

## 第 11 章

### 世界各国で実施されたアメリカ穀物協会後援飼料給与試験の要約

---

#### インドネシア

##### 家畜

###### 商業条件下での畜牛への DDGS 給与の評価 PT Lembu. Jantan Perkasa

インドネシアの飼養場において、DDGS の配合が仕上期の畜牛の成績に及ぼす影響を評価するための給与試験が実施された（2007 年 5 月から 9 月）。本試験では 2 種類の飼料、すなわち地元で入手可能な原材料（キャッサバの廃棄物、小麦ふすま、コプラミール、パーム核ミール）から成る濃厚飼料としての対照飼料（0%DDGS）および DDGS 飼料（20%DDGS）、加えて 1 日 2.4 kg の新鮮なエレファントグラスを給与した。これらの飼料はタンパク質（13%）および TDN（72%）がほぼ等しく含まれるように調製した。いずれの飼料も新規に収容した牛（オーストラリアからのブラーマン交雑種）に給与し、1 飼育ペン当たりの収容頭数は 25 頭、3 回反復とした（試験期間 105 日間に合計 150 頭）。体重および飼料摂取量は給与から 49 日および 105 日経過後に測定した。20%DDGS 飼料を給与した牛の 1 日増体量は 1.19 kg で、対照飼料を給与した牛の 1 日増体量（1.30 kg）との統計学的有意差は認められなかった。50 日から 105 日の間の DDGS 配合飼料給与群および対照飼料給与群の平均濃厚飼料摂取量はそれぞれ 8.66 kg と 8.23 kg であった。内部マーカ―を使用して測定した乾物およびタンパク質の消化率は、DDGS 配合飼料給与群ではそれぞれ 68.5%と 65.7%で、対照飼料給与群の 76.7%と 79.1%をわずかに下回った。DDGS を給与した牛の枝肉歩留は 52.7 %で、対照飼料を給与した牛では 50.3%であった。DDGS 配合飼料を給与した牛の糞便 pH は 5.6 で、対照飼料を給与した牛では 7.3 であった。DDGS 配合飼料のコスト（Rp 868）は対照飼料のコスト（Rp 942）を下回った。結論として、DDGS は成長成績および枝肉特性に悪影響を及ぼすことなく、仕上牛用飼料に 20%配合して経済的に給与することができると言える。

#### 日本

##### ブロイラー

###### ブロイラーを対象とした DDGS 給与試験の結果報告 Kimura, N. (2007 年)

アクセス:

[http://www.ddgs.umn.edu/international-research/2007-Japan%20DDGS\\_Trial\\_in\\_Broilers-ENG.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-research/2007-Japan%20DDGS_Trial_in_Broilers-ENG.pdf)

本試験は米国で製造されたトウモロコシ DDGS が腹膜脂肪の蓄積、脂肪酸組成、肉の色および糞便リン濃度など、肉の生産および肉質におよぼす影響を評価することを目的として実施された。合計 63 羽のブロイラーを以下の 3 群（1 群につき 21 羽）に割当て、4 週間肥育した。1) 対照群—市販飼料を給与、2) DDGS を 10%配合した飼料を給与、3) DDGS を 20%配合した飼料を給与。飼料中の DDGS の割合が増加すると、肥育期間の初期に成長率が上昇することが分かった。飼料摂取量はいずれの給与群でも同程度であった。部分肉の歩留については DDGS 給与群が対照飼料群を上回った。飼料中の DDGS の割合が増加すると、肝臓および腹膜の脂肪組織の重量が低下し、肝臓に蓄積した脂肪量も減少した。DDGS 給与群から得られた肉にはリノール酸が豊富であったが、これはおそらく DDGS のリノール酸および不飽和脂肪酸の含有率が高いことが原因と考えられた。

##### 産卵鶏

米国産 DDGS が産卵鶏に及ぼす影響に関する基礎研究 N. Kimura (2005 年)

アクセス:

<http://www.ddgs.umn.edu/articles-poultry/2005-Kimura-%20Layer%20hens%20trial%20report%20summary.pdf>

米国で実施された試験は雌鶏には DDGS を 10% 配合した飼料が適切であることを示している。しかし、この時点では日本ではわずかな件数の試験しか実施されていなかった。本試験は米国産の DDGS を白色レグホン・ジュリア種（日本で最も一般的に飼育されている産卵鶏種）の鶏に給与し、卵質および脂肪代謝への影響を評価することを目的として実施された。米国よりも卵黄の色が濃い鶏卵の需要が高い日本で用いられている市販飼料に DDGS を配合した。支給した飼料は 1) 市販産卵鶏用飼料を用いた対照飼料、2) DDGS を 10% 配合した飼料、3) DDGS を 20% 配合した飼料、4) CS（粉碎トウモロコシと大豆粕 1:1 の割合で配合したもので、タンパク質および ME の値が DDGS とほぼ同じ）を 10% 配合した飼料、5) CS を 20% 配合した飼料。

全給与期間を通じて、すべての飼料給与群で体重が減少した。DDGS または CS の配合率が高い飼料を給与した鶏ほどこの減少幅が大きかった。対照飼料群と DDGS/CS 飼料群の間に個々の卵重の差は認められなかったが、20%DDGS 給与群で卵生産量が低下する傾向がみられ、この DDGS 給与群の総卵重が低下する結果となった。卵殻強度およびハウユニット（HU）は飼料の影響を受けなかった。卵黄の色は著しく飼料の影響を受けた。卵黄の色は飼料を試験飼料に変更するとその直後に薄くなったが、DDGS 給与群ではすばやく回復し、約 10 日で対照飼料群のレベルに達した。しかしながら CS 給与群では色の回復はみられず、飼料中の CS の量にほぼ比例して色が薄くなった。こうした結果は、DDGS を 10% または 20% 配合した飼料を給与すると、卵黄の色を濃くするためにパプリカを添加した対照飼料を給与した場合とほぼ同じ卵黄色が得られることを示唆している。DDGS を配合した飼料を給与すると血漿トリグリセリド濃度が低下したが、これは肝臓での脂肪合成が低下していることを示唆している。DDGS 給与群では肝臓および卵巣の重量が他の試験群の値を上回ったが、腹部脂肪組織の重量には低い傾向がみられた。20%DDGS 給与群では卵巣（卵胞）および腹部の脂肪組織の脂肪含有率が最も高かった。結論として、本試験は卵質に影響を及ぼすことなく日本の産卵鶏用飼料への DDGS の配合が可能であることを示唆していると言える。他にも、DDGS によって卵黄色を改善できる可能性があり、これは卵黄色素添加物のコスト削減につながる。

## 豚

トウモロコシ・ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブル（DDGS）の給与が豚の成長およびその他のパラメータに及ぼす影響 Suga, K., Y. Hashimoto, M. Hanazumi と C. Yonemochi (2006 年)

アクセス:

[http://www.ddgs.umn.edu/international-research/2006-Keisei%20Suga%20et%20al-%20Feeding%20DDGS%20to%20swine%20\(Japanese%20trial\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-research/2006-Keisei%20Suga%20et%20al-%20Feeding%20DDGS%20to%20swine%20(Japanese%20trial).pdf)

本試験は仕上期の豚用飼料への DDGS の配合が成長成績、枝肉品質およびその他のパラメータに及ぼす影響について調査することを目的として日本で実施された。本試験では 3 月齢前後の 50 頭の LWD 豚（去勢豚 25 頭、未経産若齢雌豚 25 頭）を用いた。5 種類の飼料群それぞれに 10 頭の豚を割り当て、各飼料群内の雌と雄は別々に飼育した。対照飼料群の豚には、体重が 30Kg の時から出荷時までの間 DDGS を含まない市販飼料を給与した。飼料 2、飼料 3 および飼料 4 群の豚には、体重が 30 kg から 70kg になるまで DDGS を異なる割合（それぞれ 10%、15%、20%）で配合した飼料を給与し、70kg から出荷時までは対照飼料群と同じ飼料を給与した。飼料 5 群の豚には、体重が 30Kg の時から出荷時までの間 DDGS を 10% 配合した飼料を給与した。個体重量は毎週測定した。飼育ペンゴとの飼料摂取量は 2 週間に 1 回計測した。豚は個体重量が 110kg に達した時に屠畜した。枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚を計測した。枝肉の L\*、a\*、b\* 値を求め、枝肉の等級付けを行った。異なる飼料間で、1 日平均体重増加率、飼料摂取量および飼料要求率に有意差は認められなかった。いずれの飼料でも、

枝肉重量、枝肉歩留、背脂肪厚および枝肉品質スコアに違いは認められなかった。去勢豚では、20%DDGS 群の肉色の  $b^*$  値は 10%DDGS 群の値を大幅に上回り、10%DDGS 群の  $a^*$  値は対照群の値を大幅に上回った。しかしながら、飼料に加える DDGS の配合率と給与期間との間には明確な関係性を示す傾向は認められなかった。こうした結果は、仕上期の豚用飼料に DDGS を最大 20%まで配合しても、成長成績および枝肉特性に影響はなく、日本における仕上期の豚用飼料に DDGS を用いることが可能であることを示唆している。

## 乳牛

高温夏期環境下におけるトウモロコシ・ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブル (DDGS) の給与が泌乳期の乳牛に及ぼす影響 Tanaka, M. (2008 年)

アクセス:

[http://www.ddgs.umn.edu/international-research/2008-Japan-%20Study\\_report-DDGS\\_dairy\\_summer.pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-research/2008-Japan-%20Study_report-DDGS_dairy_summer.pdf)

日本では、家畜用飼料原材料としての DDGS の使用量が劇的に増加している。しかしながら、給与試験から得られる DDGS の特性に関する情報はわずかしか存在しない。泌乳期乳牛に関しては、特に DDGS が生乳の物理的条件および特性に及ぼす影響についての理解が不足している。高温条件下での乳牛への DDGS 給与に関する情報を得るため、高温になる夏期の数ヶ月間にわたり、DDGS を配合した TMR (完全混合飼料) を泌乳期の乳牛に給与し、乾物摂取量 (嗜好性の指標)、血液パラメータ、乳量および生乳の脂肪酸組成に及ぼす影響を評価した。

DDGS 群 (20% DDGS) および対照群 (0% DDGS) それぞれで 3 頭のホルスタイン牛を供試した。試験期間中、すべての牛を同一条件下で飼育した。図 1 に飼料給与およびサンプリングの日程を示した。

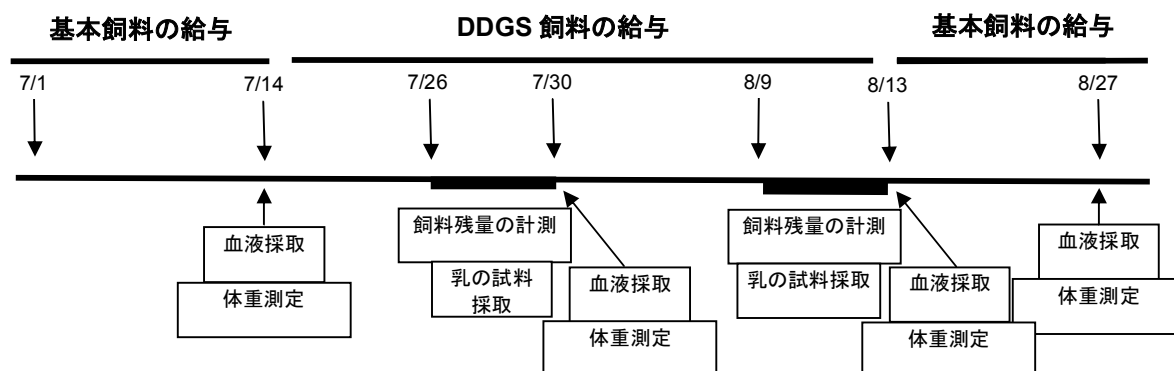


図 1. DDGS 給与試験の概要

DDGS 給与期間の前後に、牛には基本飼料として TMR を制限なしに給与した。個体体重の測定は、DDGS 給与期間中は 17 日目および 31 日目、DDGS 給与後は 14 日目の朝の搾乳後に実施した。DDGS 給与期間中の 13 日目から 27 日目および 27 日目から 31 日目の飼料摂取量を計測した。乳の試料採取は全期間を通じて、すべての搾乳時 (朝および夕方) にその都度実施した。血液採取は、DDGS 給与期間中は 17 日目および 31 日目、DDGS 給与後は 14 日目の朝の搾乳前に実施した。各牛の直腸温は毎朝搾乳直後に計測した。

DDGS 給与期間中の 1 日の平均気温 (29.1°C) は標準範囲 (23°C) を上回り、そのため両群の牛の直腸温も標準範囲を上回ったが、両群間に有意差は認められなかった。DDGS 飼料群と対照飼料群との間で飼料摂取量および体重の有意差は認められなかった。高温環境下において、DDGS 給与は泌乳期乳牛の血球数、ヘモグロビンおよびヘマトクリット値に有意な影響を及ぼさなかった。DDGS 飼料群

の総タンパク質、アルブミンおよびスルフヒドリル基 (SH) の血漿中濃度は正常範囲内であったものの、対照群の値を上回った ( $P < 0.05$ )。これは DDGS の給与が泌乳期乳牛の栄養状態または酸化的ストレスレベルに影響を与えた可能性を示唆している。両群間で産乳量に有意差は認められなかった。DDGS 飼料群の乳タンパク質は対照飼料群を大幅に下回り、ラクトース率は大幅に上回った。両群間で生乳の脂肪酸組成に有意差は認められなかった。結論として、DDGS を 20% 配合した飼料を泌乳期の乳牛に給与した場合の乳組成に及ぼす悪影響は、仮にあったとしてもごくわずかであり、乳牛の状態には影響を及ぼさなかった。従って、費用対効果に優れている場合には、DDGS は乳牛用飼料の原材料として選択肢に加えることができ、飼料には 20% まで配合することが可能である。

乳牛を対象としたジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブル (DDGS) の給与試験の報告 (2004 年)

アクセス:

[http://www.ddgs.umn.edu/international-research/Japanese%20\(DDGS%20part%201-2004\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-research/Japanese%20(DDGS%20part%201-2004).pdf)

本試験は、日本で本格的に DDGS を飼料として採用する前に、同国の既存酪農場で飼料原材料として DDGS を使用してその実用性を評価するために実施された。本試験を実施するにあたって、日本で有数の酪農地帯である那須にある 3 件の酪農場を選出した。すべての牛を DDGS 群 (12-15% DDGS) または対照群 (DDGS 無配合) に割り当てた。試験期間は約 3 ヶ月であった。最初の 1 ヶ月および最後の 1 ヶ月はすべての牛に対照飼料を給与した。2 ヶ月目にそれぞれに割り当てた飼料 (DDGS または対照飼料) を給与した。本試験に用いた牛の数は酪農場 A、B および C でそれぞれ 34 頭、39 頭、87 頭であった。産乳量および乳組成 (乳脂肪、乳タンパク質および無脂肪固形分) は毎月測定した。DDGS 無配合飼料から DDGS 飼料への切替時の産乳量および乳組成に有意差は認められず、いずれの酪農場でも期間の違いによる差は認められなかった。これは、飼料に DDGS を配合しても乳牛の産乳量および乳組成には影響がなく、DDGS を日本の乳牛用飼料原材料として用いることが可能であることを示唆している。

## その他

ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブル (DDGS) の保管試験の報告 (2004 年)

Access at:

[http://www.ddgs.umn.edu/international-research/Japanese%20\(DDGS%20part%202-2004\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-research/Japanese%20(DDGS%20part%202-2004).pdf)

高温下での DDGS の品質変化および脂肪の自動酸化を見極めるため、本試験の筆者らは米国から輸入した DDGS サンプルを用いて、高温保管試験および高温多湿暴露試験を実施した。長期間の輸送中に高温地域を通過する DDGS をシミュレーションするため、DDGS を高温 (40°C および 60°C) で 8 週間、高温多湿 (40°C、相対湿度 75-100%) で 4 週間保管した。脂肪の品質変化、臭いおよび色の变化を調べた。すべての対照飼料サンプルは常時 23°C の飼料倉庫で保管した。

高温によってサンプルの異臭が増加したが、これは高温で保管した場合異臭が増すため DDGS の商業的価値が低下する可能性のあることを示唆している。高温保管時に DDGS の色の変化した。60°C では DDGS サンプルの色は濃くなり、表面が茶色になった。この変化は保管開始後ちょうど 1 週間で観察された。しかしながら、40°C では 8 週間保管した後でも外観の変化はごくわずかであった。高温保管および高温多湿保管のいずれにおいても、DDGS に含まれる脂肪の酸性度指数および過酸化価は依然として低いままで、これは保管期間に比例して変化することはなかった。結論として、高温下 (60°C) では DDGS の色および臭いの変化するが、脂肪の変性変化は認められなかった。DDGS の脂肪含有率は高く、10~13% である。本試験の結論は、脂肪は容易には劣化しないため、DDGS の栄養価は通常の保管条件下であれば大幅に変わることがないことを示唆している。

ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブル (DDGS) の栄養成分値および消化率のばらつきに関する試験報告 (2004 年)

アクセス:

[http://www.ddgs.umn.edu/international-research/Japanese%20\(DDGS%20part%203-2004\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-research/Japanese%20(DDGS%20part%203-2004).pdf)

本試験は DDGS の外観と DDGS の栄養成分値および消化率との関係性を評価することを目的として実施された。合計で 22 の DDGS サンプルについて、総エネルギー、水溶性物質、水溶性タンパク質、色値、見かけの色深度および乾物の消化率を分析した。栄養成分値および消化指数のばらつきについても評価した。外観から DDGS の栄養価を推定することができるよう、色と栄養成分値および消化指数との相関性について調べた。水溶性物質（ばらつき係数約 23%）を除き、各分析項目のばらつきはわずか（ばらつき係数 10%未満）であった。色差計による測定で明度が高いとされたサンプルでは脂質含有率および総エネルギー値が高く、水溶性物質および水溶性窒素の含有率が低かった。見かけの色深度が高い（色が濃い）DDGS では総エネルギー値が低く、水溶性物質の含有率が高かった。

## 韓国

### ブロイラー

ブロイラー用飼料に用いるトウモロコシ・ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブルの栄養価および経済的価値 Bong Duk Lee

本試験は市販のブロイラー用飼料に含まれる高品質 DDGS の栄養価および経済的価値を評価する目的で実施された。性別判定していない 1 日齢の Cobb-500 ブロイラー種の雛 3200 羽を無作為に 16 の飼育ペンに割り当てた。各飼育ペンには 200 羽を収容した。飼料は 4 種類（0%、5%、10%および 15% DDGS）とし、各飼料 4 反復試験とした。7 日目までは全ての雛に市販の幼雛飼料を給与し、その後 8 日目から 21 日目までは各雛用飼料を給与し、22 日目から 29 日目までは各成長期用飼料を給与した。枝肉測定のため、各飼育ペンにつき 1 羽を屠殺した。胸およびももの筋肉および両側の脚部のサンプルを採取して、きめおよび色の分析を行った。脂肪酸組成を分析するため、もも肉のサンプルを採取した。4 種類の飼料間で成長成績に有意差は認められなかった。DDGS の配合レベルが上昇すると、肉に含まれる不飽和脂肪酸の割合が有意に増加した（ $P < 0.05$ ）。胸およびももの筋肉のカラースコアは DDGS の影響を受けなかったが、DDGS を配合することで脚部の黄色味が有意に増加した。有意差にまでは至らないが、DDGS の配合によって胸肉およびもも肉の固さが減少する傾向がみられた。こうした結果は、ブロイラー用飼料に最大 15%まで DDGS を配合しても成長成績および肉の品質に悪影響を及ぼさないことを示唆している。

### 産卵鶏

産卵鶏用飼料に用いるトウモロコシ・ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブルの栄養価および経済的価値 Bong Duk Lee

産卵鶏用飼料にトウモロコシ・ジスチラーズ・グレイン・ウィズ・ソリュブル（DDGS）を配合した場合の、産卵成績、卵質および卵黄の脂肪酸組成に及ぼす影響を調べるため、10 週間の産卵鶏給与試験が実施された。合計 900 羽の 24 週齢のハイラインブラウン種産卵鶏を無作為に 20 の卵鶏ケージに割り付けた。各ケージには 45 羽を収容した。飼料は 4 種類（0%、10%、15%および 20%DDGS）とし、各飼料 5 反復試験とした。最大 20%まで DDGS を産卵鶏飼料に配合しても、飼料摂取量、産卵率、総卵質量、平均卵重および飼料要求率にいかなる影響も及ぼすことはなかった。DDGS は体重、破壊強度および卵殻の色に影響を及ぼさなかった。DDGS を配合すると卵黄の色は有意に増加した。DDGS の配合率が上昇するに従って、オレイン酸含有率が低下し、リノール酸含有率が増加した（ $P < 0.05$ ）。卵黄の脂肪酸の飽和度は飼料中の DDGS の影響を受けなかった。結論として、産卵鶏用飼料に DDGS を最大 20%まで配合することによって、産卵成績に悪影響を及ぼすことなくトウモロコシおよび大豆粕を代替することができ、飼料コストの削減にも役立つ可能性がある。

## 豚

豚用飼料に用いるトウモロコシ・ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブルの栄養価および経済的価値 Young, C.J., C.K. Byung, K.K. Jong と H.L. Won

アクセス:

[http://www.grains.org/images/stories/technical\\_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20\(2\).pdf](http://www.grains.org/images/stories/technical_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20(2).pdf)

韓国の商業豚用飼料に米国産トウモロコシ・エタノール DDGS を用いた場合の栄養価および経済的価値を評価するため、3 種を交雑した豚 (YLD) 合計 396 頭を用いて給与試験を実施した。幼齢期 (15-30 kg)、成長期 (30-70 kg) および仕上期 (70-105 kg) の 3 段階を対象とした試験を同時に実施した。いずれの時期を対象にしたものも用いた飼料は 3 種類で、幼齢期が対照飼料、DDGS 10% および DDGS 15% (表 1)、成長期・仕上期が対照飼料、DDGS 15% および DDGS 20% (表 2、3) であった。本試験で用いたトウモロコシ・エタノール DDGS は米国から輸入した。

表 1. 幼齢期豚 (15-30 kg)

|              | 対照飼料<br>(DDGS 0%) |    | 飼料 1<br>(DDGS 10%) |    | 飼料 2<br>(DDGS 15%) |    |
|--------------|-------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|
|              |                   |    |                    |    |                    |    |
| 飼育ペン数 (反復数)  | 2                 | 2  | 2                  | 2  | 2                  | 2  |
| 1 飼育ペン当たりの頭数 | 10                | 10 | 10                 | 10 | 10                 | 10 |
| 1 飼料当たりの頭数   | 40                |    | 40                 |    | 40                 |    |

表 2. 成長期豚 (30-70 kg) .

|              | 対照飼料<br>(DDGS 0%) |    | 飼料 1<br>(DDGS 15%) |    | 飼料 2<br>(DDGS 20%) |    |
|--------------|-------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|
|              |                   |    |                    |    |                    |    |
| 飼育ペン数 (反復数)  | 1                 | 1  | 1                  | 1  | 1                  | 1  |
| 1 飼育ペン当たりの頭数 | 20                | 20 | 20                 | 20 | 20                 | 20 |
| 1 飼料当たりの頭数   | 40                |    | 40                 |    | 40                 |    |

表 3. 仕上期豚 (70-105 kg) .

|              | 対照飼料<br>(DDGS 0%) |    | 飼料 1<br>(DDGS 15%) |    | 飼料 2<br>(DDGS 20%) |    |
|--------------|-------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|
|              |                   |    |                    |    |                    |    |
| 飼育ペン数 (反復数)  | 1                 | 1  | 1                  | 1  | 1                  | 1  |
| 1 飼育ペン当たりの頭数 | 26                | 26 | 26                 | 26 | 26                 | 26 |
| 1 飼料当たりの頭数   | 52                |    | 52                 |    | 52                 |    |

1 日平均体重増加率 (ADG) を算出するため、試験初日および最終日の個体体重を記録した。1 日平均飼料摂取量 (ADFI) を求めるため、各飼育ペンの飼料摂取量を測定した。仕上期の豚が出荷体重に達した時に各飼料群から無作為に 10 頭を選び、枝肉重量、背脂肪厚、ロインアイ面積、赤身率、枝肉 pH 24、最長筋の肉の色 ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) を含む枝肉特性および豚肉品質特性を評価した。枝肉重量および背脂肪厚は韓国の枝肉等級制度に基づいて測定した。ロインアイ面積は第 5 肋骨の値を計測した。赤身率 (脂肪 5%) は NSIF の数式を用いて推定した。幼齢期、成長期および仕上期において、異なる飼料間で ADG、ADFI および G:F (飼料効率) に有意差は認められなかった。いずれの飼料でも背脂肪厚はほぼ同じであった。しかしながら、雄豚と雌豚の間では背脂肪厚に有意差 ( $P < 0.05$ ) が認め

られた（未経産豚の平均 20.1 mm、去勢雄豚の平均 26.6 mm）。腰肉の 24 時間後の pH、NPPC 色、72 時間後の肉汁流出率、脂肪交雑度については有意差は認められなかった。

豚用飼料に米国産トウモロコシ・エタノール DDGS を配合した場合の経済的価値についても評価を行った。一般に、DDGS で置換する割合が上昇すると、トウモロコシおよび大豆粕の配合率ならびに粗タンパク質含有率が低下し、反対に合成リジンおよびライムストーン配合率は上昇する。若齢期、成長期および仕上期の飼料に DDGS を 15% 配合すると、飼料原材料全体の費用がそれぞれ 1.1%、0.6%、0.1% 上昇する。飼料穀物およびその他の飼料原材料の供給が不安定な現状にあっては、DDGS の生物学的影響および経済的な影響が最小限に抑えられることから、直ちに米国産のトウモロコシ DDGS を韓国の豚用飼料に使用することができると考えられる。

## メキシコ

### 豚

メキシコのハリスコで従来から用いられてきた豚用飼料を成長期-仕上期の豚に給与した場合の成長成績への影響とノーゴールド製 DDGS を 10% 配合した飼料を給与した場合の影響の比較  
アクセス:

<http://www.ddgs.umn.edu/articles-swine/2003-Mexico%20feed%20trials.pdf>

本試験はメキシコで従来から用いられてきた豚用飼料を成長期（体重 30 kg から 60 kg）および仕上期（60 から 100 kg）の豚に給与した場合の成長率、飼料摂取量および飼料要求率とノーゴールド DDGS を 10% 配合した飼料を給与した場合の値とを比較することを目的として、メキシコのハリスコで実施された（Ramiro Martin）。対照飼料群または DDGS の飼料群のいずれかに合計 800 頭の成長期豚および合計 600 頭の仕上期豚を割り当てた。飼育ペンを試験単位とし、成長期では 12 反復、仕上期では 9 反復とした。豚に試験飼料を給与した期間は成長期で 49 日間、仕上期で 50 日間であった。成長期では DDGS 飼料を給与した豚の成長率が対照飼料を給与した豚の値を上回った（ $P < 0.0002$ ）。両飼料間で飼料摂取量（ $P < 0.12$ ）および飼料要求率（ $P < 0.13$ ）に有意差は認められなかった。仕上期では DDGS 飼料を給与した豚の ADG は対照飼料を給与した豚の値とほぼ同じであった。DDGS を給与した豚の 1 日平均飼料摂取量は対照飼料を給与した豚の値を上回ったが（ $P < 0.01$ ）、飼料要求率については両飼料群間で有意差（ $P > 0.79$ ）は認められなかった。結論として、本試験ではノーゴールド DDGS を 10% 配合した飼料を成長期-仕上期の豚に給与した場合の値は、成長期では ADG が、仕上期では ADFI が、メキシコのハリスで標準的に用いられている飼料を給与した豚の値を上回ることが示された。対照飼料を給与した豚も DDGS 飼料を給与した豚も飼料要求率は同程度であった。こうした結果は、ノーゴールド DDGS をメキシコにおける成長期-仕上期の豚に配合することによって、現在流通している市販の豚用飼料と比較して少なくとも同等か、恐らくはより優れた成長成績を達成することが可能であることを示唆している。

### ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブル - 豚給与試験

本試験は DDGS が含まれる飼料の給与が豚の成長成績に及ぼす影響を見極めることを目的として、メキシコで実施された。成長期-仕上期の豚を DDGS の配合率が 0% と 10% の 2 種類の飼料のいずれかに割り付けた。給与計画に基づいて、第 1 期飼料は 18 日間の給与、続く第 2 期飼料は 34 日間の給与、その後の第 3 期飼料は 55 日間の給与とした。豚の体重は試験開始時および各期の終了時に測定した。DDGS 飼料と対照飼料の 1 日平均体重増加率はほぼ同じであった。飼料効率は給与期間によって変化した。18 日間および 34 日間の給与期間では、DDGS 飼料を給与した豚の方が飼料効率が高くなる傾向があり、54 日間の給与期間では対照飼料を給与した豚の方が飼料効率が低い傾向がみられた。こうした結果は、成長期-仕上期豚用飼料に DDGS を 10% 配合しても成長成績に悪影響のないことを示唆している。

## その他（実施国不明の DDGS 実証試験）

アクセス

[http://www.grains.org/images/stories/technical\\_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20\(2\).pdf](http://www.grains.org/images/stories/technical_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20(2).pdf)

異なる出荷元の DDGS の化学組成（RCFF 試験）

DDGS の化学組成のばらつきを評価するため、5 種類の異なる出荷元の DDGS サンプルを化学的に分析した。これら 5 種類のサンプルの化学組成の範囲を以下に示した。

### 異なる出荷元 DDGS の化学組成

| 項目／サンプル | 水分             | DM              | CP              | CF            | 脂肪            | 灰分            |
|---------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| 1       | 12.0           | 88.0            | 27.0            | 7.4           | 7.2           | 4.9           |
| 2       | 8.36           | 91.6            | 26.4            | 9.2           | 8.3           | 4.5           |
| 3       | 8.4            | 91.6            | 24.2            | 8.2           | 9.9           | 5.0           |
| 4       | 10.5           | 89.5            | 27.0            | 6.8           | 8.3           | 4.6           |
| 5       | 11.5           | 88.5            | 26.1            | 9.5           | 7.2           | 4.6           |
| 平均      | 9.74           | 90.26           | 25.94           | 8.22          | 8.57          | 4.72          |
| 範囲      | 8.4 から<br>12.0 | 88.0 から<br>91.6 | 24.2 から<br>27.0 | 7.4 から<br>9.5 | 7.2 から<br>9.9 | 4.5 から<br>5.0 |
| ばらつき、%  | 44.0           | 4.0             | 11.5            | 28.3          | 37.5          | 11.0          |

### ブロイラーの実証試験

- RCFF の試験

1848 羽の Cub 種ブロイラーに 4 種類の DDGS 飼料を給与し、1 飼料につき 3 反復とした。飼料それぞれの内容は以下の通り。

| 飼料 | 幼雛期       | 成長期        | 仕上期        |
|----|-----------|------------|------------|
| 1  | 0% DDGS   | 0% DDGS    | 0% DDGS    |
| 2  | 2.5% DDGS | 5.0% DDGS  | 7.5% DDGS  |
| 3  | 5.0% DDGS | 7.5% DDGS  | 10.0% DDGS |
| 4  | 7.5% DDGS | 10.0% DDGS | 12.5% DDGS |

幼雛期、成長期および仕上期にそれぞれ 5.0%、7.5% および 10% DDGS 飼料を給与した雛の斃死率、飼料摂取量、1 日増体量、飼料要求率は、対照飼料を給与した雛の値と同程度に優れていた。飼料 3 を給与した雛の幼雛期、成長期および仕上期の飼料コストは、対照飼料のコストをそれぞれ 1.2%、3.7% および 3.5% 下回った。

- Misr El Arabia Co. の試験

Cub、Ross、Hubbard、Isa および Avian のブロイラー合計 1,804,934 羽を飼育する 6 箇所の養鶏所で、幼雛期、成長期および仕上期飼料として 36 日間にわたり 5% の DDGS を配合したマッシュ飼料を給与した。大豆 44% および トウモロコシを置換して DDGS を 5% 配合した飼料を給与したブロイラーの成績は、斃死率、運動性、飼料摂取量、体重および飼料要求率が DDGS 無配合飼料を給与したブロイラーの値とほぼ同じで、飼料要求率および飼料コスト 2% 削減という点では無配合飼料を上回っていた。

### 乳用水牛／バドル畜牛農場の試験

本試験では 70 頭の乳用水牛を供試した。これらの水牛には 10% 綿実ミールおよび 5% 小麦ふすまを置換して DDGS を 15% 配合した飼料を給与した。15% DDGS 飼料を給与した乳用水牛の成績は、産

乳量で対照飼料を給与した水牛の値と同程度であった。DDGS を配合した飼料では飼料コストを 3% 削減することができた。

## 台湾

### ブロイラー

米国産トウモロコシ・ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブルを配合した飼料の給与が台湾国産有色鶏の成長成績および枝肉品質に及ぼす影響 Lu, J.J., Y.K. Chen.

アクセス:

<http://www.ddgs.umn.edu/articles-poultry/2005-Lu-%20DDGS%20domestic%20color%20chicken%20final%20report-082405.pdf>

アジアでは国産の有色鶏の人気が高い。体の成熟度、適切な大きさの赤いとさか、艶のある羽根、黄色い皮膚、肉の柔らかさなどを含め、消費者の鶏に対する満足度に関わる市場特性には特別なものがある。とさかおよび皮膚の色に対するニーズを満たすため、市販の家禽用飼料に定期的に人工色素が添加される結果、飼料コストが上昇することになる。キサントフィルはトウモロコシに含まれる黄色からオレンジ色にまたがる色素で、トウモロコシ DDGS には比較的多く含まれている。そのため、家禽飼料用のキサントフィル色素源として DDGS を加えることは、台湾で DDGS を使用する場合の魅力的特長のひとつとなる。本試験の目的は、様々な割合で DDGS を配合した飼料を給与し、台湾国産の有色鶏の成長成績、皮膚の色、枝肉特性に及ぼす影響を見極めることであった。

本試験には 624 羽の 1 日齢の市販国産有色鶏を供試した。6 種類の飼料を 3 段階の市販給与プログラム、すなわち第 1 期 (0 から 4 週齢)、第 2 期 (5 から 12 週齢)、第 3 期 (13 から 16 週齢) に従って給与した。6 種類の飼料群それぞれに 26 羽の鶏 (雄 13 羽と雌 13 羽) を割り付け、それぞれの飼料につき 4 反復とし、0 週齢から 16 週齢まで試験飼料を給与した。飼料の種類は以下のとおりである。

- 1) 対照飼料 : トウモロコシ-大豆粕
- 2) 対照飼料 + 第 2 期および第 3 期には人工色素を全量、DDGS は含まず
- 3) 10% DDGS 飼料
- 4) 20% DDGS 飼料
- 5) 20% DDGS + 第 2 期および第 3 期には人工色素を 50% 量
- 6) 第 1 期に対照飼料ならびに第 2 期および第 3 期に 20% DDGS 飼料

すべての鶏の個体体重を 2 週間に 1 回計測し、各飼育ペンの飼料摂取量を記録した。1 回ごとに 8 羽の鶏 (雄 4 羽と雌 4 羽) を無作為に選び、それぞれ 12 週齢、14 週齢および 16 週齢で屠殺した。生体重、枝肉重量、歩留、腹部脂肪パッドの量および色ならびに肝臓重量を測定した。胸およびももの筋肉の半量をサンプルとして採取し、L\*, a\*および b\*を用いたハンター測色を行うためにすりつぶした。胸およびももの残りの半量は剪断力測定のために 100°C で 10 分間蒸した。DDGS が鶏のタンパク質および脂質の代謝に及ぼす影響を見極めるため、屠殺時に血液サンプルを採取して、総タンパク質 (TP)、アルブミン (ALB)、トリグリセリド (TG)、総コレステロール (CHOL) およびクレアチニン (CREA) を分析した。

トウモロコシ DDGS を国産有色鶏用飼料に 20% 配合しても、増体量、飼料効率、肉質、タンパク質代謝および脂肪代謝に悪影響を及ぼさなかった。腹部脂肪パッドの色は飼料による有意な影響を示した (表 1)。人工色素を全量加えた飼料または 20% DDGS に人工色素を半量加えた飼料を給与した場合には、それぞれ 12 週齢、14 週齢および 16 週齢で腹部脂肪パッドの色が有意に ( $P < 0.05$ ) 改善した。10% DDGS 飼料および 20% DDGS 飼料では 12 週齢および 16 週齢での腹部脂肪パッドの色への影響は認められなかったが、14 週齢ではカラースコアに改善がみられた。第 2 期に対照飼料を 20% DDGS 飼料で置換した飼料 6 では 16 週齢まで腹部脂肪パッドの色の改善はみられなかった。人

工色素を全量加えた飼料および 20%DDGS に人工色素を推奨量の半量加えた飼料では、鶏の皮膚は明るい黄色になった。こうした結果は、DDGS に含まれるキサントフィルでは台湾市場の色要件を満たすために添加されている人工色素を完全には代替できないが、20%DDGS に人工色素を半量加えることにより、望ましい枝肉品質ならびに腹部脂肪パッドおよび皮膚の色を達成することが可能であることを示唆している。飼料に DDGS を配合することによって更なる費用の削減が可能となるため、DDGS は国産有色鶏の生産において効果を発揮する良好な代替飼料原材料であると言える。

表 1. 人工色素および DDGS を含む飼料の給与が台湾固有国産鶏の腹部脂肪パッドの色に及ぼす影響

| 計測          | 週齢   | 飼料               |                  |                  |                              |  |                  | MSE |
|-------------|------|------------------|------------------|------------------|------------------------------|--|------------------|-----|
|             |      | 対照飼料             | 対照飼料 +           |                  | 20% DDGS + ½ AP <sup>1</sup> | 第 1 期に対<br>照飼料、第 2<br>期&3 期に<br>20% DDGS |                  |     |
|             |      |                  | AP <sup>1</sup>  | 10%<br>DDGS      |                              |  |                  |     |
| 腹部脂肪パ<br>ッド | 12 週 | 1.0 <sup>d</sup> | 4.4 <sup>b</sup> | 1.1 <sup>d</sup> | 1.5 <sup>cd</sup>            | 5.3 <sup>a</sup>                         | 2.0 <sup>c</sup> | 0.5 |
|             | 14 週 | 2.0 <sup>e</sup> | 4.2 <sup>b</sup> | 2.7 <sup>d</sup> | 3.5 <sup>c</sup>             | 5.0 <sup>a</sup>                         | 2.0 <sup>e</sup> | 0.4 |
| カラスコア       | 16 週 | 2.5 <sup>d</sup> | 6.5 <sup>a</sup> | 3.0 <sup>d</sup> | 4.2 <sup>c</sup>             | 5.0 <sup>b</sup>                         | 2.5 <sup>d</sup> | 0.4 |

a, b, c, d 同一列の異なる上付文字は有意差のあることを示す (P<0.05)。

<sup>1</sup>AP = 人工色素

台湾の冬期条件下で DDGS 無配合飼料および DDGS10%配合飼料を給与したブロイラー鶏の成長成績 G.C. Shurson

本試験は、台湾において冬期数ヶ月間にわたり商業生産条件下で DDGS を 10%配合した飼料を給与し、ブロイラーの成長成績および生存率を評価する目的で実施された。合計 320 羽のブロイラーを DDGS0%配合飼料および DDGS10%配合飼料の 2 種類の飼料のいずれかに無作為に割り付け、38 日間の試験期間を幼雛期（1 日齢から 14 日齢）、成長期（14 日齢から 29 日齢）および仕上期（29 日齢から 38 日齢）に分けて、これらのブロイラーに各飼料を続けて給与した。これら 2 種類の飼料間で 1 日平均増体量に有意差 (P > 0.05) は認められなかった。幼雛期、成長期、仕上期および全試験期間の平均飼料摂取量および飼料要求量は飼料による影響を受けなかった。生存率の数値は DDGS10%飼料を給与したブロイラーの方が高かった。こうした結果は、幼雛期、成長期および仕上期の鶏の飼料に DDGS を 10%配合することで優れた成長成績を達成することが可能であり、こうした飼料は台湾の養鶏業界で用いられている一般的な市販ブロイラー飼料と遜色のないことを示唆している。

## 産卵鶏

トウモロコシ・ジステラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブルが産卵鶏の産卵成績および卵質に及ぼす影響 Bor-Ling Shih, A-Li Hsu, Y.K. Chen

本試験は台湾において、DDGS が産卵鶏の産卵成績および卵質に及ぼす影響を評価する目的で実施された。本試験には合計 240 羽のハイライン種産卵鶏を供試した。これらの鶏は無作為に 4 種類の飼料群のいずれかに割り付け、各飼料ともに 3 反復とした。すなわち、1 飼料 1 反復につき 23 週齢から 42 週齢の鶏 20 羽が割り付けられた。4 種類の飼料は以下のとおりである。1) DDGS を含まない対照飼料; 2) DDGS を 6%配合した飼料; 3) DDGS を 12%配合した飼料; 4) DDGS を 18%配合した飼料。産卵率、体重および飼料摂取量を記録した。産卵後 24 時間以内に卵質ならびに卵殻破壊強度、卵殻重量および厚さを含む卵殻の質を測定した。卵黄色は明度 (L\*)、赤系 (a\*)、および黄系 (b\*) を用いて測定した。1 反復につき 12 羽を無作為に抽出して血液サンプルを採取し、総タンパク質、尿酸、カルシウム、無機リン、コレステロールおよびトリグリセリドの分析に用いた。各飼料群から 6 個の卵を選び出し、コレステロールおよび脂肪酸組成の分析も実施した。本試験により得られた結果は、

産卵鶏用飼料に DDGS を 6% から 12% 配合しても、飼料摂取量、飼料効率、産卵率および卵質量に影響を及ぼさないことを示唆している。飼料中の DDGS の割合が 12% を超えた場合に、卵黄の色に改善がみられたが、これは DDGS に含まれるキサントフィルが産卵鶏に十分利用されたことを示している。産卵鶏用飼料に DDGS を 12% 配合すると、血漿カルシウムおよびリン濃度が上昇し、卵殻破壊強度が改善された。結論として、産卵鶏では DDGS を 12% 配合することで最高の産卵成績および卵質を達成することが可能である。従って、DDGS を産卵鶏用飼料に配合することは、産卵成績、卵殻および卵黄特性を改善する上で効果的であると言える。

## 産卵アヒル

トウモロコシ・ジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブルが産卵ブラウンダックの産卵成績および卵質に及ぼす影響 J.F. Huang, M.Y. Chen, H.F. Lee, S.H. Wang, Y.H. Hu と Y.K. Chen

本試験は DDGS が産卵ブラウンダックの産卵成績および卵質に及ぼす影響を評価する目的で実施された。本試験には合計 240 羽の Brown Tsaiya 種のアヒルを供試した。これらのアヒルは無作為に 4 種類の飼料群のいずれかに割り付け、各飼料ともに 3 反復とした。1 反復につき 14 週齢から 50 週齢のアヒル 20 羽が割り付けられた。4 種類の飼料は以下のとおりである。1) DDGS を含まない対照飼料; 2) DDGS を 6% 配合した飼料; 3) DDGS を 12% 配合した飼料; 4) DDGS を 18% 配合した飼料。最初の産卵からの産卵率、飼料摂取量、飼料効率、卵重、卵殻強度および卵黄色を記録した。20 週齢、30 週齢、40 週齢および 50 週齢時に 1 反復につき 6 個の卵を無作為に抽出し、その卵黄をコレステロールおよび脂肪酸組成の分析に用いた。本試験により得られた結果は、産卵アヒルの飼料に DDGS を最大 18% まで配合しても、飼料摂取量、飼料効率、卵殻の質に有意な影響を及ぼさないことを示唆している。DDGS を高率 (18%) で配合すると産卵率が上昇した。飼料に 12% または 18% の DDGS を配合すると、卵重が増加する傾向がみられた。卵黄色の数値は DDGS の量が増加するに従って 1 次増加を示したが、これは DDGS に含まれるキサントフィルが産卵アヒルに十分利用されたことを示している。飼料に DDGS を 12% または 18% 配合すると、卵黄の脂肪率および卵黄のリノール酸含有率が上昇した。結論として、産卵成績に影響を及ぼすことなく卵黄特性を改善する目的で、DDGS を産卵アヒルの飼料に効果的に用いることができると言える。

## 豚

台湾の冬期条件下で DDGS 無配合飼料および DDGS10% 配合飼料を給与した幼齢期豚および成長期豚の成長成績 G.C. Shurson

本試験は台湾において、冬期の商業生産条件下で DDGS を 10% 配合した飼料を給与した幼齢期豚および成長期豚の成長成績および生存率を評価する目的で実施された。2 件の幼齢期給与試験には 17 日齢から 18 日齢の離乳豚を合計 232 頭供試した。離乳期にはすべての豚に一般的な餌付け飼料を 2 週間給与し、その後 DDGS を 0% および 10% 配合した 2 種類の第 2 期飼料のいずれかに無作為に割り付けた。これとは別に実施した成長期試験には開始体重 23 kg の豚を合計 264 頭供試した。これらの豚は DDGS を 0% 配合飼料または 10% 配合飼料のいずれかに無作為に割り付けた。幼齢期豚を対象とした第 1 試験では、DDGS を 10% 配合した第 2 期幼齢期豚用飼料を給与した豚の ADG、DFI および G/F と対照飼料を給与した豚のこれらの値との間に有意差は認められなかった ( $P > 0.41$ )。しかしながら幼齢期豚を対象とした第 2 試験では、DDGS を 10% 配合した飼料を給与した豚の成長率 ( $P < 0.03$ )、および飼料摂取量 ( $P < 0.002$ ) は対照飼料を給与した豚の値を上回り、有意差が認められた。ただし、G/F は飼料の影響を受けなかった。生存率も飼料の影響を受けなかった。成長期試験では、DDGS0% 飼料を給与した豚と DDGS10% 配合飼料を給与した豚との間で、ADG、ADFI および G/F ( $P > 0.42$ ) の差は認められなかった。こうした結果は、冬期に DDGS を 10% 配合した幼齢期豚

用飼料および成長期豚用飼料を給与した場合と台湾で一般的に用いられている市販飼料を給与した場合とを比較すると、豚の成績は少なくともほぼ同じか、前者が後者を上回る可能性のあることを示唆している。

台湾の夏期条件下で DDGS を 0%、2.5% および 5% 配合した飼料を幼齢期豚に給与し、DDGS を 0% および 7.5% 配合した飼料を成長期豚に給与した場合の成長成績への影響 Clare Pei-Ying Feng と Jerry Shurson

本試験は台湾において、夏期の商業生産条件下で高品質 DDGS を 0%、2.5% および 5% 配合した飼料を給与した幼齢期豚、ならびに DDGS を 0% および 7.5% 配合した飼料を給与した成長期豚の成長成績および生存率を評価することを目的として実施された。本試験には 3 週齢の幼豚を合計 324 頭供試した。離乳期にはすべての豚に一般的な餌付け飼料を 2 週間給与し（第 1 期）、その後 DDGS を 0%、2.5% および 5.0% 配合した 3 種類の第 2 期飼料のいずれかに無作為に割り付けた。試験開始時および 25 日間の試験終了時にすべての豚の体重を測定した。1 件の成長期試験には開始体重 26.8 kg の豚を合計 96 頭供試した。豚は 4 つの飼育ペンに割り当て、1 飼料につき 2 飼育ペンを用いた。飼育ペンは無作為に 2 種類の飼料のいずれか、すなわち DDGS 配合 0% 飼料または 7.5% 飼料に割り付けた。試験開始時および 42 日間の給与と試験終了時にすべての豚の体重を測定した。幼齢期試験では、DDGS を 2.5% または 5.0% 配合した第 2 期幼齢期豚用飼料を給与した豚の ADG、ADFI および G/F と対照飼料を給与した豚の値との間に有意差は認められなかった。成長期試験では、DDGS を 0% 配合した飼料と 7.5% 配合した飼料を給与した豚との間で、ADG、ADFI および G/F の差は認められなかった。幼齢期試験でも成長期試験でも飼料による生存率への影響はみられなかった。こうした結果は、DDGS を 2.5% または 5.0% 配合した第 2 期幼齢期飼料、および DDGS を 7.5% 配合した成長期飼料を給与した場合の成績が、台湾で一般的に用いられている DDGS を含まない市販飼料を給与した場合の値とほぼ同じであることを示唆している。

## 乳牛

台湾における飼料原材料のタンパク質分解性に関する研究 Chiou, P.W.S, K.J. Chen, K.S. Kuo, J.C. Hsu, B. Yu. Anim. Feed Sci. Technol. 55 (1995) 215-226.

アクセス:

[http://www.ddgs.umn.edu/international-research/1995-Wen-Shyg%20Chiou-%20Studies%20on%20the%20protein%20degradabilities%20\(Taiwan\).pdf](http://www.ddgs.umn.edu/international-research/1995-Wen-Shyg%20Chiou-%20Studies%20on%20the%20protein%20degradabilities%20(Taiwan).pdf)

(抄録)

一般的に用いられている反芻胃動物用飼料の原材料、粗飼料および副産物のタンパク質分解率を in situ ナイロンバッグ方式を用いて測定した。

In situ ナイロンバッグ試験を実施するため、4 頭の乾乳期の乳牛の第一胃にフィステルを装着した。4.5 X 6.5 cm のナイロンバッグに 28 種類の異なる飼料原材料サンプルを入れ、様々な時間 (0、2、4、8、12、24 時間) にわたり第一胃に装着した。第一胃固体流出率を 8% 未満とした場合、算出タンパク質分解率 (パーセント) はコーングルテンミールで 8.8、フェザーミールで 29.1、醤油粕で 79.1、ブルワーズグレインで 37.1、ジスチラーズ・グレインで 53.9、肉骨粉で 51.9、小麦ふすまで 76.8、トウモロコシで 34.6 となった。第 2 試験ではナイロンバッグの大きさを 10 X 20 cm に変更し、バッグの懸垂方法を変更し、装着時間を延長して 48 時間および 72 時間とした。第一胃固体流出率を 8% とした場合のタンパク質分解率は以下ようになった。乾草メヒシバ 38.6、醤油粕 83.3、粉碎トウモロコシ 75.6、米糠 52.5、ネピアグラス 34.7、ジスチラーズ・グレイン 60.1、ブルワーズグレイン 54.9、乾草アルファルファ 71.8、魚粉 37.5、大豆粕 68.0、豆腐粕 61.7。記載されたいずれの分解率も流入微生物窒素を考慮するための修正を加えていない。大型のバッグを用いた方 (第 2 試験) が粗タンパク質消失率の標準偏差が小さいため、4.5 X 6.5 cm のバッグではなく 10 X 20 cm が推奨された。

## 魚

### サバヒー (*Chanos chanos*) およびティラピア交配種 (*O. aurea* x *O. nilotica*) のための DDGS 飼料配合率の評価

この 2 件の給与試験は、サバヒー用飼料およびティラピア交配種用飼料に用いることのできるジスチラーズ・ドライド・グレイン・ウィズ・ソリュブル (DDGS) の最大配合率を推定することを目的として実施された。いずれの試験においても、DDGS を試験飼料に 0% から 40% 配合した 5 種類の等窒素、等エネルギー飼料をそれぞれの魚に給与し、各飼料 3 反復試験とした。ティラピア区では、DDGS を最大 20% まで配合した飼料を給与した魚の成長成績は対照飼料を給与した魚の値とほぼ同じであったが、DDGS を 20% 配合した飼料を給与した魚の成長率および FCR (飼料要求率) は DDGS を 30% および 40% 配合した飼料を給与した魚の値を上回った。サバヒー区では、様々な配合率で DDGS を加えた飼料を給与した魚の成長成績に有意差は認められなかった。こうした結果は、ティラピア用飼料には成長成績を損ねることなく最大 20% まで DDGS を配合することが可能であることを示唆している。サバヒー用飼料では DDGS を最大 40% まで配合することが可能と考えられるが、今後の確認が待たれる。

## タイ

### ブロイラー

#### 様々な配合率で加えた DDGS がブロイラーの成長成績および枝肉測定値へ及ぼす影響 アクセス

[http://www.grains.org/images/stories/technical\\_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20\(2\).pdf](http://www.grains.org/images/stories/technical_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20(2).pdf)

米国では現在、DDGS は反芻胃動物用飼料原材料として広く用いられているが、非反芻胃動物、特にブロイラーおよび産卵鶏への給与については更なる研究が必要である。実際的な環境下でブロイラーの DDGS に対する反応を理解するために、タイのサムットプラカーンに所在するバンコク動物研究センター (BARC) において、孵化したばかりの 960 羽の Ross 308 種雌ブロイラーに DDGS を様々な配合率で加えた飼料を給与し、成長成績を比較する試験が実施された。ブロイラーは無作為に 5 種類の飼料に割り付け、各飼料 12 反復試験とした。1 反復につき 16 羽を 1 ユニットとして各飼育ペンにおいて飼育した。飼料には 4 種類の DDGS 配合飼料、すなわち 3%、6%、9% および 12% 配合した飼料ならびに 0% の対照飼料を用いた。すべての飼料はトウモロコシ-大豆粕主体飼料 (Soon Soon Oilmills Malaysia から入手) で、小麦ふすま、パーム原油および各種配合率で DDGS を配合した。0 日から 21 日目までは幼雛用飼料を給与し、22 日から 42 日目までは成長期用飼料を給与した。21 日目の終わりおよび 42 日目の終わりに鶏の体重を測定した。試験終了時には枝肉評価を実施するために各飼料群から 2 羽を屠殺した。

21 日目までは鶏の増体量 (BWG)、飼料摂取量 (FI) および飼料要求率 (FCR) にほとんど差がみられなかった。しかしながら 42 日目終了時では、DDGS を 6% 超配合した飼料を用いた試験群の FCR は、DDGS の配合率が 6% 未満の飼料を給与した試験群の値を上回り、有意差が認められた ( $P < 0.05$ )。このことは、成長期に 6% を超えて DDGS を配合した場合成長成績に悪影響が出るため、何らメリットは得られないことを示唆している。試験期間全体にわたって、異なる飼料群間で BWG の差は認められなかった。DDGS を 12% 配合した飼料群では最終時 FI が有意な上昇 ( $P < 0.05$ ) を示したが、対照飼料群ならびに DDGS を 3%、6% および 9% 配合した飼料群の FI は同程度であった。DDGS を 12% および 9% 配合した飼料群の飼料要求率は対照飼料群の値を有意に上回った ( $P < 0.05$ ) が、DDGS を 3%、6%、9% 配合した飼料群の FCR と対照飼料、3%、6% 配合した飼料群の FCR との間には有

意差は認められなかった。幼雛期、成長期および試験全期間において、斃死率および淘汰率に有意差は認められなかった。こうした結果から、成長成績に悪影響を及ぼすことなく、ブロイラー用飼料に DDGS を最大 10%まで配合可能であることが確認された。FI および FCR を考慮した場合には、最大配合率は 6%から 9%の間がよいと考えられる。9%を超えるとブロイラーは高い成長率を維持するために追加的な飼料を必要とすることから、FCR が劣る結果となる。内臓を除去した枝肉重量、内臓重量および脂肪パッド総重量はいずれの飼料群の値もほぼ同じで、DDGS による枝肉品質への影響は最小限であるため、目標とする成長成績を達成することのみを考慮して DDGS の使用について判断すべきであることが示唆される。

## ベトナム

### 豚

異なるタンパク質含有率のドライド・ジスチラーズ・グレイン・ウィズ・ソリュブルが成長期の豚に及ぼす影響 Chung Kim

成長期の豚にタンパク質含有率の異なるドライド・ジスチラーズ・グレイン・ウィズ・ソリュブル (DDGS) を給与した場合の DDGS の価値を比較するために給与試験が実施された。3 種類の飼料を給与するこの試験に用いられた豚は合計 270 頭で、試験飼料は DDGS を含まない対照飼料、タンパク質含有率が 26%および 40%の DDGS を 20%配合した飼料であった。これら 3 種の飼料には成長期豚の要求量を満たすように調整された飼料原材料 (トウモロコシ、キャッサバ、大豆粕、ピーナツミール、および米糠) をペレット状にしたものを用い、いずれの可消化アミノ酸およびエネルギーもほぼ同等とした。各コンクリート製飼育ベンに開始時体重 35 kg の成長期豚 30 頭を収容し、それぞれの飼料を給与した。各飼料 3 反復試験とした。本給与試験は出荷体重とされる約 90 kg に到達するまでの 81 日間実施した。豚は DDGS を配合した飼料を積極的に摂取し、DDGS に関わる拒否または毒性の徴候は観察されなかった。異なる飼料間で 81 日間給与した後の豚の体重に差は認められなかった。対照飼料、タンパク質 26%の DDGS 飼料および 40%の DDGS 飼料を給与した豚の 1 日増体量は、それぞれ 0.675 kg、0.672 kg および 0.640 kg であった。1 日当たりの平均飼料摂取量はいずれの飼料でも同程度 (約 2 kg/日) であり、従って飼料要求率はタンパク質含有量が異なる DDGS 飼料間での差は存在しなかった。異なる飼料間で背脂肪厚の違いは認められなかった。給与終了時に、内部マーカーとして酸不溶性灰分を用いた消化率試験を実施した。タンパク質 26%DDGS 飼料の乾物、タンパク質およびリンの消化率はそれぞれ 91%、91%および 96%で、タンパク質 40%DDGS 飼料の 83%、85%および 92.5%を上回った。タンパク質 26%の DDGS 飼料の費用対収益は、タンパク質 40%の DDGS 飼料および DDGS を含まない対照飼料を上回った。結論として、成長期の豚に給与する場合には DDGS を 20%配合した飼料は効果的かつ経済的であり、タンパク質を 26%含む DDGS 飼料の乾物、タンパク質およびリンの消化率の値はタンパク質を 40%含む DDGS 飼料を上回る。

### 魚

ベトナムの条件下でのレッドティラピア用飼料としての DDGS の使用 LE Hung VY  
アクセス

[http://www.grains.org/images/stories/technical\\_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20\(2\).pdf](http://www.grains.org/images/stories/technical_publications/2008-2009%20DDGS%20feeding%20trials%20(2).pdf)

レッドティラピアはベトナムで養殖される主要魚のひとつで、食用として人気のある魚種と考えられている。ドライド・ジスチラーズ・グレイン・ウィズ・ソリュブル (DDGS) は動物用、特に乳牛、豚および家禽用として適しており、経済的な飼料原材料であることが明らかにされてきた。しかしながら、魚用飼料としての DDGS の使用に関する情報は限定的である。本試験はベトナムの商業条件下

で DDGS の配合率を引き上げて給与した場合、ティラピアの成績に及ぼす影響を評価するために実施された。6000 匹を超える鯉および開始体重 190g のティラピアの幼魚を、養殖池に浮かべた生け簀の中で 800-900 g 程度になるまでの 4 ヶ月間飼育した。主として大豆粕、トウモロコシ、米糠および魚油から構成されるほぼ等エネルギー（2500 kcal/kg）、等タンパク質（30%）の飼料に DDGS を 0%、5%、10%および 15%配合した 4 種類の飼料を用いた。4 ヶ月間給与した結果、ティラピア用飼料の DDGS 配合率を引き上げると、成長率および飼料効率が改善することが分かった。最も成長率が高かったのは大豆粕と 10%DDGS および 15%DDGS との組み合わせであった（ $P < 0.05$ ）。最も成長率が低かったのは DDGS の配合率が 0%の飼料であった。養殖全期間を通じて最も飼料要求率（FCR）が低かったのは 15%DDGS 飼料で、その値は 2.1 であった。DDGS を 15%配合した飼料では DDGS が含まれない飼料の生存率を上回った（97.3% vs. 94%）。試験終了時の魚肉評価では、化学組成の差は認められなかった。結論として、DDGS はティラピア用飼料に最大 15%まで配合することができ、成長成績を改善する可能性がある。

#### 鯉を対象とした DDGS の給与試験 Le Khan Hung

鯉の給与試験はベトナムのホアビン省に所在するホアビン池において、ドライド・ジスチラーズ・グレイン・ウィズ・ソリュブル（DDGS）の最適配合率を見極める目的で実施された。本試験では開始体重 26-51g の鯉を用い、池に浮かべた生け簀の中で 200 g 程度になるまで 3 ヶ月以上飼育した。主として大豆粕、小麦副産物、米糠、魚粉、肉骨粉および魚油から構成されるほぼ等エネルギー（2.9 Mcal/kg）、等タンパク質（26%）の飼料に DDGS を 0%、5%、10%および 15%配合した 4 種類の飼料を用いた。3 ヶ月間給与した結果、飼料の DDGS 配合率を引き上げても、魚の成長率および飼料摂取量には影響がないことが分かった。DDGS10%飼料および DDS15%飼料を給与した魚の成長率（40 g/月）はそれよりも低い DDGS 配合率（0%および 5%）の飼料を給与した魚の値（28 g/月）を上回る徴候がみられた。魚の生存率は 99.3-99.5%程度で、異なる飼料間で生存率の差はみられなかった。試験終了時の魚肉評価では、水分、タンパク質および脂肪含有率に違いは認められず、いずれの飼料群でも肉色はほぼ同じであった。結論として、DDGS は鯉用飼料に最大 15%まで配合することができ、魚の成長成績および肉質に影響を及ぼさないとと言える。



#### まとめ

国産の家畜飼料に飼料原材料として米国産 DDGS を配合することの影響について、数多くの国々で評価が行われている。米国よりも色の濃い卵黄への需要がある日本では、国産の産卵鶏用飼料に最大 20%まで DDGS を配合した場合、卵質に影響することなく卵黄の色が改善するため、卵黄着色剤の費用を削減できるようになる。ブロイラーについても、飼料に最大 20%まで DDGS を配合して効果的な結果が観察された。飼料中の DDGS の割合が増加するに従って、成長率および鶏肉歩留が上昇することが分かった。乳牛では、牛の状態、産乳量および乳組成に影響を及ぼすことなく、飼料に DDGS を 20%配合することが可能であった。豚では、飼料に DDGS を 20%配合した場合、仕上期の豚の育成成績および枝肉特性に有意差は認められないため、日本の仕上期豚用飼料に 20%DDGS の使用が可

能であることが分かった。韓国でも同様に、成長成績、枝肉特性および肉質に影響を及ぼすことなく、豚用飼料に DDGS を 20% 配合することが可能であった。韓国で実施された家禽試験では、ブロイラー用飼料に DDGS を最大 15% まで、産卵鶏用飼料に最大 20% まで配合しても、成長成績および産卵成績に悪影響が認められなかった。メキシコで実施された試験報告によると、成長期-仕上期の豚に DDGS を 10% 配合した飼料を給与した場合の ADG および ADFI は対照飼料を給与した場合の値を上回り、飼料効率は同程度であった。こうした結果は、メキシコの成長期-仕上り豚用飼料に DDGS を配合することで、少なくとも現行の市販飼料と同等の成長成績か、あるいはこれを上回る可能性のあることを示唆している。消費者が国産の皮膚の黄色い有色鶏を好む台湾では、DDGS を 20% 配合し、人工色素をわずかに半量添加するだけで期待される成長成績、枝肉品質および皮膚の色を達成することができ、このことは、DDGS が国産有色鶏の生産にとって良好な代替飼料原材料となり得ることを示唆している。更に台湾では、産卵鶏の飼料に DDGS を 12% 配合することで、産卵成績、卵殻および卵黄特性を改善することができた。同様の結果は別の試験でも報告されており、この筆者らは DDGS を最大 18% まで配合した飼料を産卵アヒルに給与し、卵黄特性が改善され、産卵成績には影響が及ばないことを見いだした。豚については、幼齢期豚用飼料および成長期豚用飼料に DDGS を 10% 配合すると、豚の成績は少なくとも台湾の一般的な市販飼料を給与した豚の成績と同様か、あるいはそれを上回る可能性がある。台湾の魚類については、成長成績を損ねることなく、国産ティラピア用飼料に DDGS を最大 20% まで配合することができ、一方サバヒーについては DDGS を最大 40% まで配合可能であると考えられる。タイでは、研究者らは成長率、飼料摂取量および飼料効率に悪影響を及ぼすことなく、ブロイラー用飼料に最大 9% まで DDGS の配合が可能であり、肉質には DDGS の配合による影響のないことを見いだした。ベトナムでは、同国で最も人気のある食用魚種のひとつであるティラピア用飼料に DDGS を最大 15% まで配合することができ、成長成績および生存率が改善する可能性がある。豚については、成長期の豚に給与する場合には DDGS を 20% 配合した飼料が効果的で経済的である。インドネシアでは、成長成績および枝肉特性に悪影響を及ぼすことなく、DDGS を仕上り畜牛用飼料に 20% 加えることができる。様々な国で得られたこうした結果は、経済的特性に全くまたはほとんど悪影響を及ぼすことなく、豚、乳牛、ブロイラー鶏、産卵鶏、産卵アヒル、魚を含む幅広い国産動物種用の飼料に米国産 DDGS を配合することが可能であることを示唆している。