

# NETWORK

2001年10月

第22号

アメリカ穀物協会ニュースレター

## INDEX

はじめに

第三回高付加価値穀物会議

2000年-2001年  
コーン品質分析  
および調査結果

高付加価値  
とうもろこしの新顔  
資源節減型・  
環境負荷軽減型・  
コスト削減型飼料原料  
低フィチンコーン

協会の活動紹介

## アメリカ高付加価値穀物会議の報告及び 低フィチンコーンに関する考察

### はじめに

去る7月22日から25日に、米国をはじめ世界19カ国から500名以上の穀物関係者が米国オレゴン州ポートランドに参集し、アメリカ穀物協会 第三回高付加価値穀物会議が開催されました。米国以外のアジア、南米などからの参加者は100名、そのうち約30名は日本からの参加者でした。参加されたとうもろこし、大麦、ソルガムの貿易、加工、流通関係者、またメディアの方々、そして今回日本からの多くの参加を実現するためにご協力下さった方々に心より御礼を申し上げます。

また、本誌後半では、アメリカ穀物協会の委託により、畜産・飼料分野の専門家プロジェクトチームが作成した低フィチンコーンに関するレポートをご紹介します。資源節減型、環境負荷軽減型、コスト削減型飼料原料として、畜産関係者のみならず、環境保護関係者からも注目されている低フィチンコーンに関する、開発から経済効果まで詳細な報告がなされています。



ライフサイエンス企業シンジェンタ社のサンディエゴにある研究所にて、日本と韓国両国のチーム

第三回高付加価値穀物会議、ネブラスカ州とうもろこし組合が主催したクルージングにて



尚、アメリカ穀物協会が去る6月23日に東京で開催した第2回ソルガム・フード・セミナーが大変好評でした。講演をしてくださった管理栄養士 宗像伸子先生、株式会社東八ト 取締役 近藤捷成先生をはじめ、参加者全員に御礼申し上げます。また、セミナーの直後に東八トからホワイトソルガムを原料としたスナック菓子「野菜市場」と「The GRAIN」が販売されたことは画期的な出来事でした。これからも、ホワイト・ソルガムの食品応用のための活動を続けてまいります。



東八ト「野菜市場」青と赤



第2回ソルガム・フードセミナー、セミナー会場は立ち見客がでるほどの盛況ぶりでした

## アメリカ高付加価値穀物会議の報告及び低フィテンコーンに関する考察

### 第三回高付加価値穀物会議 (7月22日-25日、オレゴン州ポートランド)

今回の会議は、高付加価値穀物を活用した製品例や新しい用途の紹介が数多くなされたことはもちろんですが、2年前の第二回高付加価値穀物会議(1999年2月フロリダ州オーランド)ではバイオテクノロジー穀物応用への期待が高まっていた中で、米国DuPont社やMonsanto社、Novartis Seeds社のトップマネジメントによる基調講演がなされたのとは異なり、バイオテクノロジー農作物に関する国際的な規制状況、今後引き続き増える可能性のある分別流通(IPハンドリング)の必要性をアメリカ生産者により広く認識してもらい、生産者はもちろん、種から栽培・収穫、流通加工までのアグリビジネス企業がどのように対応して行くべきかを話し合うための会議でした。今回の会議ではIPハンドリングに関して2つの講演がありました。その中で、種の育種から最終加工までのトレーサビリティ(追跡可能性)と、IPハンドリング各段階での価値の共有(Value Sharing)が重要であると指摘されました。

同会議に関する詳しい情報は、アメリカ穀物協会のホームページ(<http://www.grains.org>)をご覧ください。

また同会議に出席された日経バイオテク記者 加藤勇治氏は、同紙8月27日号に掲載された今回の会議に関する記事の中で次のように述べています。

「...今回開催された第三回高付加価値穀物会議だけで、生産者と顧客の間にある課題の解決を求めるのは、早急すぎるだろう。Kenneth Hobbie氏(アメリカ穀物協会理事長)が語るように、生産者を「教育し続け」、対話を重ねることが重要



カネボウ合繊による、とうもろこしを原料とするPLA繊維製品の説明、他に三菱プラスチック、ユニチカの各社が講演し、とうもろこし生産者から盛大な拍手を浴びた

なのだ。また、日本も、消費者との対話を深め、どんな穀物が必要なのかを議論することが必要だ。その上で、日本市場の現状を説明しながら顧客として何を求めているのか、米国と積極的に議論しあう体制を整えることが重要だ。それが、日本と米国がお互い理解し合い、よりよい関係を築いていく近道だ。」

### トレード・ショー

同会議では、20社を超える穀物関係企業や団体がトレード・ショーに参加し、米国内外からの参加者が活発に訪問しました。そこでは高付加価値穀物に関する商談が活発に行われ、あるブースでは80万ドル以上の取引が行われたことが確認されています。

また、とうもろこしなどを原料とした、再生可能な資源であり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年の内に倍増すると言われていています。その副産物であるDDGと呼ばれる乾燥蒸留粕(Distillers Dried Grains)の生産も1.5倍になると予測され、関係ブースにも多くの人が集まりました。DDGは高たんぱくで繊維含有量の高い経済的な飼料原料として、より注目されることが予想されます。

### 高付加価値穀物 品質レポート

2000/2001

毎年、アメリカ穀物協会から発行される同レポートの最新版が第三回高付加価値穀物会議場で発表され、作成に関わったAEC, LLC(Ag Education and Consulting LLC)のステイプル・ホーフィング氏からサマリー報告がありました。

同レポートは、高付加価値穀物に関する包括的な情報を出来る限り広範囲に集め、市場、生産、種供給、品質データ、用途などに関する詳細な情報を提供しています。

2000/2001年版は、下記のアドレスでインターネットのホームページでご覧いただけるようになっています。アメリカ穀物協会のホームページ同様、ご活用下さい。

VEG高付加価値穀物情報ホームページ

<http://www.VEGrains.org>

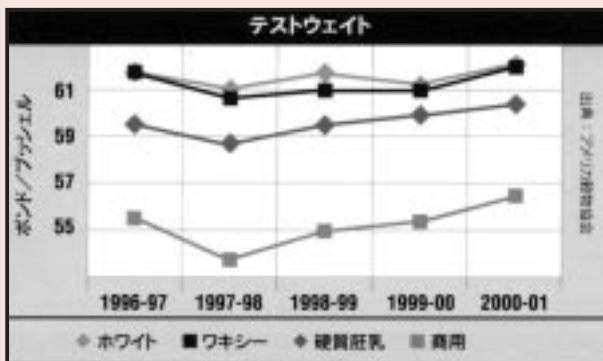
アメリカ穀物協会ホームページ

<http://www.grains.org>

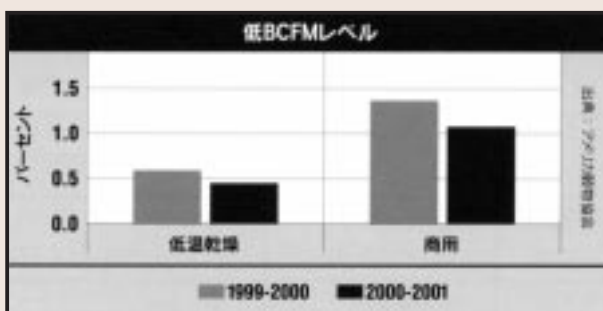
# 2000年 - 2001年 コーン品質分析および調査結果

2000年および2001年の米国におけるコーンの作柄は、過去5年間のテスト結果と比較して平均以上であった。2000/01年ものの質は、多くのクオリティテストの結果、過去5年の平均結果よりも優れている。バイヤーのニーズに一致した組成的特徴は、VECでは継続して優れている。

## ◆等級的特徴

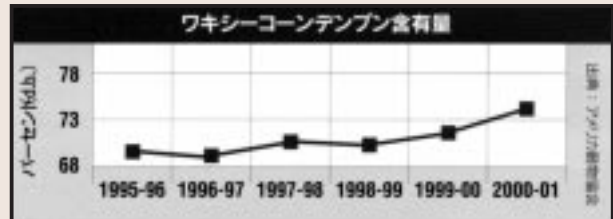


**テストウェイト:** テストウェイトは、ホワイト、ワキシー、および硬質胚乳コーンの6年間わたる調査において一貫している。テストを行った流通コーンの中では、ホワイトおよび硬質胚乳イエローコーンのサンプルのテストウェイトが著しく高かった。胚乳サンプルの平均的なテストウェイトは1ブッシェルあたり61.0ポンドであった。

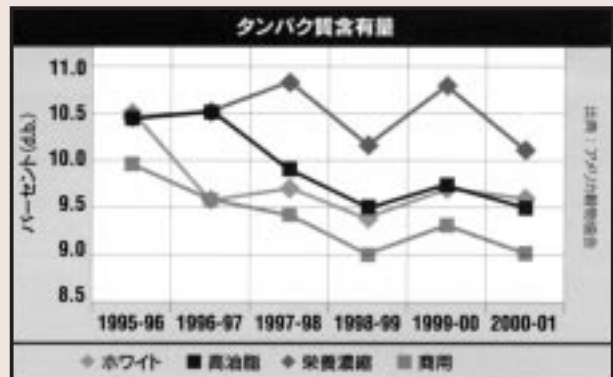


**BCFM:** 過去6年間でBCFMレベルが最低のVECタイプもあった。低BCFMレベルは、2000/01年もので低ストレスクラックレベルに強く関連している。低温乾燥サンプルにおける平均BCFMはわずか0.4%であった。

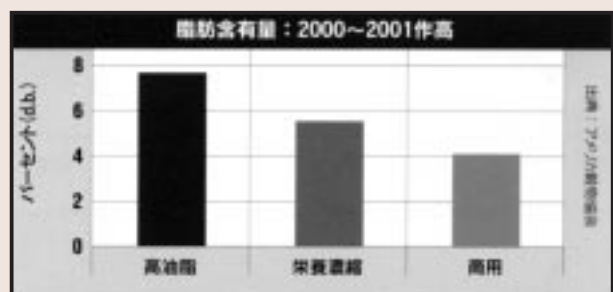
## ◆化学組成



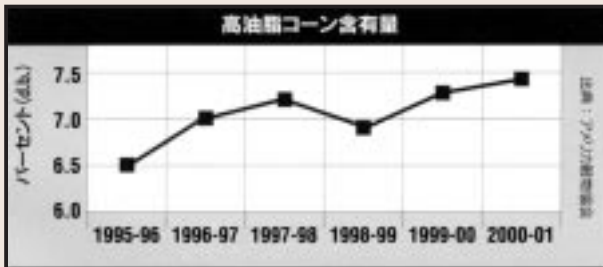
**デンプン:** 1999/00年のものに比較し、殆どすべてのタイプで、平均デンプン含有量が高かった。特にワキシーおよび栄養強化タイプにおいてそれが顕著に見られた。ワキシーコーンのデンプン含有量は全体的に改良され、優良な穀粒状態および成熟状態が2000/01年の改善に貢献している。



**タンパク質:** ホワイトおよび高油脂コーンのタンパク質含有量は、流通コーンにおいては、安定しているかまたは平均が下がっている。栄養強化タイプがやはり平均タンパク質含有量が高く、10.2%であった。



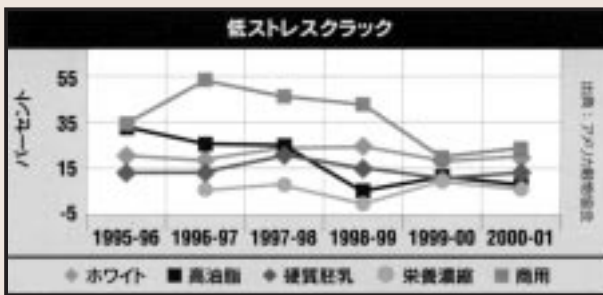
**油脂:** 高油脂および栄養強化コーンが、それぞれ7.4%および5.4%と、一番高い油脂含有量を示している。



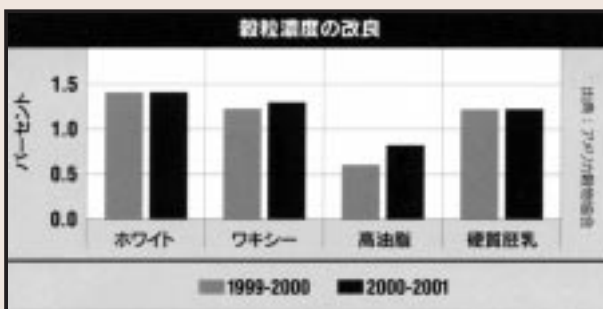
オイルコーンの平均油脂含有量は1995年の6.5%から、2000/01年の7.2%へと、徐々に増加している。

### ◆物理的特徴

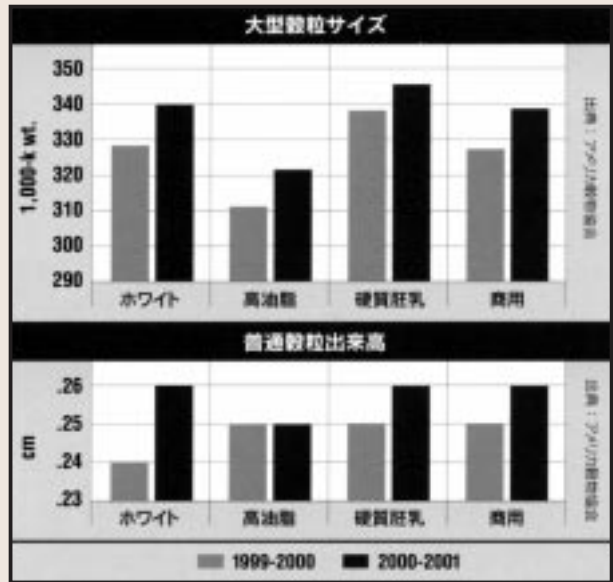
多くの物理的特徴に関するテストによれば、2000/01年ものは、1999年のものと同レベルまたはより高いことを示している。



平均ストレスクラックレベルは、1995年から殆どのVECにおいて、25%未満に留まっており、これは適切な取扱いおよび低温乾燥の結果である。



テストウェイトが低めであったにも拘わらず、穀粒の密度およびサイズは、1999/00年に比べ改良されている。今年度のVECに見られる真密度レベルの高さは、ドライミリングで威力を発揮する硬質胚乳であることを示している。ガラス胚乳レベルも2000/01年では増加しており、これもまたドライミリングへの応用には好ましい。過去と同様、ホワイトコーンがいちばん高い真密度を持っている。



2000/01年の穀粒サイズ(1,000粒重量)および平均出来高は、共に主なVEC製品において、1999/00年サンプルに比較して高かった。



ドライミリングプロセスからフレーク用グリッツの利点を求めているのであれば、ホワイトコーンの硬質胚乳が継続して有利であろう。

### ◆結論

2000/01年のコーン収穫における質は過去5年と比較して高いものとなっている。1995年から集められているVECのサンプルデータを見てみると、2000/01年のもものは、エンドユーザーに重要な多くの要因において、非常に高いランクを保っている。ここにいくつかの例をあげる:

最近の良好な天候の結果、比較的高いテストウェイトおよび高いデンプン含有量。

収穫期における暖かい天気は天然乾燥に貢献し、人工乾燥の必要性を減少させた。過去5年のサンプリングでは、2000/01年のもものが、22%以上の水分を含むものが最も少ない。

収穫後乾燥の必要が減少したことにより、1995年から1998年の時期に比べ、ストレスクラックのレベルが著しく減少している。

# 高付加価値とうもろこしの新顔

資源節減型・環境負荷軽減型・コスト削減型飼料原料

## 低フィチンコーン

日本畜産技術士会  
飼料プロジェクトチーム  
リーダー 技術士 堀田 三郎

ハイオイルコーンや高栄養コーンのような代表的な高付加価値コーン(Value Enhanced Corn=VEC)が年々着実に作付面積も増え、利用が拡大しつつあることは、本誌第20号の冒頭にも述べられている。VECの仲間にはその他にも多種多様な有望な品種があるが、比較的最近になって開発され、その多面的利点が注目されている低フィチンコーンは、この2~3年の間に急速にクローズアップされており、近々上市される見込みがある。VECシリーズの一環として、本号ではこの新品种に焦点を当てた解説を試みた。

この品種の正式名称はまだ確立しておらず、開発メーカーによっていろいろな表現をしている。その例としては、Low Phytate Corn(LPC)、Low Phytic Acid(LPA) Corn、High Available Phosphorus Corn(HAPC)などである。いずれ統一される場合は、Low Phytic Acid Cornに落ち着くだろうという見方が多い。一方、日本語訳の場合も種々の言い方があるが、ハイオイルコーンなどの整合性を考えれば「ローフィチンコーン」が適しているようにも思う。しかし、既刊の文献抄録の中で「低フィチンとうもろこし」という訳語が使われているので、そのまま使用するか、或は「低フィチンコーン」と呼称しては如何かと思う。本稿では、特に他の表現を必要とする場合以外は「低フィチンコーン」で統一することとする。

## 1 | リンの資源

本題に入る前に、資源としてのリンについて概観しておきたい。資源という観点からリンを考えた場合、植物の3大栄養素のうち、窒素は空気中から取れるし、カリウムも海水から回収できるので、資源としては潤沢であるが、残る栄養素「リン」は、その源泉を埋蔵量の有限な

リン鉱石に頼らざるを得ない。その埋蔵量や資源寿命については諸説があるが、National Commodity Summaries(1997)によれば、埋蔵量は110億トン、年間生産量(使用量)は1.3億トン、従って、あと84年で枯渇するという数字が出ている。さらに、現在の採掘コストで賄える品質の良いリン鉱石の埋蔵量は、あと40~50年でなくなるという見方もある。良質で安価なリン源の枯渇は、将来特に発展途上国における農業生産に深刻な影響をもたらしかねないことを考えた場合、低利用率リンの利用率向上という家畜栄養学的な観点からもこの資源問題を考えて行く必要がある。因みに、世界の飼料用とうもろこし年間使用量426百万トン(2000年度推定... 出典:USDA-2000、USGC-1999)から試算すると、鶏・豚などの消化管内を素通りして排泄されるフィチン態リンは毎年54万トンに達し、これは約400万トンのリン鉱石に相当する勘定になる。

## 2 | フィチン態リン

生物におけるリンの重要性はいまさら言うまでもなく、脊椎動物の骨格の形成をはじめとして、ATP、ADP、などエネルギー代謝の主役の構成成分であると同時に、DNAの鎖をフォスフォジエステル結合という形で繋げているDNAの主要構成成分の一つでもあり、また、そのほかにも生体内での多岐に亘る生理作用に重要な関わりを持っている。

そうした重要な栄養素であるにも拘わらず、配合飼料の主原料となっているとうもろこしや大豆粕などの植物性主原料に含有されているリンの大部分は単胃動物には殆ど利用されないフィチン(フィチン酸[=イノシトール6リン酸]のCa・Mg塩)の形で存在しているという問題点

があった。これは単胃動物の消化管内には、フィチン酸からリンを遊離させるフィターゼ酵素が欠如しているからである。フィチン態リンはまた、栄養上重要なミネラル類、例えば無機化合物形態のカルシウム、鉄、銅、亜鉛、マンガン、マグネシウム、セレン、コバルトなどと結合し、単胃動物には吸収されない形にして糞尿中に排泄させてしまったり、消化酵素(例:アミラーゼ)やアミノ酸と結合して、エネルギー利用率やアミノ酸利用率を抑えたりする。もっとも、植物の側からすれば、発芽、初期成育に重要な生理物質であるリンを安定的に保存するためにフィチンの形で種子中に貯蔵するという戦略が遺伝的に受け継がれて来たのであろう。

いずれにせよ、そうした背景から、植物性リン源の利用率は低いもの、という前提から飼料設計が行われるのが常識となり、飼養標準に照らして不足するリンの補給は、リン酸カルシウムや魚粉、ミートボーンミールなど植物リン源に比べて利用性の高い(厳密にはそれぞれ利用性のレベルは異なるが)リン源が使用されてきた。こうして家畜が必要とする栄養素としてのリンは補給されてきたが、飼料穀物中に含まれるフィチン態のリンは、消化管内にフィターゼを殆ど持っていない鶏や豚には利用されずに排泄され、これが過剰の窒素と共に環境の富栄養化をもたらして河川や湖沼における藻類の異常増殖、海面での赤潮の発生などにも繋がり、環境汚染の元凶の一つとなっている。

### 3 | フィチン態リンの利用性を高める戦略

家畜にとって利用性の高いリンの供給は必須条件であり、そのため通常無機態のリンを添加したり、骨を含有する動物副産物を添加したりしてきた。しかし、利用されないフィチン態リンをそのままにして、他のリン源を補給するやり方を続ける限り、一方で添加コストという経済的デメリットの発生と、他方で未分解フィチンリンという貴重なリン資源のたれ流しとそれに伴う環境汚染という好ましくない状況に歯止めをかけることはできない。

#### (1) フィターゼの登場

この問題を解決する方法として、1990年代に入って急速に発展した技術として、微生物由来の酵素製品フィターゼの利用が挙げられる。フィターゼ添加飼料を給与された単胃動物は、胃でフィターゼが働き、フィチン酸塩からリンを遊離させ、小腸で遊離したリンを吸収するという形でフィチン態リンを利用できるようになった。フィターゼの飼料添加は欧州で早くから実施され、(財)畜産環境整備機構の古谷修氏の紹介(1992)によれば、PCM. Simonsら(1990)はプロイラーの試験で無機リン無添加飼料にフィターゼを添加した場合、4週令でのリン蓄積率を51.6%から60%へ引き上げ、また、リン排泄量は16%減という成績を示している。またM. Näsiら(1991)は、豚の試験で、無機リン無添加飼料にフィターゼを添加することにより、リンの消化率\*を16.2%から40.0%へ引き上げ、一方リンの糞中排泄量は無添加区の6.3g/日から4.59g/日へ減少させるというデータを示している。

\*注) 本稿では、出納試験に基づく“digestibility”の訳語としては「消化率」を用いた。

米国では、G. L. Cromwellら(1993)が、豚の試験でフィターゼを普通とうもろこし主体の飼料に添加することによって、とうもろこし中のリンの利用率を15%から43%へと引き上げた。

日本でもフィターゼについて多くの研究報告があるが、その全体的な概要は、東北農業試験場の武政正明氏および(社)日本科学飼料協会の高木久雄氏による平成12年度日本畜産大賞受賞論文「飼料用フィターゼの開発とその利用」の概要紹介(家禽会誌,38,J96,2001)に詳述されているので参照されたい。また、物産バイオテック(株)の田中庸雄氏が日本畜産学会第98回大会(2001)における京都大学松井助教授の学会賞受賞講演でのフィターゼに関する部分を要領よく抄録されている(E-Chikusan.com)ので下記のウェブサイト参照されたい。(http://www.echikusan.com/hitokoto/hitokoto/200104.htm)

フィターゼは、このようにフィチン態リンの活用という面で画期的なデビューをしたが、問題がないわけでもない。それは、酵素であるから当然熱に不安定であること、従って加熱工程を通る製品(例えばペレット)には、後工程で液状のフィターゼをスプレーする装置が必要であることなどであり、また、普通工程では顆粒状のフィターゼが用いられるが、その場合、飼料全体へのフィターゼの分布の問題などがある。

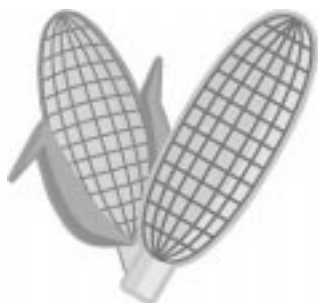
## (2) 低フィチンコーンの開発

フィチン態リンの利用性を高める戦略としてのフィターゼの添加は、確かに優れた方法であるが、飼料の主原料である穀物のフィチン態リンそのものを少なくすることは、更にそれ以上に優れた、低コストで持続可能な戦略と言えよう。そうした戦略の具体化として登場してきたのが、低フィチンコーンである。1992年、米国農務省農業研究所(USDA-ARS)のVictor Raboy博士がlpa1という遺伝子を発見した。lpa1遺伝子は、とうもろこし種子中のリンの大部分をフィチン態リンとしてよりもむしろ無機リン酸塩の形で貯蔵させる遺伝子であった。このとうもろこしの全リン含量は普通とうもろこしと同じであったが、フィチン態リンは56%減少していた(表1)。

表1 とうもろこし中のリンの形態別割合 単位：%

コーンの種類	フィチンリン	非フィチンリン
普通コーン	77	23
低フィチンコーン	34	66

DuPont Specialty Grains社 D. B. Jones氏のステップアップセミナー(2001) 講演要旨より作成



普通コーンと低フィチンコーンのリンの形態別割合の差については、別のデータでも同様な傾向が確認されている(表2、表3)。

表2 とうもろこし中のリンの形態別含量 単位：%

コーンの種類	全リン	フィチンリン	非フィチンリン
普通コーン	0.25	0.20	0.05
低フィチンコーン	0.28	0.10	0.18

ケンタッキー大学 G. L. Cromwell氏の報告(1998)より作成

表3 普通黄色デントコーンと高有効リンコーン(=低フィチンコーン)のリンの形態別含量 単位：%

コーンの種類	全リン	フィチンリン	非フィチンリン
黄色デントコーン	0.23	0.20	0.03
高有効リンコーン	0.27	0.10	0.17

アーカンソー州立大学 F. Yan氏の報告(2000)より作成

このユニークなとうもろこしは、米国農務省農業研究所が1997年に特許を取得し、その早期普及のために積極的なライセンス交渉が行われ、最初のライセンシーであるPioneer Hi-Bred International社を含めて現在3社にライセンスされている。

Victor Raboy博士の仕事をやや詳細に述べると、同博士らは、「低フィチン酸1」(lpa1)および「低フィチン酸2」(lpa2)という二つの遺伝子を発見した。lpa1には多数の変異種があり、lpa2にはlpa2-1とlpa2-2がある。lpa1で一般的なものは、lpa1-1であり、フィチン態リンの減少率が非常に高い。フィチン態リンの減少した分は、非フィチンリンの増加によって補われるが、その非フィチンリンの内容は、恐らくカリウムとマグネシウムのリン酸塩の混合物であろうとしている。lpa2の場合は、非フィチンリンのパターンがlpa1と多少異なり、無機リン酸塩のほかイノシトールの5リン酸或はそれ以下のリン酸化合物[イノシトール(1,2,4,5,6)5リン酸が主体]の存在がある。

(出典:Raboy/堀田往復e-mail, 2001.08.08)

また、Raboy博士によるlpa1遺伝子の発見以来、低フィチンコーンの商品化に向けた開発が活発に行われてきている。

次に、環境問題の観点から長い目で見た場合、糞中排出リンの減量は、なんとといっても根源からの減量が必要であり、それはフィチン酸含量の少ない(従って利用性の高いリンの多い)飼料の使用によって、或はまた飼料へのフィターゼ酵素の添加によって、更には両者の併用によって達成されるものである。このように、低フィチンコーンの大きな特徴として、これを給与した鶏や豚が糞尿中に排泄するリンは、普通コーンを給与した場合よりもずっと少なく、このことは養鶏場や養豚場からの汚染可能性を著しく減少させる。

また、食品についての試験で、低フィチンコーンは必須ミネラルである鉄の吸収利用を改善するのに役立つということが示唆された。この製品は、殆ど毎食コーンを主食として摂っている発展途上国の人々にとって福音となるであろうし、また、先進国においても常在する鉄欠乏の改善に役立つであろう。

さらに、コロラド大学と農務省農業研究所との共同研究で、23～39歳の健康な5人のボランティアに対し、第1日目に低フィチンコーンの粉で作ったとうもろこし粥を、第2日目には普通コーンの粉で作った粥を給与した。何れの試料にも、機器分析し易いように安定なZnのアイソトープを加えた。糞便のサンプルを分析した結果、低フィチンコーンを食べた時は、普通コーンを食べた時に比べて78%も多くの亜鉛を吸収したことが示された。

(出典:AgriculturalLaw.com News -January 25, 2001)

低フィチンコーンについて種々述べてきたが、その利点を列挙すると次のようになる。

低フィチンコーンの使用によって長期間での環境問題の改善が期待できる。その理由は、リンの供給源を元から変えているので家畜に利用されずに排泄されるリンを大幅に減らすことができるためである。

低フィチンコーンを給与した家畜(鶏・豚)に対しては、無機リン添加物を必要としないか、必要としても添加量を減量できるので、飼養農家の負担を少なくする。

低フィチンコーンを給与した場合、従来フィチン酸と結合することによって利用性が失われ易かったFe,Zn,Cu,Mnなどの微量ミネラルの吸収利用性が改善される。

DuPont Specialty Grains社によれば、低フィチンコーンの作付けは2002年に開始され、2～3年後には輸出が開始されるであろうとしている。(本項「低フィチンコーンの開発」における上記の記述は、主として米国農務省農業研究所及びU. S. Grains Councilによる最新の解説に基づき、一部はDuPont Specialty Grains社およびパーデュー大学の資料を参考にして解説したものである。

(出典:<http://www.ars.usda.gov:80/is/AR/archive/may98/sci0598.htm>

[http://www.vegrains.org/english/varieties\\_lowphytate.htm](http://www.vegrains.org/english/varieties_lowphytate.htm)

[http://www.dupontsg.com/pork/ProductInformation/Low\\_Phytate.AFG5012.asp](http://www.dupontsg.com/pork/ProductInformation/Low_Phytate.AFG5012.asp)

<http://www.personal.psu.edu/faculty/h/w/hw7/Bio110/fys/livestock/BlackFYSpa...>)

低フィチンコーンの開発については、前記のほかにも数社が取り組んでおり、ExSeed Genetics L. L. C.社(2000年にBASFに買収されている)は、1998年10月のプレスリリースでは、開発した2品種を1999年に作付けすると述べている。同社の低フィチンコーンは、可消化リンが普通コーンの3倍の84%あるとのイリノイ大学の研究結果が出ている。

(出典:<http://seedquest.com/News/Press%20releases/USA/ExSeed/N1318.htm>)

また、DEKALB Genetics Corporationは、米国農務省のライセンスを受けた種子会社の一つであると表明しており、1998年6月のプレスリリースで、数年以内に低フィチンコーンを作付けするとしている。

(出典:<http://www.seedquest.com/News/Press%20releases/Dekalb/N1139.htm>)

Dow AgroScience社も低フィチンコーンを開発中で、2005年には上市予定としている。

## 4 動物試験研究データ

低フィチンコーン(或は高有効リンコーン)に関する研究は、前述のように1992年にアメリカ農務省農業研究所のVictor Raboy博士がIpa1遺伝子を発見して以来、急速に発展し、家禽・豚などの単胃動物に関して数多くの研究が行われてきた。本稿では、これらの研究のうちから比較的新しい代表的と思われる研究報告について文献紹介の形で記述するにとどめる。

### (1) 鶏での研究

#### (1)-1 アーカンソー大学 W. E. Huffらの報告

〔Poultry Sci.,77:1899-1904,1998〕

#### 表題

「飼料用 フィターゼ及び高有効リンコーンがブロイラーの飼育成績に及ぼす効果」

ブロイラー飼料に、 フィターゼの添加、 高有効リンコーン(HAPC=High Available P Corn, 低フィチンコーンと同義語)の使用、 HAPC使用 + フィターゼ添加、とい

うそれぞれの処理を行った場合、飼料中のリン含量を減らすことがブロイラーの飼育成績と健康にどのような影響を及ぼすかを見るために試験を実施した。対照区の飼料に用いた普通コーンは、真の代謝エネルギー、粗蛋白質、アミノ酸組成等についてはHAPCとほぼ同じ内容であり、リンの形態別含量だけが表4に示すように異なっていた。

表4 供試コーンのリンの形態別含量

単位：%

供試コーン	全リン	フィチンリン	非フィチンリン
NC <sup>1)</sup>	0.23	0.20	0.03
HAPC	0.27	0.10	0.17

1) NC =普通コーン

W. E. Huffらの報告(1998)より作成

#### 設定条件

コブ系のブロイラー雄初生雛を用い、1ペン50羽、6反復で、4飼料区からなる試験計画のもとに1～49日令の期間、試験を実施した。幼雛用飼料はクランブル、前期用及び後期用はペレットとした。フィターゼは、クランブル工程、ペレット工程の後でスプレー添加(500U/kg)した。各飼料区は、非フィチンリンの含量を調整するために、第2リン酸カルシウム(CaHPO<sub>4</sub>)を段階的に添加した。各飼料区の設定内容を表5に示す。

表5 試験飼料の設定及びTP<sup>1)</sup>と添加第2リン酸カルシウムについて各区間の含量差

単位：%

試験区	飼料試験区 幼雛用(1～21日令)			前期用(21～42日令)			後期用(42～49日令)		
	TP	npP <sup>2)</sup>	CaHPO <sub>4</sub>	TP	npP	CaHPO <sub>4</sub>	TP	npP	CaHPO <sub>4</sub>
1.対照区(NC)	0.71	0.46	19.97	0.68	0.43	18.83	0.64	0.40	17.73
2.HAPC	0.65	0.46	15.24	0.61	0.43	13.68	0.56	0.40	12.14
3.NC + Phy <sup>3)</sup>	0.61	0.36	14.57	0.58	0.33	13.43	0.54	0.30	12.33
4.HAPC + Phy	0.55	0.36	9.84	0.51	0.33	8.28	0.46	0.30	6.74
各区間の含量差									
2区 - 1区	- 8		- 24	- 10		- 27	- 13		- 32
3区 - 1区	- 14		- 27	- 15		- 29	- 16		- 30
4区 - 1区	- 23		- 51	- 25		- 56	- 28		- 62

1) TP =全リン 2) npP =非フィチンリン 3) Phy =フィターゼ

W. E. Huffらの報告(1998)より作成

## 試験結果

49日令における各試験区のブロイラーの飼育成績と血液性状を表6に示す。

各区の49日令のブロイラーから採取した血清中の各種成分については、区間に差がない項目が多かったが、普通コーン+フィターゼ区の血清アルカリフォスファターゼ活性と、HAPC区の血清コレステロール含量は有意に低い値を示した。

表5及び表6の結果から、試験各区におけるブロイラーの飼育成績及び健康状態に影響を及ぼすことなく、飼料中のリン含量を大幅に削減できることが分かった。その結果、飼料設計に当って全リン含量を調整するために使用される第2リン酸カルシウムの添加量は、表5に示されるように、HAPC+Phy区では対照区に比べて、幼雛用、前期用、後期用で、それぞれ51%、56%、62%の削減が可能ということになる。

(1)-2 アーカンソー大学 F. Yanらの報告

〔Poultry Sci. 79:1282-1289, 2000〕

## 表題

「平飼いブロイラーの出荷体重に対する、飼料リン含量減とフィターゼ添加を組み合わせた条件下での普通黄色デントコーンと高有効リンコーンの評価」

## 設定条件

主要試験(平飼い):コブ系ブロイラー雄初生雛使用、1ペン(5.2m<sup>2</sup>)50羽×48ペン(12区、4反復)。飼料は、幼雛用(クランブル)、前期用、および後期用はペレット、フィターゼは、ペレット工程後ミキサー中で飼料にスプレーして添加。

付属試験(ケージ飼育):脛骨灰分測定用および糞中リン含量測定用として、1ペン8羽×8ペンを用いた。

## 試験結果

56日令におけるブロイラーの飼育成績は表7の通りである。

表6 49日令のブロイラーの飼育成績と血液性状

試験区	49日令体重 <sup>(g)</sup>	飼料要求率(1~49日令通算)	アルカリフォスファターゼ <sup>(U/L)</sup>	コレステロール <sup>(mg/dL)</sup>
NC区	2,876±59b	1.77±0.02	3,974±323a	158±4a
HAPC区	2,951±42ab	1.75±0.01	3,339±311ab	145±3b
NC+Phy区	2,986±60a	1.73±0.02	3,033±245b	148±3ab
HAPC+Phy区	2,935±62ab	1.72±0.03	3,178±282ab	54±4ab

\* 異符号間で有意(P<.05)

W. E. Huffらの報告(1998)より作成

表7 56日令ブロイラーの飼育成績 普通コーンと高有効リンコーンの比較

有効リンレベル (非フィチンリン含量)	フィターゼ 添加 <sup>1)</sup>	体重(g)		脛骨灰分(%)		死亡率(%)		糞中リン含量(%)	
		YDC <sup>2)</sup>	HAPC <sup>3)</sup>	YDC	HAPC	YDC	HAPC	YDC	HAPC
0.45%(NRC推奨量)	-	3,413	3,413	47.72	47.91	18.00	12.50	1.417	1.127
	+	3,389	3,394	47.00	48.15	13.50	15.00	1.445	1.218
0.375%	-	3,371	3,458	46.23	46.34	21.50	23.00	1.140	0.895
	+	3,364	3,258	47.17	46.81	13.00	12.00	1.053	0.948
0.30%	-	3,078	3,223	44.96	44.15	41.00	25.50	0.990	0.640
	+	3,383	3,302	46.74	46.73	12.50	16.00	0.885	0.593

1) 添加量 1,000U/kg 2) YDC = 普通黄色デントコーン 3) HAPC = 高有効リンコーン (= 低フィチンコーン)

F. Yanらの報告(2000)より作成

体重については、飼料中の非フィチンリン含量が下がるにつれて、YDC区よりもHAPC区の方が勝る傾向にあるが、フィターゼ添加の効果は殆ど見られない。脛骨灰分については、非フィチンリンの上位レベルにおいてHAPC区がYDC区より勝っており、また、殆どの区においてフィターゼ添加の効果が現れている。死亡率については、特に飼料中の非フィチンリンのレベルが低い場合には、YDC区よりHAPC区が明らかに低く、さらにフィターゼの添加によってYDC区もHAPC区も死亡率が激減している。糞中へのリンの排泄量についてみると、やはりHAPC区はYDC区より優れており、非フィチンリン0.3%のレベルではHAPC + フィターゼ区で糞中リン含量が最低となっている。

(1)-3 ケンタッキー大学G. L. Cromwellらの報告  
〔Poultry Sci. 77 Suppl.1,117, 1998〕

表題

「低フィチンコーンのリンの雛に対する生物学的利用率」  
突然変異種lpa1の遺伝子は、本質的にとうもろこし中のフィチン酸含量を減少させる。1995年にlpa1-1遺伝子を持ったハイブリッドがアイオワ州で育種され、また二つの

近縁遺伝形質のハイブリッドコーン(そのうちの一つはlpa1-1遺伝子を持つ)が1996年にアイオワ州で育種された。この3種のコーンを育雛試験を含む研究において評価した。3種のコーンのリンの形態別含量を表8に示した。

表8 供試コーンのリンの形態別含量

単位：%

供試コーン	全リン	フィチンリン	非フィチンリン
LP-1(1995年産低フィチンコーン)	0.33	-	-
LP-2(1996年産低フィチンコーン)	0.28	0.10	0.18
NC(1996年産普通コーン)	0.25	0.20	0.05

G. L. Cromwellらの報告(1998)より作成

ブロイラー雄初生雛を保温バッテリー内で標準飼料(CP23%)で飼育。3日後、平均体重58gの雛468羽を13試験区に割り当て、18日間の給与試験を行った。各試験区の飼料設計及び試験結果を表9に示す。表中の基礎飼料の成分は、CP 20%、Ca 1.0%、P 0.45%で、原料はデキストロース、澱粉、セルロース、大豆粕にコーンオイル、アミノ酸、ビタミン、ミネラルを添加したものである。基礎飼料のリンは大豆粕から0.29%、MSP(第1リン酸ナトリウム)から0.16%という構成である。



表9 添加リン源及び添加量によるブロイラー雛の飼育成績

試験区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
添加リン源	BD 1)	MSP			LP-1			LP-2			NC		
全リン(%)	0.45	0.49	0.53	0.57	0.49	0.53	0.57	0.49	0.53	0.57	0.49	0.53	0.57
添加リン(%)	-	0.04	0.08	0.12	0.04	0.08	0.12	0.04	0.08	0.12	0.04	0.08	0.12
増体量(g)	498	617	637	681	556	573	575	579	567	603	512	546	572
飼料摂取量(g)	739	847	893	923	792	791	820	801	773	837	733	756	772
飼料要求率	1.49	1.37	1.40	1.35	1.42	1.38	1.43	1.38	1.36	1.39	1.44	1.38	1.35
脛骨破壊強度(kg)	7.6	12.5	14.7	19.9	8.8	10.3	11.4	8.5	10.3	12.0	7.2	7.6	8.0
脛骨灰分重量(mg)	552	745	848	967	622	677	700	618	685	737	553	543	597
脛骨灰分含量(%)	27.7	31.9	33.0	36.9	28.7	29.6	30.8	27.7	29.3	31.2	26.8	27.1	27.5

注)コーンはデキストロース + 澱粉 + セルロースの同量を置換 1)BD = 基礎飼料

G. L. Cromwellらの報告(1998)より作成

前記の試験結果から次のことが分かった。  
 脱脂乾燥脛骨中の灰分含量は、MSP区、LPコーン区ではリンの増加に比例して直線的に(P<.01)増加した。増体量、飼料摂取量及び骨の形質については、MSP区は各コーン区に勝っていた。また、二つのLPコーン区はNC区よりも勝っていた(P<.01)。LP-1コーン区とLP-2コーン区間には差がなかった。傾斜比法により、各試料の生物学的利用率を評価すると、MSPを100%とした場合、NC(普通コーン)は10%、LP-1コーンは45%、LP-2コーンは52%であった。この結果は、育雛飼料原料としてLPコーンのリンは、普通コーンのリンの約5倍利用性が高いことを示している。

## (2) 豚での研究

(2)-1 ケンタッキー大学 G. L. Cromwellらの報告  
 [ J. Anim. Sci. 76, Suppl.2,115, 1998 ]

### 表題

「肥育豚における低フィチンコーンのリンの生物学的利用率」

### 試験材料

近縁遺伝子を持つ二つの雑種とうもろこし(その一つはIpa1-1遺伝子を有する低フィチンコーン)が1996年にア

イオワ州で栽培され、肥育豚での研究に供された。

普通コーンと低フィチンコーンのリンの形態別含量は表10の通りである。

表10 コーンのリンの形態別含量

単位：%

コーンの種類	全リン	フィチンリン	非フィチンリン
普通コーン	0.25	0.20	0.05
低フィチンコーン	0.28	0.10	0.18

ケンタッキー大学 G. L. Cromwellらの報告(1998)より作成

### 設定条件

単飼ペンの豚(35頭、開始時体重15.6kg、1処理5ペン)に7種類の飼料を40日間給与(自由摂取)した。基礎飼料(リジン1.0%、Ca 0.70%、P 0.22%)は、デキストロース、澱粉及び大豆粕にアミノ酸、ビタミン、ミネラル(P以外)を加えたもので構成されている。各区の飼料設計及び試験結果は表11に示すとおりである。

40日後に全頭を屠殺、第3、第4中手骨及び第3、第4中足骨(MMと略称)及び大腿骨を採取し、破壊強度及び灰分重量・含量等を測定した。MMと大腿骨の破壊強度、MMの灰分重量・灰分含量は、第1リン酸ナトリウム由来のリン又は低フィチンコーン由来のリンが増加するにつれて直線的に増加(P<.01)した。平均増体日量と骨の特性については、MSP(第1リン酸ナトリウム)区は各コーン区に勝っていた(P<.01)。また、低フィチンコーン区は普通コーン区に勝っていた(P<.01)。

表11 添加リン源及び添加量による肥育豚の成績

飼料区	1	2	3	4	5	6	7
添加リン源	基礎飼料	MSP <sup>1)</sup>		NC <sup>2)</sup>		LPC <sup>3)</sup>	
全リン(%)	0.22	0.28	0.34	0.28	0.34	0.28	0.34
添加リン(%)		0.06	0.12	0.06	0.12	0.06	0.12
平均増体量(g/日/頭)	526	618	740	579	616	638	656
飼料要求率	2.55	2.30	2.24	2.50	2.17	2.34	2.28
MM <sup>4)</sup> 破壊強度(kg)	25	42	54	31	29	34	43
大腿骨破壊強度(kg)	67	129	208	91	91	111	167
MM灰分重量(g)	1.50	2.06	2.47	1.65	1.70	1.79	2.18
MM灰分含量(%)	38.5	42.1	44.2	39.3	41.4	39.8	43.5

1) MSP = 第1リン酸ナトリウム 2) NC = 普通コーン  
 3) LPC = 低フィチンコーン 4) MM = 第3・第4中手骨 + 第3・第4中足骨

G. L. Cromwellらの報告(1998)より作成

傾斜比法に基づくリンの生物学的利用率は、第1リン酸ナトリウムを100%とした場合、普通コーンは22%、低フィチンコーンは77%であった。この結果から、低フィチンコーンのリンは、肥育豚に対して、普通コーンのリンの3倍以上の生物学的利用率があることが示された(表12)。

表12 各種リン源の肥育豚における生物学的利用率 単位：%

リンの供給源	生物学的利用率
第1リン酸ナトリウム	100
普通コーン	22
低フィチンコーン	77

G. L. Cromwellらの報告(1998)より作成

(2)-2 ケンタッキー大学 J. L. Pierceらの報告:

[J. Anim. Sci. 76, Suppl.2,117, 1998]

表題

「肥育豚における低フィチンコーンのリンの消化率と栄養価値」

試験材料

供試とうもろこしの種類は前項[(2)-1]と同じ普通コーンと低フィチンコーンで、そのリンの形態別含量も前項の表10と同じである。

実験1

各区7頭の豚(体重60kg)にそれぞれ次の試験飼料を給与して5日間の消化試験を行った。

1区:澱粉+デキストロス+大豆粕飼料(P 0.18%)

2区:普通コーンで[澱粉+デキストロス]を置き換えた飼料(P 0.36%)

3区:低フィチンコーンで[澱粉+デキストロス]を置き換

えた飼料(P 0.36%)

飼料中のリンの見掛けの消化率は、(1区)25.5%、(2区)37.0%、(3区)46.1%であり、低フィチンコーンを配合した飼料のリンの消化率は、普通コーンを配合した飼料より有意に高かった(P<.01)。この数値から普通コーンと低フィチンコーンのリンの消化率を比較すると、51%対67%となり、低フィチンコーンのそれは明らかに高かった(P<.01)。

また、表13に示すように、同量のリンを摂取しているにも拘らず、低フィチンコーン給与豚のリン排泄量は普通コーン給与豚に比べて有意に少なかった(P<.01)。

表13 普通コーン給与豚と低フィチンコーン給与豚のリンの排泄量の比較

単位：g/日

	リンの摂取量	リンの排泄量
普通コーン	7.0	4.43
低フィチンコーン	7.0	3.85

J. L. Pierceらの報告(1998)より作成

実験2

80頭の豚を供試した(開始時平均体重22.7kg、群飼1ペン2頭、5反復)。試験飼料としては次の2種類4段階の飼料を37日間給与した(終了時平均体重51.0kg)。

① 普通コーン・大豆粕飼料[リン含量4段階:全リン0.59~0.33%、有効リン(計算値)0.35~0.09%].....Ca, Pの調整には第2リン酸カルシウム及び炭酸カルシウムを用いた。

② 低フィチンコーン・大豆粕飼料[リン含量4段階:全リン0.59~0.33%、有効リン(計算値)0.45~0.20%].....Ca, Pの調整は上記と同じ。

飼料中の有効リン算出に用いたリンの生物学的利用率の推定値は、普通コーン20%、低フィチンコーン75%とした。試験結果を表14に示す。

普通コーン飼料区においては、飼料中リン含量のレベルを漸減させることによって、増体量、飼料要求率及びMMと大腿骨の強度に対し2次曲線的な影響を与えた(P<.05)。しかし、低フィチンコーンではそうした影響はかなり少なかったといえる。この結果から、低フィチンコーンの場合は、飼育成績と骨強度を最大にするために、普通コーン使用の場合と比べて飼料中のリン含量を約15%減らしてもよいことが分かった。このことは、肥育豚に対して、低フィチンコーンを給与すれば、普通コーンの場合よりも添加リン源が少なく済み、更にリンの排泄量も減量できることを示している。

(2)-3 ケンタッキー大学 J. L. Pierceらの報告

〔J. Anim. Sci. 77, Suppl.1,145, 1999〕

表題

「低フィチンコーンを給与した肥育前期-後期の豚の飼育成績とリンの排泄」

試験材料

供試コーンの種類は前々項(2)-1と同じ普通(N)コーンと低フィチン(LP)コーンで、そのリンの形態別含量も前々項の表10と同じである。

表14 リン含量4レベルの普通コーンと低フィチンコーンの肥育豚に対する栄養価比較

	普通コーン・大豆粕飼料				低フィチンコーン・大豆粕飼料			
	0.59	0.50	0.42	0.33	0.59	0.50	0.42	0.33
全リン(%)	0.59	0.50	0.42	0.33	0.59	0.50	0.42	0.33
有効リン(計算値)(%)	0.35	0.26	0.18	0.09	0.45	0.37	0.28	0.20
平均増体量(g/日/頭)	808	799	734	615	793	775	784	765
飼料要求率	2.37	2.37	2.44	2.79	2.39	2.54	2.38	2.35
MM <sup>1)</sup> 強度(kg)	90	86	66	41	87	89	85	64
大腿骨強度(kg)	308	301	234	125	332	332	298	208

1) MM = 第3・第4中手骨 + 第3・第4中足骨

J. L. Pierceらの報告(1998)より作成

表15 飼料中のリンの形態別含量と肥育豚の成績及びリン排泄量

飼料	Nコーン飼料						LPコーン飼料					
	1			2			3			4		
期別(フェーズ) <sup>1)</sup>	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
全リン(%)	0.50	0.45	0.40	0.40	0.35	0.30	0.50	0.45	0.40	0.40	0.35	0.30
有効リン(計算値)(%)	0.26	0.23	0.20	0.16	0.13	0.10	0.36	0.33	0.30	0.26	0.23	0.20
平均増体日量(g/d)	850			790			870			840		
飼料要求率	2.94			2.92			2.88			2.88		
M <sup>2)</sup> 破壊強度(kg)	209			157			213			202		
リンの消化率 <sup>3)</sup> (%)	35	27	27	23	20	26	45	49	55	42	42	52
糞中リン含量(乾物%)	2.4	2.7	2.4	2.2	2.1	2.2	2.1	1.8	1.7	1.6	1.7	1.3
糞中リン排泄量 <sup>4)</sup> (g/d)	7.1	9.5	7.6	5.8	7.7	6.3	5.6	6.4	5.5	4.7	5.7	4.5

1) 期別体重...フェーズ(1)28kg, フェーズ(2)52kg, フェーズ(3)85kg

J.L.Pierceらの報告(1999)より作成

2) 第3・第4中手骨 3) 見掛けの消化率 4) 推定値

## 設定条件及び試験結果

1ベン5頭、5反復の条件で、開始時平均体重28kgの子豚に4種類の飼料を給与して体重113kgまで肥育した。飼料はNコーンをベースとするコーン・大豆粕飼料(飼料1及び2)、LPコーンをベースとするコーン・大豆粕飼料(飼料3及び4)である。試験結果を表15に示す。表中の有効リン算出に用いたリンの生物学的利用率推定値は、Nコーン20%、LPコーン75%とした。

表15の成績のうち、Nコーン飼料区では全リン含量を下げることによって増体量が有意に低下( $P<.01$ )、また骨強度も有意に低下( $P<.01$ )したが、LPコーン飼料区では統計的に差がなかった。見掛けの消化率については、LPコーン区はNコーン区に比べて有意に高かった( $P<.01$ )。糞中リン含量(乾物%)は、各フェーズにおいてLPコーン区はNコーン区よりも有意に低く( $P<.01$ )、1日当りの糞中リン排泄量(推定値)でも同様に有意な差を示した( $P<.01$ )。有効リン含量が同じ飼料1と飼料4を比較しても、LPコーン区はNコーン区よりも排泄リン量が35~40%程度少なかった。この結果から、LPコーン飼料はNコーン飼料に比べて全リン含量を20%少なくしても、肥育前期-後期の豚に対して飼育成績や骨強度に影響を及ぼすことなく、明らかにリンの排泄量を減少させ得ることが示された。

## 5 | 低フィチンコーン利用の経済性

低フィチンコーンと普通コーンとの非フィチンリン含量の差をみると、F. Yan ら(2000)のデータでは、0.14%(0.17-0.03)、G, L, Cromwell ら(1998)のデータでは、0.13%(0.18-0.05)と、ほぼ同じ程度の差がある。この例を用いて、配合飼料に通常利用される第2リン酸カルシウムでこの差を補うとすれば、その添加量は、 $0.13/0.18=0.72\%$ 、或は、 $0.14/0.18=0.78\%$  となる。(計算

を単純化するために、とうもろこしの非フィチンリンと第2リン酸カルシウムのリンの利用率は同じと仮定して計算している.....実際はこの点は検討しておく必要がある。)

米国の飼料業界ではこの含量差(メリット)をどのように評価しているかについて次のような試算がある。

栄養メリット	8¢/bu (¥377/ton)
栄養+環境メリット	10¢/bu (¥472/ton)
栄養+環境メリット+	15¢/bu (¥708/ton)
総合メリット	40¢/bu (¥1,888/ton)

(換算レート: \$=¥120)

ケース については、日本では考えにくいだが、米国での土壌浸食の激しい地帯などではかなりの環境メリットが期待出来るのかも知れない。ケース ~ に示された数値程度のメリットは、上記の計算からもほぼ妥当な数値と思われる。

## 6 | 今後の展望

米国では、この低フィチンコーンは、フィターゼの普及との相乗効果によって、フィチンといういわば未利用資源の活用という観点もあって、2~3年で急速に普及すると見られている。

この開発をベースとして今後次のような開発が、連鎖的に進められると見られる。

混合型VEC...ハイオイル・低フィチンコーン、高栄養・低フィチンコーン

このタイプのとうもろこしの開発はイリノイ大学などで既に始まっている。

(関連文献:M. W. Douglasら:Poultry Sci. 78, 1586-1591, 2000)

他品種穀物での低フィチン種の開発...米、大麦、小麦等 出典:USDA-ARS News & Information, May, 1998)

また、大豆についても米国農務省や各大学(パーデュー大学、テネシー大学等)が開発を手がけている。

## 協会の活動紹介(2001年7月・8月・9月)

### 7月 第三回高付加価値穀物会議、 コーンチームのダウアグロサイエンス社訪問



7月ダウアグロサイエンス社のサンディエゴにあるマイコジエン研究所を訪問した、とうもろこしチーム（上列左から3番目：ガイ・カーデナー博士）

### 7月末 大麦チームのモンタナ州訪問



7月末にワシントン州とモンタナ州を訪問した大麦チーム



バドワイザー社の大麦試験圃場にて

### 8月 高輪プリンスホテルでのアメリカ食品商談会 (8月27日)



当日はおよそ300名のプリンスホテル関係者が来訪し、ホワイト・ソルガムに多くの関心が寄せられた



新素材ホワイト・ソルガムを真剣に見つめるプリンスホテルのシェフ



8月27日に高輪プリンスホテルで開かれた「アメリカ食品商談会」におけるホワイト・ソルガムのブース。話題の東ハト「The GRAIN」が注目を集めた

### 9月 USGC バイオテック情報会議 (シンガポール 9月4~7日)



中国、韓国、台湾他、アジア諸国の政府、学者、メディア等、約70名の参加者を得て開催された



日本チーム代表として講演する食品科学広報センター代表 正木英子氏

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

U.S. GRAINS  
COUNCIL

〒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。