

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS



美國穀物協會

台北市南京東路二段157號7樓
電話：(02)2507-5401、2508-0176
傳真：(02)2502-4851
Internet: www.grains.org
E-mail: usgcohen@ms41.hinet.net

美國穀物協會
U.S. Grains Council
2008



目 錄

前言	3
赴美優質穀物考察報告-林煥臣	4
美國玉米乾酒粕考察心得報告-孫文昌	25
玉米乾酒粕應用在豬隻飼糧研究的結果-張學義	32
玉米乾酒粕在豬隻飼糧的應用-陳淵國	37
參訪台灣養豬業與飼料業心得-陳淵國	69
「蒸餾穀物國際研討會」與美國玉米乾酒粕生產考察報告-劉昌宇	73
玉米乾酒粕的營養成分變異與測定-陳淵國	86
淺談如何面對玉米乾酒粕的黴菌毒素污染問題-陳淵國	97
玉米乾酒粕黃麴毒素含量調查計劃-陳淵國	113
玉米乾酒粕資訊網頁	119

Table of Contents

Preface	3
Trip Report on U.S. Value-Enhanced Grains	4
Trip Report on U.S. DDGS	25
Results of Research Projects of DDGS in Swine Diets	32
Use of DDGS in Swine Nutrition	37
Comments on Swine and Feed Industries in Taiwan	69
Trip Report on U.S. DDGS and DDGC	73
Nutrient Composition of DDGS: Variability and Measurement	86
Prevention and Intervention of Mycotoxin Problems in the Animal Feed with DDGS	97
Nationwide Survey of Distillers Grains for Aflatoxins	113
DDGS Website Links	119

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

前言

近年來，用於產製燃料用酒精的玉米用量逐漸增多，導致燃料用酒精的共同產物（co-product）含可溶物蒸餾玉米乾酒粕（Corn Distiller's Dried Grains with Solubles，簡稱DDGS，以下簡稱為玉米乾酒粕）的產量也因而增加。在產製燃料酒精的過程中，約有三分之一的原料玉米成為玉米乾酒粕。亦即如有九千萬公噸的玉米用於產製燃料酒精，就有三千萬公噸的玉米乾酒粕可供應用。

為了推廣玉米乾酒粕，本協會曾邀請學者專家前來我國提供技術服務、與大學和試驗研究單位合作進行玉米乾酒粕的飼養試驗、舉辦研討會、組團前往美國考察、出版玉米乾酒粕專輯等等。本協會曾於2006年出版一本玉米乾酒粕專輯，其內容以玉米乾酒粕在我國進行飼養試驗的報告為主，結果深受業界人士的歡迎。

組團前往美國考察是本協會主要的工作之一。由於參與出國考察的每一位團員有各自的背景與經驗，在旅途中各自以不同的觀點考察，各有不同的心得與收穫，因此我一向很鼓勵團員們交換考察的心得。我更希望沒有前往考察的業界人士能夠分享團員們的考察心得，因此編印這一本以考察報告為主的玉米乾酒粕專輯，希望有助於大家對這一項新的飼料原料的瞭解。

感謝所有參與撰寫考察報告的團員，您們在百忙之中抽空撰寫報告的辛勞大家體會得到，經由您們的努力才得以將團員們的考察心得彙為宣揚，讓更多的業界人士獲益。協助本協會推廣玉米乾酒粕的陳淵國博士特地為大家彙集相關的文獻報告，並譯成中文，以供業界人士參考，確是居功厥偉，於此一併致謝。

美國穀物協會
駐台代表

張學義

赴美優質穀物考察報告

行政院農業委員會畜產處 林俊臣

摘要

為增進我國與美國穀物及飼料業界之聯繫，了解美國飼料用穀物之發展與運用，並收集優質穀物之相關資料，由本會指派畜產處林俊臣科長參加美國穀物協會所籌組之「赴美了解優質穀物考察團」，考察美國含可溶物蒸餾乾酒粕(Distiller's Dried Grains with Solubles，簡稱DDGS)之生產、利用及運銷。行程中安排參訪位於伊利諾州的穀物公司、貨棧轉運站、玉米酒精工廠及芝加哥期貨交易所，並參加在德州達拉斯召開之「玉米加工技術與優質穀物研討會」。

DDGS為玉米酒精工廠製造酒精過程的副產物，可作為飼料原料，取代部分的玉米及黃豆粕。在美國國會通過的能源政策法案支持下，以及高油價使得取代汽油的玉米酒精有利可圖，預計到2012年美國燃料用酒精的產量將會倍增，故DDGS未來產量亦將隨之倍增，且新世代酒精工廠所生產的DDGS品質會越來越好，價格會越來越低，成為更具競爭性的飼料原料。

2005年美國優質玉米種植面積僅占全美玉米種植面積之8%，與2001年所占的比率相近，未如預期成長，主要受到基因改造玉米種植面積快速增加的影響。就市場現況而言，大概以種植有機玉米較有發展的空間。

國內飼料原料幾乎都仰賴進口，價量均受國際市場之牽制，並需負擔進口運輸費用。尤其近來國際油價大漲，除了影響進口原料運輸成本之外，並誘使能源業者遍及玉米及黃豆等主要飼料原料，轉作生產酒精或柴油之原料，促使該等原料之價格節節上揚。此一趨勢未來將對國內飼料及畜牧業者將造成重大衝擊，影響其生產成本甚巨。為未雨綢繆，國內業者有必要更多注意DDGS的產銷以及其在動物營養與飼料配方之相關資訊，以因應高價玉米時代的來臨。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

一、緣起

美國是全球最大也是最重要的玉米生產國，其產量超過全世界玉米產量4成以上，出口之數量則占有6成以上之國際玉米市場。我國每年自美國進口450-500萬公噸左右之玉米，為美國玉米前5大進口國。自美國進口玉米，除滿足國內飼料業所需之原料外，亦有助於平衡台灣之貿易關係。

為增進我國與美國穀物及飼料業界之聯繫，了解美國飼料用穀物之發展與運用，並收集優質穀物相關資料，由本書指導畜牧處林俊臣科長參加美國穀物協會所籌組之「赴美了解優質穀物考察團」，考察美國玉米酒精副產物---密可溶物蒸餾乾酒粕(Distiller's Dried Grains with Solubles, 簡稱DDGS)之生產、利用及運銷，並參加在德州達拉斯召開之「玉米加工技術與優質穀物研討會」。該考察團成員共計5人，除林俊臣科長外，還包括美國穀物協會張學義副代表、台灣糖業股份有限公司畜殖事業部楊泰龍經理、大成農場企業股份有限公司飼料事業採購部邢惠珊經理及台灣卜蜂企業股份有限公司技術研發中心馮培英經理等4人，自本(95)年5月31日出發，6月9日返國。本次考察行程承美國穀物協會之協助安排，得以順利完成，謹此誌謝。

二、行程

時 間			起迄地點	考 察 內 容
月	日	星期		
5	31	三	台北→芝加哥	去程
6	1	四	芝加哥→洛克福	1.參訪位於伊利諾州Elwood的Prairie Creek Grain運輸公司 2.參訪位於伊利諾州Channahon的Soulard公司之轉運站
6	2	五	洛克福→芝加哥	參訪位於伊利諾州Lena的Adkins Energy玉米酒精工廠。
6	3	六	芝加哥	資料整理
6	4	日	芝加哥	資料整理
6	5	一	芝加哥→達拉斯	1.參訪芝加哥期貨交易所 2.前往達拉斯參加「玉米加工技術與優質穀物研討會」
6	6	二	達拉斯	參加「玉米加工技術與優質穀物研討會」
6	7	三	達拉斯	參加「玉米加工技術與優質穀物研討會」
6	8	四	達拉斯→台北	回程
6	9	五	台北	回程

三、心得

(一) 含可溶物蒸餾乾酒粕 (DDGS) 之生產概況

DDGS是以乾式磨粉(Dry Milling)生產酒精(Ethanol)的副產物。乾式磨粉製程是將玉米粉碎後，以酵母菌和酵素將玉米的主要成分澱粉發酵產生酒精和二氧化碳，酒精被蒸餾取出後剩下酒粕和一些可溶物，這些殘渣經混合乾燥就是DDGS，可供動物飼料利用。

在乾式磨粉的過程平均每1公噸的玉米可以產生304公斤(419公升)的酒精、304公斤的二氧化碳和304公斤的DDGS。因此，DDGS的產量和燃料用酒精的產量密切相關。

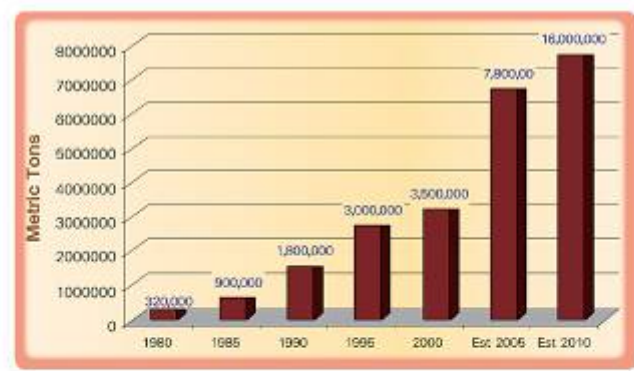
由於玉米的澱粉在發酵過程幾乎完全被轉換成酒精，大約只有三分之一的乾物質在剩餘的副產品中被回收，即即其它營養成分大約被相對濃縮了三倍。影響DDGS成品品質的主要因素包括 (1) 玉米澱粉在發酵過程被分解的程度，(2) 濃縮可溶物加回酒粕的比例，(3) 乾燥過程。不同工廠中所生產的DDGS，其營養成分有顯著的差異；而同一工廠所生產的DDGS，在乾物質、粗蛋白、脂肪、灰分、酸洗不可溶蛋白及瘤胃可分解蛋白含量方面的差異亦很顯著。脂肪的差異可能是濃縮可溶物加回的比例不同所致；乾燥過程則是造成酸洗不可溶蛋白和瘤胃可分解蛋白差異的主要原因，且會影響產品之色澤，溫度過高，易使顏色變成黑褐色。DDGS是酒精生產的副產品，營養成分的變異在所難免，因此使用者有必要經常分析監控DDGS的營養成分。

美國於2005年8月8日通過能源政策法案，其重點包括提供補助、減稅等誘因鼓勵節約能源，開發利用新的再生能源科技，並要求增加於汽油添加燃料用酒精的使用等。有該法案之支持，以及伴隨目前能源短缺及價格高漲之衝擊，在汽油中添加10%或更高比例的酒精，已是未來的趨勢。玉米酒精工廠亦如雨後春筍般的設立，預計到

2012年美國燃料用酒精的產量將會倍增，故DDGS未來產量亦將大幅增加，品質會越來越好，價格會越來越低，成為更具競爭性的飼料原料。因此，本次考察便將DDGS之生產、利用及運銷列為重點項目。

近年來美國DDGS年產量隨著燃料用酒精產量的急速增加而快速增加，2005年估算產量為780萬公噸，為2000年產量350萬公噸之2倍(請參閱圖1)。預期未來5年仍將維持此種成長趨勢，至2010年預估DDGS產量可達1,600萬公噸，為2005年產量之2倍。

圖1 美國歷年DDGS年產量



(二) 參訪穀物公司及貨棧轉運站

參訪位於伊利諾州Elwood的Prairie Creek Grain 穀物公司及位於Channahon的Scoular公司之轉運站，實地瞭解DDGS及玉米、黃豆等大宗物資裝填貨棧之作業流

玉米乾酒粕產銷與品質

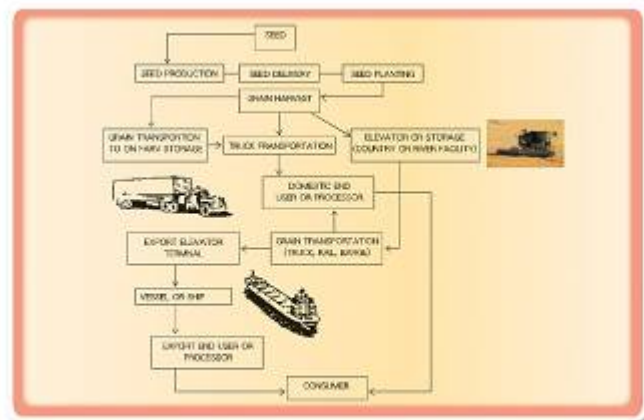
Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

程。該類型之轉運站多集中在芝加哥及堪薩斯市附近，裝填完成之貨櫃再經由鐵路運至港口裝船。目前由美國中部以40呎貨櫃裝運22公噸DDGS至台灣的鐵路及海運運費合計約需900美元。此外，利用貨櫃個別裝載且易於區分之特性，Scoular公司以一輛卡車的貨品裝入一只貨櫃的方式，業已發展出具有可追溯能力(Traceability)之產銷履歷系統，遇到運送的產品有問題時，很快便可找到供貨來源。

近年來狂牛病、生物恐怖主義和食品安全等議題，促使家畜與肉品加工業者必需引進可追溯之產銷履歷系統，以提高消費者對其產品之信賴度。該追溯系統已經發展到可追蹤家畜生產、食品運輸並告知消費者食品特性如原產地、動物福利和基因組成等相關資訊。此一現象亦已開始衝擊到穀物產業，穀物生產、加工、運輸及倉儲業者已著手建立一套適用於穀物之追溯系統，其追溯流程如圖2所示：

圖2 穀物追溯流程圖



(三) 參訪Adkins Energy 玉米酒精工廠

該廠位於伊利諾州Lena，係由伊利諾州北部與威斯康辛州南部之玉米生產及禽畜業者，為提高玉米之附加價值，共同投資6900萬美元設立之新型自動化工廠。用人精簡，生產效率高。每年使用38萬公噸玉米，採購玉米的金額超過3300萬美元，增加鄰近地區玉米之銷售通路。年產42.5百萬加侖燃料用酒精，7萬5千公噸DDGS及15萬公噸濕酒粕。

傳統老式的酒精生產工廠規模非常大，所用的玉米來自較廣的區域，甚至有些工廠會使用玉米以外的穀類（高粱、小麥、大麥）作為原料，再加上其製程是連續式的，所以生產之DDGS品質的變異相當大；而Adkins Energy這家新世代(New Generation)的酒精工廠，位於美國盛產玉米之玉米帶，純粹使用周圍地區農民生產之玉米作為原料，採用新式的批次(batch)生產製程，品質較一致，加熱乾燥的溫度也嚴格控制，所生產之DDGS為金黃色，在品質上也明顯的比傳統的產品好。茲將新世代與傳統式酒精工廠生產之DDGS的營養成分、對豬隻的營養價值與NRC(1998)的表值加以比較如表1。此外，亦將不同來源之DDGS的營養成分與對豬隻的營養價值加以比較如表2。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

表1 新世代與傳統式酒精工廠生產之DDGS的營養成分、對豬隻的營養價值與NRC (1998)表值之比較。

營養成分 (乾物基)	新世代DDGS	傳統式DDGS	NRC (1998)
乾物質 %	88.9	88.3	83.3
粗蛋白 %	30.2	28.1	29.8
粗脂肪 %	10.9	8.2	9.0
粗纖維 %	8.8	7.1	4.8
鈣 %	0.06	0.44	0.22
磷 %	0.89	0.90	0.83
磷的有效性 %	90.0	?	79.0
可消化能 Kcal/Kg	3965	3974	3449
可代謝能 Kcal/Kg	3592	3521	3038
離胺酸 %	0.83	0.53	0.67
表面可消化離胺酸 %	0.44	0.00	0.34
甲硫胺酸 %	0.55	0.50	0.54
表面可消化甲硫胺酸 %	0.32	0.24	0.42
蘇胺酸 %	1.13	0.98	1.01
表面可消化蘇胺酸 %	0.62	0.36	0.60
色胺酸 %	0.24	0.19	0.27
表面可消化色胺酸 %	0.15	0.15	0.15

資料來源：明尼蘇達大學

表2 不同來源之DDGS的營養成分與對豬隻的營養價值之比較

營養成分 (乾物基)	金黃玉米 DDGS	一般 DDGS	高油脂 DDGS	部分去胚 DDGS	威士忌 DDGS	打粒 DDGS
粗蛋白 %	31.8	29.3	31.6	30.1	29.9	27.0
粗脂肪 %	11.3	3.5	15.3	8.9	8.8	9.0
粗纖維 %	6.3	7.9	無資料	7.8	10.6	15.1
中洗纖維 %	12.4	11.8	17.9	21.0	20.2	無資料
灰分 %	6.9	5.3	4.6	7.3	3.7	4.28
可消化能 Kcal/Kg	4053	3808	無資料	3796	無資料	無資料
可代謝能 Kcal/Kg	3781	3577	無資料	3560	3789	無資料
離胺酸 %	0.92	0.61	0.90	0.83	0.99	無資料
甲硫胺酸 %	0.62	0.54	0.54	0.66	0.61	無資料
蘇胺酸 %	1.17	1.01	1.04	1.13	1.10	無資料
色胺酸 %	0.25	0.18	0.23	0.25	0.27	無資料
鈣 %	0.07	0.12	0.06	0.51	0.04	0.17
磷 %	0.77	0.12	0.06	0.51	0.04	0.17

資料來源：明尼蘇達大學

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

(四) 含可溶物蒸餾乾酒粕 (DDGS) 在家禽日糧之應用

1. DDGS在牛日糧之應用

DDGS提供反芻動物優質的瘤胃可分解蛋白和瘤胃不可分解蛋白，並含有約10.5%的脂肪，而且玉米所含的纖維可以很容易被瘤胃微生物消化，因此，DDGS也是反芻動物很好的蛋白質與能量來源。另因為DDGS含有許多脂肪且中纖維的消化率，對乳脂率通常有提升的效果。此外，DDGS有改善瘤胃微生物代謝乳酸的能力，並且能選擇性的調整特定微生物的族群比例。其所含之乳酸，可誘導乳酸分解菌和澱粉分解菌的增殖，因而提升瘤胃液代謝乳酸的能力。這個特性有助於動物適應高精料日糧，對於維持瘤胃環境的安定也有正面的效果。

DDGS添加在牛料與其他動物相比其營養價值最高，美國80%-85%DDGS都用在乳牛和肉牛飼料中，其營養價值是玉米的100-120%。乳牛料最佳添加量為30%，可提高泌乳量5-10%；肉牛料最佳添加量則為20%。

2. DDGS在豬日糧之應用

除了飼養牛隻，DDGS用來飼豬，也有令人滿意的結果。DDGS對豬隻來講，總能高於玉米，然因纖維含量較高，能量消化率又較玉米為低，但消化能 and 代謝能與玉米相比又無差異。DDGS所含脂肪大部份(81.2%)是不飽和脂肪酸(Unsaturated fatty acids)，碘價(Iodine value)可能高達120至125，因此在儲存的過程必須特別注意脂肪酸敗的問題。且在生長肥育豬飼糧中用量過多會造成軟脂，影響豬肉的脂肪及屠體品質。另DDGS之離胺酸含量變異非常大，以可消化胺基酸作為配方的計算基準，宜慎重考慮使用適量合成胺基酸以避免飼糧含過高的蛋白質。

用DDGS飼養豬隻的最大營養優勢可能來自其較高的有效磷含量。經過發酵過程的濃縮可大幅提高DDGS之磷含量，而且因為微生物酵素對磷酸鹽的破壞，所以磷的

可利用率也大幅提升。玉米的磷含量(0.25%)與磷的有效性(14%)都偏低，但是經過發酵之後，新世代DDGS的磷含量高達0.76% (因來源不同，介於0.59-0.94%之間)，而且磷的有效性高達90%，因此，在豬隻日糧使用DDGS可以降低無機磷的添加，節省日糧成本，並且減少糞便中磷的排出量。此外，因DDGS含有酵母菌成分，可改善豬隻腸道健康，連帶降低死亡率和改善生長性狀的作用。哺乳豬料最佳添加DDGS之量為5-10%，中、大豬料最佳添加量為10-15%，若添加量太高，會影響採食量，日增重也會下降。又因為DDGS之纖維含量高，應避免用於飲槽料中，餵飼體重低於6.8公斤的仔豬。添加於母豬料時，母豬必須用比採食一般玉米豆粕日糧多一倍的時間才能吃完其飼料量。故用於懷孕和哺乳母豬日糧時，應由少量開始添加，再逐步增加用量，以便母豬有時間適應。

3. DDGS在家禽日糧之應用

家禽飼料使用DDGS已經行之有年，但因纖維含量較高，可能限制其在家禽日糧的使用量。一般認為添加低量的DDGS可以提供維生素B群和其它未知生長因子，也可以改善繁殖性狀和飼料的適口性。此外，據研究顯示，添加DDGS在蛋雞料，可提高日糧的葉黃素(Xanthophyll)含量及蛋雞產蛋率，並可改善蛋黃的顏色。但欲以大量DDGS作為日糧的蛋白質和熱能來源時，需要考慮離胺酸、色胺酸、精胺酸等限制胺基酸的含量，其中離胺酸的生物有效性和消化率可能會受到乾燥過程的影響，必須仔細評估是否有必要調整日糧中離胺酸的含量，並且以可消化胺基酸作為日糧計算的基準，以避免飼糧含過高的蛋白質。另DDGS用於家禽的可代謝能值為2,480 千卡/公斤，是玉米可代謝能的74.1%，所以計算日糧時需將熱能調整至相同水準，才不會影響飼養結果。此外，因其所含磷的有效性較高，可考慮酌量減少磷的添加量。最重要的是必須選擇優質的DDGS才能達到最佳飼養效果。目前小雞料推薦添加DDGS之量為5%，蛋雞料為10%，大雞料則為15%。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

(五) 參訪芝加哥期貨交易所

芝加哥期貨交易所(Chicago Board of Trade, 簡稱CBOT)成立於1848年,除了玉米、小麥、燕麥、稻米、黃豆及其製品之期貨交易外,並已將期貨市場擴展至銀、黃金、抵押利率、30天期的商業本票、長期美國聯邦公債、中期的美國聯邦票與國內存款憑證等,是世界上最大也是歷史最悠久的期貨交易所。近年來因玉米酒精年產量已具經濟規模,且未來仍將大幅擴張,成為重要之商品,故自2005年3月23日起,亦被該交易所列入期貨交易之項目。

(六) 參加「玉米加工技術與優質穀物研討會」

至德州達拉斯參加由美國穀物協會與玉米生產者協會共同舉辦之「玉米加工技術與優質穀物研討會」,與會者包括來自美國國內及世界各國的玉米生產者、加工業者、運輸業者、進出口業者、種子公司、學術團體及政府官員等。本次研討會之主題包括玉米乾式及濕式碾磨加工生產技術、開發高附加價值的新產品、生物技術未來之發展、DDGS的營養價值與利用、玉米運輸之現況與展望以及美國玉米、優質玉米與DDGS之產銷分析等。

該研討會每二年舉辦一次,是獲得目前有關玉米加工技術和產銷資訊最佳之場合。茲將該研討會之部分有興趣之報告內容簡述如下,俾供參考:

1. 美國玉米之產銷及利用分析

美國2005/2006年期玉米種植面積33.1百萬公頃及收穫面積30.4百萬公頃均為2001年以來之高點,惟因每公頃產量1520.4蒲式耳低於2004/2005年期之1648.9蒲式耳,故總生產量282.3百萬蒲式耳較上一年期之299.9百萬蒲式耳為低。但拜2004/2005年期庫存結餘量高達53.7百萬蒲式耳之賜,2005/2006年期玉米總供應量為336.3百萬蒲式耳,亦為2001年以來之高點(請參閱表3),玉米供應量充裕,無慮乏

之處。

表3 2001-2006年期美國玉米供需狀況及價格變動表

年/期	2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004	2004 / 2005	2005 / 2006
種植面積(百萬公頃)	30.7	30.9	30.8	32.7	33.1
收穫面積(百萬公頃)	27.8	28.0	28.7	29.8	30.4
產量(公斤/公頃)	8670	8112	8921	10063	9279
供應量(百萬公噸)					
生產量	241.5	227.8	256.3	299.9	282.3
庫存開始量	48.2	40.5	27.6	24.3	53.7
進口量	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3
總供應量	289.9	268.7	284.3	324.5	336.3
使用量(百萬公噸)					
飼料	148.0	141.3	147.2	156.5	152.4
燃料酒精	17.9	25.3	29.7	33.6	40.6
食品、種子及其他工業用	34.0	34.1	34.8	34.6	35.2
國內總使用量	199.9	200.7	211.7	224.7	228.2
出口量	48.9	40.3	48.3	46.1	49.5
總使用量	248.8	241.1	260.0	270.8	277.7
庫存結餘量(百萬公噸)	41.2	27.6	24.3	53.7	58.6
每季農場平均價格 (美元/公噸)	\$74.80	\$91.33	\$85.27	\$81.10	\$78.74

資料來源:美國國家農業統計局及世界農業供需預估

2005/2006為預估值

每季農場平均價格是指預估範圍之中間值

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

2. 玉米酒精工廠數量及產能大幅增加

美國目前在20個州有97座酒精工廠，年產玉米酒精45億加侖。尚有9座正在擴廠及35座正在興建中，估計完工後可再增加20億加侖之年產量。玉米酒精工廠之玉米使用量亦隨之激增，由表3顯示，2001/2002年期有17.9百萬蒲式耳玉米用於生產燃料酒精，至2005/2006年期已大幅增加為40.6百萬蒲式耳，已快追上美國玉米之年出口量。由於國際原油價格不斷上漲，製造玉米酒精有利可圖，預估未來用於生產玉米酒精之玉米使用量，將以更快的速度增加，與飼料、食品及其他工業等領域，競爭所需之玉米。

3. 酒精生產對運輸的衝擊

目前大多數酒精工廠設立在玉米主要產區的中心，但未來許多新的工廠將設立在玉米主要產區的外面。該等工廠的擴張增加對玉米使用量的需求，同時卻也必須面對鐵路運輸系統能量不足及貨車運輸工業勞力短缺的問題。為配合玉米酒精擴大生產之趨勢，預測鐵路系統將增加20%運輸量來運輸玉米、酒精和DDGS；貨車運輸量則將增加50%，主要從農場和穀倉搬運玉米到酒精工廠以及從工廠運出DDGS。

4. 優質玉米 (Value Enhanced Corn) 生產概況

2001年美國優質玉米種植面積 (請參閱表4) 占全美玉米種植面積之7%，但到2005年美國優質玉米種植面積卻未如預期成長，僅占全美玉米種植面積之8%，遠低於先前預測之20%，主要受到基因改造玉米種植面積快速增加的影響 (請參閱圖3)。2005年基因改造玉米種植面積已超過全美玉米種植面積的一半以上。因為基因改造玉米具有耐除草劑或抗蟲之特性，可為農民省去田間管理上的許多麻煩，且產量高、售價亦不差，故吸引許多農民種植，也連帶影響農民種植優質玉米的意願。

優質玉米市場仍持續依客戶的喜好和需求而調整當中，預計至2006年以後，不同

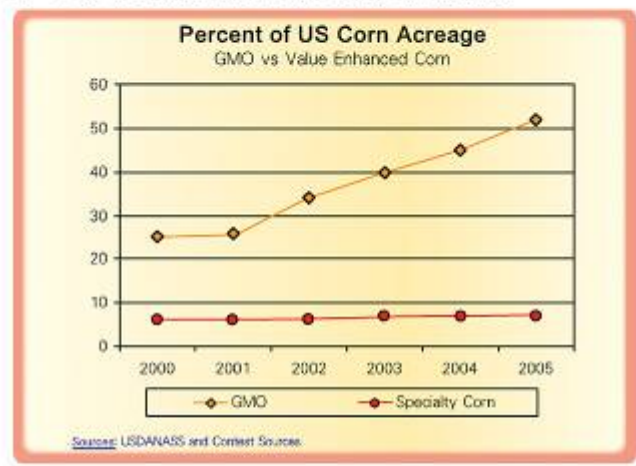
優質玉米產品種植面積將會穩定下來，根據調查顯示，雖然大眾對基因改造玉米的接受度逐漸提高，但在食品用途方面，仍有許多消費者喜歡選擇非基因改造玉米，故由表4可看出，非基因改造玉米近年來之種植面積未見減少，顯示其仍保有在市場上存在的價值。

表4 2001-2005年優質玉米生產概況表

年 期	2001	2002	2003	2004	2005
產 品	估算種植面積(千公頃)				
白玉米	365-375	326-365	348-365	284-304	243-284
雜質玉米	182-203	203-213	203-223	203-243	203-243
食用硬胚乳玉米	486-608	486-608	486-608	486-608	486-628
高油質玉米	192-243	109-122	81-122	81-81	30-51
營養增強玉米	41-71	32-39	30-37	30-37	30-37
非基因改造玉米	182-284	122-243	101-243	122-233	122-233
高澱粉玉米	~41	51-71	51-65	41-81	61-101
有機玉米	37-45	41-49	45-53	49-57	53-57

資料來源：美國農部和國家農業統計局

圖3 基因改造玉米與優質玉米種植面積占全美玉米種植面積百分比



資料來源：美國農部和國家農業統計局

5. 種植優質玉米之附加價值 (Premium)

為鼓勵農民參與種植優質玉米，廠商願意向製作農民以較高之價格購買優質玉米，此高出一般玉米價格的部分，即為種植優質玉米之附加價值。自2001年以來，農民生產每公噸優質玉米之附加價值介於1.97至196.85美元之間，平均每公噸3.94至11.81美元（請參閱表5）。根據調查，許多農民都認為目前廠商願意支付購買優質玉米的價格，已不足以鼓勵農民參與種植優質玉米。但廠商若以過高之金額向製作農民購買優質玉米，會促使優質玉米在市場上的售價偏高，反而讓購買者望而卻步。就市場現況而言，大概以種植有機玉米的發展空間較大。

表5 優質玉米提高之附加價值 (Premium) 概況表

產品	年 期	2001	2002	2003	2004	2005
估算提高之附加價值(美元 / 公噸)						
白玉米		9.84-13.78	9.84-13.78	11.81-19.68	9.84-15.75	7.87-15.75
罐頭玉米		7.78-13.78	5.90-13.78	3.94-11.81	5.90-7.87	5.90-11.81
食用硬胚乳玉米		3.94-7.87	3.94-7.87	3.94-11.81	3.94-11.81	3.94-11.81
高油甜玉米		7.87-13.78	7.87-13.78	5.90-11.81	5.90-11.81	7.87-15.75
營養增強玉米		7.48-13.78	7.48-13.78	5.90-9.84	7.87-9.05	7.87-9.84
非基因改造玉米		2.76-4.72	2.76-5.90	1.97-5.90	1.97-7.87	1.97-7.87
高澱粉玉米		2.76-4.72	1.97-6.30	1.97-6.89	1.97-7.09	1.97-5.90
有機玉米		N/A	N/A	38.58	N/A	39.37-196.85

資料來源：美國農部和國家農業統計局

四、檢討與建議

(一) 此行可深刻感受到美國政府與民間攜手推動發展再生能源之決心。目前美國每年汽油消費量為1400億加侖，為減少石油的消耗，在國會通過的能源政策法案中，強制要求美國政府將燃料用酒精之年產量由2005年的45億加侖，到2012年必須提高到75億加侖，並給予業者優惠的獎勵措施，興建新型的玉米酒精工廠，也使得其副產物DDGS之產量大幅躍升，成為重要之飼料原料。預測未來DDGS將朝「物美價廉」且供應量充沛的方向發展，值得國內飼料業者多加以重視。

(二) 雖於DDGS品質無法標準化，不同玉米酒精工廠生產之DDGS主要營養成分、色澤、黃麴毒素含量及顆粒大小等性狀變異相當大，且各有其產品特點，因此購買時須由買賣雙方訂定明確之採購規格，以減少交易之糾紛。雖然DDGS品質無法標準化，但美國業者一再強調，業界已建立DDGS之標準檢驗方法，可以有效解決品質方面的爭議。

(三) 美國目前在20個州有97座酒精工廠，年產玉米酒精45億加侖，尚有9座正在擴廠及35座正在興建中。各家酒精工廠因地點位置的不同而使得運輸成本有差異，這也是構成DDGS出口競爭力的重要因素之一。依目前發展狀況看來，DDGS供給無虞，要如何選擇最適成本及品質的供應廠商是飼料廠採購及技術人員最重要的課題。

(四) 台灣於2005年自美國進口43,448公噸DDGS，為美國第10大出口國，較2004年之進口量9,833公噸大幅成長4.4倍。國內飼料業者多款透過美國的貿易商採購DDGS，而這些貿易商都有配合的酒精工廠供貨。國內飼料業者可依品質保證、船期穩定度及價格等條件，選擇適合的貿易商。此外，為方便安排船期，最好以每季之需求進行採購作業。

(五) 應用生物技術於玉米品種改良，至今已有非常豐盛的成果，但主要之獲益對象為

種植玉米的農民。基因改造之抗蟲及耐除草劑玉米，可節省農民田間管理作業，便是最好的例子，因符合農民之需求，近年來種植面積大幅成長。但目前應用生物技術發展優質玉米，已將目標擴展至如何滿足畜牧業、食品業、酒精工業及其他使用者之需求，預期未來生技公司將會配合不同產業的需要，開發上市多樣性的基因改造玉米品種，故國內產官學界亦有必要了解其現況與發展趨勢。

五、結論

此行可深刻感受到美國再生能源的蓬勃發展。在國會通過的能源政策法案支持下，以及高油價使得取代汽油的玉米酒精有利可圖，如兩後春筍般設立的玉米酒精工廠，將有一段榮景可期。但隨著美國再生能源巨幅增加玉米的耗用量，對全球飼料及畜牧業造成的影響，值得我們加以關切。

玉米酒精工廠製造酒精的過程中，會產生與酒精大約同等重量的DDGS，可作為飼料原料，取代部分的玉米及黃豆粕。預計到2012年美國燃料用酒精的產量將會倍增，故DDGS未來產量亦將隨之倍增。目前世代酒精工廠所生產的產品品質會越來越好，價格會越來越低，成為更具競爭性的飼料原料。

國內飼料原料幾乎都依賴進口，價量均受國際市場之牽制，並需負擔進口運輸費用。尤其近來國際油價大漲，除了影響進口原料運輸成本之外，並誘使能源業者搶攻玉米及黃豆等主要飼料原料，轉作生產酒精或柴油之原料，促使該等原料之價格節節上揚。此一趨勢未來將對國內飼料及畜牧業者將造成重大衝擊，影響其生產成本甚巨。為未雨綢繆，國內業者有必要多注意DDGS的產銷以及其在動物營養與飼料配方之相關資訊，以因應高價玉米時代的來臨。

(本文原刊載於2006年10月出版之「飼料工業季刊」第73期)

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

為瞭解美國穀物的生產與品質、玉米乾酒粕的產銷與品質、與豬雞飼養管理的新技術，美國穀物協會曾籌組「美國穀物與畜牧考察團」於2007年8月12日至19日前往美國考察。該團在美國考察期間曾分別參觀至米農場、穀倉、穀倉製造公司、穀物檢驗機構、玉米乾酒粕工廠、豬場、牛場、畜牧器材製造公司等。



▲考察團團員於2007年8月17日參觀美國玉米田。圖右起，泰山企業股份有限公司畜研發展部梁和、中華民國養豬合作社聯合社理事主席張恩祺、台灣新北台灣建康聯合社理事主席陳述、中央畜產會董事長黃欽榮、印加安都州玉米協會Ms. Melinda Baraka、中華民國養豬協會理事長潘連開、泰宏農場副總經理盧政秀、中華民國養豬協會秘書長馮威萬、美國穀物協會張榮義。



▲「美國穀物與畜牧考察團」於8月14日參觀玉米農場，確定美國玉米生長良好。左起，中華民國養豬協會理事長潘連開、中華民國養豬合作社聯合社理事主席張恩祺、泰山企業股份有限公司畜研發展部梁和、Ms. Gene Milard、泰宏農場副總經理盧政秀、中央畜產會董事長黃欽榮、台灣省立台南運銷合作社理事長陳瑞斌、中華民國養豬協會秘書長馮威萬、美國穀物協會張榮義。



▲考察團團員於8月15日參觀Pilot Energy燃料酒精與玉米乾酒粕工廠。

美國玉米乾酒粕考察心得報告

孫文昌

大綱

- 一、行程
- 二、收穫
- 三、感想
- 四、結論
- 五、建議

內容

一、行程 (略述，日期為2007年10月16~26日)

二、收穫

1. 交識國際新朋友多達17國600人的國際會議，真是增廣見聞、廣結善緣的最佳場合！

2. 現場目擊玉米收成操作

很難想像玉米多到滿坑滿谷還裝不完，只好堆積如山。因此今年的產量不是問題，農民的生產成本或許會昇至每英斗約2.50美金，近日芝加哥期貨市場12月期貨價約3.70美金，農民相當滿意這個價碼，早已於種植前以期貨方式賣出，芝加哥期貨市場的起起落落與農民無直接關聯。生產酒精與DDGS的工廠已經受不了這個價碼，呼籲著不要再漲啦！這裡是「糧食與能源戰爭」的沙場。

3. 置身芝加哥期貨市場現場

多少次電影情節都會出現的場景，夢都不曾夢到過，會進入此期貨的禁錮網，我彷彿到地獄進大觀園，因為工作領域的不同，真搞不懂裡邊在忙些什麼，可心裡頭就是波濤洶湧、難以莫名！而陳登成副總及許英傑可就滿載而歸。

4. 芝加哥城市格局

台灣任何一位政治人物與建築業者，都應該來芝加哥住上幾天，看看人家，想想自己！

5. 2007年世界糧食獎頒獎典禮

國宴級頒獎典禮，宏偉的州政府大廈、莊嚴的流程、最高檔的禮服以及美國式的慶宴，再再讓我們驚覺得只能拼命照相，你根本無法形容也不必形容！

三、感想

台灣畜牧業存活的最大公約數 --- 品牌畜產品

節流不成

自去年9月以來原料的暴漲，已經搞得業界人心惶惶、無所適從！天天必問：「你看原料什麼時候會跌？」這當中有不少人，總是樂觀的認為---大急漲，必大急跌！我可是持悲觀的看法，當前穀物狂漲的勢頭，恐怕不會如業界所祈盼，這回參訪美國穀物協會之後，更是確定了這份擔憂。

原因除了人人皆知的，石油價格導致生物能源開發外，「船運量不足」在2010年以前，都可能持續發生，更是愁眉之急！另外還疊加上，澳洲連續第5年旱災，使得澳洲由糧食出口大國，貶值成進口國。除非人口成長忽然急停甚至下降，能源與糧食的爭戰，恐怕停不了囉！

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

如何開源？

那麼，高成本原料已然定數，節流不成，總得開源。畜產品品牌化，或許是目前做得紊亂卻最經得努力的選項。品牌化做得紊亂，是因為農民不瞭解品牌化的基本要求為一規格化：相同品種、單一飼料、最小經濟規模在賣數。不同品質的產品，怎麼可以共用一個品牌？完全違反行銷理據的銷售作為，怎能成大業？反觀溫體肉市場，雞說一直是本土豬、雞肉最可靠的避風港，但它究竟難逃市佔率逐年下滑的宿命，更別說它從來不保證產地價格是否符合成本，我們虧得愈多，肉販可能賺得更多！而品牌一旦打開通路，即使拍賣市場因生產過剩而導致崩盤，也能夠保持產獲利，讓辛苦獲得合理利潤。

市場規模

以現今680萬頭豬的飼養量，若將其中的30%晉級為品牌肉，會需要204萬隻在賣量，扣掉台糖公司之量，仍有170萬隻左右的空間。若以每日屠宰1,000隻為基本量，每月需25,000隻。6個月一循環則最小經濟規模在賣數約15萬頭。

$170 \div 15 = 11.3$ 因此尚有11個品牌的空間。

成本增高了但市場在哪裡？

15%留給產所得者，其餘15%外銷！

新加坡+香港+澳門+廣州+廈門+上海+天津+北京 = 3倍多台灣人口數。真要是行銷成功，15%那夠銷售！

前些日子，“今週刊”辦了一場投資理財的演講，主持人為謝金河社長，主講人乃今日中國當紅的經濟學家。他的演講內容極其精闢生動，其中與畜牧業相關者——基於水資源短缺，大陸終將成為糧食進口國，尤其是肉類。

你不相信？陳淵國博士私下跟我說：「澳洲的連續旱災，重要原因之一，即快速增長的養牛業，破壞了環境所致。」中國大西北不正好一樣？再看看美國，愛荷華州規定，每英畝地只許養一頭牛，為的是怕環境被破壞，大自然會毀滅性反撲。

只是，我們為原料進口國，生產成本怎麼也不會比整個亞洲低（日本、韓國除外）。如果不以品牌畜產品，進入他們的高消費市場，一般性產品那裡會有錢賺？或許反應快的人會立刻想到——那就叫台灣安心肉先去開路吧！

當然，如果可以，對整個業界都是件可喜可賀的大事！

從既有基礎出發

除了台灣我們已經擁有許多品牌，只可惜未達（相同品種、單一飼料、最小經濟規模在賣數）規格化的要求，他們極需輔導。目前，經營得頗具知名度的品牌（如活力豬、自然豬、福網豬...），不可諱言地，體質尚未十分健全，仍然有成長的空間。

此時，能夠出力和該出力的人，請別再猶豫，品牌化時機已經來到。

農產品電壓制是規格化的基本功，既已推廣有年，這會讓品牌化的觀念，在農民及消費者心中萌芽，且即將蓬勃發展。

附記：

節流方面，提高澱粉的利用效率和挑戰可消化纖維的極限，是兩個可行的方向。以往玉米便宜，經常可以看到豬糞中殘留大量的未消化玉米粒，現在可得改善了，例如膨化與細粉碎。

同等重要的，如何善加利用大宗副產原料（如DDGS），今後必須積極嘗試。不

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

允許再先入為主、拒絕應新！其實大陸非常能利用DDGS的纖維，對於麩皮的纖維卻消化率極低。

四、結論：誠實與持續

整個行程中所有的拜訪、演講、答問皆公開透明，毫不隱瞞醜聞，令人放心！將來公佈研發結果時，應不致僅報喜而不報憂。

整體產業、學界非常團結認真，針對需求依據生物統計學及營養點分析，等符合基礎科學之方法全力投入研究，令人感佩。相信不久的將來，即可建立DDGS詳細的資料庫，足供業界需求才是。

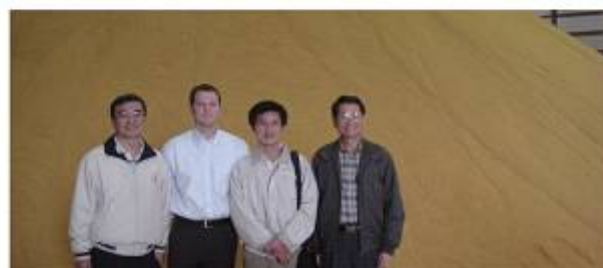
五、建議：新公佈的簡易配方換算表，比之前的好很多，值得參考。

UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN				
Correct Formulation				
DDGS, %	0	10	20	30
Corn, %	67.2	62.8	58.4	52.1
SBM, %	28.5	23.9	19.3	14.8
DDGS, %	-	10.0	20.0	30.0
L-Lys HCL, %	-	0.10	0.20	0.20
L-Trp	-	-	-	0.02

UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN	
Substitutions for 10% DDGS	
Item	Change
Corn	↓ 5.70%
SBM, 48%	↓ 4.25%
MCP	↓ 0.20%
Oil	↓ 0.05%
L-Lys, HCL	↑ 0.10%
Limestone	↑ 0.10%

(本文原刊載於2009年1月出版之「飼料工業季刊」第78期)

為瞭解全球玉米的產銷、美國玉米的品質與裝運、美國燃料酒精產業現況、美國玉米乾酒粕的產銷、品質、裝運、供應商、與運用，與美國穀物協會推廣玉米乾酒粕的現況，美國穀物協會曾籌組「美國穀物、飼料、與玉米乾酒粕考察團」於2007年10月16日至26日前往美國考察，並參加在愛荷華州底模依市召開的「全球糧食獎頒獎活動」，與在芝加哥召開的「第一屆全球玉米乾酒粕國際研討會」。



▲團員們考察玉米乾酒粕的品質



▲於2007年10月17日參觀金鷹合作社(Golden Eagle Coop)的飼料廠。

玉米乾酒粕應用在豬隻飼糧研究的結果

葛瑞倩·席爾博士 (Dr. Gretchen Hill) 演講
張學美 譯

美國穀物協會曾邀請豬隻營養專家葛瑞倩·席爾博士 (Dr. Gretchen Hill) 於2007年5月1日至11日前來我國提供技術服務，並協助推廣玉米乾酒粕。席爾博士目前擔任美國密西根州立大學動物科學系教授，她的演講內容重點如下：

1. 能量

玉米乾酒粕的總能比玉米的總能高，每公斤乾物質約為5,530千卡，但能量的消化率則比玉米低。因此玉米乾酒粕的可消化能（每公斤乾物質約為4,140千卡）和可代謝能（每公斤乾物質約為3,897千卡）和玉米相近。

2. 胺基酸的消化率

玉米乾酒粕的顏色越深，胺基酸的消化率越低。必需和非必需胺基酸的消化率都會受到影響，例如離胺酸的消化率約下降15%。一般認為是梅納反應 (Maillard Reaction) 造成胺基酸消化率的下降 (Fastinger and Mahan, 2006)。

3. 在保育豬的應用

玉米乾酒粕應用在保育豬日糧時，必須注意能量與離胺酸的平衡。在飼糧中，每百萬卡可代謝能應含有3.66公克的表面迴應可消化離胺酸。在飼糧中使用0%、15%、和30%的玉米乾酒粕並同時添加0%或5%的動物性脂肪，結果試驗豬隻的平均日增重不受飼糧處理的影響，玉米乾酒粕的添加量越多，平均每日飼料採食量越低，即飼料效率隨著玉米乾酒粕添加量的增加而改善 (Gaines et al., 2006)。

在保育豬飼糧添加30%玉米乾酒粕和碳水化合物酵素，結果試驗豬隻的平均日增重比對照組略佳 (Spencer et al., 2007)。



▲於2007年10月24日參加「第一屆全球玉米乾酒粕國際研討會」美國穀物協會的展示攤位。左起：捷盛貿易有限公司副總經理陳國平、中華全球穀物股份有限公司採購專員許美傑、信茂牧場董事長吳信輝、中華全球畜牧股份有限公司副總經理陳建威、快健香商行飼料科營養師張文昌、愛加信乳業諮詢顧問陳國博、福壽實業股份有限公司飼料總經理林森可、中華民國豬產運銷合作社理事主席馮冠傑、美國穀物協會美國總經銷總經理Miss Kimberly Krost、與美國穀物協會張學美。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

在玉米-大豆粕飼養豬飼糧中使用0%、10%、和20%的玉米乾酒粕，結果試驗豬隻的磷的消化率相似(61至66%)，添加植酸酶會改善磷的消化率，添加植酸酶會減少糞便中磷的排出量 (Xu et al., 2006)。

4. 在生長肥育豬的應用

評估使用30%玉米乾酒粕在生長肥育豬飼糧中對豬隻生長性狀和屠體特性的影響及添加微生物酵素(內-1,4-β-聚木糖酶素，英文名稱endo-1,4-beta-xylanase，簡稱為NZ)對使用30%玉米乾酒粕飼糧豬隻的影響，結果試驗豬隻的平均日增重、平均每日乾物採食量，屠體重，與屠宰率都不受飼糧處理的影響 (Gaines et al., 2007)。

5. 在懷孕母豬的應用

玉米乾酒粕應用在母豬懷孕時期飼糧時，應由少量開始，然後逐漸增加，應平衡可代謝能，應平衡氨基酸，母豬的排糞量會增加。

6. 在哺乳母豬的應用

在哺乳母豬飼糧中使用0%、15%、和30%的玉米乾酒粕，結果玉米乾酒粕可維持哺乳母豬的性能表現，也可減少磷的排放量 (Hill et al., 2005)。

高產的哺乳母豬可以有效利用玉米乾酒粕和植酸酶素，添加植酸酶素可以促進母豬對玉米乾酒粕中磷的利用，也可減少糞便中磷的排出量，玉米乾酒粕中的纖維並不會影響母豬在哺乳期的表現。

7. 結論

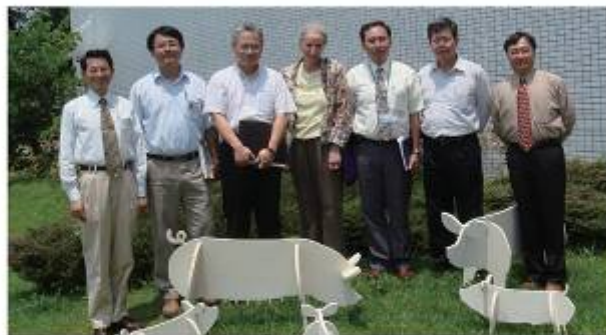
就上述最近的研究結果來看，在豬隻飼糧中可使用玉米乾酒粕，但須注意下列幾點：

- 保育豬和生長肥育豬飼糧須考慮纖維與熱能的比列。
- 在平衡飼糧的比列時，磷的生物有效率約為80-90%。
- 在哺乳母豬和保育豬飼糧中使用玉米乾酒粕時，須讓豬隻慢慢的適應。
- 在生長肥育豬飼糧中添加30%玉米乾酒粕時，應考慮使用碳水化合物酵素。

美國穀物協會邀請豬隻營養專家葛瑞倩·席爾博士(Dr. Gretchen Hill)於2007年5月1日至11日前來我國提供技術服務，並協助推廣玉米乾酒粕。席爾博士目前擔任美國密西根州立大學動物科學系教授。



▲美國穀物協會與美國穀物協會於5月4日在廣東省農會舉辦DDGS研討會，葛瑞倩席爾博士(右)向賓客介紹玉米乾酒粕在畜牧飼料的應用。由陳國博士(左)翻譯。



▲於6月7日前往動物科技研究所與研究人員座談，包括楊天創研究員(左二)、蘇志誠組長(右二)、游義博研究員(左一)、黃維協會秘書長葉九子(右一)。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council



▲於6月10日前往行政院農業委員會報告心得建議，由許桂森科長(左一)與林俊宏科長(左二)接待。



▲於6月8日在泰宏華斯牧場與菁英訓練班之養豬戶座談。



▲於6月4日前往大隆畜牧公司提供技術服務，由王品洲副經理(左二)、黃欽倫經理(左一)、鄭永順經理(右三)接待。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

玉米乾酒粕在豬隻飼糧的應用

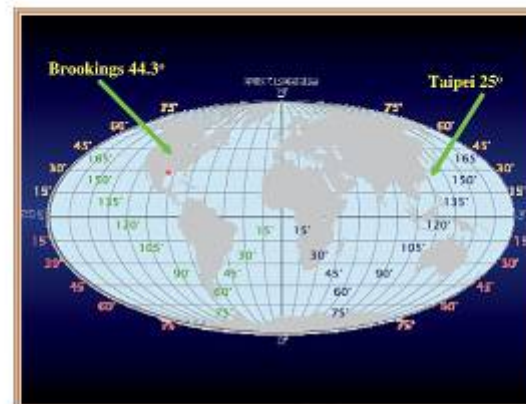
羅伯特·查爾博士(Dr. Robert Thaler)演講 陳昭國博士 翻譯

Use of DDGS in Swine Nutrition 美國玉米乾酒粕在豬隻飼糧的應用

Taiwan Market Information Workshops

Sponsored by the US Grains Council
August 2008

Dr. Bob Thaler
South Dakota State University



With the tremendous growth of the Ethanol industry, there are ever-increasing amounts of DDGS available for livestock rations.

隨著酒精產業的蓬勃發展，有大量的玉米乾酒粕可供禽畜飼糧使用。

Pigs require amino acids, not protein.

豬隻的需求是胺基酸，不是蛋白質。

DDGS is a protein/amino acid source that can work in swine diets.

玉米乾酒粕可以為豬隻提供蛋白質/胺基酸。

Excellent source of available phosphorus.

玉米乾酒粕是最佳的有機磷來源。

DDGS does have benefits & limitations that must be considered when incorporating into swine diets.

豬隻日糧使用玉米乾酒粕有許多優點和限制需要考慮。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

DDGS Varies in Nutrient Content and Digestibility, Color, and Particle Size Among U.S. Sources

不同來源的美國玉米乾酒粕在營養成份、消化率、顏色和粒細度方面有所差異。



Shumoa, 2005

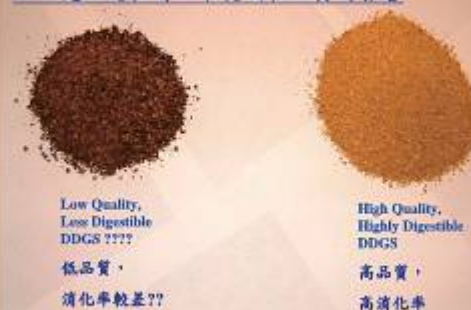
Effect of Processing Method on DDGS Quality

加工處理過程對玉米乾酒粕品質的影響



Effect of Processing Method on DDGS Quality

加工處理過程對玉米乾酒粕品質的影響



Specifications for DDGS for Swine Diets

豬用玉米乾酒粕的規格

- Moisture 水份 不高於maximum of 12%
- Crude protein 粗蛋白 不低於minimum of 26.5%
- Crude fat 粗脂肪 不低於minimum of 10%
- Crude fiber 粗纖維 不高於maximum of 7.5%
- Color 顏色 golden (but darker DDGS may not be bad)
金黃色(但暗黑色未必不好)
- Smell 氣味 fresh, fermented, pleasant cereal odor
新鮮，發酵，清香的穀物風味
- Bulk density 密度 34-37 lb/cubic foot
34-37磅/立方英尺
- Particle size 粒細度 coarse = 10% max on 2000 mesh screen
fine = 15% max on 600 mesh screen & pan
粗=不超過10%留在2000網篩上
細=不超過15%留在600網篩和底盤上

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

Feeding Pigs 豬隻的飼養



- Pigs require AA, energy, vitamins, minerals, & water
豬需要胺基酸、熱能、維生素、礦物質、和水。
- Variety of feedstuffs can be used in combination to meet goal
有許多原料作不同的組合可以滿足豬隻的需求。
- Must be concerned with nutrient content & digestibility, test weight, and contaminants
必須注意營養成份、消化率、試驗體重、和外來污染物質。

Feed Use by Phase 各飼養期的飼料耗用量

Phase	Wt (kgs)	kgs feed per phase	% feed usage
Starter 1	<6.8	1.8	0.5
Starter 2	6.8-11.4	6.8	2
Starter 3	11.4-22.7	22.7	6
Grower 1	22.7-36.4	29.5	8
Grower 2	36.4-54.5	50	14
Finisher 1	54.5-77.3	72.7	20
Finisher 2	77.3-109	118.2	33
Gestation		734	11
Lactation		229	6

DDGS Incorporation in Swine Diets

豬隻飼糧使用玉米乾酒粕

- **Total vs digestible amino acid basis**
以總胺基酸或可消化胺基酸為基準計算配方
 - Maximum DDGS inclusion rate = 10%
 - if formulating on a total amino acid basis
如果以總胺基酸為基準，最高使用量為10%
 - Much higher DDGS inclusion rates (>10%)
 - if diets are formulated using digestible amino acids
如果以可消化胺基酸為基準，最高使用量會遠高於10%

How Do You Determine AA Digestibility?

如何測定胺基酸消化率?



玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

DDGS Incorporation in Swine Diets

豬隻飼糧使用玉米乾酒粕

- Total vs available phosphorus basis

以總磷或有效磷為基準計算配方

- Formulating diet on an available P basis increases economic benefit and reduces P content of manure

以有效磷為基準計算配方可以提高經濟效益並且減少糞便中磷的含量

- Properly sample each load of DDGS & use a conservative digestibility factor to determine the amount of digestible nutrients

正確的採樣每一批玉米乾酒粕，引用保守的消化率係數估算可消化營養份

NIR Calibrations for DDGS and Total Amino Acid Concentrations

以近紅外線分析儀預測玉米乾酒粕的總氨基酸濃度

Nutrient	R	Rmse, %	R ²	CV, %
Lysine 離胺酸	0.89	0.064	.79	16.2
Methionine 甲硫氨酸	0.81	0.044	.66	14.2
Threonine 蘇氨酸	0.73	0.046	.53	6.2
Energy 熱能	0.87	.37	.76	1.9

R = correlation between actual and predicted values
實際值和預測值的相關係數

Rmse = prediction error 預測誤差

R² = proportion of the total variation explained by calibrations
預測值解釋總變異的比例

CV, % = coefficient of variation among DDGS samples 變異係數
Stanton, 2005

Correlations Between L*, b*, and Digestible Amino Acids

色澤量度和黃色程度與可消化氨基酸的相關性

Digestible AA	L*	b*
Lysine 離胺酸	.87	.96
Threonine 蘇氨酸	.53	.76
Arginine 精胺酸	.71	.87
Histidine 組胺酸	.84	.88
Tryptophan 色胺酸	.72	.77

*Batal, A.B., and N.M. Dale. 2006. *Journal Applied Poultry Research* 15:89-93

Appropriate Inclusion Rates

適當的使用量

Phase 階段	Starting Point 起使用量	Maximum Inclusion Rate 最高用量
Nursery (>7 kg) 保育豬	5%	25%
Grow-Finish 生長肥育豬	10%	20%
Gestating sows 懷孕母豬	20%	50%
Lactating sows 哺乳母豬	5%	20%
Barns 公豬	20%	50%

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

DDGS & Sows

玉米乾酒粕在母豬的應用

- 50% in gestation will work 用量可高達50%
 - Benefit in systems that are "floor feeding" since eating is spread out over a longer period of time
適用於"地板餵飼"的系統，因為採食分佈在較長的時間
- Start at a low inclusion level in lactation and monitor feed intake
在哺乳母豬日糧需要由較低的使用量起，並且監控採食量
- Short term feed reduction if move up too fast
用量增加太快會有短期採食量下降的現象
- May increase litter size weaned & pig weight gain when fed during lactation
母豬哺乳使用玉米酒粕可能有改善離乳窩仔數和仔豬增重的效果

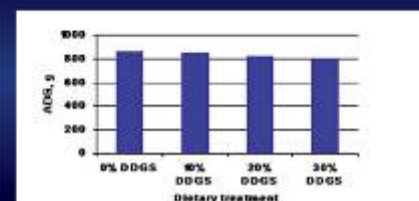
Feeding High Quality DDGS to Grow-Finish Pigs

生長肥育豬飼餵玉米乾酒粕(Shurson, 2005)

- 240 crossbred pigs (approx. 28.3 kg BW)
240頭平均體重約28.3公斤的雜交肉豬
- Grow-finish facilities at WCROC – Morris, MN
明尼蘇達州WCROC的肉豬舍
- Blocked by weight, gender and litter
豬隻依體重、性別、和窩別分組
- Blocks randomly assigned to 1 of 4 diet sequences
各樣隨機分配為4個日糧處理組
 - 5-phase feeding program 五階段餵飼計劃
- 0, 10, 20, or 30% DDGS diets formulated on total lysine basis
飼糧配方以總磷為基準分別添加0, 10, 20,和30%的玉米乾酒粕
- 24 pens, 10 pigs/pen, 6 replications/trt
共24欄，每欄10隻，每飼糧處理組有6個重複欄

Effect of Dietary DDGS Level on Overall ADG of Grow-Finish Pigs

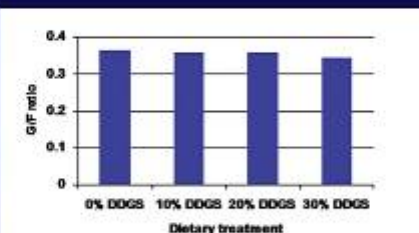
飼糧玉米乾酒粕的含量對生長肥育豬平均日增重的影響



0% and 10% DDGS > 20% and 30% DDGS (P < .10)

Effect of Dietary DDGS Level on Overall G/F of Grow-Finish Pigs

飼糧玉米乾酒粕的含量對生長肥育豬飼料效率的影響



0%, 10% and 20% DDGS > 30% DDGS (P < .10)

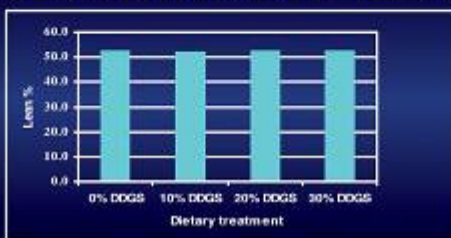
玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

Effect of Dietary DDGS Level on % Carcass Lean

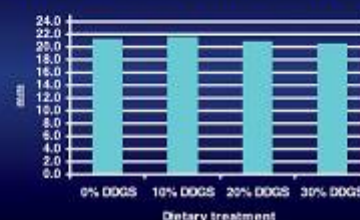
飼糧玉米乾酒粕的含量對生長肥育豬屠體精肉率的影响



No significant differences among dietary treatments

Effect of Dietary DDGS Level on Carcass Backfat Depth

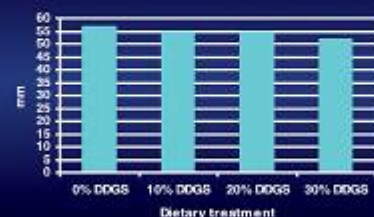
飼糧玉米乾酒粕的含量對生長肥育豬背脂的影响



No significant differences among dietary treatments

Effect of Dietary DDGS Level on Carcass Loin Depth

飼糧玉米乾酒粕的含量對生長肥育豬屠體腰眼深度的影响



Linear decrease with increasing dietary level of DDGS ($P < .01$)

Muscle Quality Characteristics from G-F Pigs Fed Diets Containing 0, 10, 20, and 30% DDGS

飼糧玉米乾酒粕的含量對生長肥育豬肌肉品質性狀的影响

Trait 性狀	0 %	10 %	20 %	30 %	RMSSE
L ^a 肉色亮度	54.3	55.1	55.8	55.5	2.9
Color score ^a 肉色評分	3.2	3.2	3.1	3.1	0.8
Firmness score ^b 硬度評分	2.2	2.0	2.1	2.1	0.5
Marbling score ^c 大理石紋評分	1.9	1.9	1.7	1.9	0.6
Ultimate pH 最終酸鹼值	5.6	5.6	5.6	5.6	0.2
11-d purge loss, % 11天水份溶出失重	2.1 ^d	2.4 ^d	2.8 ^e	2.9 ^e	1.2
24-h drip loss 24小時冷藏水份失重	0.7	0.7	0.7	0.7	0.2
Cooking loss, % 烹煮水份失重	18.7	18.5	18.5	18.8	2.6
Total moisture loss ^e , % 總水份失重	21.4	21.5	21.8	22.1	5.1
Warner-Bratzler shear force, kg 剪力	3.4	3.4	3.3	3.3	0.5

^a 1 = white, 100 = black
^b 1 = light pinkish gray, 10 = dark pinkish gray
^c 1 = 100, 2 = 50, 3 = 25, 4 = 10, 5 = 5, 6 = 2, 7 = 1
^d 1 = 100, 2 = 50, 3 = 25, 4 = 10, 5 = 5, 6 = 2, 7 = 1
^e Total moisture loss = 11-d purge loss + 24-h drip loss + cooking loss

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

Fat Quality Characteristics of Market Pigs Fed Corn-Soy Diets Containing 0 to 30% DDGS 飼糧玉米乾酒粕的含量對生長肥育豬脂肪品質性狀的影響

	0 %	10 %	20 %	30 %
Belly thickness, cm 腹脂肪厚度	3.15 ^a	3.06 ^{ab}	2.84 ^{ab}	2.71 ^b
Belly firmness score, degrees 腹脂肪硬度評分	27.3 ^a	24.4 ^{ab}	25.1 ^{ab}	21.3 ^b
Adjusted belly firmness score, degrees 調整後腹脂肪硬度評分	25.9 ^a	25.8 ^{ab}	25.4 ^{ab}	22.4 ^b
Iodine number 碘價	66.8 ^a	68.6 ^a	70.6 ^a	72.0 ^a

Means within a row lacking common superscript differ (P < .05).

Japan Scientific Feeds Association Swine Feeding Trial Sponsored by USGC 在日本進行的豬隻飼養試驗

- K. Suga, Y. Hashimoto, M. Hanazumi and C. Yonemori
- JSFA Feed Research Center near Narita, Chiba Prefecture
- 50 Large White x Duroc pigs (25 gilts & 25 barrows)
50頭大白豬和杜洛克雜交豬(25頭女豬、25頭男豬)
- 3-Phase Feeding program 三階段飼養
 - 30-50 kg
 - 51- 70 kg
 - 71- 110 kg

Treatments 日糧處理組

1. 0% DDGS 30-110 kg BW 0-0
2. 10% DDGS 30-70 kg BW 10-0
3. 15% DDGS 30-70 kg BW 15-0
4. 20% DDGS 30-70 kg BW 20-0
5. 10% DDGS 30-110 kg BW 10-10

* Diets formulated to meet requirements published in Japanese Feeding Standards for Swine (2005)

Results 結果

- No differences in overall growth rate, feed intake, feed conversion, or days to market
生長速度、採食量、飼料效率、上市日齡沒有差異
- No differences in carcass weight, dressing %, or fat thickness
屠體重、屠宰率、脂肪厚度也沒有差異
- Lightness or darkness of muscle and fat color (L*) were not affected by treatment
肌肉和脂肪顏色的亮度也不受日糧的影響

Results 結果

- No differences for redness of muscle color (a*)
肌肉的紅色程度不受影響
- Barrows fed 20-0% DDGS diets had higher yellowness of color (b*) of muscle than 10-0 trt
餵飼20-0%日糧的閹公豬，肌肉黃色程度比餵飼10-0%日糧組高
- No differences in a* and b* fat color for barrows
閹公豬的脂肪紅色和黃色程度沒有差異
- Gilts fed 10-0% DDGS had higher a* than the 15-0 and 20-0 pigs, and higher b* than 0-0
餵飼10-0%日糧女豬的肌肉紅色程度比餵飼15-0%和20-0%日糧組高；黃色程度也比0-0%組高

Summary 結論

- Consistent results with other studies
和其它試驗的結果一致
- 10% DDGS throughout the entire grow-finish phase resulted in acceptable growth performance, carcass composition, and muscle & fat color to meet Japanese pork quality standards
生長肥育豬全期餵飼10%玉米乾酒粕，生長性狀、屠體成份、肌肉和脂肪的色澤都可以達到日本豬肉品質標準的要求

Mycotoxins 黴菌毒素

- Risk of mycotoxin contamination in high quality DDGS is very low**
高品質玉米酒粕受到黴菌毒素污染的危險性很低
 - Poor quality corn = poor ethanol yields
品質不良的玉米=低酒精產量
 - Corn supplied to ethanol plants is produced locally
酒精工廠都使用當地生產的玉米
 - Corn produced in upper Midwest is has a low risk for mycotoxins (no aflatoxin)
美國上中西部所產的玉米有黴菌毒素的機率很低
- Must use thin layer chromatography (TLC) or HPLC for testing mycotoxins in DDGS**
玉米乾酒粕的黴菌毒素檢驗要用HPLC或TLC
 - ELISA and other methods result in false positives
ELISA和其他方法常造成偽陽性

Sharon, 2005

Mycotoxins – DDGS

玉米乾酒粕的黴菌毒素問題

- Questions for the supplier/plant(供應商/工廠需要回答的問題)
 - Are they testing for mycotoxins?是否例行篩檢?
 - How often? 篩檢頻率?
 - What products?檢驗產品、項目
 - Just the corn or the DDGS product as well?
只篩檢玉米?也篩檢玉米乾酒粕?
 - Most common mycotoxins in DDGS – Aflatoxin, Vomoxin, Fumonisins, Zearalenone, and T2 Toxin
玉米乾酒粕最常見的黴菌毒素
 - What test are they using?檢驗方法
- Good rule: 可靠的參考標準
 - Aflatoxin DDGS = 20 ppb, Corn = 5 ppb
 - Fumonisin DDGS = 10 ppm, Corn = 3ppm

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

Maximum Tolerance Levels of Selected Mycotoxins 各階段豬隻的黴菌毒素的最高耐受程度

TOXIN	Class of Swine	Maximum Level
Aflatoxin	Breeding	.1 ppm
	Nursery	.020 ppm
	Growing	Not determined
	Finishing	.2 ppm
Vomitoxin (DON)	All classes	1 ppm
Zearalenone	Breeding	2 ppm
	Nursery	1 ppm
	Growing	1 ppm
	Finishing	3 ppm
Fumonisin	All classes	10 ppm

Can not find maximum allowable limits for F2

Mycotoxin Analysis Results from DDGS Dairy Trial at LFY Dairy in Taiwan 美國玉米乾酒粕在台灣之保存性試驗 (袋裝)

Mycotoxin	Detection Limits	Analytical Method	DDGS Week 1	DDGS Week 10
Aflatoxin B1	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
Aflatoxin B2	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
Aflatoxin G1	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
Aflatoxin G2	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
T-2 Toxin	0.1 ppm	TLC	ND	ND
Deoxynivalenol	0.1 ppm	TLC	ND	ND
15 Acetyl-DON	0.1 ppm	TLC	ND	ND
3 Acetyl-DON	0.1 ppm	TLC	ND	ND
Zearalenone	100 ppb	HPLC	56*	54*
Fumonisin B1	0.2 ppm	HPLC	ND	ND
Fumonisin B2	0.2 ppm	HPLC	ND	ND
Fumonisin B3	0.2 ppm	HPLC	**	**

* Normal detection is 100 ppb, but there was a peak large enough to qualify as a measurement.

** Fumonisin B3 was not detected and was under the detection limit.

Sample analysis was performed by Pioneer Labs, 1101 Midway Drive, Ames, IA 50010.

Dr. Simon Chen

Mycotoxin analysis of DDGS used in the Taiwan Swine and Broiler Feeding Trials 玉米乾酒粕的黴菌毒素篩檢(台灣)

Mycotoxin	Detection Limit	Method	Level
Aflatoxin B1	1.0 ppb	HPLC	1.0 ppb
Aflatoxin B2	1.0 ppb	HPLC	ND
Aflatoxin G1	1.0 ppb	HPLC	ND
Aflatoxin G2	1.0 ppb	HPLC	ND
Deoxynivalenol	0.1 ppm	TLC	0.2 ppm
15 Acetyl-DON	0.1 ppm	TLC	ND
3 Acetyl-DON	0.1 ppm	TLC	ND
Zearalenone	100 ppb	HPLC	ND
Fumonisin B1	0.2 ppm	HPLC	0.5 ppm
Fumonisin B2	0.2 ppm	HPLC	ND
Fumonisin B3	0.2 ppm	HPLC	ND

Dr. Simon Chen

Laboratory analysis results for moisture, crude protein, aflatoxin, and F-2 toxin of DDGS during storage at the commercial feed mill in Taiwan. 美國玉米乾酒粕在台灣之保存性試驗(飼料廠裝桶)

Sample Date	Sample Number	Moisture, %	Crude protein, %	Aflatoxin, ppb	F-2 toxin, ppb
18-Mar-04		9.65	27.60	0.00	98
17-Mar-04		10.17	27.61	0.00	101
14-Mar-04	1	10.65	27.59	0.00	104
11-Mar-04	2	10.70	27.63	0.00	96
7-Apr-04	3	10.71	27.61	0.00	105
14-Apr-04	4	10.76	27.72	0.00	106
21-Apr-04	5	10.93	27.71	0.00	102
28-Apr-04	6	11.02	27.62	0.00	100
5-May-04	7	11.28	27.74	0.00	104
12-May-04	8	11.16	27.61	0.00	101
19-May-04	9	11.70	27.68	0.00	103
27-May-04	10	11.48	27.61	0.00	104
3-Jun-04	11	12.13	27.50	0.00	106
10-Jun-04	12	12.26	27.53	0.00	105

Dr. Simon Chen

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

AFLATOXINS (.1 ppm for sows)

Sample ID	US shipment	Taiwan shipment
#1-CLHU-865072-4	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#2-FSCU-624817-0	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#3-GESU-553649-6	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#4-TCNU-928221-4	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#5-BSIU-403544-5	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#6-PGRU-913088-6	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#7-TRLU-729411-5	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#8-EISU-993179-2	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#9-FSCU-615932-3	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#10-GLDU-413720-3	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#11-LTIU-426419-2	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb
#12-FSCU-449543-7	NDA < 10 ppb	NDA < 10 ppb

ZEARELENONE (2 ppm for sows)

Sample ID	US shipment	Taiwan shipment
#1-CLHU-865072-4	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#2-FSCU-624817-0	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#3-GESU-553649-6	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#4-TCNU-928221-4	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#5-BSIU-403544-5	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#6-PGRU-913088-6	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#7-TRLU-729411-5	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#8-EISU-993179-2	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#9-FSCU-615932-3	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#10-GLDU-413720-3	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#11-LTIU-426419-2	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#12-FSCU-449543-7	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm

VOMITOXIN (1 ppm for sows)

Sample ID	US shipment	Taiwan shipment
#1-CLHU-865072-4	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#2-FSCU-624817-0	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#3-GESU-553649-6	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#4-TCNU-928221-4	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#5-BSIU-403544-5	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#6-PGRU-913088-6	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#7-TRLU-729411-5	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#8-EISU-993179-2	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#9-FSCU-615932-3	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#10-GLDU-413720-3	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#11-LTIU-426419-2	NDA < 1 ppm	NDA < 1 ppm
#12-FSCU-449543-7	NDA < 1	NDA < 1

FUMONISINS (10 ppm for sows)

Sample ID	US shipment	Taiwan shipment
#1-CLHU-865072-4	1.0 ppm	2.4 ppm
#2-FSCU-624817-0	0.9 ppm	0.4 ppm
#3-GESU-553649-6	0.9 ppm	2.0 ppm
#4-TCNU-928221-4	1.4 ppm	1.5 ppm
#5-BSIU-403544-5	1.0 ppm	1.0 ppm
#6-PGRU-913088-6	0.6 ppm	1.5 ppm
#7-TRLU-729411-5	0.8 ppm	1.2 ppm
#8-EISU-993179-2	0.5 ppm	1.6 ppm
#9-FSCU-615932-3	1.2 ppm	1.6 ppm
#10-GLDU-413720-3	1.1 ppm	1.4 ppm
#11-LTIU-426419-2	0.6 ppm	2.1 ppm
#12-FSCU-449543-7	0.9 ppm	1.4 ppm

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

T-2 TOXIN (No ppm established)

Sample ID	US shipment	Taiwan shipment
#1-CLHU-865072-4	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#2-FSCU-624817-0	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#3-GESU-553649-6	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#4-TCNU-928221-4	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#5-BSIU-403544-5	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#6-PGRU-913088-6	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#7-TRLU-729411-6	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#8-EISU-993179-2	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#9-FSCU-615932-3	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#10-GLDU-413720-3	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#11-LTIU-426419-2	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm
#12-FSCU-449543-7	NDA < 2 ppm	NDA < 2 ppm

Mycotoxin Summary

黴菌毒素—結論

- Most US plants are screening for mycotoxin
大部份美國的酒精工廠都會篩檢黴菌毒素
- US ethanol plants located in upper Midwest and few mycotoxins present
美國的酒精工廠大都位於上中西部黴菌毒素很少見的地區
- Has not been a problem for livestock producers in the US
在美國並未對畜牧業者造成困擾
- Health problems being blamed on DDGS?
豬隻的健康問題常被歸咎於玉米乾酒粕?
- Other countries have more mycotoxins in their corn & DDGS
來自其它國家的玉米和玉米乾酒粕，黴菌毒素的問題更嚴重
- Ability to test for much smaller quantities
分析更微量黴菌毒素污染的能力
- Marketing? 市場行銷

Fat Stability of DDGS

玉米乾酒粕的脂肪安定性

- Limited data 資料很有限
Sharon, 2005
- Mexico 墨西哥
 - DDGS monitored during transit and storage for 16 weeks in a commercial feed mill in Jalisco, Mexico
在商業飼料場監控16週
 - Temperature ranged from 2 to 28 degrees C
溫度範圍在2-28°C
 - Average high temperature 25 degrees C
最高平均溫度25°C
 - Average low temperature was 8.4 degrees C
最低平均溫度8.4°C
 - No rancidity was detectable 未發現酸敗現象

Fat Stability of DDGS in Taiwan

玉米乾酒粕的脂肪安定性(台灣)

- Study conducted at Lin-Fong-Ying Dairy Farm 林鳳營
 - a commercial dairy farm located about 20 km south of the Tropic of Cancer
牧場位於北迴線南方約20公里
 - DDGS was shipped from Watertown, SD to Taiwan in a 40 ft. container
含可溶物乾燥玉米酒粕來自美國Glacial Lakes Energy LLC (Watertown, SD)，用40呎的貨櫃運送
 - upon arrival in Taiwan, DDGS was re-packaged in 50 kg feed bags with a plastic lining
抵達台灣後再以50公斤有塑膠襯裡的袋子重新裝袋
 - DDGS bags were stored in a covered steel pole barn for 10 weeks during the course of the dairy feeding trial
儲放在林鳳營牧場的鐵皮屋頂飼料倉庫中10週

Sharon, 2005

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council



Dr. Yuan-Kuo Chen discussing DDGS sampling procedures from storage bags with his research assistant.

Inside of the covered, steel pole barn used to store bags of DDGS and other forage and feed ingredients at LPY Dairy.

Shurson, 2005

Fat Stability of DDGS in Taiwan 玉米乾酒粕的脂肪安定性(台灣)

Analysis分析項目	Week 1	Week 10
Peroxide value, mEq/kg 過氧化價	0.70	0.60
Free fatty acids, % as oleic 游離脂肪酸	11.2	16.2

Peroxide values < 5 mEq/kg are considered acceptable for fat quality and there is no oxidative rancidity.
每公斤脂肪的過氧化價不超過5.0 mEq就代表沒有明顯酸敗的現象

Shurson, 2005

Other Concerns 其它的顧慮

- Hard to get good DDGS pellets 不易打粒
 - Fine particle size 粒度太細
 - 10% fat 含10%脂肪
- Flowability in storage facility 流動性

Health Benefits?

玉米乾酒粕對豬腸道健康的影響?

- Many producers have reported that including 10% or more DDGS is effective in controlling ileitis and Hemorrhagic Bowel Syndrome
許多養豬業者在使用10%以上的玉米乾酒粕後都發現豬的增生性腸病和小腸出血症明顯的受到控制

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council



Sharon, 2005

Healthy

Ileitis



Sharon, 2005

Controlled Research

對照試驗

- U of MN observed DDGS additions:
明尼蘇達州立大學的研究發現添加玉米乾酒粕
 - helped maintain small intestine integrity
有助於維持小腸的完整性
 - No differences in growth, morbidity, or mortality
生長表現、罹病率、死亡率沒有差異
- SDSU repeated the trial at a different site
南達克達大學重複相同試驗

• Corn-SBM	玉米黃豆粉對照組
• DDGS (20%)	20% 玉米乾酒粕
• Soy hulls (5%)	5% 黃豆殼
• Tylan (100-40-20)	泰農

Conclusion of SDSU Trial

南達克達州大學的試驗結論

- Tylosin additions were effective in partially alleviating the negative effects of a *Lawsonia intracellularis* challenge
添加泰農可以有效的改善部份 *Lawsonia intracellularis* 攻毒的負面影響
- Dietary additions of DDGS (20%) or soy hulls (5%) did not alleviate the negative effects of a *Lawsonia intracellularis* challenge
添加20%玉米乾酒粕或5%黃豆殼並沒有改善 *Lawsonia intracellularis* 攻毒的負面影響

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

Health Benefits?

玉米乾酒粕對豬腸道健康的影響？

- Veterinarians report that DDGS is effective against ileitis/HBS about 50% of the time
臨床獸醫認為玉米乾酒粕有改善小腸疾病的效果
- There are some commercial producers with excellent records who show a definite health benefit from DDGS
有些商業生產場有健全的數據證實這個效果
- Use caution when applying an economic value to DDGS's health benefits until they can be quantified
在評估這個效果的經濟效益時要很小心
- However, they could be real in YOUR operation
這個效果有可能確實在您的牧場出現

Economic Calculations

經濟效益評估

- Using Excel spreadsheet at: 用下列網頁的試算表
<http://ars.sdstate.edu/SwineExt/ddgs.htm>
- You enter in prices for: 輸入原料的價格
 - Corn 玉米
 - SBM 黃豆粉
 - Dical Phos 二磷
 - Limestone 石灰石粉
- It gives you the equivalent price for DDGS included at 10% of the diet
試算表會計算日糧添加10%玉米乾酒粕的平衡價格

Economics of DDGS

經濟效益評估

- 100 kg DDGS +
- 1.5 kg limestone

provides the same nutrients as

- 88.5 kg corn +
- 10 kg SBM (44%) +
- 3.0 kg dicalcium phosphate

July 08 Prices (per kg)

七月八日原料單價

<u>Ingredient</u>	<u>NT \$</u>
Corn	11.70
SBM (43%)	16.75
Dical Phos	40
DDGS	11.40
Limestone	2.5

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

Economics of DDGS

經濟效益評估

- 100 kg DDGS = NT \$1,140.0
- 1.5 kg limestone = 3.8
- Total 1,143.8

vs

- 88.5 kg corn = 1,035.5
- 10 kg SBM = 167.5
- 3.0 kg dical phos = 120.0
- Total 1,323.0

Savings of NT \$ 1,323.0 - 1,143.8 =

NT \$ 179.2/mTon of feed

每噸飼料節省\$179.2元

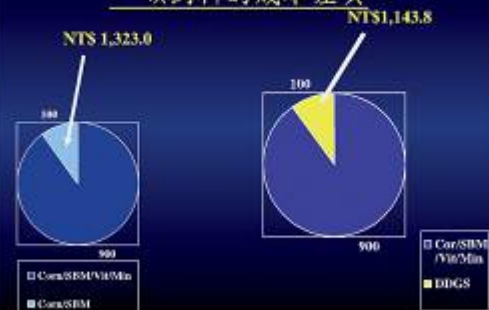
OR 或

NT \$ 59.7 per pig

每頭豬節省\$59.7元

1,000 kg Complete Diet

一噸飼料的成本差異



DDGS Conclusions 結論

- **High Quality DDGS** is a good feedstuff for swine
高品質的玉米乾酒粕是很好的豬隻飼料原料
- Due to it's poor amino acid quality & availability, diets must be balanced on an available lysine basis
因為胺基酸品質和有效性的問題，飼糧的平衡需要根據有效胺基酸
- Good source of available phosphorus
很好的有效磷來源
- There may be a health benefit for ileitis from DDGS but it is not consistent
可能對豬隻的腸道疾病有改善作用，但研究結果並不一致

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

DDGS Conclusions 結論

- Nutrient variability is a major problem with DDGS
營養成份的變異是使用玉米乾酒粕的最大問題
 - Variability can be controlled by establishing a standard specification sheet & identifying suppliers of a consistent, high quality product
制定規格標準和找出可以供應穩定優質產品的廠家
- Mycotoxins are **NOT** a problem with high quality, US DDGS from new generation plants
使用美國新一代酒精工廠所生產的優質玉米乾酒粕，黴菌毒素並不會造成問題
- Easy way to add fat to a diet
飼糧添加脂肪簡便的方法



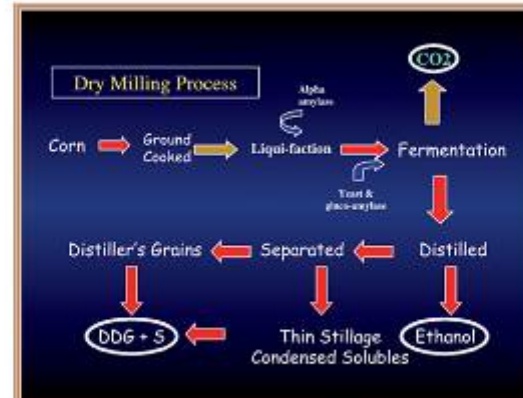
Thank You
謝謝

附加參考資料

US DDGS Usage in Swine Diets 玉米乾酒粕在美國豬隻飼糧的使用狀況

Phase 飼養期	% Farms Using It 使用牧場的比例	Inclusion Rate 使用量
Grow-Finish	85 - 90%	10 - 20%
Gestation	5 - 10%	30%
Lactation	5 - 10%	5 - 10%
Late Nursery	< 5%	5 - 10%

Shannon 2007



參訪台灣養豬業與飼料業心得

美國南達科他州州立大學 薩伯特·查樂博士(Bob Thaler)

陳瑞國博士 翻譯

參訪目的

此次參訪台灣的養豬產業和飼料業主要的目的是要協助推廣美國玉米乾酒粕在豬隻飼料的應用，特別著重在美國玉米乾酒粕的營養特性、經濟效益、在特定豬隻日糧的應用、和無菌菌殘留等議題上。此次參訪行程的活動包括：多場研討會、豬場的現場技術服務、拜訪政府主管機關、大學、和產業界人士。

參訪心得摘要與建議

1. 以2008年8月的玉米、豆粕、美國玉米乾酒粕、二磺、和石灰石粉的價格計算，台灣的養豬業者如果在豬隻飼料中使用10%的美國玉米乾酒粕，每噸飼料的成本可以降低5.78美元(約台幣185元)，亦即每頭肉豬的生產成本可以降低約1.93美元(約台幣61元)；但是大部份的養豬業者都很保守的在飼料中使用3-6%的美國玉米乾酒粕。希望藉由強調使用美國玉米乾酒粕所能為業者帶來的實質經濟效益增加台灣肉豬飼料使用美國玉米乾酒粕的比例。
2. 許多養豬業者因為先入為主的觀念認為玉米乾酒粕可能含有高量的黴菌毒素，因此不敢用於母豬飼料中。儘管有部份美國玉米乾酒粕可以檢出含有少量的黴菌毒素，但是含量都非常的低，並不會對豬隻構成威脅；這個事實在此次的一系列研討會中都一再的強調。美國穀物協會和相關單位應該將面對黴菌毒素的策略和實際狀況持續的告知養豬業者。越多的養豬業者儘早加入使用美國玉米乾酒粕的行列，就會有越多的成功案例在業界流傳，讓業者對黴菌毒素的恐懼感消失於無形。
3. 美國穀物協會已經非常成功的讓台灣的養豬產業接受在肉豬的飼料體系使用美國玉

米乾酒粕，其中美國穀物協會在台灣贊助的玉米乾酒粕飼養示範試驗扮演部份重要的因素。如果要將美國玉米乾酒粕導入母豬的飼料體系，我建議美國穀物協會必需在台灣進行懷孕期和哺乳期母豬的科學性飼養示範試驗；這些研究的結果不僅可以讓美國穀物協會作為推廣美國玉米乾酒粕之用，受託的大學或研究單位也可以和產業界分享這些研究結果。

4. 大部份的業者在談論美國玉米乾酒粕時都著重在它高蛋白質的特性，但是高產所需要的是胺基酸，而不是蛋白質。如果業者在使用美國玉米乾酒粕的飼料時只平衡蛋白質，飼養的結果可能會有問題。在此必須特別強調在豬隻飼料中使用美國玉米乾酒粕時務必要以總胺基酸或有效胺基酸做為平衡飼料的標準。同時也需要平衡有效磷以提高使用美國玉米乾酒粕的經濟效益。
5. 我建議美國穀物協會贊助2至3個在養豬業具有高度影響力的豬場，針對這些場一年所使用的美國玉米乾酒粕逐批採樣以高效能液相層析法檢驗追蹤所有可能出現的黴菌毒素，以便呈現黴菌毒素問題的真相。這些追蹤分析的結果可以用來向業界說明真相，也可以讓參與計畫的業界領導業者向同業見證他們成功的經驗。
6. 在台灣大部份業者都依賴飼料廠或其它週邊產業的技術人員提供日糧配方和技術諮詢。我建議美國穀物協會應該在台灣針對飼料廠配方人員和第一線的技術人員舉辦使用美國玉米乾酒粕配方技術訓練講習會，讓所有的營養技術人員都實際將美國玉米乾酒粕資訊輸入到配方軟體，並且反覆演算以完全瞭解使用美國玉米乾酒粕的利益。
7. 此行發現並未有人提及使用美國玉米乾酒粕相關的飼料加工問題。在豬隻飼料中添加10%或10%以上的美國玉米乾酒粕時，如果沒有適當的調整打粒程序可能會影響粒料品質。建議邀請針對這個議題有豐富經驗的專家Dr. Kim Koch (Northern Crops Institute)來台灣分享相關的技術。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

為因應飼料原料行情上揚，使用玉米乾酒粕成為飼料與禽畜業者降低成本的方法之一。為介紹玉米乾酒粕在養豬飼料的應用，美國穀物協會邀請美國南達科塔州立大學豬隻營養與推廣教授羅伯特·查樂博士(Dr. Robert Thaler)於2008年8月16日至24日前來我國提供技術服務，並與相關之政府官員及學者專家交換意見。除拜訪養豬場與飼料場外，並分別與台灣區飼料工業公會、中央畜產會、與中華民國養豬協會在屏東、台南、嘉義、台北共同舉辦四場「玉米乾酒粕(DDGS)在養豬飼料的應用」研討會。



▲研討會由羅伯特·查樂博士(左)演講，魏源國博士(右)翻譯。



▲於8月19日在屏東舉辦會舉辦「玉米乾酒粕在養豬飼料的應用」研討會。



▲於8月20日拜訪行政院農業委員會畜產試驗所，圖左起魏源國博士、台灣區飼料工業公會總幹事黃文輝、畜產試驗所所長王政國(已榮升行政院農業委員會副主任委員)、羅伯特·查樂博士、中央畜產會張玉珍、美國穀物協會張學慶。

「蒸餾穀物國際研討會」與 美國玉米乾酒粕生產考察報告

劉昌宇

目的：應美國穀物協會邀請，赴美國參加「蒸餾穀物國際研討會(International Distiller Grain Conference)」，並考察玉米種植、穀物儲存及玉米乾酒粕(Distiller dry grains with solubles, DDGS)生產等相關產業運作。

行程：10/19(日) 9:45 AM赴美國

10/20(一)參加蒸餾穀物國際研討會(印地安納州)

10/21(二)參加蒸餾穀物國際研討會(印地安納州)

10/22(三)考察玉米種植與種子公司(俄亥俄州)

10/23(四)考察酒精工廠、玉米乾酒粕生產及玉米種植(俄亥俄州)

10/24(五)考察玉米種植、穀物倉儲及轉運站(印地安納州)

10/25(六) 1:30 PM離開美國回台灣

10/26(日) 10:00 PM到台灣

團員：黃欽榮 董事長 中央畜產會(團長)

刑惠通 協理 大成長城企業股份有限公司

梁玲雪 協理 卜蜂企業股份有限公司

鄭道元 經理 統一企業股份有限公司

戴育豪 助理研究員 聯華實業股份有限公司

陳宏明 經理 中興嘉吉股份有限公司

楊朝凱 經理 中華全球食物股份有限公司

胡立 主任 中華全球食物股份有限公司

劉昌宇 副研究員 台灣動物科技研究所

張學義 代表 美國穀物協會(領隊)

研討會及考察

蒸餾穀物國際研討會：

1. 酒精與玉米乾酒粕生產

此第二屆研討會由美國穀物協會與BBI國際顧問公司(經驗生質燃料生產設計、評估顧問及相關資訊出版)聯合舉辦，是世界上最大的玉米酒精蒸餾穀物研討會。會中討論美國近年來玉米酒精生產的發展情形，從2006年1月的43億加侖，成長到2008年10月的106億加侖。預期2010年3月將達136億加侖。2007年，美國共生產131億英斗的玉米，其中25%(33億英斗)用來生產酒精，在2007-2008年間共生產出2,060萬公噸的玉米乾酒粕，2008-2009年間預期會生產2,830萬公噸的玉米乾酒粕。所以有大量的玉米乾酒粕可供出口，而玉米乾酒粕也將成為一個重要的飼料原料。然而，最近的金融風暴、原油價格下跌已嚴重影響到酒精生產的獲利及產業的投資與發展，有些興建中的工廠已暫停建設，且較不具效益的工廠已暫停生產。這可能會進一步影響到之前對酒精、玉米乾酒粕的預測目標。同時，玉米做為食物/飼料(玉米)或生產燃料(酒精)間的爭端也提高。

為改善酒精的生產效率，可將玉米組織分開成玉米皮(6%)、胚芽(11%)及胚乳(83%)，此技術稱為Corn Dry Fractionation (玉米乾式分離)，僅利用胚乳高澱粉含量部分發酵，提升酒精生產效率，節省能源，同時生產含高蛋白質(42%)、低纖維、低脂肪(3%)、品質一致的高蛋白的玉米乾酒粕。另也發展出Wet Fractionation System (濕式分離系統)以生產酒精及高蛋白(45%)麴料。它的代謝能比玉米乾酒粕高(+150 kcal/kg)，離胺酸含量為1.3%，胺基酸消化率也比玉米乾酒粕高5-8%。因此，在各類酒粕生產上已開發出多種高能量、高蛋白質產品，以滿足市場的需要。

2. 玉米乾酒粕出口

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

目前玉米乾酒粕使用量美國佔>75%，<25%供出口。美國飼料中的添加量應在10-20%間，理論上可高達40%。2007年玉米乾酒粕的出口量約250萬噸，主要進口國家是墨西哥、加拿大、土耳其、台灣、韓國及日本。台灣在2007年共進口134,404公噸的玉米乾酒粕，豬料中的建議添加量為10-12%，雞料為8%，鄰近的日本2007年玉米乾酒粕進口量為83,586公噸，豬料中的添加量為5%，肉雞料為7%，蛋雞料為10%。2008年進口量可能成長一倍。韓國2007年玉米乾酒粕進口量為102,529公噸，豬料中的添加量為15-20%，肉雞料為6-12%，蛋雞料為10%。2008年進口量可能成長65%。多數進口國家對玉米乾酒粕都有相同的問題，如與其他原料比較的價格優勢、運輸成本、儲存問題、品質的穩定性(顏色、能量)、黴菌毒素及抗生素殘留等。過去因酒精價格高，工廠重酒精的生產，相對玉米乾酒粕的含糖量較低，且消化率較差；現因酒精價格下跌，工廠酒精產量也降低(但產業總產量持續增加)，相對玉米乾酒粕的含糖量及消化率也會提高，品質較佳，有利玉米乾酒粕在飼料、畜產業的應用。

影響玉米乾酒粕的出口因素是：生產量、新工廠設置於近出口運輸設備的位置、相關單位(美國穀物協會)的行銷；限制因素有：運輸成本、原料品質、國外市場對玉米乾酒粕價值的瞭解、生技產品問題(歐盟)、小量產量、美元匯率等。隨玉米乾酒粕的生產量增加、裝卸與運輸設備的改善，近年來玉米乾酒粕的出口量顯著提高。以貨櫃量為例，2005年每日出口10貨櫃，到2007年每日可達60貨櫃。美國境內五大貨櫃中心是芝加哥(Chicago)、堪薩斯城(Kansas city)、哥倫巴士(Columbus)、曼菲斯(Memphis)及明尼蘇達(Minneapolis)。因酒精工廠位置、路運條件與成本、港口、船運成本(散裝或貨櫃)、儲存與裝卸設備不同，及原料特性(密度、流動性)，每個港口出口到高雄的玉米乾酒粕價格會不同。一般而言，玉米乾酒粕的運輸成本比玉米高，這是待改善的問題。

在玉米降價時(散裝運輸)，玉米乾酒粕因先前所購玉米原料價格仍高，加上貨櫃運輸成本、行銷技術比玉米相對較高，所以無法立即反應在價格上。玉米與玉米乾酒粕的價格差異問題，仍會存在一段時期，須經市場多個因素(如玉米、玉米乾酒粕產量、用量與交易情形)修正後才會較穩定。但其他因素(如氣候、原油價格、運輸費用)

隨時會顯著影響玉米乾酒粕的價格。

3. 玉米乾酒粕的使用

美國肉牛料中添加40-50%的玉米乾酒粕，能提高飼料效率，且減少瘤胃道酸的問題。但玉米乾酒粕含硫量是限制因素，建議添加量為30-40%，添乳牛料中添加40%玉米乾酒粕不會影響牛奶品質。在豬方面，懷孕母豬料中可用50%玉米乾酒粕而不會有負面影響；泌乳料為30%；保育豬添加量在25-30%，肉豬料可加到30%，但為維持屠體品質，上市前3-4週應停止使用。蛋雞料一般添加5-20%；肉雞料添加量在10%。

由明尼蘇達大學教授Dr. Jerry Shurson報告玉米乾酒粕在養豬與飼料配方的應用。玉米乾酒粕的代謝能與玉米相近，但因胺基酸消化率低，所以不算是很好的蛋白質。雖然，外界對玉米乾酒粕的品質有疑問，但顏色(L* > 50)及離胺酸/粗蛋白質比(> 2.8%)是不錯的參考指標。此外，可利用一般分析值(總能、粗蛋白質、灰分等)，代入公式以估計消化能和代謝能。玉米乾酒粕在一般的使用範圍內(<30%)，應該對肉豬生長不會有不良影響；但>20%就可能影響屠體品質。Dr. Shurson指出，使用玉米乾酒粕不應該期望生長性能提升，因為它只是取代性原料。一般簡單的取代計算公式是：

100 kg 玉米酒粕 + 1.5 kg 鈣粉 = 88.5 kg 玉米 + 10.1 kg 黃豆粉 + 3 kg 二磷酸
若是生長表現差，可能是未依可消化胺基酸設計飼料配方。有關玉米酒粕的相關資訊與應用，可上明尼蘇達大學網站(www.ddgs.umn.edu)搜尋。

美國現成立NCERC(國家玉米酒精研究中心)專門追蹤玉米乾酒粕的黴菌毒素、營養成分含量。研討會中所報告的數字是(平均值)：黃麴毒素<0.7 ppb、DON <0.3 ppm、Fumonisin <1.9 ppm、T2 <0 ppm、ZONE <0.038 ppm，多數都低於FDA對飼料的要求標準。僅Fumonisin偶爾有最高值的情形。在營養成分方面，水分約10%、粗蛋白質約27%、粗脂肪約9%，離胺酸約1.2%，其消化率在80-97%間。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

玉米種植與穀物倉儲及轉運

首先參觀Bruce Long Farm。該農場種植非基因修飾(non-GMO)玉米，主要是出口海外利基市場給食品加工業。non-GMO玉米的產量(150英斗/英畝)比基因修飾(GMO)玉米(165英斗/英畝)低，因為non-GMO較易受到氣候、蟲害的影響。但每英斗的價格比GMO玉米高50美分(premium)。種植non-GMO玉米的要求高，必須避免受到GMO玉米的污染，所以種植時須建立緩衝帶與鄰近的玉米隔離。同時，收割、運輸的車輛都必須先經清理才能使用。收割後還須經過多項品質確認才能獲得加價，否則只能當一般玉米出售。該農場有乾燥機，收割後立即以低溫(華氏130度)處理，使水分在14%以下，以避免儲存問題。現場所看到的玉米品質確實非常好。因場內只能儲存80,000英斗，多餘的(70,000英斗)賣給酒精工廠。另部分整株玉米製成青貯料，用來養乳牛。農場另有1,600頭乳牛，也使用潔淨的玉米酒粕做為飼料原料。所以，農場以多角化經營的方式來分散風險。

Ralph Dull Farm這位業者對環境保護非常用心。在農場內建有一環保護育館，介紹各種清潔能源(如風力、氫氣發電、黃豆油機油)、節省電力消耗的方法，及提倡自然資源(農地、森林)保護，並在自己的農場內確實執行。該場主要是生產玉米種子，另經營500頭母豬的一貫化豬場。玉米收割後，將玉米與穗軸分開。玉米經乾燥、篩選大小、去除不良品後，包裝、低溫(華氏55度)儲存。同時將穗軸切碎製成雞糞、馬的墊料出售。農場也收集其他農場的糞肥，用來生產能源。豬場的糞尿水經處理後做為液態肥料使用，灌溉在地表下10-15 cm，以避免雨水的沖刷及臭味的形成。他認為，農民在廢棄物(糞便、廢水、臭氣)處理必須做的比法規定要求的還多，除可保護環境外，還可以保護自己免於鄰里社區的抗爭，維持自有事業的永續經營。豬場採三點式生產(母豬、保育豬、肉豬)、統統統出、公母分飼的生產模式，將一個傳統豬場的生產力發揮至極限。肉豬飼料中會17%的玉米乾酒粕，但為了避免屠體品質問題，在上市前三週時停用。這種玉米乾酒粕使用的方式可供台灣養豬農民參考。

Stephen Vanzant Farm的種植面積有1,500英畝，其中500英畝為non-GMO硬胚

乳玉米，出口供食品加工業使用。另有900英畝黃豆。玉米的生產成本是5美元/英斗；黃豆是8美元/英斗。相對上，玉米種植須投入較多的人力與肥料成本。以目前的玉米售價(3.8美元/英斗)而言，種植玉米是賠錢的。若價格持續低迷，而肥料成本維持高價，農民可能會轉種人力與肥料投入較低的黃豆。如此，2009年玉米種植面積會降低，價格會再高漲。但到明年三、四月種植前還有許多變因，目前只能持續關注可能的變化。該農場也從事農民風險管理與顧問工作，所以目前收穫中的玉米有25%已用較高的價格售出，其他的部分會依情況決定。

Ken Bolini Grain Farm玉米種植不進行輪作，而是投入較多的肥料以維持高產量。所以有的農地每英畝可生產200英斗的玉米。該業者對玉米種植、市場及附近農地的變化都瞭若指掌，並掌握明確的數字，且農場內所有的機械設備都維持得很好，有些牽引機在使用二十幾年後已成為古董級，現有價值比原先購入價格高一倍。顯示其成功是努力與用心的結果。當其他人不易經營時，他仍然有能力擴大經營(購入農地、增設儲存設備)。場內有有儲存倉庫、乾燥機。玉米在乾燥後是以吹的方式送進穀倉，以減少破碎率。

Scircleville Elevator(穀倉)的固體水泥倉儲容量為200萬英斗，臨時性倉儲容量為400萬英斗。臨時性的倉儲是以塑膠布覆蓋，並有通風設備。玉米進倉前會取樣分析水分、雜質、破碎率及容積重，以決定該進那一倉及可能需要的乾燥費用與損失率。進倉的玉米都是一、二級玉米，現場所看到的品質確實不錯。一般進倉的水分約20%以下，會以華氏220度左右的溫度乾燥至15%以下。該穀倉因地理位置及鐵路運輸的關係，只運往美國東部及東南部市場，沒有出口。

Union Mills Transload Elevator(轉運站)為玉米、黃豆轉運站。位置靠近密西根湖，能以鐵路及貨輪的方式出口。現場並請工作人員說明貨櫃裝卸情形。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

酒精工廠與玉米乾酒粕生產

考察的Andersons酒精工廠位於俄亥俄州。本廠是該企業的第三座酒精工廠，年產11,000萬加侖酒精。另有一工廠在密西根州，年產5,000萬加侖，目前在擴建中，以增加一倍的產量；另一座在印地安納州，年產11,000萬加侖。考察團參觀的工廠在今年初才開始生產，屬最新的生產技術與設計。玉米在進廠前會檢測水分、重量、雜質及破碎率，並定期檢測黴菌毒素。廠內有七座80,000加侖的發酵槽，每座裝有35,000英斗的玉米，經56小時發酵後可生成100,000加侖的純酒精。酒精發酵須先培養酵母菌，必須加抗生素(penicillin, 1磅/20,000加侖)，以避免雜菌生成或促進酵母菌生長。抗生素在高溫發酵過程中會被破壞或抑制其活性，所以在最終的玉米乾酒粕中不會殘留具活性的抗生素。另發酵中會添加尿素做為酵母菌的養分。酒精發酵的副產品是含67%水分的酒粕，經二次乾燥(華氏220度，每次20分鐘)後成為含10.5%水分的玉米乾酒粕，粗蛋白質27%、粗脂肪9.5%、可消化碳水化合物31.5%。工廠內有多項熱能回收利用設計以降低能量消耗。實地看到的玉米乾酒粕品質很一致。

建議事項

1. 對飼料廠或原料進口商而言，原料的產地價格、運輸費用、交易模式都會影響到台灣的價格。未來希望能有機會參觀相關單位(如期貨交易中心)，並實地交換意見，以便確實掌握變動及影響的因素。
2. 從玉米原料、酒精發酵到玉米酒粕乾燥、運輸，不同來源的玉米乾酒粕存在品質的差異性。相關業者應建立一套可供買方、使用者參考的標準，以降低因品質問題造成的負面宣傳，提升產品的穩定性及使用價值。
3. 雖然美國測出的玉米乾酒粕黴菌毒素含量低於FDA的標準，但玉米乾酒粕距離水易凝聚，容易產生黴菌毒素問題。運輸前的品質與處理，及運輸系統都應加強。

4. 雖然大型飼料廠的玉米乾酒粕添加量已達一定比例，但多數小型廠、合作社混合廠、自配戶的使用仍很有限。除倉儲因素外，產品的穩定性、配料加工能力、飼養管理都可能影響玉米乾酒粕在飼料中的添加量及效果。要促進玉米乾酒粕的使用，這些因素都應加以釐清並推廣正確的使用方法。
5. 可以預期玉米乾酒粕的使用將持續增加，政府及美國穀物協會應共同配合，投入一定的試驗推廣經費，使台灣的業者清楚玉米乾酒粕的未來趨勢與使用價值。
6. 雖然多數台灣業者對玉米乾酒粕仍有所疑慮，問題主要無法掌握對黴菌毒素問題、品質穩定性。因美國玉米乾酒粕產量很大，國內只須進口高品質玉米乾酒粕即可，以減少因品質問題對母豬生產或仔豬免疫造成影響，反而影響整體生產效率及獲利。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

為瞭解美國養豬產業之現況及研習最新之豬隻飼養管理技術，美國穀物協會特於2008年6月3日至13日組團前往美國考察。團員共計十四名，包括中華民國食豬協會副理事長楊冠章、農委會畜政處畜生產科科長朱慶誠、台灣動物科技研究所研究員陳世平博士、中央畜產會組員孫玉玫、台中縣養豬協會理事長林敏樞、福隆種畜場張穎發、中興第一牧場邱再枝、合豐農牧場組長楊發惠、青欣牧場場長藍中平、永隆畜牧場經理張勝哲、張重興畜牧場場長張益銘、良美養豬場吳健榮、瑞清牧場技師方仁弘，及美國穀物協會張學義。該團由楊副理事長擔任團長，張學義擔任領隊。

該團訪美期間曾拜訪玉米農民、玉米田、玉米協會、玉米酒精工廠等等以瞭解美國玉米與玉米乾酒粕之生產與供應現況，參觀全球養豬博覽會(World Pork Expo, 簡稱WPX)，參觀兩家養豬場，並曾參加明尼蘇達州立大學養豬訓練班，以瞭解美國養豬產業現況及研習最新之豬隻飼養管理技術。



▲於6月1日參觀Granite Falls Energy LLC之玉米乾酒粕工廠。

美國養豬業考察團



▲於6月4日參觀McRae Farms 豬場。



▲於6月6-7日參觀全球養豬博覽會(World Pork Expo)

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council



▲於6月10日參觀M. Brandon Schaefer農場



▲於6月9-11日參加明尼蘇達州立大學貴賓訓練班。

為因應飼料原料行情上揚，使用含可溶物蒸餾乾酒粕(Distiller's Dried Grains with Solubles，簡稱DDGS或玉米乾酒粕)成為飼料與禽畜業者降低成本的方法之一。為介紹美國玉米乾酒粕產業現況與玉米乾酒粕在禽畜飼料的應用，並為相關之產、官、學、研各界提供一溝通平台，美國穀物協會美國總部創於2008年10月19日至21日在美國印地安納州首府印地安納波利斯市(Indianapolis, Indiana)舉辦2008玉米乾酒粕國際研討會(2008 IDGC)。本協會台灣辦事處曾組團前往美國參加該研討會，並參觀玉米乾酒粕工廠、玉米乾酒粕裝運設備、玉米田、玉米穀倉等等。考察團成員包括財團法人中央畜產會董事長黃欽榮、台灣動物科技研究所副研究員劉昌宇、大成長城企業股份有限公司協理邢惠聰、統一企業股份有限公司飼料部經理鄭道元、台灣卜蜂企業股份有限公司協理梁玲雪、中興嘉吉股份有限公司技術創新經理陳宏明、福壽實業股份有限公司創研一處助理研究員戴育慧、中華全綠食物股份有限公司經理楊朝誠與產品主任胡立、美國穀物協會駐台代表張學義。該團由黃董事長擔任團長，張代表擔任領隊。



▲於10月24日參觀M. Ken Bolin之玉米農場

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

美國印地安納州首府印地安納波利斯市2008玉米乾酒粕國際研討會考察團



▲於10月23日參觀Anderson's Marathon酒廠所產製之玉米乾酒粕。



▲於10月23日參觀A. Stephens Vincent之玉米農場。

玉米乾酒粕的營養成分變異與測定

美國穀物協會顧問 陳瑞國博士

酒精產業副產品的營養成分比較

在美國，燃料用酒精可能來自乾式碾磨或溼式碾磨的工廠。不論是乾式或溼式的酒精工廠都是以玉米為主要的生產原料，因為玉米是可發酵澱粉含量最高的穀物；有一些酒精工廠可能因為地理位置、穀物的供應量與成本的考量而使用高粱或以玉米混合大麥、小麥、高粱作為原料。

雖然乾式碾磨酒精工廠可以生產一系列的副產品，含可溶物乾燥玉米酒粕仍然是最主要被廣泛使用在禽畜水產飼料的副產品。在美國這些現代化的酒精工廠所生產的高品質含可溶物乾燥玉米酒粕在營養成份方面通常都優於美國國家研究協會(National Research Council, NRC)所出版的營養需求表值。

溼式碾磨的主要副產品則包括：玉米筋料(corn gluten feed)、玉米筋粉(corn gluten meal)、和玉米胚芽粉(corn germ meal)。

飲用酒產業也生產少量(不到總產量的1%)的含可溶物乾燥玉米酒粕，但是這些飲用酒工廠的產品色澤較黑，營養成份的變異很大，消化率也遠低於現代燃料用酒精工廠的產品。啤酒工廠所生產的副產品是乾燥啤酒粕(brewer's dried grains)，主要是乾燥的大麥胚芽、和穀物被轉化成供發酵的麥芽糖和糊精後的剩餘物；乾燥啤酒粕的纖維含量較高(18-19%)可能會限制其在某些動物飼糧的適用性。

乾式、溼式碾磨和飲用酒產業所產生的副產品在營養成份上有很大的差異，用於禽畜飼糧的利用價值也大有不同。【表一】比較了高品質含可溶物乾燥玉米酒粕和NRC (1999 swine)原料成份表中含可溶物乾燥玉米酒粕、玉米筋料、玉米筋粉、和乾燥啤酒粕的成份差異。高品質的含可溶物乾燥玉米酒粕主要優點是含有比其它幾種副

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

產物高的脂肪和有效磷；而且可消化能和代謝能都高於玉米筋料和乾燥啤酒粕，但是比玉米筋粉低；胺基酸含量方面，高品質的含可溶物乾燥玉米酒與玉米筋料和乾燥啤酒粕相當，但是低於玉米筋粉。

【表一】高品質含可溶物乾燥玉米酒粕和常見穀物副產品(swine NRC, 1999)的成分比較。(萬物基)

	高品質含可溶 物乾燥酒粕	含可溶物乾燥 酒粕(NRC)	玉米筋料 (NRC)	玉米筋粉 (NRC)	乾燥啤酒粕 (NRC)
乾物質, %	89	93	90	90	92
蛋白質, %	27.2	27.7	21.5	60.2	26.5
脂肪, %	9.5	8.4	3.0	2.9	7.3
酸洗纖維, %	14.0	16.3	10.7	4.6	21.9
中洗纖維, %	36.9	34.6	33.3	8.7	48.7
可消化能 仟卡/公斤	3953	3200	2990	4225	2100
可代謝能 仟卡/公斤	3580	2820	2605	3830	1960
精胺酸, %	1.08	1.13	1.04	1.93	1.53
組胺酸, %	0.69	0.69	0.67	1.28	0.53
異白胺酸, %	1.01	1.03	0.66	2.48	1.02
白胺酸, %	3.18	2.57	1.96	10.19	2.08
蘇胺酸, %	0.74	0.62	0.63	1.02	1.08
甲硫胺酸, %	0.49	0.50	0.35	1.43	0.45
胱胺酸, %	0.52	0.52	0.46	1.09	0.49
苯丙胺酸, %	1.32	1.34	0.76	3.84	1.22
絲氨酸, %	1.01	0.94	0.74	2.08	0.95
色胺酸, %	0.21	0.25	0.07	0.31	0.26
缬氨酸, %	1.34	1.30	1.01	2.79	1.26
鈣, %	0.05	0.20	0.22	0.05	0.32
氮, %	無資料	0.08	0.22	0.06	0.15

	高品質含可溶 物乾燥酒粕	含可溶物乾燥 酒粕(NRC)	玉米筋料 (NRC)	玉米筋粉 (NRC)	乾燥啤酒粕 (NRC)
磷, %	0.13	0.19	0.33	0.08	0.16
磷, %	0.79	0.77	0.83	0.44	0.56
有效磷, %	0.71	0.59	0.49	0.07	0.19
鈣, %	0.84	0.84	0.88	0.18	0.08
鈉, %	0.22	0.20	0.15	0.02	0.26
硫, %	0.44	0.30	0.22	0.43	0.31
銅, 毫克/公克	6	57	48	26	21
錳, 毫克/公克	121	257	460	282	250
鋅, 毫克/公克	13	24	24	4	38
硒, 毫克/公克	無資料	0.39	0.27	1.00	0.70
鉍, 毫克/公克	75	80	70	33	62
β-胡蘿蔔素, 毫克/公克	無資料	3.5	1.0	—	0.2
維生素E, 毫克/公克	無資料	無資料	8.5	6.7	—
菸鹼酸, 毫克/公克	無資料	75	66	55	43
泛酸, 毫克/公克	無資料	14.0	17.0	3.5	8.0
核黃素, 毫克/公克	無資料	8.6	2.4	2.2	1.4
維生素B12, 毫克/公克	無資料	0	0	0	0
生物素, 毫克/公克	無資料	0.78	0.14	0.15	0.24
膽鹼, 毫克/公克	無資料	2637	1518	330	1723
葉酸, 毫克/公克	無資料	0.80	0.28	0.13	7.10
維生素B1, 毫克/公克	無資料	2.9	2.0	0.3	0.6
維生素B6, 毫克/公克	無資料	8.0	13.0	6.9	0.7

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

高蛋白質含可溶物乾燥玉米酒粕與酒精工廠的其它新副產品

許多酒精工廠和研究小組都不斷的嘗試改善生產流程以提升酒精的生產效率並且改善副產品的品質。最常被廣泛討論的方法包括：利用新酵素技術提高含可溶物乾燥玉米酒粕的蛋白質含量、在發酵前先將胚芽和(或)外皮移除、在製成含可溶物乾燥玉米酒粕之前將渣分離出來。隨著酒精產業持續的發展，我們可以預期將會有多樣化的副產品出現，這些酒精產業的新副產品都各有其營養組成份的特色，必須要仔細的評估才能在禽畜飼糧中找到適切的定位。

影響含可溶物乾燥玉米酒粕營養成份變異和消化率的因素

一致性和穩定性是營養人員在選擇使用和購買飼料原料時最大的要求。由【表二】可以發現不同來源的含可溶物乾燥玉米酒粕在營養成份上有很大的變異，而且即使來自同一工廠也可能因出廠時間不同而有所差異。

【表二】來自32個不同酒精工廠的含可溶物乾燥玉米酒粕營養成份平均值和分佈範圍

營養成份	平均值(average)	變異係數(CV)	範圍(Range)
粗蛋白%	30.9	4.9	28.7-32.9
粗脂肪%	10.7	16.4	8.8-12.4
粗纖維%	7.2	18.0	5.4-10.4
灰分%	6.0	26.6	3.0-9.8
可代謝能(千卡/公斤)	3810	3.5	3504-4048
離胺酸%	0.90	11.4	0.61-1.06
精胺酸%	1.31	7.4	1.01-1.48
色胺酸%	0.24	13.7	0.18-0.28
甲硫胺酸%	0.65	6.4	0.54-0.76
磷%	0.75	19.4	0.42-0.95

Olentine(1986)詳細的列出可能影響酒精蒸餾副產物營養成份變異的原物料和製程因素。為了減少購買含可溶物乾燥玉米酒粕時成份的變異，許多飼料廠都會尋求經過品質檢測保證的單一來源或供應商以便取得品質穩定的含可溶物乾燥玉米酒粕。

影響含可溶物乾燥玉米酒粕營養成份變異的三個最重要的因素包括：

- ★ 酒精工廠購入玉米的營養成份變異。
- ★ 酒精工廠將可溶物加回酒粕的比例。
- ★ 乾燥的時間和溫度。

【表三】影響酒精蒸餾副產物營養成份變異的因素。

原物料因素	✓發酵
✓穀物的種類	■ 酵母菌的品質與用量
✓穀物的品系	■ 溫度
✓穀物的品質	■ 時間
■ 土壤狀況	■ 冷卻
■ 施肥	■ 攪拌
■ 氣候	■ 酸度與製程控制
■ 生產與收穫方法	■ 蒸餾
✓穀物組合配方	■ 真空或非真空發酵
製程因素	■ 連續式或批次式發酵
✓粉碎過程	■ 直接或間接加熱
■ 粗細度	■ 蒸餾時體積的變化
■ 粉碎時間	■ 篩網種類(固定、旋轉、震動)
✓蒸煮	■ 離心機的使用
■ 水量	■ 擠壓機的種類
■ 溫度、時間、冷卻時間	■ 蒸餾機的數量與溫度
✓轉換	■ 乾燥機的形式、溫度與時間
■ 酵素量與力價	■ 可溶物加回酒粕的比例
■ 時間與溫度	
■ 稀釋倍數	

原料玉米的成份變異

原料玉米的成份會因為品系和種植地理位置的不同而有差異，這些玉米成份的變異可能是含可溶物乾燥玉米酒粕營養成份變異的主要原因。【表四】是Reese & Lewis (1989)調查1987年在美國Nebraska州所生產玉米的營養成份平均範圍。在生產酒精的過程，玉米粒粒中的澱粉被轉化成酒精，其它的營養成份也被相對濃縮在含可溶物乾燥玉米酒粕中，成份的變異也相對的擴大。

【表四】1987年在美國Nebraska州所生產玉米的營養成份平均範圍與範圍。(88%乾物基準)

營養成份	平均值	最低值	最高值
粗蛋白,%	8.6	7.8	10.0
纖維素,%	0.26	0.22	0.32
鈣,%	0.01	0.01	0.01
磷,%	0.28	0.24	0.34
鎂,ppm	0.12	0.10	0.16
維生素E, IU/kg	8.6	4.2	12.8

濃縮可溶物添加比例對含可溶物乾燥玉米酒粕營養成份的影響

在乾磨式酒精生產製程中，含可溶物乾燥玉米酒粕是在最後乾燥之前將酒粕和濃縮可溶物依比例混合。因為酒粕和濃縮可溶物的典型成份都有所不同【表五】，所以不同工廠將兩者依不同比例混合就會造成含可溶物乾燥玉米酒粕營養成份的變異。依照美國飼料管制官員協會(Association of American Feed Control Officials, AAFCO)的官方定義，酒精工廠所產生可溶物中75%的固形分必需加回酒粕中，每個工廠加回可溶物的比例都有所不同，但至少都要符合官方的最低要求。

【表五】酒粕與可溶物營養成份的平均範圍與變異。

酒 粕	平 均 值	最 低 值	最 高 值
乾物質,%	34.3	33.7	34.9
粗蛋白質,%	33.8	31.3	36.0
粗脂肪,%	7.7	2.1	10.1
粗纖維,%	9.1	8.2	9.9
灰分,%	3.0	2.8	3.3
鈣,%	0.04	0.03	0.06
磷,%	0.56	0.44	0.69
可 溶 物			
乾物質,%	27.7	23.7	30.5
粗蛋白質,%	19.5	17.9	20.8
粗脂肪,%	17.4	14.4	20.1
粗纖維,%	1.4	1.1	1.8
灰分,%	8.4	7.8	9.1
鈣,%	0.09	0.08	0.12
磷,%	1.3	1.2	1.4

Noll et al., (2006)評估添加不同量的濃縮可溶物對含可溶物乾燥玉米酒粕營養成分和消化率的影響。試驗用的含可溶物乾燥玉米酒粕分別將所產生可溶物的0, 30, 60,

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

和100%加回酒粕中，這個添加量約等於每分鐘加入0、12、25、和42加侖的濃縮可溶物。可溶物加回的速度越慢，乾燥的溫度也隨著降低。測定項目包括：顏色、粗細度、水分、粗脂肪、粗蛋白、粗纖維、灰分、磷、離胺酸、甲硫胺酸、胱胺酸、鳥氨酸胺；並且用盲腸切除的公雞測定胺基酸的消化率。家禽的真可代謝能(true metabolizable energy, TMEn)則以火雞做活體測定。所得結果詳見【表六】。

可溶物的添加量越多，粗細度越粗且粗細度的變異也越大。添加較多的可溶物也會使顏色較暗(L*值下降)，黃色的色澤越深(b*值下降)；但是會提高粗脂肪、灰分、真可代謝能(poultry TMEn)、鎂、鈣、磷、鉀、氯、硫的含量；對粗蛋白質、胺基酸的含量和胺基酸消化率的影響不大。

【表六】濃縮可溶物的添加量對含可溶物乾燥玉米酒粕色澤、營養成份、真可代謝能、和胺基酸消化率的影響。(100%乾物基)

測定項目	濃縮可溶物添加量(加侖/分)				相關係數	P value
	0	12	12	12		
L* 色澤亮度	58.4	56.8	52.5	46.1	-0.98	0.0001
a* 紅色程度	8.0	8.4	9.3	8.8	0.82	0.03
b* 黃色程度	43.3	42.1	40.4	35.5	-0.82	0.0001
水分, %	9.52	9.75	10.74	13.83	0.93	0.06
粗脂肪, %	7.97	9.14	9.22	10.53	0.96	0.04
粗蛋白, %	30.96	32.65	32.46	31.98	0.03	NS
粗纖維, %	9.17	7.78	10.08	6.50	-0.51	NS
灰分, %	2.58	3.58	3.72	4.62	0.97	0.03
離胺酸, %	1.04	1.05	1.09	1.04	0.02	NS
甲硫胺酸, %	0.63	0.64	0.59	0.62	-0.13	NS
胱胺酸, %	0.61	0.61	0.53	0.62	0.16	NS
鳥氨酸胺, %	1.20	1.22	1.20	1.20	-0.18	NS
鎂, %	0.53	0.66	0.77	0.91	0.99	0.002
TMEn, kcal/kg	2712	2897	3002	3743	0.94	0.06
離胺酸消化率	78.2	76.0	69.7	75.0	-0.90	NS
甲硫胺酸消化率	90.9	88.6	88.3	87.3	-0.92	NS
胱胺酸消化率	87.2	87.6	80.7	80.3	-0.95	NS
鳥氨酸胺消化率	85.8	83.2	80.5	77.3	-0.99	0.02
精胺酸消化率	92.1	90.7	86.7	86.5	-0.89	0.07

乾燥時間與溫度對離胺酸消化率的影響

測定不同來源的亮黃色含可溶物乾燥玉米酒粕，Ergul, et al., (2003)的研究發現這些含可溶物乾燥玉米酒粕在家禽的離胺酸真消化係數在59-63%之間；Stein, et al., (2005)也證實這些含可溶物乾燥玉米酒粕在豬隻的離胺酸真消化係數在44-63%之間。

最近完成的一個跨單位合作(南達科達州大學、明尼蘇達州立大學、和Degussa)的豬隻營養研究計畫分析34個不同來源的含可溶物乾燥玉米酒粕發現，離胺酸的含量在0.52-1.13%之間，標準化迴腸離胺酸真消化率(Standardized True Ileal lysine digestibility)在17.7-74.4%之間。由於不同來源含可溶物乾燥玉米酒粕的胺基酸消化率變異很大，所以在使用含可溶物乾燥玉米酒粕時瞭解胺基酸消化率是很重要的；目前明尼蘇達州立大學正在進行各種以試驗室試管(in vitro)試驗方法來預測含可溶物乾燥玉米酒粕胺基酸消化率的可行性研究，希望能找出快速簡易的方法來提供胺基酸消化率資訊供豬隻飼料配方之用。

這些亮黃色含可溶物乾燥玉米酒粕的離胺酸消化率差異主要是因為製程中乾燥時間和溫度所造成的，在不同的酒精工廠，乾燥機所使用的溫度(【表七】)範圍很大(華氏260至1150度)。由於加熱溫度會和離胺酸的消化率高度相關，也難怪來自不同來源的含可溶物乾燥玉米酒粕在離胺酸的消化率方面有這麼大的變異。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

【表七】美國乾式酒精工廠用來生產含可溶物乾燥玉米酒粕的乾燥機溫度。

工廠	乾燥機1溫度 (華氏)	乾燥機2溫度 (華氏)
A	700-800	750-800
B	1050-1100	
C	590	
D	1150	
E	445	
F	960	497
G	791	595
H	837	770
I	850	260
J	550-700	
K	875	640
L	1100	
M	1000	
N	900	930
O	950	
P	940	860-880

有一些酒精工廠在發酵時使用火爐加熱來促進發酵而減少酵素添加量。另一些工廠則偏好不在發酵過程加熱而使用較多的酵素。理論上，在發酵過程加熱應該也會影響含可溶物乾燥玉米酒粕的胺基酸消化率，但目前這方面的研究仍付之闕如。

結 論

為了減少低估或高估含可溶物乾燥玉米酒粕營養成份的機會，含可溶物乾燥玉米酒粕的使用者應該就現有的營養成份資訊來選擇可靠的供應來源，並且進行嚴謹的品質措施。酒精工廠則需要建立常態分析的資料庫以確認產品的穩定性。研究單位需要開發準確、快速且低成本的試管試驗方法，協助預測含可溶物乾燥玉米酒粕在豬隻和家禽的胺基酸消化率。(本文翻譯自美國穀物協會出版之DDGS User Handbook.)

(本文原刊載於2007年7月出版之「飼料工業季刊」第76期)

淺談如何面對玉米乾酒粕的黴菌毒素污染問題

陳詩園

前言

隨著生質能源產業的蓬勃發展，玉米、黃豆粉的供應量短缺和價位持續上漲的壓力越來越大，來自生產燃料用酒精的副產品-玉米乾酒粕(corn distillers' dried grain with soluble)就成為畜產飼料業的熱門原料。和所有的飼料原料（包括玉米和黃豆粉）一樣，玉米乾酒粕的黴菌毒素污染問題也受到高度的關注，因為玉米乾酒粕來自玉米，如果原料玉米受到黴菌毒素的污染，黴菌毒素的濃度會濃縮三倍而累積在玉米乾酒粕中。對大部份人而言這個原料是陌生的，對於由生產端末端使用者中間每一個環節都需要嚴格的監控和檢視，才能讓玉米乾酒粕成為主要的大宗飼料原料。黴菌毒素污染的疑慮讓許多業者裹足不前，無法把握玉米乾酒粕相對低價的機會來降低生產成本。業界不斷有傳言玉米乾酒粕含有足以影響禽畜生產黴菌毒素，但是卻沒有直接的證據證明這些受影響禽畜生產案例確實是由玉米乾酒粕的黴菌毒素所造成的。從開始推廣玉米乾酒粕至今，美國穀物協會和相關的產業團體、商業公司都投入相當多的資源來進行玉米乾酒粕黴菌毒素含量的追蹤和監控，整合這些長時間累積的數據可以幫助產業界對整體狀況有進一步的瞭解，並且採取必要且有效的預防與介入措施。

本文不是要探討個別黴菌毒素毒性等學術性的問題，因為有許多國內外專門研究黴菌和黴菌毒素的專家學者可以為這樣的主題提供更深入的見解和更精闢的學術論述。本文的主要目的是要站在畜牧業者和現場技術人員的觀點來探討對玉米乾酒粕黴菌毒素污染問題的基本態度和適當的決策流程，並且尋求可能預防和改善黴菌毒素問題的處理措施。這些處理黴菌毒素相關問題的邏輯和作業程序不僅可以應用於玉米乾酒粕，對於面對其它飼料原料的黴菌毒素污染問題也是適用的。

黴菌毒素的特性

對很多飼料和畜牧業者來說，黴菌毒素是獨特且十分棘手的問題。面對黴菌毒素的挑戰，許多業者都有杯弓蛇影、風聲鶴唳的感覺，但是想想黴菌毒素所可能帶來的威脅和慘痛教訓，相信大部份的飼料和技術人員都有過寢食難安、如芒在背的經驗。黴菌毒素的一些主觀和客觀特性是為我們的產業環境帶來挫折感的主要原因。黴菌毒素有許多特性迥異於我們對疾病或問題來源的傳統觀念：相較於其它動物所面對的疾病病原，黴菌毒素的研究顯然起步較晚，第一個黴菌毒素臨床案例一直到1960年才在英國被確認；從此大量的資源投入學術研究，業界也傾全力為飼養體系構築針對黴菌毒素的防火牆。即使在科學昌明的現在，我們對黴菌毒素仍然有很多不瞭解之處；而這些不解之處也常常讓黴菌毒素成為許多畜牧管理缺失的代罪羔羊，把許多找不出原因或不容易追查原因的問題歸咎於黴菌毒素是暫時解決爭議最好的方法；久而久之，黴菌毒素也成為許多技術人員的避風港，當用盡所有處理黴菌毒素的方法而問題仍然存在時，就會讓所有相關的人員陷入「不問蒼生，問鬼神」的迷惑當中。

黴菌毒素是由大自然界種類繁多的黴菌所產生的，許多黴菌都可能產生一種以上的黴菌毒素，但是黴菌的存在並不代表一定會有黴菌毒素產生；反之，有些黴菌雖然分離不到活的黴菌卻有黴菌毒素存在。黴菌雖然是結構和生存、繁殖需求都很單純的生物，但是黴菌毒素的存在卻是散發性的，發生的頻率偏重卻又無規律性可循；某種黴菌毒素的濃度也不一定是一般生物界的對稱性常態分佈，而是呈現正偏態分佈(positively skewed distribution)。有充分的科學證據證實多種黴菌毒素同時存在的情況下，某些毒素對動物的負面影響有「協同作用(synergistic effect)」，也就是說多種黴菌毒素共存所造成的傷害比個別毒素作用的總和還嚴重；至於不同的黴菌毒素之間存在「拮抗作用(antagonistic effect)」的可能性是否存在是科學界完全未知的領域。另外一個顯慮是有些黴菌毒素會和植物、微生物、或產生黴菌毒素的黴菌形成化學結構的結合，造成一般檢驗方法無法有效的檢出這些黴菌毒素的存在，但是這些毒素在動物體內消化的過程卻很輕易的釋出，對動物造成嚴重的傷害。每一種黴菌毒素對不同的動物的毒性並不完全相同，例如伏馬菌毒素(fumonisin)對家禽的影響顯

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

然比對豬隻的影響小。反芻動物因為有瘤胃微生物作為抵抗黴菌毒素入侵的第一道防線，所以整體而言，反芻動物能夠比其它禽畜承受比較高量的黴菌毒素。但是也有研究證實瘤胃微生物代謝玉米赤黴醇(zearelenone)所產生的 α 或 β -zearelenol具有更強的毒性。所有的動物都會用自己的防禦系統(如：免疫系統)來對抗黴菌毒素的侵害，對抗的過程中動物的防禦系統受到一定程度的傷害可能在所難免，如果黴菌毒素的量不多，動物只是犧牲部份的防禦能力，但對於生產和繁殖性狀或免疫能力未必有所影響；如果黴菌毒素的量超過動物所能夠處理的範圍，整個防禦體系崩潰就會出現嚴重的臨床症狀。除非臨床症狀非常明顯，要明確診斷黴菌毒素對動物所造成的影響並不是很容易的事。因此長期低濃度的黴菌毒素侵擾到底會對動物造成什麼影響就是一個非常值得深思的問題！

評斷黴菌毒素問題存在的標準

從畜牧生產的角度來看，嚴格控管黴菌毒素進入生產體系有兩個層次的意義，飼養者當然希望儘量降低黴菌毒素對動物健康和生產績效所造成的負面影響，但是更重要的是要排除黴菌毒素在所有畜產品殘留的可能性；因為畜產品的最終消費者(人類)的健康才是我們最在意的。就食物鏈的結構而言，人類似乎利用畜產動物作為過濾黴菌毒素進入人類食物鏈的屏障；反之，畜產動物也可能是濃縮和累積大量黴菌毒素而傷害人類的途徑。因此評斷黴菌毒素問題存在的首要標準就是我們所生產的畜產品是否有黴菌毒素的殘留問題？黴菌毒素的攝入量、動物對各種黴菌毒素的吸收率和代謝路徑都是影響畜產品是否有黴菌毒素殘留的因素。黴菌毒素對動物所造成的傷害主要是透過下列幾種機制：

1. 減少動物的採食量，甚至於完全拒食。
2. 改變飼料、草料的營養成份，進而影響營養分的吸收和代謝。
3. 干擾動物內分泌(endocrine)和外分泌(exocrine)系統的正常運作。
4. 抑制免疫系統的功能。

因此，動物的生產性狀、繁殖性狀、和疾病抵抗力的表現應該是評斷黴菌毒素問題是否存在的另一個重要的標準。大部份研究人員都同意，單純以黴菌毒素感染的臨床症狀作為判斷黴菌毒素問題存在的標準是不合理，因為動物長期接觸低量黴菌毒素所產生的慢性效應可能導致其它疾病的感染，而非典型的黴菌毒素感染症狀。所以畜牧管理人員的最佳策略是為所經營的動物生產事業建立生產性狀、繁殖性狀、和疾病抵抗力的合理標準，並且長期紀錄、分析和監控這些性狀的表現是否在合理的範圍內，如果觀察的績效與正常值，則黴菌毒素是絕對必需去詳細追究的可能原因之一，但也不必然是唯一的可能性。

以聯合國糧農組織(FAO)和世界衛生組織(WHO)的專家小組為師

聯合國糧農組織(FAO)和世界衛生組織(WHO)為了防堵黴菌毒素經由食物鏈進入食品中，透過許多持續不斷的科學研究計劃，整合全世界不同專長的科學家為飼料和糧食的黴菌毒素問題提供專業的建議。聯合國糧農組織的專家小組每十年會將該段期間的研究新發現整合到原有的資訊中，同時舉辦例行的國際技術研討會並出版專家建議的刊物；目前可以參考的出版文獻是在1999年的研討會(Third Joint FAO/WHO/UNEP International Conference on Mycotoxins)後所出版的，如果按照以往的慣例，2009年將會有更新的資訊可供參考。此外聯合國糧農組織也在2001出版以危害分析重要管制點系統來預防控制黴菌毒素的操作手冊(Manual of the application of the HACCP system in mycotoxins prevention and control)。不論面對任何一種飼料原料或食品，這些權威專家所提供的邏輯和處理程序都是最值得參考和遵循的。當然在面對玉米乾酒粕的黴菌毒素污染問題時，也遵循這些專家建議的指導原則。這兩份出版品的電子檔都可以在網路搜尋下載。

面對玉米乾酒粕的黴菌毒素污染問題

一、危害分析

玉米乾酒粕的黴菌毒素可能來自受污染的原料玉米或是在運輸貯存過程發生黴菌所造成。從美國以黃欄裝運，經歷海上長途的運輸，抵達台灣後又必須在高溫多濕的環境中貯存，就像許多在熱帶環境使用的飼料原料一樣，玉米乾酒粕被黴菌毒素污染的可能性是存在的。從危害分析的角度來看我們需要瞭解幾個問題：

1. 到底有多少比例的玉米乾酒粕會含有黴菌毒素？
2. 被污染的玉米乾酒粕所含的黴菌毒素種類和含量？
3. 如果被污染的玉米乾酒粕以最高的比例混合在不同動物的日糧中，最終日糧的黴菌毒素是否會超過各種動物日糧的安全範圍？會造成何種程度負面影響或損失？

為了確實了解由美國進口到台灣的玉米乾酒粕是否含有黴菌毒素？在推廣的初期(2003年)即先行進行進口玉米乾酒粕的採樣篩檢(【表一】)。初步的篩檢結果並未發現令人擔憂的黃麴毒素，但是有微量的赭吐毒素和伏馬毒素存在，但是都不足以影響動物的健康和表現。

【表一】美國玉米乾酒粕黴菌毒素篩檢結果。

黴菌毒素種類	可檢出下限	檢驗方法	檢出量 ¹
黃麴毒素B1	1.0 ppb	HPLC	1.0 ppb
黃麴毒素B2	1.0 ppb	HPLC	ND
黃麴毒素G1	1.0 ppb	HPLC	ND
黃麴毒素G2	1.0 ppb	HPLC	ND
赭吐毒素	0.1 ppb	TLC	0.2 ppm
15 Acetyl-赭吐毒素	0.1 ppb	TLC	ND
3 Acetyl-赭吐毒素	0.1 ppb	TLC	ND
玉米赤霉醇	100 ppb	HPLC	ND
伏馬毒素B1	0.2 ppb	HPLC	0.5 ppm
伏馬毒素B2	0.2 ppb	HPLC	ND
伏馬毒素B3	0.2 ppb	HPLC	ND

ND代表未檢出。

業界朋友最關心的問題是到底高濃度能耐受多少黴菌毒素？這是所有學術界和現場技術人員最願意碰觸的問題，因為每個人的看法見仁見智，而且我們對許多種黴菌毒素和它們之間的交互作用並未完全瞭解。但是相關權威單位(例如：聯合國糧食組織和美國食品藥物管理局)仍然根據目前已知的健全科學證據做出最好的飼料和飼料原料黴菌毒素的容許上限建議。以美國食品藥物管理局(U.S. Food and Drug Administration)所作的建議為例，該機構訂定的標準並非各種黴菌毒素的耐受標準(tolerance levels，某種毒素的含量如果超過此一建議量即違反相關法令，該批原料將被禁止使用)，而是為黃麴毒素訂定了行動標準(action levels)、為伏馬毒素訂定了輔導標準(guidance levels)、和為赭吐毒素訂定了建議標準(advisory levels)；針對玉米赤霉醇和T-2毒素並未訂定具體標準。【表二】列出可供參考的各黴菌毒素在高濃飼料或飼料原料的最高行動、輔導、或建議濃度上限(資料來源：HYPERLINK "<http://www.fda.gov/cvm/ldaustintx823.htm>" "<http://www.fda.gov/cvm/ldaustintx823.htm>"; Osweiler G.D. (1996) Toxicology. The National Veterinary Medical Series, William & Wilkins, Media, PA:409ff)。各種黴菌毒素在不同高濃日糧的可能危害濃度可參考下列網站(HYPERLINK "<http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/Mycotoxins/mycopagedetrimental.htm>" "<http://www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/Mycotoxins/mycopagedetrimental.htm>)。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

【表二】黴菌毒素在玉米、玉米副產品、和禽畜飼料的最高行動、輔導、或建議濃度 (ppb) 上限。

	黃麴毒素 ¹ B1 & B2	伏馬毒素 ² B1 & B2	嘔吐毒素 ³	玉米赤黴醇 ⁴
幼畜、幼禽	20	10,000	5,000(2,000)	
種豬	100	20,000	5,000(1,000)	
-母猪				<1,000
-妊娠公豬				<3,000
-成年公豬				<20,000
成豬(45kg以上)	200	20,000	5,000(1,000)	<25,000
食用家禽	100	100,000	10,000(5,000)	
種禽、蛋雞	20	30,000	5,000(2,000)	
乳用動物	20	30,000	5,000(2,000)	
-奶牛				~10,000
肉用犍牛	100	30,000	10,000(5,000)	
肉用牛	300	60,000	10,000(5,000)	

¹FDA行動標準(action levels)。

²FDA輔導標準(guidance levels)，原料使用量不得超過日糧的50%。

³FDA建議標準(advisory levels)，括弧中的數值為日糧的建議濃度。

⁴Cowder (GL, 1996) Toxicology, The National Veterinary Medical Series, Williams & Wilkins, Media, PA40391。日糧的建議濃度。

上述標準雖然讓我們瞭解到動物在面對黴菌毒素時不是真的那麼脆弱，但仍然需要考慮1)動物長期攝入黴菌毒素的效應、2)多種黴菌毒素並存所造成的交互效應、和3)許多未知、未列入或不易檢出的黴菌毒素；因此，在田間的實務操作需要使用更嚴謹的標準，通常以黴菌毒素研究結果的「未發現負面效應濃度(No-Observed-Adverse-Effect-Level, NOAEL)」除以某個安全係數值(5、10或100)以確保動物安全。以豬飼料為例，常用建議標準是黃麴毒素(< 20ppb)、伏馬毒素(< 1,000ppb)、嘔吐毒素(< 1,000ppb)、玉米赤黴醇(< 500ppb)。將最終日糧的黴菌毒素濃度控制在這個標準之下，禽畜生產應該是十分安全的，因為標準已遠低於可能造成危害的濃度。

二、重要管制點的監控

為確實了解由美國進口到台灣的玉米乾酒粕到底在那個環節可能被黴菌毒素污染，多個產業團體與非營利機構共同贊助一項由公正化驗單位所進行的黴菌毒素監控計

畫，希望藉此監控計畫為台灣的業者提供最詳實的化驗結果，作為使用與採購玉米乾酒粕的判斷依據。監控計畫共分兩期，第一期由2006年的10月至12月，第二期由2007年的5月至7月。在此將分析監控結果與業界齊達共同分享。監控計畫設計與執行如下：

- 1.採樣：在第一期計畫執行期間分別由A)7家美國酒精生產工廠、B)美國出口港口貨櫃(11個樣品)、C)台灣進口港口貨櫃(11個樣品)，隨機採集美國玉米乾酒粕樣品。第二期計劃則在美國出口港口和台灣進口港口追蹤採樣12個玉米乾酒粕的運輸貨櫃。
- 2.採樣與化驗機構：所有採集的樣品全部送至美國愛荷華大學(Iowa State University)獸醫學院的獸醫診斷試驗室(Veterinary Diagnostic Lab)進行黴菌毒素的化驗分析；分析計畫執行由Paula Imerman博士主持。
- 3.化驗分析：分析項目包括：黃麴毒素(Aflatoxins)、玉米赤黴醇(F-2 toxin or Zearalenone)、嘔吐毒素(Vomitoxin)、Deoxynivalenol, DON)、T-2毒素(T-2toxin)、伏馬毒素(Fumonisin)。所有樣品精粹取後，先以薄層層析法(Thin Layer Chromatography)進行篩檢，發現含有足以定量黴菌毒素的樣品再用高效能液相層析儀(High Performance Liquid Chromatography, HPLC)或氣相層析法(Gas Chromatography, GC)定量各種黴菌毒素的含量，最後再以液相層析質譜儀(Liquid Chromatography/Mass Spectrometer, LC/MS)或氣相層析質譜儀(Gas Chromatography/Mass Spectrometer, GC/MS)來確認分析所得的個別黴菌毒素。
- 4.第一期分析結果詳列於【表三】。第一期監控計畫並未發現美國玉米乾酒粕含黃麴毒素、玉米赤黴醇、或T-2毒素。少數樣品則含有低劑量嘔吐毒素或伏馬毒素，但並未達到影響禽畜生產濃度。美國玉米乾酒粕在貨櫃運輸途中並未造成黴菌毒素增加。
- 5.第二期監控計畫追蹤12個運輸貨櫃的美國玉米乾酒粕，不論是由台灣港口採樣或到遠台灣港口採樣均未發現嚴重的黃麴毒素(< 10 ppb)、玉米赤黴醇(< 1 ppm)、T-2毒素(< 2 ppm)、或嘔吐毒素(< 1 ppm)；但是所有樣品均發現有伏馬毒素(Fumonisin)存在(【表四】)，而且該毒素在貨櫃運輸的過程有顯著的增加(P<0.05)。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

【表三】台灣進口美國玉米乾酒粕運輸過程黴菌毒素監控計劃分析結果(第一期)。

黴菌毒素種類	酒精工廠		美國出口港口		台灣進口港口	
	最低值	最高值	最低值	最高值	最低值	最高值
黃麴毒素	NDA		NDA		NDA	
(Aflatoxins)	(≤ 10 ppb)		(≤ 10 ppb)		(≤ 10 ppb)	
玉米赤霉醇	NDA		NDA		NDA	
(Zearalenone)	(≤ 1 ppm)		(≤ 1 ppm)		(≤ 1 ppm)	
嘔吐毒素	NDA	3.4ppm				
(Vomitoxin)	(≤ 1 ppm)					
T-2毒素	NDA		NDA		NDA	
(T-2 toxin)						
伏馬毒素	1.8ppm	2.9ppm	1.0ppm	2.4ppm	NDA	2.0ppm
(Fumonisin)						

NDA: no detectable amount 沒有明顯可測得的含量。

【表四】台灣進口美國玉米乾酒粕運輸過程伏馬毒素含量的變化。

貨櫃編號	美國出口港口樣品(ppm)	台灣到港貨櫃樣品(ppm)
1	1.0	2.4
2	0.9	0.4
3	0.9	2.0
4	1.4	1.5
5	1.0	1.0
6	0.8	1.5
7	0.8	1.2
8	0.5	1.6
9	1.2	1.6
10	1.1	1.4
11	0.8	2.1
12	0.9	1.4
平均值*	0.91	1.51

*Paired t-test P = 0.006

三、美國玉米乾酒粕在台灣保存性試驗

深入了解玉米乾酒粕在台灣高溫多濕環境下的保存性，並且嚴格篩檢黴菌毒素存在與否是必要的品質程序。為監控美國玉米乾酒粕在台灣所存的安定性，分別進行袋裝和散裝的玉米乾酒粕保存性試驗。

試驗一

玉米乾酒粕自美國用40呎的貨櫃運送，抵達台灣後再以50公斤有塑膠襯裡的袋子重新裝袋，儲放在鐵皮屋頂飼料倉庫中。每週從儲存的玉米乾酒粕中隨機取樣，以HPLC或TLC分析黴菌毒素含量 (Romer Labs, Union, MO)。

試驗期間最高與最低環境溫度為32.4°C和17.1°C，平均溫度為25.4°C；最高與最低環境濕度分別99.5%和41.2%，平均濕度為79.9%；試驗期平均濕度指數高達75.6；黴菌毒素的分析結果詳見【表五】。在所有檢測的黴菌毒素方面，只發現極微量（低於可檢出下限）的玉米赤霉醇(Zearalenone)毒素，且其含量並沒有因為10週的貯存而顯著增加，這樣微量的黴菌毒素對動物並不構成威脅。

【表五】經10週貯存後，袋裝美國玉米乾酒粕的黴菌毒素變化。

分析項目	可檢出下限	檢驗方法	第1週 ¹	第10週 ¹
黃麴毒素B1	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
黃麴毒素B2	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
黃麴毒素G1	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
黃麴毒素G2	1.0 ppb	HPLC	ND	ND
T-2毒素	0.1 ppm	TLC	ND	ND
嘔吐毒素	0.1 ppm	TLC	ND	ND
15 Acetyl-嘔吐毒素	0.1 ppm	TLC	ND	ND
3 Acetyl-嘔吐毒素	0.1 ppm	TLC	ND	ND
玉米赤霉醇	100 ppb	HPLC	56*	64*
伏馬毒素B1	0.2 ppm	HPLC	ND	ND
伏馬毒素B2	0.2 ppm	HPLC	ND	ND
伏馬毒素B3	0.2 ppm	HPLC	**	**

1ND代表未檢出。

* 可檢出下限為 100 ppb，但有足以估算毒素量的波峰出現，以出現波峰估算之。

** 使用immunoaffinity column，未能檢出 fumonisin B3。

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

試驗二

玉米乾酒粕自美國以貨櫃運抵台灣後，貯存在中部某飼料廠之散裝原料貯存桶中，自2004年三月中旬起，每一週由貯存桶隨機採樣，以HPLC或TLC分析黴菌毒素含量（Romer Labs, Union, MO），試驗期共13週。

貨櫃抵達飼料廠時所採的玉米乾酒粕樣品水份含量只有9.05%，經過13週的貯存，水份含量逐漸增加到12.26%（【表六】），可見玉米乾酒粕在高溫多濕的環境下散裝桶貯存會吸收環境中水份；但粗蛋白質含量在貯存期間並沒顯著的改變。本試驗所用的玉米乾酒粕未發現黃麴毒素（aflatoxin），但含有約100ppb玉米赤菌醇毒素，並沒達到對動物構成威脅的程度；這些黴菌毒素在13週的貯存過程並沒有增加。這個結果意謂著玉米乾酒粕在台灣飼料廠散裝桶中貯存沒有發生黴菌和黴菌毒素污染的問題。

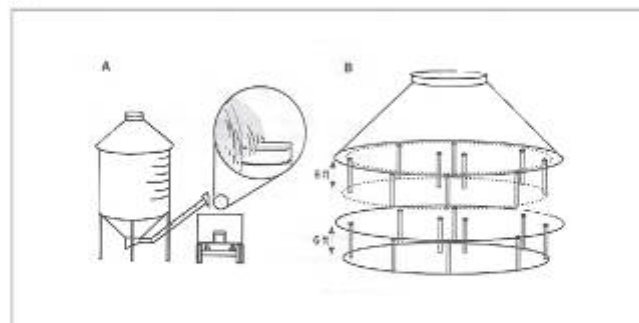
【表六】美國玉米乾酒粕在台灣飼料廠散裝貯存桶存放13週期間水份、粗蛋白質和黴菌毒素含量的變化。

採樣日期	水份, %	粗蛋白質, %	黃麴毒素, ppb	玉米赤菌醇, ppb
16-Mar-04	9.05	27.80	0.00	98
17-Mar-04	10.17	27.81	0.00	101
24-Mar-04	10.65	27.59	0.00	104
31-Mar-04	10.70	27.63	0.00	96
7-Apr-04	10.71	27.62	0.00	105
14-Apr-04	10.76	27.73	0.00	106
21-Apr-04	10.93	27.71	0.00	102
28-Apr-04	11.02	27.62	0.00	100
5-May-04	11.28	27.54	0.00	104
12-May-04	11.16	27.61	0.00	101
19-May-04	11.70	27.63	0.00	103
27-May-04	11.88	27.61	0.00	104
3-Jun-04	12.13	27.50	0.00	106
10-Jun-04	12.26	27.53	0.00	105

上述的試驗結果證實美國玉米乾酒粕水份含量很低，即使在高溫多濕的環境下貯存10-13週，不論散裝或袋裝，只要保存方式正確，都能保持品質的安定，也不會有黴菌和黴菌毒素污染的問題。只要在進貨時定期篩檢黴菌毒素，台灣的高畜飼糧可以安心的使用美國進口玉米乾酒粕。

四、採樣和分析

採樣和分析雖然耗費時間和金錢，卻是面對黴菌毒素問題的基礎步驟。黴菌毒素通常不是均勻分佈的，而且其存在濃度偏低(ppm或ppb)，這些特性增加採樣的困難，而且採樣造成的誤差可能大於實驗室分析所造成的誤差，因此，採樣一個可以反映該批原料實際狀況的樣品是非常重要的。採樣動作最好在原料裝卸時，在原料流動的某一定點依一定的時間間隔採取少量樣品（【圖一A】），再將所採的所有小樣品均勻混合，每一卡車的原料應採約2公斤。如果在貨櫃或駁倉中進行採樣，應該用採樣器在貯存倉內的不同位置進行多次採樣（【圖一B】），再將所採的所有小樣品均勻混合送驗。



【圖一】採樣方法。（擷取自Osweiler G.D. (1996) Toxicology. The National Veterinary Medical Series, William & Wilkins, Media, PA:409ff.）

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

在選擇定量玉米乾酒粕黴菌毒素的分析方法方面必須十分小心，目前被認可用來測定玉米乾酒粕黴菌毒素的方法只有高效能液相層析法(high performance liquid chromatography, HPLC)和薄層層析法(thin layer chromatography, TLC)。用其它的分析方法，例如：酵素免疫分析法(ELISA)來檢驗玉米乾酒粕的黴菌毒素時經常造成偽陽性(false positive)的結果。這個現象在使用ELISA分析其它穀物或穀物副產品的黴菌毒素時並沒有發現；至於為什麼只有在檢驗玉米乾酒粕的黴菌毒素時才有這個問題，目前仍然不是很清楚，有人認為可能是玉米乾酒粕所含的纖維干擾了ELISA的檢驗程序；也有生產ELISA的廠商宣稱已克服這個問題，深切的希望技術上的突破可以讓ELISA應用在玉米乾酒粕的黴菌毒素篩檢。總之，在新方法完成測試認可程序之前，最保險的選擇還是使用HPLC和TLC來檢驗玉米乾酒粕黴菌毒素含量。

根據美國食品藥物管理局的指導手冊，玉米乾酒粕所需化驗的黴菌毒素依照優先順序分別為1) 黃麴毒素和伏馬菌素、2) 玉米赤霉醇、3) 嘔吐毒素、4) 赭麴毒素。針對飼料所需化驗的黴菌毒素依照優先順序分別為1) 玉米赤霉醇和嘔吐毒素、2) 赭麴毒素、3) 黃麴毒素和伏馬菌素。針對牛和家禽飼料所需化驗的黴菌毒素依照優先順序分別為1) 黃麴毒素、2) 玉米赤霉醇、3) 赭麴毒素、4) 嘔吐毒素和伏馬菌素。

五、黴菌毒素的預防(prevention)與介入(intervention)措施

面對飼料原料黴菌毒素問題最好的策略就是把黴菌毒素擋在禽畜的體外。因為玉米乾酒粕來自美國，我們所能採取的預防介入措施只能從篩檢酒精工廠的產品品質開始逐步檢討裝載、運輸、卸貨，在台灣的倉儲、飼料製造過程、運輸、及飼料系統的管制與執行，這些程序都是執行良好畜牧管理的一環。

1. 酒精工廠的可能介入措施

在酒精工廠嚴格篩檢玉米原料的黴菌毒素含量是最有效的介入措施。前述的監控

資料認為黴菌毒素的含量在貨櫃運輸過程有增加的現象(表四)，所以有些措施必需由酒精工廠著手進行改善。如果酒精工廠的貯存空間相當有限，有時候會把未完全冷卻的玉米乾酒粕直接裝入貨櫃或運輸車輛中；在玉米乾酒粕製程中，可溶物被濃縮到約50%乾物質，然後在乾燥之前再填入酒粕中。雖然一般玉米乾酒粕的水份含量平均都低於11%，應該很適合運輸和貯存；但是玉米乾酒粕的組成物質之間的水份含量差異是實際存在的，因為可溶物的部份保水性比較好，所以乾燥過程中當酒粕固形物部份的水份含量已低於10-11%時，可溶物部份的水份含量可能仍在15-18%之間；離開乾燥機之後，這兩部份的水份含量必需相互平衡；如果直接放入密閉空間，可能在水份還沒完全平衡之前就已經嚴重架構現象，也造成水份的局部累積，大大的提高了黴菌滋生的機會；因此避免將未完全冷卻的玉米乾酒粕直接裝入貨櫃是必要的管控措施。此外，在玉米乾酒粕裝櫃時添加抑制黴菌的添加劑(例如：丙酸)也是可以考慮的介入措施。

2. 玉米乾酒粕的黴菌毒素篩檢

因為一般的飼料廠和畜牧場只有ELISA的快速檢驗組件篩檢，偏倚這個方法並不適用於玉米乾酒粕；因此，由相關推廣單位結合學術機構進行客觀的長期監控，再將數據整合提供業界參考是必要，前述的管制點監控計劃就是落實這個理念的具體行動。未來累積足夠樣品分析數據之後，可以計算出各種黴菌毒素可能超出安全範圍的機率，讓業界在使用玉米乾酒粕時能有客觀的風險評估。業界的商業機構也投入大量資源來協助玉米乾酒粕的黴菌毒素追蹤監控，如果比對這些採自現場末端使用者的樣品分析數據發現有高於前述監控樣品的黴菌毒素含量，就應該採取行動來面對玉米乾酒粕抵台之後所產生的黴菌毒素污染問題。

3. 控制玉米乾酒粕的水份含量

一般原物料的水份含量在12-12.5%時可以維持最佳保存狀態，比較不會發霉。大部份的玉米乾酒粕水份含量都偏低，但是在台灣高溫多濕的環境貯存也會或多或少吸

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

收空氣中的水份（表六），因此要小心管控玉米乾酒粕的水份含量。有些設備完善的大型貯存槽有通氣散熱設備，可以減少物料的水份累積；但是小型的貯存桶就不容易控制，曝曬在強烈陽光下的貯存桶常常會造成水份的局部累積，引起嚴重的發霉現象。因此，為貯存桶加蓋防雨遮蔽物是必要的措施。

4. 完善的倉儲、運輸管理

- I 定期檢查維修貯存、輸送、和運輸設施，避免發生破損的情形發生。
- II 定期淨空貯存設備，進行清洗與消毒以減少殘留黴菌的污染。
- III 輸送與運輸設備也需定期的清洗和消毒。
- IV 嚴謹的物料管理，縮短原料在廠(場)的停留時間。

5. 牧場的餵飼系統管理

牧場使用的飼料車、自動餵飼系統、完全混合日糧混合車都需要依照既定時程進行清洗維修。水槽和飲水設備也需定期清洗。

6. 徹底執行良好的畜牧管理，減少動物的緊迫。

六、如何處理已被黴菌毒素污染的玉米乾酒粕

玉米乾酒粕和其它的飼料原料一樣經常會含有微量的黴菌毒素，偶而也會有嚴重的污染案例出現；面對黴菌毒素嚴重污染的玉米乾酒粕最好的策略是丟棄該原料。對於低劑量污染的玉米乾酒粕可以利用下列公式推算其在日糧的適當使用比例（假設日糧的其它原料的黴菌毒素低於最低可檢出量），以確保最終混合的日糧所含的黴菌毒素含量在安全範圍內：

$$F = 100 \times (C - L) / (H - L)$$

F：該受污染原料可用於總日糧的百分比。

C：總日糧的預期該毒素安全濃度上限。

L：日糧的其它原料該黴菌毒素最低可檢出量。

H：受污染原料該黴菌毒素的濃度。

實例研討：

以上述台灣進口美國玉米乾酒粕運輸過程黴菌毒素監控計畫第二版分析結果（表四）的伏馬毒素B1為例：C=1.0，L=0.2，H=1.51(平均值)或2.4(最高值)。玉米乾酒粕在日糧的最高使用比例為：

$$F = 100 \times (1.0 - 0.2) / (1.51 - 0.2) = 61.1\%$$

$$F = 100 \times (1.0 - 0.2) / (2.4 - 0.2) = 36.4\%$$

一般禽畜日糧使用玉米乾酒粕都不會超過20%，所以只要其它的原料未受到嚴重的污染，這樣的伏馬毒素濃度應該不會影響禽畜的生產效率。

添加黴菌毒素吸附劑或分解劑也是解決玉米乾酒粕黴菌毒素問題常用的策略。使用這些添加劑需要考慮1)那一種添加劑對所需處理的黴菌毒素種類最有效，2)正確的添加量，3)評估添加效果的標準，4)成本效益。

結 論

黴菌毒素是相當棘手的問題。在原物料高漲的時代，為了要利用玉米乾酒粕來降低生產成本，畜牧、飼料業者還需要深入了解玉米乾酒粕黴菌毒素含量的實際情形，作為決策的依據；玉米乾酒粕的黴菌毒素監控計畫必須有長期的規劃和執行，以提供業界更完整的資訊。良好的畜牧和物料管理是減少黴菌毒素所造成的負面效應最基本的條件。黴菌毒素雖然可怕，只要能知己知彼，還是可以有效的管控黴菌毒素的傷害，讓畜牧生產的效率再提昇。

（本文原刊載於2008年7月出版之「飼料工業季刊」第80期）

玉米酒粕黃麴毒素含量調查計劃

美國食品藥物管理局獸醫醫學中心 擬訂

陳瑞國博士 翻譯

(編者按:本文的主要目的在協助玉米酒粕使用者瞭解美國政府單位對黴菌毒素的管理法規的制定和監控體系執行的細節)

計劃目的

1. 針對玉米酒粕的黃麴毒素污染狀況進行有限度的全國性樣品調查。
2. 預防含有過量黃麴毒素的玉米酒粕流入跨州的動物飼料交易體系，同時建立由跨州動物飼料交易體系中排除含過量黃麴毒素玉米酒粕的作業程序。

計劃背景

美國食品藥物管理局關注動物飼料使用被黃麴毒素污染的玉米酒粕可能對動物和人體造成傷害的議題。玉米酒粕是食用或燃料用酒精產業的副產品，主要用於動物飼料的原料；在美國酒精工廠生產的玉米酒粕大約有90%用於美國國內的動物飼料。

從1999年到現在酒精的產量已經增加超過150%；1999年的美國的酒精年產量為14億七千萬加侖，到2005年已經成長到39億加侖；目前的美國酒精產業預測認為到2012年全美的酒精產量將會超過75億加侖。隨著酒精產量的持續增加，可以銷售用於動物飼料的玉米酒粕也由1999年的189萬公噸成長到2005年的835萬公噸(增加340%)，而且預期未來將持續成長。

1999年有72萬公噸的玉米酒粕用於乳牛日糧，到了2004年乳牛產業所耗用的玉米酒粕已經成長到280萬公噸，約佔動物飼料產業使用玉米酒粕總量的43%。隨著大量的玉米被用於生產酒精，這些大宗原料的需求急劇增加，也相對的提高了受黃麴毒素污染的玉米進入酒精生產體系的機會。研究人員已經證實黃麴毒素在製作酒精的過程並不會被破壞，反而是相對的濃縮存留在玉米酒粕當中，所以累積在玉米酒粕的黃麴毒素濃度大約為玉米原料的三倍。因此，遭受黃麴毒素污染玉米酒粕可能對食用這些原料的動物造成危害；隨著玉米酒粕被廣泛的使用在乳牛日糧，牛乳的黃麴毒素殘留問題也成為人體食品安全的潛在隱憂。

目前對於美國酒精工廠生產和銷售作為動物飼料的玉米酒粕受黃麴毒素污染的比例和濃度的資訊非常有限；從1999年到現在由美國食品藥物管理局直接採樣進行黃麴毒素分析檢驗的玉米酒粕樣品總數只有12個，這些樣品均未檢出任何黃麴毒素，但是因為樣品數太少，而且這段期間用於動物飼料的玉米酒粕急劇的增加，獸醫醫學中心堅信在這個階段針對美國酒精工廠生產和銷售做為動物飼料的玉米酒粕受黃麴毒素污染的比例和濃度進行有限度的全國性調查是非常重要的。獸醫醫學中心的目的在預防含有過量黃麴毒素的玉米酒粕流入跨州的動物飼料交易體系，同時計劃建立適當管理和(或)法規行動來排除含過量黃麴毒素的玉米酒粕出現在跨州動物飼料交易體系中。

計劃任務

1. 樣品收集概述

目前全美國約有100家酒精工廠在生產玉米酒粕，大部份的酒精工廠都位於美國食品藥物管理局中西和西南區辦公室的管轄範圍；這些工廠所生產的玉米酒粕可能直接銷售給畜牧業、飼料原料交易商、和(或)飼料工廠。

針對本計劃任務的目的，玉米酒粕係指符合美國飼料管制官員協會(Association of American Feed Control Officials Incorporated, AAFCO)定義之玉米乾酒粕(distillers

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

dried grains, DDG)、含可溶物玉米乾酒粕(distillers dried grains with solubles, DDGS)、和玉米濕酒粕(distillers wet grains, DWG)；AAFCO對這三樣飼料原料的定義編號分別為27.5、27.6、和27.8，詳細內容請參照該協會2006年官方出版品的第273和274頁。

由2007年度PAC Code 71003C-Feed Contaminants Program Mycotoxins/Aflatoxins所分配的250個樣品中選取40個樣品用於本調查計劃，所有樣品必需在2006年11月至2007年9月30日之間由酒精工廠生產且要販售供動物飼料使用的玉米酒粕中採樣。19個美國食品藥物管理局地區辦公室分配之採樣樣品數如下：

DAL, Den, Kan - 每一分區4個樣品。

BLT, CHI, CIN, DET, MIN, PHI - 每一分區3個樣品。

ALT, FLA, NOL, SJN, NEW, NWJ, NYK, SAN, SEA, LOS - 每一分區1個樣品。

獸醫醫學中心建議在酒精生產設施或飼料生產設施所在位置進行採樣。

由於玉米通常在秋天收穫所存供全年度使用，獸醫醫學中心建議各分區儘可能在年度的不同季節採樣，例如：分配採樣多於1個樣品的區域需要在秋/冬季(2006年11月至2007年3月)和春/夏季(2007年4月至2007年9月)各採一半數量的樣品。

2. 樣品的採集、處理和運輸

為採集樣品供黴菌毒素分析，採樣技術、樣品處理、運輸和貯存請參照美國食品藥物管理局調查作業手冊(FDA Investigation Operations Manual, IOM)第四章的作業規範來進行，依照第四章樣品項目第六項對玉米粒和玉米粉的採樣規範，每一個玉米酒粕樣品必需採10個各約454公克(1磅)重的次樣品，每一個次樣品均已包括702(b)部份，因此不需再額外採集702(b)的部份。在採樣的過程，調查人員應同時確認用於生產玉米酒粕的原料和玉米酒粕預定要使用的用途。

採得樣品送到食品藥物管理局的分析實驗室，並且根據PAC Code 71003C-Feed

Contaminants Program Mycotoxins/Aflatoxins的規定報告採樣和交運過程所耗費的時間。有關樣品的採集、處理和運輸的細節請參照美國食品藥物管理局Feed Contaminants Compliance Program (HYPERLINK "<http://www.fda.gov/cvm/Documents/7371-003.pdf>" <http://www.fda.gov/cvm/Documents/7371-003.pdf>)和調查作業手冊(FDA Investigation Operations Manual, IOM)。

3. 樣品分析

目前有34種經美國農業部穀物檢驗暨運管理局(Grain Inspection, packers and Stockyards Administration of the USDA, GIPSA)認可的快速檢驗套組可以用於黴菌毒素的分析，其中16種(8種定量、8種定性)適用於黃麴毒素的檢驗。只有4種套組適用於定量玉米乾酒粕和含可溶物玉米乾酒粕的黃麴毒素含量(HYPERLINK "<http://archive.gipsa.usda.gov/tech-servsup/metheqp/testkits.pdf>" <http://archive.gipsa.usda.gov/tech-servsup/metheqp/testkits.pdf>)。【表一】詳列這四種檢驗套組的資料，這四種套組均可被用來分析本調查的玉米酒粕樣品。

【表一】美國農業部穀物檢驗暨運管理局認可適用於定量玉米酒粕黃麴毒素含量的四種快速檢驗套組。

製造廠商	檢驗套組	測定範圍	檢驗方法	適用原料
Charm Science	ROSA Aflatoxin (Quantitative)	5-100 ppb	Lateral flow strip	DDG
Neogen Corp	Veratox	5-50 ppb	Microtiter well plate	DDGS
R-BioPharm	Ridescreen Fast SC	5-100 ppb	Microtiter well plate	DDGS
Vicam	Aflatest	5-100 ppb	Immunoaffinity column	DDG & DDGS

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

美國穀物協會
U.S. Grains Council

快速檢驗組篩檢的結果發現含有超過20ppb黃麴毒素(B1+B2+G1+G2總量) 玉米酒粕樣品必需要由分析實驗室選擇另一種更精確的分析方法作進一步的確認。由 USDA/GIPSA/Technical Services Division/Analytical, Reference and Testing Services Branch發展出來的高效能液相層析法(HPLC Reference Method for the Determination of Aflatoxins in Corn, Distillers Dried Grains and Corn Gluten Feed Samples)是廣泛被接受用於進一步確認快速檢驗組篩檢的結果的方法。

由於本計劃所收集的玉米酒粕樣品含水量變異很大。因此所有的樣品均需測定水份含量。水份含量測定應以95-100°C的乾燥失重法分析之(AOAC Official Method 934.01, Loss on Drying (moisture) at 95-100°C of Feeds, Official Methods Analysis of AOAC International, 17th edition, 2000, volume 1, 4.1.03)。

食品藥物管理局建議(非強制要求)分析實驗室對所收集的樣品也同時進行其它黴菌毒素(玉米赤霉醇、嘔吐毒素、赭麴毒素A、伏馬毒素)的篩檢。詳細分析規範請參照食品藥物管理局的飼料污染物計劃(Feed Contaminants Program, HYPERLINK "<http://www.fda.gov/cvm/Documents/7371-003.pdf>" <http://www.fda.gov/cvm/Documents/7371-003.pdf>, Analytical methods [Section IV], levels/classification [Section V] and priorities [Attachment A])。

法規與管理後續追蹤

食品藥物管理局的規範政策綱領(FDA Compliance Policy Guide, CPG, Sec. 683.100, HYPERLINK "http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/cpg/cpgvet/cpg683-100.html" http://www.fda.gov/ora/compliance_ref/cpg/cpgvet/cpg683-100.html)明訂了管理動物飼料黃麴毒素含量的行動標準。在這個規範中針對乳牛、幼畜、未註明動物種類或未知用途的動物所訂的黃麴毒素的行動標準為20ppb；對用於肥育肉牛的玉米相關產品(包括玉米酒粕)的行動標準為300ppb，對體重超過100磅的肥育豬的行動標準為200ppb，對種用肉牛、種豬、和成廣的行動標準為100ppb。

如果用於動物飼料或可能進入跨州交易體系的玉米酒粕被發現黃麴毒素含量超過FDA CPG Sec. 683.100.規範的行動標準，食品藥物管理局獸醫學中心將採取必要的法令管理行動(包括函件通知、函件警告、回收、扣押、強制禁止命令或其它必要行動)。因此任何分區辦公室如果發現黃麴毒素含量超過行動標準的玉米酒粕樣品必需以函件(檢附證明文件)通知獸醫學中心進行必要的法規和管理行動評估。

(本文原刊載於2009年1月出版之「飼料工業季刊」第82期)

玉米乾酒粕產銷與品質

Production, Supply and Quality of U.S. DDGS

玉米乾酒粕資訊網頁

由於科技資訊與研究報告日新月異，用在產製燃料酒精的玉米數量與燃料酒精的生產量也天天在變，如希得到玉米乾酒粕的最新市場訊息或產銷數據，請直接進入下列網站查詢。

1. 美國穀物協會(U. S. Grains Council)：進入<http://www.grains.org>，然後在網頁上方，單位名稱下面一排選項中，其中之一為「Buying U. S. Grains & DDGS」，由此點入即可。
2. 美國明尼蘇達州立大學(University of Minnesota)： <http://www.ddgs.umn.edu>。
3. 美國玉米農民協會(National Corn Growers Association)： <http://www.ncga.com>，在網頁下方的一排選項中，其中之一為「Key Issues」，其項目中之一為「Ethanol and Co-Product」，由此點入即可。
4. 酒粕季刊(Distillers Grains Quarterly)： <http://www.distillersgrainsquarterly.com>。
5. 美國玉米與燃料酒精研究中心(National Corn-to-Ethanol Research Center)： <http://www.ethanolresearch.com>。
6. 酒粕技術協會(Distillers Grains Technology Council)： <http://www.distillersgrains.org/grains>。
7. 可再生燃料協會(Renewable Fuels Association，簡稱RFA)： <http://www.ethanolrfa.org>。
8. 酒精業者雜誌(Ethanol Producer Magazine)： <http://www.ethanolproducer.com>。
9. 蒸餾酒廠線上網路(The Online Distillery Network)： <http://www.distill.com>。
10. 美國農業部海外農業局(United States Department of Agriculture, Foreign Agriculture Service，簡稱FAS)：
◎ <http://www.fas.usda.gov/ustrade>
◎ <http://www.fas.usda.gov>