

# 得到最適當的蛋殼結構

Reaching optimal egg shell formation

By Professor SallyE. Solomon, Senior Research Fellow, University of Glasgow, Scotland

資料來源：

Would Poultry Vol.25 No 1. 2009 P.18-19

一顆蛋的製造過程包括生成和消耗，不只是顆簡單的蛋。  
許多環境因素和營養因子都會大大影響堅硬、良好蛋殼的形成。

蛋殼有哪些功能呢？嗯…就某些程度來說，這取決於蛋的命運。如果這顆蛋是由蛋雞所產下，那麼它最主要的功能就是對抗微生物的入侵，所以它必須保持完好，不能有任何損傷，而且要乾淨。基本上蛋的大小並不會影響蛋殼品質，蛋殼的顏色也是一樣，可是就如一般書籍的選購會被封面的顏色所左右，帶有深褐色蛋殼的蛋會比顏色較淺的蛋先被買走。

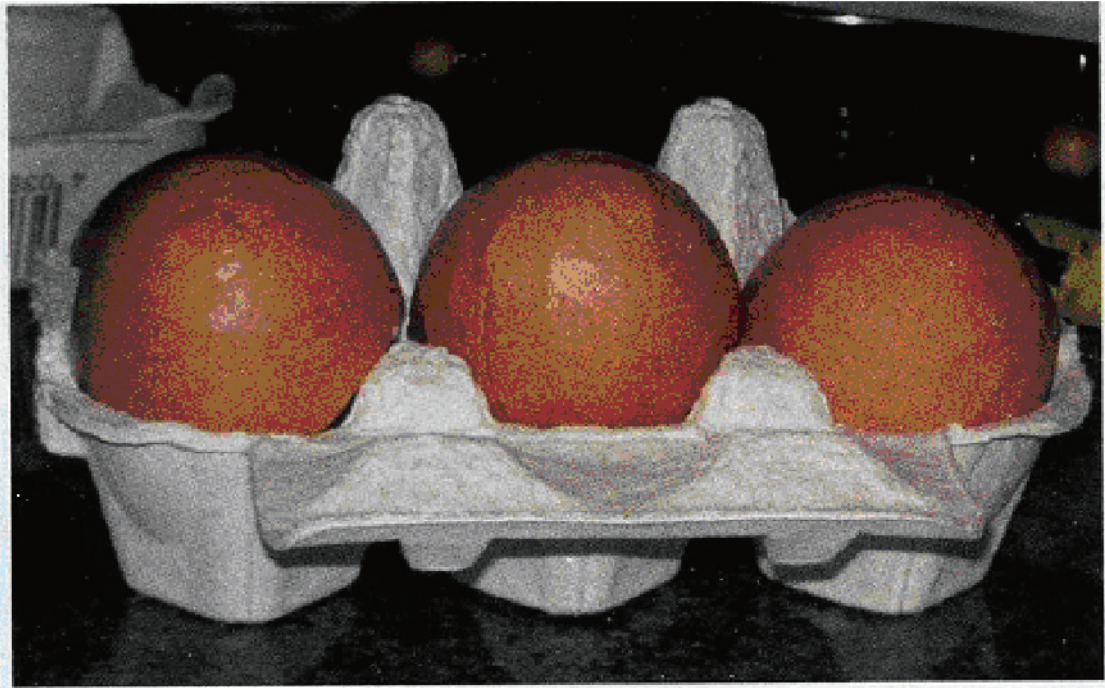
如果蛋是要被孵化的，那麼重點就在形狀、完好及清潔程度。蛋殼一定要夠堅固，對於生長中的胚胎才能提供物理性的保護，結構上必須有一個有效率的通道以便進行換氣而且可抑制細菌入侵。蛋殼結構的另一功能，要能透過胚胎攝取鈣和其它微量礦物質，經由析出的過程完成殼膜的增厚。接下來是一些廣泛的內容。

## 壓力增加

蛋的生產過程是很浪費的。最近幾年，立法管制釋放到環境中過剩養分的種類和數量，增加使用有機微量礦物質可以減少生產所帶來的壓力，而且不會降低蛋雞產能及蛋品質的程度。

當卵子通過輸卵管，經過24小時形成蛋從洩殖腔產出，此時蛋是由解剖和物理多個系統統合後的產品，包括有內分泌腺、胃腸道、皮膚系統、骨髓，再由免疫系統將整個維持在平衡狀態。

在24小時的基礎下，蛋殼是鳥類對於環境適應性的指標。疾病、飲食失衡和環境緊迫，都會改變礦物質的沉積，一則變成不合格的蛋，一則成為消費性產品或胚胎室。也就是說，蛋殼厚度反射出對於環境緊迫的反應。比如說：蛋殼出現皺褶是鳥類感染傳染性支氣管炎的特徵（照片一），蒼白的蛋殼代表遇到夏天的熱緊迫。輸卵管未成熟時，製造出來的蛋無外膜。

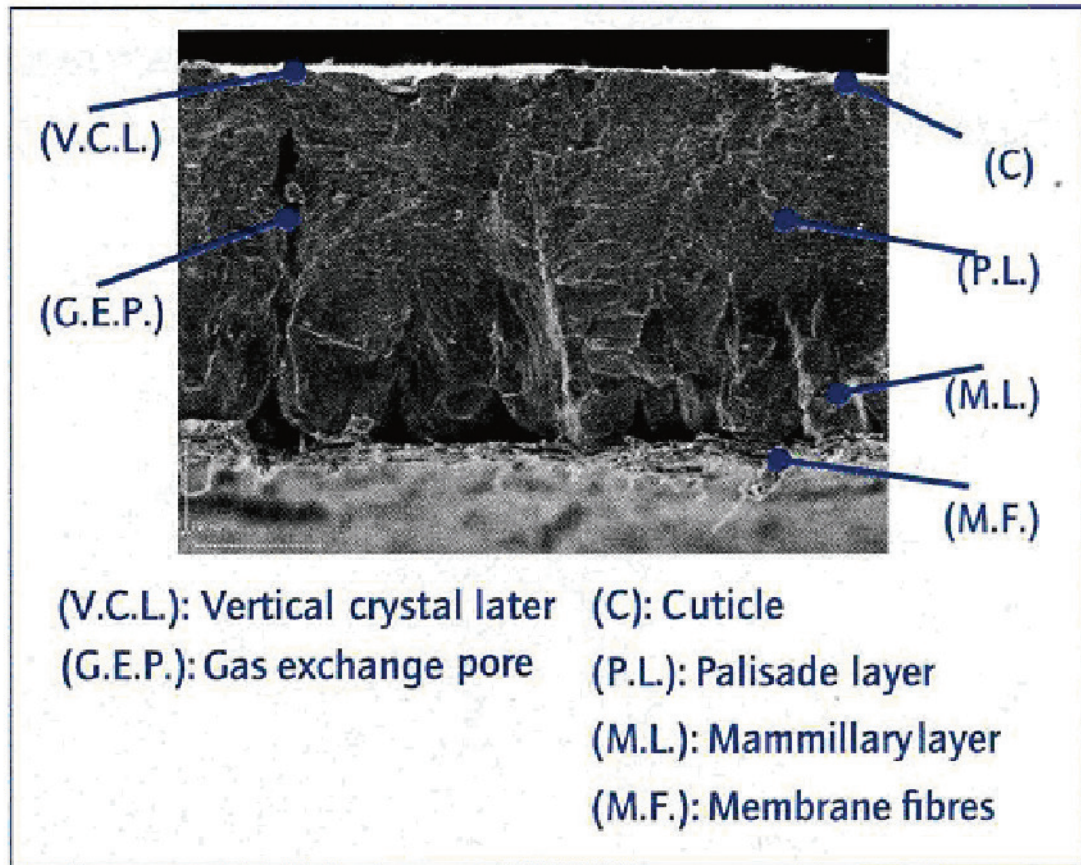


照片1-蛋殼上出現折痕，通常代表有傳染性支氣管炎的發生。

## 基質蛋白

要得到「完美的蛋」不需費很大工夫。有機/無機混合物主要由碳酸鈣組成，這些有機物質經調節、規律地組成蛋殼。形成基質的蛋白功能各異，白蛋白位於蛋殼的最內層(乳頭狀基質層)，已知可攜帶鈣吸附分子，因此影響蛋殼形成的最初階段。運鐵蛋白，也分布於乳頭狀基質層，結合鐵和群集素<sup>\*註1</sup>。乳突層和海綿層的蛋白質扮演輔助的功能，促進蛋殼結構。海綿層則構成蛋殼的主體。(照片二)

微量礦物質一般是以無機礦物質型態配合蛋白質與其他成份添加在蛋雞和種雞飼糧。最近幾年，大家開始注意到這些微量礦物質的使用量、它們的生物利用率，以及個別元素之間的交叉作用。接著，大量令人印象深刻的研究，都是關於有機「礦物質」的使用，蛋白質和胺基酸整合的礦物質漸漸出現。數據資料支持有機礦物質的論點，蛋白態的礦物質可強化消化率，和改善在低劑量時的蓄積量。這些生長效益的提升，在不同種畜別都一樣，而且不受飼養狀況影響。



照片2-蛋殼的橫切面。

(V.C.L.):表面晶體層 (G.E.P.):氣孔 (C):角質層 (P.L.):海綿狀基質層  
 (M.L.):乳頭狀基質層 (M.F.):纖維層

## 更多功用

土耳其的試驗證實，飼糧中使用50%的有機礦物質取代原本的微量礦物質，可增加蛋的礦物質含量並促進蛋殼品質。同樣地，在白肉雞試驗中，低量的有機微量礦物質可促進增重，對於飼料效率也無負面影響。

綜合全球的訊息顯示，這些複合礦物質對鳥類生長性能的影響是正向的，使養分充足且具有再生的活性。文獻也指出，使用的功用是「改善蛋殼品質」，但是要如何判定呢？增加蛋重、蛋的大小、較少的次級蛋？這些肉眼的判定，能適當的描述這些必須高量礦物質和微量礦物質準確的角色嗎？以及飲食中次要的礦物質如鋁、氟組成的無機成分。

## 超微結構和礦物質的分布

為了探究微量元素在蛋殼品質扮演的角色，必須考慮到超微結構層的構成。因此，這些高量/微量礦物質是出現在蛋殼內的何處呢？

最主要的鈣成分來自飲食，以及骨髓的循環分解中得到補充。鳥類和許多爬蟲類的堅硬蛋殼，主要是熱穩定形式的碳酸鈣。在緊迫發生時軟殼蛋也會有霰石<sup>\*註2</sup>形式的碳酸鈣在乳頭狀基質層被發現。有時在蛋的表面會有碳酸鈣中穩定度最低的球方解石出現。

根據文獻資料，蛋殼也是鎂的主要來源。由X光能量分散分析從輸卵管排出的蛋，顯示主要是和乳頭狀基質層有關。這一層，其價值在於和纖維層緊密連結，孵化前會先溶解。如果此連結在蛋殼成型早期沒有建立起來，蛋殼將無法建立結構，其內的雛雞即受到營養性和環境上的危機。

## 蜂巢體外觀

隨著乳頭狀基質層的形成，鳥類建立蛋殼海綿狀基質層建構的厚度。在電子顯微鏡掃描下，海綿狀基質層參雜著氣孔，外觀看起來類似蜂巢體。在外表面，採取更緊密的形狀。在緊密組成上，有表面晶體層，圍繞在蛋殼外表形成外殼(照片2)。

這兩個蛋殼外層之間連結點的分析，確定有氫氧基磷灰石<sup>\*註3</sup>。鈣化作用終止時，血磷的含量會上升。根據文獻，磷的作用如結晶體的毒藥，鈣化作用機制會立即被結束。這個磷和結晶體的限制力，負責見證這些過程。

必須微量礦物質，包括碘、鐵和錳，較不易成為特殊的蛋殼成分。如先前指出，乳頭狀基質層蛋白:ovotransferin(運鐵蛋白)，可結合鐵，但此功能的特性尚不明確。

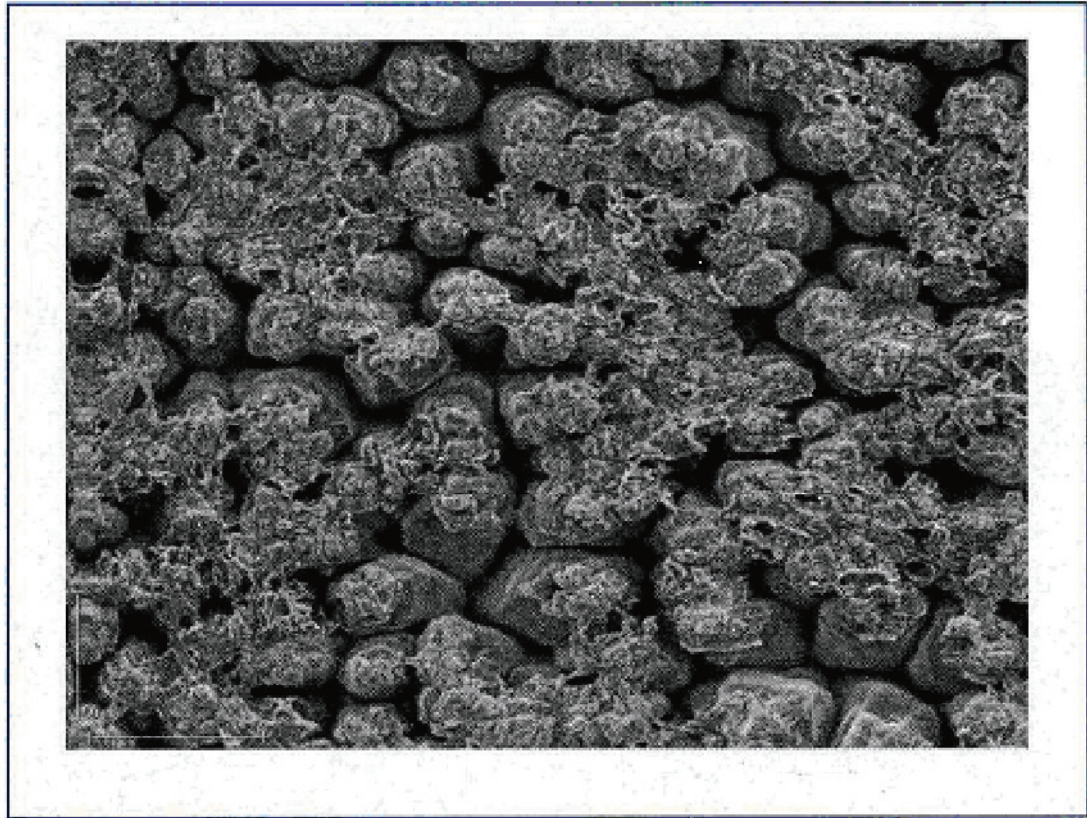
錳的缺乏會引起孵化率不佳。但是，其是否直接影響蛋殼功能，或是骨頭損傷的最後反應物質，後者因此可滿足蛋殼對鈣的需求，也有待證實。

## 硒的影響

關於硒，就比較有進展。它被定義為生物性的抗氧化劑，而且根據文獻，其扮演抵抗病毒感染的角色。它也顯示可促進孵化率及生長。

在最近的實驗發現，其對於22-54週齡種蛋的蛋殼結構和蛋品質，可改變乳頭狀基質層。因此，和對照組相比，結構缺陷的程度和發生率被降低，每單位的核心點(nucleation point)數量增加。資料中，54週齡的孵化率被提升了(照片3和4)。

但是，毫無疑問的，微量元素扮演了基礎及重要的角色。「綠化」地球目前的觀點傾向於，提出最善待環境的微量元素，而生物結合礦物質看起來很貼近法案。至於終端產品生物安全的觀點，比如說蛋，增進效能的飼料、適當的環境和飼養管理，這樣的背景會比較不受攻擊。



照片3-乳頭狀基質層出現融合現象。

註1:群集素是一種醣蛋白參與了許多正常生理功能的運作，包括脂肪的運送、抑制補體的功能以及調節細胞凋亡等等。

註2:霰石是碳酸鹽礦物。碳酸鈣自然發生的多形體，霰石的晶格與方解石的晶格不同，所以晶體的形狀也不同，霰石的形狀也許是柱狀晶體或是纖維狀。另外一種是球方解石。

註3:氫氧基磷灰石(hydroxyapatite, HAp)是骨骼中的礦物成分，故大量在骨科、牙科與整型外科使用，近來更有研究應用在血液、細胞或基因的轉殖(transfection)及藥物載體。



照片4-正常的乳頭狀基質層。