

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たってご紹介いたします。

(163号:「DDGSハンドブック第4版-第8章」の続き)

第8章

中国産DDGSと米国産DDGS栄養価と品質の違い

DDGSの栄養成分、品質の安定性、マイコトキシン、飼料価値

栄養成分組成と品質の安定性

一般的に、米国産DDGSの総エネルギーおよび栄養素含量は中国産より安定している。これは、米国の農場において、その農場と契約して飼料の設計を行う栄養士は配合設計の際に控えめな数値を使用する傾向にあることから、より高価な原料とDDGSを大幅に置換して、全体的な飼料コストを削減し、エネルギーと栄養成分過給のリスク軽減を図っているためである。

栄養成分組成の違いを客観的に比較するために、最近発表された中国産のDDGSに関する3つの報告に記されているデータを取りまとめて表1に示した。さらに、米国産トウモロコシDDGSの栄養成分組成は、9つの公開されたレポートおよびKerrら(2013)のデータを用いて表1に示した。なお、すべてのデータは乾物値で表示している。

粗脂肪、繊維およびたん白質の含量は、全体的なME価に寄与しており、CP含量は、不正確ではあるがアミノ酸消化率の指標となる。エネルギー、アミノ酸およびリンは、飼料中で最も高価な栄養成分である。DDGSおよびその他の飼料原料は、水分、CP、粗脂肪、粗繊維含量により価格設定がなされて取引され、豚および家禽用飼料は、ME、消化可能なアミノ酸(特にリジン)および可消化リンの推定値を用いて設計される。中国で用いられているDDGSの大部分は、豚および家禽用飼料に使用されている。したがって、ME、可消化アミノ酸(特にリジン)および可消化リン含量を製品間で比較し、実用的な価値がどのように違うかを判断する必要がある。中国産DDGSの平均水分含量は、米国産DDGSよりも低い傾向があり、原産地間での平均CP、粗脂肪および灰分含量の差異はそれほど大きくない(表1)。

ただし、中国産DDGSソースにおける粗脂肪含量の範囲(変動)は、米国産DDGSより大きい。さらに、米国産DDGSのNDF含量は、中国産DDGSより低く、変動が少ない。中国産

DDGSの繊維含有量は、米国産DDGSに比べて変動が大きく、粗脂肪含量の変動が小さいことから、中国産DDGSの豚および家禽に対するME価は、米国産DDGSより低く、変動しやすいことが示唆されている。これは、米国産トウモロコシDDGSの豚におけるME価(Kerrら、2013)と中国産DDGSの豚におけるME価(Xueら、2012;Liら、2015)を比較することで実証できる。Kerrら(2013)は、米国産DDGS 15試料の範囲(3,266-3,696kcal/kg)は、Xueら(2012)の報告(3,047-3,549kcal/kg)およびLiら(2015)の報告(2,955-3,899kcal/kg)より狭い。

中国産DDGSのでん粉含量は、米国産DDGSよりも大幅に高く(表1)、エタノール発酵が不完全であることを示している。でん粉は、DDGSの乾燥工程中にリジンと化学結合を起こして、リジンの消化性が低下する。実際、中国産トウモロコシDDGSのリジンのSIDは52%(Xueら、2012)であり、米国産の従来型および高たん白質DDGS(57および60%)より低い。この相違は、米国産トウモロコシDDGSのリジンの平均SIDが63%であることを示す9つの公表文献値の要約によっても確認できる。

中国産DDGSのリン含量も、米国産(Kerrら、2013)に比べてはるかに低く、変動が大きい(Xueら、2012;Liら、2015)。これらの結果は、中国のエタノール工場の多くは、DDGSを製造する前に粗粒されたトウモロコシに添加する濃縮ジスチラーズ・ソリュブル(リン含有量が高い)の量が少ないことを意味している。豚および家禽用飼料において、リン含量の違いは、米国産DDGSが中国産DDGSに比べて有意性があることを示している。

リジンは、豚および家禽用飼料における第1制限アミノ酸であり、すべてのアミノ酸の中で、トウモロコシ・大豆粕主体の飼料で欠乏する可能性が最も高い。したがって、リジン含量とその消化率は、様々なDDGSの栄養価の重要な指標となるが、中国産と米国産DDGSの間でリジン含量と消化率は大きく変動している。中国産と米国産DDGSの間におけるリジン消化率を比較するために利用できるデータは限られているが、米国産DDGSのほうがリジン消化率が優れているものと思われる(Xueら、2012)。

[マイコトキシン含有量の違い]

飼料原料中のマイコトキシンは、中国の飼料産業および畜産業界において継続的な懸念事項であり、主要な問題である。中国の穀物農家は、穀物乾燥設備や適切な穀物貯蔵庫にアクセスできることが非常に少ないため、汚染された飼料原

料が供与された場合に家畜の健康および生産性に重大な悪影響を及ぼす可能性があるマイコトキシン含量が高くなる可能性が高い。米国および世界の他の地域で生産されているトウモロコシやその他の穀物でも、成長期や収穫時の気候、保管条件によってはマイコトキシンが含まれている可能性はあるが、汚染の割合や含量は、中国で生産されている穀物やDDGSよりもはるかに低い。

DDGSの配合率の主な制限要因の1つは、マイコトキシン含量があげられる。マイコトキシンは発育成績の低下と健康への悪影響を引き起こすため、飼料設計の際には、マイコトキシンの総含量を最小限に抑えるよう努めている。米国产DDGSにおけるマイコトキシン汚染と含量は、中国産DDGSよりもはるかに低い。Biomim(2014)は、世界50か国以上から4,218の飼料原料を収集し、マイコトキシン含量を分析している。北米、南米、中東、アフリカの試料に比べて、アジアから収集された飼料原料では、ほとんどのマイコトキシンが最も高い含量を示しており、全試料の65%で複数のマイコトキシンが含まれていた。Liら(2014)は、中国の北京地域で生産された飼料原料 55試料(DDGS 17試料を含む)と豚用配合飼料 76試料の評価を行っている。その結果、DDGSがすべての成分の中で最も深刻にマイコトキシンに汚染されており、サンプルの6%がアフラトキシンB1(50 ppb)、88%がデオキシニバレノール(1,000 ppb)、41%がゼアラレノンの中国の規制値を超えていた。別の研究(Guanら、2011)では、中国のさまざまな地域から配合飼料および飼料原料(中国産DDGS 5試料を含む) 83試料が収集している。その結果、全試料のすべてでマイコトキシンが検出され、配合飼料 6試料のマイコトキシンの濃度は、すべての原料の平均値より高かった。

近年、米国产DDGSのマイコトキシン汚染に関する2つの広範な調査結果が発表されている(Zhangら、2009; Khatibiら、2014)。Zhangら(2009)は、2006年から2008年の間に米国のエタノール工場20か所および輸出コンテナ23か所から、計235試料のDDGSを収集しており、以下の結果を得ている。

1. DDGSには、FDAガイドラインを超える濃度のアフラトキシンまたはデオキシニバレノールは含まれていなかった。
2. いずれのDDGSにも、乳牛、肉牛、豚、家禽および養殖魚用飼料に使用するためのFDAガイドラインを超える濃度のフモニシンは含まれておらず、馬およびウサギ(フモニシンに最も敏感な種)用飼料で使用するための最大レベルを超える濃度のフモニシンを含んでいたのは、全試料の10%だけだった。
3. 検出限界を超えるT-2トキシンを含む試料はなく、ゼアラレノンは、ほとんどの試料で検出限界以下であった。
4. DDGSの輸出コンテナにおけるマイコトキシンの増加はなかった。

Khatibiらが実施した別のDDGSマイコトキシン調査(2014)では、米国の12州にあるエタノール工場78か所からトウモロコシDDGS 141試料を収集し、DON(デオキシニバレノール)、

15-ADON(15-アセチルデオキシニバレノール)、3-ADON(3-アセチルデオキシニバレノール)、NIV(ニバレノール)およびZON(ゼアラレノン)濃度を調査している。

アメリカのトウモロコシでは、2011年に異常に高いフザリウム属のカビの発生があったが、トウモロコシの成長期に悪天候が続く年にまれに発生する可能性がある。DDGSについては、15-ADON、3-ADONおよびNIVを評価した報告はこれ以外にない。全試料の69%ではDONは検出限界以下であり、DONが検出された試料中含量は1~5 ppbであり、全試料の5%のみがFDAによる豚の勧告レベルを超えていた。15-ADONは全試料の85%で検出限界以下であり、3-ADONまたはNIVは全試料で検出限界以下であった。また、ZONが検出されたのは全試料中で19%のみであった。

これらの研究結果は、米国产DDGSにおけるマイコトキシンのリスクと含量は中国産DDGSに比べてはるかに低いことを示している(Guanら、2011; Liら、2014)。この結果、米国产DDGSは、中国産DDGSよりも高い配合率での使用が可能であり、全飼料中のマイコトキシン含量が推奨レベルを超えるリスクを最小限に抑えることが出来ることを示している。

飼料価値の違いと飼料におけるDDGSの使用

中国で使用されているDDGSの大部分は、豚および家禽用として消費されている。米国产DDGSは、特に豚、家禽、乳牛に対して中国産DDGSに比べていくつかの利点がある。中国産DDGSはマイコトキシン汚染率と含量は米国产DDGSよりも高いため、米国产DDGSを用いることで、家畜・家禽の成績と健康および牛乳中のマイコトキシン汚染のリスクを大幅に低減することが出来る。さらに、米国产DDGSは一般にエネルギーと栄養成分の変動が少なく(トウモロコシが使用される主な原料であり、生産工程は一般的に各エタノール工場間で類似している)、リジンの消化率とリンの含有量が高いため、飼料を配合する際に中国産DDGSよりも価値がある。

Jewison and Gale(2012)は、様々な畜種用飼料における配合割合の推定値を取りまとめており(表2)、中国における畜種別のDDGS総消費量は乳牛では10%、豚では20%、家禽では60%、水産養殖動物では10%と推定している。

中国産DDGSの潜在的な飼料安全リスク

近年中国製品で発生した粉ミルクやその他の食品におけるメラミン汚染スキャンダルにより、中国製の飼料や食品安全に関して世界的な懸念と懐疑論が広がっている。Gale and Buzby(2009)は、中国政府による食品安全基準の施行が不十分なこと、農薬の大量使用および広範な環境汚染のために、中国の食品における安全リスク管理が難しいことを示している。その結果、DDGSと他の飼料原料の原産国を識別する技術が開発されている(Tenaら、2015)。NIRを利用すると、中国産DDGSと欧州および米国产のプールされたDDGSとを区別できる優れた結果が得られている(Tenaら、2015)。これは、欧州と米国で生産されたDDGSと中国産DDGSとの間には組成と品質に明確な違いがあることを示唆している。

表1. 中国産および米国産トウモロコシDDGSの栄養成分組成の比較(乾物値)

分析項目	Jieら(2013) 中国産トウモ ロコシDDGS	Xueら(2012) 中国産トウモロ コシDDGS	Lieら(2015) 中国産トウモ ロコシDDGS	米国産トウモロコシ DDGSの要約 ¹	Kerrら(2013) 米国産トウモ ロコシDDGS
水分 %	6.49 - 12.1 (8.5)	10.7 - 10.9 (10.9)	9.6 - 13.5 (11.4)	6.6 - 14.7 (11.2)	10.0 - 15.2 (12.4)
CP %	25.4 - 32.3 (29.6)	26.4 - 32.0 (28.8)	28.5 - 36.8 (32.2)	27.2 - 40.8 (30.8)	27.7 - 32.7 (30.5)
粗脂肪 %	1.5 - 16.2 (9.3)	9.2 - 12.6 (10.5)	2.8 - 13.6 (8.6)	4.6 - 14.1 (10.6)	4.9 - 13.2 (9.7)
NDF %	45.0 - 65.8 (54.3)	43.4 - 49.5 (46.4)	31.0 - 46.6 (37.1)	30.2 - 49.6 (38.6)	28.8 - 44.0 (35.4)
灰分 %	2.1 - 8.4 (5.5)	ND ²	2.9 - 9.1 (5.4)	1.78 - 6.6 (4.4)	4.3 - 6.1 (5.1)
でん粉 %	ND	ND	5.3 - 16.3 (11.6)	ND	0.84 - 3.89 (2.2)
リン %	ND	0.25 - 0.55 (0.39)	0.33 - 1.01 (0.75)	ND	0.71 - 0.91 (0.84)
リジン %	ND	0.46 - 0.67 (0.56)	0.74 - 1.08 (0.91)	0.55 - 1.36 (0.94)	ND
SID ³ リジン %	ND	0.19 - 0.29 (0.25)	ND	0.22 - 0.92 (0.59)	ND

¹ Fastinger and Mahan (2006); Steinら (2006); Pahmら (2008); Steinら (2009); Urriolaら (2009); Jacelaら (2010); Almeidaら (2011); Kimら (2012); Soaresら (2012) から得たデータ

² ND = データなし

³ SID = 標準化された回腸可消化物

表2. 中国と米国における乳牛、肉牛、豚および家禽用飼料におけるDDGS配合率 (Jewison and Gale, 2012)

畜種	中国	米国
乳牛	20 to 30 percent	10 to 20 percent
肉牛	No Data Available	10 to 40 percent
豚	10 to 12 percent	10 to 50 percent
家禽	5 to 10 percent	5 to 10 percent

米国産DDGSの世界市場における需要

米国産DDGSの輸出量は2007年以降増加している。エタノールおよびDDGSの生産量も増加しており、31以上の国にDDGSが輸出されている。米国産DDGSの主要な輸出先はメキシコ、アジア諸国、カナダ、トルコとなっている。この世界的な需要の伸びは、米国産DDGSが5大陸の多くの国において、他の代替飼料原料に比べて品質と優れた栄養価が魅力的で価格的に競争力がある飼料原料であることを示している。DDGSは高エネルギーで適度な蛋白質飼料原料であるため、大豆粕の価格よりもトウモロコシの価格に近い傾向にある。米国産DDGSの価格は世界市場に基づいており、CPと粗脂肪含量の最低保証はない。

歴史的に、米国産DDGSの価格は、たん白質と脂肪含量の合計「プロ-ファット」の最低保証に基づいて設定されていた。しかし、DDGS製造時に粗トウモロコシ油を部分的に抽出すると、たん白質含量は粗脂肪含量の減少量と同程度には増加しないため、「プロ-ファット」は成立しにくくなる。したがって、多くの買い手と売り手は、CPと粗脂肪に関して、個別の最低保証値に基づいた価格設定を行っている。

中国の関税および税制は、他の飼料原料に比べてDDGSの輸入量に影響を与える重要な要素となっている (Jewison and Gale, 2012)。2012年時点で、DDGSは輸入割当の対象ではないため、VAT (付加価値税) が免除されており、比較的低い関税 (5%) が課されていた。これに対して、トウモロコシの輸入は関税割当制度によって規制されており、1%の関税と

13%のVATが課せられている。

中国の飼料原料の買い手は原料価格に非常に敏感である。近年、中国が購入した大量の米国産DDGSは、中国のトウモロコシと比較して価格が安価であったことが原因である可能性があるが、中国産DDGSと比べて米国産DDGSの品質とその安定性、栄養価がより大きなウエイトを占めているように思われる。例えば、Jewison and Gale (2012) は、2011年6月から12月における中国が輸入した米国産DDGSの平均価格は、国内の中国産トウモロコシより19%、大豆粕より35%低いことを示している。ただし、この期間中、中国国内における中国産DDGS (中国北東部) の価格は、輸入された米国産DDGSの価格より13%安かった。このことは、中国のDDGSの買い手は、中国産DDGSと比べて品質とその安定性が高いため、輸入された米国産DDGSに対してプレミアム価格を支払う用意があることを示している (Jewison and Gale, 2012)。中国の買い手は、中国産DDGSより色調が明るく黄金色の米国産DDGSを好んでいる。これは、飼料価値が高く、顧客の受入れに関する問題が少ないためと考えられる。

飼料製造に用いる原材料の需要が高いため、中国で生産されたDDGSが輸出されたとしてもごくわずかである。トウモロコシの生産と供給は中国北東部で最も盛んであり、中国国内のDDGSの大部分がこの地域で生産されている (Jewison and Gale, 2012)。ただし、豚および家禽生産と飼料製造は、中国の南部地域で盛んであるため、これらの原料を消費する地域に輸送するために高いコストが発生している。その結果、

中国南部(広東省など)のトウモロコシ価格は、中国東北部のトウモロコシ価格より12~15%高くなっている(Jewison and Gale, 2012)。したがって、中国南部は、輸入された米国産DDGSを使用する主要な地域となっている。輸入された米国産DDGSは、中国内部への輸送コストが発生するため、港湾直近の地域で多く使用される傾向がある。このため、中国にお

いて生産されるDDGSは、エタノール工場近隣の地域でより多く使用されている。

第8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-8.pdf>

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

2021年8月12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2021/22年度の米国産トウモロコシの見通しは、供給量の引き下げ、飼料その他への利用量の減少、食料・種子・産業用利用の増大、輸出量の引き下げ、そして期末在庫の下方修正となっています。2021/22年度の期首在庫予測は、2020/21年度の利用量の引き下げ予測をもとに、3,500万ブッシェル増となっています。輸出量の減少の一部はエタノール、デンプン、グルコースとデキストロースへの利用の増大によって相殺されています。2021/22年度のトウモロコシ生産量は、7月の予測より4億1,500万ブッシェル引き下げられて148億ブッシェルと予測されています。今季最初の調査に基づくトウモロコシ単収予測は先月のトレンドに基づく予測より4.9ブッシェル下方修正の、1エーカーあたり174.6ブッシェルとなっています。最新の穀物生産レポートによると、主要トウモロコシ生産州の中で、イリノイ州、インディアナ州、オハイオ州で史上最高の単収となっています。対照的に、ミネソタ州とサウスダコタ州では、昨年を下回る予測となっています。

米国産トウモロコシの2021/22年度の利用量予測は、1億9,000万ブッシェル下方修正されて147億ブッシェルとなっています。飼料その他への利用量は、主に生産量の減少と予測される高価格をもとに、1億ブッシェル下方修正されています。トウモロコシのグルコース、デキストロース、デンプンへの利用量は、2020/21年度の利用実績をもとに、引き上げ予測となっています。2021/22年度の輸出量は、1億ブッシェル引き下げられて24億ブッシェルとなっています。供給の減少が利用のそれを上回っているため、期末在庫は1億9,000万ブッシェル引き下げの12億ブッシェルとなっています。農家の年間平均トウモロコシ出荷価格の予想は、15セント引き上げられ1ブッシェル当たり\$5.75となっています。

今月の2021/22年度の米国外の飼料穀物予測は先月と比較して、生産量の引き下げ、輸出量の若干の引き下げ、そして

在庫の引き下げとなっています。米国外のトウモロコシ生産量は、先月と比較して引き上げられています。ウクライナのトウモロコシ生産は、栽培面積の減少を上回る単収増が予想されているため、上方修正されています。ロシアのトウモロコシ生産量は、栽培面積の増大が期待されていることから引き上げられています。EUのトウモロコシ生産量は、主にハンガリー、ルーマニア、ブルガリアでの減少が一部フランス、クロアチア、ドイツでの増大に相殺されるものの、引き下げとなっています。その他のトウモロコシ生産量予測の変更は、インド、カナダ、モルドバでの増加とセルビアでの減少となっています。米国外の大麦の生産量は、カナダ、カザフスタン、トルコ、EU、ロシアでの減少がウクライナ、オーストラリア、モロッコでの増加を上回るため、引き下げられています。

2021/22年度の主要な世界の貿易での変更は、輸出货量予測について、ウクライナ、ロシア、インドからの増加とセルビアとEUからの減少となっています。トウモロコシの輸入量はバンラデシュ、タイ、英国で引き上げられていますが、イラン、ベトナム、メキシコ、エジプト、日本、モロッコ、サウジアラビアとアルジェリアで引き下げられています。中国の大麦輸入量は、カナダの輸出量の急激な減少を反映して引き下げられています。2020/21年度については、2021年3月に始まる市場年度でのトウモロコシ輸出量がブラジルで引き下げられていますが、アルゼンチンでは引き上げられています。米国外の2021/22年度のトウモロコシ期末在庫は、先月から170万トン引き下げられ2億5,310万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 アメリカ穀物協会
COUNCIL

〒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/>