

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。

(162号:DDGSハンドブック第4版の続き)

第8章

中国産DDGSと米国産DDGS栄養価と品質の違い

はじめに

最近、中国は米国DDGSの最大の輸入業者になった。Fabiosaら(2009)が報告した中国の飼料工場は、米国から輸入されたトウモロコシDDGSを大豆粕とトウモロコシおよび他のより高価な飼料原料の部分的な代替品として使用することにより、飼料コストの6%削減を実現している。中国で生産されるDDGSの総量に関するデータはないが、5か所のプラントからのDDGSの公式な総生産量は2010年に169万MTであった(Jewison and Gale, 2012)。Jewison and Gale(2012)は、中国農業飼料産業局による2011年のデータを使用して畜種毎の飼料量を推定しているが、豚用としての利用が大部分(37%)で、次いで、産卵鶏(29%)、ブロイラー(19%)および水産養殖(9%)であるが、反すう家畜用とその他の使用は、それぞれ4および2%にすぎなかった。

2014年から2015年まで、中国は大豆、ナタネ、DDGS、ソルガム、大麦、魚粉の世界最大の輸入国だった(Gale, 2015)。さらに、中国は世界最大の食用動物生産国であり、飼料の製造業者でもある(Gale, 2015)。中国では人口が増え続け、動物由来食品の消費量も増え続けているため、DDGSなどの多くの輸入原料の需要は増え続けると思われる。しかし、Jewison and Gale(2012)は、将来の中国における米国DDGSの需要は、トウモロコシ、大豆および大豆粕の価格を含むいくつかの要因に依存することを示している。トウモロコシのサポート価格と公式の準備制度に対する最近の改革を含む中国政府の政策、他の代替飼料原料価格と入手の可能性、さらに、拡大する家畜および家禽産業をサポートするための国内および輸入飼料原料に対する中国の需要は大幅に増加する。

米国のDDGS総生産量の約66%は、国内の肉牛(45%)、乳牛(31%)、豚(15%)、家禽(8%)、その他(1%)によって消費されている。将来の米国におけるDDGS消費量は、トウモロコシや大豆粕などの競合または代替原料の価格と入手可能性に依存している。これらの代替原料との価格差がDDGSに有利な場合、その多くが、飼料中のトウモロコシと大豆粕の両方あるいはそれぞれの代替えとして使用される。過去12か月間(2015年7月~2016年6月)の米国におけるDDGSのスポット価格は、トウモロコシの価格の86~115%、大豆粕の価格の37

~50%であり、たん白質の単位あたりの価格は大豆粕と比べてDDGSの方が一貫して低い(たん白質の単位あたりの差は約0.37ドルから2.54ドルの範囲)。DDGSのこのたん白質価格の利点により、米国の飼料市場において、大豆粕と比べて、飼料のたん白質原料の一部としての競争力が高まっている。

エタノール生産を増やすために米国政府の政策が変更されない限り、ここ数年の米国におけるエタノールとDDGS製造量の伸びは少ないと予想される。米国のエタノール業界で起きている変化と、今後起こる可能性がある変化のほとんどは、より高価格で、多様な併産物を生産することである。米国のエタノール工場の過半数(85%以上)で粗トウモロコシ油を抽出するための、少額の設備投資が行われている。他の新しいエタノールと併産物の生産を行うために、いくつかのエタノール工場では、これらの他に小規模~中規模の設備投資を行っている。これらの技術により、脂肪含量が低い(6%未満)DDGS、粗トウモロコシ油、セルロース系エタノールを製造するためのトウモロコシ繊維、高たん白DDGや高繊維DDGS等の特殊な併産物も生産されている。

DDGS製造工程の違い

中国の飲料、燃料エタノールおよびDDGSの製造工程に関する公開情報は非常に限られている。ただし、DDGSのエネルギー価と栄養成分組成と消化率は、使用する穀物の種類と栄養成分組成、様々な飲料と燃料のエタノールおよび副産物の処理方法に依存している(Ingledeewら, 2009)。

原料の違い

エタノールとDDGSの生産に使用される原料は、米国と中国のエタノール工場で異なるが、中国のDDGSの生産に使用される原料の総量、種類、比率に関するデータはない。Jewison and Gale(2012)は、中国のトウモロコシ、小麦、キャッサバを原料として169万MTのDDGS(米国産トウモロコシDDGSの総生産量の4.5%)を生産する5か所のエタノール工場が存在すると述べている。中国の飲料用アルコール産業は2000年代に急速に増加したが、中国でエタノールを生産するために使用される原料は地域によって異なるが、トウモロコシ、米、小麦、ソルガム、ジャガイモ、キャッサバが使用されている(Galeら, 2009)。

多くの場合、飲料アルコール生産では穀物のブレンドが使用されるが、米国での燃料用エタノール生産では、主にトウモロコシを唯一の原料として使用している。いくつかの米国のエタノール工場では、原料としてソルガムまたはトウモロコシとソルガムを混合して使用しているが、これらから生産されたDDGS

は国内で販売・消費されている。さらに、米国では、飲料用アルコール工場からのDDGSは、総生産量の約1~2%であり、中国に比べてはるかに少ないと推定される。トウモロコシを原料とした燃料用エタノールと併産物の生産のほとんどは、トウモロコシの大部分が生産される中国北東地域で行われているものと推定される。中国の様々な種類の飲料および燃料エタノール工場から生産された併産物の量に関するデータはないが、トウモロコシからの併産物が最も多いものと思われる。

生産工程と栄養成分含量の違い

米国の燃料用エタノール工場では、中国で使用されているものよりも高度な生産技術を使用してエタノールとDDGSを生産している。米国のエタノール工場のほとんどは2004年以降に建設されており、これらの工場に設置されている機器の多くはステンレスでできている。発酵中の微生物汚染を防止するためには、エタノール工場での洗浄と高度な衛生管理が重要となる。これに対して、トウモロコシを原料として使用する中国のエタノール工場では、腐食しやすい炭素鋼が使用されており、発酵中に微生物汚染が頻繁に発生し、不完全な発酵、エタノール収量の低下、DDGSの品質の低下を引き起こす可能性がある。さらに、中国のエタノール工場では、炭素鋼の腐食により、米国のDDGSの鉄濃度(120~150ppm)に比べて、鉄含有量が非常に高くなっている(500~1,700ppm)。これはDDGSの給与量によっては、軽微な懸念材料となる可能性があり、中国産DDGSの色調が濃くなる原因となる可能性もある。

米国のエタノール工場の過半数(90%以上)は、DDGSを製造時に部分的に油を抽出している。主要なエタノール会社の1つ(27か所のエタノール工場を有する)は、4.5~5.0%の粗脂肪(原物値)を含むDDGSを生産するが、米国のエタノール産業の大半は、粗脂肪含量が最低7%から14%(原物値)のDDGSを生産している。これに対して、Liら(2015)は、中国の飲料用および燃料用エタノール工場から収集した25試料のうち、約44%で粗脂肪含量が6%未満(原物値)であったと報告している。別の最近の研究(Jieら、2013)では、中国の11省のいくつかのエタノール工場から収集した28試料のトウモロコシDDGS、米国から中国に輸入されたトウモロコシDDGS 2試料における粗脂肪含量の範囲(原物値)は1.43~15.1%であり、これらの試料の32%は粗脂肪含量が6%未満であったと報告している。この研究で分析された米国産DDGS2試料の粗脂肪含量は12.1および13.6%であった。Kerrら(2013)は、米国で生産されたトウモロコシDDGS 15試料のエネルギー価と化学組成を評価している。粗脂肪含量は4.3から11.2%(原物値)の範囲であったが、粗脂肪含量が6%未満のものは2試料(全体の13%)だけだった。要約すると、中国産DDGSと米国産DDGSの大きな違いの1つは、中国産DDGSは米国産DDGSに比べて粗脂肪含量が低い(6%未満)ものの割合が多いことである。

Liら(2015)により発表された最近の研究では、17の中国の飲料用(18試料)および燃料用(7試料)エタノール工場から収集された計25試料のDDGSのエネルギー価と化学組成を評価している。飲料用エタノール業界から収集されたDDGSサンプルの割合が高いことは、中国産と米国産のDDGSの際

立った違いの1つであり、中国産のトウモロコシDDGSの大部分が飲料用エタノール工場で生産されていることを示している。Liら(2015)は、粗脂肪含量(乾物値)と使用した処理に基づいて中国産のDDGSを以下の5つのカテゴリーに分類している。

1. 脂肪含量が高いDDGS(粗脂肪9.6~13.9%、13試料)
2. トウモロコシ皮を添加したもの(粗脂肪8.7および9.9%、2試料)
3. 部分的に油を減らしたDDGS(粗脂肪6.6%、1試料)
4. 胚芽の一部が除去された低脂肪DDGS(粗脂肪5.1%、1試料)
5. 一般的な低脂肪DDGS(粗脂肪2.82~4.9%、8試料)

この分類は、中国のエタノール工場で使用される製造工程には、米国における燃料用エタノール工場で使用されるものよりもはるかに多くのバリエーションがあり、部分的な油抽出という共通の特徴があることを示唆している。ただし、Liら(2015)が収集した試料をみると、油抽出を行っているエタノール工場の割合がかなり多いことを示している。中国産DDGSの粗脂肪含量(粗脂肪5%未満、乾物値)は、米国産DDGSに比べてはるかに低いことがうかがわれる。

Xue etら(2012)は、山東省、吉林省、河北省で生産されたトウモロコシDDGS 3試料および玄米から生産されたDDGS 1試料と、米国産トウモロコシDDGS 2試料(従来型および高たん白質)を比較し、玄米DDGSは、すべての試料中で粗脂肪および総エネルギー含量が最も低く、粗繊維の含有量が最も高かったとしている。中国産トウモロコシDDGSでは、従来の米国産トウモロコシDDGSに比べてADF(酸性デタージェント繊維)含量が高く、リジン含量が低かった。また、中国産トウモロコシDDGSのリジンとCP(粗たん白質)比は1.93%であって、米国産トウモロコシDDGS(2.87%)より低かった。このことは、中国産DDGSのリジン消化率が米国産よりも低いことを示唆している。この研究で評価された中国産DDGSでは、米国産DDGSに比べて繊維含量が高く、総エネルギーおよびリジン含量が低いことは、中国における豚および家禽における配合量が低い主な原因となる。ただし、Xueら(2012)によって評価された試料数は限られているものの、米国産の従来品のトウモロコシDDGSのME(代謝エネルギー、3,525 kcal/kg)は、中国産のトウモロコシDDGS 3試料(3,306 kcal/kg)より219 kcal/kg高いものの、両者の間には有意差がなかったとしている。さらに、中国産トウモロコシDDGSのリジンの平均SID(標準化回腸消化率)は52%であり、米国産DDGS(従来品:57%、高たん白質:60%)より低かった。

[生産工程とDDGSの色調の違い]

DDGSの色調は、輸出市場の一部のバイヤーにとって品質を判断する非常に重要な要素になっており、DDGS供給源毎に品質と価値を識別するために使用されている。DDGSの色調は、いくつかの栄養成分および物理的特性と関連している。場合によっては、色調が明るいDDGSは、リジン消化率が高く、キサントフィル含有量および最小限の脂質酸化を推測する可能性がある。一方、色調が暗いDDGSは、明るい色調のものに比べて他の栄養素の濃度が高くなる可能性がある。たとえ

ば、DDGSを製造する際に、ジステラーズ・グレインへのジステラーズ・ソリュブルの添加量を高めると、エネルギー、粗脂肪およびミネラル含量が高くなり、ジステラーズ・ソリュブルの量が少ない明るい色調のものに比べて、CPとアミノ酸の含量ならびに消化率への影響が最小限になる。さらに、濃い色調のものでは、家禽におけるリンの相対的な生物学的利用率が高いともいわれている。DDGSの粒子サイズ、水分含量、その他の物理的特性も色調と相関関係があるが、これらの関連は、飼料製造と栄養学的観点からの評価はより困難である。

数年前、一部のDDGSの売り手と買い手は、色調評価カード(図1)を使用した主観的な評価システムを開発し、色調でDDGSを区別した。



図1.DDGS色調評価カードの例

このDDGS色調評価カードは現在も市場で使用されているが、実際のDDGSの色調評価の解釈が異なること、主観的すぎて売り手と買い手との議論が頻繁に行われるため、多くのマーケティング担当者が使用を中止している。その結果、米国の供給者と海外(特にアジア諸国)の買い手の間で現在行われている多くの契約には、色の量的測定(L* 明度または暗さなど)の最小保証が含まれている。DDGSの色調の明暗を区別するために現在使用されている最小保証は、ハンター値L* 50以上である。ただし、米国産DDGSは、色調に関わらず様々な国に輸出され続けているが、一部の市場では明るい色調のDDGSの保証が必要となっている(L* 50以上)、販売するDDGSのL*が50以上であることを保証できるマーケティング担当者には、かなりの価格プレミアムがある。

米国と中国のエタノール工場の間で使用している生産および乾燥工程が異なっていることも、色調の違いに影響している

(図2)。米国産DDGSは通常、明るい黄金色であり、中国の買い手は、色調がたん白質とアミノ酸の消化率と主観的な指標と考えていることから、この色調を好んでいる、実際、中国の買い手にとって色調は非常に重要であり、多くの場合、契約においてL*の最少保障(50以上)が要求されている。中国産DDGSは色調が濃くなる傾向があるため、栄養価が低くなる。

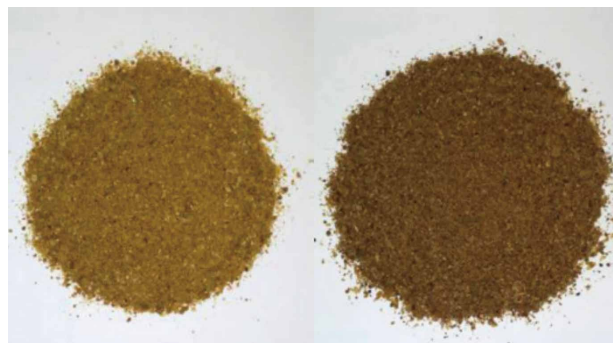


図2.米国産(左)と中国産(右)の色調比較

Jieら(2013)は、中国国内11省のエタノール工場からトウモロコシDDGS 28試料を入手し、米国産トウモロコシDDGS 2試料について、HunterLab比色計を用いて色調の明度(L*)、赤色味(a*)および黄色味(b*)を測定している。L*(カラスコア:0~100)は低いほど暗色を示し、L*およびb*は、a*より栄養価の一般的な指標として使用されているリジン含量およびアミノ酸消化率との相関が高い。中国産DDGS 28試料のL*は30.9~59.5、a*は14.6~27.7、b*は35.3~59.8の範囲であった。この調査で用いた米国産DDGSは2試料のみであったが、L*は54.6および57.3、a*は18.4および19.7、b*は53.3および55.3であった。中国産DDGS 28試料のうち、L*が50を超えていたのは5試料のみであったのに対して、米国産DDGSのL*はいずれも50以上であり、色調が明るかった。さらに、米国産DDGSのb*値は53.3および55.3であり、b*値が50を超える中国産DDGSは5試料のみであった。Urioolaelら(2013)は、米国産トウモロコシDDGS34試料の平均L*は52.7であり、L*値が62.5に達するものもあることを報告している。このことは、中国産DDGSの大部分と米国産DDGSにおけるもう1つの際立った差異は、米国産DDGSは一般的に色調が明るく、たん白質を構成するアミノ酸が消化しやすいということである。

(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

2021年5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。

2020/21年度の米国産飼料穀物の見通しは、生産量と国内利用量の増大、輸出の引き下げと期末在庫の上昇となっています。トウモロコシ生産量は面積の拡大と単収トレンドへの回帰により、昨年より高い150億ブッシェルとなっています。単収

予測は1エーカーあたり179.5ブッシェルで、これは1988-2020年間の平均通りの作付けと夏季の天候での天候調整トレンドをもとにしています。期首在庫が昨年より急激に縮小したことから、トウモロコシ供給総量はやや増加の163億ブッシェルとなっています。

2021/22年度の米国内のトウモロコシ総利用量は、国内利用の増大を輸出量の減少が上回ったため、昨年より減少となっています。食品・種子・産業用(FSI)は、2億2,000万ブッシェル引き上げられて66億ブッシェルと予測されています。トウモロコシのエタノール生産への利用の予測は、米国での自動車用ガソリン消費が増加すると期待されることから引き上げられています。ソルガムのFSI利用は、中国への旺盛なソルガム輸出が期待されていることから、国内への供給量が制限されて昨年と変化はありません。トウモロコシの飼料そのほかへの利用は、生産量の増大がエタノールへのトウモロコシ利用量の増大と農家の年間平均トウモロコシ出荷価格の上昇の期待と相殺され、変更はありません。

2021/22年度の米国のトウモロコシ輸出货量予測は3億2,500万ブッシェル引き下げられています。生産のみ投資が芳しくないことから、2020/21年度(2021年3月から2022年2月の現地の市場年度)のアルゼンチンとブラジルからの輸出が制限されると予測され、2021/22年度前半の米国からの輸出货量が維持されます。しかし、2021/22年度のウクライナとロシアを合わせたトウモロコシ輸出货量が3億3,500万ブッシェル増加すると、米国との競争力を増すことから、世界のトウモロコシ貿易における米国のシェアは昨年より下がると予測されています。

米国のトウモロコシ総供給量が増大し総利用量が減少することから、2021/22年度の米国の期末在庫は昨年より2億5,000万ブッシェル引き上げられています。在庫率の10.2%は、昨年より高いが2016/17から2019/20年度の平均より低い数字となるでしょう。2021/22年度の農家の年間平均トウモロコシ出荷価格の予想は、1ブッシェル当たり\$5.70と、多くのトウモロコシがより低い価格で出荷されていた1年前より\$1.35引き上げられています。

2021/22年度の世界の粗粒穀物の予測は、史上最大の生産と利用、期末在庫の引き上げとなっています。世界のトウモロコシ生産量は、米国、ブラジル、中国、ウクライナとアルゼンチンでの最大の増加により、史上最大になると予測されています。世界のトウモロコシ利用量は米国国外での消費の3%増により、3%の引き上げが見込まれています。世界のトウモロコシ輸入量は3%の引き上げと予測されています。トウモロコシ輸入量が顕著に増加するのはEU、トルコ、イラン、日本とメキシコです。世界のトウモロコシの期末在庫は米国と米国国外での上昇

トウモロコシ	2019/20	2020/21推定	2021/22予測(4月)	2021/22予測(5月)
作付面積(百万エーカー)	90	91	NA	91
収穫面積(百万エーカー)	81	83	NA	84
単収(ブッシェル)	168	172	NA	180
期首在庫(百万ブッシェル)	2,221	1,919	NA	1,257
生産量(百万ブッシェル)	13,620	14,182	NA	14,990
輸入量(百万ブッシェル)	42	25	NA	25
総供給量(百万ブッシェル)	15,883	16,127	NA	16,272
飼料そのほか(百万ブッシェル)	5,897	5,700	NA	5,700
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	6,287	6,395	NA	6,615
エタノールと併産物用(百万ブッシェル)	4,857	4,975	NA	5,200
総国内消費量(百万ブッシェル)	12,185	12,095	NA	12,315
輸出量(百万ブッシェル)	1,778	2,775	NA	2,450
総使用量(百万ブッシェル)	13,963	14,870	NA	14,765
期末在庫(百万ブッシェル)	1,919	1,257	NA	1,507
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	4	4	NA	6

ソルガム	2019/20	2020/21推定	2021/22予測(4月)	2021/22予測(5月)
作付面積(百万エーカー)	5.3	5.9	NA	6.9
収穫面積(百万エーカー)	4.7	5.1	NA	6.2
単収(ブッシェル)	73	73.2	NA	68.9
期首在庫(百万ブッシェル)	64	30	NA	18
生産量(百万ブッシェル)	341	373	NA	427
輸入量(百万ブッシェル)	0	0	NA	0
総供給量(百万ブッシェル)	405	403	NA	445
飼料そのほか(百万ブッシェル)	96	70	NA	65
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	75	10	NA	10
総国内消費量(百万ブッシェル)	171	80	NA	75
輸出量(百万ブッシェル)	204	305	NA	350
総使用量(百万ブッシェル)	375	385	NA	425
期末在庫(百万ブッシェル)	30	18	NA	20
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	3.34	5.05	NA	6.1

大麦	2019/20	2020/21推定	2021/22予測(4月)	2021/22予測(5月)
作付面積(百万エーカー)	2.8	2.6	NA	2.6
収穫面積(百万エーカー)	2.2	2.1	NA	2.1
単収(ブッシェル)	77.7	77.5	NA	76.7
期首在庫(百万ブッシェル)	87	80	NA	80
生産量(百万ブッシェル)	172	165	NA	161
輸入量(百万ブッシェル)	7	7	NA	7
総供給量(百万ブッシェル)	266	253	NA	248
飼料そのほか(百万ブッシェル)	39	20	NA	15
食品、種子、産業用(百万ブッシェル)	142	141	NA	141
総国内消費量(百万ブッシェル)	180	161	NA	156
輸出量(百万ブッシェル)	6	12	NA	12
総使用量(百万ブッシェル)	186	173	NA	168
期末在庫(百万ブッシェル)	80	80	NA	80
平均農家出荷価格(ドル/ブッシェル)	4.69	4.75	NA	5.95

見込みから、昨年より3%引き上げられています。中国を除いたトウモロコシの期末在庫は昨年と比較して10%引き上げとなっています。

中国については、粗粒穀物の総輸入量が2020/21年度より310万トン増加の4,630万トンと予測され、これは史上最大となります。中国でのトウモロコシをはじめとする飼料のエネルギー源の価格は、トウモロコシ生産量の増大にもかかわらず相対的に高値で推移すると見込まれています。個々の粗粒穀物で見ると、トウモロコシ輸入量が2,600万トン、大麦が1,000万トン、ソルガムが1,000万トンとそれぞれ予測されています。

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/>