

### 前言

含可溶物乾燥酒粕(DDGS)作為牛隻飼料已有超過一百年以上的歷史。它是反芻動物很好的蛋白質來源。然而，因為來源的不同，含可溶物乾燥酒粕的品質也有很大的差異。以往含可溶物乾燥酒粕的主要來源是生產威士忌酒蒸餾後的產物，呈現較深的顏色，而且在乾燥過程中因為過度加熱而使品質降低。新式的燃料用酒精工廠在發酵效率及乾燥過程都有所改善，所生產的含可溶物乾燥酒粕含有較高營養成分和較低程度的熱破壞。在這類新式的燃料用酒精工廠所生產的含可溶物乾燥酒粕比起過去出版的參考書所列的表值（Harty 等人，1998），含有更多的蛋白質及脂肪；玉米粉或含可溶物乾燥酒粕中所含的纖維，可以很容易被瘤胃微生物消化（Chen 等人，1999；Schingoethe 等人，1998）；因此，含可溶物乾燥酒粕可以做為反芻動物的瘤胃降解蛋白(Ruminally degradable protein, RDP)，瘤胃未降解蛋白(Ruminally undegradable protein, RUP)以及能量的最佳來源（Schingoethe 等人，1998）。Fron 等人（1996）指出含可溶物乾燥酒粕可以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。除了蛋白質、纖維和脂肪外，含可溶物乾燥酒粕還有其它未知的營養因子也會影響動物的整體表現（Fron 等人，1996）。

在乳牛日糧中，含可溶物乾燥酒粕是取代大豆粕和玉米粉的絕佳飼料原料（Power 等人，1995；Schingoethe 等人，1999）。與大豆粕相比，含可溶物乾燥酒粕可以讓泌乳牛生產更多（Nichols 等人，1998；Owen 和 Larson，1991）或至少是相當（Liu 等人，2000；Schingoethe 等人，1999）的乳量。而且，不論是濕的或乾燥的含可溶物酒粕，均能有效的作為反芻動物的蛋白質和能量來源（Larson 等人，1993；Lodge 等人，1997a；Lodge 等人，1997b）。

大多數的含可溶物乾燥酒粕的相關研究都是在溫帶地區進行的，本實驗的目的在：1) 比較餵飼添加含可溶物乾燥酒粕的日糧和一般玉米、大豆粕和烘焙全脂豆粉日糧對泌乳牛的影響，以及測試在溼熱的環境中餵飼含可溶物乾燥酒粕的可行性；2) 檢測含可溶物乾燥酒粕儲存在溼熱的環境中的穩定性。

## 材料與方法

### 牛隻與飼料

本實驗是在位於台南的商業生產牧場--林鳳營牧場中進行。林鳳營牧場位於北回歸線以南約 20 公里左右。牛隻總數約 600 頭，其中泌乳牛有 290 頭。牛舍是典型的開放式牛舍，每一群牛都有各自的運動場。牛舍中裝設噴水及噴霧系統，以利夏天的蒸散性散熱。一套 2×12 並且配備自動脫落裝置的搾乳機由四位工作人員操作執行每日的搾乳工作。

五十頭初產的荷仕登(Holstein)乳牛依據泌乳天數 (Days In Milk, DIM)，產乳量，以及體態評分 (Body condition score, BCS) 隨機分派為對照組(Control)和含可溶物乾燥酒粕組(DDGS)。兩組的平均泌乳天數相同 (149 ± 56 天)，而對照組和含可溶物乾燥酒粕兩組的平均產乳量分別為 22.3 ± 2.8 公斤與 22.4 ± 3.7 公斤；體態評分則分別為對照組 3.0 ± 0.3 公斤和含可溶物乾燥酒粕組 3.1 ± 0.3 公斤。本次實驗的前二週為調整期，讓牛隻適應分群環境，然後再進行為期八週的實驗並收集數據。

這項實驗所用的含可溶物乾燥酒粕來自美國 Glacial Lakes Energy LLC (Watertown, SD)，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，儲放在林鳳營牧場的鐵皮屋頂飼料倉庫中。每週從儲存的含可溶物乾燥酒粕中隨機取樣，分析乾物質，並以 HPLC 分析毒性成分 (黃麴毒素，赭麴毒素，T-2 毒素，檸檬黴素，伏馬鐮孢毒素，F2 毒素)，和檢測的脂肪氧化酸敗程度 (過氧化價和游離脂肪酸)。

兩組牛隻分別飼養在泌乳牛舍兩個相鄰的牛欄中，每個牛欄都有 25 個頸項架。在實驗期的第四週結束後，兩組牛隻交換牛欄，以降低牛欄位置對實驗結果的影響。在整個實驗期間，架設在兩個牛欄中央的電腦溫溼度系統(Watchdog® 450)會每小時監控紀錄溫度 (T, °C) 與相對溼度 (RH, %)。溫溼度指數 (THI) 則依照下列公式計算(Hahn, 1999)：

$$THI = 0.81 \times T + RH(T - 14.4) + 46.4$$

兩組牛隻分別餵飼中含有 0% (對照組) 或 10% (DDGS 組) 乾物質的含可溶物乾燥酒粕的完全混合日糧 (Total mixed ration, TMR)。含可溶物乾燥酒粕是取代完全混合日糧 (表一) 中部分的大豆粕, 玉米粉, 蒸煮壓片玉米, 和烘焙全脂豆粉。日糧配方是以 Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS v 4.26) (Barry 等人, 1994) 模擬計算, 滿足牛隻的可代謝蛋白, 可代謝能, 鈣和磷的需求。兩組日糧的蛋白質相等。日糧中的玉米青貯每天以微波爐測定乾物質含量, 以便決定兩組 TMR 日糧中玉米青貯的實際下料量。日糧每天分二次給飼, 每組的總下料量依照實際的採食狀況調整, 將剩餘料量控制在給飼量的 5-10%。每次餵飼前先收集剩餘料並且秤重; 每次餵飼的日糧和剩餘料均採集樣本, 並測量其乾物質含量, 依照所測得的數據計算每天的平均乾物質採食量 (DMI)。每週所累積的日糧和剩餘料樣本以微波爐測得乾物質後, 在 65°C 的烘箱中乾燥 48 小時。實驗結束後, 所有樣本轉送至美國的 Dairyone® Forage 實驗室 (Ithaca, NY) 進行進一步的化學分析, 分析項目包括: 粗蛋白(crude protein, CP), 中洗纖維(Neutral detergent fiber, NDF), 酸洗纖維(Acid detergent fiber, ADF), 非纖維性碳水化合物(Non-fibrous carbohydrate, NFC), 脂肪(Fat), 木質素(Lignin), 灰分(Ash), 可溶性蛋白(Soluble protein, SP), 淨能(Net energy, NE), 鈣(Ca), 磷(P), 鎂(Mg), 鉀(K), 硫(S)。另外, 一份每週採樣混合的含可溶物乾燥酒粕樣本則依照 CNCPS 的需求分析下列項目: 粗蛋白, 可溶性蛋白, 酸洗不溶粗蛋白(Acid detergent insoluble crude protein, ADICP), 中洗不溶粗蛋白(Neutral detergent insoluble crude protein, NDICP), 中洗纖維, 酸洗纖維, 脂肪, 木質素, 灰分, 澱粉(Starch), 糖類(Sugar), 非纖維性碳水化合物, 非結構性碳水化合物(Non-structure carbohydrate, NSC), 可消化總營養分(Total digestible nutrients, TDN), 淨能(Net energy, NE), 鈣, 磷, 鎂, 鉀, 鈉(Na), 鐵(Fe), 鋅(Zn), 銅(Cu), 錳(Mn), 氯(Cl), 硫, 並以瘤胃液試管試驗測定試管真消化率 (*In vitro* true digestibility, IVTD) 與試管中洗纖維消化率 (*In vitro* NDF digestibility, NDFD)。實驗期間, 相同的技術人員每四週一次, 對所有泌乳牛進行體態評分 (1-5 分)。在實驗期間, 牛隻在每天的 05:00 和 17:00 擠奶二次。每二週進行乳牛群性能改良(DHI)測乳, 測乳當天早上和下午分別收集的牛乳混合後交由台灣農委會畜產試驗所 (新竹分所) 進行粗蛋白質, 脂肪, 乳糖(lactose), 無脂固形物(Solid-Non-Fat, SNF), 乳尿素氮(Milk urea nitrogen, MUN) 和體細胞數(Somatic cell count, SCC)的分析。為配合牧場管理措施, 任何感染乳房炎的牛隻,

將移往乳房炎牛群，痊癒後併入其它牛群，不再繼續參與實驗。

表一. 對照組與含可溶物乾燥酒粕組的日糧組成與成份比較

成分	對照組 % 乾物質	含可溶物乾燥酒粕組 (DDGS) % 乾物質
玉米青貯	22	22
苜蓿乾草	19	19
百慕達乾草	5	5
黃豆殼	11	11
玉米粉	18.4	12.8
蒸煮壓片玉米	6	4
大豆粕，44%CP	6	4.8
烘焙全脂豆粉	2	1
魚粉	0.5	0.5
玉米麩粉	3.2	3.2
含可溶物乾燥酒粕 DDGS	0	10
糖蜜	1.6	1.6
磷酸氫鈣	0.48	0.08
石灰石粉	0.64	0.88
鹽	0.56	0.56
越胃脂肪	2	2
維生素/礦物質預混物	0.08	0.08
重碳酸鈉	1.5	1.5
完全混合日糧的成分估計 <sup>1</sup>		
預估採食量 DMI，公斤/天	18.4	18.4
粗蛋白 CP，%乾物質	15.7	15.7
瘤胃可降解蛋白 DIP，%粗蛋白	62	57
中洗纖維 NDF，%乾物質	35	38
非纖維性碳水化合物 NFC，%乾物質	39	36
脂肪，%乾物質	4.9	5.7
鈣，%乾物質	0.87	0.88
磷，%乾物質	0.43	0.44

<sup>1</sup> 由康乃爾大學的淨碳水化合物和蛋白質系統(CNCPS)估算

## 統計分析

對照組和含可溶物乾燥酒粕組的完全混合日糧中的營養成分以 SPSS (SPSS Inc., 1999) 的 One-Way ANOVA 分析比較。而採食量、產乳量、牛乳成份，和牛隻體態評分則運用 SPSS (SPSS Inc., 1999) 之一般線性模式，以 ANOVA 的完全隨機設計進行分析，測定實驗日糧，牛欄以及日糧與牛欄的交互作用所造成的影響；在分析泌乳量時以實驗前的產乳量做為共變項。除非另有註明，則以  $P < .05$  表示試驗差異顯著。

## 結果與討論

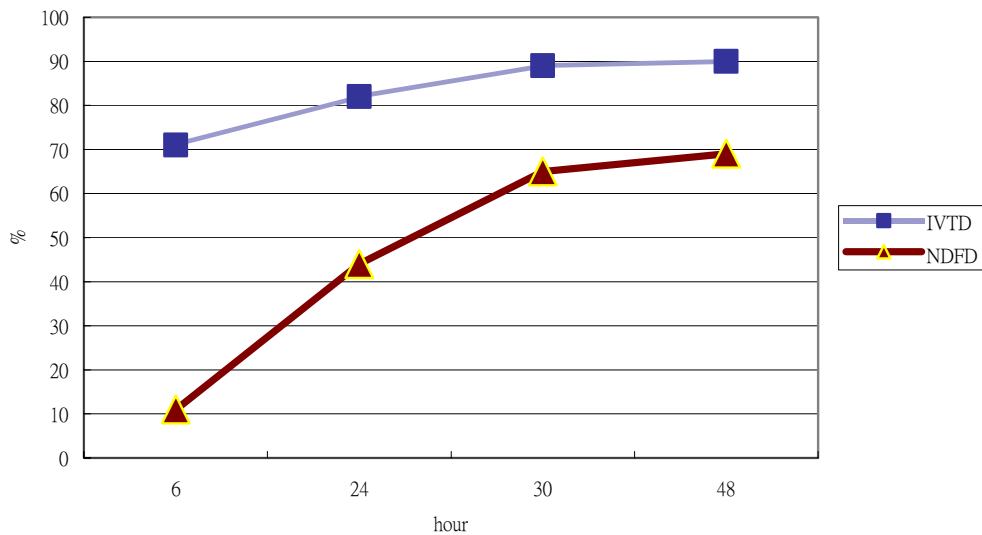
表二是含可溶物乾燥酒粕樣品的化學分析。粗蛋白含量高達 32.8% (乾物基)，比 NRC Dairy 2001 的飼料成份表中所列出的數值 (29.7%) 高。無法被動物消化的酸洗不溶粗蛋白 (ADICP) 僅佔乾物質的 1.1% (3.4% 粗蛋白)，根據 NRC Dairy 2001，含可溶物乾燥酒粕中的酸洗不溶粗蛋白佔乾物質的 5%；較低的酸洗不溶粗蛋白含量，表示實驗所用的含可溶物乾燥酒粕在乾燥過程中並未被過度加熱。玉米穀物中大多數的澱粉已在生產過程被發酵成酒精，剩下的澱粉和糖分別佔含可溶物乾燥酒粕乾物質的 5.6% 和 5.2%。含量相當高的粗脂肪 (13.0% 乾物質) 和磷 (0.93% 乾物質) 是含可溶物乾燥酒粕非常有價值的特性，較高的粗脂肪含量使得本次實驗所使用的含可溶物乾燥酒粕的可消化總營養分 (TDN) 高達 101%；因此，含可溶物乾燥酒粕可提供的泌乳淨能 (NEL-3X) 估計可達 2.49 Mcal/公斤乾物質，相較之下，NRC Dairy 2001 所列的含可溶物乾燥酒粕的泌乳淨能 (NEL-3X) 為 1.97 Mcal/公斤，而玉米粉的泌乳淨能 (NEL-3X) 是 2.01 Mcal/公斤。由於本次實驗所使用的含可溶物乾燥酒粕含有較高的能量值，因此可以預期含可溶物乾燥酒粕組的日糧可以提供較高的產乳量。

如圖一所示，本實驗所用的含可溶物乾燥酒粕在試管中與瘤胃液培養時幾乎被完全消化；在發酵的前 6 小時，71% 的含可溶物乾燥酒粕已經被分解；經過 30 小時的發酵後，可被分解的部分 (90%) 幾乎已經完全被消化了。含可溶物乾燥酒粕的中洗纖維，也很容易被消化，以瘤胃液在試管發酵 48 小時後，有 69% 的中洗纖維被消化。這項結果與 Chen 等人 (1999)

和 Schingoethe 等人（1999）所提出的結論一致。

表二. 含可溶物乾燥酒粕 DDGS 樣本的化學分析（以乾物質為基準）

	以乾物質為基準		以乾物質為基準
乾物質，%	87.1	鎂，%	0.37
粗蛋白，%	32.8	鉀，%	1.11
酸洗不溶粗蛋白 ADICP，%	1.1	鈉，%	0.18
中洗不溶粗蛋白 NDICP，%	10.3	氯，%	0.15
酸洗纖維 ADF，%	11.5	硫，%	0.49
中洗纖維 NDF，%	32.0	鐵，ppm	87
木質素，%	5.8	鋅，ppm	55
非纖維性碳水化合物 NFC，%	26.6	銅，ppm	4
非結構性碳水化合物 NSC，%	10.8	錳，ppm	17
澱粉，%	5.6	鉬，ppm	1.0
糖，%	5.2	可消化總營養分 TDN，%	101
粗脂肪，%	13.0	泌奶淨能 NEL，Mcal/公斤	2.49
灰分，%	5.82	維持淨能 NEM，Mcal/公斤	2.68
鈣，%	0.05	增重淨能 NEG，Mcal/公斤	1.91
磷，%	0.93		



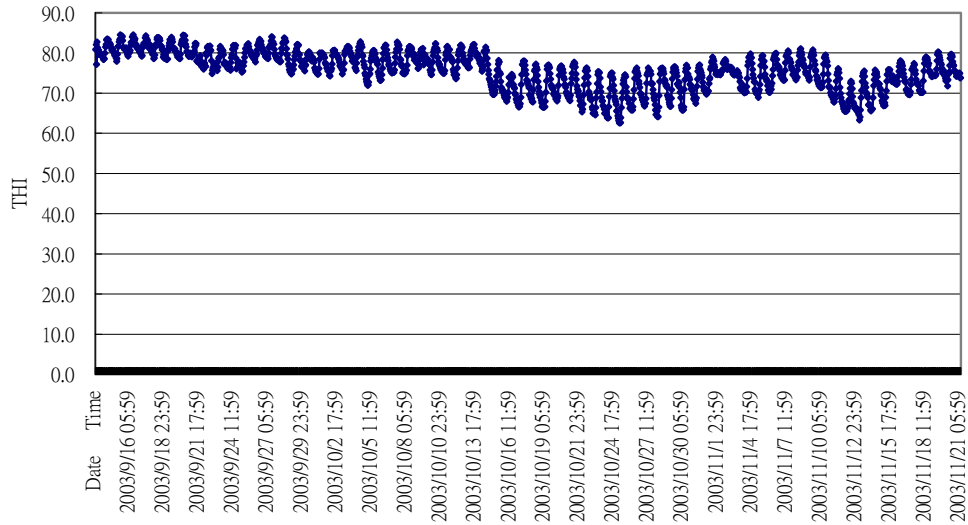
圖一. 含可溶物乾燥酒粕樣本的試管真消化率（IVTD）與中洗纖維消化率（NDFD）

表三是對照組和含可溶物乾燥酒粕組的每週累積日糧的營養成份分析比較。完全混合日糧取樣的困難和多次取樣累積的誤差可能影響營養成份分析比較的準確性。含可溶物乾燥酒粕組日糧的粗脂肪含量明顯高於對照組的日糧 ( $P < .05$ )。添加 10% 的含可溶物乾燥酒粕也使得 DDGS 組的木質素含量較高 ( $P < .1$ )，但鈣 ( $P < .1$ ) 和非纖維性碳水化合物 ( $P < .05$ ) 的成分則比對照組低。其他成份如：粗蛋白，酸洗不溶粗蛋白，酸洗纖維，中洗纖維，泌奶淨能，磷，鎂，鉀，鈉，硫和灰分，二組間並無明顯差異。這樣的結果與含可溶物乾燥酒粕的營養特性相當一致。

表三. 對照組與含可溶物乾燥酒粕 DDGS 組的每週平均營養素分析

	對照組	DDGS 組	差異 SE	P 值
粗蛋白，%	14.0	14.4	0.38	0.29
酸洗不溶粗蛋白 ADICP，%	0.67	0.69	0.09	0.81
酸洗纖維 ADF，%	26.5	28.0	1.06	0.19
中洗纖維 NDF，%	41.2	42.5	0.94	0.18
粗脂肪，%	4.5	5.3	0.30	0.02
泌奶淨能 NEL，Mcal/公斤	1.60	1.60	0.02	0.89
非纖維性碳水化合物 NFC，%	32.8	30.2	0.82	0.01
木質素，%	4.3	5.1	0.40	0.07
灰份，%	7.6	7.6	0.19	0.97
鈣，%	0.83	0.77	0.04	0.09
磷，%	0.32	0.33	0.02	0.78
鎂，%	0.25	0.24	0.02	0.70
鉀，%	1.46	1.38	0.07	0.22
鈉，%	0.65	0.65	0.04	0.83
硫，%	0.21	0.23	0.01	0.11

對照組和含可溶物乾燥酒粕組的平均每日乾物質採食量 (DMI) 分別為  $17.8 \pm 1.2$  和  $17.6 \pm 1.0$  公斤。添加含可溶物乾燥酒粕並未影響實驗動物的採食量。此外，畜欄也未對動物們產生影響 (表四)。實驗牛隻實際的乾物質採食量比 CNCPS 所預測的要低，這項差異或許是因為實驗期間的熱緊迫所造成的。雖然實驗期間是從九月到十一月，但牛隻仍處於相當炎熱的環境下 (溫溼度指數  $THI > 72$ ) (圖二)。



圖二. 實驗期間的溫溼度指數 (THI)

圖三是對照組與含可溶物乾燥酒粕組測乳當日實際測乳牛隻的平均產乳量。含可溶物乾燥酒粕組的牛隻有比對照組牛隻的產乳量較高的趨勢 (圖三)。如圖三所示，實驗前兩組牛隻的產乳量並無不同 (2003/9/6 到 2003/9/21 DHI)。在餵飼過實驗日糧之後每次的測乳結果可以發現含可溶物乾燥酒粕組的平均產乳量都比對照組高。畜欄的位置，因牛隻的異動影響牛群的平均泌乳天數或含可溶物乾燥酒粕的實際優勢都可能是導致產乳量的差異的原因。但由於兩組在餵飼實驗日糧之前的適應期產乳量並無不同，因此畜欄應該不太可能是造成產乳量差異主要原因；實驗期間因乳房炎而被移除的牛隻雖然會造成兩組間平均泌乳天數的差距，但實際上兩組間平均泌乳天數的差異只有 6 天，對產乳量的影響可能不大；因此，含可溶物乾燥酒粕組可能有助於泌乳牛在熱緊迫的環境壓力下生產更多的牛乳。兩組牛隻的產乳量在實驗最後一次測乳都出現明顯下降的現象，推測可能是由於溫溼度指數的回升(圖二)或是新開封的玉米青貯的品質較差所致。





圖三. 對照組與含可溶物乾燥酒粕組測乳當日牛隻的平均產乳量

將完整完成實驗的牛隻資料進行統計分析（表 4）；以實驗開始前的產乳量作為共變項，含可溶物乾燥酒粕組牛隻的產乳量明顯高於（0.9 公斤/天/頭）對照組的牛隻（ $P < .05$ ）。含可溶物乾燥酒粕組的日糧脂肪含量較高可能是使該組的乳牛產乳量較高的主要原因。另外，含可溶物乾燥酒粕消化率佳（圖一），且可能含有許多未知的營養因子，能促進瘤胃功能並使動物有較好的表現；在本實驗中，畜欄並未為對牛隻產乳量造成影響，但是，日糧與畜欄交互作用對產乳量的影響頗為明顯（ $P = .003$ ）。雖然乳脂率不受日糧或畜欄的影響，含可溶物乾燥酒粕組牛隻每天所產的乳脂量高於對照組（ $P = .1$ ）；含可溶物乾燥酒粕組會有較高的乳脂量，可能很單純的就是因為該群牛隻的產乳量高於對照組的牛隻。日糧中添加的 10% 的含可溶物乾燥酒粕，使含可溶物乾燥酒粕組的乳中蛋白質率明顯的降低（ $P = .001$ ），但是對每天平均的乳蛋白質量並沒有顯著的影響；在泌乳牛的日常中，添加含可溶物乾燥酒粕的顧慮之一就是它的脂肪含量較高，可能會影響瘤胃的發酵，降低瘤胃中微生物蛋白質的產生及乳蛋白的含量；但是因為添加含可溶物乾燥酒粕會提高產乳量，牛乳中蛋白質含量的減少也就不明顯。乳糖含量受到日糧（ $P = .07$ ）與畜欄（ $P = .004$ ）的影響，但是真正的原因並不清楚。實驗期間，二組間的體態評分並沒有受到日糧處理的影響。

表四. 熱緊迫情況下，泌乳牛餵飼含可溶物乾燥酒粕對產乳量、牛乳成份和體態評分的影响

變數	日糧 (T)		畜欄 (P)		SE	P值		
	對照組	含可溶物乾燥酒粕組	1	2		T	P	T×P
乾物質採食量, 公斤/天	17.8	17.6	17.8	17.6	0.20	0.32	0.29	0.012
乳量, 公斤/天	19.5	20.4	19.8	20.1	0.44	0.04	0.46	0.003
脂肪率, %	4.51	4.45	4.43	4.53	0.13	0.61	0.41	0.69
脂肪量, 公斤/天	0.86	0.91	0.87	0.91	0.03	0.10	0.22	0.07
蛋白質率, %	3.45	3.32	3.41	3.37	0.04	0.001	0.17	0.73
蛋白質量, 公斤/天	0.66	0.68	0.67	0.67	0.02	0.40	0.97	0.02
乳糖, %	4.85	4.90	4.92	4.83	0.03	0.07	0.004	0.84
總固形物, %	13.5	13.4	13.5	13.4	0.16	0.36	0.77	0.63
乳尿素氮 MUN, mg/dL	11.2	11.8	12.3	12.8	0.50	0.23	0.80	0.04
體細胞數 SCC, 10 <sup>4</sup> /ml	26.9	35.4	35.9	26.4	13.8	0.54	0.49	0.76
體態評分 BCS	2.96	3.01				0.21		

## 結論

含可溶物乾燥酒粕是泌乳牛蛋白質、脂肪、磷與能量的良好來源。品質良好的含可溶物乾燥酒粕在瘤胃中非常容易被消化，而且能改善泌乳牛的表现。以 10% 的含可溶物乾燥酒粕取代玉米，大豆粕和烘焙全脂豆粉可以增加完全混合日糧中的脂肪含量，減少非纖維性碳水化合物含量。添加的 10% 的含可溶物乾燥酒粕能使泌乳牛的產乳量平均每頭每天增加 0.9 公斤，乳蛋白質率會稍微降低，但乳蛋白質量並不受影響。在熱緊迫的環境下，含可溶物乾燥酒粕可以有效率的用在泌乳中期的乳牛日糧；因此，優質的含可溶物乾燥酒粕是熱帶或亞熱帶酪農業相當有潛力的高品質飼料原料。

## 參考文獻

- Barry, M. C., D. G. Fox, T. P. Tytlutki, A. N. Pell, J. D. O'Connor, C. J. Sniffen, and W. Chalupa. 1994. The Cornell net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 3 ed. Cornell University, Ithaca, NY.
- Chen, Y.-K., A. N. Pell, L. E. Chase, and P. Schofield. 1999. Rate and Extent of Digestibility of the Ethanol-Soluble and Neutral Detergent -Insoluble Fractions of Corn Grain. *Journal of Animal Science*. 77:3077-3083.

- Fron, M., H. Madeira, C. Richards, and M. Morrison. 1996. The impact of feeding condensed distillers byproducts on rumen microbiology and metabolism. *Animal Feed Science and Technology*. 61:235-245.
- Hahn, G. L. 1999. Dynamic Responses of Cattle to Thermal Heat Stress. *Journal of Dairy Science*. 82(Suppl. 2):10-20.
- Harty, S. R., J.-M. Akayezu, J. G. Linn, and J. M. Cassady. 1998. Nutrient Composition of Distillers Grains with Added Solubles. *Journal of Dairy Science*. 81(4):1201.
- Larson, E. M., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, M. H. Sindt, and R. P. Huffman. 1993. Feeding Value of Wet Distillers Byproducts for Finishing Ruminants. *Journal of Animal Science*. 71:2228-2236.
- Liu, C., D. J. Schingoethe, and G. A. Stegeman. 2000. Corn Distillers Grains versus a Blend of Protein Supplements with or without Ruminally Protected Amino Acids for Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*. 83:2075-2084.
- Lodge, S. L., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, D. H. Shain, and D. W. Herold. 1997a. Evaluation of Corn and Sorghum Distillers Byproducts. *Journal of Animal Science*. 75:37-43.
- Lodge, S. L., R. A. Stock, T. J. Klopfenstein, D. H. Shain, and D. W. Herold. 1997b. Evaluation of Wet Distillers Composite for Finishing Ruminants. *Journal of Animal Science*. 75:44-50.
- Nichols, J. R., D. J. Schingoethe, H. A. Maiga, M. J. Brouk, and M. S. Piepenbrink. 1998. Evaluation of Corn Distillers Grains and Ruminally Protected Lysine and Methionine for Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 81:482-491.
- NRC. 2001. Unique Aspects of Dairy Cattle Nutrition. Pages 184-213 *in* Nutrient Requirement of Dairy Cattle. Vol. Seventh Revised Ed. National Academy Press., Washington, D.C.
- Owen, F. G. and L. L. Larson. 1991. Corn Distillers Dried Grains Versus Soybean Meal in Lactation Diets. *Journal of Dairy Science*. 74:972-979.
- Powers, W. J., H. H. Van Horn, B. J. Harris, and C. J. Wilcox. 1995. Effects of Variable Sources of Distillers Dried Grains Plus Solubles on Milk Yield and Composition. *Journal of Dairy Science*. 78:388-396.
- Schingoethe, D. J., M. J. Brouk, and C. P. Birkelo. 1999. Milk Production and Composition from Cows Fed Wet Corn Distillers Grains. *Journal of Dairy Science*. 82:574-580.
- SPSS. 1999. SPSS Base v. 10.0. 10.0 ed. SPSS Inc., Chicago, IL.