

「トウモロコシ発酵たん白質(CFP)とその他の新しいトウモロコシ併産物の飼料原料としての利用に関するユーザーズガイド」和訳版の発行

アメリカ穀物協会 DDGSコンサルタント 農学博士 米持千里

このたび、アメリカ穀物協会から表記ユーザーズガイドが刊行された。

トウモロコシから発酵エタノールを得る際に生産されるトウモロコシ併産物の代表的なものとしてはトウモロコシ・ジスチラーズ・グレイン・ソリュブル(DDGS、表中No.1、2および4)があり、日本国内でも飼料の公定規格の別表第3に収載され、主に養豚用および家禽用の飼料原料としてかなりの量が利用されている(これらのDDGSに関する情報は2018年にアメリカ穀物協会が公表した「DDGSユーザーズハンドブック(第4版)2018」(<https://grainsjp.org/report/userhandbook4/>)を参照されたい)。一方で、表に示したように米国内のエタノール業界では新たに開発された製造プロセスを用いて従来のDDGSとは栄養組成や栄養特性、飼料用途が異なる様々なタイプのトウモロコシ併産物の生産が始まっている。

これらの新しいトウモロコシ併産物には、① De-oiled DDGS(脱油DDGS: DDGSから油分を溶媒抽出したもので粗脂肪含量が3%未満であり、日本国内で流通している濃縮ジスチラーズ・ソリュブル(CDS)から遠心分離により粗脂肪の一部を除去したDDGS(いわゆる「低脂肪DDGS」)とは異なる製品。表中No.3)、② High Protein DDG(HP-DDG(高たん白DDG): たん白質を濃縮するために繊維と粗脂肪の一部を取り除いたものでCDSを含んでいない。粗たん白質(CP)含量は36~48%。表中No.8)、③ トウモロコシ発酵たん白質(DFP: CP含量が50%以上あり、発酵の際に使用された酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)を20~29%含む(従来のDDGSの推定酵母含量は7~10%)。凝集剤やポリマーを用いている製品(表中No.15)と機械的に分離した製品(表中No.16)がある。)や、④ トウモロコシたん白濃縮物(CPC: 湿式粉碎方式の工程から得られるたん白質画分を酵素により可溶化し、非たん白質画分の大部分を除去したもので、主に胚乳に由来するトウモロコシの乾燥たん白質画分であって、CP含量は80%(DM)以上。表中No.17)等がある。これらの多くは、現状では、日本国内市場には紹介されていないが、米国内でも公表文献などでHP-DDGとCFPの誤用されているケースや、商取引の際における呼称や製品を特定する定義への理解が進んでいないための混乱が一部に生じている。

本ユーザーズガイドでは、これらの新しいトウモロコシ併産物の栄養特性や様々な動物種への利用性に関する理解を促

進するために刊行されたもので、現時点で入手可能なすべての公表論文およびトウモロコシ併産物の製造者や販売担当者から提供を受けた未公表データを基に作成されており、以下の8章から構成されている。

- 第1章: トウモロコシ発酵たん白質(CFP, Corn Fermented Protein)の栄養特性と環境への影響
- 第2章: 養殖水産動物に対するトウモロコシ発酵たん白質(CFP)の給与
- 第3章: 家禽用飼料に対するトウモロコシ発酵たん白質(CFP)の給与
- 第4章: 豚用飼料に対するトウモロコシ発酵たん白質(CFP)の給与
- 第5章: 乳牛および肉牛用飼料に対するトウモロコシ発酵たん白質(CFP)の給与
- 第6章: 高たん白DDG(HP-DDG)の飼料原料としての栄養特性と飼料価値
- 第7章: 養殖水産動物用飼料および産卵鶏用飼料におけるトウモロコシたん白濃縮物(CPC)の栄養特性および飼料価値
- 第8章: ドライド・コーン・ブラン・アンド・ソリュブル(BS, Dried Corn Bran and Soluble)、脱油DDGS(De-Oiled(溶媒抽出)DDGS)およびコーン・ジスチラーズ・オイル(CDO)の飼料原料としての栄養特性および飼料価値

これらのうち、第1章~第5章では、CFPの栄養特性や様々な動物種における飼料価値に関する最新の研究成果が取りまとめられている。すなわち、第1章ではCFPの栄養特性と使用する際に生じる地球環境への影響評価について、第2章では養殖水産動物用飼料原料として利用性について、第3章では家禽(ブロイラーおよび七面鳥)用飼料原料として利用性について、第4章では豚用飼料原料として利用性について、第5章では乳牛および肉牛用飼料原料として利用性についての解説が行われており、CFPはエネルギー、CPおよびアミノ酸を豊富に含んでおり、主に、離乳子豚、ブロイラーおよび養殖水産動物用飼料のたん白質原料として利用されるが、発酵の際に使用されている酵母を多量に含んでいることから、酵母の細胞壁に存在するマンナンオリゴ糖、 β -グルカンおよびヌクレオチドなどの影響により、家畜の健康状態やストレス暴露の程

度によっては、健康上の利点を得られる可能性があるとしている。

第6章では、CFPと同様にCP含量が高いことから混同されやすいHP-DDGについて、飼料原料としての栄養特性と飼料価値を解説しており、現在市販されているHP-DDGはすべてICM社のFiber Separation Technology™(FST™)というプロセスが用いられており、10～15年前に生産されて評価されたHP-DDGとは栄養特性が大幅に異なっていること、ブロイラー用飼料では10%、産卵鶏用飼料では15%まで配合しても十分な成績が得られること、リジンやその他の必須アミノ酸を補給することによりナイルティラピア、イエローパーチ、カイヤン、アメリカナズなどの養殖水産魚用飼料原料としても利用可能であること、乳牛用飼料原料として用いても産乳成績や乳成分を十分に維持できるが、適切に使用するためには飼料中のカチオンアニオン・バランス(DCAD)の調整を考慮する必要があることなどが述べられている。

第7章では養殖水産動物用飼料および産卵鶏用飼料におけるCPCの栄養特性および飼料価値について解説しており、CPCは、養殖水産動物および家禽用飼料のたん白質源として利用することが可能で、ナイルティラピアでは飼料中の魚粉の50%まで置換することが出来ること、バナメイエビ用飼料では最大12%配合しても良好な発育成績が得られること、産卵鶏用飼料に対して2.5%配合することで産卵成績と鶏卵品質の改善が期待できることなどが述べられている。

最終章の第8章では、発酵前に穀物から分離した種皮などに、発酵後に得られたCDSを加えたコーン・ブラン・アンド・ソリュブル(CBS、表中No.13)、DDGSから油分を溶媒抽出した脱油DDGS(表中No.3)およびジスチラーズ・コーン・オイル(CDO：CDSから機械的あるいは溶媒抽出により得られたトウモロコシ油(CPや粗繊維を含まないことから表には記載していない)について、飼料原料としての栄養特性および飼料価値についての研究成果を概説している。

表 トウモロコシ併産物の一般名、ブランド名、典型的な分析値とAAFCO(米国飼料検査官協会)による定義(トウモロコシ発酵たん白質(CFP)とその他の新しいトウモロコシ併産物の飼料原料としての利用に関するユーザーズガイドから改編)

| No. | 一般名 | 製品名 | 典型的な分析値(原物) | | | AAFCO 収載No. | 一般的な定義 |
|-----|-----------------------------------|-------------|-------------|-------|-----|--------------------|--|
| | | | CP | 粗脂肪 | 粗繊維 | | |
| 1 | DDGS | なし | 25-30 | 6-9 | <14 | 27.6、27.8 | 穀類を酵母で発酵し、エタノールを蒸留した後に得られるもので、粗脂肪の一部を除去した後、全体量の少なくとも3/4量を乾燥して生産する。 |
| 2 | DDGS | Dakota Gold | 24-29 | 4.5 | <14 | 27.6、27.8 | 穀類を酵母で発酵し、エタノールを蒸留した後に得られるもので、粗脂肪の一部を除去した後、全体量の少なくとも3/4量を乾燥して生産する。 |
| 3 | De-oiled DDGS (脱油DDGS) | NovaMeal | 26-36 | <3 | <14 | 27.9 | 粗脂肪含有量が3%未満の溶媒抽出DDGS。 |
| 4 | Full Fat DDGS | なし | 25-32 | 10-14 | <14 | 27.6、27.8 | 穀類を酵母で発酵し、エタノールを蒸留した後に得られるもので、粗脂肪を除去せずに、全体量の少なくとも3/4量を乾燥して生産する。 |
| 5 | DDGS with Bran | なし | 23-36 | 3-16 | <14 | 27.6、27.8、 48.2 | 発酵前に分離した種皮などを混合したDDGSで、未乾燥製品と乾燥製品がある。 |
| 6 | DDGS Mechanically Separated | 市販されていない | 24-48 | 3-8 | <14 | 27.6 | 蒸留後に繊維とたん白質を機械的に分離したもので、濃縮ジスチラーズ・ソリュブル(CDS)を含み、未乾燥製品と乾燥製品がある。 |

| No. | 一般名 | 製品名 | 典型的な分析値(原物) | | | AAFCO 収載No. | 一般的な定義 |
|-----|--|--|-------------|------|-------|----------------|--|
| | | | CP | 粗脂肪 | 粗繊維 | | |
| 7 | DDG | なし | 24-35 | 4-8 | <14 | 27.5 | CDSを含まないもので、穀物または穀物混合物を酵母で発酵し、エタノールを蒸留した後に得られる。粗脂肪の一部を除去している場合もある。 |
| 8 | High Protein DDG (HP-DDG、高たん白DDG) | ANDVantage™ 40YおよびICM社のFiber Separation Technology™ (FSTTM)を用いて生産されたノーブランド品 | 36-48 | 4-6 | <12 | 27.5 | たん白質を濃縮するために繊維と粗脂肪の一部を取り除いたDDGで、CDSを含まない。 |
| 9 | Condensed distillers solubles (CDS、濃縮ジスチラーズ・ソリュブル) | なし | 5-25 | 3-23 | 0-4 | 27.7 | 蒸留によりエタノールを除去した液体部分を半固体に濃縮して得られる。 |
| 10 | Condensed distillers solubles (syrup) (CDS 濃縮ジスチラーズ・ソリュブル) | SOLMAX™ | 19-21 | 2-7 | <1 | 27.7 | 蒸留によりエタノールを除去した液体部分を半固体(固形分約50~75%)に濃縮して得られる。 |
| 11 | Distillers Dried Yeast | ALTO YEAST PROPLEX DY | 40-55 | 0-8 | 0-6 | 96.5 | 蒸留前または蒸留後に取り除いて乾燥した非発酵性の不活性のSaccharomyces cerevisiaeで、CP含量が40%以上のもの。 |
| 12 | Hydrolyzed Yeast | ULTRAMAX™ | 40-45 | 6-10 | 3-5 | 96.12 | 濃縮、非抽出、一部が水溶性(酵素による加水分解による)の酵母消化物。 |
| 13 | Bran with Syrup (CBS) | Solbran™、NDVantage™、Bran PlusおよびICM社のFST™を用いて生産されたノーブランド品 | 18-28 | 4-9 | 15-20 | 48.2、27.7 | 発酵前に穀物から分離した種皮などに、発酵後、CDSを加えたもので、未乾燥製品と乾燥製品がある。 |
| 14 | Fermented Fiber Mechanically Separated | 市販されていない | <24 | 2-7 | 10-20 | 27.6 | 蒸留後に全廃液から繊維を機械的に分離して濃縮したもので、表示されていない限りCDSを含まない。 |
| 15 | Corn Fermented Protein (トウモロコシ発酵たん白質、CFP) | なし | >48 | 3-8 | <8 | 27.5 | 蒸留業界で一般的に使用されている方法で繊維と粗脂肪の一部を除去することで残留穀物と酵母たん白質を濃縮したもので、濃縮された酵母を含む。表示されていない限りCDSを含まない。 |
| 16 | Corn Fermented Protein Mechanically Separated (トウモロコシ発酵たん白質、CFP) | A+ Pro、BP 50、NexPro®、AltiPro™、Still Pro 50™(*1)、ANDVantage™、50Y PROTOMAX™、ProCap Gold™ | >48 | 1-5 | <8 | 27.5 | 蒸留後の全液体成分から機械的にたん白質を分離したもので、酵母を含む。蒸留後に非機械的方法での分離は行われぬ。表示されていない限りCDSを含まない。 |

| No. | 一般名 | 製品名 | 典型的な分析値(原物) | | | AAFCO 収載No. | 一般的な定義 |
|-----|--|-------------------|-------------|-----|-----|----------------|--|
| | | | CP | 粗脂肪 | 粗繊維 | | |
| 17 | Corn Protein Concentrate (トウモロコシたん白濃縮物、CPC) | Empyreal®, Lysto™ | 25-30 | 2-3 | | 48.89 | 湿式粉碎方式の工程から得られるたん白質画分を酵素により可溶化して非たん白質成分の大部分を除去したもので、主に胚乳に由来するトウモロコシの乾燥たん白質画分である。 |

*1 Still Pro 50™ はこのブランド名での販売はされなくなったが、Fluid Quip社のシステムを用いて生産されたトウモロコシ発酵たん白質の説明としてこのブランド名を使用している公表論文があるため本表に含めた。

「トウモロコシ発酵たん白質(CFP)とその他の新しいトウモロコシ併産物の飼料原料としての利用に関するユーザーズガイド」—序文と謝辞—

アメリカ穀物協会ウェブサイトのリンクから本ハンドブックのPDFをご自由にダウンロードしていただけます。<https://grainsjp.org/report/cfp/>

以下に本ハンドブックの「序文と謝辞」を掲載いたします。

序文と謝辞

米国ではエタノール産業における技術の進捗により、従来のトウモロコシ・ジスチラーズグレインソリュブル(DDGS)とは異なる栄養組成、特性、飼料用途を持つ新たなトウモロコシ併産物の開発が進んでいる。これらの新しいトウモロコシ併産物の多くは既に大量生産が始まっており、米国国内で使用されている他、世界中の様々な国への輸出が始まっている。これらの新しいトウモロコシ併産物のうち、CP(粗たん白質)含量が50%以上で、発酵の際に使用された酵母を含むトウモロコシ発酵たん白質(CFP、Corn Fermented Protein)は、多くの水産養殖動物、家禽および豚の生産者の関心を集めている。しかし、様々な動物種に対するCFPの栄養特性と飼料価値に関する情報は少なく、従来のDDGSや他のタイプの高たん白DDG(HP-DDG、High Protein DDG)との違いに関する情報が混乱している現状にある。本書では、様々な畜種用の飼料におけるCFPおよびその他の新しいトウモロコシ併産物の使用に関する現在の研究に基づく情報をとりまとめている。アメリカ穀物協会では、現在および将来のユーザーに対してこれらの情報を提供することで、これらの併産物をすべての畜種用の飼料原料として使用する際の栄養的および経済的な最大の利益が得られる一助としたいと考えている。

この目標を達成するために、アメリカ穀物協会は、ミネソタ大学動物科学学部動物栄養学教授のGerald (Jerry) Shurson博士に、この“Use of Corn Fermented Protein and Other Novel Corn Co-Products in Animal Feeds Users Guide(CFPとその他の新しいトウモロコシ併産物の飼

料原料としての利用に関するユーザーズガイド)”の執筆を依頼した。Shurson博士は、DDGSおよび新しいトウモロコシ併産物の栄養価と飼料原料としての利用に関する第一人者であり、1998年以來24年間にわたって、トウモロコシ併産物の研究プログラムを率いるとともに、他の多くの研究者と広く連携しており、世界中のすべての輸出市場におけるアメリカ穀物協会の技術栄養コンサルタントを務めている。

このユーザーズガイドの作成には、現在入手が可能なすべての査読を受けた公表文献を用いられている。それらに加えて、一部の業界技術プロバイダーおよびトウモロコシ併産物のマーケティング担当者等から提供された未公表の研究データおよび情報を用いており、これらは、ICM, Inc.のRyan Mass氏、Mallorie Wilken氏およびJackie Lissolo氏、The AndersonsのScott Tilton博士、Marquis EnergyのJennifer Aurandt博士およびTrevin Kennedy氏、POETのKevin Herrick博士、Melissa Jolly-Breitaup氏およびDerek Balk氏から、未発表の研究データの提供および本ユーザーズガイドでの使用の許可を受けている。

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/>