

## 産卵雌鳥用トウモロコシ・ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブル

— その優れた特性

Kevin Roberson

ミシガン州立大学

動物科学部

[roberson22@msu.edu](mailto:roberson22@msu.edu)

序

ジスチラーズ・ドライ・グレイン・ソリュブル(DDGS) は、何十年にも亘って家禽類の飼料として利用されてきた。DDGSの初期使用は多くの家禽種の成長に恩恵をもたらすことを示し、“未確認成長因子”と云われたことが屢々あった。1940年代に発表された研究は、DDGSがリボフラビンとチアミンの良好な源であることを示していた。家禽類飼料中のDDGSは、歴史的に見て約5%であり、これは栄養物含量の変動性と消化率、輸送コストから来る製品価格による制約によるものである。

Mattersonら(1966)の報告によると、DDGSはリジンの補填なしで産卵に影響を与えることなく、産卵期の雌鳥の飼料中で10から20%レベルで与えることができた。配給飼料中へのこれだけのDDGS添加は鳥に与えられたタンパク質の1/3に達した。Harmsら(1969)によると、産卵鶏の配給飼料に10%のDDGSを入れても産卵量や卵の重量に影響は出なかった。Jensenら(1974)の観察によると、DDGSは卵の内部品質にプラスの効果を与えた(Haugh単位の上昇)が、いつもこういった結果が得られるわけではなかった。この研究は小麦-大豆ベースの飼料に焦点を当てたものであるが、小麦はタンパク質含量が高いので、飼料としてのトウモロコシに対して種々のレベルのDDGSが与えられるとそれに応じて大豆飼料の量を減らした。10%のDDGSが対照群との比較で与えられた場合、小麦が配給飼料中の主要エネルギー源であったならば、リジン補填が産卵レベルの保持に必要であった。これら以外でも、20から25%レベルのDDGSを肉食鳥に与えても、飼料処方中で代謝可能エネルギーとリジン価が適切に保持されている限り、体重増や飼料変換に影響は無かったことが報告されている(Potter, 1966; Waldroupら、1981)。

米国中西部での最近のエタノール工場建設の増加で、DDGSの生産が非常に増加してきた。このエタノール生産の副産物は、トウモロコシが1ブッシェル出来るとほぼ同量のエタノール、DDGSとCO<sub>2</sub>が生ずるので、エタノール生産業者にとっては“連産品”と云える。ミシガン州カロのエタノール工場(Michigan Ethanol, LLC)は年間125,000トンのエタノールを生産していると推測される。新工場(ミシガンも含めて)が次々と建設されているので、トウモロコシ生産者は幾つかの動物生産領域での飼料としてのDDGS使用に関心を寄せている。

Lumpkinsら(2003)は、“新世代”工場からのDDGSを加えた産卵期雌鳥飼料でのDDGSの利用を報じている。この“新”プロセスではよりマイルドな乾燥過程がとられるので、伝統的なDDGS商品よりも良好な栄養プロファイルがもたらされると提

案されている。ジョージア大学での本研究では、産卵期雌鳥に対して DDGS は 40 週齢の鳥についてスタート時 15%まで与えられた。研究者によると、配給食に 15%の DDGS を与えても、産卵量、その品質、或いは殻に何ら不利な効果は認められなかった。卵黄の色味はミノルタ比色計を直接原形を保っている卵黄に当てて測定した。結果は卵黄色に影響なしであった。

## MSU 研究

ミシガン州立大学での産卵期雌鳥に対する DDGS 使用研究に使った DDGS は、Michigan Ethanol, LLC から調達した。Dakota Gold Plus として市場に出ている。実験-1に使われたこの製品は金赤色で、一方実験-2に使用のものは、より伝統的な褐色であった。民間ラボでのキサントフィル含量の測定の結果、これら 2つのサンプル間には大きな差があることが証明された。

本研究 (Hy-Line W36) に使った鳥は、その内の何羽かが非常に低いレベルの有効リンで飼育した以前の研究で使われたものである。4 週間の回復の後、これらは 0、5、10 或いは 15%の DDGS レベルに配分され、長期にわたる効果があった場合、本研究開始の前週の産卵レベルに基づき、前回の実験処理に均等に分散することを確かめた。本研究の DDGS について使われた ME 値は 2750kcal/kg(1250kcal/lb)であった。これは、この産業分野の栄養士が一般的に処方した DDGS についての“文献”値よりも 13.5%高い。飼料は Hy-Line の推薦により処方したもので、実験-1では 95gram/日、実験-2では 100gram/日であった。鳥は実験-1のスタート時で 47 週齢で、1日の平均産卵量は実験開始前の週の 85%であった。飼料はミシガン州立大学の飼料ミルで混合し、1 バッチをほぼ 5 週間で与えた。飼料ミルにはトウモロコシと大豆の十分な貯蔵量があったので、本研究の期間中これら飼料成分を余所から集める必要は無かった。本研究のスタート時には各 40 羽 6 列の鳥がいた。各列は 4 羽入った鳥かご 10 個からなり、かごの大きさは 16 x 20 インチ、1 羽当たり 80 平方インチであった。このかご内密度レベルは本大学の動物飼育標準である少なくとも 72 平方インチのかご面積に合うものである。飼料は毎日手で供され、2つの隣接かごの鳥が 1 カップの水差しを共用した。糞便は毎日かごの下から掻き出し、ハウスの外へ出した。卵は毎朝収集した。室温は 67°Fに保たれた。斃死率は毎日調べた。実験と実験の間に全ての鳥は対照のトウモロコシ・大豆飼料で 9 日間飼育された。その後、再配列されて、実験-1と実験-2で同じ列の鳥が同じ処理を受けないようにし、産卵レベルは両処理間で等しかった。実験-2では 1 列に 38 羽の鳥 (1 列当たり 3 羽 2 かご) がおり、実験-1と同様に実験を進めた。

1 列当たり 30 個の卵が実験-1の研究用に 2、4、6、8 週目で集められ、又実験-2では 3、6、9 週目に集められ、卵の重量と比重を測定した。各列から 10 個の卵をランダムに選び卵黄色を測定した。実験-1では、Roche のカラー・ファン(1967)を、下に白紙を置いたガラス板上で卵黄色を客観的に測定するために用いた。実験-2では、卵黄を卵白から分離して、下に白紙を置いた透明プラスチックのペトリ皿に入れた。ミノルタ比色計(Model 310)を用いて明度(L\*)、赤味(a\*)、黄味(b\*)を 3 週間毎に測定した。ロシュのファンは 2 つの方法の比較のために 6、9 週目に用いた。ロシュのファンは

無傷の卵黄に対して用いられ、次いで卵黄をよく混ぜて比色計で客観的に分析した。毎回卵黄を同じ場所で測定するのは困難であったが、これは卵白上の胚盤の位置が卵黄が変わると変わるからである。卵黄は層状に生成し同心円の層によって異なった色を帯びるという事実があり、これが、一番整合性のある結果を得るため卵黄を混ぜねばならないもう一つの理由である。

実験-1の結果、この実験の9週中8週で産卵には何の効果も無かった。実験-1を通しての平均産卵は(48から57週齢)84%であった。第5週で、飼料中に含まれるDDGSのレベルが増加すると産卵が直線的に低下するのが見られた。殻の質は2、6、8週目で変化は無かった。しかし比重は、第4週でDDGS処理の時の値(1.080)に比して高かった(1.082)。卵重量は実験-1の期間中変化は無かった。ケースの重量はこの実験の最初では約50lb/ケース、実験-1の終わりでは51lb/ケースであった。実験中10あるいは15%のDDGSで卵黄色は増加した。5%のDDGSを包含させると実験-1の後半で卵黄色に変化が見え始め、8週間が立つとかなり暗い色の卵黄になった。

産卵量はDDGSのレベルが変わっても、トウモロコシ-大豆の対照飼料に比して決して低下せず、実験-2の58週齢から67週齢に涉つての平均産卵量は81%であった。卵の重量は実験中の6週目でDDGSレベルにより直線的に低下した。しかし3或いは9週間では変化しなかった。比重は実験-2の処理では変化しなかった。赤味(a\*)は5%のDDGS包含で実験中を通じて増加し、10%のDDGS包含で更に典型的に増大した。しかし、ロシュのカラーファンでは、DDGSを与えられた鳥の全ての列で卵黄の暗さ増加を検出するのは困難であった。実験に入ってから9週間では、DDGSのレベルが上がると卵黄の赤味が段階的に増加するのがはっきり判った。卵黄の明度(L\*)は、実験の終わりではどのDDGS給餌レベルでもはっきり低下した。この観測はロシュのカラーファンでも容易に検出出来た。

## 結論

- \* 実験の結果判った事は、DDGSは、伝統的な値よりも高いME値を用いて、ピーク後の飼料で15%という高さレベルでも産卵や殻の品質に有害な影響なしに給餌出来る。消化率を調べると、これらの研究で用いたME値は産卵雌鳥に対しては適切であることを確認出来た。
- \* 卵黄の色味は、10%のDDGSを含む配給食で急速に強化されうる。5%DDGSをトウモロコシ-大豆飼料で育てた鳥に与えて約2ヶ月後に、色素を添加しなくても色が濃くなる。この方法は、メキシコのような他国の殻卵市場で卵黄を濃くするためのコスト上有利な方法である。米国のブレイカー市場でヌードルやケーキミックス製品を生産するためにも同様に有利である。
- \* リジンの消化率は、特に色が異なると変わりやすい変数で監視する必要がある。明るい色(金色)を保持するには、リジンの消化率は15%以下のDDGS包含では深刻な問題ではない。最近の研究によると、リジンの消化率はDDGSの色が明るい時は(Ergulら、2003)80%を越える。この研究では飼料摂取が実験-1では108grams/日、実験-2では113grams/日で、このレベルでは飼料摂取或いはその変換処理に何の影響も無かった。この結果、鳥が使える可消化リジンのレベルは

この研究では一般に適切であった。

#### 謝辞

財政的援助が下記の諸団体から提供された：

ミシガン・トウモロコシ・マーケティング・プログラム（**Corn Marketing Program of Michigan**），リドリー・家禽・サービス／ハバード飼料（**Ridley Poultry Services/Hubbard Feeds**）およびミシガン共同家禽産業（**Michigan Allied Poultry Industries, Inc.**）

**DDGS** は、ミシガンエタノール **LLC**（**Michigan Ethanol, LLC**）を通しダコタコモディティーズ（**Dakota Commodities**）から供与された。

実験-1 — % 卵生産 48～52週齢 (woa)

DDGS	Wk1	Wk2	Wk3	Wk4	Wk5
0%	83.0	90.2	83.8	85.3	86.9
5%	80.5	89.1	82.9	83.6	86.7
10%	81.7	88.8	83.0	82.7	86.2
15%	80.8	89.3	81.7	83.6	85.1
SE	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8
Trt,p<	0.448	0.836	0.549	0.255	0.466
Linear, p<	0.488	0.577	0.172	0.150	0.121

実験-1 — % 卵生産 53～56週齢 (woa)

DDGS	Wk6	Wk7	Wk8	Wk9
0%	86.6a	78.6	87.4	82.1
5%	84.5ab	79.0	87.2	82.6
10%	82.6b	78.7	87.3	82.6
15%	83.2b	79.0	86.3	82.8
SE	0.9	1.0	0.9	0.9
Trt,p<	0.024	0.983	0.961	0.961
Linear, p<	0.008	0.989	0.844	0.626

実験-1 — 卵重量 (g)

DDGS	Wk2	Wk4	Wk6	Wk8
0%	63.6	64.6	64.4	63.8
5%	63.4	64.5	64.5	64.3
10%	62.6	63.8	63.8	64.0
15%	63.0	64.2	64.2	64.2
SE	0.5	0.4	0.4	0.4
Trt, p<	0.482	0.285	0.647	0.882
Linear, p<	0.242	0.098	0.489	0.665

実験-1 — 比重

DDGS	Wk2	Wk4	Wk6	Wk8
0%	1.081	1.082a	1.078	1.078
5%	1.080	1.080b	1.078	1.078
10%	1.080	1.080b	1.078	1.078
15%	1.080	1.080b	1.078	1.078
SE	0.001	0.001	0.001	0.001
Trt, p<	0.489	0.015	0.415	0.700
Linear, p<	0.209	0.010	0.088	0.363

実験-1 — 卵黄色(ロシュ)

DDGS	Wk2	Wk4	Wk6	Wk8
0%	7.76b	7.79b	6.81b	7.39b
5%	7.90b	7.81b	7.17b	7.86a
10%	8.29a	8.00a	7.60a	7.86a
15%	8.22a	8.00a	7.89a	8.02a
SE	0.07	0.05	0.13	0.09
Trt, p<	<0.001	0.004	<0.001	0.001
Linear, p<	<0.001	0.001	<0.001	0.001

実験-2 — % 卵生産 (58～62週齢(woa))

DDGS	Wk1	Wk2	Wk3	Wk4	Wk5
0%	80.0	83.6	82.9	78.8ab	80.6
5%	80.9	86.5	83.2	81.3a	83.5
10%	81.3	82.9	82.1	77.3b	81.2
15%	81.2	85.0	82.0	80.2ab	81.1
SE	1.0	1.0	0.8	0.8	1.2
Trt, p<	0.735	0.082	0.602	0.016	0.341
Linear, p<	0.323	0.908	0.249	0.942	0.870

実験-2 — % 卵生産 (63~67 週齡(woa))

DDGS	Wk6	Wk7	Wk8	Wk9	Wk10
0%	82.8	80.1	78.4	79.0	77.7
5%	83.1	80.1	79.5	82.3	80.6
10%	81.3	79.6	76.9	78.9	78.6
15%	83.6	80.4	80.2	80.9	79.9
SE	1.0	1.2	1.0	1.1	1.6
Trt,p<	0.429	0.977	0.121	0.098	0.562
Linear, p<	0.867	0.957	0.577	0.675	0.511

実験-2 — 卵重量(g)

DDGS	Wk3	Wk6	Wk9
0%	65.6	66.5	65.4
5%	64.5	64.8	65.5
10%	65.0	65.1	64.9
15%	64.3	64.6	65.8
SE	0.4	0.5	0.4
Trt,p<	0.104	0.060	0.452
Linear, p<	0.075	0.029	0.773



**実験-2 — 比重**

DDGS	Wk3	Wk6	Wk9
0%	1.079	1.079	1.078
5%	1.079	1.078	1.078
10%	1.078	1.079	1.078
15%	1.078	1.078	1.078
SE	0.001	0.001	0.001
Trt,p<	0.500	0.469	0.996
Linear, p<	0.444	0.254	0.964

**実験-2 — 卵黄色 (比色計 — 3 週目)**

DDGS	L*	a*	b*
0%	77.3	1.52c	88.2
5%	76.9	2.62b	88.3
10%	76.7	3.54a	88.3
15%	76.6	4.07a	88.1
SE	0.3	0.31	0.3
Trt,p<	0.306	<0.001	0.968
Linear, p<	0.070	<0.001	0.893

実験-2 — 卵黄色（比色計、ロシユ — 6週目）

DDGS	L*	a*	b*	Roche
0%	82.0a	2.84b	93.2a	8.35
5%	80.6ab	4.36a	92.6a	8.43
10%	80.3ab	4.39a	91.0ab	8.73
15%	78.2b	5.27a	86.8b	8.53
SE	0.7	0.29	1.5	0.19
Trt,p<	0.016	<0.001	0.035	0.551
Linear, p<	0.002	<0.001	0.007	0.331

実験-2 — 卵黄色（比色計とロシユ — 9週目）

DDGS	L*	a*	b*	Roche
0%	77.9a	2.70d	88.1	8.63b
5%	75.9b	4.19c	86.7	8.98a
10%	76.2b	4.74b	87.5	9.02a
15%	75.9b	6.11a	87.7	9.02a
SE	0.4	0.19	0.6	0.08
Trt,p<	0.004	<0.001	0.352	0.001
Linear, p<	0.007	<0.001	0.846	<0.001