アメリカ穀物協会ニュースレター
NETWORK
11月
No.156

# DDGSハンドブック第4版

DDGSの栄養分析と新たな発見をまとめたDDGSハンドブック第4版がアメリカ穀物協会から発行されました。こちらでその一部を和訳したものを数回にわけてご紹介いたします。

（先月号からの続き）

## フロントエンド分別により製造されたHP-DDGにおける動物試験の要約

フロントエンドの分別工程により製造されたHP-DDGの給与による栄養価と発育成績に関して、いくつかの報告がある（表2）。これらの報告の多くは豚および乳牛についてのものだが、わずかに、養殖魚（ニジマス）、ブロイラーおよび産卵鶏について行われた文献もある。肉牛に対するHP-DDG給与に関する報告はない。現在のICMプロセスを使用して作成されたHP-DDGに関連する唯一の研究は、Rhoら（2017）によるものがある。以前に製造されたフロントエンド分画HP-DDG併産物とICM HP-DDGとはエネルギー価と栄養素組成が異なることから、以前に公開された文献からの動物の反応を評価する際には注意が必要となる。

## Still Pro 50™の栄養価評価する研究の要約

Still Pro 50™のユニークな特徴の1つは、HP-DDG、Purestream 40およびDDGSと比べて、製造工程で使用された酵母がかなりの量含まれていることである。暫定的な推定では、DDGSの酵母含量が10%程度であるのに対して、Still Pro 50™には29%程度含まれていることが示されている。したがって、酵母は、この併産物にかなりの量のCPとアミノ酸をもたらし、様々な畜種で有益な健康効果が示されている酵母細胞壁（マンナン、β-グルカン、ヌクレオチド）に由来する有益な化合物を提供している（Shurson、2017）。 Still Pro 50™のマンナン含有量は約3%、β-グルカン含有量は約8.4～8.8%である（Shurson、2017）。したがって、高品質のエネルギー、可消化アミノ酸、可消化リンの供給源としてだけではなく、家畜の健康にも寄与する可能性がある。 Still Pro 50™のアミノ酸（豚および家禽）およびCP（反すう動物）消化率に関する予備試験結果を表3および表4に示した。StillPro 50™の他の栄養素とアミノ酸含量については、前号掲載の表1を参照されたい。

## 結論

いくつかの新しい高たん白併産物が、国内および輸出市場で利用できるようになっている。予備試験結果では、これらの併産物のCPとアミノ酸含量は従来のDDGSと比較して大幅に高いが、アミノ酸消化率とME価は製品によって異なることを示している。豚、家禽、魚、反すう家畜にこれらの併産物を給与する場合の最大配合量と使用した場合の利点を確定するためには、今後の研究が必要となる。

表2.　フロントエンドの分画プロセスで製造されたHP-DDGを配合した飼料を給与した場合の栄養価と飼育成績に関する公表論文

| 畜種 | 文献 |
|---|---|
| 養殖水産動物 | Overland et al. (2013) |
| 肉牛 | なし |
| 乳牛 | Kelzer et al. (2007); Mjoun et al. (2009); Christen et al. (2010); Maxin et al. (2013a, b); Swanepoel et al. (2014) |
| ブロイラー | Batal (2007); Kim et al. (2008); Applegate et al. (2009); Rochelle et al. (2011); |
| 産卵鶏 | Batal (2007); Kim et al. (2008); Tangendjaja and Wina (2011) |
| 豚 | Widrymatterereta l.(2007);Widrymatterereta l.(2008);Gutierrezeta l.(2009a,b);Andersoneta l.(2012);Kimeta l.(2009); Jacela et al.(2010);Seabolt et al.(2010);a and Ragland (2012);Petersen et al.(2014);Rojo et al.(2016);Rho et al.(2017) |

表3　.豚および家禽に対するStill Pro 50™のMEおよびアミノ酸消化率

| 栄養成分 | 豚 | 家禽 |
|---|---|---|
| ME、kcal/kg (乾物値) | 3,766 | 3,542 (TMEn) |
| アミノ酸の標準化された回腸消化率(豚)あるいは真の回腸消化率(家禽）、% | | |
| アルギニン | 81 | 94 |
| ヒスチジン | 80 | 90 |
| イソロイシン | 75 | 90 |
| ロイシン | 85 | 94 |
| リジン | 61 | 81 |
| メチオニン＋シスチン | 79 | 88 |
| フェニルアラニン | 81 | 92 |
| トレオニン | 70 | 87 |
| トリプトファン | 81 | 90 |
| バリン | 74 | 88 |

表4.　Still Pro 50™のたん白質のルーメンおよび腸における消化率

| 指標 | % (原物) |
|---|---|
| 水溶性たん白質 | 28.7 |
| ルーメン内分解性たん白質 | 26.1 |
| ルーメン内非分解性たん白質 | 73.9 |
| 腸内可消化たん白質 | 63.8 |
| 非分解性たん白質中の腸内非消化性たん白質 | 86.4 |
| 全消化管可消化たん白質 | 89.9 |
| 腸内非消化性たん白質 | 10.1 |

第5章の引用文献のリストにつきましてはこちらをご覧ください。
https://grains.org/wp-content/uploads/2018/07/Chapter-5.pdf

## 第6章

# 低脂肪DDGSの栄養組成と変動

### はじめに

動物栄養を精密に実行するための重要な事項の1つは、使用する飼料原料のエネルギー価や栄養成分の消化率を正確に把握することである。飼料原料の栄養価を正確に把握することで、給与飼料由来のエネルギー価や栄養成分が家畜の要求量に対して過少、あるいは、過大となるリスクを最小限にとどめることが出来、配合設計の際に行う各原料毎の栄養成分の「安全マージン」を最小化することで、経済的な損失を防ぐことが出来る。さらに、飼料設計の際に、その飼料原料の供給源毎にエネルギー価や可消化栄養価について信頼できるデータを入手できれば、DDGSなどの価格的に競争力がある飼料原料では、その利用率を高め、飼料コストのより大きな低減が望める。

栄養成分の変動は、すべての飼料原料で発生する。 DDGSの利用者の間でよく聞かれる不満の1つは、栄養成分量の変動が他の一般的な飼料原料と比べて大きいということである。エネルギー価と栄養成分の消化率は、DDGSの供給源（工場）によって変動することが多くの文献で示されているが、現在の米国のエタノール工場では製造時に粗トウモロコシ油の一部を抽出をしているため、栄養成分の変動は他の飼料原料と大きな違いはない。実際、Tahirら（2012）が最近報告した様々な飼料原料の分析結果（表1）によると、DDGSの CP（粗たん白質）のCV（変動係数）は5.4%であり、トウモロコシ（8.7%）や小麦（19.1%）のCVよりも小さかった。さらに、DDGSはトウモロコシ、大豆粕、小麦、ナタネ粕（カノラミール）と比べて、NDF（中性デタージェント繊維）およびリン含量の変動が少なかった。ただし、予想されたことではあるが、米国のエタノール工場の大部分でDDGSの製造時に粗トウモロコシ油を部分的に抽出しているため、DDGSの粗脂肪含量の変動は、分析した飼料原料中で最大だった。ただし、粗脂肪含量の変動の大きさは、DDGSの平均粗脂肪含量（11.6%）が、今回の比較した他の飼料原料の粗脂肪含量（0.8～3.2%）に比べて、はるかに大きいことにも影響している可能性がある。

表1.　家禽用飼料で一般的に使用される原料の成分含量と変動およびNRC家禽（1994）値との比較（乾物、Tahirら、2012から改編）

| 項目 | トウモロコシ | 大豆粕 | DDGS | 小麦 | ナタネ粕 |
|---|---|---|---|---|---|
| 試料数 | 133 | 114 | 89 | 22 | 21 |
| CP(%) | 7.8 | 52.5 | 29.1 | 12.7 | 41.4 |
| CV(変動係数、%) | 8.7 | 3.0 | 5.4 | 19.1 | 2.9 |
| NRCに対する比率(%) | 82 | 97 | 99 | 98 | 101 |
| 粗脂肪(%) | 2.9 | 0.8 | 11.6 | 1.2 | 3.2 |
| CV(変動係数、%) | 23.9 | 82.1 | 11.2 | 55.0 | 27.6 |
| NRCに対する比率(%) | 69 | 72 | 119 | 43 | 79 |
| NDF(%) | | 16.8 | 42.4 | 13.4 | 35.8 |
| CV(変動係数、%) | 18.3 | 22.9 | 9.0 | 16.4 | 11.0 |
| リン(%) | 0.32 | 0.84 | 0.96 | 0.42 | 0.58 |
| CV(変動係数、%) | 28.7 | 7.2 | 6.5 | 15.0 | 43.0 |
| NRCに対する比率(%) | 103 | 121 | 124 | 121 | 80 |
| フィチン態リン(%) | 0.19 | 0.40 | 0.26 | 0.25 | 0.70 |
| CV(変動係数、%) | 13.4 | 5.6 | 27.2 | 13.9 | 4.7 |
| NRCに対する比率(%) | 83 | 162 | 72 | - | 74 |
| 粗灰分(%) | 1.2 | 6.8 | 4.8 | 1.8 | 7.9 |
| CV(変動係数、%) | 10.9 | 4.6 | 13.9 | 14.9 | 9.0 |

Tahirら(2012)による比較の中でもう1つの重要点は、原料の栄養成分は経年的に変化しており、古いデータベースの値に依存すると、現在使用されている原料の栄養成分量を過大あるいは過小評価してしまう可能性があることである。エタノール工場が、エタノールの収率を改善し、より多くの粗トウモロコシ油を抽出し、たん白質とアミノ酸含量を高めるための新しい工程を採用するに伴って、DDGSの栄養成分は変化し続けており、これが重要な要因となっている。本章の目的は、DDGSに関する最新の栄養成分の概要を示すことにある。DDGSを配合した飼料の価値を評価し、配合設計する際には、これらのデータに基に行うことを勧める。

DDGSの供給源間のばらつきを管理するために、一部の飼料メーカーでは、栄養成分と品質の基準値を設定し、その基準値を満たす供給元を特定し、ID管理能力を持つ業者から直接購入している。また、一部の飼料メーカーは、第三者機関のマーケティング担当者が作成した、購入するDDGSのばらつきを最小限に抑えるための優先サプライヤーリストを利用している。おそらく、最良のアプローチは、DDGS供給源が示す成分組成に基づいて、最近開発および検証されたME(代謝エネルギー)および可消化アミノ酸量の推定式を用いて、供給源毎に真の栄養価を正確に把握することである。豚と家禽の推定式の詳細については19章および第20章を参照されたい。

## 米国におけるトウモロコシDDGSの栄養成分含量とその変動

いくつかの研究では、様々な期間にわたるトウモロコシDDGSの栄養成分組成に関するデータをまとめている(Olukosi & Adebiyi、2013年; Pedersenら、2014; Steinら、2016年; Zengら、2017)。ただし、米国のエタノール産業における粗トウモロコシ油の抽出は2005年頃から開始され、今日では全米で広く採用されて、粗脂肪含量が5～9%の製品の割合が多くなっている。粗脂肪含量の低下によりDDGSの粗脂肪含量の製品間でのばらつきは大きくなり、他の栄養成分の組成をも変化させるため、使用するデータベースを特定する際には注意が必要となる。

DDGSの購入者等は、DDGS中の粗脂肪含量の低下に伴ってCPとアミノ酸含量が高まると想定しているが、必ずしもそうではない。DDGS中の粗脂肪含量が低下すると、他のすべての化学成分が不均衡に増加することがよくある。NRC豚(2012)以前の初期の低脂肪DDGSのエネルギー価と栄養素に関する報告では、DDGSの粗脂肪含量が低下するとDE(可消化エネルギー)、ME、NR(正味エネルギー)価と他の栄養成分含量が高まるとされていた。その結果、NRC豚(2012)は、粗脂肪含量に基づいて分類されたDDGSのエネルギー価および栄養組成の推定値を収載しているが、残念ながら、粗脂肪含量が6～9%のDDGSと、4%未満のDDGSのME価と栄養成分組成に関するデータは限られていた(試料数は、前者13未満、後者は2未満)。このため、NRC豚(2012)におけるこれらのデータは、現在、米国で入手可能なDDGS(粗脂肪含量:5～9%)の栄養成分含量と変動を正確に反映していない。その後のいくつかの報告(豚:Kerr ら、2013および2015、家禽:Melocheら、2013)では、DDGSのDE、ME、NE価の推定する際に、粗脂肪含量は、単一の予測因子としては不十分であることを明確に示している(詳細は19章と20章を参照されたい)。

NRC豚(2012)と同様に、Steinら(2016)による最近の総説では、粗脂肪含量が4%未満のDDGS(n=3未満)、5～9%のDDGS(n=15未満)および9%以上のDDGS(n=100未満)の製品の栄養組成を示しているが、この総説では、粗脂肪含量が10%未満のDDGSの試料数が限られている。 DDGSの粗脂肪含量と豚および家禽のME価との相関性があまりないため、推定式が開発され、検証が行われている(19章と22章を参照のこと)。これらのME推定式を用いて、粗脂肪含量が変化するDDGSの実際のエネルギー価を動的に推定する必要がある。

トウモロコシDDGSのもう1つの栄養成分組成のデータセットは、Olukosi & Adebiyi(2013、表2)によって公表されており、使用した試料のほとんどは米国で製造されたものであるが、ほとんどの試料は1997年から2010年の間に収集したものであるため、現在、生産されている低脂肪トウモロコシDDGSの組成を適切に表してはいない。ただし、それらの分析は、DDGS間の栄養成分組成の変動を経年的に推定し、CP含量からのDDGS中のアミノ酸含有量推定式の開発には役立っているが、残念ながら、実際の使用に用いるには、これらの推定式の精度は十分ではない。Pedersenら(2014)は、米国の21のエタノール工場から収集したトウモロコシDDGS 72試料を収集し、NIRS(近赤外線分光光度計)による分析を行っている。製品間の組成の中で、最も大きいCV(%)を示したのは、デンプン(45%)であり、以下、全糖(19%)、粗脂肪(17%)、酸分解エーテル抽出物(13%)であって、CP、NDFおよびADF(酸性デタージェント繊維)含量のCVを超えていた(表3)。また、彼らは、栄養成分の変動の信頼区間を確立するために必要な各栄養成分のDDGS間のSD(標準偏差)も報告している。POET社は、米国の主要なエタノールおよびDDGS製造会社の1つであり、27のエタノール工場を所有しており、他のDDGSと比べて市場で最も粗脂肪含量が低い(5.4%)DDGSを生産している。 2014年から2016年におけるPOET社のDDGSの栄養成分組成と変動に関する最近の調

表2.　1997～2010年におけるトウモロコシDDGSの成分組成の変動(Olukosi & Adebiyi、2013から改編)

| 項目 | 平均 | 最小値 | 最大値 | SD | CV |
|---|---|---|---|---|---|
| CP % | 27.9 | 23.3 | 34.7 | 2.4 | 8.5 |
| 粗繊維 % | 7.4 | 6.2 | 11.3 | 1.1 | 15.1 |
| NDF % | 36.6 | 27.7 | 51.0 | 5.8 | 15.7 |
| ADF % | 13.6 | 8.6 | 18.5 | 3.3 | 24.2 |
| 粗脂肪 % | 10.8 | 3.2 | 17.7 | 2.4 | 22.0 |
| 粗灰分 % | 4.5 | 3.1 | 5.9 | 0.6 | 13.6 |
| カルシウム % | 0.04 | 0.02 | 0.08 | 0.02 | 53.5 |
| リン % | 0.80 | 0.69 | 0.98 | 0.07 | 8.8 |

査（Herrick & Breitling、2016）によると、DDGSの栄養成分組成（乾物値、%）は乾物89.2±1.13、CP 30.7±1.57、粗脂肪5.36±0.96、粗繊維8.31±0.82、NDF 27.8±3.27、ADF 10.6±1.76、イオウ0.92±0.13であった。

第6章の引用文献のリストにつきましてはこちらをご覧ください。
https://grains.org/wp-content/uploads/2018/06/Chapter-6.pdf

表3.　NIRによるトウモロコシDDGSの製造元による成分組成の変動（乾物、Pedersenら、2014から改編）

| 項目 | 平均 | 範囲 | SD | CV |
|---|---|---|---|---|
| 水分 % | 8.7 | 6.5 - 12.4 | 0.8 | 10 |
| CP % | 31.4 | 27.1 - 36.4 | 2.1 | 7 |
| 粗繊維 % | 7.7 | 6.4 - 9.5 | 0.6 | 7 |
| NDF % | 35.1 | 30.2 - 39.7 | 2.4 | 7 |
| ADF % | 10.1 | 8.9 - 11.9 | 0.6 | 6 |
| でん粉 % | 6.0 | 2.9 - 13.9 | 2.7 | 45 |
| 全糖 % | 9.0 | 5.4 - 12.6 | 1.7 | 19 |
| 粗脂肪 % | 9.1 | 6.5 - 11.8 | 1.5 | 17 |
| 酸分解エーテル抽出物 % | 11.1 | 8.4 - 13.5 | 1.4 | 13 |
| 粗灰分 % | 7.1 | 5.4 - 9.0 | 0.7 | 9 |

（次号に続く）

# 米国農務省「世界農業需給予測（WASDE）」による 飼料穀物（トウモロコシ、ソルガム、大麦）需給概要の抜粋

**2020年10月9日米国農務省発表の世界農業需給予測の米国産飼料穀物に関する部分の抜粋の参考和訳を以下に掲載いたします。WASDE のフルレポートについては(https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/）よりご確認ください。また、数値や内容については、原文のレポートのものが優先いたします。各項目の詳細、注釈についても原文をご参照ください。**

今月の2020/21年度の米国産トウモロコシの見通しは、生産量の引き下げ、エタノール生産と飼料そのほかへの利用の減少と期末在庫の下方修正となっています。トウモロコシの生産量は、収穫面積の下方修正と単収の178.4ブッシェル/エーカーへの若干の引き下げのため、先月の予測より1億7,800万ブッシェル減の147億2,200万ブッシェルと予測されています。トウモロコシの供給量は、収穫量の引き下げと期首在庫の下方修正により、先月より急激に低い予測となっています。エタノール生産へのトウモロコシの利用量は、エネルギー情報局の10月初旬までの週別エタノール生産データに基づいて、5,000万ブッシェル引き下げられています。飼料その他への利用の予測は、低い収穫量と高い予想価格に基づき5,000万ブッシェル下方修正されています。2020/21年度のトウモロコシの期末在庫は3億3,600万ブッシェル下方修正されています。農家の年間平均トウモロコシ出荷価格は、10セント引き上げられ、1ブッシェルあたり$3.60となっています。

グレインソルガムの生産量は、単収が0.2ブッシェル/エーカー引き上げられて74.1ブッシェル/エーカーになり、収穫面積も引き上げられたため、高く予測されています。

2020/21年度の米国外の粗粒穀物の生産量予測は、14億5,880万トンに下方修正されています。2020/21年度の米国外の粗粒穀物の予測は、先月と比較して生産量の引き上げ、利用量の増大と在庫の増大となっています。米国外のトウモロコシ生産量は、セルビア、ガーナ、ケニア、タンザニア、ブルキナファソ、マリを含む国々での増大がウクライナとEUでの減少を上回ったため中程度の上方修正となっています。ウクライナの単収予測は、現時点までの収穫量報告をもとに引き下げられています。

トウモロコシの輸出量は、セルビアでの引き上げとウクライナとEUでの引き下げとなっています。2019/20年度について、アルゼンチンからのトウモロコシ輸出は、2020年3月に始まる現地の市場年度において9月までの予想を上回る出荷量をもとに引き上げられています。2020/21年度については、トウモロコシ輸入が、EU、イラン、ケニアで下方修正され、サウジアラビア、ベトナム、イラクで上方修正されています。米国外のトウモロコシ期末在庫は、主にメキシコ、EU、カナダでの増大を反映して引き上げられています。世界のトウモロコシ期末在庫は、先月より630万トン引き下げられ、3億50万トンとなっています。

ネットワークに関するご意見、
ご感想をお寄せ下さい。

U.S. GRAINS COUNCIL　アメリカ穀物協会
〒105-0001　東京都港区虎ノ門1丁目2番20号
第3虎の門電気ビル11階
Tel: 03-6206-1041　Fax: 03-6205-4960
E-mail: Japan@grains.org

本部ホームページ（英語）:https://www.grains.org
日本事務所ホームページ（日本語）:https://grainsjp.org/