

# 飼糧添加美國含可溶物玉米酒粕對台灣有色土雞 生長性狀與屠體品質的影響

盧金鎮<sup>1</sup> 游昌偉<sup>1</sup> 曾再富<sup>1</sup> 陳淵國<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立嘉義大學 動物科學系

<sup>2</sup> 乳牛顧問工作室

## 前言

含可溶物乾燥玉米酒粕(Distiller's dried grains with solubles ; DDGS)是以乾式輾磨醱酵生產酒精的副產品，優質的 DDGS 含有豐富的熱能、可消化胺基酸和許多醱酵過程的代謝產物；而且它所含磷的有效性也顯著地比玉米或其它玉米副產品高，DDGS 的葉黃素(xanthophylls)也因為醱酵過程玉米澱粉的移除而濃縮了三倍，許多亞洲地區國家(包括台灣)的消費者在選購有色土雞的雞肉時都有偏好鮮黃膚色的現象。因此，在有色土雞的飼料中使用 DDGS 不僅提供了基本的營養素，也供應大量的葉黃素，對改善膚色應有所助益。

有色土雞在亞洲地區相當受到消費者的歡迎，台灣地區每年大約生產一億七仟萬隻有色土雞，約佔肉用雞隻總產量的一半。一般而言，有色土雞的生長速度顯著地比白色肉雞慢，飼養時間通常為 14 至 16 週，公雞的屠宰體重約 2.2 至 2.5 公斤，母雞的屠宰體重約 1.8 至 2.1 公斤。因此，有色土雞所需的日糧營養濃度比白色肉雞低。根據 Noll and Parsons (2003)的研究顯示，DDGS 是雞隻良好的熱能來源。所以 DDGS 應該是有色土雞日糧非常好的替代飼料原料。台灣的有

色土雞消費市場有許多特別的需求，這些迥異於白色肉雞的需求包括：體成熟度、雞冠的大小與色澤、羽毛光澤亮麗、膚色鮮黃及肉質有彈性等(圖 1)。爲了達到雞冠和皮膚顏色的要求，一般商業化有色雞飼料都額外添加人工色素，這些人工色素的成本，每噸飼料就需要新台幣 300 至 600 元。如果以添加 DDGS 來提供天然色素，將可以在提高膚色的同時，降低飼料成本。

根據在 Jalisco, Mexico 的商業蛋雞場所進行的田間現場試驗顯示，在以高粱為主的蛋雞日糧添加 10% 的 DDGS 可以顯著地改善蛋黃顏色(Shurson *et al.*, 2003)。該試驗證實日糧添加 DDGS，可增加葉黃素供應量，是蛋黃顏色改善的主因。有關 DDGS 的葉黃素對有色土雞皮膚色澤和屠體性狀影響的研究則付之闕如。

本試驗的主要目的在測定不同的 DDGS 添加量，對有色土雞的生長性狀、膚色、腹脂顏色和屠體性狀的影響。

## 材料與方法

### 1. 禽舍設施與飼養管理

本試驗在國立嘉義大學畜產學系的實驗場進行，試驗設施是群飼分隔欄的典型家禽試驗禽舍，每一欄都有獨立的飼料槽和自動水槽(圖一)。混合好的試驗日糧存放在加蓋的塑膠桶中，置於各欄外面。每天由管理人員添加飼料至飼料槽中。禽舍中裝設電腦驅動的溫溼度紀錄器，紀錄試驗期間每一小時的溫度與溼度。



圖 1. 試驗禽舍及飼養設施

## 2. 試驗動物與飼糧處理

試驗採用一般商業雞場三階段的飼養計畫，在同一個飼養階段，6 個飼糧處理組的飼糧配方都含有等量的粗蛋白(crude protein； CP)和可代謝能(metabolizable energy； ME)：

第一階段 (0 至 4 週齡)：粗蛋白 21.0 %，可代謝能 3000 仟卡/公斤。

第二階段 (5 至 12 週齡)：粗蛋白 19.0 %，可代謝能 2900 仟卡/公斤。

第三階段 (13 至 16 週齡)：粗蛋白 18.0 %，可代謝能 2900 仟卡/公斤。

624 隻來自本地種雞場的一日齡小型商業有色土雞，逢機分配在 6 個飼糧處理組，每一個處理組有四個重覆欄，每一欄有 26 隻雞，公、母各半。本試驗為期 16 週，試驗飼糧配方與組成詳見表 1、表 2 及表 3。飼糧處理組如下：

- 1) 對照組(control)飼糧：玉米—大豆粕飼糧。
- 2) 使用對照組飼糧，但在第二及第三階生長階段，飼糧中添加全量人工色素，不添加 DDGS。
- 3) 10 % DDGS 飼糧組，全期飼糧添加 10%DDGS。
- 4) 20 % DDGS 飼糧組，全期飼糧添加 20%DDGS。

5) 20 % DDGS 飼糧組，全期飼糧添加 20%DDGS，但在第二及第三生長階段，

添加半量(50%)人工色素。

6)在第一生長階段使用對照組飼糧，在第二及第三生長階段之飼糧添加 20 %

DDGS。

表 1. 有色土雞試驗飼糧配方及成分(0 至 4 週齡)

	飼糧處理					
	1	2	3	4	5	6
飼料原料	Control	Control	10% DDGS	20% DDGS	20% DDGS	Control
黃玉米粉	473.0	473.0	424.2	373.0	373.0	473.0
大豆粕，CP 44%	220.0	220.0	174.0	135.0	135.0	220.0
全脂大豆粉	190.0	190.0	180.0	160.0	160.0	190.0
粉頭	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
DDGS <sup>1</sup>	0.0	0.0	100.0	200.0	200.0	0.0
大豆油	22.0	22.0	28.0	36.8	36.8	22.0
第二磷酸氫鈣	17.0	17.0	16.0	14.5	14.5	17.0
石灰石粉	13.8	13.8	14.3	15.4	15.4	13.8
碘化食鹽	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
L-離胺酸	0.0	0.0	0.4	1.4	1.4	0.0
DL-甲硫胺酸	1.8	1.8	1.7	1.5	1.5	1.8
維生素預拌料	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
礦物質預拌料	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
氯化膽鹼, 50%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
OTC 預拌料	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
丙酸	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Zn-枯草菌素	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
球蟲藥	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
人工色素	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
營養成分估算值 <sup>2</sup>						
粗蛋白質，%	21.04	21.04	21.08	21.04	21.04	21.04
粗脂肪，%	7.61	7.61	8.91	10.31	10.31	7.61
亞麻油酸，%	2.56	2.56	2.82	3.00	3.00	2.56
粗纖維，%	3.83	3.83	4.26	4.69	4.69	3.83
灰分，%	3.08	3.08	2.78	2.47	2.47	3.08
可代謝能，kcal/kg	3000.3	3000.3	3001.5	3001.4	3001.4	3000.3
鈣，%	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
總磷，%	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
有效磷，%	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.46
離胺酸，%	1.16	1.16	1.11	1.10	1.10	1.16
甲硫胺酸，%	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51

甲硫胺酸+胱胺酸, %	0.67	0.67	0.69	0.69	0.69	0.67
膽鹼, mg/kg	1832	1832	1921	2006	2006	1832
色胺酸, %	0.27	0.27	0.25	0.23	0.23	0.27
精胺酸, %	1.41	1.41	1.32	1.22	1.22	1.41
息寧胺酸, %	0.81	0.81	0.79	0.77	0.77	0.81
組胺酸, %	0.57	0.57	0.56	0.55	0.55	0.57
異白胺酸, %	0.89	0.89	0.87	0.85	0.85	0.89
白胺酸, %	1.79	1.79	1.78	1.76	1.76	1.79
苯丙胺酸, %	1.03	1.03	1.01	1.00	1.00	1.03
苯丙胺酸+酪胺酸, %	1.86	1.86	1.81	1.74	1.74	1.86
葉黃素,mg/kg (實際分析值)	3.47	3.29	4.75	6.02	5.80	3.42

<sup>1</sup>DDGS 的葉黃素含量分析值為 21.05mg/kg。

<sup>2</sup>日糧營養成分的估算係根據 Nutrient Requirements of Poultry (NRC, 1994)中，飼料原料的營養成分值計算所得。

表 2. 有色土雞試驗飼糧配方及成分(5 至 12 週齡)

	飼糧處理					
	1	2	3	4	5	6
飼料原料	Control	Control + Pigment	10% DDGS	20% DDGS	20%DDGS + 1/2 Pigment	20% DDGS
黃玉米粉	579.7	579.7	528.0	475.8	475.8	475.8
大豆粕, CP 44%	217.0	217.0	189.0	119.0	119.0	119.0
全脂大豆粉	112.0	112.0	80.0	100.0	100.0	100.0
粉頭	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
DDGS <sup>1</sup>	0.0	0.0	100.0	200.0	200.0	200.0
麩皮	3.0	1.0	3.0	3.0	2.0	3.0
大豆油	0.0	0.0	11.0	12.6	12.6	12.6
第二磷酸氫鈣	12.0	12.0	11.1	10.4	10.4	10.4
石灰石粉	14.5	14.5	15.0	15.4	15.4	15.4
碘化食鹽	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
L-離胺酸	0.0	0.0	1.2	2.3	2.3	2.3
DL-甲硫胺酸	0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	0.5
維生素預拌料	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
礦物質預拌料	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
氯化膽鹼, 50%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
OTC 預拌料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
丙酸	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Zn-枯草菌素	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
球蟲藥	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
人工色素 <sup>2</sup>	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0
營養成分估算值 <sup>3</sup>						
粗蛋白質, %	19.02	19.02	19.03	19.08	19.08	19.08
粗脂肪, %	4.40	4.40	5.81	7.19	7.19	7.19
亞麻油酸, %	2.09	2.09	2.17	2.68	2.68	2.68
粗纖維, %	3.69	3.69	4.13	4.53	4.53	4.53
灰分, %	2.89	2.89	2.60	2.28	2.28	2.28
可代謝能, kcal/kg	2900	2900	2900	2900	2900	2900
鈣, %	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90
總磷, %	0.62	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64
有效磷, %	0.36	0.36	0.36	0.37	0.37	0.37

離胺酸, %	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02
甲硫胺酸, %	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39
甲硫胺酸+胱胺酸, %	0.63	0.63	0.64	0.65	0.65	0.65
膽鹼, mg/kg	1686	1686	1771	1865	1865	1865
色胺酸, %	0.24	0.24	0.22	0.20	0.20	0.20
精胺酸, %	1.24	1.24	1.15	1.06	1.06	1.06
息寧胺酸, %	0.73	0.73	0.71	0.69	0.69	0.69
組胺酸, %	0.51	0.51	0.50	0.49	0.49	0.49
異白胺酸, %	0.80	0.80	0.78	0.75	0.75	0.75
白胺酸, %	1.67	1.67	1.66	1.64	1.64	1.64
苯丙胺酸, %	0.92	0.92	0.91	0.89	0.89	0.89
苯丙胺酸+酪胺酸, %	1.68	1.68	1.63	1.56	1.56	1.56
葉黃素, mg/kg (實際分析值)	4.62	28.34	5.15	7.66	18.57	6.56

<sup>1</sup> DDGS 和玉米的葉黃素含量分析值分別為 20.11 and 6.49 mg/kg。

<sup>2</sup> 本試驗所使用之人工色素是由金盞菊花瓣萃取的商業產品，每公斤成品含 10 公克的葉黃素。原廠推薦每公噸飼料添加 2 公斤該產品，以達到預期的屠體膚色。該產品每公斤價格為新台幣 333 元。

<sup>3</sup> 日糧營養成分的估算係根據 Nutrient Requirements of Poultry (NRC, 1994) 中，飼料原料的營養成分值計算所得。



表 3. 有色土雞試驗飼糧配方及成分(13 至 16 週齡)

	飼糧處理					
	1	2	3	4	5	6
飼料原料	Control	Control + Pigment	10% DDGS	20% DDGS	20% DDGS + 1/2 Pigment	20% DDGS
黃玉米粉	615.0	615.0	564.5	511.8	511.8	511.8
大豆粕 CP 44%	217.0	217.0	139.0	114.0	114.0	114.0
全脂大豆粉	76.0	76.0	104.0	68.0	68.0	68.0
粉頭	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
DDGS <sup>1</sup>	0.0	0.0	100.0	200.0	200.0	200.0
麩皮	6.0	4.0	6.0	6.0	5.0	6.0
大豆油	0.0	0.0	0.0	12.0	12.0	12.0
第二磷酸氫鈣	11.0	11.0	10.0	9.8	9.8	9.8
石灰石粉	13.5	13.5	14.2	15.0	15.0	15.0
碘化食鹽	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
L-離胺酸	0.0	0.0	1.0	2.2	2.2	2.2
DL-甲硫胺酸	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2
維生素預拌料	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
礦物質預拌料	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
氯化膽鹼, 50%	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
OTC 預拌料	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
丙酸	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Zn-枯草菌素	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
球蟲藥	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
人工色素 <sup>2</sup>	0.0	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0
營養成分估算值 <sup>3</sup>						
粗蛋白質, %	18.06	18.06	18.06	18.05	18.05	18.05
粗脂肪, %	3.89	3.89	5.25	6.69	6.69	6.69
亞麻油酸, %	1.86	1.86	2.43	2.47	2.47	2.47
粗纖維, %	3.62	3.62	4.01	4.45	4.45	4.45
灰分, %	2.80	2.80	2.48	2.18	2.18	2.18
可代謝能, kcal/kg	2900	2900	2900	2900	2900	2900
鈣, %	0.84	0.84	0.84	0.87	0.87	0.87
總磷, %	0.60	0.60	0.60	0.62	0.62	0.62
有效磷, %	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35
離胺酸, %	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94

甲硫胺酸, %	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35
甲硫胺酸+胱胺酸, %	0.60	0.60	0.61	0.63	0.63	0.63
膽鹼, mg/kg	1618	1618	1709	1793	1793	1793
色胺酸, %	0.22	0.22	0.20	0.18	0.18	0.18
精胺酸, %	1.16	1.16	1.07	0.98	0.98	0.98
息寧胺酸, %	0.69	0.69	0.67	0.65	0.65	0.65
組胺酸, %	0.49	0.49	0.48	0.46	0.46	0.46
異白胺酸, %	0.75	0.75	0.73	0.71	0.71	0.71
白胺酸, %	1.61	1.61	1.59	1.58	1.58	1.58
苯丙胺酸, %	0.87	0.87	0.86	0.84	0.84	0.84
苯丙胺酸+酪胺酸, %	1.60	1.60	1.53	1.47	1.47	1.47
葉黃素, mg/kg (實際分析值)	4.35	27.39	5.83	6.75	16.54	7.26

<sup>1</sup> DDGS 和玉米的葉黃素含量分析值分別為 20.94 and 6.84 mg/kg。

<sup>2</sup> 本試驗所使用之人工色素是由金盞菊花瓣萃取的商業產品,每公斤成品含 10 公克的葉黃素。原廠推薦每公噸飼料添加 2 公斤該產品以達到預期的屠體膚色。該產品每公斤價格為新台幣 333 元。

<sup>3</sup> 日糧營養成分的估算係根據 Nutrient Requirements of Poultry (NRC, 1994)中,飼料原料的營養成分值計算所得。

### 3. 採樣與測定項目

玉米、DDGS 及每個處理組在各飼養階段的飼糧都採樣送至美國密蘇里大學的化學分析試驗室(Experiment Station Chemical Laboratories of University of Missouri-Columbia)，進行葉黃素含量分析。

各處理組的雞隻每兩週個別秤重一次，同時紀錄各欄的飼料耗用量，所測得數據用來計算各處理組在三個飼養階段的增重、飼料消耗量和飼料利用效率。

在第 12、14 和 16 週，由每一處理組的每一重複欄逢機取樣 8 隻雞(公、母各半)屠宰並進行下述屠體性狀評估，包括活體重、屠體重、屠宰率、腹脂重量及肝臟重量都分別測定紀錄。腹脂顏色以 Roche 顏色比對色卡(Roche color fan)比對並紀錄。每隻雞的一半胸肉和腿肉經絞碎後用於 Hunter's 肉色測定(Hunter's meat color measurements)。在 Hunter's 評分系統(Hunter's score system)中，L\*、a\* and b\* 分別代表肉的亮度(brightness)，紅色程度(degree of red color)和黃色程度(degree of yellow color)。另一半的胸肉和腿肉以 100°C 蒸煮 10 分鐘，蒸煮後的肉用於剪力(shear force)測試。由於生鮮屠體的膚色量化有技術上的困難，因此以蒸煮後的屠體膚色呈現的差異來做比較。屠宰雞隻的血液經離心後，分析總蛋白質(total protein；TP)、白蛋白(albumin；ALB)、三酸甘油脂(triglyceride；TG)、總膽固醇(total cholesterol；CHOL)和肌酸酐(creatinine；CREA)的含量，以測定添加 DDGS 對雞隻蛋白質和脂肪代謝的影響。

### 4. 資料統計分析

三個飼養階段所得之試驗數據，以統計分析系統(SAS)之 GLM 程序進行變方分析。各處理組的葉黃素累積攝食量(accumulated xanthophyll intake, AXI)由各飼養階段飼糧的葉黃素含量乘以該階段的飼料採食量加總計算得之。以線性或非線性模式測試葉黃素累積攝食量和腹脂顏色之間的關係。

## 結果與討論

本試驗在嚴重熱緊迫的夏季進行，白天的最高溫度(圖 2)在 36°C 以上。相對溼度偏高也是熱緊迫的另一主要來源。

本試驗所使用的 DDGS 是在 2004 年四月由美國以 40 呎貨櫃進口。在第 0、2、5 和 12 週採樣測定試驗所用 DDGS 的葉黃素含量分別為 20.6、21.5、20.1、和 20.94 mg/kg；由此可見 DDGS 中的葉黃素在溼熱環境下貯存 12 週仍然很穩定。三個飼養階段所有試驗飼糧的葉黃素含量都符合原先試驗設計的預期(圖 3)。因此試驗飼糧的配方計算和混合配製過程都很準確。如圖 3 所示，添加 DDGS 會提高飼糧的葉黃素含量。不同飼養階段飼糧使用 20% 的 DDGS 可以使飼糧的葉黃素含量比對照組多出 60 至 70%；但是添加全量人工萃取色素飼糧的葉黃素含量則高達對照組飼糧的六倍。

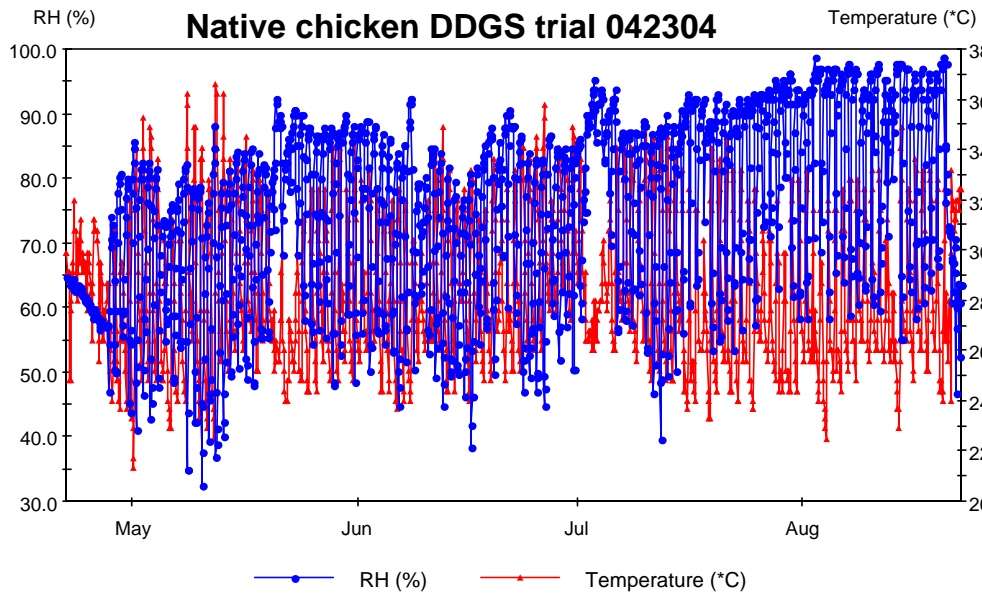


圖 2. 有色土雞試驗期間的溫度(Temperature)與相對溼度(RH)紀錄

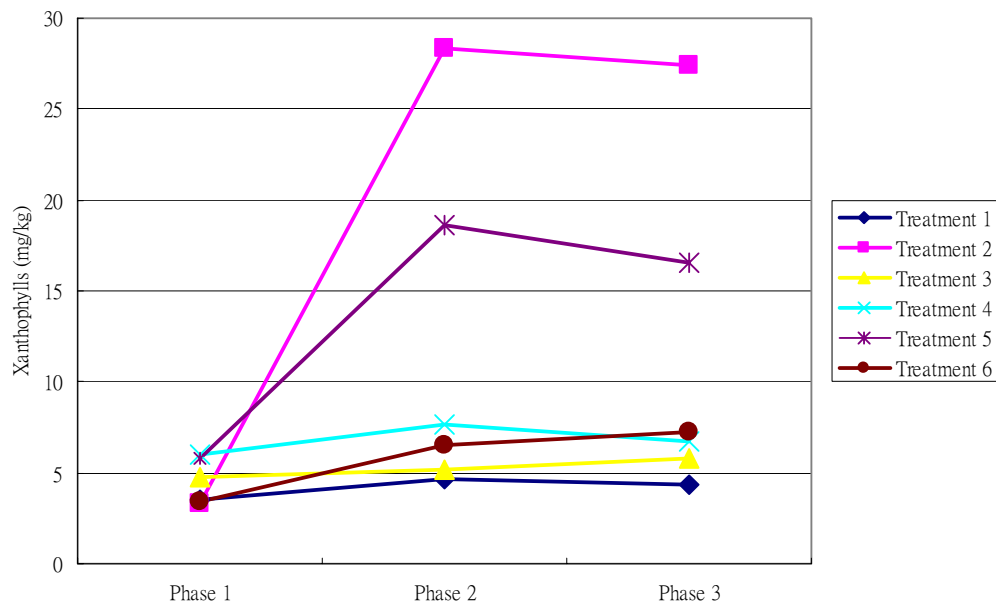


圖 3. 不同飼養階段(Phase)各處理組飼糧的葉黃素含量

雖然 DDGS 的纖維含量較高，但是有色土雞的生長性狀(增重與飼料效率)

並沒有因為添加 DDGS 而受到影響(表 4)，即使添加量高達 20% 也沒有顯著的差異( $P > 0.05$ )。所以只要將飼糧配方的可代謝能和蛋白質調整至相同的程度，DDGS 是有色土雞飼糧很好的替代原料。

**表 4. 餵飼添加 DDGS 飼糧對台灣有色土雞生長性狀的影響**

飼糧處理	飼料採食量(g/bird)	增重(g/bird)	飼料效率
.....0~4 週齡.....			
1. Control	585±33	300±28	1.95±0.07
2. Control	613±51	305±45	2.01±0.13
3. 10%DDGS	615±33	309±23	1.99±0.04
4. 20%DDGS	620±28	321±22	1.93±0.05
5. 20%DDGS	613±89	299±35	2.05±0.06
6. Control	622±22	318±13	1.96±0.15
.....5~12 週齡.....			
1. Control	3505±258	1115±108	3.14±0.43
2. Control+AP	3930±103	1093±118	3.60±0.59
3. 10%DDGS	3842±168	1166±77	3.30±0.35
4. 20%DDGS	3808±119	1131±58	3.37±0.19
5. 20%DDGS+1/2AP	4023±103	1165±62	3.45±0.36
6. 20%DDGS	3824±209	1189±88	3.22±0.26
.....13~16 週齡.....			
1. Control	3039±762	634±298	4.79±1.79
2. Control+AP	3106±992	709±156	4.38±2.24
3. 10%DDGS	2232±404	518±112	4.31±1.73
4. 20%DDGS	2666±428	619±128	4.31±0.33
5. 20%DDGS+1/2AP	2834±309	719±373	3.94±1.77
6. 20%DDGS	2917±307	601±40	4.85±0.19

---

AP: 人工萃取色素。

a, b, c 不同飼養階段,同一欄中平均值的上標不同者代表統計上有顯著差異

(  $P < 0.05$  )。

各飼糧處理組取樣供屠宰的雞隻活體重、屠體重、腹脂重量和肝臟重量在不同的飼養階段，並沒有一致性的統計顯著差異(表 5、表 6 和表 7)。顯然這些性狀在不同階段偶而出現的顯著差異，是因為選擇雞隻屠宰時的採樣誤差造成的。

腹脂的顏色顯著地受到飼糧處理的影響(表 5、表 6 和表 7)。餵飼含全量人工色素飼糧(第 2 處理組)或 20%DDGS 加半量色素飼糧(第 5 處理組)的雞隻，12 週齡(表 5)腹脂顏色已經明顯的高於其它飼糧處理組(  $P < 0.05$  )。這個結果和飼糧葉黃素的含量一致。在試驗結束時(16 週齡)，餵飼含全量人工色素飼糧(第 2 處理組)和餵飼 20%DDGS 加半量人工色素飼糧(第 5 處理組)的雞隻，腹脂顏色評分分別為 6.5 和 5.0，與對照組比較，這兩組雞隻的腹脂改善幅度分別為 160% 和 100% (表 7)。12 週齡時餵飼 10% DDGS(第 3 處理組)和 20% DDGS(第 4 處理組)飼糧雞隻的腹脂顏色與對照組並無顯著差異(表 5)；但是這兩組雞隻的腹脂顏色在試驗末期仍然持續改善，到試驗結束時(16 週)，這兩組雞隻的腹脂顏色也分別改善了 20% 和 67%(表 6 和表 7)。從第二飼養階段開始添加 20% DDGS 的第 6 處理組，一直到試驗結束都未出現腹脂顏色明顯改善的現象。如果仔細檢視葉黃素累積攝食量(accumulated xanthophyll intake； AXI)，從第二飼養階段開始添加 20% DDGS 的雞隻(第 6 處理組)的葉黃素累積攝食量是 48,390 mg/bird，比 10%

DDGS 組的 AXI(35,720 mg/bird)高，也很接近 20% DDGS 組的 AXI(50,897 mg/bird)。因此，在飼養前期就添加葉黃素，在改善有色土雞腹脂顏色和膚色可能是必要的。但是第 2 處理組(從第二期開始添加全量人工色素)和第 5 處理組(20%DDGS 並從第二期開始添加半量人工色素)的雞隻並無此現象。至於不同來源的葉黃素是否在吸收和蓄積的效率有所不同，則需要更進一步的研究來證實。

如圖 4 所示，腹脂顏色和葉黃素累積攝食量的關係是非線性(non-linear)的。腹脂顏色(y)可以以葉黃素累積攝食量(x)為自變項，用下列非線性迴歸公式來預估：

$$y = 2.0036\ln(x) - 18.448 \quad R^2 = 0.8271$$

當葉黃素累積攝食量由 0 增加到約 50,000 mg/bird 時，雞隻的腹脂顏色改變很顯著。但是當葉黃素累積攝食量超過 100,000 mg/bird，腹脂顏色的變化就呈現停頓的現象。用不同顏色的線將圖 4 中的資料點，依照不同的處理組串聯起來，以便利顯示不同處理組的效果。葉黃素累積攝食量只有在添加人工色素的情形下才可能超過 100,000 mg/bird。在不添加人工色素的情況下，20%DDGS 的飼糧大約可以提供 50,000 mg/bird 的葉黃素累積攝食量，腹脂顏色約為 4.5。這些結果顯示雞隻對飼料原料(如玉米和 DDGS)中的天然葉黃素的吸收效率可能比人工色素高。另外一個可能性是人工色素在試驗飼糧的添加量，超過雞隻本身可吸收量的範圍。根據現場的經驗，腹脂顏色如果達到 5 就可以被台灣的市場接受；所以含 20%DDGS 加半量人工色素的飼糧(第 5 處理組)就可以達到消費者對色澤的需



求。

屠體經蒸煮後的膚色以實體照片呈現在圖 5。餵飼含全量人工色素飼糧(第 2 處理組)和餵飼 20%DDGS 加半量人工色素飼糧(第 5 處理組)的雞隻,屠體具有台灣消費者喜好的鮮黃膚色。第 4 處理組(20% DDGS 飼糧)的雞隻膚色雖然比起其它未添加人工色素的處理組有顯著改善,但仍未達到市場需求的水準。

肌肉的 Hunter's 色澤評分和剪力測試結果詳見表 8。餵飼含全量人工色素飼糧(第 2 處理組)和餵飼 20%DDGS 加半量人工色素飼糧(第 5 處理組)的雞隻,具有較其它處理組較高的  $b^*$  值,亦即這兩組的雞隻肌肉顏色較黃。但是不同飼糧對其它肉色性狀(亮度與紅色程度)在不同飼養階段沒有一致的效果。對照組雞隻的肌肉剪力在一些情況下有低於其它處理組的趨勢,但是在不同飼養階段結果並不一致,也無法下定論。本試驗中,飼糧處理對血液生化組成並無顯著影響(表 9),可見肉雞飼糧中添加 DDGS 對生理及營養分代謝方面並無不良的影響。

表 5. 飼糧添加 DDGS 和人工色素對台灣有色土雞屠體性狀的影響(12 週齡)

測定項目	飼 糧 處 理						MSE
	Control	Control + AP <sup>1</sup>	10% DDGS	20% DDGS	20% DDGS + ½ AP <sup>1</sup>	Control Phase 1, 20% DDGS Phase 2 & 3	
活體重, g	1633.8	1486.4	1548.8	1456.3	1511.3	1482.5	237.3
屠體重, g	1288.3	1227.3	1226.0	1118.8	1174.3	1157.3	224.1
屠宰率, %	78.4	78.4	76.4	76.8	77.5	76.5	4.2
腹脂重, g	11.7	11.3	33.5	12.0	15.7	12.0	5.9
肝臟重, g	29.3 <sup>a</sup>	24.3 <sup>ab</sup>	19.0 <sup>b</sup>	20.9 <sup>b</sup>	21.9 <sup>b</sup>	23.0 <sup>ab</sup>	6.3
腹脂顏色評分	1.0 <sup>d</sup>	4.4 <sup>b</sup>	1.1 <sup>d</sup>	1.5 <sup>cd</sup>	5.3 <sup>a</sup>	2.0 <sup>c</sup>	0.5

a, b, c, d 同一行中平均值的上標不同者代表統計上有顯著差異 (  $P < 0.05$  )。

<sup>1</sup> AP=人工色素。

表 6. 飼糧添加 DDGS 和人工色素對台灣有色土雞屠體性狀的影響(14 週齡)

測定項目	飼糧處理						MSE
	Control	Control + AP <sup>1</sup>	10% DDGS	20% DDGS	20% DDGS + ½ AP <sup>1</sup>	Control, Phase 1, 20% DDGS Phase 2 & 3	
活體重, g	1772.0	1793.3	1900.7	1863.2	1786.8	1968.8	214.0
屠體重, g	1347.8	1321.7	1460.7	1421.3	1375.5	1554.0	201.5
屠宰率, %	75.9 <sup>ab</sup>	73.8 <sup>b</sup>	76.6 <sup>ab</sup>	76.1 <sup>ab</sup>	76.8 <sup>ab</sup>	79.3 <sup>a</sup>	3.9
腹脂重, g	19.2	26.8	26.0	24.8	11.4	25.3	17.3
肝臟重, g	33.2	37.8	33.7	32.5	33.2	38.7	7.5
腹脂顏色評分	2.0 <sup>e</sup>	4.2 <sup>b</sup>	2.7 <sup>d</sup>	3.5 <sup>c</sup>	5.0 <sup>a</sup>	2.0 <sup>e</sup>	0.4

a, b, c, d, e 同一行中平均值的上標不同者代表統計上有顯著差異 ( P < 0.05 )。

<sup>1</sup> AP=人工色素。

表 7. 飼糧添加含 DDGS 和人工色素對台灣有色土雞屠體性狀的影響(16 週齡)

測定項目	飼糧處理						MSE
	Control	Control + AP <sup>1</sup>	10% DDGS	20% DDGS	20% DDGS + ½ AP <sup>1</sup>	Control Phase 1, 20% DDGS Phase 2 & 3	
活體重, 克	2150.7 <sup>ab</sup>	2041.3 <sup>ab</sup>	1997.5 <sup>b</sup>	2076.7 <sup>ab</sup>	2146.0 <sup>ab</sup>	2361.0 <sup>a</sup>	263.8
屠體重, 克	1691.3	1607.0	1555.7	1646.3	1689.5	1839.7	236.9
屠宰率, %	78.2	78.7	77.7	79.3	78.6	78.0	2.8
腹脂重, 克	26.2	37.5	21.8	43.2	33.7	31.0	30.3

肝臟重, 克	30.5	38.2	34.8	37.8	38.0	41.5	9.9
腹脂顏色評分	2.5 <sup>d</sup>	6.5 <sup>a</sup>	3.0 <sup>d</sup>	4.2 <sup>c</sup>	5.0 <sup>b</sup>	2.5 <sup>d</sup>	0.4

a, b, c, d 同一行中平均值的上標不同者代表統計上有顯著差異 ( P < 0.05 )。

<sup>1</sup> AP = 人工色素。

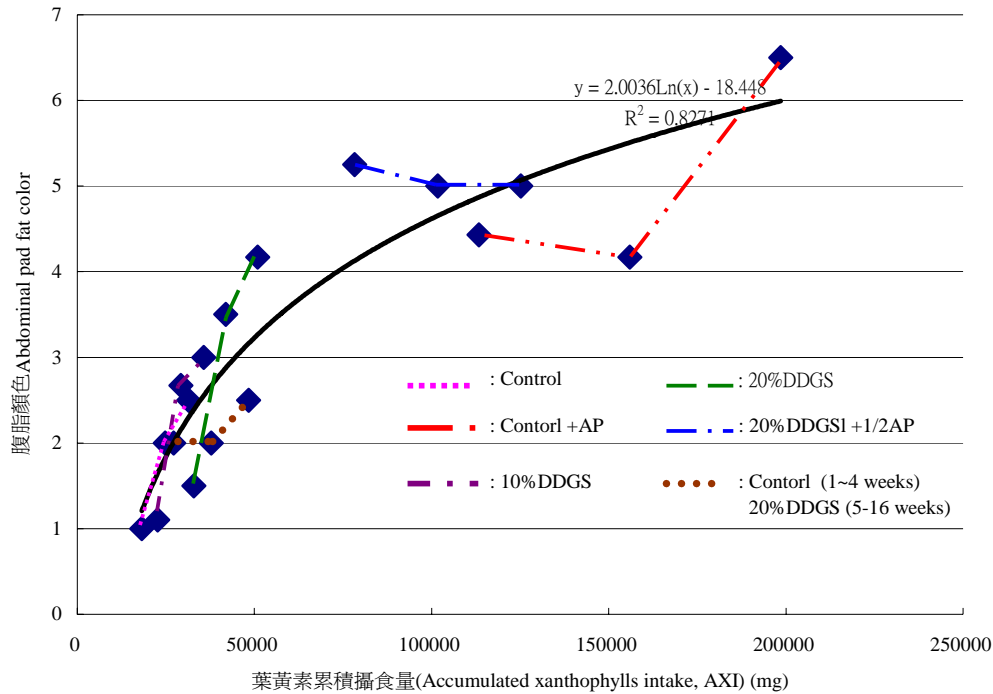


圖 4. 腹脂顏色和葉黃素累積攝食量的關係

表 8. 飼糧添加 DDGS 和人工色素對台灣有色土雞胸肉與腿肉性狀的影響

(12, 14 和 16 週齡)

測定項目	飼糧處理					Control Phase 1, 20% DDGS Phase 2 & 3	MSE
	Control	Control + AP <sup>1</sup>	10 % DDGS	20 % DDGS	20 % DDGS + 1/2 AP <sup>1</sup>		
----- 12 週齡 -----							

<b>胸肉</b>							
Hunter L*	32.78 <sup>b</sup>	34.47 <sup>ab</sup>	36.22 <sup>a</sup>	33.57 <sup>ab</sup>	33.97 <sup>ab</sup>	35.62 <sup>a</sup>	2.43
Hunter a*	1.59	1.92	1.88	2.08	2.45	2.00	1.44
Hunter b*	7.38 <sup>c</sup>	10.45 <sup>a</sup>	8.64 <sup>b</sup>	8.19 <sup>bc</sup>	10.74 <sup>a</sup>	8.21 <sup>bc</sup>	1.03
<b>腿肉</b>							
Hunter L*	34.31 <sup>b</sup>	34.95 <sup>b</sup>	32.91 <sup>b</sup>	34.18 <sup>b</sup>	38.09 <sup>a</sup>	34.46 <sup>b</sup>	2.56
Hunter a*	5.60 <sup>b</sup>	5.98 <sup>ab</sup>	8.50 <sup>a</sup>	5.76 <sup>b</sup>	4.53 <sup>b</sup>	6.52 <sup>ab</sup>	2.32
Hunter b*	9.20 <sup>b</sup>	11.12 <sup>a</sup>	9.46 <sup>b</sup>	9.39 <sup>b</sup>	11.24 <sup>a</sup>	10.11 <sup>b</sup>	0.94
----- 14 週齡 -----							
<b>胸肉</b>							
Hunter L*	34.44	35.46	33.96	34.23	35.08	36.15	2.01
Hunter a*	1.90	2.69	3.61	2.71	2.48	1.62	1.58
Hunter b*	8.12	10.25	8.44	8.92	9.11	8.08	1.21
Shear force	1.56 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>	1.14 <sup>b</sup>	1.50 <sup>a</sup>	1.26 <sup>ab</sup>	1.36 <sup>ab</sup>	0.29
<b>腿肉</b>							
Hunter L*	34.3	33.72	33.36	32.00	35.26	32.39	2.46
Hunter a*	8.55	8.84	8.67	9.63	8.38	7.86	1.12
Hunter b*	9.92	11.31	9.04	10.03	10.52	8.91	1.09
Shear force	0.93 <sup>d</sup>	1.27 <sup>bc</sup>	1.66 <sup>a</sup>	1.22 <sup>bc</sup>	1.37 <sup>b</sup>	1.12 <sup>cd</sup>	0.29
----- 16 週齡 -----							
<b>胸肉</b>							
Hunter L*	32.80	31.83	32.09	30.73	29.93	31.68	2.59
Hunter a*	1.76	3.58	3.37	2.38	3.66	2.18	1.26
Hunter b*	7.82 <sup>ab</sup>	9.32 <sup>ab</sup>	8.30 <sup>ab</sup>	7.48 <sup>b</sup>	9.55 <sup>a</sup>	8.08 <sup>ab</sup>	1.64
Shear force	0.80 <sup>c</sup>	1.00 <sup>b c</sup>	1.16 <sup>ab</sup>	1.35 <sup>a</sup>	1.02 <sup>ab</sup>	0.89 <sup>bc</sup>	0.31
<b>腿肉</b>							
Hunter L*	28.90	31.56	32.44	28.95	30.30	31.89	2.99
Hunter a*	9.70	7.35	7.41	9.59	8.24	8.23	1.76
Hunter b*	8.93	10.03	9.72	8.82	9.99	9.57	0.97
Shear force	1.00 <sup>b</sup>	1.08 <sup>ab</sup>	1.38 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>	1.12 <sup>ab</sup>	1.40 <sup>a</sup>	0.29

a, b, c 同一行中平均值的上標不同者代表統計上有顯著差異 ( P < 0.05 )。

<sup>1</sup> AP=人工色素。



圖 5. 飼糧添加 DDGS 和人工色素對台灣有色土雞蒸煮後屠體膚色的影響

表 8. 飼糧添加 DDGS 和人工色素對台灣有色土雞血液生化值的影響(16 週齡)

測定項目	飼 糧 處 理						MSE
	Control	Control + AP <sup>1</sup>	10% DDGS	20% DDGS	20% DDGS + ½ AP <sup>1</sup>	Control Phase 1, 20% DDGS Phase 2 & 3	
TP, g/dl	5.9	5.6	6.7	5.7	5.4	8.4	2.4
ALB, g/dl	2.3	2.5	2.7	2.3	2.3	2.5	0.6
CHOL, mg/dl	189.3	179.8	205.1	168.7	165.5	228.0	38.7
CREA, mg/dl	0.24	0.25	0.25	0.25	0.23	0.32	0.57
TG, mg/dl	22.6	27.0	23.3	23.3	17.3	22.7	4.4

<sup>a, b</sup> 同一行中平均值的上標不同者代表統計上有顯著差異 (  $P < 0.05$  )。

<sup>1</sup> AP=人工色素。

## 結論

由本試驗的結果可知飼糧使用 20% 的 DDGS 對台灣有色土雞的增重、飼料利用效率、肉質及脂肪和蛋白質的代謝沒有影響。DDGS 的葉黃素可以有效地被雞隻吸收且蓄積在腹脂和皮膚中。DDGS 經過 12 週的貯存，對所含的葉黃素濃度並無影響。雖然 DDGS 的葉黃素含量無法完全取代人工色素，但是 20% DDGS 加半量人工色素的飼糧所飼養的雞隻可以滿足台灣市場對屠體品質和顏色的要

求。如果飼糧中人工色素之外的原料成本相同，使用 20% 的 DDGS 可以減少 50% 的人工色素用量，每公噸飼料約可節省新台幣 200 至 300 元。所以 DDGS 是有色土雞飼糧很好的替代飼料原料，對有色土雞的生產相當有助益，在生理及營養分代謝方面也沒有負面的影響。