

家禽用ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブルの栄養価

Nick Dale、及び Amy Batal

ジョージア大学

家禽科学部

アセンズ、ジョージア GA 30602

電話：(706) 542-9151

ndale@uga.edu, batal@uga.edu

ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブル(DDGS)の供給量が劇的に増加して飼料原料市場に参入してきたことは、飼料産業界では今や広く知られている。この飼料原料の歴史に関心があれば、関連する学会誌、会議、特にジスチラーズ飼料会議、の議事録双方に、多くの科学文献が存在する。1970年に、M.L. Scott博士は、“ブロイラー用ジスチラーズ飼料に関する25年間の研究”(1)という論文を発表した。Scott博士の他にも当時の多くの優れた家禽栄養学者たちがこの飼料原料使用の研究に熱心で、この中にはG.F. Combs, Sr. (2)、T.D. Runnels (3)、R.H. Harms (4)、L.S. Jensen (5.6)によるものがある。この期間の論文は産卵雌鳥の試験について報じ、卵生産、卵の大きさ、卵内部の品質、肝臓への脂肪の蓄積へのDDGSの影響を研究している。Cromwellら(7)は、DDGSの給餌特性について報告している。しかし、この数十年間ではDDGSは、家禽産業の劇的な伸びにもかかわらず、ブロイラーや産卵鶏の飼料原料には極く稀にしか使われていない。DDGSへの関心の欠如は、供給が比較的少ないことに起因していると言えよう。反芻動物飼料での乾燥の必要のない競合的使用、時に起こる一貫性に欠けた組成への懸念もその原因であろう。数十年前に利用可能であったDDGSはアルコールの商業生産に加え、主として種々穀物の発酵に基づいた飲料産業に由来した。

近年になって、エタノール生産を奨励する政策がDDGSの莫大な生産増を刺激することとなった。現在益々多く利用されるようになったこの飼料原料は数十年以前のものとは異なっており、殆ど全てトウモロコシから得られ、あまり高温でない条件下で乾燥される。この“新世代”DDGSの飼料としての価値を測定する初期の研究はミネソタ大学が中心になって行われ、そこではNollらが七面鳥飼料での使用を研究した(8)。一方豚の栄養付与を専門とするShursonは、優れたホームページ(www.ddgs.omn.edu)開発の指導的役割を果たし、単胃動物と反芻動物両方についてのDDGS研究の現在の情報を提供している。Roberson(9)は最近、雌の七面鳥の飼育と仕上げでのDDGS使用を研究している。

ジョージア大学での **DDGS** についての研究は 2 つの領域に焦点を当てている。1 つは現在生産されている **DDGS** の栄養組成の評価、もう 1 つはこの原料のブロイラーと産卵鶏飼料での使用試験である。

DDGS の栄養分の評価

特に断らぬ限り、この研究は中西部の種々の工場から得られた明るい色の **DDGS** サンプルについて行われた。**TME_n** 検定を使って **DDGS** のエネルギー値を求めた所、平均 **2820kcal/kg (1310kcal/lb)** であった。この値は、粗タンパク質含量が約 **27%**、脂肪 **10%**、粗繊維素 **6%**、灰分 **4%**、乾燥物 **89%** のサンプルについてのものである。これに似た **DDGS** 組成の多くの成分はトウモロコシのそれのおおよそ **3** 倍であることに注意されたい。穀物の **1/3** は **CO₂** として失われ、次の **1/3** はエタノールに変換され、残りの **1/3** が **DDGS** として濃縮されることから見て、このことは予期できるものである。即ち、脂質含量が約 **10%** で、トウモロコシ穀粒で予期される値の約 **3** 倍である。タンパク質はトウモロコシの場合の **3** 倍を幾分超えており、これは多分、この製品で予期できる発酵過程からの微生物タンパク質の存在の反映であろう。

上述の如く、**DDGS** の平均 **TME** は **2880kcal/kg** であった。しかし、これら分析が成獣実験動物について実施されたことを考えると、下記の試験についての飼料を処方する際、安全のための余裕をもつように、エネルギー量を **100kcal/kg** だけ任意に減らした。

アミノ酸の組成と必須アミノ酸の消化率%を表-1 に示す。消化率は盲腸切除の雄鶏を用いて測定した。雛鳥の成育研究も進めて、傾斜比法(**slope-ratio methodology**)を用いて **DDGS** 中の生物的に利用可能なリジンを推定した。**75** から **80%** という利用度は納得がいくように考えられる。これはトウモロコシ粒中のリジン利用度よりも僅かに低い、**DDGS** を乾燥させることによる消化率の僅かな損失の反映であろう。最近の研究によると、暗い色の **DDGS** は表-1 記載のものよりもリジン利用度が低い、これは乾燥工程中の加熱が加わるためであろう (**10**)。

大抵のプラントの原料における有効リンの含量は約 **33%** と推定される。しかし、発酵過程では微生物がフィターゼを合成して自身の代謝要求を満たすためにリンを利用するので、発酵容器は反芻胃のような働きをしてリンの利用度を改善するものと仮定できよう。**DDGS** の幾つかのサンプルでリン全量とそのフィチン酸塩を測定した結果、これらサンプル中ではフィチン酸リンは全リンの **37%** しか無いことが判った。これは、この飼料原料についてリン利用度が **60%** を超えることを示唆している。実際この事は後にブロイラーの雛で再び傾斜比法を用いて確かめられた。

DDGS 組成中での予期せざる変動源はナトリウムである (11)。DDGS メーカーによると、DDGS 製造中の発酵過程でも乾燥過程でも、ナトリウム源がかなり添加される事はないという。上述の栄養物が 3 倍濃度と仮定すると、またトウモロコシはほぼ 0.03% のナトリウムを含むとすると、DDGS 中には 0.10% のナトリウムがあることになる。事実、多くのサンプルはこれだけの濃度を含む。しかし、特に暗い色のサンプルでは、0.25 から 0.58% のナトリウムを含むものがある。これらのサンプルのナトリウムが何に由来するのかは明確ではないが、ソリュブル部分に関係すると思われる。ナトリウム価はかなりの幅で変動するので、このミネラル成分の分析を新規の供給業者からの製品が処方用に入る度に実施すべきことを強くお勧めする。

ブロイラーでの研究

飼料原料の栄養組成が妥当な範囲で測定されたならば、その飼料原料が実際の飼育条件下で充分機能するかを測定する研究に取りかかることができる。この種の研究では、既知の反栄養的因子やその他の懸念事項を示すものがない限り、含有量が低いもので試験しても得られるものは少ない。1 から 4% の含有で、プラスであろうがマイナスであろうが何らかの効果が実験条件下で観察されることは非常に起こりにくい。むしろ、ブロイラーや産卵鶏の研究では、推薦しうる最大の含有レベルを決定することが実験の目的であった。この観点から、この飼料原料を商業的に利用する事に関心のある者はどの時点で使用し始めるか、どこまで含有量を上げてリスクが少なくてすむかを推定しうる。

最初の 1 組の研究では、雛を 18 日齢まで育て、その間高濃度 (3200kcal/kg, 22.5% タンパク質) 又は低濃度 (3000kcal/kg, 20% タンパク質) の給餌で、0 又は 15% の DDGS を与えた。この 2 x 2 要因試験の結果は表-2 に示してある。増体重と飼料要求率は両方とも高濃度給餌で顕著に改善したが、DDGS の効果はどちらの場合もどの生産的パラメーターについても認められなかった。この結果に基づいて、0、6、12、18% の DDGS を用いて 42 日間の成長試験を行った。この飼料の栄養組成は、この業界で現在用いられているものと非常に類似していた。雛についての一般的な成績を表-3 に示す。体重と飼料要求率共に、18% レベルの DDGS によりマイナスの影響を受けるが、一方初期の 12% レベルでは影響は僅かに落ちた。6% レベルの含有では何の効果もなかった。成長段階では、どの含有レベルでも顕著な違いは見られなかった。初期を一旦過ぎると、雛は DDGS の高いレベルでもこれを有効に使える事を示している。12% の DDGS は明らかに優れた効果があったが、18% で育った雛の成長速度は数値的には低下した。しかし顕著に低下したわけではなかった。

これらのデータから控えめな推奨をしてみると、6% DDGS は雛の飼料で安全に使用できるが、これに続く時期の飼料ではレベルは 12% と倍加できる。

産卵鶏についての研究

上述のように、これらの研究の目的は **DDGS** 含量の最大レベルを明らかにすることであった。産卵鶏での実験計画を立てる時、実用レベル或いは低密度栄養プログラムとして、含有レベルが **0** および **15%** を取り上げた。もっと高密度の飼料は産卵鶏産業で使われているものと類似で、産卵の初期に **2870kcal/kg**、**18.5%** タンパク質であった。一方より低密度の飼料は **2800kcal/kg**、**17%** タンパク質で処方された。**124** 羽のレグホルン雌鳥 (**Hy-Line W36**, **22** 週齢) がかご当たり **2** 羽ずつ、**4** つの実験処理に配された。この研究は **2002** 年 **6** 月から **10** 月迄気化冷却なしの室内で行われた。この年の夏の気温は例年通り高かった。

結果は図-1 と 2 を検討すると良く判る。図-1 は、実用レベル又はより高い密度の飼料を摂った鶏の産卵量を示したもので、この群は若雌鳥の体重が思ったよりも少なかったので少し遅く産卵に入った。しかし、雌鳥は両処理とも迅速にピーク生産に達した。**15%** の **DDGS** を消費する雌鳥は、**34** 週齢に達する迄は産む卵の数が少なかった。この点を過ぎると生産量の差は認められなかった。より低密度の飼料を受けた鶏については、同様の効果があったが、よりはっきりしていた (図-2)。この場合、**15%** の **DDGS** で育った雌鳥の生産量は、**36** 週齢までは対照の生産よりも低いままであったが、この点を過ぎると差は無くなった。

振り返ってみると、**15%** レベルの含有をこの研究で選んだのは幸運であった。明らかにこのレベルは、1 年で 1 番暑い時期に生産に入る体重不足の若雌鳥群には過剰であった。しかし、一旦気温がおだやかになり (**34** 週齢後)、体重と飼料消費が正常になると、産卵鶏に **15% DDGS** を使う事は明瞭な有害な影響はなかった。どの時点でも卵の重量に明らかな差は見えず (図-3)、殻と卵白の品質でも同様であった (データは示さず)。実際的な推薦としては、**6** から **8%** の **DDGS** は、産卵が始まってからの産卵鶏の飼料に含むことができるであろう。このレベルは、一旦体重と飼料摂取が安定すれば、**10%** 以上にまで容易に上げることができる。

要約

DDGS がブロイラーと産卵鶏両方にとって広く受け入れることができる飼料原料であることを見出した。これはミネソタ大学で以前行われた七面鳥についての研究と合致するものである。工場毎に工程が異なるので、品質に若干のばらつきはあり得る。どの飼料原料でもそうであるが、新規の供給元の製品は大量に使用する前に品質管理プログラムにより検討すべきである。更に研究すべき課題としては、色とリジン利用度の関係、ペレットの質に及ぼす **DDGS** の効果、色素染着の可能性、輸送車両からの荷卸しで困難な場合もある物流上の問題がある。

表-1 DDGS 中の全体及び利用可能のアミノ酸組成

アミノ酸	全 (%)	利用度 (%)
アルギニン	1.25	84
システイン	0.62	75
ヒスチジン	0.74	84
イソロイシン	1.03	83
ロイシン	3.10	89
リジン	0.85	75
メチオニン	0.56	89
スレオニン	1.05	76
トリプトファン	0.28	84

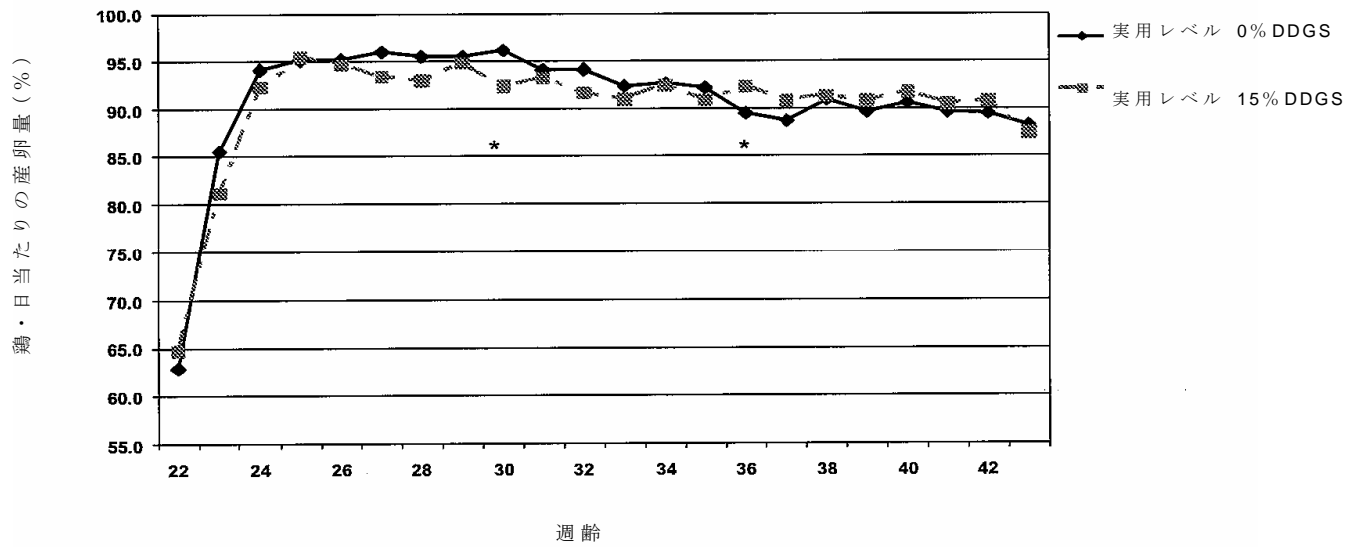
表-2 DDGS を 0 から 18 日間受けた雛の成績

	低密度		高密度		プールした SEM
	0	15	0	15	
DDGS(%)	0	15	0	15	
体重(g)	523 ^b	518 ^b	556 ^a	555 ^a	8.2
飼料要求率	1.40 ^a	1.42 ^a	1.28 ^b	1.30 ^b	0.2
(P<.05)					

表-3 DDGS を種々のレベルで 0 から 42 日間受けた雛の成績

DDGS (%)	体重(g/雛)		飼料要求率	
	16 日間	42 日間	16 日間	42 日間
0	414 ^a	2314 ^a	1.34 ^b	1.77
6	416 ^a	2289 ^a	1.35 ^b	1.81
12	399 ^{ab}	2291 ^a	1.40 ^{ab}	1.77
18	387 ^b	2243 ^b	1.42 ^a	1.81
プールした SEM	7.2	14.4	0.02	0.02
(P<.05)				

図-1 実用レベル飼料中の産卵鶏に与えられた DDGS^A が、鶏・日当たりの産卵量(B)に及ぼす効果

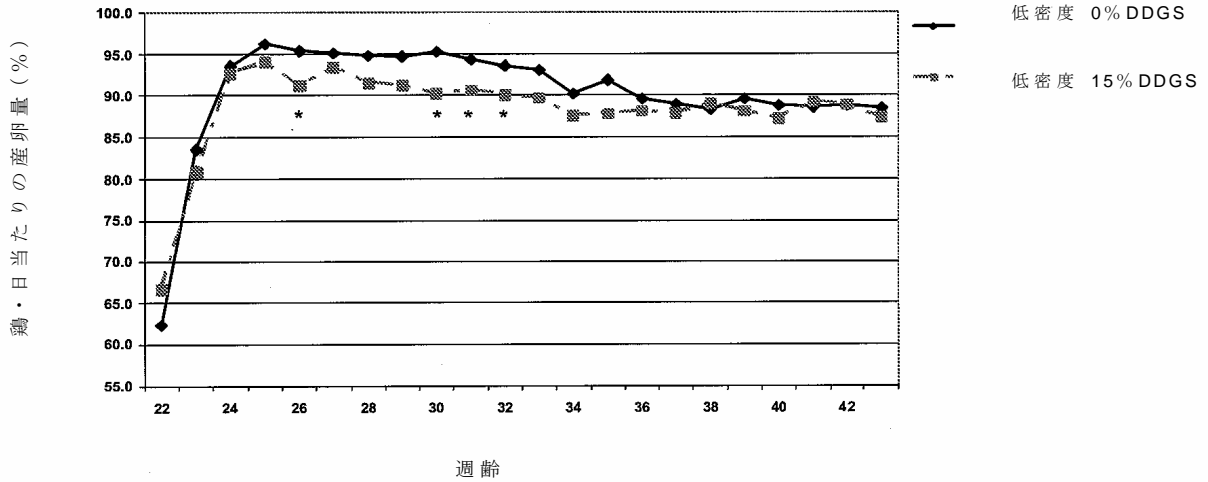


^a DDGS = ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブル

^b 1 処理当たり 8 回の繰り返しの結果 (16 雌鳥/繰り返し)

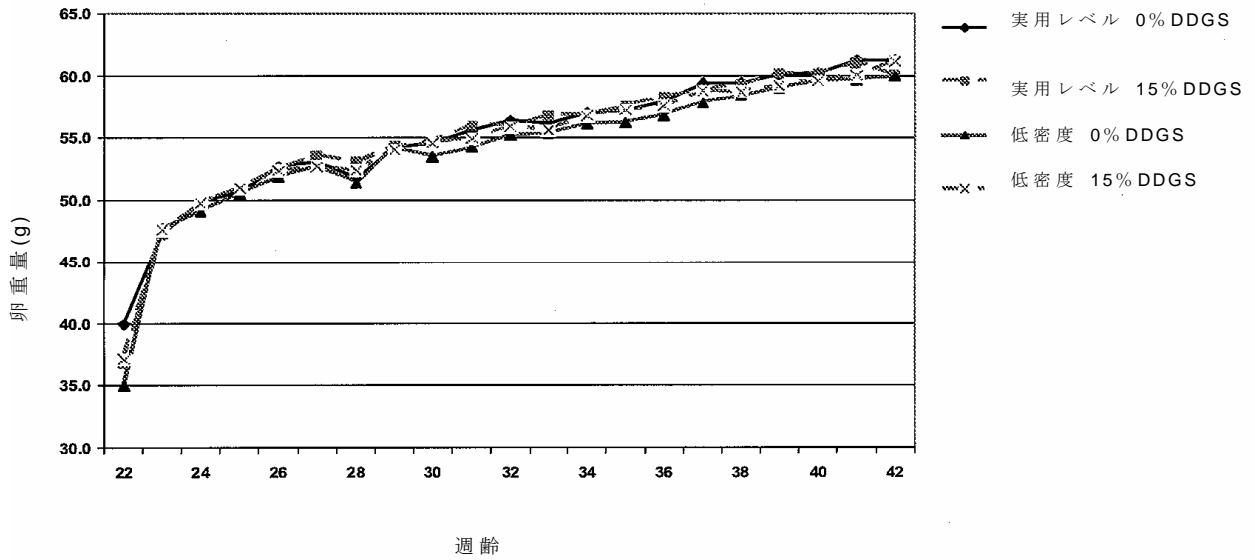
* 2 つの処理間の有意差 (P<0.05)

図-2 低密度飼料中の産卵鶏に与えられた DDGS^A が、鶏・日当たりの産卵量^B に及ぼす効果



- ^a DDGS = ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブル
- ^b 1 処理当たり 8 回の繰り返しの結果 (16 雌鳥/繰り返し)
- * 2 つの処理間の有意差 (P < 0.05)

図-3 産卵鶏に与えられた DDGS^Aが、卵重量^Bに及ぼす効果



^a DDGS = ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブル

^b 1 処理当たり 8 回の繰り返しの結果 (16 雌鳥/繰り返し)