.go.kr>
- Lumpkins BS, Batal AB, Dale NM 2005 Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. *J Appl Poult Res* 14:25-31.
- National Research Council 1994 Nutrient Requirements of Poultry (9th ed). National Academy Press, Washington, DC.
- 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
- Roberson KD, Kalbfleisch JL Pan W, Charbeneau RA 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.
- SAS 2000 SAS/STAT User's Guide: Version 6. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- The ProExporter Network[®] 2008 <http://www.proexporter.com> Accessed October 23, 2008.
- (접수: 2009. 1. 13, 수정: 2009. 3. 19, 채택: 2009. 3. 22)