

NETWORK

2001年4月

第20号

アメリカ穀物協会ニュースレター

INDEX

はじめに

アメリカ高付加価値と
とうもろこしの
飼料給与と利点

第三ミレミアムに
期待される穀物

第三回 高付加価値 穀物国際会議 (VEG III) ポートランド での開催の お知らせ

アメリカ穀物協会は標記会議をオレゴン州ポートランドにて、7月22日から25日に開催致します。今日のとうもろこし、大麦そしてソルガムをめぐる様々な問題、新しい情報が話し合われる予定です。詳しくは当協会ホームページ (<http://www.grains.org/> 英語)をご参照下さい。

とうもろこし、大麦そしてソルガムの関係業界からの参加希望、お問い合わせは、下記へお願い致します。

アメリカ穀物協会
日本事務所
坂下、または星沢
(Tel)
03-3505-0601
(Fax)
03-3505-0670

アメリカ高付加価値穀物 アメリカ畜産学会で見るその利点

はじめに

2001年春を迎えた今日、スターリンク・コーンをめぐる問題が引き続き影を落とし、よりすみやかな解決へ向けてのとうもろこし業界内、政府間での話し合いが続いています。

米国は、米国産とうもろこしの流通経路の全てを対象にスターリンクを特定するための措置を引き続き実施しています。アメリカでは、2000年収穫分のスターリンクの98%以上が昨年末の時点で既に、特定され、回収され、米国内で承認されている用途へと回されています。1998 / 1999年収穫のスターリンクの残余分やまだ特定されていない2000年収穫分はごくわずかであり、スターリンクが米国産コモディティ・コーンに混入される危険は、既に最小限に抑えられています。

全米とうもろこし生産者組合 (NCGA) は農家に対して2001年に売られるすべての品種の種について、スターリンクが存在しないことを検査で証明するよう種会社に要求せよ、“買う前に検証せよ!”と訴えています。(<http://www.ncga.com/11biotechnology/main/index.html>)

USDAが推奨する種子検査計画を要求することが、2001年収穫の無傷を確保するための第一歩なのです。アメリカ種子取引協会 (ASTA) の加盟企業である全米の種会社では、今春畑に播かれる種をアメリカ環境保護局により定められたガイドラインに沿ってテストすることが求められています。(<http://www.amseed.com/>)

アメリカ穀物協会 (USGC)、米国のとうもろこし生産者、及び農業関連の当協会メンバーは、スターリンクの問題は恒常的なものではないと考えています。ですが当協会は今後も、未承認の遺伝子組換えとうもろこし品種の日本への輸出がどのような結果を招いたかについて協会メンバーに知らしめていくつもりです。

当協会は、これまでのアメリカと日本の固い絆によって培われてきた合理的で効率的な貿易基盤を高く評価し、引き続き維持してゆけるよう希望いたします。そのためには、科学的根拠のない過大な規制を避け、適正な許容範囲を設けることを検討することが重要であると考えます。

アメリカ穀物協会は、高品質で信頼性の高い安全な食物を日本の皆様へ安定的に供給できるよう、日米間の極めて重要なパートナーシップを維持し、促進し、強化するために、今後とも努力してゆく所存です。

本誌では、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レポートをここにご紹介いたします。

本レポートの内容は、作成者独自の調査、情報及び経験・意見に基づき作成されたものですが、当協会が今後、飼料分野の活動を推進して行く上でも影響を与えてくれるものと考えております。

アメリカ高付加価値とうもろこしの飼料給与と利点

日本畜産技術士会 飼料プロジェクトチーム
技術士・農学博士 木村 信照

高付加価値穀物の需給は、近年急ピッチに進展しており、中でも、飼料原料用としての高付加価値とうもろこしのうち、ハイオイルコーンと高栄養コーンの作付面積は年率10%台の増加を示している。

本誌第4号(1994年4月)でハイオイルコーンの解説を掲載して以来、アメリカ高付加価値とうもろこしについてはハイオイルコーン、ワキシーコーン、高栄養コーンなどの利用拡大、市場開拓、生産現地報告と、種々の側面からそのプロフィールを紹介してきた。

価値の連鎖(バリュー・チェーン)という言葉で、高付加価値穀物の開発理念を説いたアメリカ穀物協会坂下副代表の解説が本誌第12号に見られるが、この理念に沿って、最終消費者畜産食品加工者 家畜生産者 飼料製造者 穀物流通者 穀物生産者という一連のチェーン上ですべての単位に対してそれぞれバリューを付加したという点では、ハイオイルコーンと高栄養コーンは代表的な開発品種と言えるであろう。今回の内容は、そうした切り口から家畜に対する給与試験データや給与の利点などを含め、多角的な研究内容の紹介と解説を試みた。例えば、新顔として登場したハイオイル高オレイン酸コーンによる肉質改善の研究や、最近ヒトの健康に有効な生理活性が注目され始めている共役リノール酸リッチな健康牛乳、健康ステーキなどをハイオイルコーン給与で作り出そうという、消費サイドの要請にストレートに対応するような先端的研究の数々を紹介する。ここに紹介するものは、すべて最近4年以内にアメリカ畜産学会全米大会で発表されたもので、Journal of Animal ScienceのVol. 75, Suppl. 1(1997), Vol. 76, Suppl. 1,2(1998), Vol. 77, Suppl. 1(1999), Vol. 78, Suppl. 1,2(2000)より引用し、図表はすべて筆者が独自に作成したものである。

1 高付加価値とうもろこしの加工・保存特性

新品種とうもろこしの成分とフレーク加工特性

テキサス工科大学と、バイオニア・ハイブリード・インターナショナル社は、ハイブリッドとうもろこしの成分とフレーク加工特性との関係を、開発中の12品種について研究した。その結果、フレーク加工に要する電気エネルギー量、加工必要時間、フレークの砕け指数が明らかに優れた品種が確認された。フレークの砕けが最も少ない品種は、粗蛋白質と粗脂肪の含量が12品種中で最も高かった。フレーク加工に関係するデンプンの性状や、硫化物の含量なども分析された。

ハイオイルコーンの粉碎方法、粒度と利用性

ハイオイルコーンは普通とうもろこしに比べて粉碎が容易で、またダストの発生が少ないことが知られている。カンザス州立大学で、とうもろこしの品種と粉碎方法、粉碎粒度が子豚の飼育成績に及ぼす効果を試験した。体重6.5kgの離乳豚384頭に、普通とうもろこしまたはハイオイルコーンを、ハンマーミルまたはローラーミルで中程度(771ミクロン)または微粉(474ミクロン)に粉碎し、とうもろこし油で粗脂肪含量を一定にしたペレット状の飼料を33日間給与した。その結果、粉碎方法は飼育成績に影響しなかった。とうもろこしの種類によって、増体量は影響されなかったが、これは粗脂肪含量を同一にしたためであろう。ハイオイルコーン区では7から14日の期間で飼料効率(増体量/摂取量)が高かった。しかしこれは14から33日の期間、および全期間では差が無かった。0から7日の期間では、飼料の粒度が細かい方が飼料摂取量と1日増体量が多く、普通とうもろこしでは微粉碎すると飼料効率が改善されたが、ハイオイルコーンでは中粉碎でも微粉碎と同等の飼料効率を得られた。全期間の給与結果を表1に示す。全期間で見ると粉碎粒度は、増体量、飼料摂取量、飼料効率に影響しなかった。

表1 ハイオイルコーンの粉碎方法と離乳子豚による利用性

粉碎方法	ハンマーミル				ローラーミル				SE
	普通とうもろこし		ハイオイルコーン		普通とうもろこし		ハイオイルコーン		
粉碎粒度	中	微粉	中	微粉	中	微粉	中	微粉	
全期1日増体量, g	500	501	517	517	515	510	498	509	10
全期1日飼料摂取量, g	642	623	639	647	621	635	631	647	14
飼料効率(増体量/摂取量)	.779	.804	.809	.799	.829	.803	.789	.787	.17

カンザス州立大学 McKinney氏らの報告(2000年)より



ハイオイルコーンのダメージと豚による栄養価値

テネシー大学で、普通とうもろこしとハイオイルコーン、および保存中に虫食いの生じたダメージハイオイルコーンの栄養価値を比較した。1,000粒の重量はハイオイルコーンが普通とうもろこしに比べて重く(355g対272g)、虫食いのハイオイルコーンが最も軽かった(238g)、また虫食いのハイオイルコーンは完全粒が少なく、破碎粒や屑が多かった。このような低品質にもかかわらず、ダメージハイオイルコーンの総エネルギー(GE)含量はハイオイルコーンと差はないが若干高く(4,081、3,866 kcal/kg)、普通とうもろこし(3,562 kcal/kg)よりも高かった。粗蛋白質含量はハイオイルコーン、ダメージハイオイルコーン、普通とうもろこしの順に多かった(9.1、8.9、7.6%)。育成豚による代謝試験では、蛋白質の見かけの消化率はハイオイルコーンが最も高く(85.2%)、ダメージハイオイルコーンが最も低かった(81.3%)。豚の可消化エネルギー(DE)含量はダメージハイオイルコーンが最も高く(3,788kcal DE/kg)、次いでハイオイルコーン(3,658 kcal DE/kg)、普通とうもろこし(3,314kcal DE/kg)の順であった。このようにハイオイルコーンの昆虫によるダメージ品は、蛋白質の質と利用性を下げるが、可消化エネルギー含量への影響は少なく、育成豚の飼料において普通とうもろこしとの置き換えは十分に可能であろう。

にあり、特に高リジンとうもろこしは普通とうもろこしよりも高かった。蛋白質の見かけの消化率は、とうもろこしの品種による差が見られなかった。また蛋白質の真の消化率も品種による差がなかった。

ハイオイルコーンの肉豚に対する給与

ハイオイルコーンは普通とうもろこしと比べて、脂肪含量が約2倍、必須アミノ酸含量が約1割多い。ハイオイルコーンを豚に給与した試験結果は、数多く報告されている。一般に、高エネルギー飼料を給与している場合は、ハイオイルコーンがその他のエネルギーやアミノ酸成分の代替となり、飼料コストを下げることができ、低エネルギー飼料を給与している場合は、ハイオイルコーンがエネルギーや栄養度を高め、発育などの飼育成績を高める結果となっている。また飼料中の油脂含量が同じであれば、ハイオイルコーンを使用した方が油脂添加飼料よりもダストの発生や飼料の取り扱い性向上(固まり発生の減少など)の利点がある。

2 豚に対する高付加価値とうもろこしの給与試験

各種高付加価値とうもろこしの育成豚による消化率

ミシガン州立大学、イリノイ大学、FAFミナテック社による共同研究で普通とうもろこし、ワキシコーン、ハイオイルコーンおよび高リジンとうもろこしの豚に対する栄養価値の比較研究が行われた。消化試験の結果を 表2 に示す。でんぷんの小腸(回腸)消化率は各種高付加価値とうもろこしが高い傾向



表2 肉豚による各種高付加価値とうもろこしの栄養成分の消化率

測定項目	普通とうもろこし	ワキシコーン	ハイオイルコーン	高リジンとうもろこし	SEM
でんぷんの小腸消化率,%	88.0a	91.6	91.2	94.7b	0.996
蛋白質の見かけの消化率,%	62.4	61.4	63.6	61.6	2.65
蛋白質の真の消化率,%	76.0	75.9	78.9	76.2	2.78

a, b: P<0.05

ミシガン州立大学Andersen氏らの報告(2000年)より作成

アメリカ高付加価値とうもろこしの飼料給与と利点

(その1) 育成・肥育豚に対するハイオイルコーンの給与事例

バーデュ大学で行われた、育成・肥育豚に対するハイオイルコーンの給与事例を紹介する。176頭の離乳子豚を用い、113kgの出荷体重になるまで飼育した。結果を 表 3 に示す。ハイオイルコーン給与区では、育成期の飼料摂取量が少ない傾向と、増体量が多い傾向があり、その結果飼料効率が3.8%改善された。肥育期では増体量は変わらなかったが、飼料摂取量が少なく、その結果飼料効率が8.1%改善された。出荷体重到達日数に差はなかったが、全期間で飼料効率が8.4%改善された。

(その2) 離乳・育成豚に対するハイオイルコーンの雌雄分離給与

ウィスコンシン大学では、普通とうもろこしとハイオイルコーンの飼料効率と豚の発育について試験した。各43頭ずつの雌豚と去勢豚(いずれも約3週齢、体重7.9kg)を体重が約63kgになるまでの離乳・育成期を雌雄分離で飼育した。全期間の飼育結果を 表 4 に示す。雌雄を合計した全供試豚の結果では、ハイオイルコーン給与により飼料効率は3%低下したが、増体量は9%多かった。雌雄で比較すると、雌豚では飼育成績が飼料によって変わらなかったが、去勢豚ではハイオイルコーンの給与で明らかに(17%)増体量が増加した。ハイオイルコーンの給与は、豚の雌雄分離飼育の技術を導入している養豚場で、より大きな利益が得られるであろう。

(その3) 肥育豚に対するハイオイルコーンの給与成績と

豚舎内ダストの発生量

南ダコタ州立大学で、ハイオイルコーンの育成・肥育豚に対する飼育成績と豚舎内ダストの発生量を調べる試験が行われた。200頭の雌豚(体重22.7kg)を用いて、3期間(体重41kgおよび77.3kgで飼料切り替え) 109kgの出荷体重に到達するまでマッシュ状飼料を給与した。これらは独立した換気装置を持つ豚房で飼育し、2週間毎にダスト発生量を測定した。育成期はハイオイルコーン給与区の発育と飼料効率が、普通とうもろこし給与区よりも優れた。肥育前期、肥育後期および全期間では、肥育成績および超音波による背脂肪の厚さに差はなかった。しかしハイオイルコーン区でロース芯面積が小さい傾向があったが、これはリジンとカロリーの比率を補正することで改善することができた。ハイオイルコーン給与区の豚房内ダストの発生量は、普通とうもろこし給与区の豚房よりも2回の試験で40%および37%少なかった。

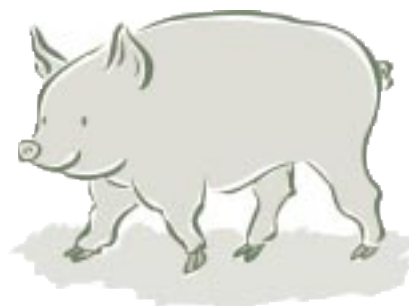


表 3 育成・肥育豚に対するハイオイルコーンの給与成績

測定項目	普通とうもろこし	ハイオイルコーン	差	
育成期 (22-68kg)	1日飼料摂取量, g	2,100	2,060	P<0.15
	1日増体量, g	824	839	P<0.15
	飼料効率	0.392	0.407	P<0.15
肥育期 (68-113kg)	1日飼料摂取量, g	3,320	3,120	P<0.025
	1日増体量, g	905	915	P<0.50
	飼料効率	0.272	0.294	P<0.025
113kg到達日数	162.2	159.3	P<0.62	

バーデュ大学Kendall氏らの報告(2000年)より作成

表 4 離乳・育成豚に対するハイオイルコーンの給与成績

測定項目	普通とうもろこし	ハイオイルコーン	有意差
飼料効率: 全供試豚	0.40	0.39	なし
1日増体量: 全供試豚, kg	0.47	0.51	なし
: 雌豚のみ, kg	0.48	0.48	なし
: 去勢豚のみ, kg	0.46	0.54	あり(p<0.05)

ウィスコンシン大学Ricci-Simon氏らの報告(1998年)より作成

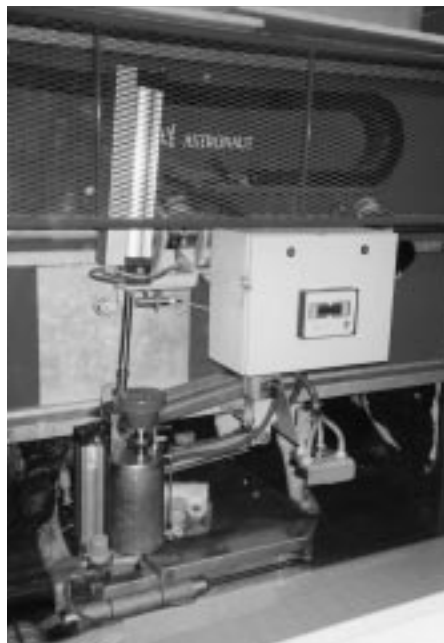


3 乳牛に対する高付加価値とうもろこしの給与

乳牛に対する高リジンとうもろこしの評価

乳牛の産乳性に対する第1制限アミノ酸はリジンであることが知られている。また高リジンとうもろこしは、一般に第1胃内でのでんぶんの消化率が高いが、全消化管でのでんぶんの見かけの消化率が高いとは限らず、実際の乳牛への給与では粗飼料条件などで異なった結果が出る。

南イリノイ大学で、粗飼料を普通とうもろこしのサイレージまたは高リジンとうもろこしのサイレージ、穀物を普通とうもろこしまたは高リジンとうもろこし、の組み合わせによる飼料の給与で消化性に関する試験をした。普通とうもろこしサイレージ給与の結果を 表 5 に示す。穀物トウモロコシの品種による差をみると、穀物高リジンとうもろこしの給与で第1胃内アンモニア濃度が低く、蛋白質の利用性を高めること、糞中排泄とうもろこし粒数が少ない傾向があることが示された。見かけの粗蛋白質、でんぶん、中性デタージェント線維(NDF)、酸性デタージェント線維の消化率、および第1胃pHで差がみられなかった。これらは、全消化管内での各成分の利用性に差はないが、第1胃内の菌体蛋白質合成量が高リジンとうもろこしで多いことを示唆している。また同時に行った試験によると、高リジンとうもろこしはサイレージとして乳牛に給与するとさらに効果的で、飼料全体の乾物、でんぶん、蛋白質の利用性を高めた。



北海道の農場で使用される採乳ロボット。畜産技術は日進月歩で機械化されている。

各種報告では現在のところ、第1胃発酵を逃れて下部消化管へ到達するリジンの量は、普通とうもろこしと大差ない。このように高リジンとうもろこしの乳牛への給与の利点は、直接リジンを補給する効果よりも、むしろ第1胃内可消化でんぶん量が多いため、第1胃内分解窒素成分が有効に菌体蛋白質に変換することにあると考えられる。

乳牛に対するハイオイルコーン給与の意義

とうもろこしの成分組成上、でんぶんが油脂に置きかわると、一定の土地面積あたりからのエネルギー収穫量が高まることになる。ハイオイルコーンは、形態的には胚芽が大きく、油脂含量が高い(普通とうもろこしの約2倍)ため飼料に対する油脂の容易な補給法となる。またハイオイルコーンは内胚乳が少なく、そのためでんぶん含量が普通とうもろこしよりも少ない。ハイオイルコーンは普通とうもろこしに比べて、一般に乾物とエ

ネルギーの消化率が3~4%高い。乳牛が暑熱ストレス状態のときは、飼料中のでんぶんに油脂に置きかえることにより、熱量増加を軽減して産乳性を高めることができるので、このような条件ではハイオイルコーンが有利である。ハイオイルコーンは、第1胃内でその油脂は発酵せず、またでんぶんが少ないため微生物数が少なくなることがある。そのような場合には、適当なでんぶん源を補給すると第1胃内微生物数が増加し、成績がさらに向上することが多い。

表 5 乳牛による高リジンとうもろこしの利用性

	粗飼料：普通とうもろこしサイレージ		差
	穀物：普通とうもろこし	高リジンとうもろこし	
見かけの消化率：乾物,%	67.5	58.8	あり(P=0.03)
：NDF,%	51.1	34.2	なし(P=0.22)
：でんぶん,%	87.1	83.7	なし(P=0.87)
第1胃内アンモニア濃度,mg/dl	14.2	9.9	あり(P=0.04)
糞中とうもろこし粒数	41.3	37.6	なし(P=0.22)

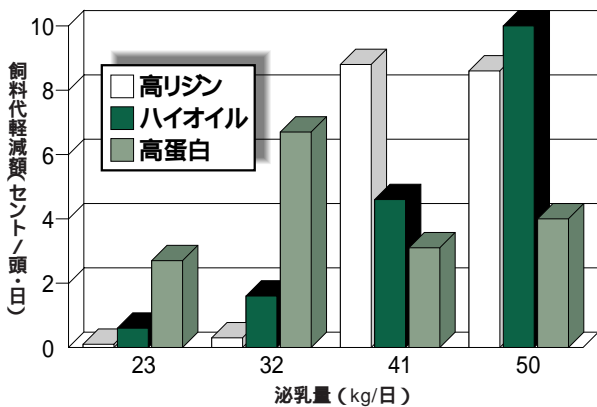
南イリノイ大学Beek氏らの報告(1998年)より作成

アメリカ高付加価値とうもろこしの飼料給与と利点

乳牛による各種高付加価値とうもろこしの経済効果

米国コンソリデイトド・ニュートリション社のダドー氏は、各種高付加価値とうもろこしの乳牛に対する多くの試験成績を集計し、その経済性の検討を行っている。普通とうもろこし、高リジンとうもろこし、ハイオイルコーン、高蛋白とうもろこしの4種類のとうもろこしの比較結果を紹介する。アルファルファサイレージ、とうもろこしサイレージ、穀物とうもろこし、大豆粕、バイパス蛋白源、タロー、バイパス油脂源、ビタミン・ミネラルを給与飼料のモデルとして用い、乳牛の泌乳能力別に1kgの牛乳生産に要する飼料コストを算出した。図1は各高付加価値とうもろこしの使用による、普通とうもろこし使用と比べた1日1頭あたり飼料コストの軽減額を示した。

図1 各種高付加価値とうもろこし給与による牛乳生産飼料コストの軽減額



注) 普通とうもろこしに対する1日1頭飼料代の軽減額
Consolidated Nutrition社 Dado氏の報告(1998年)より作成

高付加価値とうもろこしは、高泌乳牛および採食量の低下した牛に給与するための、栄養濃度の高い飼料を調製する時に経済効果を発揮する。泌乳量が低から中程度の乳牛(1日23から32kg程度)に対しては、高蛋白とうもろこしが最も有利である。この泌乳レベルでは高リジンとうもろこしやハイオイルコーンの価値は低い(1日1頭で、せいぜい12セントの節減効果)。高リジンとうもろこしの給与は高泌乳牛(1日41kg程度)で最も有利であり(8.8セントの節減効果)、ハイオイルコーンの給与は高泌乳になるほど有利で、最高泌乳牛(1日50kg程度)で最も有利となる(10.0セントの節減効果)。

4 肉牛に対する高付加価値とうもろこしの給与試験

肉牛に対する高リジンとうもろこし給与の意義

アメリカの一般的な肉牛肥育法では、仕上げ期に摂取する蛋白質の50~60%は穀物とうもろこし由来である。また他の家畜と同様に、肉牛においても第1制限アミノ酸はリジンであるとされている。高リジンとうもろこしはリジン含量が高く、その蛋白質はグルテリンであり、普通とうもろこしのツェインよりも第1胃内での分解が早い。またでんぷんの構造が緩やかなため、第1胃内でその分解も早い。高リジンとうもろこしの肉牛給与では、増体量の増加や飼料効率の向上などがみられる試験結果が多い。第4胃に流入するリジンの量は普通とうもろこし給与時と大差ないことから、これらの効果は第1胃内ででんぷん分解量の増加による、エネルギー効率の改善効果であると考えられる。

肉牛に対するハイオイルコーン給与の意義

ハイオイルコーンは、普通とうもろこしに比べて胚芽部分が大きいので、油脂含量がかなり高く、また粗蛋白質も多い。一方内胚乳部が少ないため、でんぷん含量が低い。この油脂中には不飽和脂肪酸であるリノール酸が多く、またビタミンEの一種であるトコフェロール含量が高い。

肉牛に対するハイオイルコーンの給与では、でんぷんの過剰摂取による第1胃内発酵不全に起因する乳酸アシドーシス、食滞、鼓脹症等の発生防止やこれらが原因となる生産性低下の軽減効果、および肉質の改善効果が期待されている。一般にアメリカの肉牛肥育では、飼料への油脂添加がなされるので、エネルギー価値以外の肥育牛に対するメリットがない限りハイオイルコーンが有利になることは少ない。

肉牛に対する給与試験では、ハイオイルコーン給与により飼料摂取量が減少し、増体量も減少傾向で、飼料効率は普通とうもろこしと差がない、という結果が多い。これは代謝上の脂質要求量を肉牛は飼料摂取量で調整するために、ハイオイルコーンの摂取量が減少するものと考えられている。肥育結果では、枝肉の脂肪交雑がハイオイルコーン給与で高いことが知られており、今後肉質改善上での経済メリットが追及されていくものと思われる。



肉牛に対するハイオイルコーンの給与試験

(その1)肉牛によるハイオイルコーンの消化率と肥育成績

オプティマム・クオリティ・グレインズ社とアイダホ大学は共同研究として、ハイオイルコーンの肥育牛による消化試験および肥育試験を行った。体重399kgのアンガスおよびアンガスの交雑種去勢牛80頭を、カラゲートを用いて112日間個体飼育した。試験の結果を 表6 に示す。

ハイオイルコーン給与区では飼料摂取量がわずかに多く、増体量は明らかに多かった。そのため飼料効率は5.7%改善された。飼料全体と穀物とうもろこしの増体用正味エネルギー(NEg)含量はハイオイルコーンで高い傾向を示した。

(その2)ハイオイルコーン給与牛の肉質

ハイオイルコーンの肉牛給与のメリットとして、肉質の向上が多く報告されている。

例えばアイダホ大学の試験では、ハイオイルコーン給与で枝肉重量、歩留まり、背脂肪厚、ロース芯面積、腎脂肪重量等に差はなかったが、脂肪交雑が普通とうもろこし給与よりも有意に高く(P<0.05)、格付もUSチョイス級の割合が高かった(78%対47%)、また枝肉脂肪では、リノール酸を中心とする不飽和脂肪酸の割合と含量が高くなった。



米国、ノースダコタ州のフィードロット

各地で生産されたハイオイルコーン給与牛肉のステーキ200枚の食味性について、ジョージア大学、オクラホマ大学、オプティマム・クオリティ・グレインズ社が共同で研究した。結果を 表7 に示す。ハイオイルコーン給与牛のステーキ肉は、普通とうもろこし給与牛に比べ、食味試験で多汁性があり、また柔らかかった。剪断力価はハイオイルコーン区が低かった。なおハイオイルコーン給与区では、USチョイス級に格付されなかった枝肉のステーキ肉で、牛肉フレーバー評価値が低かった。

表7 ハイオイルコーン給与牛肉ステーキの食味性

測定項目	普通とうもろこし給与牛	ハイオイルコーン給与牛	差
多汁性	4.71	4.97	P<0.02
やわらかさ	5.20	5.42	P<0.02
剪断力価, kg	3.77	3.66	P<0.06

注 多汁性、柔らかさは値が高いほど好ましい、剪断力価は値が低いほど柔らかい、ことを示す。ジョージア大学Dukett氏らの報告(2000年)より作成

ハイオイルコーンは各種トコフェロール(ビタミンE)含量が高い。肉牛の肥育において、ビタミンEを添加した飼料を給与することにより、肉色の褐変等が少なく日持ちの良い牛肉の生産が可能であることが知られている。そこでハイオイルコーン給与牛肉の保存性について、南ダコタ州立大学とオプティマム・クオリティ・グレインズ社は共同で、ハイオイルコーン給与による牛肉中のビタミンE含量と、牛肉の保存性に対する効果を調べた。結果の一部を 表8 に示す。ハイオイルコーン中のトコフェロール含量は、いずれも普通とうもろこしに比べて明らかに高く、またそれを156日間給与した去勢牛のリブロース中のトコフェロール含量は、いずれも普通とうもろこし給与牛よりも明らかに高かった。屠殺35日後の輸出用冷蔵パッケージ品のパネルテストによるハイオイルコーン区の肉の退色は、明らかに遅くなり商品寿命が約2日間延長した。冷蔵保存8日後に測定した、肉の酸化度合いを示すTBRS値はハイオイルコーン給与区で明らかに低かった。

表6 肉牛に対するハイオイルコーンの給与成績

測定項目	普通とうもろこし	ハイオイルコーン	有意性(P)
1日増体量, kg	1.66	1.79	0.03
1日飼料摂取量, kg	10.58	10.81	0.26
飼料効率	0.157	0.166	0.06
飼料全体のNEg, kcal/g	1.34	1.40	0.12
とうもろこしのNEg, kcal/g	1.50	1.57	0.13

オプティマム・クオリティ・グレインズ社Owens氏らの報告(2000年)より作成

アメリカ高付加価値とうもろこしの飼料給与と利点

(その3)子牛や放牧牛に対するハイオイルコーンの給与

離乳30日後の去勢育成牛を用いたパーデュー大学のハイオイルコーン給与試験では、発育と飼料効率がやや良い傾向にあったが、普通とうもろこし給与区との間に有意な差は見られなかった。放牧中の未経産牛に対する穀物とうもろこしの補助給与をしたワイオミング大学の試験結果では、ハイオイルコーンの場合、普通とうもろこし補給に比べて、プロムグラスの消化性を低下させた。

5 ハイオイルコーンの給与と肉質の改善及び健康畜産物の生産

ハイオイルコーンの給与では、普通とうもろこしの給与に比べ、豚や肉牛の飼育成績を改善するが、肉質上特に体脂肪の軟化が問題とされることがある。これはハイオイルコーンに多く含まれるリノール酸の影響を受けて、体脂肪中の不飽和脂肪酸割合が高まり、融点が低くなるためとみられている。一般にリノール酸の多い肉では、豚肉ではハムやソーセージに加工した場合の締まりや口触りが劣る、また牛肉では肉の締まりや風味が劣るとされている。そこで、ハイオイルコーン給与時のこのような肉質問題を解決するために、さまざまな研究がなされており、その成果は実用化されようとしている。

また牛肉には、鶏肉や豚肉よりも飽和脂肪酸が多く含まれている。飽和脂肪酸は心疾患との関連性が指摘され、牛肉多食の米国などでは近年、健康上の理由から牛肉の摂取を控えようとする人が多くなっている。牛肉の消費量が米国やカナダで減少しているのは、これの影響によるところが大きく、そこで牛肉の消費キャンペーンのためにも、牛肉の飽和脂肪酸をいかに少なくし(不飽和脂肪酸をいかに多くし)、健康上好ましい牛肉を生産するか、という研究が盛んである。この問題解決法として、不飽和脂肪酸の多いハイオイルコーンの肉牛への給与

が注目されている。

さらに牛は第1胃内発酵により、共役リノール酸を生産するが、最近これが高脂血症や脂肪蓄積の抑制効果、制ガン効果などヒトの健康上で注目すべき生理作用を持つことが明らかにされている。共役リノール酸とはリノール酸の位置異性体および幾何異性体の総称であり、食品中では牛乳や牛肉に最も多く含まれている脂肪酸である。最近、日本でもその生理活性について研究が始まっている。牛による共役リノール酸の生産は、ハイオイルコーンの給与に関連しており、健康牛乳、健康牛肉の生産手法の一つとしてアメリカで盛んに研究が進められている。

ここでは、ハイオイルコーン給与時の肉質改善法およびハイオイルコーン給与による健康畜産物の生産技術について紹介する。

ハイオイルコーン給与時の豚肉質の改善

(その1)ハイオイル高オレイン酸コーンの給与による

豚の肉質改善

ハイオイルコーン給与時の豚肉締まりの改善策として、近年作出されたハイオイル高オレイン酸コーンの給与が有効であることが判明している。一般のハイオイルコーンは2価の不飽和脂肪酸であるリノール酸(C18:2)が多いのに対し、この品種は1価の脂肪酸であるオレイン酸(C18:1)が多い。オレイン酸はリノール酸よりも不飽和度が低いため脂肪の融点が約20度高く、そのためハイオイル高オレイン酸コーンの給与により、豚肉脂肪の融点上昇が予測できる。

パーデュー大学で行われた、ハイオイル高オレイン酸コーンの給与による豚の肥育成績と肉質検査結果の一部を 表9 に示す。ハイオイルコーン区、ハイオイル高オレイン酸コーン区、普通とうもろこし区、および飼料のエネルギーレベルを揃えるため普通とうもろこしにホホワイトグリースを添加した区を設定

表8 ハイオイルコーンの給与が牛肉中のビタミンE含量と保存性に及ぼす効果

測定項目	普通とうもろこし	ハイオイルコーン	差
とうもろこし中			
-トコフェロール,mg/kg	3.72	11.43	P<0.05
-トコフェロール,mg/kg	1.95	5.38	P<0.05
リブローズ中			
-トコフェロール,mg/kg	1.66	2.49	P<0.05
-トコフェロール,mg/kg	0.18	0.34	P<0.05
肉の酸化度(TBRS), mg/kg	1.059	0.548	P<0.05

注)TBRSは高いほど肉の酸化が進んでいることを示す。

南ダコタ州立大学Johnson氏らの報告(2000年)より作成





し、224頭の雌豚を体重25kgから115kgまで自由摂取で肥育した。その結果、飼料摂取量はハイオイル高オレイン酸コーン区が多く、増体量はエネルギーレベルの低い普通とうもろこし区で劣った。飼料要求率は普通とうもろこし + ホワイトグリース区が優れた。肉質に関して、ロース芯面積、背脂肪厚、ドリップロス、脂肪交雑、肉中の脂肪含量、肉色の比色値、ロースの肉色、ロースの締まりに飼料による影響はなかったが、バラの締まりがハイオイルコーン区で最も劣ったのに対し、ハイオイル高オレイン酸コーン区で最も優れていた。

(その2)ハイオイルコーン給与時の共役リノール酸給与による豚の肉質改善

ハイオイルコーン給与時に生じる豚肉の締まり低下に対して、共役リノール酸の給与が有効であることが最近報告され始めた。アイオワ州立大学では共役リノール酸(CLA)を60%含む油脂を各種とうもろこし飼料に1.25%添加して、肉質への影響を研究している。普通とうもろこし + CLA区、ハイオイルコーン区、ハイオイルコーン + CLA区、普通とうもろこし + ホワイトグリース区、普通とうもろこし + ホワイトグリース + CLA区の5区を設定した。普通とうもろこし区以外は飼料のエネルギーレベルが同じである。体重55kgの雄豚48頭を用い、113kgまで肥

育した。第10肋骨の背脂肪厚は、飼料エネルギーレベルが低い普通とうもろこし区が、他の区よりも薄かった。CLA給与豚のバラは、他の無給与豚よりも締まりが明らかに(P<0.001)良かった。ハイオイルコーン給与豚は普通とうもろこし給与豚よりもバラが柔らかかった(P<0.03)が、ハイオイルコーンにCLAを添加した区は普通とうもろこし区よりもやや(P<0.13)締まりが良く、普通とうもろこしにCLAを添加した区よりも締まりが劣った(P<0.03)。

共役リノール酸給与による豚の肉質改善その他の効果

肉締まりは豚肉の加工において、ハムやソーセージ等の加工品の歯ごたえや風味、見栄え等に影響するので重要である。この観点から豚肉の締まり改善のために、ハイオイルコーンの給与とは別に、共役リノール酸(CLA)の飼料添加による肉質への影響が、パーデュー大学で調べられた。CLAの給与により、飼料摂取量は減少したが、発育と飼料効率は変わらず、バラとロースの締まりが改善された。またロースの脂肪交雑が高く、ロース芯面積が大きく、肉色が濃く、背脂肪が薄くなる傾向があった。結果の一部を 表 10 に示す。このように肥育期の肉豚に対するCLAの給与が肉質を改善することは明らかであったが、肥育後期だけの給与でも効果が現れた。

表 9 ハイオイル高オレイン酸コーン給与による豚の肥育成績および肉質の改善

測定項目	ハイオイルコーン	ハイオイル高オレイン酸コーン	普通とうもろこし	普通とうもろこし + ホワイトグリース	差
1日飼料摂取量, kg	2.27 b	2.32 a	2.28 b	2.20 c	P<0.01
1日増体量, kg	0.86 a	0.89 a	0.82 b	0.87 a	P<0.05
飼料要求率	2.64 b	2.62 b	2.77 c	2.53 a	P<0.05
バラ締まり, 1-3ランク	1.78 d	2.13 a	2.03 b	1.95 c	P<0.05

注)普通とうもろこし区以外はすべて飼料のエネルギーレベルが同じ。同一測定項目のa,b,c,dの異なった文字間で有意差あり。

パーデュー大学Eggert氏らの報告(1999年)より作成

表 10 雌豚に対する共役リノール酸の給与による肉質改善効果

測定項目	共役リノール酸無給与 ¹	共役リノール酸短期給与 ²	共役リノール酸長期給与 ³	差
1日飼料摂取量 (kg)	2.32 a	2.27 b	2.22 c	P<0.01
バラ締まり, 1-3ランク	1.58 a	2.12 b	2.21 b	P<0.05
ロース締まり, 1-5ランク	2.07 a	2.26 b	2.23 b	P<0.01
ロース脂肪交雑, 1-5ランク	1.36 a	1.45 b	1.52 b	P<0.01

注)1. ひまわり油1%給与
2. 肥育後期(体重90-115kg)に共役リノール酸1%給与
3. 肥育前期および後期(体重65-115kg)に共役リノール酸1%給与

パーデュー大学Eggert氏らの報告(1999年)より作成

アメリカ高付加価値とうもろこしの飼料給与と利点

他に行われた豚に対する共役リノール酸の給与試験では、豚肉中の脂肪含量が少なくなり、その分だけ蛋白質と水分が多くなるという報告や、飼料効率が改善され、背脂肪が薄く、脂肪交雑が高く、締まりの良い肉になる、豚肉脂肪中の飽和脂肪酸割合を高める、屠殺後の初期pHを低くする、ストレス感受性豚のむれ肉発生が低下する、豚の免疫力が高まる、母猪給与で哺乳中の子豚の発育が良い、などの報告がある。

ハイオイルコーンが関係する最近の健康畜産物の生産研究先述のようにヒトの健康上注目されている共役リノール酸(CLA)は、主に牛の第1胃内で不飽和脂肪酸の微生物による生物学的水素添加作用の中間代謝物として産生されるが、リノール酸の多いハイオイルコーンを牛に給与した場合は、さらに多くの共役リノール酸の産生が期待される。ここでは牛による共役リノール酸含量の高い、ヒトの健康志向を目的とした酪農、畜産物の生産試験を紹介する。

(その1)ハイオイルコーン給与による高CLA牛肉生産の可能性

ハイオイルコーンにはリノール酸を始め炭素数が18の不飽和脂肪酸が多く含まれている。アイダホ大学とオプティマム・クオリティ・グレインズ社は共同で、牛へのハイオイルコーン給与による共役リノール酸の産生量に関する研究を行った。その結果ハイオイルコーンは、普通とうもろこしよりも本来含まれるリノール酸含量が高く、第1胃内でそれから産生され小腸内に到達する共役リノール酸の量が多いことが確認された。

さらにアイダホ大学の研究では、ハイオイルコーン給与時の体脂肪中CLA含量は、粗飼料給与量が少ないと増加せず、第1胃内の線維分解菌がリノール酸からのCLA産生に関与するものと考察している。

またイリノイ大学の研究では、普通とうもろこしにリノール酸の多い大豆油を添加して肉牛に給与したところ、第1胃の共役リノール酸含量は高くなったが、筋肉その他の組織中の共役リノール酸含量は変わらなかった。

このように第1胃発酵その他の条件により脂質代謝が変わるため、高リノール酸飼料の給与により牛肉中の共役リノール酸含量を安定的に高めるには、更なる研究が必要である。

(その2)肉牛に対する共役リノール酸給与による

高CLA牛肉の生産試験

確実に牛肉中の共役リノール酸(CLA)含量を高めるために、肉牛に直接CLAを給与する試みもなされている。アイオワ州立大学では、第1胃内での発酵をバイパスして小腸に到達させるため、CLAをカルシウム塩の形で肥育牛に給与した。体重360kgの去勢牛30頭を用い、CLAのカルシウム塩を飼料中にCLAとして0、1.0、2.5%含む飼料で130日間肥育した。その結果、飼料摂取量、増体量はCLAの給与により明らかに減少した。またCLAの2.5%給与で枝肉重量が減少傾向で、脂肪交雑は明らかに減少した。枝肉歩留まり、精肉歩留まり、背脂肪の厚さには影響がなかった。CLAの給与により赤肉と脂肪を物理的に切り分けたときの、赤肉の割合が明らかに増加した。また飼料中のCLA含量が増加するにしたがって、リブおよびモモの脂肪組織、筋肉組織の脂質に含まれるCLAの量は、いずれも明らかに多くなった。結果の一部を表11に示す。このように飼料へのCLAの添加により、牛肉中のCLAを高めることができたが、牛肉中のCLA増加は不安視されていたリブステーキ肉の日保ち、やわらかさ、多汁性、風味へ影響することはなかった。

表11 肉牛に対する共役リノール酸(CLA)の給与による肥育成績と肉中CLA含量

測定項目	飼料中のCLA含量(%)			差
	0	1.0	2.5	
1日飼料摂取量, kg	11.2 a	9.9 b	9.0 c	P<0.01
1日増体量, kg	1.52 a	1.20 b	1.20 b	P<0.01
飼料要求率	7.4 a	8.6 b	7.6 a	P<0.05
赤肉の割合, %	73.7 a	77.7 b	78.8 c	P<0.04
抽出脂肪中のCLA含量				
リブ脂肪組織, mg/g	5.5	12.8	20.4	-注)
モモ脂肪組織, mg/g	5.4	10.8	16.5	-
リブ筋肉組織, mg/g	5.2	8.2	12.4	-
モモ筋肉組織, mg/g	6.3	10.2	12.6	-

注) は原文に差の有意性に関する記載なし

アイオワ州立大学Gassman氏らの報告(2000年)より作成



(その3)ハイオイルコーン給与による共役リノール酸含量の高い牛乳の生産試験

乳牛にハイオイルコーンを給与することにより、共役リノール酸含量の高い牛乳を生産することに成功した事例が、各地で出始めている。

南ダコタ州立大学では濃厚飼料多給(粗飼料50%)または粗飼料多給(粗飼料60%)、穀物とうもろこしを普通とうもろこしまたはハイオイルコーンの組み合わせによる4種の飼料を12頭の乳牛に対し、4×4のラテン方格法で反復給与した。その結果、乳量と乳脂率は粗飼料水準によって影響を受けたが、とうもろこしの種類による影響は受けなかった。注目の牛乳中の共役リノール酸含量は、粗飼料多給の条件ではとうもろこしの種類による差がなかったが、濃厚飼料多給の条件ではハイオイルコーン給与時に普通とうもろこし給与時よりも35～45%増加した。

コーネル大学でも、濃厚飼料としての穀物を普通とうもろこし(NG)またはハイオイルコーン(HG)、粗飼料としてのサイレージを普通とうもろこし(NS)またはハイオイルコーン(HS)の組み合わせによる4種の飼料で乳牛を飼育した。牛乳中の共役リノール酸含量は、NS+NGで2.8%、HS+NGで3.1%、NS+HGで3.9%、HS+HGで4.6%となり、穀物ハイオイルコーンの給与で明らかに(P<0.01)高くなった。



米国モンタナ州のステート・フェア(州の農業祭)

(その4)各種の油脂による共役リノール酸含量の高い牛乳、ヨーグルトの生産試験

ハイオイルコーン以外の各種油脂給与による、共役リノール酸(CLA)含量の高い牛乳の生産実験が米国各地でなされている。牛乳中のCLA含量を高める飼料として、青草の多給、大豆油、アマニ油、なたね油などの植物性油脂の添加、タロー、イエローグリース、ニシン油などの動物性油脂の添加などが報告されているが、ほとんどの場合これら油脂の添加では乳量や乳脂率の低下が生じている。これは第1胃内で油脂が微生物による線維の消化を阻害するため、ハイオイルコーンは油脂が穀粒(胚芽)中に封入されているために、乳牛に給与した時この阻害がほとんど無く、乳量や乳脂率が安定する、という利点がある。

ヨーグルトは微生物による発酵製品であるため、菌種や発酵条件次第で共役リノール酸(CLA)含量を高める可能性がある。コーネル大学では15種類の既存ヨーグルトスターターを用い、発酵基質にひまわり油(リノール酸を70%含む)を使用して生産したヨーグルト中のCLA含量を測定した。基質中の油脂が微生物の増殖を抑制したが、脱脂粉乳やぶどう糖、緩衝剤の添加が微生物数とCLA含量を高めた。また微生物数とCLA生産量は比例していた。これらの各種組み合わせにより、比較対照の製品よりもCLA含量を2.3倍まで高めたヨーグルトを生産することができた。

以上



農水省 北海道農業試験場にて

第三ミレニアムに期待される穀物 食品素材としてのホワイト・ソルガム

日本の穀物食品加工に携わる方々のバイオニア的な努力により、最近ではホワイト・ソルガムを高級食材店で見かけるようになりました。珍しい穀物として、小麦アレルギーの人のためのグルテン・フリー食材として、またはノスタルジックな感傷をくすぐる食品として、多くの人がホワイト・ソルガムを味わってられます。この素朴で、実は素晴らしい特徴を持った穀物、ホワイト・ソルガムがますます消費者の皆様に関心されることを祈りつつ、ある料理本からソルガムに関する記述を抜粋紹介致します。



ホワイトソルガムの製品化を検討する穀物協会
コンサルタントと日本の加工業者

A.D.リビングストン 著
“ホール・グレイン 料理本 - 美味しさの調理法”

第三のミレニアム・グレインとしての ソルガム

- すでに中米ではソルガムは新しい食用の作物としてブームを起こしている。 -
“アフリカの失われた作物”より

世界の人口が増加するにつれて、私たち人間はアフリカやその他の世界に土着する穀物についての間違った見解を一掃する必要があります。こういった穀物の中には、小麦やとうもろこしが生育しないところでも育つものもあり、いままでの考えを覆して小麦やとうもろこしよりおいしいものがあるかもしれません。ここではアメリカ科学アカデミーより発行された“アフリカの失われた作物”のなかの第1巻“穀物”より抜粋された意見についてご紹介いたします。実際にはこうした作物 - 何十という種類がありますが - はその祖国

では忘れ去られているわけではありません。ヨーロッパからの移住民が、単に無関心であったために、その地位が弱まったのです。

ソルガム

多くのソルガムは北米で作られています。過去、1種類か2種類がシロップとチューイングガム、菓用のわらや動物の飼料に使われ、また最近では、実験的に車やトラックの燃料

にも使用されています。しかし人間の食用としては、これまで一般的ではなく、例外としてシロップがあるだけでした。たいていは“全粒粉”を扱う本でさえもソルガムについて言及しているものが少なく、有名なのはマレーン・アン・バンガーナーによる The New Book of Whole Grains という本だけです。北米ではその穀物も粉も小売店ではあまり見かけず、読者の方も見つけるのに苦労するかもしれません。しかし、私は大抵は家畜のえさとして何千エーカーにも及ぶ畑でソルガムが作られているのを見たことがありますし、手に入れられないわけではありません。テキサスにあるJowarという会社はJowarという商標でソルガム粉を販売しています。

さて、なぜあえてソルガムなのでしょう。この穀物は無視するにはあまりにも重要な穀物であり、いくつかの品種は小麦やとうもろこしや米が十分に生育しないようなところでも丈夫に育ちます。世界の人口が二倍になれば、ソルガムが全人口に食糧を与えるのに役立つことも有り得ますし、すでにインドとアフリカでは重要な役割を果たしているのです。

マーケットは少しずつではありますが、変化しているのを忘れないでください。

(The Whole Grain Cookbook - Delicious Recipes: by A.D.Livingston 200-201ページより)

健康食品としてあらゆる穀物の混ざった粉が
売られているカンザス州の食品店



アメリカ穀物は、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建設と拡大を目的とした、生産者とアグリビジネス企業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。