

科飼協試報 23-311 号

試験コード番号:S-11-P-006

平成 23 年 12 月 28 日

トウモロコシ DDGS の給与が産卵鶏の排泄物からのアンモニアおよび硫化水素の放出量に及ぼす影響について

社団法人 日本科学飼料協会
飯田真希、藤崎浩和、橋元康司
花積三千人、米持千里



要約

産卵鶏用飼料原料としてトウモロコシ DDGS (DDGS) を用いた場合の排泄物からのアンモニアおよび硫化水素の放出量等を検討した。

試験には、産卵の安定した白色レグホン種産卵鶏 (ジュリア、251 日齢) を 120 羽用い、DDGS を含まない対照飼料と、DDGS を対照飼料中のトウモロコシおよび大豆粕と置換することにより 10 %、20 % および 30 % 配合し、粗たん白質、代謝エネルギー、リン、カルシウム、メチオニン、リジン、トリプトファンおよびトレオニン含量が対照飼料とほぼ同一となるよう設計した飼料を 1 群 10 羽とした 3 反復群ずつに 4 週間不断給与した。

試験期間中の産卵成績を調査するとともに、試験終了時に各区の 1 群で生産された鶏卵の卵黄色調を調査した。また、試験開始後 6~7 日、13~14 日および 27~28 日に各群の排泄物を全量採取してバケツ内に貯留し、12 時間後、24 時間後および 48 時間後に、バケツ内の空間部分のアンモニア濃度および硫化水素濃度を測定したのち、排泄物の pH を測定した。さらに、試験開始後 5 日、12 日および 26 日の排泄物の水分含量を測定するとともに、各飼料の窒素および乾物排泄率を算出した。

その結果は、以下のとおりであった。

- 1) DDGS10 % および 20 % 配合飼料を給与した場合の区分け日から試験終了日までの間の体重変動は対照飼料と差がなかったが、DDGS30 % 配合飼料を給与した場合には、体重変動が対照飼料に比べて有意に小さかった。なお、DDGS を 10% 配合した飼料を給与した供試鶏の 1 羽を休産により淘汰したが、その他の個体ではいずれも健康状態

に異常は観察されなかった。

- 2) DDGS 10%配合飼料を給与した場合の産卵率、平均卵重および日産卵量は対照飼料と差がなかった。DDGS を 20%および 30%配合した場合には、試験開始後 2 週以降に産卵率、平均卵重および日産卵量が対照区に比べて低下する傾向を示し、その傾向は DDGS 30%区において顕著であった。
- 3) DDGS を配合した各飼料の摂取量は、いずれの週においても対照飼料と有意差は認められなかった。一方、DDGS を配合した飼料を給与した場合の飼料要求率は、対照飼料に比べてやや劣る傾向を示したが、試験期間を通算した飼料要求率では DDGS を配合した各飼料と対照飼料の間に有意差は認められなかった。
- 4) 鶏卵の卵黄色調は DDGS の配合量の増加にともなって有意に高まった。
- 5) 排泄物から発生したアンモニア濃度には、いずれの時点においても DDGS の配合による影響は見られなかった。硫化水素濃度も 1 および 2 週では DDGS の配合による影響は見られなかったが、4 週では DDGS を配合した場合に濃度が低下する傾向を示し、その傾向は DDGS を 20 および 30%配合した場合に顕著であった。排泄物中の pH は、DDGS の配合量の増加にともなって有意に低下した。
- 6) 排泄物の水分含量は 1 週では各区間に差は見られなかったが、2 および 4 週では DDGS の配合量の増加とほぼ対応して排泄物の水分含量が低下する傾向を示した。各飼料の窒素および乾物排泄率は、DDGS10%配合飼料と対照飼料との間にはほとんど差がなかったが、DDGS 20 および 30%配合飼料の窒素および乾物排泄率は対照飼料より高まる傾向を示した。

1、材料および方法

1) 供試品

全国農業協同組合連合会から購入したトウモロコシ DDGS (以下「DDGS」とする。) を供試した。

2) 供試動物

区分け前 4 週間の産卵率が 82%以上の白色レグホン種採卵鶏 (ジュリア、251 日齢) を 120 羽供試した。なお、供試鶏は区分け後 2 週間、後述する対照飼料を用いて予備飼育を行い、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

DDGS を含まない基礎飼料を給与する対照区と、DDGS を基礎飼料中のトウモロコシおよび大豆粕と置換することにより 10、20 および 30 % 配合し、粗たん白質 (CP)、代謝エネルギー (ME)、非フィチンリン (NpP)、カルシウム (Ca)、メチオニン (Met)、リジン (Lys)、トリプトファン (Trp) およびトレオニン (Thr) 含量がほぼ同一となるよう設計した試験飼料を給与する 3 試験区の計 4 区を設定した。

供試鶏を試験開始前の産卵成績を基に 10 羽を 1 群とした 12 群に区分し、各区に 3 群ずつ割り付けて 4 週間飼育した。

表 1 - 1 供試飼料の配合割合 (%)

原料	DDGSの配合量 (%)			
	対照 (0)	10	20	30
DDGS	—	10.00	20.00	30.00
トウモロコシ	53.37	48.14	43.14	38.06
マイロ	10.00	10.00	10.00	10.00
大豆粕	14.60	9.90	5.00	0.15
ナタネ粕	4.00	4.00	4.00	4.00
魚粉 (CP65%)	1.50	1.50	1.50	1.50
コーングルテンミール	3.00	3.00	3.00	3.00
植物性油脂	3.00	2.90	2.78	2.67
炭酸カルシウム	8.29	8.53	8.76	9.00
リン酸ニ石灰	0.98	0.69	0.41	0.13
食塩	0.25	0.25	0.25	0.25
ビタミンB群 ¹	0.25	0.25	0.25	0.25
ビタミンADE ²	0.25	0.25	0.25	0.25
微量ミネラル ³	0.25	0.25	0.25	0.25
DL-メチオニン	0.09	0.08	0.06	0.05
塩酸L-リジン	0.03	0.11	0.19	0.27
L-トリプトファン	0.03	0.04	0.05	0.06
ビタミンK ₃ 10%製剤	0.01	0.01	0.01	0.01
酸化クロム	0.10	0.10	0.10	0.10

¹ 1kg中；硝酸チアミン 2.0g、リボフラビン 10.0g、塩酸ピリドキシン 2.0g、ニコチン酸アミド 2.0g、Dパントテン酸カルシウム 4.35g、塩化コリン 138.0g、葉酸 1.0g

² 1g中；ビタミンA油 10,000IU、ビタミンD₃油 2,000IU、酢酸dl- α -トコフェロール 10mg

³ 1kg中；マンガン 80g、銅 0.6g、亜鉛 50g、ヨウ素 1g、鉄 6g

⁴ 日本標準飼料成分表 (2009年版) による計算値

各区飼料の配合設計は表 1 に示したとおりであり、CP および ME は日本飼養標準¹⁾による日産卵量 56 g の場合の要求量の 104~105 % 量とし、Lys、Met、Thr および Trp については、それぞれ要求量の 115 % 以上となるように設計した (表 1 - 2)。

また、各供試飼料の設計にあたっては、MEについては日本標準飼料成分表²⁾の値を用い、DDGS、トウモロコシ（加熱圧ぺん）、マイロ、大豆粕、ナタネ粕、魚粉、コーングルテンミールでは、CP、P、Ca、メチオニン（Met）、リジン（Lys）、トリプトファン（Trp）およびトレオニン（Thr）含量を、炭酸カルシウムおよびリン酸二石灰ではPおよびCa含量をそれぞれ事前に分析し（表1-3）、NpPについては、DDGSでは全P中に占めるNpPの割合を90%とみなして分析データに乗じて算出、その他の原料では分析データに日本標準飼料成分表²⁾による全P中に占めるNpPの割合を乗じて算出して各供試飼料の設計を行った。なお、これらの分析は、CP、PおよびCaについては、飼料分析基準³⁾、Met、Lys、TrpおよびThrについてはアミノ酸自動分析計により実施した。

表1-2 供試飼料の設計値

原料	DDGSの配合量 (%)			
	対照 (0)	10	20	30
粗たん白質 (%)	16.1 (104)	16.2 (104)	16.2 (104)	16.2 (105)
代謝エネルギー (kcal/kg)	2,92 (104)	2,92 (104)	2,92 (104)	2,92 (104)
カルシウム (%)	3.60 (108)	3.60 (108)	3.60 (108)	3.60 (108)
非フィチンリン (%)	0.33 (110)	0.33 (110)	0.33 (110)	0.33 (110)
Lys (%)	0.75 (116)	0.76 (116)	0.76 (116)	0.75 (116)
Met (%)	0.38 (114)	0.38 (114)	0.37 (113)	0.38 (115)
Trp (%)	0.20 (116)	0.20 (116)	0.20 (116)	0.19 (114)
Thr (%)	0.60 (132)	0.59 (132)	0.59 (132)	0.58 (130)

表1-3 供試原料の分析値

原料名	CP (%)	P (%)	Ca (%)	Met (%)	Lys (%)	Trp (%)	Thr (%)
DDGS	27.0	0.785	0.025	0.51	0.97	0.21	0.96
トウモロコシ	7.4	0.223	0.0039	0.15	0.20	0.05	0.24
マイロ	8.6	0.289	0.0134	0.14	0.19	0.09	0.28
大豆粕	46.3	0.656	0.341	0.62	2.87	0.62	1.83
ナタネ粕	35.8	1.02	0.654	0.71	2.02	0.50	1.58
魚粉	67.9	2.53	4.25	1.53	4.51	0.66	2.67
コーングルテンミール	66.6	0.521	0.0132	1.71	1.19	0.39	2.27
炭酸カルシウム	—	0.0032	38.5	—	—	—	—
リン酸二石灰	—	17.8	27.3	—	—	—	—

4) 飼育管理

供試鶏は、開放型鶏舎内に設置したヒナ壇式の産卵鶏用単飼ケージで個体管理した。

なお、ケージは区ごとに連続した 10 ケージを用い、各区間には 1 ケージずつ空室を設け、飼料は群毎に不断給与した。飲水は井水を自由飲水させた。光線管理は明期 14 時間 (5:00~19:00)、暗期 10 時間 (19:00~5:00) とした。

2、調査項目

1) 体重および体重の変動ならびに健康状態

区分け日および試験終了日に個体別体重を測定し、その間の変動を調査した。また、毎日の健康状態を個体別に調査した。なお、斃死鶏および淘汰鶏が発生した場合にはその都度剖検して可能な限り原因を究明した。

2) 産卵成績

毎日の産卵状況を個体別に調査し、毎週の産卵率を算出した。また、毎日の卵重を群毎に測定し、平均卵重および日産卵量を算出した。

3) 飼料摂取量および飼料要求率

毎週の飼料摂取量を群毎に調査し、1 日 1 羽あたりの飼料摂取量および飼料要求率を算出した。

4) 卵黄の色調

試験開始後 28 日に生産された鶏卵を採取して室温で 1 日保管したのち、Egg マルチテスタ EMT-5200 (ロボットメーション(株)) を用いて、卵黄色調 [ロシュ・ヨーク カラーファン (RCF) 相当値] を測定した。

5) 排泄物から発生するアンモニアおよび硫化水素濃度ならびに排泄物の pH

試験開始後 1 週 (試験開始後 6~7 日)、2 週 (同 13~14 日) および 4 週 (同 27~28 日) の、朝、昼、夕に群毎に排泄物を全量採取して、その都度ビニールで蓋をしたバケツに貯留して最終採材後 48 時間放置した。最終採材後 12 時間、24 時間および 48 時間に、ガス検知管 (株) ガステック) を用いてバケツ内の空間部分のアンモニア濃度および硫化水素濃度を測定した。さらに、最終採材後 48 時間におけるアンモニア濃度および硫化水素濃度測定後、バケツ内の排泄物を良く混合したのち、pH メーター (本体 D-51、電極 9621C、(株)堀場製作所) を用いて排泄物の pH を測定した。

なお、排泄物を貯留したバケツは、試験開始後 1 週および 2 週では鶏舎内で保管 (試験開始後 1 週: 10.0~15.5 °C、試験開始後 2 週: 4.0~17.5 °C) し、試験開始後 4 週では加温した室内で保管 (16.5~23.0 °C) した。

6) 排泄物の水分ならびに窒素および乾物排泄率

試験開始後 5 日、12 日および 26 日に排泄された供試鶏の排泄物を群毎に全量採材して約 60 °C で通風乾燥後風乾して飼料分析基準³⁾により水分含量を測定した。次いで、飼料の品質表示に係る可消化養分総量又は代謝エネルギーの取扱い⁴⁾で定める方法に準じて各飼料の窒素排泄率および乾物排泄率を算出した。

7) 統計解析

得られたデータについて一元配置法⁵⁾により分散分析し、危険率 5 %以下で有意差が認められた項目については Tukey の多重検定⁵⁾を行って平均値間の差の有意性を確認した。なお、産卵率については角変換⁵⁾を行ったのち解析した。

3、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）

4、試験実施期間

平成 23 年 10 月 27 日～12 月 10 日

5、試験結果

1) 体重の変動および健康状態

区分け日および試験終了日の各群の平均体重およびその間の変動を表 2 に示した。

表 2 体重の変動

項 目	DDGS の配合量 (%)			
	対照 (0)	10	20	30
平均体重 (g/羽)				
区分け日	1666±27	1659±130	1744±16	1655±24
試験終了日	1735±23	1702±132	1796±46	1664±30
変動	70 ^a ±9	44 ^{ab} ±13	52 ^{ab} ±32	9 ^b ±10

注 1) 平均値±標準偏差 (n=3)、2) a-b 異符号間に有意差あり (p < 0.05)

区分け日および試験終了日の平均体重では各区間に有意差が認められなかった。また、DDGS を 10 および 20 %配合した飼料を給与した場合の区分け日から試験終了日までの間の体重変動は、対照飼料と有意差が認められなかった。しかし、DDGS

を 30 %配合した飼料を給与した場合の体重変動は対照飼料に比べて有意に小さかった。

また、DDGS を 10 %配合した飼料を給与した 1 羽 (No.236) が試験開始後 14 日から 6 日間休産したため、その時点で淘汰して剖検を行ったが、主要臓器に肉眼的な異常は観察されなかった。その他の個体では健康状態に異常は観察されなかった。

2) 産卵成績

産卵率、平均卵重および日産卵量を表 3 に示した。

DDGS を 10 %配合した飼料を給与した場合の産卵率、平均卵重および日産卵量は対照飼料と同様に推移し、試験期間中の各通算成績にも差は見られなかった。一方、DDGS を 20 および 30 %配合した飼料を給与した場合には、試験開始後 2 週以降において産卵率、平均卵重および日産卵量が対照区に比べて低下し、その傾向は DDGS を 30 %配合した飼料で顕著であった。しかし、これらの差はいずれも有意ではなかった。

表 3 産卵成績

項目		DDGS の配合量 (%)			
		対照 (0)	10	20	30
産卵率 (%)	1 週	95.7±4.3	95.2±3.5	98.1±0.9	94.3±1.4
	2 週	98.6±1.5	98.6±1.5	96.2±2.2	98.1±2.2
	3 週	98.1±0.9	98.0±1.0	97.2±2.5	96.2±2.2
	4 週	98.6±1.5	99.0±0.9	95.2±0.8	93.3±4.3
	通算	97.7±1.3	97.8±1.0	96.6±0.8	95.5±1.2
平均卵重 (g/個)	1 週	64.5±1.1	64.5±2.5	63.5±2.0	63.1±0.6
	2 週	64.8±0.8	64.5±2.2	63.6±1.7	62.9±0.7
	3 週	64.7±1.4	65.1±1.6	64.0±1.9	63.3±0.3
	4 週	64.8±1.2	65.0±2.1	64.6±1.3	63.9±0.4
	通算	64.7±1.1	64.8±2.1	64.0±1.7	63.3±0.2
日産卵量 (g/日/羽)	1 週	61.8±3.6	61.4±4.5	62.3±2.0	59.5±1.3
	2 週	63.9±1.5	63.6±2.5	61.2±2.9	61.7±2.0
	3 週	63.5±1.9	63.8±1.3	62.2±3.4	60.9±1.3
	4 週	63.8±1.7	64.4±2.5	61.6±1.3	59.6±2.6
	通算	63.3±1.8	63.4±2.6	61.8±2.1	60.4±0.9

注) 平均値±標準偏差 (n=3)

3) 飼料摂取量および飼料要求率

飼料摂取量および飼料要求率を表4に示した。

DDGSを配合した各飼料の摂取量は、いずれの週においても対照飼料と有意差は認められなかった。一方、DDGSを配合した飼料を給与した場合の飼料要求率は、対照飼料に比べてやや劣る傾向を示し、4週においてはDDGSを30%配合した飼料を給与した場合の飼料要求率は対照飼料より有意に劣ったが、試験期間を通算した飼料要求率では、DDGSを配合した各飼料と対照飼料の間に有意差は認められなかった。

表4 飼料摂取量および飼料要求率

項目	DDGSの配合量 (%)				
	対照 (0)	10	20	30	
飼料摂取量 (g/日/羽)	1週	116.2±3.8	118.2±7.2	120.4±5.7	118.0±2.1
	2週	114.3±3.3	115.8±4.8	117.8±3.7	117.3±0.9
	3週	111.9±1.9	112.2±11.0	118.3±6.6	113.9±2.2
	4週	114.6±2.4	119.4±8.4	118.5±5.1	117.0±1.3
	通算	114.3±2.1	116.4±7.4	118.8±5.2	116.6±1.0
飼料要求率	1週	1.88±0.05	1.93±0.08	1.93±0.03	1.99±0.08
	2週	1.79±0.08	1.82±0.08	1.93±0.10	1.90±0.06
	3週	1.76±0.06	1.76±0.16	1.90±0.08	1.87±0.06
	4週	1.80 ^a ±0.01	1.85 ^{ab} ±0.07	1.93 ^{ab} ±0.05	1.96 ^b ±0.07
	通算	1.81±0.03	1.84±0.10	1.92±0.05	1.93±0.04

注1) 平均値±標準偏差 (n=3)、2) a-b 異符号間に有意差あり (p<0.05)

4) 卵黄色調

試験終了日に採材した鶏卵の卵黄色調は表5に示したとおりであって、DDGSの配合量の増加にともなって卵黄の色調が有意に高まった。

表5 卵黄色調

対照 (0)	DDGSの配合量 (%)		
	10	20	30
5.7±0.5 ^a	6.2 ^{ab} ±0.6	6.9 ^{bc} ±0.3	7.3 ^c ±0.8

注1) 平均値±標準偏差 (n=3)、2) a-c 異符号間に有意差あり (p<0.05)

5) 排泄物から発生するアンモニアおよび硫化水素濃度ならびに排泄物の pH

排泄物から発生するアンモニアおよび硫化水素濃度ならびに排泄物の pH を表 6 に示した。

表 6 排泄物から発生したアンモニアおよび硫化水素濃度 (ppm) および排泄物の pH

項目	調査時点	DDGS の配合量 (%)					
		対照 (0)	10	20	30		
アンモニア (ppm)	1 週	12 時間後	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
		24 時間後	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
		48 時間後	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
	2 週	12 時間後	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
		24 時間後	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
		48 時間後	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
	4 週	12 時間後	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	
		24 時間後	< 0.5~0.5	< 0.5	< 0.5~0.5	< 0.5	
		48 時間後	< 0.5~0.9	< 0.5	< 0.5~0.5	< 0.5~0.5	
	硫化水素 (ppm)	1 週	12 時間後	0.5±0.0	1.3±0.3	1.3±0.5	1.3±0.6
			24 時間後	0.4±0.1	1.3±0.4	1.3±0.6	1.2±0.4
			48 時間後	3.6±2.5	4.9±1.7	2.8±1.3	3.1±1.0
2 週		12 時間後	1.1±0.5	1.5±0.6	1.2±0.2	1.3±0.3	
		24 時間後	0.5±0.4	0.7±0.3	0.5±0.2	0.6±0.2	
		48 時間後	0.7±0.8	0.7±0.3	0.5±0.3	0.7±0.4	
4 週		12 時間後	13.8± 9.8	8.5± 1.8	8.8± 1.8	10.0± 3.1	
		24 時間後	90.8±87.4	38.3±12.6	28.7±11.0	33.3± 7.6	
		48 時間後	76.7±68.3	98.3±52.5	69.3±46.8	58.3±38.2	
pH		1 週	48 時間後	6.43 ^b ±0.07	6.35 ^{ab} ±0.30	6.02 ^{ab} ±0.11	5.97 ^a ±0.12
		2 週	48 時間後	6.42 ^b ±0.05	6.58 ^b ±0.06	6.34 ^{ab} ±0.14	6.08 ^a ±0.12
		4 週	48 時間後	6.64 ^c ±0.23	6.31 ^c ±0.06	6.14 ^b ±0.03	5.75 ^a ±0.10

注 1) アンモニア測定における検出限界 ; 0.5 ppm、2) 平均値±標準偏差 (n=3)、3) a-c 異符号間に有意差あり (p < 0.05)

アンモニアは、排泄物を鶏舎内で保管した 1 および 2 週では、いずれの時点においても検出されなかった (検出限界 0.5ppm)。また、排泄物を加温した室内で保管した 4 週においても 12 時間保管した場合にはアンモニアは検出されず、24 あるいは 48 時間保管した場合でも各区の 3 群中 1 群で 0.5~0.9 ppm 程度検出されたのみであった。

硫化水素濃度は、1 および 2 週では全般的に低い値を示し、DDGS を配合した各飼料を給与した場合と対照飼料との間でほとんど差が見られなかった。一方、4 週では、いずれの時点においても、DDGS を配合した各飼料を給与した場合に硫化水素濃度が低下する傾

向を示し、DDGS を 20 および 30 % 配合した場合には低下傾向が顕著であった。しかし、これらの差はいずれも有意ではなかった。

排泄物中の pH は、DDGS の配合量の増加にともなって有意に低下した。

6) 排泄物の水分含量ならびに各飼料の窒素排泄率および乾物排泄率

排泄物の水分含量ならびに各飼料の窒素排泄率および乾物排泄率を表 7 に示した。

排泄物の水分含量は、1 週では各区間に差は見られなかったが、2 および 4 週では DDGS の配合量の増加とほぼ対応して排泄物の水分含量が低下する傾向を示し、4 週において DDGS を 20 および 30 % 配合した飼料を給与した場合の排泄物の水分含量は対照飼料に比べて有意に低下した。

各飼料の窒素および乾物排泄率は、2 週の乾物排泄率を除く各時点においては、DDGS を 10 % 配合した飼料の窒素および乾物排泄率は対照飼料との間に有意差がなかった。しかし、DDGS を 20 および 30 % 配合した飼料では、いずれの時点においても窒素および乾物排泄率が高まる傾向を示し、2 週の窒素排泄率を除く各時点において対照飼料との間に有意差が認められた。

表 7 排泄物の水分含量ならびに各飼料の窒素排泄率および乾物排泄率

項目	調査時点	DDGS の配合量 (%)			
		対照 (0)	10	20	30
排泄物の水分含量 (%)	1 週	78.2±0.5	78.0±1.1	76.4±0.7	79.9±3.3
	2 週	78.1±0.1	77.7±1.1	76.2±0.7	76.6±1.3
	4 週	78.8 ^b ±0.7	78.1 ^{ab} ±1.1	76.5 ^a ±0.1	76.3 ^a ±0.7
窒素排泄率 (%)	1 週	52.9 ^a ±5.5	55.3 ^{ab} ±3.8	62.8 ^{bc} ±0.9	66.6 ^c ±1.9
	2 週	54.1±4.4	60.2±6.1	61.7±6.3	63.7±4.4
	4 週	52.6 ^a ±4.5	52.9 ^a ±2.3	59.3 ^b ±2.5	59.1 ^b ±1.8
乾物排泄率 (%)	1 週	26.4 ^a ±1.0	28.0 ^a ±0.9	32.4 ^b ±0.5	36.6 ^c ±0.8
	2 週	26.9 ^a ±1.1	31.2 ^b ±1.6	32.3 ^b ±0.8	35.9 ^c ±1.2
	4 週	26.7 ^a ±1.0	28.0 ^a ±0.6	30.6 ^b ±0.6	33.3 ^c ±0.9

注 1) 平均値±標準偏差 (n=3)、2) a-c 異符号間に有意差あり (p < 0.05)

7、参考文献

- 1) 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構編；日本飼養標準・家禽 (2004 年版)、中央畜産会、東京 (2004)

- 2) 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）、中央畜産会、東京（2001）成分表
- 3) 飼料分析基準；平成20年4月1日付け19消安第14729号、農林水産省消費・安全局長通知
- 4) 飼料及び飼料添加物の成分規格等に関する省令の一部を改正する省令等の施行について、別記3. 飼料の品質表示に係る可消化養分総量又は代謝エネルギーの取扱い；昭和56年7月27日付け56畜B第1594号、農林水産省畜産局長・水産庁長官通知
- 5) 吉田 實；畜産を中心とする実験計画法、養賢堂、東京（1983）

付表 1 - 1 個体別体重および体重の変動

DDGS 配合量 (%)	群	個体 番号	体 重 (g)		変動 (g)	
			区分け日	終了日		
対照 (0)	1	34	1625	1681	56	
		35	1729	1862	133	
		36	1606	1604	-2	
		37	1818	1879	61	
		38	1690	1736	46	
		39	1818	1792	-26	
		40	1323	1367	44	
		41	1409	1600	191	
		42	1842	2005	163	
		43	1738	1851	113	
		平均	1660	1738	78	
		2	174	1469	1483	14
			175	1675	1732	57
			176	1455	1468	13
			177	1680	1852	172
			178	1731	1866	135
			179	1698	1786	88
			180	1760	1710	-50
			181	1710	1838	128
			182	1545	1616	71
			183	1682	1758	76
		平均	1641	1711	70	
		3	244	1895	1974	79
			245	1658	1716	58
			246	1772	1802	30
			247	1721	1861	140
			248	1874	1881	7
			249	1591	1675	84
			250	1500	1567	67
			251	1579	1663	84
	252		1618	1676	58	
	253		1748	1753	5	
	平均	1696	1757	61		
	区平均	1666	1735	70		

付表 1 - 2 個体別体重および体重の変動

DDGS 配合量 (%)	群	個体 番号	体 重 (g)		変動 (g)
			区分け日	終了日	
10	1	23	1775	1953	178
		24	1732	1759	27
		25	1531	1560	29
		26	1561	1514	-47
		27	1747	1712	-35
		28	1491	1577	86
		29	1405	1494	89
		30	1298	1311	13
		31	1496	1476	-20
		32	1489	1496	7
		平均	1553	1585	33
	2	163	1603	1629	26
164		1941	2020	79	
165		1931	1953	22	
166		1861	1866	5	
167		2061	2081	20	
168		1458	1545	87	
169		1845	1943	98	
170		1842	1861	19	
171		1770	1811	41	
172		1728	1740	12	
平均		1804	1845	41	
3	233	1580	1673	93	
	234	1588	1586	-2	
	235	1648	1660	12	
	236*	1719	淘汰	—	
	237	1488	1547	59	
	238	1658	1673	15	
	239	1587	1654	67	
	240	1556	1653	97	
	241	1526	1618	92	
	242	1936	2029	93	
平均	1619	1677	58		
区平均		1659	1702	44	

*: No.236 は、淘汰したため開始時に遡って平均値から除外した

付表 1 - 3 個体別体重および体重の変動

DDGS 配合量 (%)	群	個体 番号	体 重 (g)		変動 (g)
			区分け日	終了日	
20	1	12	1631	1607	-24
		13	1796	1890	94
		14	1620	1673	53
		15	1672	1738	66
		16	1653	1808	155
		17	1960	2093	133
		18	2011	1988	-23
		19	1782	1942	160
		20	1682	1800	118
		21	1698	1781	83
		平均	1751	1832	82
	2	152	1673	1668	-5
		153	1990	1974	-16
		154	1988	2116	128
		155	1774	1956	182
		156	1772	1833	61
		157	1876	1922	46
		158	1550	1574	24
		159	1562	1546	-16
		160	1833	1904	71
		161	1534	1613	79
	平均	1755	1811	55	
	3	222	1760	1726	-34
		223	1819	1891	72
		224	1901	1906	5
		225	1804	1708	-96
		226	1699	1811	112
		227	1418	1489	71
		228	1776	1814	38
		229	1725	1780	55
230		1720	1656	-64	
231		1624	1656	32	
平均	1725	1744	19		
区平均	1744	1796	52		

付表 1 - 4 個体別体重および体重の変動 (g)

DDGS 配合量 (%)	群	個体 番号	体 重 (g)		変動 (g)	
			区分け日	終了日		
30	1	1	1755	1760	5	
		2	1459	1596	137	
		3	1972	2104	132	
		4	1535	1446	-89	
		5	1474	1474	0	
		6	1655	1666	11	
		7	1786	1739	-47	
		8	1776	1734	-42	
		9	1600	1625	25	
		10	1620	1699	79	
		平均	1663	1684	21	
		2	141	1498	1483	-15
			142	1809	1759	-50
			143	1820	1852	32
			144	1375	1434	59
			145	1649	1611	-38
			146	1596	1613	17
			147	1724	1780	56
			148	1514	1484	-30
			149	1741	1770	29
			150	1555	1503	-52
		平均	1628	1629	1	
		3	211	1621	1714	93
			212	1623	1555	-68
			213	1799	1612	-187
			214	1615	1630	15
			215	1659	1758	99
			216	1887	1930	43
			217	1965	1896	-69
			218	1539	1617	78
	219		1497	1553	56	
	220		1543	1519	-24	
	平均	1675	1678	4		
	区平均	1655	1664	9		

付表2 産卵率 (%)

DDGS 配 合量 (%)	群	予備飼育期間	試験期間				
			1 週	2 週	3 週	4 週	通算
対照 (0)	1	97.1	100.0	100.0	98.6	97.1	98.9
	2	98.6	91.4	98.6	97.1	98.6	96.4
	3	98.6	95.7	97.1	98.6	100.0	97.9
	平均	98.1	95.7	98.6	98.1	98.6	97.7
10	1	96.4	91.4	98.6	98.6	98.6	96.8
	2	100.0	95.7	97.1	98.6	100.0	97.9
	3	96.0	98.4	100.0	96.8	98.4	98.8
	平均	97.5	95.2	98.6	98.0	99.0	97.8
20	1	98.6	98.6	95.7	98.6	95.7	97.1
	2	99.3	97.1	98.6	98.6	94.3	97.1
	3	95.0	98.6	94.3	94.3	95.7	95.7
	平均	97.6	98.1	96.2	97.2	95.2	96.6
30	1	99.3	92.9	98.6	94.3	94.3	95.0
	2	97.1	94.3	100.0	95.7	97.1	96.8
	3	98.6	95.7	95.7	98.6	88.6	94.6
	平均	98.3	94.3	98.1	96.2	93.3	95.5

付表3 平均卵重 (g/個)

DDGS 配 合量 (%)	群	予備飼育期間	試験期間				
			1 週	2 週	3 週	4 週	通算
対照 (0)	1	64.1	65.0	65.6	65.2	65.2	65.3
	2	62.5	63.3	64.1	63.2	63.4	63.5
	3	64.3	65.3	64.7	65.8	65.7	65.4
	平均	63.6	64.5	64.8	64.7	64.8	64.7
10	1	60.8	61.6	62.0	63.3	62.7	62.4
	2	65.3	66.2	65.5	65.8	66.8	66.1
	3	64.3	65.7	66.0	66.3	65.5	65.9
	平均	63.5	64.5	64.5	65.1	65.0	64.8
20	1	65.1	65.3	64.4	65.5	65.9	65.3
	2	63.3	63.8	64.8	64.6	64.6	64.5
	3	62.2	61.4	61.6	61.9	63.4	62.1
	平均	63.5	63.5	63.6	64.0	64.6	64.0
30	1	62.9	63.1	62.6	63.2	63.4	63.1
	2	63.3	62.5	63.7	63.6	64.0	63.5
	3	63.6	63.6	62.5	63.0	64.2	63.3
	平均	63.3	63.1	62.9	63.3	63.9	63.3

付表4 日産卵量 (g/羽/日)

DDGS 配 合量 (%)	群	予備飼育期間	試験期間				
			1 週	2 週	3 週	4 週	通算
対照 (0)	1	62.2	65.0	65.6	64.3	63.3	64.6
	2	61.6	57.9	63.2	61.4	62.5	61.2
	3	63.4	62.5	62.8	64.9	65.7	64.0
	平均	62.4	61.8	63.9	63.5	63.8	63.3
10	1	58.6	56.3	61.1	62.4	61.8	60.4
	2	65.3	63.4	63.6	64.9	66.8	64.7
	3	61.7	64.6	66.0	64.2	64.5	65.1
	平均	61.9	61.4	63.6	63.8	64.4	63.4
20	1	64.2	64.4	61.6	64.6	63.1	63.4
	2	62.9	61.9	63.9	63.7	60.9	62.6
	3	59.1	60.5	58.1	58.4	60.7	59.4
	平均	62.1	62.3	61.2	62.2	61.6	61.8
30	1	62.5	58.6	61.7	59.6	59.8	59.9
	2	61.5	58.9	63.7	60.9	62.1	61.5
	3	62.7	60.9	59.8	62.1	56.9	59.9
	平均	62.2	59.5	61.7	60.9	59.6	60.4

付表5 飼料摂取量の推移 (g/羽/日)

DDGS 配 合量 (%)	群	予備飼育期間	試験期間				
			1 週	2 週	3 週	4 週	通算
対照 (0)	1	116.0	119.0	113.2	114.0	113.7	115.0
	2	115.4	111.9	111.7	111.1	112.8	111.9
	3	114.5	117.6	118.0	110.5	117.4	115.9
	平均	115.3	116.2	114.3	111.9	114.6	114.3
10	1	102.5	111.0	111.6	109.6	112.6	111.2
	2	113.4	125.4	121.1	124.3	128.7	124.9
	3	104.5	118.2	114.7	102.7	116.8	113.1
	平均	106.8	118.2	115.8	112.2	119.4	116.4
20	1	119.2	126.8	122.1	125.8	123.5	124.6
	2	108.3	118.5	115.7	115.6	118.7	117.1
	3	102.8	115.9	115.6	113.4	113.4	114.6
	平均	110.1	120.4	117.8	118.3	118.5	118.8
30	1	113.4	119.3	118.3	115.8	117.0	117.6
	2	101.7	119.1	116.8	111.5	118.2	116.4
	3	104.5	115.6	116.8	114.5	115.7	115.7
	平均	106.5	118.0	117.3	113.9	117.0	116.6

付表 6 飼料要求率の推移

DDGS 配 合量 (%)	群	予備飼育期間	試験期間				
			1 週	2 週	3 週	4 週	通算
対照 (0)	1	1.86	1.83	1.73	1.77	1.80	1.78
	2	1.87	1.93	1.77	1.81	1.80	1.83
	3	1.81	1.88	1.88	1.70	1.79	1.81
	平均	1.85	1.88	1.79	1.76	1.80	1.81
10	1	1.75	1.97	1.83	1.76	1.82	1.84
	2	1.74	1.98	1.90	1.92	1.93	1.93
	3	1.69	1.83	1.74	1.60	1.81	1.74
	平均	1.73	1.93	1.82	1.76	1.85	1.84
20	1	1.86	1.97	1.98	1.95	1.96	1.97
	2	1.72	1.91	1.81	1.81	1.95	1.87
	3	1.74	1.92	1.99	1.94	1.87	1.93
	平均	1.77	1.93	1.93	1.90	1.93	1.92
30	1	1.81	2.04	1.92	1.94	1.96	1.96
	2	1.65	2.02	1.83	1.83	1.90	1.89
	3	1.67	1.90	1.95	1.84	2.03	1.93
	平均	1.71	1.99	1.90	1.87	1.96	1.93

附表7 卵黄色調

DDGS 配合量 (%)	個体番号	卵黄色調 (RCF 相当値)
対照 (0)	34	6
	35	6
	36	6
	37	6
	38	6
	39	6
	40	5
	41	5
	42	5
	43	6
		平均
10	23	7
	24	7
	25	6
	26	5
	27	6
	28	6
	29	7
	30	6
	31	6
	32	6
		平均
20	12	7
	13	7
	14	7
	15	7
	16	7
	17	6
	18	7
	19	7
	20	7
	21	7
		平均
30	1	7
	2	8
	3	8
	4	7
	5	8
	6	6
	7	8
	8	8
	9	6
	10	7
		平均

付表 8 - 1 排泄物のアンモニアおよび硫化水素濃度ならびに排泄物の pH (試験開始後 1 週)

DDGS 配 合量 (%)	群	アンモニア (ppm)			硫化水素 (ppm)			pH (48 時間 後)
		12 時 間後	24 時 間後	48 時 間後	12 時 間後	24 時 間後	48 時 間後	
対照 (0)	1	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.5	3.7	6.43
	2	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.5	6.0	6.50
	3	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.3	1.0	6.36
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.4	3.6	6.43
10	1	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	1.3	6.3	6.32
	2	<0.5	<0.5	<0.5	1.6	1.7	5.4	6.07
	3	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	1.0	3.0	6.66
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	1.3	4.9	6.35
20	1	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	1.0	2.3	6.14
	2	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	1.0	1.8	5.92
	3	<0.5	<0.5	<0.5	1.9	2.0	4.2	6.00
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	1.3	2.8	6.02
30	1	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	1.0	3.7	6.06
	2	<0.5	<0.5	<0.5	2.0	1.7	3.6	6.02
	3	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	1.0	2.0	5.84
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	1.2	3.1	5.97

注) アンモニア測定における検出限界 ; 0.5 ppm

付表 8 - 2 排泄物のアンモニアおよび硫化水素濃度ならびに排泄物の pH (試験開始後 2 週)

DDGS 配 合量 (%)	群	アンモニア (ppm)			硫化水素 (ppm)			pH (48 時間 後)
		12 時 間後	24 時 間後	48 時 間後	12 時 間後	24 時 間後	48 時 間後	
対照 (0)	1	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	0.3	0.3	6.42
	2	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	0.2	0.2	6.37
	3	<0.5	<0.5	<0.5	1.7	0.9	1.7	6.46
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	1.1	0.5	0.7	6.42
10	1	<0.5	<0.5	<0.5	1.0	0.5	0.6	6.56
	2	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	0.7	0.5	6.53
	3	<0.5	<0.5	<0.5	2.2	1.0	1.0	6.65
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	1.5	0.7	0.7	6.58
20	1	<0.5	<0.5	<0.5	1.4	0.5	0.5	6.17
	2	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	0.4	0.3	6.42
	3	<0.5	<0.5	<0.5	1.1	0.7	0.8	6.42
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	1.2	0.5	0.5	6.34
30	1	<0.5	<0.5	<0.5	1.6	0.8	1.2	6.04
	2	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	0.5	0.5	5.98
	3	<0.5	<0.5	<0.5	1.1	0.4	0.5	6.21
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	1.3	0.6	0.7	6.08

注) アンモニア測定における検出限界 ; 0.5 ppm

付表 8 - 3 排泄物のアンモニアおよび硫化水素濃度ならびに排泄物の pH (試験開始後 4 週)

DDGS 配 合量 (%)	群	アンモニア (ppm)			硫化水素 (ppm)			pH (48 時間 後)
		12 時 間後	24 時 間後	48 時 間後	12 時 間後	24 時 間後	48 時 間後	
対照 (0)	1	<0.5	<0.5	<0.5	6.5	57.5	65.0	6.86
	2	<0.5	<0.5	0.9	25.0	190.0	150.0	6.41
	3	<0.5	0.5	<0.5	10.0	25.0	15.0	6.65
	平均	<0.5	<0.5~ 0.5	<0.5~ 0.9	13.8	90.8	76.7	6.64
10	1	<0.5	<0.5	<0.5	8.0	25.0	45.0	6.24
	2	<0.5	<0.5	<0.5	7.0	40.0	100.0	6.35
	3	<0.5	<0.5	<0.5	10.5	50.0	150.0	6.35
	平均	<0.5	<0.5	<0.5	8.5	38.3	98.3	6.31
20	1	<0.5	<0.5	<0.5	8.8	35.0	92.5	6.16
	2	<0.5	0.5	0.5	7.0	16.0	15.5	6.15
	3	<0.5	<0.5	<0.5	10.5	35.0	100.0	6.11
	平均	<0.5	<0.5~ 0.5	<0.5~ 0.5	8.8	28.7	69.3	6.14
30	1	<0.5	<0.5	0.5	7.5	25.0	25.0	5.73
	2	<0.5	<0.5	<0.5	13.5	40.0	50.0	5.66
	3	<0.5	<0.5	<0.5	9.0	35.0	100.0	5.85
	平均	<0.5	<0.5	<0.5~ 5.0	10.0	33.3	58.3	5.75

注) アンモニア測定における検出限界 ; 0.5 ppm

付表 9 - 1 排泄物の分析値、窒素排泄率および乾物排泄率 (試験開始後 1 週)

DDGS 配合量 (%)	群	水分 (%)	N (DM、%)	Cr ₂ O ₃ (DM、%)	N 排泄率 (%)	DM 排泄率 (%)
対照 (0)	飼料	—	2.91	0.105	—	—
	排泄物 1 群	78.7	5.68	0.415	49.4	25.3
	排泄物 2 群	78.2	5.48	0.395	50.1	26.6
	排泄物 3 群	77.8	6.34	0.386	59.3	27.2
	平均	78.2	—	—	52.9	26.4
10	飼料	—	2.96	0.103	—	—
	排泄物 1 群	78.6	5.78	0.373	53.9	28.2
	排泄物 2 群	78.6	6.25	0.365	59.6	28.8
	排泄物 3 群	76.7	5.85	0.389	52.3	27.0
	平均	78.0	—	—	55.3	28.0
20	飼料	—	2.95	0.105	—	—
	排泄物 1 群	76.9	5.82	0.326	63.5	32.2
	排泄物 2 群	76.8	5.68	0.327	61.8	32.1
	排泄物 3 群	75.6	5.63	0.318	63.0	33.0
	平均	76.4	—	—	62.8	32.4
30	飼料	—	2.97	0.107	—	—
	排泄物 1 群	79.2	5.44	0.288	68.1	36.5
	排泄物 2 群	83.5	5.24	0.293	64.4	35.8
	排泄物 3 群	77.1	5.24	0.281	67.2	37.4
	平均	79.9	—	—	66.6	36.6

付表 9 - 2 排泄物の分析値、窒素排泄率および乾物排泄率 (試験開始後 2 週)

DDGS 配合量 (%)	群	水分 (%)	N (DM、%)	Cr ₂ O ₃ (DM、%)	N 排泄率 (%)	DM 排泄率 (%)
対照 (0)	飼料	—	2.91	0.105	—	—
	排泄物 1 群	78.0	6.05	0.378	57.8	27.8
	排泄物 2 群	78.2	5.57	0.408	49.3	25.7
	排泄物 3 群	78.0	5.89	0.385	55.2	27.3
	平均	78.1	—	—	54.1	26.9
10	飼料	—	2.96	0.103	—	—
	排泄物 1 群	79.0	5.93	0.322	64.1	32.6
	排泄物 2 群	77.4	6.07	0.334	63.2	31.4
	排泄物 3 群	76.8	5.44	0.356	53.2	29.5
	平均	77.7	—	—	60.2	31.2
20	飼料	—	2.95	0.105	—	—
	排泄物 1 群	75.5	6.02	0.318	67.4	33.0
	排泄物 2 群	76.4	5.69	0.323	62.7	32.5
	排泄物 3 群	76.8	5.14	0.333	54.9	31.5
	平均	76.2	—	—	61.7	32.3
30	飼料	—	2.97	0.107	—	—
	排泄物 1 群	75.7	5.02	0.302	59.9	34.8
	排泄物 2 群	78.1	5.14	0.295	62.8	35.6
	排泄物 3 群	76.1	5.36	0.282	68.5	37.2
	平均	76.6	—	—	63.7	35.9

付表 9 - 3 排泄物中の水分含量、窒素排泄率および乾物排泄率 (試験開始後 4 週)

DDGS 配合量 (%)	群	水分 (%)	N (DM、%)	Cr ₂ O ₃ (DM、%)	N 排泄率 (%)	DM 排泄率 (%)
対照 (0)	飼料	—	2.91	0.105	—	—
	排泄物 1 群	78.1	5.91	0.386	55.2	27.2
	排泄物 2 群	79.4	5.39	0.410	47.4	25.6
	排泄物 3 群	78.8	5.85	0.383	55.1	27.4
	平均	78.8	—	—	52.6	26.7
10	飼料	—	2.96	0.103	—	—
	排泄物 1 群	79.2	5.42	0.367	51.4	28.6
	排泄物 2 群	77.0	5.64	0.379	51.8	27.7
	排泄物 3 群	78.0	6.07	0.380	55.6	27.6
	平均	78.1	—	—	52.9	28.0
20	飼料	—	2.95	0.105	—	—
	排泄物 1 群	76.4	5.79	0.343	60.1	30.6
	排泄物 2 群	76.5	6.03	0.350	61.3	30.0
	排泄物 3 群	76.5	5.37	0.338	56.5	31.1
	平均	76.5	—	—	59.3	30.6
30	飼料	—	2.97	0.107	—	—
	排泄物 1 群	76.8	5.18	0.306	61.0	34.3
	排泄物 2 群	76.5	5.07	0.318	57.4	33.0
	排泄物 3 群	75.5	5.26	0.321	59.0	32.7
	平均	76.3	—	—	59.1	33.3