

## 30 章: DDGS に関するよくある質問

### 米国のエタノール工場で DDGS を製造する際に部分的に油を抽出しているのはなぜですか？

現在の DCO (ジステラーズ・コーン油) の市場価格と需要は、米国のエタノール工場の収益源として経済的に非常に有益である。米国では、バイオディーゼル産業の成長にともない、原料油脂の需要が高まっているため、DCO は経済的にも魅力的な脂質源となっている。DCO 抽出装置を既存のエタノール工場に設置する費用は比較的安価であり、その投資額は 1 年未満で簡単に完全に回収することができる (3 章参照)。

### DCO は動物飼料用として輸出出来ますか？

はい。DCO は、AAFCO (全米飼料検査官協会) が品質を定義しており、米国の養鶏および養豚業においてかなりの量が使用されている。DCO は、バイオディーゼル生産用原料および飼料原料への使用は承認されているが、食品用途としては承認されていない。最近の研究により、家禽における AMEn (窒素補正した代謝エネルギー) 価と豚における ME (代謝エネルギー) 価が測定されており (4 章参照)、エネルギー価が高い経済的な脂質源であることが明らかになっている。一部の米国のマーケティング担当者は、海外への DCO の輸出経験があり、大量に入手することが可能であるが、販売数量は限られている。

### 低脂肪 DDGS は、従来の高脂肪 DDGS よりもエネルギー価は低いのですか？

いくつかの研究では、DDGS の粗脂肪含量は、豚の ME 価および家禽の AMEn 価を推定するための予測変数としては不十分であることを示している (6 章参照)。いくつかの化学分析値を予測変数として使用した ME と AMEn を正確に推定するため予測式が開発され、検証されている。これらの予測式では、繊維含量は粗脂肪含量よりも予測変数として適している。乳用牛および肉用牛

における低脂肪 DDGS の NE (正味エネルギー) 価を測定するためにいくつかの研究が行われているが、低脂肪 DDGS の NE 価は高脂肪 DDGS よりわずかに少ない。その詳細については、17 章および 19 章を参照されたい。

### DDGS における DCO の抽出は、DDGS の飼料価値にどのように影響しますか？

部分的な DCO の抽出は、豚や家禽における ME 価と AMEn 価を必ずしも減少させるとは限らない。いくつかの研究では、低脂肪 DDGS の一部は従来の高脂肪 DDGS と同等以上の ME 価と AMEn 価を持つことが示されている。ただし、反すう家畜ではデータが少ないため、低脂肪 DDGS のエネルギー価は従来の高脂肪 DDGS よりも低い可能性があるが、いずれのエネルギー価もトウモロコシと同等あるいはそれ以上である。最近の豚と家禽における研究では、粗脂肪含量が低い DDGS は、粗脂肪含量が高い DDGS に比べてアミノ酸の消化率がわずかに低いが、個々のアミノ酸の反応は様々である。さらに、低脂肪 DDGS では一般にアミノ酸消化率が低いが、総アミノ酸含量が増加しているため、低脂肪 DDGS 源と高脂肪 DDGS 源の間で可消化アミノ酸含量の変化は非常に小さい (6 章を参照)。家禽および豚の低脂肪 DDGS と高脂肪 DDGS のリン消化率を比較した研究はない。

### 低脂肪 DDGS の平均 CP (粗たん白質) 含量はどれくらいですか？

最近行われた包括的なメタ分析 (Zeng ら、2017) によると、トウモロコシ DDGS の平均 CP 含量は 27% (乾物 88% 換算値) で、変動係数は 8.7% である (6 章参照)。多くの売り手や買い手は、部分的に DCO を抽出した低脂肪 DDGS では、CP 含量がわずかに高まると予想していたが、一貫した応答ではなかった。

## 高たん白 DDG(ドライ・ジスチラーズ・グレイン)は輸出市場で入手できますか?

はい。一部の米国のエタノール工場では、CP 含量が40~50%の高たん白トウモロコシ DDG を製造するために、いくつかの新しい技術を導入している(5章参照)。これらの新しい高たん白トウモロコシ DDG を様々な畜種に給与する場合の最大配合割合と発育成績を調査した報告は少ない。エネルギー価と栄養成分含量、特に、これらの新しい高たん白 DDG のアミノ酸組成は、数年前にフロントエンド分別工程で製造されていた高たん白 DDG のエネルギー価と栄養成分含量は大幅に異なっていることを認識しておくことが重要である。いくつかの公表文献では、フロントエンド分画工程から製造された高たん白 DDG を家畜に給与した場合に優れた成績が得られることが示されているが、これらの結果は現在製造されている新しい高たん白 DDG には直接適用できない。

## DDGS の色調は DDGS の品質と栄養価の信頼できる指標ですか?

非常に暗い色調の DDGS は、たん白質とアミノ酸の消化率が低いことが示されているが、最近の研究では、DDGS の色調とアミノ酸の消化率の間の相関は非常に低いことが示されている(10章参照)。乾燥温度の他にも、多くの要因が色調に影響を与えるため、色調は栄養価を表す指標としては信頼性が低い。したがって、濃い色調の DDGS は淡色の DDGS ソースよりも栄養価が低いと考えるべきではない。

## DDGS は飼料中の大豆粕と置き換えることができますか?

個々の飼料原料が持っている栄養成分の量と、その比率は様々である。家畜・家禽用飼料に含まれる最も高価な3つの栄養素は、エネルギー、アミノ酸およびリンである。相対的な原料価格に応じて、DDGS はエネルギー、アミノ酸およびリン源として用いられている飼料原料の一部と置換して使用されている。典型的なトウモロコシ・大豆粕主体飼料では、DDGS はトウモロコシおよび大豆粕と部分的に置き換えられている。しかし、より多様なエ

ネルギー源原料やたん白質源原料が利用できる場合、DDGS は、飼料中の大豆粕を減らすことなく、他の原料と置き換えることができる。豚と家禽用飼料における大豆粕と DDGS の違いは以下のとおりである。

- DDGS のエネルギー価は、家畜・家禽用飼料中の脱皮大豆粕よりも高い。
- DDGS の CP 含量は通常約 27%だが、大豆粕の CP 含量は 44~48%である。
- トウモロコシ・大豆粕主体の豚および家禽用飼料での制限アミノ酸は、リジン、メチオニン、トレオニンおよびトリプトファンである。大豆粕はこれらの必須アミノ酸含量が実質的に多く、DDGS よりも消化性が良い。
- 大豆粕には DDGS とほぼ同じ量のリンが含まれているが、DDGS 中のリンの大部分は、大豆に含まれる難消化性のリン(フィチン酸)と比べて、豚や家禽が容易に消化・利用できる形態になっている。この栄養上の利点により、DDGS を使用すると、飼料に添加が必要な無機リン源の量、飼料価格および糞尿中のリン含量を大幅に削減できると同時に、豚と家禽の成績を最適に保つことができる。また、いくつかの研究では、DDGS が反すう家畜用飼料において、大豆粕の優れた代替品であることが示されている。

## DDGS にはカビ毒が含まれていますか?

DDGS の製造に用いられているトウモロコシのほとんどは、米国の上中西部で栽培されている。栽培時において、トウモロコシにストレスを与える異常な気象条件(干ばつ、過度の降雨、極端な高温および高湿等)により様々なカビ毒が産生される可能性がある。これらの条件下では、主要なトウモロコシ生産地域の一部の地域で特異的に発生することがある。エタノールおよび併産物の製造に用いられるトウモロコシにカビ毒が存在している場合、工程中では分解されずに DDGS 中で約 3 倍濃縮される。したがって、ほとんどの米国のエタノール工場では、主要なカビ毒(アトキシン、デオキシニバレノール、フモニシン、ゼアラレノン等)の最大基準を設定し、その基準に基づいてトウモロコシの受入を行っている。これらのエタノール工場は、トウモロコシ受入れ時に検査を

行い、基準を超えるトウモロコシを受入れないことにより、カビ毒が最大基準より低い DDGS を製造している。最近の調査では、特定の年に生産された米国のトウモロコシにおける様々なカビ毒の発現率は、アジア、中南米で生産されたトウモロコシよりも低いことが示されている。

### DDGS にはエタノールが含まれていますか？

いいえ。エタノール工場で使用されている蒸留工程は完璧で、アルコールは非常に揮発性が高いため、DDGS の製造での乾燥工程中で、残っているアルコールは消失する。

### DDGS に抗生物質の残留はありますか？

エタノールとトウモロコシ併産物を製造する際に、発酵中のトウモロコシへの細菌感染を制御するために少量の抗生物質が使用される。最も一般的に使用されているのは、バージニアマイシンとペニシリンである。これまでの研究によると、これらの抗生物質を製造時に推奨用量を添加すると、製造工程中の低 pH および高温条件下で、抗生物質は完全に分解される。ミネソタ大学が行った最近の調査によると、米国のエタノール工場から収集した DDGS の約 12% が、検出可能な非常に少量の 1 つ以上の抗生物質残留物を含んでいた。しかし、エタノール工場でのエタノールおよび DDGS 製造工程中での処理条件により、これらの抗生物質の残留物には生物活性がなかった。したがって、エタノール製造工程で抗生物質が使用されていても、DDGS は現在の FDA (米国食品医薬品局) の規制に基づいて動物に安全に給与できる。

### 一部の DDGS でイオウ含量が高いのはなぜですか？

エタノールの生産性を最適に保ち、高品質の DDGS を製造するために、発酵中の pH を最適化する必要があり、このために少量の硫酸を使用している。その結果、DDGS のイオウ含量が高まることになる。イオウ含量は 0.6~1.0% である。最近の研究では、イオウ含量が高い飼料を豚に給与しても、発育成績に悪影響はなく、豚の抗酸化状態を改善する可能性があることが示されている

(14 章参照)。ただし、反すう家畜に対して高イオウ DDGS を多量に給与すると、硫化水素の生成が増加し、イオウの毒性リスクが高まり、PEM (灰白脳軟化症) を発症させる可能性がある。さらに、反すう家畜では、乾物摂取量、消化率および発育成績が低下する可能性がある (14 章、17 章および 19 章参照)。したがって、DDGS のイオウ含量を監視することは重要で、乳用牛、肉用牛、めん羊、ヤギ用飼料中の総イオウ含量が推奨値 (0.4%) を超えないようにすることが重要である。

### DDGS を飼料工場で長期間安全に保管できますか？

様々な保管時間、温度、相対湿度下で DDGS を長期保管した場合の影響に関する報告は限られている。トウモロコシ DDGS には、吸湿性や吸油性等、他の飼料原料には見られないいくつかの特異的な化学的・物理的特性がある。DDGS の吸湿性は取扱い特性に影響を与え、水分含量が 15% を超えるとカビの発生やカビ毒産生量を増加させる可能性がある。DDGS に含まれる DCO には、保管中に過酸化されやすい高濃度の PUFA (多価不飽和脂肪酸) が含まれている。しかし、最近の研究では、市販の抗酸化剤を用いると、高温多湿状態で保存した場合に DDGS と DCO の脂質過酸化を効果的に防止出来ることが示されている (9 章参照)。

### コンテナ内の DDGS のブリッジとケーキングを防止できますか？

トウモロコシ DDGS は、他の飼料原料と比べていくつかの特異的な化学的・物理的特性を持っており、流動性を低下させるブリッジまたはケーキングを引き起こす。コンテナを用いて DDGS を輸送する際の流動性への問題を防ぐために一部では滑沢剤が使用されているが、一般的には効果がないことが示されている (9 章参照)。水分含量を最小限に抑えると流動性が高まること示されており、低脂肪 DDGS では従来の高脂肪 DDGS に比べて流動性が高い傾向がある。DDGS は、固化や荷降ろし時の硬化を防止するために、製造後少なくとも 24 時間はエタノール工場内で冷却することが不可欠である。

## 家禽、豚、水産養殖動物用飼料に DDGS を配合すると、ペレット加工やエクストルーダ加工時にどのような影響がありますか？

DDGS の高繊維と低デンプン含量は、ペレットの PDI (耐久性インデックス) とペレットミルの生産速度を低下させることが示されている。ただし、ペレット化条件の調整と、増粘剤の使用により、ペレット品質や生産速度が高まり、製造時のエネルギー使用量を削減できる(16 章、21 章および 24 章参照)。

## 価格に関連して DDGS の経済的価値をどのように決定すればよいですか？

DDGS の市場価格と、最小コストで飼料に配合出来る経済的な価格との間には差がある(2 章参照)。これには多くの理由がある。飼料原料は CP と粗脂肪含量の最低保証に基づいて取引されるが、飼料は ME 価または NE 価と、消化可能なアミノ酸に基づいて設計される。CP と粗脂肪含量はエネルギー価と可消化アミノ酸含量に関連しているものの、CP と粗脂肪含量に基づいて市場価格を決定すると、すべての畜種用飼料における DDGS の真の経済的節減効果が過小評価されてしまう。さらに、DDGS のエネルギー価とたん白質の価値は、反すう家畜用飼料では豚や家禽用飼料に比べて大きく、経済的に優れている。実際、豚用飼料では、DDGS の経済的な価値は市場価格よりも最大 60 ドル/トン高いことが報告されている。したがって、DDGS の様々な畜種用原料としての価値は、栄養成分組成と消化率を、他の競合する飼料原料と比較して算定するべきである。

## DDGS の分析証明書には何を含めるべきです

## か？

通常、DDGS は、CP と粗脂肪含量の最低保証値に基づいて取引されているが、多くのトレーダーは、栄養成分の保証のために、プロファット(CP と粗脂肪の合計値)を使い続けている。低脂肪 DDGS における粗脂肪含量の減少は、DDGS の価格設定においてプロファットを使用した場合に、業者間での大きな混乱を招くことになる。したがって、プロファットのかわりに CP と粗脂肪の最低保証値を使用することを推奨する。ただし、多くの DDGS の買い手は、給与用途に応じて、水分、CP、粗脂肪、粗繊維のほかに、カビ毒の最小濃度や色調スコアなどの追加の保証値を求めている。これらの追加項目については買い手と売り手の間で交渉する必要がある。さらに、それらの検査方法が検証されているかが大きく影響する可能性があるため、保証または検査される栄養素分析で用いる分析方法と、実施する分析施設についても、売り手と買い手の間で事前に合意しておく必要がある。

## 私のニーズを満たすことができる DDGS サプライヤーを特定するにはどうすればよいですか？

エタノールと DDGS を製造するエタノール工場では製造工程にバラツキがあるため、栄養成分含量と消化率には大きなバラツキが生じる可能性がある。栄養成分含量と消化率のバラツキは、飼料設計時の誤差を生じることになる。したがって、DDGS 購入者は、DDGS のマーケティング担当者と連絡を取り、栄養成分と消化性に関する情報と特定のエタノール工場からの供試品を入手することで、品質基準を満たすエタノール工場の優先リストを作成し、それらの工場由来の DDGS のみを購入して使用するべきである。