

2006年9月29日

トウモロコシ蒸留粕（DDGS）の給与が豚の発育等に及ぼす影響

社団法人日本科学飼料協会
菅 景成、橋元康司、花積三千人、
米持千里

要 約

トウモロコシ蒸留粕（DDGS）を肥育豚用の飼料原料として使用した場合の発育成績と肉質等に及ぼす影響について検討した。

試験は、体重 30kg から出荷までの間、DDGS を含まない飼料を給与する対照区と、体重 30kg から 70kg では DDGS を 3 水準（10、15 および 20%）配合した飼料を給与し、体重 70kg から出荷までは対照区と同様の飼料を給与する 3 試験区および体重 30kg から出荷までの間 DDGS を 10% 配合した飼料を給与する 1 試験区の計 5 区を設定した。

供試豚は約 3 ヶ月齢の LW・D 種子豚を 50 頭（去勢、雌各 25 頭）用い、各区に 10 頭ずつ割付けて、性毎に群飼した。

試験期間中の増体量、飼料摂取量および飼料要求率を調査するとともに、日常の健康状態を観察した。さらに、体重が 110kg に到達した個体から順次屠殺し、枝肉重量、枝肉歩留り、背脂肪厚、肉色、脂肪色および枝肉格付を調査した。

その結果、DDGS 給与各区の発育成績および出荷時の各種枝肉成績は、いずれも対照区との間に有意差が認められなかった。

1、目的

トウモロコシ蒸留粕（DDGS）を肥育豚用飼料に配合した場合の発育成績および肉質等に及ぼす影響について検討する。

2、材料および方法

1) 供試品

アメリカ穀物協会より提供された米国産トウモロコシ蒸留粕（DDGS）を供試

した。

2) 供試豚

茨城県下の養豚場で飼育されていた LW・D 種子豚を 50 頭（去勢、雌各 25 頭、72～82 日齢、体重 27.6～37.7kg）導入し、予備飼育を 7 日間行なって健康状態を確認するとともに、試験環境に馴致させたのち、試験に用いた。

3) 試験区の設定

体重 30kg から出荷までの間、DDGS を含まない飼料を給与する対照区と、体重 30kg～70kg では DDGS を 3 水準（10、15 および 20%）配合した飼料を給与し、体重 70kg～出荷までは対照区と同様に DDGS を含まない飼料を給与する 3 試験区（10 - 0%区、15 - 0%区および 20 - 0%区）および体重 30kg～出荷までの間 DDGS を 10%配合した飼料を給与する 1 試験区（10 - 10%区）の計 5 区を設定した。

供試豚を性毎に、体重の分布がほぼ均等となるように 5 頭ずつに区分し、各区に去勢、雌各 1 群を割付けて、体重 110kg 到達まで飼育した。

供試飼料は表 1 に示したとおりであり、体重 30～50kg 用飼料、体重 50～70kg 用飼料および体重 70kg～出荷用飼料のいずれも、対照飼料および DDGS 各配合飼料の栄養価を同一とし、かつ、日本飼養標準（豚）2005 年版¹⁾による養分要求量を充足するように設計した。なお、これらの設計にあたって、DDGS の一般成分、アミノ酸組成および非フィチンリン含量等はアメリカ穀物協会から提供されたデータ^{2～4)}を用いた。

4) 飼育管理

各供試豚は、オガクズを敷き詰めたコンクリート床豚房（2.7×3.6m）で群飼した。ワクチネーションは実施しなかった。

飼料の切替えは、4 週開始日および 7 週開始日に実施した。

5) 調査項目

(1) 発育成績

試験開始時から 1 週間間隔で個体別体重を測定するとともに、各体重測定日間の飼料摂取量を群毎に測定し、これらの測定値から、増体日量、飼料摂取日量、飼料要求率および出荷時体重に到達するまでの所要日数を算出した。なお、出荷時体重に到達するまでの所要日数については、体重測定を 1 週間間隔で実

施したことから、試験開始後 7 週以降の所要日数についてはその間の増体日量から推定した。

(2) 健康状態

毎日の朝夕の健康状態を個体別に観察した。

(3) 枝肉成績

体重が 110kg に到達した個体から順次屠殺し、枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚（背、肩、腰、平均）、ならびに、肉および脂肪の L*値、a*値および b*値を色彩色差計（CR-400、KONICA MINOLTA）により測定するとともに、枝肉の格付けを行った。

6) 結果の解析

発育成績は、給与飼料および性を要因とした二元配置法⁵⁾により分散分析した。枝肉成績は、給与飼料を要因とした性毎に一元配置法⁵⁾により分散分析した。なお、枝肉の格付けについては、スコア化（上；5、中；3、並；1）したのち、分散分析を行った。

7) 試験実施期間

平成 18 年 5 月 18 日～平成 18 年 9 月 15 日

8) 試験実施場所

社団法人 日本科学飼料協会 科学飼料研究センター（千葉県成田市吉倉 821）

表 1 試験飼料の配合割合 (%)

原料	体重 30～50kg 用飼料				体重 50～70kg 用飼料				体重 70kg～出荷時飼料	
	対照	DDGS10%	DDGS15%	DDGS20%	対照	DDGS10%	DDGS15%	DDGS20%	対照	DDGS10%
DDGS	—	10.000	15.000	20.000	—	10.000	15.000	20.000	—	10.000
トウモロコシ	54.280	49.400	46.958	44.520	57.570	52.645	50.181	47.720	51.690	47.690
マイロ	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
大豆粕	17.200	11.975	9.363	6.750	14.700	9.500	6.900	4.300	11.000	5.000
フスマ	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	15.000	15.000
魚粉 (CP65%)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	—	—
炭酸カルシウム	0.860	1.005	1.078	1.150	0.880	1.030	1.105	1.180	0.950	1.150
リン酸二石灰	0.640	0.450	0.355	0.260	0.410	0.205	0.103	—	0.450	0.150
動物性油脂	1.000	1.050	1.075	1.100	0.500	0.600	0.650	0.700	—	—
食塩	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
ビタミン B 群 ¹⁾	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
ビタミン ADE ²⁾	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
微量ミネラル ³⁾	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
DL-メチオニン	0.010	0.005	0.003	—	—	—	—	—	—	—
塩酸 L-リジン	0.100	0.180	0.220	0.260	0.040	0.115	0.153	0.190	0.01	0.110
L-トリプトファン	—	0.015	0.023	0.030	—	0.005	0.008	0.010	—	—
L-トレオニン	0.010	0.020	0.025	0.030	—	—	—	—	—	—
成分組成										
CP (%)	16.0 (103) ⁴	16.0 (103)	16.0 (103)	16.0 (103)	15.0 (103)	15.0 (103)	15.0 (103)	15.0 (103)	13.3 (102)	13.1 (101)
TDN (%)	77.8 (104)	78.0 (104)	78.1 (104)	78.2 (104)	78.6 (105)	78.8 (105)	78.9 (105)	79.0 (105)	77.0 (103)	77.3 (103)
カルシウム (%)	0.66 (110)	0.66 (110)	0.66 (110)	0.66 (110)	0.61 (111)	0.61 (111)	0.61 (111)	0.61 (111)	0.53 (106)	0.53 (106)
非フィチンリン (%)	0.30 (111)	0.32 (119)	0.33 (122)	0.33 (122)	0.26 (113)	0.27 (117)	0.28 (122)	0.28 (122)	0.21 (105)	0.21 (105)
アルギニン (%)	0.97 (346)	0.88 (314)	0.84 (300)	0.79 (282)	0.90 (375)	0.81 (338)	0.77 (321)	0.72 (300)	0.80 (444)	0.68 (378)
ヒスチジン (%)	0.41 (152)	0.41 (152)	0.41 (152)	0.40 (148)	0.36 (140)	0.39 (170)	0.38 (165)	0.38 (165)	0.35 (194)	0.34 (189)
イソロイシン (%)	0.65 (127)	0.63 (124)	0.61 (120)	0.60 (118)	0.60 (140)	0.58 (135)	0.57 (133)	0.56 (130)	0.51 (150)	0.47 (138)
ロイシン (%)	1.46 (172)	1.55 (182)	1.60 (188)	1.64 (193)	1.40 (194)	1.49 (207)	1.54 (214)	1.58 (219)	1.23 (220)	1.30 (232)
有効リジン (%)	0.79 (110)	0.79 (110)	0.79 (110)	0.79 (110)	0.67 (110)	0.67 (110)	0.67 (110)	0.67 (110)	0.50 (105)	0.50 (105)
有効メチオニン+シスチン (%)	0.49 (111)	0.45 (102)	0.43 (98)	0.41 (93)	0.46 (124)	0.42 (114)	0.41 (111)	0.39 (105)	0.40 (138)	0.36 (124)
フェニルアラニン+チロシン (%)	1.30 (160)	1.19 (147)	1.14 (141)	1.08 (133)	1.22 (120)	1.11 (163)	1.06 (156)	1.01 (149)	1.06 (200)	0.92 (174)
有効トレオニン (%)	0.52 (111)	0.52 (111)	0.52 (111)	0.52 (111)	0.48 (120)	0.47 (118)	0.47 (118)	0.46 (115)	0.40 (129)	0.38 (123)
トリプトファン (%)	0.19 (119)	0.19 (119)	0.19 (119)	0.19 (119)	0.17 (121)	0.17 (121)	0.16 (114)	0.16 (114)	0.16 (145)	0.14 (127)
バリン (%)	0.76 (131)	0.76 (131)	0.76 (131)	0.77 (133)	0.72 (147)	0.72 (147)	0.72 (147)	0.72 (147)	0.63 (166)	0.62 (163)

注 1) g/kg; 硝酸チアミン 1.0、リボフラビン 7.0、塩酸ピリドキシン 0.5、ニコチン酸アミド 6.0、D-パントテン酸カルシウム 10.9、塩化コリン 57.6 2) IU/g; ビタミン A 10,000、
 ビタミン D₃ 2,000、mg/g; 酢酸 dl- α -トコフェロール 10 3) g/kg; Mn 50、Fe 50、Cu 10、Zn 60、I 1 4) 日本飼養標準・豚 (2005 年版) における要求量充足率

3、試験結果

1) 発育成績

各区の発育曲線は図 1 および図 2 に示した。暑熱の影響から試験開始後 7 週以降の発育が全体的にやや低く推移する傾向を示したが、各区間には顕著な差は見られなかった。

増体日量、体重 110kg までの推定所要日数、飼料摂取量および飼料要求率は表 2 に示したとおりであって、各区間に有意差は認められず、DDGS の配合水準および配合期間との間にも一定の傾向は認められなかった。

なお、試験期間中に去勢 2 頭、雌 3 頭の計 5 頭を淘汰した。それらの詳細は表 3 に示したとおりであるが、これらの個体についてはいずれも試験開始時にさかのぼって除外したのち、増体日量等の解析を行った。

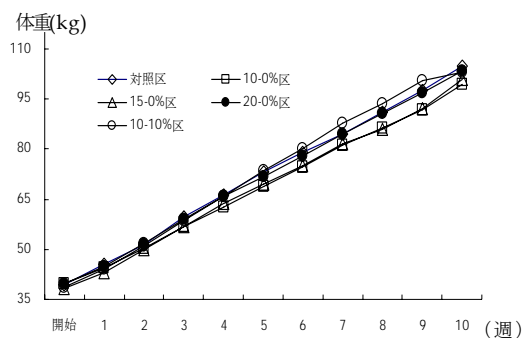


図1 発育曲線（去勢）

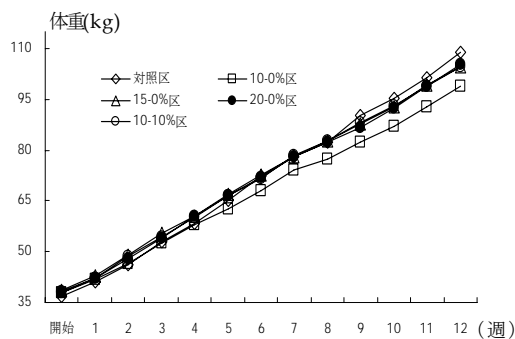


図2 発育曲線（雌）

表 2 発育成績

	性	対照区	10-0%区	15-0%区	20-0%区	10-10%区	平均
(増体日量、kg)							
開始～3週	去勢	0.98	0.82	0.87	0.92	0.95	0.91
	雌	0.78	0.70	0.82	0.77	0.78	0.77
4～6週	去勢	0.91	0.86	0.87	0.91	1.03	0.92
	雌	0.92	0.74	0.81	0.85	0.81	0.83
7週～出荷	去勢	0.90	0.91	0.96	0.92	0.87	0.91
	雌	0.83	0.73	0.78	0.80	0.79	0.79
開始～出荷	去勢	0.92	0.87	0.92	0.92	0.93	0.91
	雌	0.84	0.72	0.79	0.80	0.79	0.79
(出荷体重までの推定所要日数)							
	去勢	78	81	79	77	77	78
	雌	88	101	91	91	91	92
(飼料摂取日量、kg)							
開始～3週	去勢	2.39	2.12	2.09	2.26	2.20	2.21
	雌	1.88	1.69	1.95	1.90	1.89	1.86
4～6週	去勢	2.71	2.70	2.71	2.87	3.13	2.82
	雌	2.46	2.21	2.34	2.45	2.34	2.36
7週～出荷	去勢	3.03	3.04	3.16	3.13	2.98	3.07
	雌	2.78	2.49	2.55	2.75	2.60	2.63
開始～出荷	去勢	2.81	2.75	2.81	2.85	2.83	2.81
	雌	2.52	2.29	2.38	2.52	2.42	2.43
(飼料要求率)							
開始～3週	去勢	2.44	2.59	2.40	2.46	2.32	2.44
	雌	2.41	2.41	2.38	2.47	2.42	2.42
4～6週	去勢	2.98	3.14	3.11	3.15	3.04	3.08
	雌	2.67	2.99	2.89	2.88	2.89	2.86
7週～出荷	去勢	3.37	3.34	3.29	3.40	3.43	3.37
	雌	3.35	3.41	3.27	3.44	3.29	3.35
開始～出荷	去勢	3.05	3.16	3.05	3.10	3.04	3.08
	雌	3.00	3.18	3.01	3.15	3.06	3.08

表 3 淘汰豚の詳細

区	性 (個体番号)	詳細
対照区	去勢 (No.60)	試験開始後 4 週に左後肢腫関節炎発症し、4 週終了時点で淘汰。
	雌 (No.100)	試験開始後 3 週に発咳を観察。以後発育停滞のため 8 週終了時点で淘汰。
15-0%区	雌 (No.82)	試験開始後 2 週より発育が停滞。7 週終了時点で淘汰。
20-0%区	雌 (No.104)	試験開始後 5 週より発育が停滞。7 週終了時点で淘汰。
10-10%区	去勢 (No.76)	試験開始後 4 週より発育が停滞。7 週終了時点で淘汰 (胸膜肺炎)。

2) 枝肉成績

枝肉成績は表4に示したとおりであり、枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚および格付けスコアは、去勢、雌のいずれにおいても各区間に有意差は認められず、DDGSの配合水準および配合期間との間にも一定の傾向は認められなかった。

また、肉色では、20-0%区の去勢のb*値が10-0%区より有意に高く、脂肪色では、10-0%区のa*値が15-0%区および20-0%区より有意に高く、10-0%区のb*値が対照区より有意に高かったが、DDGSの配合水準および配合期間との間には一定の傾向は認められなかった。

表4 枝肉成績

		対照区	10-0%区	15-0%区	20-0%区	10-10%区		
枝肉重量 (kg)	去勢	73.9±3.9	73.3±1.8	71.8±3.6	71.9±2.7	74.3±1.7		
	雌	70.5±2.1	72.7±1.8	71.3±2.4	72.5±2.5	71.6±2.2		
枝肉歩留 (%)	去勢	69.2±3.0	68.9±0.6	67.5±1.8	68.4±2.9	69.3±0.9		
	雌	66.6±1.6	68.3±0.6	66.4±2.5	67.7±1.8	67.1±1.0		
背脂肪厚 (cm)	背	去勢	4.25±0.39	4.65±0.30	4.20±0.53	4.33±0.97	4.27±0.42	
		雌	3.72±0.17	3.81±0.66	3.71±0.60	3.92±0.05	3.83±0.15	
	肩	去勢	2.07±0.28	2.47±0.47	2.32±0.28	2.23±0.38	2.27±0.15	
		雌	2.14±0.32	1.64±0.35	1.84±0.52	1.94±0.50	1.87±0.38	
	腰	去勢	3.03±0.26	3.23±0.45	3.23±0.60	3.33±0.24	3.52±0.22	
		雌	3.27±0.45	2.71±0.37	3.20±0.25	3.20±0.30	3.21±0.46	
	平均	去勢	3.12±0.23	3.45±0.26	3.25±0.43	3.30±0.51	3.35±0.22	
		雌	3.04±0.24	2.72±0.40	2.92±0.36	3.02±0.23	2.97±0.31	
	肉	L*値	去勢	53.34±2.90	53.85±4.65	53.26±3.02	60.12±7.59	54.69±3.65
			雌	54.16±4.72	51.17±8.16	51.69±3.32	49.06±2.20	55.11±6.64
		a*値	去勢	5.97±0.86	5.08±1.10	5.67±1.58	7.36±2.06	4.60±1.98
			雌	5.28±0.78	6.01±1.53	6.81±1.80	5.50±0.84	6.52±1.11
		b*値	去勢	5.61 ^{ab} ±0.66	5.12 ^a ±1.03	5.52 ^{ab} ±0.62	7.63 ^b ±1.27	5.82 ^{ab} ±1.47
			雌	5.14±1.33	5.73±2.49	5.67±1.84	4.74±0.77	6.18±1.71
脂	L*値	去勢	73.90±7.45	76.99±3.63	76.75±3.13	76.69±4.41	74.43±4.64	
		雌	74.06±2.94	73.27±4.41	72.24±4.45	73.25±4.87	76.56±4.14	
	a*値	去勢	3.35±1.72	3.03±0.54	2.18±0.61	2.98±0.70	3.36±0.78	
		雌	2.82 ^{ab} ±1.18	4.12 ^a ±0.57	2.47 ^b ±0.42	2.55 ^b ±0.33	3.05 ^{ab} ±0.76	
	b*値	去勢	6.52±1.29	6.07±1.02	6.04±1.20	6.80±0.94	6.83±1.01	
		雌	5.62 ^b ±0.93	7.89 ^a ±0.84	6.63 ^{ab} ±0.84	6.02 ^{ab} ±0.93	7.59 ^{ab} ±1.27	
格付けスコア	去勢	4.5±1.0	3.0±2.0	4.6±0.9	3.4±1.7	5.0±0.0		
	雌	4.5±1.0	3.4±1.7	2.5±1.0	4.0±1.2	4.2±1.1		

注) 枝肉スコア：上 5、中 3、並 1として算出、2) ab異符号間に有意差 (p<0.05) あり

4、考察

DDGS はエタノール発酵工程で発生する副産物であり、米国ではトウモロコシからのエタノール製造が拡大していることから、今後生産量がより増加するものと予想されている。

本試験において、DDGS を 10～20% 配合した飼料を体重 30～70kg の間に給与した場合、あるいは、10% 配合飼料を体重 30kg から出荷時まで継続して給与した場合の、肥育豚の発育成績および枝肉成績等に及ぼす影響を調査した。

その結果、体重 30～70kg において DDGS を 10～20% 配合した飼料を給与した場合、あるいは、体重 30kg から出荷時まで DDGS を 10% 配合した飼料を給与した場合のいずれにおいても、供試豚の発育状況および飼料摂取状況には DDGS 給与による影響は認められなかった。本試験では、DDGS 配合飼料と対照飼料の栄養価を同一となるように設計しており、このことは、当然の結果と思われる。

一方、DDGS では原料であるトウモロコシ由来のキサントフィル含量が高いことから、肥育後期の豚に給与した場合の脂肪色への影響が懸念されたが、DDGS を 10% 配合した飼料を出荷時まで継続して給与しても、脂肪や肉の色への影響は見られなかった。

以上の結果から、DDGS を豚用飼料として出荷時まで用いても、生産性や肉質に影響を及ぼすことはないものと考えられる。

なお、本試験では、トウモロコシおよび大豆粕に含まれるリンの 34% および 53%⁶⁾、DDGS に含まれるリンの 90% を非フィチンリン³⁾として、トウモロコシおよび大豆粕と置換することにより DDGS を配合し、供試飼料の設計を行った。その結果、30～50kg 用の DDGS20% 配合飼料ではリン酸ニ石灰の配合量を対照飼料の 0.64% から 0.26% に、50～70kg 用飼料では同様に 0.410% から 0% に減少させている。さらに、70kg 以上の飼料でも DDGS10% 配合飼料では 0.45% から 0.15% に減少させているが、前述のとおり供試豚の発育への影響は見られなかったことからすると、DDGS に含まれるリンは豚に有効に利用され、環境面でも有効であることが示唆された。

5、参考文献

1) 独立行政法人 農業技術研究機構編；日本飼養標準・豚（2005 年版）、（社）中

中央畜産会（2006）

- 2) アメリカ穀物協会；NETWORK 第 24 号、2002 年 4 月（2004）
- 3) アメリカ穀物協会；NETWORK 第 37 号、2005 年 7 月（2005）
- 4) 菅 景成、池田卓夫、青木 健、橋元康司、花積三千人、米持千里；トウモロコシ蒸留粕（DDCS）の消化率および栄養価の測定、科飼協試報 15-11 号、（社）日本科学飼料協会（2003）
- 5) 吉田 實；畜産を中心とする実験計画法、養賢堂、東京（1983）
- 6) 独立行政法人 農業技術研究機構編；日本標準飼料成分表（2001 年版）、（社）中央畜産会（2002）