

新世代含可溶物乾燥酒粕在豬與家禽日糧的利用

Dr. Jerry Shurson

美國明尼蘇達大學 畜產系 教授

前言

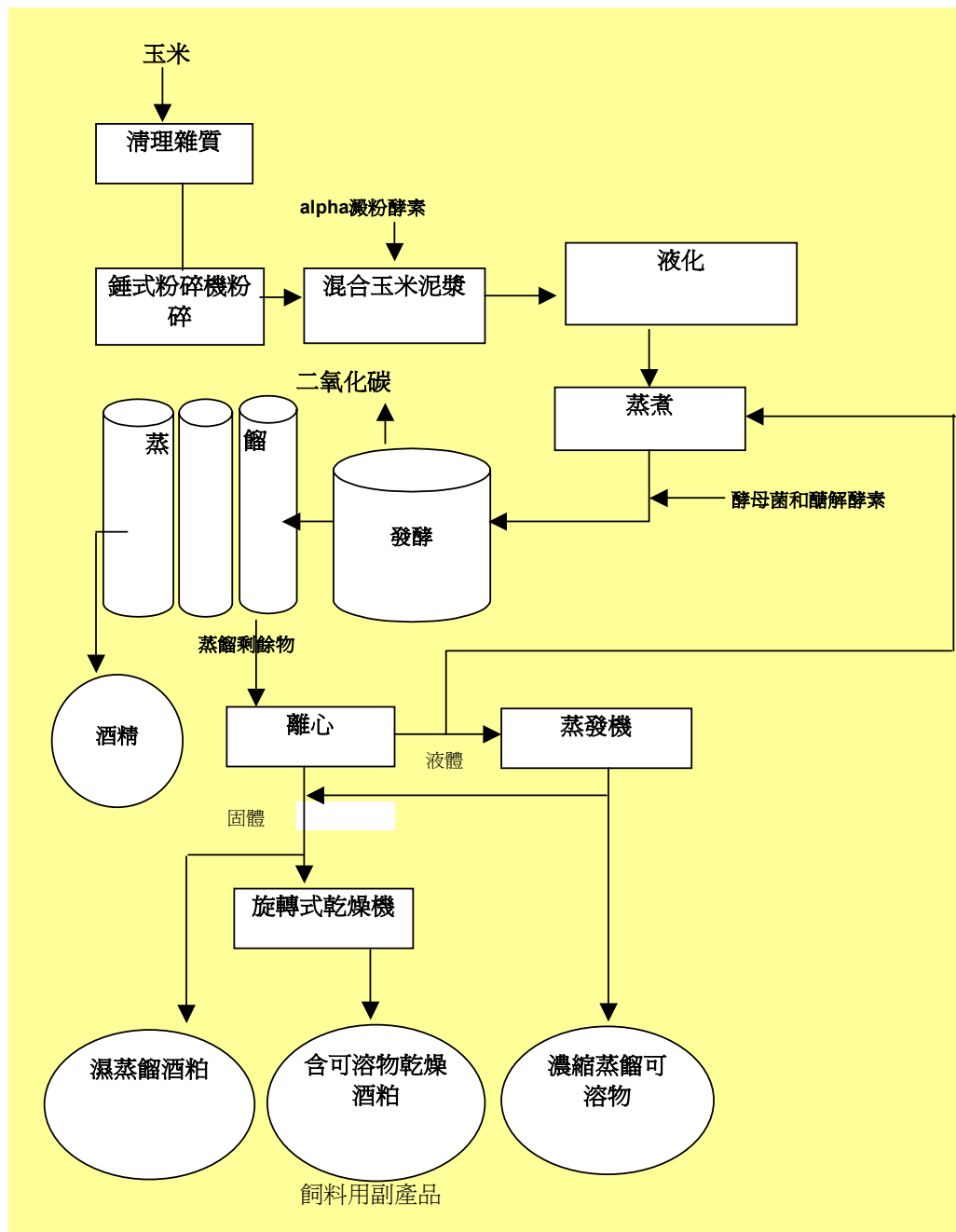
含可溶物乾燥酒粕(Distiller's Dried Grain with Soluble)是以乾式輾磨(dry milling)生產燃料用酒精(fuel ethanol)的副產物；美國中西部的玉米帶(Corn Belt)是含可溶物乾燥酒粕玉米酒粕的主要產地，主要的原料是玉米；美國大平原地區有一部份酒精工廠以高為原料；加拿大則以小麥作為生產含可溶物乾燥酒粕的主要原料；此外，有極少的酒精工廠以大麥或裸麥為原料。含可溶物乾燥酒粕在營養成份上和其它的穀物副產品有極大的差異，由於玉米的澱粉在發酵過程幾乎被消耗殆盡，其它營養成分被相對濃縮，所以含可溶物乾燥酒粕的蛋白質、脂肪、和中洗纖維等都很高，磷的有效性也顯著增加。【表一】是新世代含可溶物乾燥酒粕和幾種常見穀物副產品的成分比較。

【表一】新世代含可溶物乾燥酒粕和常見穀物副產品的成分比較。(乾物基)

	新世代含可溶物乾燥酒粕 (U. of Minnesota)	玉米筋料 Corn Gluten Feed (NRC)	玉米筋粉 Corn Gluten Meal (NRC)	玉米胚芽粉 Corn Germ Meal (Feedstuffs)	乾燥啤酒粕 Brewer's Dried Grains (NRC)
蛋白質,%	30.6	23.9	66.9	22.2	28.8
脂肪,%	10.7	3.3	3.2	1.1	7.9
中洗纖維,%	43.6	37.0	9.7	無資料	52.9
可消化能, 百萬卡/公斤	4011	3322	4694	無資料	2283
可代謝能, 百萬卡/公斤	3827	2894	4256	3222	2130
離胺酸,%	0.83	0.70	1.13	1.00	1.17
甲硫胺酸,%	0.55	0.39	1.59	0.37	0.49
息寧胺酸,%	1.13	0.82	2.31	1.22	1.03
色胺酸,%	0.24	0.08	0.34	0.22	0.28
鈣,%	0.06	0.24	0.06	0.33	0.35
有效磷,%	0.80	0.54	0.08	0.17	0.21

乾式輾磨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，這些剩餘物經

混合乾燥就是含可溶物乾燥酒粕。在乾式輾磨的過程平均每一浦式耳(25.4 公斤)的玉米可以產生 10.2 公升的酒精、8.2 公斤的二氧化碳和 8.2 公斤的含可溶物乾燥酒粕。【圖一】是乾磨式酒精生產的流程。



【圖一】乾磨式酒精生產流程。

預計在 2005 年北美地區含可溶物乾燥酒粕的產量會高達七百萬公噸；爲了將這些含可溶物乾燥酒粕作適當的利用，美國的產業團體投入大量的資源進行學術研究和技術推廣，含可溶物乾燥酒粕的出口量由 1996 年的五十幾萬公噸逐漸地增加，到 2002 年已經超過八十萬公噸；在美國本土的消費型態上也有顯著的

改變，2001 年美國內銷市場 90% 以上的含可溶物乾燥酒粕都用於反芻動物的日糧，但是到 2002 年，豬和家禽的市場明顯的成長，特別是豬飼料所耗用的含可溶物乾燥酒粕已經超過全美總消費量的 15%。

含可溶物乾燥酒粕在豬隻飼糧的利用

“新世代”與“傳統”含可溶物乾燥酒粕的差異

根據近年來在明尼蘇達州立大學的一系列研究顯示，由現代化酒精工廠所生產的新世代含可溶物乾燥酒粕的可消化能、可代謝能、可消化胺基酸、和有效磷都比舊型酒精工廠所生產的傳統含可溶物乾燥酒粕高。

雖然含可溶物乾燥酒粕的粗纖維含量偏高（7 至 8%），但是它也同時含有 9 至 10%（實物基）的粗脂肪，所以其熱能值幾乎接近玉米【表二】。這些金黃色的新世代產品不僅含有較高的胺基酸【表三】，而且胺基酸的表面消化率也較高【表四】；用含可溶物乾燥酒粕餵飼豬隻的最大營養優勢可能來自其較高的有效磷含量；玉米的磷含量（0.25%）與磷的有效性（14%）都偏低是眾所週知的，但是經過發酵之後，新世代含可溶物乾燥酒粕的磷含量高達 0.78%（88% 乾物基準），而且磷的有效性高達 90%，因此，在豬隻日糧使用含可溶物乾燥酒粕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。

【表二】含可溶物乾燥酒粕用於豬隻日糧的熱能值比較（88% 乾物基）。

	新世代 DDGS (計算值)	新世代 DDGS (試驗平均值)	傳統 DDGS (計算值)	DDGS NRC (1998)
可消化能, 仟卡/公斤	3488 (3418 - 3537)	3528 (2975 - 4086)	3409	3449
可代謝能, 仟卡/公斤	3162 (3087 - 3215)	3367 (2820 - 3916)	3098	2672

玉米 (NRC, 1998) 可消化能 (仟卡/公斤) = 3484，可代謝能 (仟卡/公斤) = 3382

近年來養豬業逐漸有興趣用含可溶物乾燥酒粕來餵飼豬隻的原因除了上述新世代產品含有較高的可消化營養分之外，還有下列幾個主要的誘因：

1. 成本及經濟效益：含可溶物乾燥酒粕可以部分取代玉米、豆粉、和二磷酸鈣。
2. 含可溶物乾燥酒粕的生產和供給量迅速增加。
3. 減少糞便中磷的排放量。
4. 提高母豬的離乳窩仔數。
5. 改善腸道的健康狀況？

【表三】含可溶物乾燥酒粕的胺基酸組成比較（88%乾物基）。

	新世代 DDGS	傳統 DDGS	DDGS (NRC, 1998)
離胺酸，%	0.75 (17.3)	0.47 (26.5)	0.59
甲硫胺酸，%	0.63 (13.6)	0.44 (4.5)	0.48
息寧胺酸，%	0.99 (6.4)	0.86 (7.3)	0.89
色胺酸，%	0.22 (6.7)	0.17 (19.8)	0.24
纈草胺酸，%	1.32 (7.2)	1.22 (2.3)	1.23
精胺酸，%	1.06 (9.1)	0.81 (18.7)	1.07
組胺酸，%	0.67 (7.8)	0.54 (15.2)	0.65
白胺酸，%	3.12 (6.4)	2.61 (12.4)	2.43
異白胺酸，%	0.99 (8.7)	0.88 (9.1)	0.98
苯丙胺酸，%	1.29 (6.6)	1.12 (8.1)	1.27

括弧內數值為各酒精生產廠間的變異係數(CV)

【表四】含可溶物乾燥酒粕的胺基酸豬隻表面小腸消化率的比較（88%乾物基）。

	新世代 DDGS	傳統 DDGS	DDGS (NRC, 1998)
離胺酸，%	0.39	0.00	0.27
甲硫胺酸，%	0.28	0.21	0.34
息寧胺酸，%	0.55	0.32	0.49
色胺酸，%	0.13	0.13	0.12
纈草胺酸，%	0.81	0.45	0.77
精胺酸，%	0.79	0.53	0.77
組胺酸，%	0.45	0.26	0.40
白胺酸，%	2.26	1.62	1.85
異白胺酸，%	0.63	0.37	0.64
苯丙胺酸，%	0.78	0.60	0.96

懷孕及泌乳期母豬日糧添加含可溶物乾燥酒粕對繁殖性狀的影響

在明尼蘇達大學以 93 頭母豬進行兩個繁殖胎次的長期試驗，測定在懷孕期和泌乳期日糧分別添加 50%和 20%的含可溶物乾燥酒粕對母豬繁殖性狀的影響。所有母豬依照胎次和試驗前體重逢機分配到下列四個日糧處理組：

1. 懷孕期（玉米豆粉日糧）；泌乳期（玉米豆粉日糧）。
2. 懷孕期（玉米豆粉日糧）；泌乳期（20%含可溶物乾燥酒粕日糧）。
3. 懷孕期（50%含可溶物乾燥酒粕日糧）；泌乳期（玉米豆粉日糧）。
4. 懷孕期（50%含可溶物乾燥酒粕日糧）；泌乳期（20%含可溶物乾燥酒粕日糧）。

懷孕期的餵飼量以母豬體重的 1%為基準，並在懷孕期的第 30、60、和 90 天分

別額外補充 100、300、和 500 公克；泌乳期則採取任食。試驗結果顯示，不同的日糧處理並沒有影響母豬懷孕期的增重、每窩活仔豬數、和每窩仔豬出生體重。雖然不同日糧處理在第一胎次時並沒有影響離乳的窩仔數和窩重，但是在第二胎次時一直餵飼玉米豆粉日糧的母豬（第 1 組）的每窩離乳仔豬數顯著的低於其它處理組 ($P<.05$)。全期餵飼含可溶物乾燥酒粕（第 4 組）的這一組在第一胎次的離乳前仔豬死亡率較高 ($P<.05$)，但是這個現象在第二胎次並未出現。懷孕期餵飼玉米豆粉日糧，產後轉換成添加含可溶物乾燥酒粕日糧的母豬（第 2 組）在泌乳期的採食量顯然較低 ($P<.05$)，主要是發生在泌乳期的最初七天；但是這個現象也僅出現在第一胎次，在第二胎次則不復見。對照組（第 1 組）的母豬在第一胎次離乳後發情所需的天數為 5.8 天，顯著地 ($P<.001$) 高於第 4 組（4.8 天）和第 3 組（4.4 天）；但是這個現象在第二胎次時並未再出現。上述的研究結果證實，在懷孕期母豬日糧添加 50% 的含可溶物乾燥酒粕仍然可以維持繁殖性狀；但是在懷孕期餵飼玉米豆粉日糧的母豬分娩後如果轉換成含 20% 含可溶物乾燥酒粕的泌乳日糧，可能會造成泌乳期採食量降低。

添加含可溶物乾燥酒粕對離乳保育豬生長性狀的影響

爲了瞭解離乳保育豬階段可以添加含可溶物乾燥酒粕的最高上限，明尼蘇達大學也進行了兩個飼養試驗來驗證添加不同量的含可溶物乾燥酒粕對保育豬第二階段（離乳後 4-17 天）和第三階段（離乳後 18-35 天）生長性狀的影響。所有的仔豬在離乳後的前四天（第一階段）都餵飼同樣的典型商業粒狀飼料，然後餵飼第二階段的試驗日糧 14 天，最後 21 天則餵飼第三階段試驗日糧。兩個試驗的日糧處理組都同樣將典型的第二和第三階段的保育豬料分別添加 0、5、10、15、20、或 25% 的含可溶物乾燥酒粕；所有的第二階段和所有的第三階段的試驗日糧各分別含有等量的表面小腸可消化離胺酸（兩階段分別為 1.35 和 1.15%）和含硫胺基酸（0.80 和 0.65%）、可代謝能（3340 和 3390 仟卡/公斤）、鈣（0.95 和 0.80%）、總磷（0.80 和 0.70%）。第一個試驗的仔豬平均的離乳日齡為 19.0 ± 0.3 天，平均離乳體重是 7.10 ± 0.07 公斤；第二個試驗的仔豬平均的離乳日齡為 16.9 ± 0.4 天，平均離乳體重只有 5.26 ± 0.07 公斤。

兩個試驗的結果都證實日糧添加不同量的含可溶物乾燥酒粕並不會影響每日增重、試驗結束體重、和飼料效率 ($P>0.10$)。第一個試驗中，飼料採食量並不受含可溶物乾燥酒粕添加量的影響 ($P>0.10$)；但是在第二個試驗的第二階段，平均每日乾物質採食量則隨著含可溶物乾燥酒粕添加量的增加而下降 ($P<.05$)，也導致整個試驗期的採食量稍微受到抑制 ($P<0.10$)。

只要使用品質良好的含可溶物乾燥酒粕，並以明尼蘇達大學提供的表面胺基酸消化率作為計算配方的依據，保育期第三階段的飼料添加達 25% 的含可溶物乾燥酒粕仍然不會影響仔豬的生長表現。保育期的第二階段，只要仔豬在 19 日齡以後離乳且體重大於 7 公斤，含可溶物乾燥酒粕的添加量達 25% 仍可以達到滿意的生長性狀，如果仔豬太早離乳或體重太輕，則可能出現初期採食量偏低的現象。

添加含可溶物乾燥酒粕會改善豬隻腸道的健康狀態？

豬迴腸炎 (Ileitis) 又稱為豬增生性腸病 (Porcine Proliferative Enteropathy) 是生長肥育豬的一種腸道疾病，由一種生存在細胞內稱之為細胞內勞索尼亞氏菌 (*Lawsonia intracellularis*) 所引起的，這種革蘭氏陰性菌會感染小腸未成熟的上表皮細胞，抑制這些細胞的成熟，造成細胞只增殖但不剝落，結果腸壁不斷的增厚和出血。根據研究調查美國有 96% 的豬群都有豬迴腸炎的病例出現，估計約有 28% 的豬隻受到感染。感染的豬隻會排毒的時間長達十週，經由糞便所排出的細菌會藉由口的接觸而感染其它豬隻；感染後 7 至 10 天，豬的小腸壁會開始出現病灶，病灶會逐漸擴大並在感染後 21 天達到最大。豬迴腸炎的典型肉眼病變是小腸及大腸粘膜增厚，病變的位置出現在迴腸、盲腸和近端結腸；臨床症狀可分為兩型，第一型是慢性的豬小腸腺瘤病 (Porcine Intestinal Adenomatosis, PIA)，主要感染在 6 至 20 週齡的生長豬，呈現輕微非特異性下痢、採食量明顯下降、導致死亡或淘汰；第二型為急性型的豬出血性腸病 (Porcine Hemorrhagic Enteropathy, PHE)，通常發生較大的豬隻 (65 至 110 公斤)，被感染豬隻出現大量小腸出血、血紅至暗紅色下痢便、厭食、死亡率高。

由於許多養豬業者在使用含可溶物乾燥酒粕後都觀察到豬迴腸炎有改善的跡象，我們在明尼蘇達大學也針對這個問題完成兩個試驗，其中第一個試驗因為攻毒的劑量比原先設計量高出太多，所有攻毒的豬隻都出現非常嚴重的臨床症狀，結果並無顯著差異。因此，我們在第二個試驗的設計上做了部分的修正：100 頭雜交豬 (50 頭女豬，50 頭閹公豬) 在 17 天離乳 (平均體重 6.7 公斤) 後運送到明尼蘇達大學有隔離房的試驗豬舍，所有豬隻依照體重和性別逢機分配到下列五個處理組：

處理組別	日糧	抗生素	攻毒
1. 陰性對照組(NC)	玉米豆粉日糧	不添加	否
2. 陽性對照組(PC)	玉米豆粉日糧	不添加	是
3. 含可溶物乾燥酒粕組(D10)	10%含可溶物乾燥酒粕	不添加	是
4. 抗生素組(A)	玉米豆粉日糧	添加	是
5. 含可溶物乾燥酒粕抗生素組(D10+A)	10%含可溶物乾燥酒粕	添加	是

豬隻依照處理組關在隔離的房間 (每個處理組 2 個房間，每個房間 10 頭豬)，最初 4 天所有的豬都餵飼相同的商業粒料，然後進入個別的日糧處理組，所有處理組的日糧配方都含有相同的可代謝能 (3390 仟卡/公斤)、鈣 (0.80%)、總磷 (0.70%) 和表面迴腸可消化離胺酸 (1.15%)；抗生素的使用則是全期添加 BMD[®] (30 公克/公噸) 並在攻毒前 3 天至攻毒後 11 天這段期間額外添加 Aureomycin[®] (500 公克/公噸)。試驗進行滿四週後開始進行攻毒，攻毒劑量為每頭豬 1×10^8 。全程收集豬隻生長和採食資料，並記錄糞便性狀評分、病死豬狀況；攻毒後的第 14 和 20 天，收集糞便樣品送到診斷實驗室以聚合酶連鎖反應 (PCR) 評估細胞內勞索尼亞氏菌的排毒狀況；攻毒後第 21 天，所有的豬隻都進行安樂死並解剖

以目視評估病灶，同時收集迴腸組織樣品以免疫組織化學法（IHC）測定細胞內勞索尼亞氏菌的存在和繁殖狀況。

因為這個試驗的是以腸道病灶資料、糞便 PCR、和腸道檢體 IHC 為主要的評斷標準，所以我們將結果的討論也集中在這些方面。【表五】是腸道解剖的結果。所有攻毒的豬隻有 59%在腸道出現病灶，未攻毒的陰性對照組則有 2 頭豬的腸道出現病灶，因此陰性對照組無論在腸道的任一段或整個腸道的病灶感染率、嚴重性、腸道感染長度都顯然較低 ($P<.01$)。添加 10%含可溶物乾燥酒粕顯著的 ($P<.02$) 降低在迴腸感染的豬隻比例、病灶感染的長度和嚴重性，在結腸似乎也有類似的效果 ($P<.15$)，因此整體而言這一組的豬隻感染的比例顯然較低，而且在病灶感染的腸道長度也有減少的趨勢（雖然統計上不明顯）。抗生素處理組也明顯的降低迴腸感染的比例和嚴重程度 ($P<.05$)，也有降低感染長度的趨勢 ($P<.11$)；統計上，含可溶物乾燥酒粕和抗生素處理並沒有顯著的交互作用。

【表五】添加含可溶物乾燥酒粕和(或)抗生素對生長豬感染豬迴腸炎的影響。

	NC	PC	D10	A	D10 + A
豬隻頭數	19	19	20	20	20
空腸					
長度(公分)	1.3	22.2	14.7	8.6	10.2
嚴重度評分(0-4)	0.05	0.90	0.38	0.28	0.25
感染率(%)	5	47	30	20	15
迴腸					
長度(公分)	0.4	10.6	5.5	9.8	6.4
嚴重度評分(0-4)	0.05	1.54	0.75	1.43	1.05
感染率(%)	5	68	40	80	55
盲腸					
長度(公分)	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0
嚴重度評分(0-4)	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
感染率(%)	0	5	5	5	0
結腸					
長度(公分)	0.0	2.1	0.3	1.2	0.5
嚴重度評分(0-4)	0.0	0.5	0.1	0.2	0.2
感染率(%)	0	32	5	20	10
全部					
長度(公分)	1.6	35.1	20.4	19.5	11.4
感染率(%)	11	68	40	80	50

【表六】是糞便 PCR 和迴腸組織 IHC 的檢驗結果。被攻毒的豬隻有 97.5% 在迴腸組織檢出細胞內勞索尼亞氏菌，表示幾乎所有的豬隻都被成功的感染豬迴腸炎。雖然含可溶物乾燥酒粕或抗生素在攻毒後 14 天明顯的減少糞便中的排毒量 ($P<.02$)，但是這個效果在攻毒後第 20 天就失效了。迴腸組織 IHC 的檢驗結果顯示日糧處理對檢出豬迴腸炎陽性的百分比並沒有影響，但是 IHC 評分（代表被感染細胞的比例）證實含可溶物乾燥酒粕 ($P<.05$) 和抗生素 ($P<.10$) 處理都顯著的降低了感染的嚴重程度。

【表六】添加含可溶物乾燥酒粕和(或)抗生素對豬迴腸炎糞便 PCR 和迴腸組織 IHC 檢驗結果的影響。

	NC	PC	D10	A	D10 + A
豬隻頭數	20	20	20	20	20
糞便 PCR					
第 14 天	0.0	63.2	25.0	25.0	40
第 20 天	0.0	68.4	60.0	65.0	45
IHC					
評分 (0-4)	0.00	2.58	1.95	2.00	1.90
感染率(%)	0.0	100.0	95.0	100.0	95.0

上述的結果顯示，生長豬日糧添加 10% 含可溶物乾燥酒粕可能為面對豬迴腸炎攻擊的豬隻提供某一程度的保護，同時也幫助感染豬隻適應豬迴腸炎；這樣的結果與田間的實際飼養結果吻合。抗生素的添加也如預期有助於處理豬迴腸炎；但是含可溶物乾燥酒粕和抗生素的添加並沒有加成效果。

含可溶物乾燥酒粕在家禽飼糧的利用

較早期的研究顯示含可溶物乾燥酒粕有改善家禽生長性狀、改善嗜口性、和提昇繁殖性狀的優點。隨著含可溶物乾燥酒粕品質的改善，許多針對新世代含可溶物乾燥酒粕應用在家禽日糧的試驗也陸續完成或正在進行中，由於這些研究都尚未正式的在科學期刊上發表，在此先將部分的結果與台灣畜牧界的朋友分享。根據 Noll and Parsons (2003) 尚未發表的資料，含可溶物乾燥酒粕用在家禽的表面可代謝能為 2260 (2090 – 2418) 仟卡/公斤，真代謝能是 2850 (2650 – 3082) 仟卡/公斤，這兩個數值在 NRC(1994) 的表值分別為 2480 和 3097 仟卡/公斤。同一個試驗也測定了新世代含可溶物乾燥酒粕的胺基酸組成（詳見【表七】）和用於家禽日糧的真正可消化胺基酸含量（詳見【表八】）。Lumpkins(2003) 則測定了新世代含可溶物乾燥酒粕的總含磷量為 0.74%，磷的有效性是 61(54 – 68)%，所以有效磷的含量是 0.45%，這個數值比 NRC(1994) 的 0.39 稍微高一點。

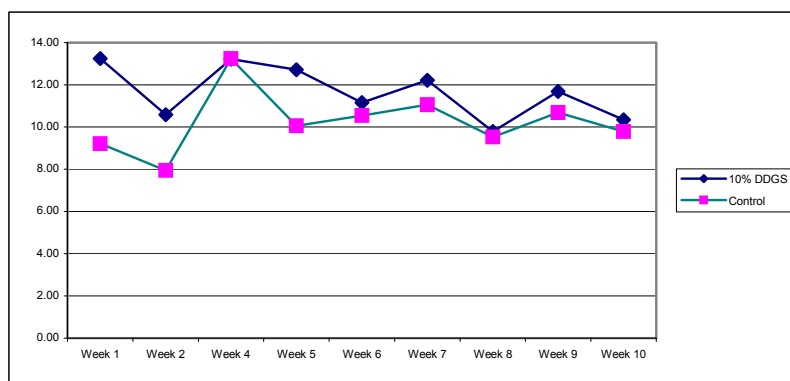
【表七】含可溶物乾燥酒粕的胺基酸組成（五個不同來源的樣品）。（Noll and Parsons, 2003 未發表資料）

	範圍	平均	NRC (1994)
甲硫胺酸,%	0.44 – 0.56	0.49	0.60
胱胺酸,%	0.45 – 0.60	0.52	0.40
離胺酸,%	0.64 – 0.83	0.74	0.75
精胺酸,%	1.02 – 1.23	1.08	0.98
色胺酸,%	0.19 – 0.23	0.22	0.19
息寧胺酸,%	0.94 – 1.05	0.98	0.92

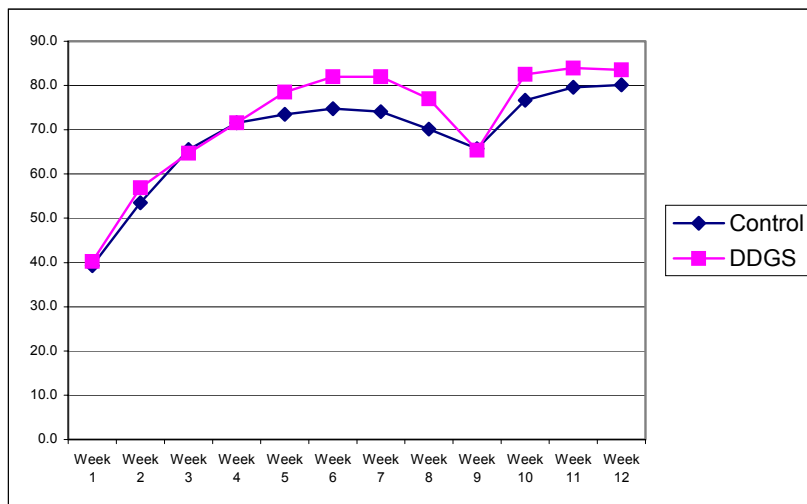
【表八】含可溶物乾燥酒粕用於家禽日糧的真正可消化胺基酸含量（五個不同來源的樣品）。（Noll and Parsons, 2003 未發表資料）

	真正可消化胺基酸,%		消化率係數,%	
	範圍	平均	範圍	平均
甲硫胺酸,%	0.35 – 0.53	0.43	86 – 90	88
胱胺酸,%	0.28 – 0.57	0.40	66 – 85	76
離胺酸,%	0.37 – 0.74	0.53	59 – 83	71
精胺酸,%	0.73 – 1.18	0.93	80 – 90	86
色胺酸,%	0.14 – 0.21	0.18	76 – 87	82
息寧胺酸,%	0.61 – 0.92	0.74	67 - 81	75

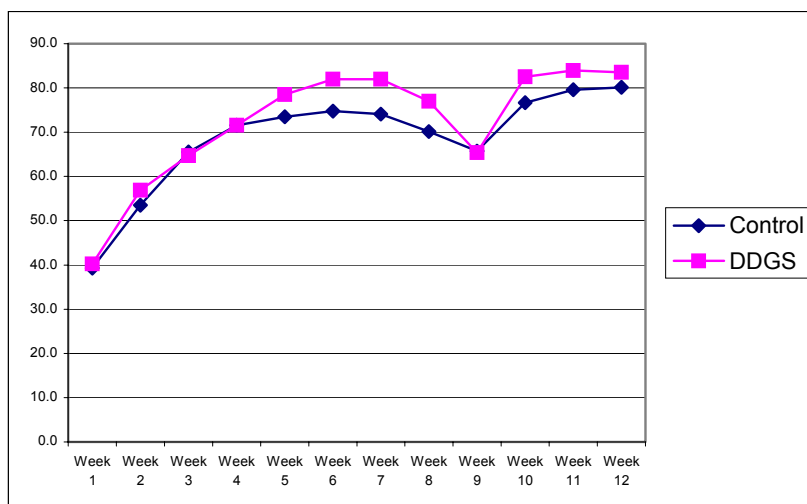
最近在墨西哥剛完成的一項為期 12 週的蛋雞試驗顯示，添加含可溶物乾燥酒粕會提高日糧的葉黃素(Xanthophyll)含量（【圖二】），提高產蛋率（【圖三】），和改善蛋黃的顏色（【圖四】）。



【圖二】蛋雞日糧添加 10% 含可溶物乾燥酒粕對日糧中葉黃素含量的影響。



【圖三】蛋雞日糧添加 10%含可溶物乾燥酒粕對產蛋率的影響。



【圖四】蛋雞日糧添加 10%含可溶物乾燥酒粕對蛋黃顏色(Roche Units)的影響

另一個蛋雞的試驗由 Lumpkins 等人(2003)在最近完成，他們以 21 至 43 週齡的產蛋雞作試驗，日糧處理分為下列四組：

1. 低熱能（可代謝能 2800 仟卡/公斤），不加含可溶物乾燥酒粕。
2. 低熱能（可代謝能 2800 仟卡/公斤），添加 15%含可溶物乾燥酒粕。
3. 高熱能（可代謝能 2870 仟卡/公斤），不加含可溶物乾燥酒粕。
4. 高熱能（可代謝能 2870 仟卡/公斤），添加 15%含可溶物乾燥酒粕。

結果顯示，除了低熱能且添加 15%含可溶物乾燥酒粕的這一組的產蛋率較低之外，其它組皆無差異；不同的日糧並不影響蛋的重量、比重、蛋白密度、蛋黃顏色、和蛋殼強度。

在肉雞方面，Lumpkins 等人(2003)以出生至 18 日齡的小雞分成下列四種日糧處理組：

1. 低熱能（可代謝能 3000 仟卡/公斤），不加含可溶物乾燥酒粕。
2. 低熱能（可代謝能 3000 仟卡/公斤），添加 15%含可溶物乾燥酒粕。
3. 高熱能（可代謝能 3200 仟卡/公斤），不加含可溶物乾燥酒粕。
4. 高熱能（可代謝能 3200 仟卡/公斤），添加 15%含可溶物乾燥酒粕。

結果顯示，高熱能（可代謝能 3200 仟卡/公斤）的兩個處理組的每日增重和飼料效率較佳；當日糧熱能含量相等時，添加與不添加含可溶物乾燥酒粕並不影響小雞的表現。另一組試驗則以出生到 42 日齡的肉雞餵飼等熱能、等蛋白質的日糧，四種日糧分別添加 0、6、12、和 18%的含可溶物乾燥酒粕；除了含 18%含可溶物乾燥酒粕這一組的每日增重較低之外，其餘三組沒有顯著差異；屠體的產量則不受日糧的影響。

結論

含可溶物乾燥酒粕是近幾年來眾所矚目的飼料原料，隨著產量的穩定增加，品質的不斷改善，不斷的展現新風貌；由美國穀物協會和其它產業團體投入資金和人力針對不同的動物所進行的實驗也將陸續在科學期刊中出現，為畜牧業界提供更詳盡透明的資訊，以便充分利用含可溶物乾燥酒粕的特性提昇生產效率。想要瞭解含可溶物乾燥酒粕的最新研究結果請參訪 www.ddgs.umn.edu。