

# 以枯草芽孢菌改善褐殼蛋的色澤與孵化率

鄭德志

上海牧冠企業發展有限公司

褐殼蛋的色澤對商品蛋的價值非常重要；另一方面，種蛋的顏色也會影響孵化過程中胚胎的發育與孵化率。透過枯草芽孢菌的添加可以改善蛋殼的顏色，並提高種雞的孵化率。

## 蛋殼的形成與色素的沉積

當雞蛋進入蛋殼腺時會停留 20 小時左右；此時，蛋殼會以碳酸鈣的型式覆蓋在蛋黃與蛋白表面。蛋殼于持續形成的過程中，褐殼蛋雞中蛋殼腺表面的上皮細胞會合成並沉積色素。禽類蛋殼色素包含三種主要成份，即：膽綠素-IX、膽綠素-IX 之鋅螯合物與原紫質-IX；而目前商業褐殼雞蛋與種雞蛋殼之色素主成份為原紫質-IX。著色的過程發生于蛋殼形成最終之 3 至 4 小時期間，此時大量的色素開始轉移到高蛋白成分、黏液狀的角皮質上。雞蛋蛋殼的褐色程度取決於角皮質內色素含量的多寡；而角皮質的形成時機約莫在蛋殼沉積的高峰期，即產蛋前 90 分鐘左右。由此可知，色素並非均勻分佈於整個蛋殼中，而是以角皮質為其主要沉積部位。

## 影響褐殼蛋著色不良的因素

褐殼蛋褪色的原因並不單純；好發於肉種雞之蛋殼著色變異的現象，比商業褐殼雞蛋來得明顯。肉種雞雞群中蛋殼顏色發生變異的現象十分尋常，其色澤可能從深褐色以至於蒼白色；此因肉種雞的育種當中，針對蛋殼顏

色一致性的選拔，相對於商業褐殼蛋雞而言並不重要。儘管多數養雞業者與學術界都認為褐殼蛋褪色的影響因素很多，但仍有少部分人仍執意於單一影響因素的看法；其中，大多歸咎于傳支(bronchitis)的感染；或甚至於將蛋殼褪色作為感染傳支與否的判定依據。事實上，緊迫對蛋殼褪色的影響甚巨；譬如：當雞隻受到驚嚇時經常會產出褪色的雞蛋。

### 1. 緊迫

由於角皮質為色素存在的主要場所，任何影響蛋殼腺表皮細胞合成角皮質的因素，都會改變蛋殼顏色的強度。其關鍵時刻在蛋殼形成之最末 3 至 4 小時期間，此時也正處於角皮質與色素合成的高峰期。家禽所面臨的緊迫有：高籠養密度、抓提與喧嘩等，這些緊迫會引發腎上腺素的分泌。一旦腎上腺素進入血液中，最終會造成產蛋延遲並終止角皮質的形成。上述緊迫使得雞隻表現出緊張、恐懼以致蒼白雞蛋的產出。蛋殼蒼白的原因系由於不定型的碳酸鈣覆蓋在已成型且完整的角皮質表面，或形成不完整的角皮質所致。

### 2. 雞隻年齡

褐色蛋殼顏色的強度會隨著雞隻年齡增加而降低。而造成這種現象的真正原因仍舊不明；一般認為是等量的色素分佈在高齡雞隻所產出之較大的蛋殼表面；或是老雞對色素合成能力變差所致。老雞所產出的雞蛋尖端含有的色素量比鈍端低屬正常現象。造成老母雞雞蛋褪色的原因，已經證實與緊迫所引發之停留時間過長以致不定型碳酸鈣覆蓋的結果所致。

Odabasi 等(2007)分析 25 至 65 周齡期間 Hy-Line 褐殼蛋雞蛋殼顏色的變化發現：當雞隻周齡增加時，表示蛋殼蒼白之亮度(L\*, lightness)數值隨著提高，而反應色素沉積之紅色程度(a\*, redness)數值則減低。一旦 L, a 值經過蛋重矯正之後，兩組數字位之變異速率皆下降；由此得知雞隻年齡對蛋殼褪色的影響系來自于雞蛋表面積增加所致，與色素合成能力無關。

### 3. 藥物

雞隻攝入某些藥物時（如磺胺藥劑）會導致蛋殼顏色急速退化。雞隻每天餵飼 5 毫克之尼卡巴嗪球蟲藥後，於 24 小時內所產出之雞蛋全數為褪色蛋。高劑量添加則會造成蛋殼角皮質完全褪色。

存在於劣質磷酸氫鈣中的釩元素 (vanadium)對蛋雞的產蛋率、蛋白高度、體重與採食量有不良的影響；商業褐殼蛋雞日糧中含釩 15ppm 以上，會造成蛋殼褪色，50ppm 以上高劑量的影響會在 2 天內發生(Odabasi 等, 2006)。

### 4. 疾病

新城雞瘟與傳支等病毒性疾病會影響產蛋性能。該病毒對呼吸道與生殖道的黏膜表面具強的親合力；病毒會直接破壞生殖系統並間接作用於生產雞蛋之產道；最終導致總產蛋數下降、蛋殼變薄以及產出蒼白與形狀異常的雞蛋；此外，其內容物亦呈水樣蒼白狀。這種生產性能差與品質不佳的現象可能會持續一段時間。

### 蛋殼顏色與蛋殼品質的關係

有關蛋殼顏色的深淺與蛋殼品質的改善，兩者間的相關性仍無定論。儘管如此，Joseph 等(1999)分析四個品種白肉種雞 (Avian 24K, Cobb 500, Hubbard Hi-Y 與 Shaver Starbro)雞蛋蛋殼與蛋殼品質時發現：於任飼的情況下，蛋殼的褐色色澤與蛋比重之間存在著顯著的正相關（意味著當蛋殼顏色加深時，其比重也會增大且品質提高）。

### 蛋殼顏色與孵化率的關係

光線的強度會影響家禽孵化時胚胎的生長，而蛋殼可以阻擋光線輻射的不良影響；同時，蛋殼顏色的深淺則左右光線透過蛋殼的光譜特性。Shafey 等(2004)將 Hybro 肉種雞蛋殼顏色區分為淡、中間與深色三組，並測定在不同波長(200-800nm)光線下的穿透力後表明：儘管蛋殼厚度同為 0.43 毫米，光線穿透肉種雞蛋殼的比例與蛋殼色澤的強度有關；色澤越淺其穿透力越高(淡、中間與深色三組分別為 0.07%<sup>a</sup>, 0.043%<sup>b</sup> 與 0.037%<sup>c</sup>, P<0.05)。比較雞種間差異的試驗也發現：雞蛋的大小、

蛋殼的顏色與蛋殼的特性也會影響光線的穿透力。肉種雞(40 周齡 Hybro 褐殼蛋)與商業蛋雞(46 周齡 Leghorn 白殼蛋)比較時，後者除了蛋殼比例與蛋殼密度較低之外，其光線穿透性也比較高。另一方面，雞蛋愈大者其蛋殼密度、蛋殼體積與光線通透性愈高 (Shafey 等, 2002)。

Darnell-Middleton 等(1998)以珠雞為對象的研究也表明：色淺的珠雞雞蛋，其蛋重、蛋殼比例比色深者低且其孵化率也較差。近一步以電子顯微鏡分析其蛋殼超微構造成份時也發現：褪

色珠雞蛋蛋殼之總厚度與有效厚度兩者都比正常者薄(差異顯著,  $P < 0.001$ )。

Mróz 等(2007)將第 7 至 12 周產蛋週期之火雞雞蛋總數 2,268 個，按正常組、粗殼組、粗殼與蛋殼褪色組來區分，並分析雞蛋外觀與孵化性狀的關係後發現：蛋殼著色不良的火雞蛋與正常組比較時，其 26 天孵化期的失重高出 1.76%、受精率與孵化率數值因孵化期間胚胎死亡率顯著提高所致，也分別降低 5.82%與 19.61%；同時，初生雛雞外觀異常比例顯著增加，其體重也較正常組輕 1.8 克〈表一〉。

表一、火雞雞蛋外觀差異對孵化率的影響

測定專案	雞蛋外觀分組		
	正常	粗殼	粗殼、褪色
受測雞蛋數	756	756	756
受精率(%)	97.35 <sup>a</sup>	95.75 <sup>b</sup>	91.53 <sup>c</sup>
孵化率(%)	92.54 <sup>A</sup>	85.08 <sup>A</sup>	72.93 <sup>B</sup>
胚胎死亡率(%)			
孵化 10 天前	2.31 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup>	7.74 <sup>b</sup>
孵化第 11-26 天	2.70 <sup>A</sup>	5.60 <sup>A</sup>	11.26 <sup>B</sup>
雛雞外觀			
正常(%)	54.73 <sup>Aa</sup>	40.67 <sup>b</sup>	28.33 <sup>B</sup>
異常(%)	45.25 <sup>Bb</sup>	59.31 <sup>a</sup>	71.65 <sup>A</sup>
雛雞重(克)	62.6 <sup>A</sup>	62.6 <sup>A</sup>	60.8 <sup>B</sup>

顯著差異，a,b,a, $P < 0.05$ ;A,B,C, $P < 0.01$

孵化時的光照強度、蛋殼色澤與種雞周齡三者之間，對孵化性狀有不同程度的影響。試驗採 32 周齡重量類似之 Hybro 肉種雞蛋 540 個，依蛋殼著色程度區分為淺色(LBP)、中等(MBP)與深色(DBP)三組，每重複 12 個種蛋總計 15 重複；爾後隨機置入兩種不同光照強度(900-1380 lux 與 1430-2080 lux)之

孵化器內處理，每處理 3 重複。結果發現：儘管蛋殼色澤的深淺不影響孵化期間胚胎的發育；蛋殼顏色中等(MBP)或淺色(LBP)者，一旦採用高強度光照孵化時，其孵化率會降低且胚胎早期的死亡率也會提高；相反的，深色蛋殼(DBP)者則不受光照強度的影響( $P > 0.005$ , Shafey 等, 2005)。

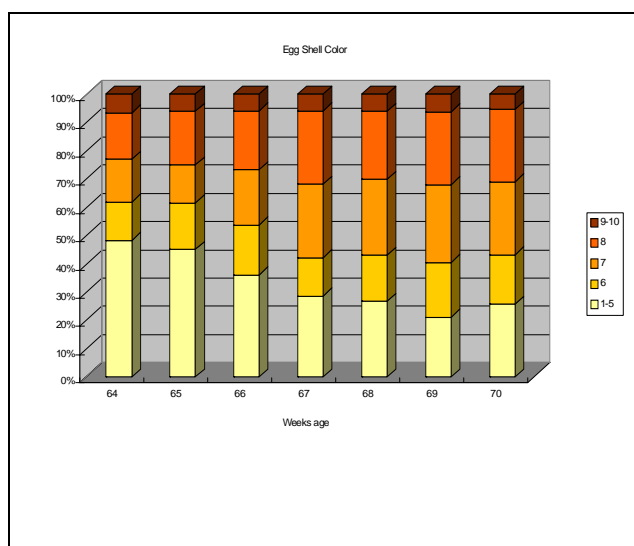
## 飼料中添加枯草芽孢菌以改善蛋殼顏色與孵化率

2006 年于中國北京下庄蛋雞場所進行的田間試驗採 10 棟蛋雞舍，每棟 9,000 隻 63 周齡羅曼褐蛋雞，比較常規飼料與枯草芽孢菌 C-3102 添加處理（3.33 倍劑量 1 周，2 倍劑量 2 周，1 倍劑量 4 周）；測試用雞蛋由同一飼養員每日選取自標記的固定雞籠，每處理采 100 顆以色扇比對蛋殼顏色分數；結果如表二所示(Miyazaki 等, 2007)。

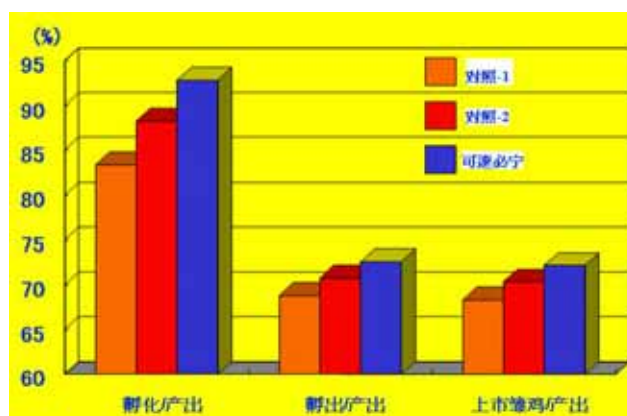
表二、平均褐色色扇指數

色扇指數	試驗前	添加枯草芽孢菌 C-3102	差異顯著性，P 值
9-10	6.36	5.52	0.509
8	17.98	22.78	0.009
7	14.11	23.60	0.000
6	23.60	22.77	0.939
5	16.61	16.85	0.875
4	13.57	11.28	0.137
3	13.16	5.03	0.000
1-2	3.56	0.52	0.123

開始試驗 2 周內，雞隻喂飼枯草芽孢菌 C-3102 所產出的褐色蛋，經每日測定之蛋殼褐色分數為 6.29，不但高出餵飼前之 5.74（兩者差異極顯著， $P < 0.001$ ），且不受雞隻周齡增加的影響而下降。另一方面，高褐色蛋殼分數的比例會提高（#7 級蛋為 23.6% 對比 14.11%， $P < 0.001$ ；#8 級蛋為 22.78% 對比 17.98%， $P < 0.001$ ），而低分數則降低（#3 級蛋為 5.03% 對比 13.16%， $P < 0.001$ ）。試驗結論：日糧中添加枯草芽孢菌 C-3102 可以顯著改善籠飼褐殼蛋雞之蛋殼顏色。



1996 年于巴西 Granja-P Estado de Sergipe 種雞場所進行的試驗採總數 38,977 隻 Hubbard 種雞，對照組兩群分別採 23 周齡 12,990 隻與 24 周齡 12,991 隻，試驗組採 23 周齡 12,996 隻，試驗期間分別為 43、41 與 42 周。枯草芽孢菌 C-3102 添加量為 0.003% ( $3 \times 10^5$  CFU/g)。結果如右圖所示：無論是孵化率、孵出雛雞數與上市雛雞數的比例，因枯草芽孢菌 C-3102 添加而提高。



2004年於巴西企業肉雞場所進行類似的試驗也證實：21至41周齡產蛋期間種雞料添加100 ppm 枯草芽孢菌C-3102，高峰時的產蛋率增加1.79%，且40周齡時的孵化率也提高0.79%。此外，1999年於日本Avian種雞場所進行的試驗，也證實枯草芽孢菌C-3102會降低20-61周齡其間的死亡率達3%，並減低沙門氏桿菌陽性率的比例。

### 結論

蛋殼色澤關係到褐殼蛋的商品價值與種蛋的孵化率；影響色澤變異的原因包括緊迫、雞隻年齡、藥物的使用與疾病的感染等；對於消費者偏好褐殼蛋的國家，雞蛋色澤愈深其售價自然愈高；另一方面，種蛋褪色後其受精率與孵化率有下降的趨勢。通過日糧中枯草桿菌C-3102的添加即可解決此一困擾。

可速必寧 Calsporin C-3102 為日本可爾必思公司所生產，為特定、活的枯草桿菌C-3102 菌株；篩選自300種菌種並依照動物腸道的特性與飼料加工條件選殖得來。該菌株可耐受攝氏90度的高溫，其中有90%屬於第一種表現型(Phenotype I)。該產品已經在2003年9月獲得美國專利〈專利證號字第6,660,294號〉，且已經證實可以改善蛋雞的蛋殼厚度。因此，當雞隻喂飼含有枯草芽孢菌C-3102的飼料，其蛋殼品質、顏色與種雞孵化率都會獲致有利的影響。

### 參考文獻

1. Darnell-Middleton S.L., S.E.Solomon, M.M. Bain, and B.H. Thorp (1998) Brit.Poult.Sci., Vol. 39, (Suppl. 1): s28-s29
2. Joseph N.S., N. A. Robinson, R.A. Renema, and F.E.Robinson (1999) J.Appl. Poult. Res., Vol. 8:70-74
3. Miyazaki, H., S. Chou, M. Kato, and D. M. Hooge. 2007. Rapid and dramatic improvement in color intensity of brown egg shells from caged laying hens fed dietary CALSPORIN® (Bacillus subtilis C-3102 spores) in a commercial field trial in China. Int. Poult. Sci. Forum, January 22-23, Atlanta, Georgia, USA. Abstr. M70, p. 23.
4. Mróz E., K.Michalak and A. Ortowska (2007) Pol.J.Natur.Sc., Vol. 22 (1): 31-42
5. Odabasi A.Z., R.D. Miles, M.O. Balaban, K.M. Portier, and V. Sampath (2006) J. Appl. Poult. Res. 15:425-432
6. Odabasi A.Z., R.D. Miles, M.O. Balaban, and K.M. Portier (2007) Poult.Sci., Vol. 86(2):356-363
7. Shafey T.M., T.H. Al-Mohsen, A.A.Al-Sobayel, M.J. Al-Hassan and, M.M. Ghannam (2002) Asian-Australasian J. Anim. Sci., Vol. 15 (2): 297-302
8. Shafey T.M., M.M.Ghannam, H.A. Al-Batshan, and M.S. Al-Ayed (2004) Intl. J. Poult. Sci., Vol. 3 (3): 228-233
9. Shafey T.M., H.A. Al-Batshan, M.M. Ghannam, and M.S. Al-Ayed (2005) Brit. Poult. Sci., Vol. 46 (2): 190-198