

NETWORK

2002年1月

第23号

アメリカ穀物協会ニュースレター

INDEX

はじめに

とうもろこし由来の
エタノール生産、
グリーンケミカルスと
乾燥蒸留粕DDGS

反芻動物用飼料に
おけるジスチラーズ・
ドライド・グレイン、
コーングルテン飼料
およびコーングルテン
ミールの利用

協会の活動紹介

とうもろこし由来のエタノール生産、 グリーンケミカルスと乾燥蒸留粕DDGS

はじめに

まず、アメリカ穀物協会の日本代表に新しく着任したケアリー B. シフェラス(Cary B. Sifferath)をご紹介します。

昨年6月8日に前代表のデニス・キッチ氏が同協会を退職した後、副代表の坂下洋子が日本代表を代行しておりましたが、2001年11月1日付けにて新代表がとしてケアリー B. シフェラスの就任が、10月29日同協会主催のレセプションにて、ワシントンD.C. 本部のケネス・ホビー理事長らによって発表されました。

就任のご挨拶

アメリカ穀物協会 駐日代表
ケアリー B. シフェラス

自己紹介をさせていただきます。私は新しく日本事務所の代表になりましたケアリー B. シフェラスと申します。日本での経験はまだ余りありませんが、アメリカ穀物協会には8年以上居りました。日本に来る前はクアラルンプールの当協会東南アジア地域事務所(マレーシア、シンガポール、インドネシア、フィリピン、ベトナム、タイを担当)の代表として6年間を費やしました。その前は当協会ワシントンD.C.本部で働いておりましたが、その仕事のほとんどは、アジア・太平洋地域でのとうもろこし、ソルガム、大麦に関する技術的な、又は貿易に関する情報を配信したりまとめたりして市場を開発することでした。

新しい駐日代表としての職務を楽しみにしており、直接皆さんと働き、引き続き日本がアメリカ飼料穀物の最大の顧客であるために努力したいと思います。



アメリカ穀物協会 駐日代表
ケアリー B. シフェラス

写真はそれぞれ、2001年10月29日レセプション会場にて



アメリカ穀物協会 理事長 兼 CEO
ケネス・ホビー氏



アメリカ穀物協会 アジア担当部長
マイク・カラハン氏



農林水産省生産局畜産部 需給対策室長
馬場一洋氏

とうもろこし由来のエタノール生産、 グリーンケミカルスと乾燥蒸留粕DDGS

バイオポリマー

アメリカ穀物協会は、これまでも「生分解性材料と廃棄物処理に関する環境国際会議」を開催したり、生分解性プラスチックの開発と有機資源リサイクル、コンポスト処理のインフラストラクチャー発展に向けて支援活動をしてまいりました。米国のとうもろこし生産者にとって、生分解性プラスチック原料としての市場は、今後の大きな付加価値用途として期待されています。

使用期間を終えた後、土壌中などに置いて堆肥化する事が可能なプラスチック製品は、いまやごみ袋、農業生産資材マルチフィルムまたは衣料やタオルなどの繊維として現実に活躍しています。スターチ(澱粉)やグルコースの原料として重要な地位を占めるとうもろこしやソルガム等の再生可能資源から作られる製品は、その生分解性によって環境内で循環する21世紀にふさわしい新材料です。その発展のために、製造技術はもとより、表示などの必要な制度も世界レベルでの調和を図りながら整備されつつあります。

エタノール

更に、アメリカ政府(エネルギー省)は代替燃料普及と代替燃料車両(AFV)支援に必要なインフラ整備に努力しています。特にとうもろこしの産地である中西部ではエタノールが重視され、各州のとうもろこし組合の公用車はE-85(エタノール85%、ガ

ソリン15%)を燃料とするタイプの車が使われています。E-85補給が可能なガソリンスタンドも多くあります。



ネブラスカ州とうもろこし委員会の公用車もエタノールカー

その内部



2001年11月29日付けの全米とうもろこし生産者協会(NCGA)のホームページ上のニュースリリースに寄ると、ワシントンD.C.での第6回農業ジャーナル総会で、ブッシュ大統領は国の安全、環境そして農業経済の観点からエタノール生産の重要性を強調しています。

(<http://www.ncga.com/news/notd/2001/november/112901.htm> 参照)

副産物

再生可能な資源から環境に対する負荷の少ない燃料として注目されているエタノールの生産が今後5

年の内に倍増し、その副産物であるDDG(乾燥蒸留粕)やDDGS又はDDGsと呼ばれる(Distillers Dried Grains with Solubles)の生産も1.5倍になるとの予測されています。

DDGSは高たんばくで繊維含有量の高い、今後より豊富に供給可能な飼料原料として注目されるでしょう。

バイオリファイナリー

現在、アメリカ国内で生産されるエタノールのほとんどは、コーンスターチを原料としています。しかし技術が進むにつれ、他の資源であるバイオマス、食品廃棄物、木材などから効率良く生産できる可能性も高まっています。

今、アメリカでバイオリファイナリーという言葉が関係者の間で良く語られるようになってきました。今までのコーンミルはトウモロコシをすり潰して、その成分を取り出すに過ぎませんでした。その先を加工したとしてもコーンシロップやエタノールがほとんどでした。バイオリファイナリーは、再生可能資源であるとうもろこしを原料として、その周りに化学品の工場群を集めようという積極的な意志を持った言葉です。バイオリファイナリーよりもバイオコンビナートまたは、グルコースコンビナートと呼んだ方が解りやすいかもしれません。エタノール生産からの誘導品は多彩です。生分解性プラスチックがらみで、乳酸、コハク酸、PHA(ポリヒドロキシアルカノエート)、スターチポリマー、1,4-ブタンジオール等です。アミノ酸ではグルタミン酸やリジン。有機酸で

は、酢酸とクエン酸、その他では、アセトン、n-ブタノールなどです。

例えば、アメリカのネブラスカ州のブレアではカーギルダウがポリ乳酸の工場を建設しています。カーギル社のウエットミルの敷地内にあります。このウエットミルプラントは、本来、普通のコーンミルとして建設されたものですが、今、明かにバイオリファイナリーを目指した動きをしています。

このような動きは今後アメリカ以外の国でも、強いリーダーシップと緻密な経営プランの下に進められる可能性があります。

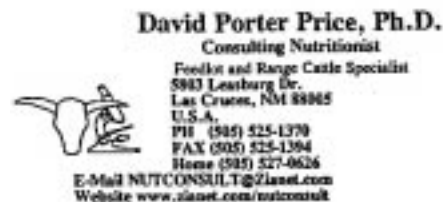
アメリカ穀物協会の役割

誰もが再生可能資源を使って循環型社会に貢献するという発想には共感しているのですが、高価格で経済性が無かったら、絵に描いた餅です。発酵用糖原料をいかに安く供給するか、また副産物を効率良く利用する技術と流通インフラが決めてです。

当協会は、とうもろこし、ソルガムなどの穀物原料の新用途開発、促進と言う観点から、日本における糖化工場の製造原価低減化のためのサポート、また、副産物である乾燥蒸留粕(DDG又はDDGS)などの有効利用促進のための活動を支援して行きたいと考えます。

まずこの号では、アメリカでのとうもろこし、ソルガムの副産物利用に関する研究報告をご紹介します。今後引き続いて、DDG又はDDGSの飼料用途に関する情報を発信してゆく予定です。

反芻動物用飼料における ジスチラーズ・ドライド・グレイン、 コーングルテン飼料および コーングルテンミールの利用



デービッド・ポーター・プライス博士
訳: アメリカ穀物協会 日本事務所

緒 論

コーングルテン飼料、コーングルテンミールおよびジスチラーズ・ドライド・グレイン(DDG)は一般に、補助タンパク源として反芻動物の飼料に用いられている。また、このコーングルテン飼料およびDDGは優れたエネルギー源でもある。したがって、これらを牧草補助飼料としてだけでなく高品質かつ経済的な反芻動物用飼料の配合に利用することができる。

補助飼料としての利用はこれまで大きく見落とされてきた。アメリカにおけるその主な原因は、飼料業界の多大な販売努力によるものである。ブロック状、キューブ状、および凍結させた糖蜜製品および液体の牧草補助飼料が上位品目であり、徹底した広告とマーケティングによって多くの生産者が補助飼料製品を買わなくてはならないと信じるまでになっている。

実際にコーングルテンおよびDDGはそれ自体が優れた牧草補助飼料となる(ほとんどの場合、任意にミネラルと一緒に与えるだけでよい)。唯一複雑な要素は、コーングルテンおよびDDGはいずれもP(リン)価が高いため、任意のミネラルにはリンが含まれている必要がないという点である。しかし、リン化合物はほとんどの市販ミネラル製品の基本成分となっている。(リンを過剰に与えても牛群にコストがかかる以外に問題はないが、地域によっては早期去勢牛に尿結石ができることがある。)

牧草補助飼料としての利用については後述するが、この利用方法(すなわち、タンパク質、リン、ならびにエネルギー供給など)はこれらの製品に適した分野であることは明らかである。両製品は極めて食べやすいため、摂取量の管理が唯一懸念される。



エネルギー源としてのコーングルテン およびジスチラーズ・グレイン

● 飼料の相乗効果

上述したように、コーングルテンおよびDDGはタンパク源として飼料工場によく用いられている。しかし、この2つは優れたエネルギー源でもある。エネルギー源としての価値を十分に説明するために、「飼料の相乗効果」の概念を簡単に記載しておく。すなわち、特に反芻動物では、組み合わせられる成分にもよるが、種々の飼料によって飼料中の全栄養価が向上したり損なわれることがある。こうした効果は通常、飼料の化学(栄養)分析からは予測できない。(したがって、コンピューターソフトでも予測できないと考えられる。)

脂肪を例にとると、飼草と組み合わせた場合、脂肪は飼草の消化効率を減退させる。これは脂肪が分散し、組み合わせた他の飼料を覆ってしまうからである。バクテリアは脂肪を特によく消化するわけではないので、高い割合の飼草が反芻胃から下方の消化管へ通り抜けてゆくことになる。そこでは反芻胃ほど繊維を消化できないので消化効率が低下する。逆に、脂肪を穀粒と組み合わせた場合に消化効率は向上する。この場合、穀粒が反芻胃を迂回することは、微生物による消化に伴う発酵損失が回避できるという利点になる。(一般には反芻胃で消化される全エネルギーの25~40%が発酵の熱とガスのために失われる。)脂肪のエネルギーは炭水化物の2.25倍であると見積もられるが、穀粒飼料の場合はほとんどの栄養学者の見解では約3.0倍となる。

● コーングルテン飼料およびDDG中のエネルギー源

これらの副産物は比較的似かよってはいるが、異なるプロセスによって製造される。コーングルテンは、コーン油、デンプンおよび果糖を抽出するとうもろこしの湿式製粉の副産物である。ジスチラーズ・グレインは当然、デンプンをアルコールに変えるアルコール発酵の副産物である。両者の主な違いとしては、コーングルテンの方は油を抽出する目的で胚芽が分離されているという点である。後から再び胚芽を加える場合もあるが、コーングルテンはジスチラーズ・グレインよりも脂肪含量が低い。

コーングルテンでもジスチラーズ・グレインでも、油はやはり主要なエネルギー源であり、種皮およびその下の種々の層からなる。後述する通り、これらの構造は極めて消化しやすい繊維からなっている。エネルギー源は基本的に別のものであるが、実際のエネルギー価は全粒のものに近いものである。ジスチラーズ・グレインの場合、完全な胚芽由来の油のエネルギー価は全粒のエネルギーと同等かまたは時には上回る。

● 誤解しやすい予測分析

重要なのは、研究室では消化できるエネルギーを化学的に分析できないということである。紛らわしいのはほとんどの研究室の分析がエネルギー価(通常は正味のエネルギー価)を示すものであるということである。これらの値もまた分析からは引き出せない。どちらかと言えば、研究室の数値は飼料の粗タンパクおよび粗繊維含量に基づいて算出されたものである。

粗タンパクはプラス要因であり、繊維の方はマイナス要因であると考えられている。従来の飼料についてはその通りであるが、推定式によってはグルテン価を過少に推定するものがある。同様に、ほとんどの推定式は油または脂肪含量を計算に入れないので、ジスチラーズ・グレインの値を過少に報告することになる。

表2 早期去勢牛の給飼効率に対する3種類の濃度での湿潤コーングルテン飼料の効果

湿潤コーングルテン飼料 %	0	30	45	60
コーンサイレージ %	21.3	10.6	5.3	0
体重増 kg / 日	1.44	1.46	1.42	1.40
飼料摂取量 kg / 日	9.68	9.72	9.31	8.90
飼料増分	6.83	6.66	6.56	6.36
肝臓不良%	5.6	11.1	5.6	22.2

解説：60%コーングルテン飼料で肝臓瘍が増加。飼料から全粗飼料を除去したことによりアシドーシスの徴候が現れる。本文中に述べたように、コーングルテンおよび/またはDDGに含まれる消化しやすい繊維は粗飼料の代替品ではない。粗飼料効果を得るにはあまりに消化しやすいのである。

出典：アイオワ州立大学 1987年

表3 満1オの去勢牛の給飼効率と屠体特性に対する種々の濃度での湿潤コーングルテン飼料の効果

湿潤コーングルテン飼料 %	0	30	50	90
コップ %	18.0	12.0	7.9	0
体重増 kg / 日	1.54	1.54	1.52	1.46
飼料摂取量 kg / 日	9.86	9.58	9.36	9.58
飼料増分	6.39	6.26	6.15	6.58

出典：アイオワ州立大学 1987年

表4 ジスチラーズ・グレインを与えた子牛および満1オ去勢牛の給飼効率

ジスチラーズ・グレイン %	0	5.2	12.6	40.0
体重増 kg / 日	1.52	1.55	1.58	1.60
飼料摂取量 kg / 日	9.9	9.9	9.7	8.8
飼料増分	6.7	6.5	6.2	5.7

注：すべての食餌に粗飼料として5%のコーンサイレージおよび5%の乾燥アルファルファを含有。

出典：アイオワ州立大学 1987年

解説：この試験は粗飼料レベルを一定に保って行い、ジスチラーズ・グレインが増加するにつれ体重も増す結果となった。40%レベルでいかに消費量が減少するか、しかも体重増が最大になっているということに注目。これは間違いなくDDG中の脂肪含量によるものである。

表5 ソリュブル付きジスチラーズ・グレイン(DGS)を種々の濃度で与えた早期去勢牛の給飼効率と屠体特性の比較

DGS	対照 (DGなし)	16% 乾燥DGS	16% 湿潤DGS	28% 湿潤DGS	40% 湿潤
体重増 kg / 日	3.58	3.72	3.80	3.64	3.59
飼料摂取量 kg / 日	19.6	21.0	20.3	19.0	18.4
飼料増分	5.49	5.65	5.35	5.23	5.12
肝臓不良 %	4.2	16.7	25.0	8.3	25.0

出典：アイオワ州立大学 1996年

● 飼料中の値

ほとんどの副産物飼料の最高エネルギー価が、比較的低い飼料中の含有率で得られることは栄養学者の間ではよく知られている。飼料中の含有率が上昇すると、エネルギー価は次第に低下する。これは糖蜜および他の砂糖製品には特によくあてはまるが、コーングルテンまたはDDGには必ずしもあてはまらない。実際、DDGに関して量と値はタンパク質含量によってのみ制限される。すなわち、タンパク質含量が高いと、動物に必要なタンパク質含有率を超え始めた場合に過剰なタンパク質が給飼効率を低下させるようになる。しかし、必要なタンパク質量を超えないかぎり大量摂取が可能である。例えば、筆者のクライアントは目下メキシコのアンハウザー・ブッシュおよびコロナ醸造社と契約を結んでいる。この醸造所の湿潤粒の価格が好ましいため、醸造所の穀粒として乾物を主に57%も与えている(飼養牛向け)。(この鍵は当然、高レベルのジスチラーズ・グレインと低タンパク質飼料とを組み合わせることにある。)

コーングルテンについては、与えてもよいタンパク質総量に制限があるが、硫黄レベルにも注意を払わなければならない。湿式製粉中にとうもろこしに二酸化硫黄を加えると亜硫酸に変化する。これにより硫黄レベルが変動する。硫黄レベルは約0.4~0.8%まで変動する。重要なのは、Sが元素としての硫黄よりもずっと利用しやすい硫酸の形をとるということである。したがって、毒性を回避するためには、通常コーングルテンは反芻動物飼料の40%を超えないように配合すべきである。こういっても、大学の試験ではしばしばこのレベルを超え、少なくとも一事例で90%のコーングルテン飼料を摂取したが、毒性は報告されなかったことを記載しておく(表3参照)。しかし、Sレベルは植物によって異なることを常に念頭においておいてほしい。筆者はなお、飼料中40%で問題を生じるに足るSレベルであると見ている。40%レベルを超える場合は供給源を確認しなければならない。

● 相乗効果

コーングルテンおよびDDGのレベルが増加してもエネルギー価は必ずしも低下しないが、飼料の20~40%という適度なレベルが特に濃厚飼料において有効である。これはアシドーシスの危険性を改善し、かつ/または飼料中の粗飼料レベルを下げるために利用できる。また、通常飼料のコストも下がる。

つまり、粗飼料は概して濃厚飼料よりもエネルギー当たりのコストが高くなる。例えば、とうもろこしが120ドル/トンであり、NE_Eが0.58/ポンドであるとすれば、1トンあたりのNE_Eのコストは206.80ドルとなる。アルファルファが80ドル/トンでNE_Eが0.16/ポンドであるとすれば、1トンあたりのNE_Eのコストは500ドルとなる。しかし、高価ではあっても粗飼料は、畜産飼料においては消化不良を予防するために必要なものであり、酪農の飼料においては脂肪基準(ならびにアシドーシスに対する緩衝作用)を保つために必要である。

コーングルテンおよびDDGを用いることで粗飼料レベルが下がる。これによって栄養分のより濃厚な飼料が得られ、少なくともコストが下がるはずである。

● 粗飼料の代替品ではない

コーングルテンおよびDDGは繊維源であるが、粗飼料ではない。つまり、これらは「粗飼料効果」とでも言えるものを生み出さないのである。牧草やとうもろこし飼料などの本当の粗飼料は、反芻胃の微生物が完全に消化できない、部分的に木化した長い繊維を有する。したがって、動物は繊維を反芻し、「食い戻しを咀嚼する」。この咀嚼過程によって豊富な唾液が分泌され、のみ込まれる。反芻動物の唾液には反芻胃の緩衝剤となる重炭酸ナトリウムが含まれている。

コーングルテンおよびDDG由来の繊維はリグニンをそれほど含んでいないので、反芻胃の微生物によって速やかに消化される。反芻されないので、唾液の分泌による「緩衝作用」もない。だがグルテンもDDGもデンプン性濃厚飼料のように反芻胃のpHを低下させることはない。したがって、コーングルテンおよびDDGを用いると粗飼料の必要性が小さくなり、飼料コストを下げることにつながる。

● 誤解しやすい給餌試験

前項でのべたように、コーングルテンおよびDDGは粗飼料の代替品ではない。しかし、コーングルテンおよびDDGが粗飼料の代用とする大学の試験もある。ほとんどの場合、こうした試験は「対照」飼料から良好な特性結果が得られる。一般に、コンピューターソフトプログラムは粗飼料由来の繊維にもグルテンおよびDDG由来の繊維にも等しい値をつけ、すべての栄養素プロフィールを等しく保とうとするのだが、実はこれがこの試験を偏りのあるものにしてている。肝臓瘍痕がある層体のデータが数例報告されているが、これは非粗飼料であるコーングルテン/DDG飼料のために上昇したものであった。これは明らかに潜在性のアシドーシスの徴候である。

● 実際の配合法

コーングルテンまたはDDGの飼料配合法に認知されている基準はない。次の提案は単に筆者が顧問栄養学者としてこうした飼料に通常どのようにアプローチしているかを示したものに過ぎない。このアプローチは飼養牛にはうまく機能しているが、酪農牛については意見を差し控える。

ともかく、グルテンまたはDDGに由来する繊維レベルは単純に無視し、グルテンまたはDDGの15%ほどの量がデンプンであるものと仮定している。粗粒飼料では粗飼料と濃厚飼料の割合を用いている。例えば、最も管理の行き届いた飼養場では、配合に脂肪が利用できるのであれば(脂肪はアシドーシスを改善する働きもある)、理論上の90%濃厚飼料に対して最低粗飼料10%を用いる。脂肪が利用できない場合は、最低12~15%の粗飼料を用いる。(ただし、デンプンが高含水率の穀粒またはジャガイモ由来でない場合に限る。そのような場合には粗飼料レベルを20から30%ほどに引き上げる。)粗飼料は背の高い牧草または乾燥アルファルファ、あるいは種々のサイレージに類するものと定義されている。ペレット状のアルファルファ、ビートパルプ、柑橘類パルプなどでは、繊維が反芻に役立たないと思われるので、特別な配慮が必要であろう。

例を単純にするために10%:90%比とすると、粗飼料の実際の比率は1/9または11%である。グルテンまたはDDGを20%加えた場合、理論上は、総濃厚飼料のレベルを17%(20×0.85)下げる。つまり、73%の濃厚飼料を与える。粗飼料11%であれば、新しい粗飼料のレベルは8%($73 \times 0.11 = 8.03$)となる。

酪農飼料では消化の問題を回避することに加えて脂肪基準も繊維レベルに依存するため、また違った考慮が必要となる。しかし重要なことは、コーングルテンまたはDDGは粗飼料の必要性を小さくするが代替品ではないということである。

タンパク質濃縮物として

記載のように、ほとんどの飼料工場ではコーングルテン飼料、コーングルテンミールおよびジスチラーズ・ドライ・グレインをタンパク源として用いている。当然、コーングルテンミールは最も濃度の高いタンパク源であり、おおよそ38%から60%くらいのCPを含んでいる。タンパク質は穀粒に由来するものなのでアミノ酸バランスがとれたものではない。単胃動物に用いるにはさらにリシンおよびメチオニンを与えるべきである。しかし反芻動物では、ほとんどの場合アミノ酸プロフィールは特に重要ではない。例外は、大量の迂回が起こる飼料の場合である。酪農に関しては、反芻前の子牛に給餌する場合、あるいは乳を40kg以上分泌していて16~18%のCP飼料を食べている高泌乳牛の場合がそうである。このような場合はコーングルテンまたはDDGと釣り合いをとるために大豆ミールまたはリシン値の高い他のタンパク源を用いるとよい。

● タンパク質の品質

重要なのは、コーングルテンおよびジスチラーズ・グレインは商品というよりもむしろ副産物であるということである。これは法的な基準がないことを意味する。従って購入者は供給源をよく考慮しなければならない。ある植物に由来するものが別の植物に由来するものとは多少違っていることがあるからである。

粗タンパクおよびリンは植物によって若干違いがある。しかし、タンパク質の消化効率にはさらに大きな変動がある。熱によってこれらの製品を乾燥させるが、植物によっては過熱しやすいものもある。そのため、褐変反応として知られる反応が起こり、一部のタンパク質が消化不良となる。

表6は6種類の供給源に由来するコーングルテンの研究から得たものである。粗タンパク含量にも若干の変動があるが、消化効率にはさらに大きな変動がある。研究室の分析によって熱で損なわれたタンパク質を評価してもらうことも可能であるが、色を見ればすぐ確認できる。褐色は一般に熱による損傷を示す。

表6にはペプシンテストとして知られているものが含まれている。これは胃のタンパク質分解酵素をシミュレートするのに用いられる酵素試験である。示されているように、主観的な色の評価が客観的なペプシン試験に密接に合致している。消化不良のタンパク質が増加すると予測される場合には、色も同じように示している。

重要なのは、コーングルテンまたはジスチラーズ・グレインが一般的な製品であると考えてはいけないことである。仲介業者は一般に純粋に粗タンパクに基づいて説明するが、購入者は信頼できる研究室の熱損傷タンパク質分析に基づいて判断すべきである。

特殊用途および考慮点

コーングルテンおよびDDGを飼料成分として飼養牛および酪農牛への供給することがこれまで多くの研究の中心であった。アメリカでは、この研究は一般に公表されており、その結果、需要は通常の副産物よりも多い。濃厚飼料または穀粒混合物中におけるコーングルテンおよびDDGの「相乗的」価値のために、畜産・酪農両面でこれらの製品が切実に求められている。しかし、これらの製品にはあまり知られていないニッチ分野、あるいは飼料工場に特に有用であろう特殊用途がある。

表6 コーングルテン飼料の供給源6種の比較

	加工植物					
	A	B	C	D	E	F
乾物	89.3	95.6	89.7	89.9	91.1	85.4
エネルギー要素						
デンプン	12.9	11.7	11.5	13.0	14.5	9.7
エーテル抽出物	2.1	3.0	7.2	5.2	5.2	6.1
ADF	11.0	11.0	10.2	12.4	11.3	10.8
窒素要素						
粗タンパク	19.6	21.2	20.0	15.6	19.2	20.1
ペプシン不溶性タンパク質	13.0	15.7	10.7	20.0	12.3	7.7
主観的評点*						
色	2	2	3	5	3	2

*色: 1 = 明黄色 2 = 暗黄色 3 = 黄褐色 4 = 褐色

出典: オクラホマ州立大学

解説: 主観的な色の評価がいかにペプシン不溶性タンパク質試験に従っているかに注目。色が暗くなるにつれ、消化不良タンパク質の量は増加する。これらはすべて乾燥品であるが、実際の乾物は10%も変動があることに注目。

表7 ソリュブル付きジスチラーズ・ドライド・グレインの供給源9種の物理特性

供給源	臭い	色の評点*
A	若干焦げた臭い	4
B	正常	1
C	正常	3
D	正常	2
E	燻った臭い	4
F	若干焦げた臭い	5
G	正常	3
H	焦げた臭い	4
I	正常	3
平均		3

*1 = 淡明色 2 = 明色 3 = 中間色 4 = 褐色 5 = 濃褐色

表8 ソリュブル付きジステラーズ・ドライド・グレインの供給源9種の化学特性

供給源	乾物 %	粗タンパク %	酸性洗剤不溶性窒素*
A	92.7	27.9	27.1
B	91.8	26.7	8.8
C	90.6	27.0	10.9
D	90.5	28.7	12.0
E	89.9	23.4	36.9
F	90.5	26.7	27.3
G	91.9	27.4	16.0
H	87.1	26.8	36.3
I	89.6	27.4	26.4
平均	90.5	26.9	22.4

*酸性洗剤不溶性窒素とは、損傷タンパク質を評価するために設計された実験室の手順。タンパク質の損傷が広範囲(8.8% ~ 36.9%)であることに注目。

表9 ソリュブル付きジステラーズ・ドライド・グレインの供給源9種を与えたヒヨコの給飼効率

食餌	CP %	体重増 g	摂取量 g	食餌 / 増分
基本食	13.5	373	680	1.82
+ 大豆ミール	16.3	513	826	1.61
+ 大豆ミール	19.0	577	860	1.49
+ 供給源A	~ 19.0	390	640	1.64
+ 供給源B	~ 19.0	489	778	1.59
+ 供給源C	~ 19.0	488	796	1.63
+ 供給源D	~ 19.0	477	760	1.59
+ 供給源E	~ 19.0	364	631	1.73
+ 供給源F	~ 19.0	447	731	1.64
+ 供給源G	~ 19.0	422	700	1.66
+ 供給源H	~ 19.0	407	701	1.72
+ 供給源I	~ 19.0	425	671	1.58

● ミネラル担体としてのDDG

任意のミネラル混合物を製造する工場の多くでDDGが担体として用いられている。大部分のDDG製品がもつ濃赤色が理由の一つであろうと思われる。つまり、従来はミネラル混合物に酸化鉄を加えて赤色をつけていた。これは長い間慣例とされてきたので、大部分の製産者が赤い色を期待するのである。DDGは全体の色に寄与するだけでなく、鉱油と混合することで好ましい外観を与える特質を持っている。

DDGはまた任意のミネラルの嗜好性を大いに向上させる。これを筆者はバッファロー(バイソン)の群れを研究していた時に学んだ。バッファローはウマ同様に神経質であるため、種々のミネラルを適量消費させることのできた担体はDDGだけである。飼養牛に4~5オンスを確実に消費させられる担体として綿実粕を用いても、大豆ミールを用いた場合でさえも、バッファローは顔をそむけ何も食べようとしなかった。DDGを用いると、通常消費させることができる。従って、特殊な動物または高マグネシウムミネラルなど好まれない配合飼料に関してDDGは優れた担体となる。

牧草補助飼料としてのコーングルテンおよびDDG

前述のように、アメリカでは放牧地の反芻動物は大部分、商業製品で栄養を補っている。キューブ状、ブロック状および液状のものが一般的である。一般に、これらの製品にはCPが20~30%(0.5%から約0.8%のリン含有)が含まれる。一般にコーングルテンのCPIは20%を若干上回り、DDGは30%である。両者とも通常P(リン)を0.4~0.5%含む。とすれば明らかに、コーングルテン飼料ならびにDDGはともに牧草補助飼料としての基本要件を満たしている。生産者にとっての利点は大幅なコスト減で

ある。ブロックまたは種々のキューブを生産するための設備を持たない飼料工場にとっての利点は、顧客に栄養補助の方法として実行可能な選択肢が提供できることである。

飼料工場はコーングルテンまたはDDGを直接販売することもできるし、このグルテンまたはDDGを増大させるためのバランスのとれた微量ミネラルを販売することもできる。つまり、前述のように、熱帯地方の環境では大抵、タンパク質およびリンの他に微量ミネラルが必要とされる。同様に、市販の補助飼料には大抵ビタミンA(コーングルテンまたはDDG中には不足)が含まれている。保護された小粒状の形態で使用すれば(ビタミンの低下を防ぐため)、ビタミンAは任意のミネラルに加えてもよい。

すでに述べたように、これらのミネラル製品はリンを含有する必要がないという点で通常の牧草補助飼料とは異なっている。二カルシウム塩または脱フッ素化リン鉱石はほとんどのミネラル製品中でしばしば基本成分となり、嗜好性の制御に使われるため、再配合には専門技術はもちろん(適切な消費量を得るための)試行錯誤が必要である。しかし専門技術および/または試行錯誤にかかる少々の時間は従来のブロック状またはキューブ状の製品を製造するのに必要な設備よりも安価である。

● エネルギー補助飼料として

ラテンアメリカの一部地域では二重目的の牛群が一般的である。一般に、乳牛は牧草で飼育されるのでタンパク質のほか、エネルギー補助飼料が給与される。コーングルテンおよびDDGがこの目的で優れているのは明らかである。つまり、どうみてもタンパク質およびエネルギー(ワンパーセントにしたもの)は乳量を高め繁殖率も増大させる。

これら生産者の多くは乳量の増加を理解しているが、繁殖面での効果には気づいていない。補遺に述べたように、繁殖にはエネルギーが不可欠である。多くの場合、受胎率はせいぜい140%である。2~3キロのグルテン飼料またはDDGを肉牛に与えると、受胎率は実質的に2倍になる。酪農種に関してはさらに栄養補助製品が必要であり、それが乳の生産量を左右する。補遺に述べたように、エネルギーに関して言うと排卵は閾値反応である。乳牛または未経産雌牛の体重が増えてきたら牛は妊娠する。体重が減ってきた場合、受胎率は極めて低くなる。

● コーングルテンおよびDDGの利点

エネルギー源として通常の穀粒は、大豆または他のタンパク質ミールと混合すれば、同じ栄養補助という目標を達成できる。しかし問題は穀物の牧草飼料にはアシドーシスの危険性があるという点である。進歩的教育を受けた生産者は摂取量管理の必要性を理解しているが、飼料工場は摂取阻害物質を含まない牧草補助飼料商品を販売する義務がある。

コーングルテン飼料またはDDGならばこの危険性を著しく軽減し、なおかつ、タンパク質、エネルギーおよびリンの混合物を経済的に製造できる。確かに生産者/消費者側に摂取量の管理について注意を促す必要はあるが、動物を失う可能性ははるかに少ない。同様に、牧草で飼育される純血種の酪農牛に関しては、繊維の消化力を低下させずに5~7kg与えるとよい。こうした副産物は絶対確実というわけではないが、純粋な小規模生産者に対して販売する場合にはそれほど危険性はないであろう。

補遺I：配合の制限および考慮点

● ジスチラース・グレイン

本文中に述べたように、長期ユーザーは60%近い醸造所の穀粒(DMに基づく)を飼養牛に給餌し、良好な成果をあげている。また本文中に詳述しているが、ネブラスカ大学での試験では飼養牛に対して40%のDDGを給餌している。この場合、消費量は若干減少したが、体重増が認められた。これは疑いなくDDGの脂肪含量によるものである。

● 制限要因

重要なのはDDGに関しては脂肪含量が配合の制限因子になるということである。醸造所穀粒60%とジスチラース・グレイン40%との間の違いは実のところ脂肪である。醸造所の穀粒は脂肪分の低い穀粒である大麦からなっている。一方、ジスチラース・グレインの大部分は脂肪分が最も高い穀物であるとうもろこしである。

筆者の経験では4%の脂肪添加が、摂取量を低下させずに飼料に配合できる最大値であった。大部分のDDGは脂肪が7~8%であるので、飼料中の最大レベルは30~35%の範囲に落ちつくであろう。

しかし、アルコール生産に用いられる穀物はとうもろこしだけであるとの法規定はないことを思い出していただきたい。個々の工場は大麦、ソルガム、ライコムギ、小麦、ジャガイモ、糖蜜、あるいは砂糖またはデンプンなど実質的にあらゆる原材料を用いていると考えられる。この場合は、脂肪レベルは低くなり、飼料に大量に用いることができる。

● 制限因子としてのタンパク質

次の制限因子はタンパク質である。タンパク質価が極めて低い砂糖、ジャガイモ、タピオカその他のデンプン/砂糖源と組み合わせない限り、粗タンパク30%では、飼養牛対する最大のDDG量は約40%となり、泌乳牛に対しては50%となる。その理由は当然、過剰なタンパク質が生理ストレスとなり、実際の給飼効率を低下させ得る

ということである。つまり、反芻胃内で過剰な窒素がアンモニアとして放出され、次に肝臓へと輸送される。そこでそれは排出のための尿に変わる。尿の組成には炭水化物由来のカルボキシル基が加わる。したがって、生理ストレスに加え、過剰な窒素を排出するための正味エネルギーの損失があるのである。



● 繁殖における効果

酪農牛に対する50%という限界値は認知された基準でなく、私見による推測である。酪農研究をあまり行っていない栄養学者として、酪農に関して提案することは危惧されるが、酪農牛における過剰なタンパク質に関する研究は極めて明確である。粗タンパク16~18%を含有する飼料を与えた乳牛は実質上の受胎率が低めである。理由は解明されていないがいくつかの理由で、過剰なタンパク質は子宮内のpHを下げる。これが次に受精卵の着床が上手くいかないといった状況を作り出す。

飼養牛および未経産雌牛のこれまでの実地経験も同様であった。小麦、オーツ麦、アルファルファなど青草の多い牧草で飼育した乳牛および未経産雌牛は実質的に受胎率が低かった。

● コーングルテンミール

本文中に述べたように、コーングルテンミールは粗タンパク38から60%までで変動し得る。明らかに、これはエネルギー源としてよりもむしろタンパク質補助飼料としてみなされ、タンパク質が給餌量の制限因子となる。大抵の状況では最大含有率は12~15%であろう。唯一の例外

はタピオカまたは高レベルの糖蜜(低タンパク成分)からなる補助飼料であろう。この場合には20%に近いレベルにすることが可能である。

● コーングルテン飼料

与え得るコーングルテン飼料の量は基本的に硫黄含量によって制御する。本文中に述べたように、このレベルは0.4から0.8%まで変動し得る。実際の飼料中では、S(硫黄)が0.4%のグルテン飼料ではタンパク質が主要制限因子となり、0.4%を超えると、硫黄が制限因子となる。実際問題、非常に一貫した供給源を持っていないかぎり、コーングルテンを飼料の40%(DMを基づく)に制限した方がよい。

● 最後に —ジスチラーズ・グレインについて—

これまでDDGのタンパク質、エネルギー、脂肪およびリンがいかに豊富かを論じてきた。いずれも貴重で、かつ通常は高価な栄養素である。しかし肉牛に高レベルのDDGを給餌するときは常にカリウム源を加えねばならない。何らかの理由で天然のK(カリウム)の大部分は可溶分(ソリュブル)と共に失われるからである。DDGS(ソリュブルを再添加したジスチラーズ・グレイン)を給餌する場合、ソリュブルが実質的なKを加えるのでこの必要はなくなる。

実際問題、ほとんどの熱帯地域では糖蜜が飼料成分となっていることがよくあるので、このことはあまり考慮する必要はない。糖蜜は、カリウムが4%と高く、大抵の含有率であれば必要なカリウム分を補える。糖蜜が経済的な成分でない場合は、塩化カリウムが最も安価な補助カリウム源となる。

酪農用飼料に関しては、通常高品質の飼草が大量に給餌されているので一般にあまり考慮する必要はない。飼草は当然ながら一般にカリウム価が高いからである。

協会の活動紹介(2001年10月・11月)

10月

理事長、アジア担当部長ミッション、
新駐日代表就任レセプション

ご来場下さった方々に改めて御礼申し上げます

2001年10月29日レセプション会場にて



11月

台湾、生分解性ポリマー
産業開発ミッション



長野経済連 JAファームの店内



長野県野菜花卉
試験場にて
小澤智美研究員
(左から2番目)と



JA長野経済連 JAファームセンターにて 柳沢博仁所長(左から4番目)と

アメリカ穀物協会は、米国産大麦、とうもろこし、ソルガム、およびその加工品の国際市場の創出と拡大を目的とした、アグリビジネス企業と生産者をメンバーとする民間の非営利団体です。当協会は、国外に11の事務所を置き、80を超える国々のプログラムを管理しています。当協会は、協会会員である生産者とアグリビジネス関係者、米国農務省の支援を受けています。

本紙編集:坂下

ネットワークに関するご意見、
ご感想をお寄せ下さい。



アメリカ穀物協会

〒107-0052 東京都港区赤坂1丁目1番14号
東信溜池ビル7F

Tel: 03-3505-0601 Fax: 03-3505-0670

日本事務所のE-mailアドレスは、grainsjp@gol.com
ホームページ(英語)は、http://www.grains.orgです。