

家禽類の飼料における DDGS—その意義

Sally Noll 博士

1364、エクルス・アベニュー

ミネソタ大学

セントポール、ミネソタ MN 55108

電話（大学）：612-624-4928

FAX:612-625-5789

Nollx001@umn.edu

ジスチラーズ・グレイン・ソリュブル（以下 DDGs）は特に目新しい飼料成分ではない。しかしながら、ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブルの供給量はエタノール生産の増加の結果として米国全体を通じて増え続けることが期待されており、このことでこのトウモロコシ副産物の飼料としての有効利用が再び注目を浴びるようになってきた。DDGs は飼料原料としては適度のタンパク質含有量がある。米国中西部では、他の穀物も加工可能ではあるが、トウモロコシが主要原料である。エタノールのドライミル生産では、液状のソリュブルと穀物残渣の 2 種が生産される。これらはそれぞれ別々に乾燥できるが、混合して乾燥させることにより、乾燥飼料原料としての DDGs が生成される。液体ソリュブルの中には実験的に飼料として与えられて、まずまずの結果が得られたものもある（[Hunt 他、1997](#)）。しかし通常は乾燥してから供せられる。より新しい生産方法（“新世代プラント”）が高品質の飼料原料を生産すると考えられている。

この製品の用途、あるいはその代替物の使用についての考察は他の飼料原料についてのものでかなり似通っている。即ち、その栄養組成、可変性、アミノ酸消化率、アミノ酸バランス、エネルギー、ミネラル有効性、最大含有レベル、そして他の原料に置き換えた相対コストに関する情報が必要であろう。しかし残念なことに、現在の家禽系統についてのこの原料に関する最近の研究は限られたものしかない。

栄養組成と可変性

“新世代”加工プラントからの物質組成を評価するために、ミネソタ州にある 4 つのエタノール加工業者から 2002 年春期に、DDGs サンプルを採取した（[Noll 他、2003](#)）。

各エタノール加工プラントから 4 種の代表的サンプルを入手した。各サンプルを化学分析し、一般組成（タンパク質、繊維、脂肪、灰分、水分）、アミノ酸、ミネラルの量を求めた。更にこれらサンプルをイリノイ大学の [Parson](#) 博士研究室にて、盲腸切除を施した雄鶏を用いてアミノ酸の消化率の生体内測定を行なった。サンプルは又 [Sibbald](#) が開発した「真の代謝可能エネルギー」（TME）分析法を用いて七面鳥でのエネルギー測定を行った。

予備段階の結果では、DDGsの栄養含量はDDGsの生産場所間で変動するが、加工プラント内では比較的一定を示した。出所によって一般組成、特にタンパク質と脂肪含量は変動することがわかった。ミネラル含量も出所で変化する。マグネシウム、ナトリウム、カリウム、リンがこの飼料原料の無機成分の大半を占める。

諸 DDGs 間の栄養のプロファイルと分析値の範囲、NRC との比較

含有栄養成分		NRC, 1994
	%	
タンパク質	25.5 – 30.7	27.4
脂肪	8.9 – 11.4	9
繊維	5.4 – 6.5	9.1
カルシウム	0.017 - 0.45	0.17
リン	0.62 - 0.78	0.72
ナトリウム	0.05 - 0.17	0.48
塩素	0.13 - 0.19	0.17
カリウム	0.79 – 1.05	0.65
アミノ酸類（選択 EAA）	全アミノ酸中%	
メチオニン	0.44 - 0.56	0.6
シスチン	0.45 - 0.60	0.4
リジン	0.64 - 0.83	0.75
アルギニン	1.02 – 1.23	0.98
トリプトファン	0.19 - 0.23	0.19
スレオニン	0.94 – 1.05	0.92

Cromwellら(1993)の報告では、DDGsの9種のサンプルを分析して、雛の飼料で試験した。リジン含量値の幅が大きいことに気づいた(0.43 ~0.89%)。同位の窒素とエネルギー飼料に上記と同じサンプル(20%)を、トウモロコシ・大豆・澱粉よりなる対照品に63から84%含ませたものに対して雛は反応した。リジン含量の高いサンプルでは更に成績が良化したがこの型にはまらぬものもあった。

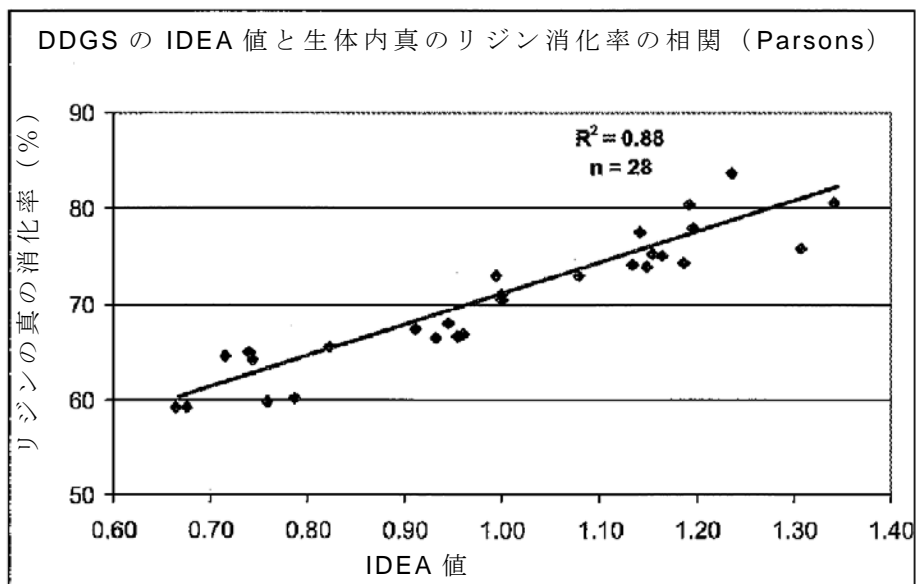
ジスチラーズグレインは乾燥製品にするために加熱処理を施すが、アミノ酸の消化率、特にリジンを糖類の存在下で加熱する場合に懸念がある。実際、以前の文献の引用は限られたものではあるが、リジンがあまり利用できないことを示している。CombsとBossard(1969)によると、雛の成長解析法ではリジンの利用率は71から93%の範囲であった。Parsonsら(1983)によると、同じ分析法で66%という少し低い利用率が得られた。雄鶏でのリジン消化率は82%であった。他の文献等のものについてもDDGsの低い消化率が認められる。

この調査の結果では、幾つかの必須アミノ酸の消化率が特にリジン、スレオニン、シスチンの影響を受けている。可消化リジンは、4つの出所中3つについて、以前発表された値よりも一般に大きく改良された。データが示すように、出所間で製品に差はあるが、各出所毎では比較的一定であった。

DDGs 内可消化アミノ酸含量および範囲

アミノ酸 (選択 EAA)	可消化アミノ酸%	消化率係数 (%)
メチオニン	0.35 - 0.53	85.6 - 90
シスチン	0.28 - 0.57	66.3 - 85
リジン	0.37 - 0.74	59.1 - 83
アルギニン	0.73 - 1.18	80.5 - 90
トリプトファン	0.14 - 0.21	76.4 - 87.4
スレオニン	0.61 - 0.92	66.8 - 80.7

消化率は生体内法で測定すると経費が極めて高いうえに時間もかかる。リジンレベル法や、発色法あるいは Novus の“IDEA”システムのような生体外法を用いるとより迅速な品質測定が可能である。消化率の高い DDGs サンプルは、アミノ酸消化率の低いサンプルより比較的にリジン含量が高い傾向があった。Ergul ら (2003) は、明度や黄色味に関するサンプルの色味がリジン消化率と相関する (各 $r^2=0.71$ および 0.74) ことを発見した。固定化消化酵素検定法 (IDEA) システムを用いると、リジン消化率と IDEA 値の間で高い相関関係 ($r^2=0.88$) が見られた (C. Schasteen, 私信、2004)。



いくつかの出所からの **DDGs** は高いリジン消化率を示し、その付加価値を確実に上げている。リジン消化率の高低の幅を有する（60%対 78%）**DDGs** を含有する七面鳥飼料を経済的に分析した結果、高消化率 **DDGs** の方が機会原価（オポチュニティ・コスト）が 50 セント高かった。トウモロコシと **SBM** 価格について別々のシナリオが用いられた。

可消化リジン含量の **DDGs** に及ぼす影響（\$/cwt）

原料と価格（\$/cwt）	DDGs —低可消化リジン	DDGs —高可消化リジン
トウモロコシ、3.10	4.28	4.78
トウモロコシ、3.50	4.54	5.00
トウモロコシ、5.30	5.70	6.02
SBM 、8.25	4.54	5.00
SBM 、8.70	4.72	5.21

最近の給餌試験

七面鳥： ミネソタ大学で 3 つの試験が実施され、市場で雄飼育仕上げ飼料に **DDGs** を導入した。下表にその結果をまとめて示す：

市場試験—雄飼育／仕上げ飼料
（ミネソタ大学）

試験*	Trt	DDGs 、%	BW, lb	F/G
1	対照	0	41.7	2.44
	DDGs	12 - 8	41.9	2.48
2	対照	0	42.3	2.64
	DDGs	11 - 8	42.3	2.65
3	対照	0	40.6	2.67
	DDGs	10	40.4	2.63

* Noll、ミネソタ大学による：試験した週齢：1=5-19 週、2=8-19 週、3=11-19 週

3 つ全ての研究事項において、トウモロコシ-大豆-肉を基本とする飼料を対照圧として可消化アミノ酸を用いて進められ、体重と飼料変換に関して互いに類似の成績が得られた。反対に、Roberson（2003）が見出したように、**DDGs** の高いレベルのものの中には、含有レベルが 27% へ上がると市場の雌七面鳥について成長が抑制される場合があった。しかし、含有レベルが 10% 未満の場合は、対照実験に匹敵する成績が得られた。

ブロイラー：Waldroup ら（1981）は、ブロイラーの飼料の 25%まで DDGs を含有させて、脂肪を補助的に加えてエネルギー含量を調整した影響の検討を進めた。リジンとエネルギーレベルを調整した場合、成績に変化は見られなかった。エネルギー量を調整しなかった場合は、成育には差は無かったが、飼料要求率は減少した。増体重単位のエネルギー摂取量は全ての処置について同様であった。Dale と Batal（2003）によるさらに最近の研究によると、ブロイラーの幼雛飼料に 6%含有したものと成長済み向けの飼料に最大 12%添加したものは、生体成績に影響することなく用いることが可能であることを示している。

産卵期の雌鳥 Dale と Batal（2003）は、産卵期の雌鳥の飼料に 15%の DDGs を含有させてその影響を調べた。34 週齢の雌鳥で、DDGs15%含有下で育成されたものは、産卵数の減少が認められたが、この原因は夏期に産卵期に入った若雌鳥は体重が少ないためと想定された。その後の対照実験と DDGs 処理実験との間で産卵数の差異は認められなかったからである。

要約すると、DDGs は家禽用飼料に適量含有した場合、条件を満たしたタンパク質源となることが判った。飼料は、アミノ酸消化率、適切な代謝可能カロリー値、および利用可能なリンの寄与を考慮に入れて、処方すべきである。DDGs についてのより詳しい情報は、下記のミネソタ大学ホームページから入手できる：
<http://www.ddgs.umn.edu/>。

謝辞

MTGA の栄養小委員会メンバーから得られた示唆と専門知識、さらにローズマウント農業実験所（Rosemount Agricultural Experiment Station）のスタッフの援助と家禽の世話に感謝の意を捧げる。本プロジェクトは、ミネソタ七面鳥研究・奨励委員会（Minnesota Turkey Research and Promotion Council）、ハートランドリジン（Heartland Lysine）、MN エタノール・ジスチラーズ（MN Ethanol Distillers）、およびミネソタとうもろこし生産者協会（Minnesota Corn Growers Association）からの出資に支えられた。又、セントラル・バイ・プロダクト（Central Bi-Products）、FMC、ファイザー（Pfizer）、エランコ（Elanco）からも供給品の寄贈を受けた。