

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。

No.132(2018年10月号)からNo.137号(2019年4月号)にかけて第1章から第4章までを掲載しており、今回は第5章を掲載いたします。

第5章

エタノール生産の新技术と生産された高たん白・トウモロコシ併産物の栄養組成

はじめに

米国のエタノール産業は進化し続けており、乾式粉碎方式のエタノール工場はバイオリファイナリー(バイオマスから燃料を製造する工場)となって、エタノール収率を高めるだけではなく、国内および国際市場向けの潜在的により高い価値を持つ、より多様化したトウモロコシ併産物を生産している。エタノールの収率を高め、新しい併産物を製造するためにフロントエンドの分画技術を採用するために、過去に、いくつかの試みが行われたが、それらのプロセスではエタノールと併産物の製造効率を最適化することが困難であり、現在は使用されていない。しかし、2005年初頭からの主な新技术は、バックエンドにおけるシンスチレージからオイル抽出であり、今日の乾式粉碎工場の大部分で使用されている。粗トウモロコシ油の製造

工程、化学的な組成、エネルギー価については第4章に詳述した。

現在、一部の乾式粉碎工場で行われている新しいエンジニアリング技術の焦点の多くは、1)エタノール生産に用いるセルロースをトウモロコシ中の繊維から分離する、2)粗トウモロコシ油抽出法の改良、および、3)高たん白質(40%以上)のトウモロコシ併産物の製造である。

ICM社による新しいプロセステクノロジーの概要(www.icmnc.com/products)

ICM社では、4つの新しい工程を開発した(図1)。これらの工程を既存の乾式粉碎エタノール工場の製造工程に組み込むことで、エタノールと粗トウモロコシ油の収量を改善し、たん白質含量が高いDDGs(HP-DDG)を製造できる。

Selective Milling Technology™ (SMT)

このプロセスでは、新しく設計された独自の粉碎機を用いることで、エタノールの収率が最大3%、粗トウモロコシ油の収率が最大25%向上し、エネルギー使用量を約40%削減でき、乾式粉碎工程の操作効率を高めることが出来る。

既存の乾式粉碎のエタノールと併産物の製造プロセスにSMTを追加することで、エタノールへの変換に利用されるデンプンの量が増加し、油の回収率が向上する。現在、世界中の26のエタノール工場でSMTプロセスが使用されている。

Fiber Separation Technology™ (FST)

FSTはSMTと対応しており、トウモロコシ中のデンプンをエタノール発酵させる前に繊維を除去するように設計されている。発酵前に繊維を取り除くことで、エタノール工場では発

ICMプロセスの製造フロー

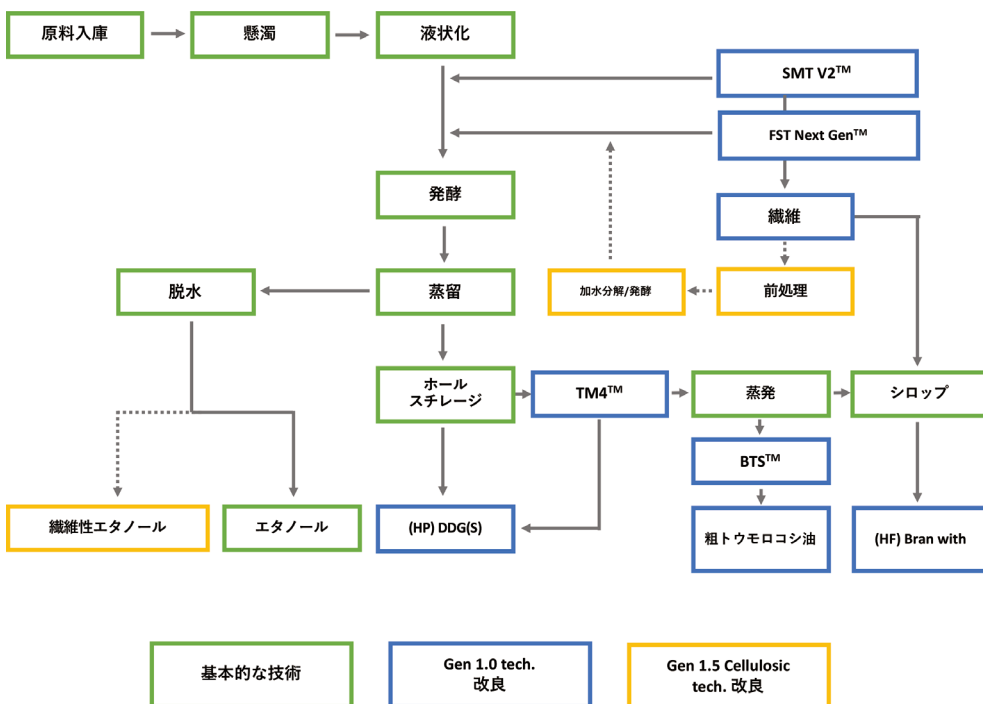


図1. エタノール工場でのエタノールおよび併産物製造工程におけるICM社のSMT、FST、TS4およびGen 1.5の概要

酵槽内で発酵が可能なデンプンの量を増加させ、エタノールの生産能力と処理能力を高めることが出来る。その結果、FSTを導入したエタノール工場では、エタノール生産能力が最大15%、粗トウモロコシ油の抽出能力が最大30%高まり、製造で使用する天然ガス使用量が削減され、粗繊維含量が高い、あるいは粗タンパク質(CP)含量が高い(40%)併産物を製造することが出来る。

Thin Stillage Separation System™(TS4)

ICM TS4にはいくつかの構成があり、発酵後のスチレージをCP、可溶性物質、粗トウモロコシ油などの付加価値が高い成分に分離することができる。このシステムは、乾燥機と蒸留器の能力を高め、遠心分離とトウモロコシ油分離を改善し、処理能力を高め、エタノール製造工程におけるエネルギーと水の使用量を削減することで、工場の運用効率を向上させる。

Generation 1.5-Grain Fiber to Cellulosic Ethanol Technology™(Gen 1.5)

前述したSMTおよびFSTの使用に加えて、Gen 1.5を設置することで、トウモロコシが含む繊維からさらに7~10%のエタノールを生産し、粗トウモロコシ油の抽出量を最大20%高めることが出来るこのシステムにより、エタノール工場では、現在の米国政府の繊維系エタノールインセンティブの下で生産されたエタノールの価値を1ガロンあたり最大3ドル高めることが出来る。さらに、トウモロコシの繊維はかさばる作物残渣よりもはるかに扱いやすいことから、繊維系エタノールを生産するための投資金額を大幅に削減できる。このプロセス技術を使用すると、高たん白質(40%)のDDGSが製造できる。

Fluid Quip, LLCによる新しいプロセステクノロジーの概要 (<http://fqptech.com/proven-technologies>)

3つの新しいプロセスがFluid Quip LLCによって開発されている(図2)。これは、既存の乾式粉碎エタノールの製造工程に組込むことで、エタノールおよび粗トウモロコシ油の収量の改善、CP 50%

のDDGS、純粋な繊維、糖分を得ることが出来る。

Selective Grind Technology (SGT™)

SGTは、より多くのでん粉をエタノールに変換するための「さらし」、胚芽の剪断により多量のトウモロコシ油が回収を目的として、マッシュクック工程に挿入される。この工程では、エタノールと粗トウモロコシ油の収量を最大化するように粒子サイズを最適化するように設計されており、エタノール収量を最大3.5%、粗トウモロコシ油収量を最大30%高めることが出来る。

Stillage Co-Products™(MSC)

MSCホールシチレージから複数の製品群を分離できるように設計されている。MSCにより、製造に用いた酵母とコーングルテンミールを独自にブレンドしたたん白質含量50%の製品であるStill Pro 50™を製造する。このシステムを使用すると、バックグラインドの固形物と不純物が除去されるため、乾式粉碎エタノールの製造工程の運用効率が向上し、粗トウモロコシ油の収量を最大30%、エタノール製造能力を最大10%向上させることが出来る。MSCは、Still Pro 50™の生産量を調整できることから、残りを輸出市場向けの栄養価を持つDDGSとして仕向けることが出来る。

Clean Sugar Technology (CST™)

CST™は、トウモロコシの湿式粉碎工程と同等の糖質を生成できる。CST™は工業用糖製品群を製造するだけでなく、高価値の粗トウモロコシ油製品群を製造し、高純度のたん白質製品群を含む貴重な動物飼料原料を製造できる。

Rayeman Compression Dryer Systemの概要 (www.rayemanelements.com)

Rayeman Compression Dryer Systemは、エタノール工場の大部分で使用されている従来の回転式ドラムドライヤーとは異なるユニークな乾燥システムである。生のDDGSが乾燥機に入ると、2

つの特許を持つelectrically heated screwsが互いにかみ合い、生のDDGSから水を絞り出す圧縮点を作り出す。これが発生すると、回転スクリーナーからの生のDDGSの剪断と圧縮により低温の熱が発生し、プロセス全体の各所で生のDDGSから水が蒸発する。このプロセスを使用することにより、併産物の乾燥工程で使用エネルギーが節約され、併産物の過加熱を防ぎ、二酸化炭素排出量が削減できる。

従来の乾燥機と比較して

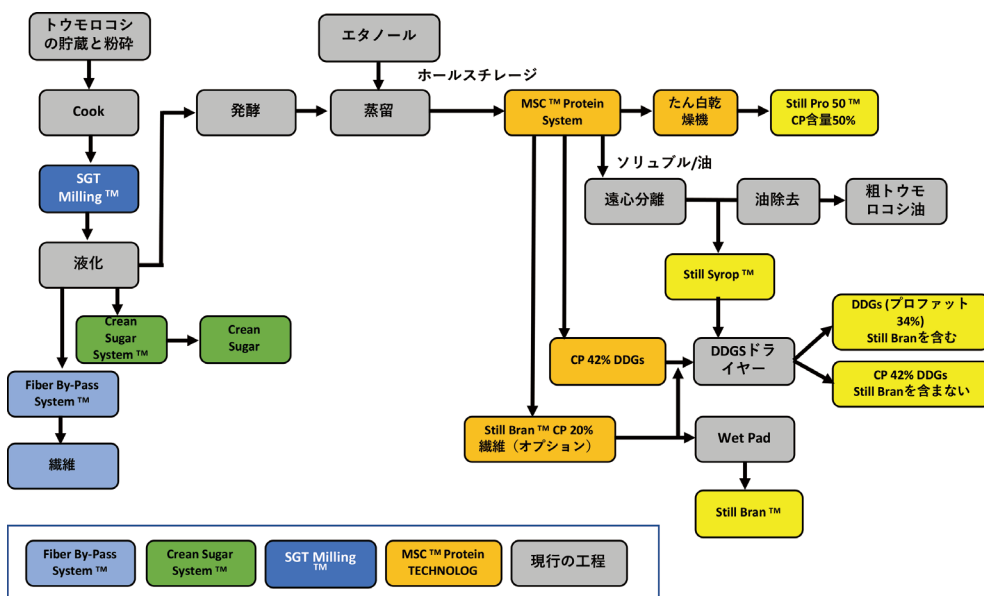


図2. Still Pro 50™の製造時のたん白質をシンスチレージから分離するための工程の概要

設置コストと稼働コストの低減が可能である。

新しい高たん白・トウモロコシ併産物の栄養成分

新しい高たん白・トウモロコシ併産物の購入と使用を検討する際に考慮しなければならない点は、栄養成分とエネルギー値が特異的であり、これまでの併産物とは異なっていることである。さらに、これらの新しい製品は、それぞれを他と区別するために異なる製品名でブランド化されている。したがって、様々な畜種におけるこれらの併産物の栄養価を比較する際には注意が必要である。

Still Pro 50TMを除き、生産されている新しい高たん白・トウモロコシ併産物の栄養素組成に関するデータは限られている。これは、これらの様々な新しい技術を用いたエタノール工場でのプロセスの最適化が進められている最中であるためである。したがって、原料の買い手は、これらの併産物の製造業者およびマーケティング担当者から栄養価に関する最新情報を入手する必要がある。

表1に示すように、現在のICMテクノロジーを使用して製造された高たん白・DDGs (HP-DDG) には、以前に製造されていたHP-DDG (NRC, 2012) よりもCP含量が低く、粗脂肪とリン含量が多く、アミノ

酸組成が異なっている。成長期の豚およびブロイラーにおけるICMのHP-DDGの代謝エネルギー(ME)値に関する研究が進められているが、以前に生産されていた豚用HP-DDGのME値を考えると、新しいHP-DDGの豚およびブロイラーにおけるME値は粗脂肪含量が中程度のDDGS(粗脂肪含量7~9%)DDGSより高いことが期待できる。すべての畜種用飼料におけるHP-DDGの使用を評価した以前の研究結果を確認することは重要ではあるが、栄養特性が異なっているため、ICM HP-DDGには適用できない場合もありえる。

FSTファイバー + シロップの栄養組成については、ブラジルのトウモロコシエタノール工場で短期間しか生産されていないため、あまり知られていない。CP含有量が低い(25.8%)ため、高たん白併産物とは見なされないが、栄養組成は、CP、粗脂肪、可溶無窒素物(NDF)およびアミノ酸含量が従来のDDGSの一部と同等である。さらに、FSTファイバー + シロップのリン含量は、表1に示しており、すべての併産物中で最も高く(1.34%)、豚および家禽用飼料では、無機リン源の添加量を減らすことによる大幅なコスト削減が可能となる(含まれているリンが、DDGSと同様に消化率と生物学的利用

表1. 新しい高たん白・トウモロコシ併産物の栄養成分(乾物値)

乾物換算値	HP-DDG (ICM) ¹	HP-DDG (NRC, 2012)	FST Fiber+Syrup (ICM) ²	Purestream 40 ³	Still Pro ^{TM4}	粗脂肪含量が中程度のDDGS (NRC 2012)	大豆粕 (NRC 2012)
水分、%	8.8	8.8	10.0	10.7	6.8	10.7	10.0
CP、%	44.2	49.7	25.8	42.1	53.4	30.6	53.0
粗脂肪、%	8.6	3.9	7.8	9.4	5.8	10.0	1.69
NDF、%	36.0	36.9	32.9	34.8	39.5	34.1	9.1
AFD、%	17.5	22.6	9.3	15.8	20.0	13.5	5.9
ME、kcal/kg	ND5	4,092	ND	4,275	3,766	3,801	3,660
アルギニン、%	1.80 (72-79)	1.78 (85)	1.29	2.10 (87)	2.41 (81)	1.38 (81)	3.83 (94)
シスチン、%	1.02 (69-74)	0.90 (78)	0.72	0.91 (75)	1.75 (73)	0.49 (73)	0.78 (84)
ヒスチジン、%	1.16 (66-72)	1.17 (79)	0.60	1.15 (82)	1.44 (80)	0.83 (78)	1.42 (90)
イソロイシン、%	1.52 (68-75)	2.01 (80)	0.57	1.62 (82)	2.12 (75)	1.19 (76)	2.38 (89)
イソロイシン:リジン	1.13	1.50	0.66	1.05	0.98	1.18	0.72
ロイシン、%	4.95 (81-84)	6.78 (86)	1.27	5.14 (89)	6.68(85)	3.64 (84)	4.02 (88)
ロイシン:リジン	3.69	5.06	1.46	3.36	3.08	3.60	1.22
リジン、%	1.34 (47-56)	1.34 (69)	0.87	1.53 (76)	2.17 (61)	1.01 (61)	3.29 (89)
メチオニン、%	0.80 (79-83)	1.02 (86)	0.53	0.88 (87)	0.95 (84)	0.64 (82)	0.73 (90)
フェニルアラニン、%	2.29 (77-80)	2.65 (84)	0.63	2.32 (86)	2.67 (81)	1.53 (81)	2.67 (88)
トレオニン、%	1.90 (60-67)	1.74 (75)	0.80	1.66 (75)	2.57 (70)	1.11 (71)	2.07 (85)
トリプトファン、%	0.38	0.26 (82)	0.30	0.31 (80)	0.40 (81)	0.22 (71)	0.73 (91)
バリン、%	2.19 (69-75)	2.32 (78)	0.93	2.15 (81)	2.73 (74)	1.56 (75)	2.48 (87)
バリン:リジン	1.63	1.73	1.07	1.40	1.26	1.54	0.75
粗灰分、%	3.0	2.6	7.3	2.8	3.9	4.5	7.0
カルシウム、%	0.01	0.02	0.08	0.03	0.03	0.09	0.37
リン、%	0.80	0.39	1.34	0.91	1.00	0.67	0.79
イオウ、%	0.86	0.82	0.66	0.48	0.51	0.54	0.44
ナトリウム、%	0.07	0.07	0.54	0.12	0.06	0.34	0.09

1 ミネソタ大学で実施した最近の豚の試験で使用されたHP-DDGからのデータ。()内はRhoら(2017)によって測定された標準化された回腸消化率(豚)
 2 FS Bioenergia (ブラジル)からのデータ
 3 ミネソタ大学で行われた最近の給餌試験で使用されたPurestream 40のデータ
 4 United Wisconsin Grain Processors, Flint Hills ResourcesおよびFluid Quip, LLCのStill Pro 50TMのデータ

率が高い場合)。この製品のME値、標準化された回腸末端アミノ酸消化率および標準化されたリンの全消化管総管消化率、有効リン含量を求めるための試験が進められている。

Purestream 40は、HP-DDGおよびStill Pro 50TMよりもCPが少ない(42%)が、HP-DDGよりもリジン、メチオニン、アルギニン、ロイシン、イソロイシン含量が高い。さらに、最近、報告されたPurestream 40の豚におけるME値は、Still Pro 50TM、粗脂肪含量が中程度のDDGSおよび大豆粕より高い。しかしStill Pro 50TMは、すべての新しいトウモロコシ併産物の中で最も広く研究されている。これは、すべての高たん白併産物の中でCP含量が最も高く、大豆粕と匹敵しているからである。その結果、Still Pro 50TMのアミノ酸含量は、他のすべての高たん白併産物より高くなっているが、大豆粕に比べてアルギニン、イソロイシン、リジン、フェニルアラニン、トリプトファン含量は低くなっている。Still Pro 50TMの豚におけるME値は、粗脂肪含量が中程度のDDGSよりやや低いものの、大豆粕より約100kcal/kg多く、リン含量はPurestream40に匹敵し、DDGS、大豆粕、HP-DDGよりも高くなっている。

これらの新しいトウモロコシの併産物は、すべて、カルシウムとナト

リウム含量が低いですが、他の穀類や大豆粕に比べてリン含有量は比較的高くなっている。HP-DDGおよびStill Pro 50TMのイオウ含量は、従来のDDGSよりも高く、反芻動物用飼料でこれらの併産物を多量に配合(20%を超える)する場合の制限要因になる可能性がある。

新しいトウモロコシのすべての併産物は、すべての畜種のエネルギー、可消化アミノ酸、可消化リンの優れた供給源として使用できるが、DDGSおよび高たん白の併産物ではロイシン、イソロイシン、バリンの含量が比較的高く、大量の結晶リジン、スレオニン、トリプトファンを使用して大豆粕配合量を極端に減らすと、豚、家禽、魚用飼料では配合量が制限される可能性がある。リジンと比較して過剰なロイシンは、イソロイシンとバリンの利用を妨げ、豚の飼料摂取量と成長率を低下させる可能性がある。これらの影響が家禽や様々な魚種で発生するかどうかは不明だが、これら高たん白トウモロコシ併産物の配合量を高める(30%を超える)場合に、結晶イソロイシンとバリンを補充することが効果的か否かに関しての研究が進められている。

(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

2020年9月11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、エタノール生産への利用の減少、輸出の拡大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、収穫地域での単収予測と生産量の低下のため、先月の予測より3億7,800万ブッシェル減の149億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、主に2019/20年度の輸出量の低い予測による期首在庫の上方修正を生産量の減少が上回ったため、引き下げられています。2020/21年度のエタノールへのトウモロコシの利用量は、新型コロナウイルスの影響による自動車ガソリンの引き続き遅い需要回復を反映して、1億ブッシェル下方修正されています。輸出量は、競合国からの供給の原料を反映して1億ブッシェル引き上げられています。供給量の引き下げが利用量のそれを上回ったことから期末在庫は先月より2億5,300万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、40セント引き上げられ、1ブッシェルあたり\$3.50となっています。

今月の2020/21年度の米国外の粗粒穀物予測は、先月と比較して生産量の引き上げ、若干の貿易量の引き上げと在庫の減少となっています。EUの生産量は、主にルーマニアでの減少を反映して下方修正されています。ウクライナでの、主生産地全域での良好

な夏の生育期の開始の後の短期の急な干ばつのため、トウモロコシ生産量は下方修正されています。ブラジルのトウモロコシ生産量は、高い国内価格により生産面積の拡大が見込まれているため、引き上げられています。トウモロコシ生産量は、インドとナイジェリアでも引き上げられています。大麦の生産量はロシア、EUとオーストラリアで引き上げられています。

主な2020/21年度の世界の貿易の変更点には、大麦のロシアとオーストラリアからの輸出量増大があります。トウモロコシの輸出量は、米国、ブラジルとメキシコで増大となっています。中国の2019/20年度と2020/21年度のトウモロコシの飼料そのほかへの利用は、大豆粕等量のタンパク質消費量と現時点でのトウモロコシ価格輸入量に基づいて、先月より引き上げられています。米国外の期末在庫は、インドとナイジェリアでの増大を上回る中国での減少のため、先月より引き下げられています。

ネットワークに関するご意見、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/>