

同樣的，多餘的血磷也必須以Ca-P複合物排出，此時體骨便必須提供鈣以維持蛋殼品質。因此，維持飼糧中適當的鈣、磷比是很重要的。蛋雞飼糧鈣磷比要隨著雞隻年齡增加而逐漸提高，因為其對鈣的代謝會因為年紀增加而逐漸降低。

維生素D在腸道中鈣的吸收扮演重要的角色，尤其是產蛋雞對鈣的需求提高時(Lobach et al., 1996)。在沒有直接照射陽光的母雞，飼糧中添加適量的維生素D是必須的，而過量的維生素D可提高老母雞的骨骼強度，但也可能增加外殼粗糙的程度。在年齡較大的蛋雞補充天然的維生素亦可提高骨骼強度，但也會造成蛋殼粗糙。而天然的維生素D代謝物，25-羥基維生素D<sub>3</sub>亦可添加於蛋雞飼糧，提供做為活性的維生素D(Keshavarz, 2003)。由本實驗室結果顯示，添加25-羥基維生素D<sub>3</sub>，並未改變總產蛋數，但藉由減少外殼有缺陷的比例而提升蛋雞的生產效益。

蛋雞飼糧中添加的主要鈣源(石灰石)，很容易在胗中酸性的環境下溶解。而細磨的石灰石在被母雞涉入後迅速的溶解並提供鈣質，但由於蛋殼的形成是在夜晚黑暗的時間中，細磨的石灰石無法提供足夠的鈣質幫助蛋殼形成，而顆粒較大的鈣源(2-4mm)，如牡蠣殼可在胗留存較長的時間，整個晚上逐漸的釋放鈣直到消化道中，接著透過血液到達殼腺(子宮)。在給予大顆粒鈣源的情況下，雞隻由消化道吸收鈣，但當飼糧中鈣不足時，雞隻必須由體骨中提取所需的鈣質，這樣會降低蛋殼的品質。此外，長時間下來會造成骨骼強度降低(Roland et al. 1973)，可能會造成母雞骨質疏鬆症(籠養蛋雞疲勞症)。

產蛋母雞飼糧中的鈣源應由不同粒徑所組成(Lichovnikova, 2007)，在建議的光照計畫時，應有50%-70%大顆粒的鈣(2-4mm)即30%-50%較小顆粒的鈣(<1mm)，如此便可提供母雞當下即可利用的鈣(仍有光照時)，以即可在黑夜中鈣質需要量達高峰時慢釋放的鈣。棕殼蛋雞蛋殼形成的時間比白殼蛋雞早，意味棕殼蛋雞完成蛋殼的時間比較快。白殼蛋雞大都在蛋雞舍點燈後才加速形成蛋，因此提供高比例可利用的小顆粒鈣比較有利。午夜餵飼通常需要半夜在雞舍開燈(通常在00:00-01:00)，讓母雞補充一餐，這麼做的好處如同前面提到的，可以由飲食中補充所需的鈣，一般言可以提升蛋殼的品質，另外很重要的一點，若在炎熱的氣溫下，可以在一天中最涼爽的時間提升母雞的採食量。母雞並不會察覺短暫的光照時間(這意味著並不干擾鳥類對於一天的長度)，母雞在一天中的總採食量不會改變，而有15-20%的採食量會移至半夜最適溫時。

## 摘要與結論

產蛋雞可以維持很長一段時間的高產蛋量，然而，在形成蛋殼時需要鈣的補充，此時容易發生許多問題，因此，應將避免問題的發生擺在首要注意的位置。在新母雞階段，適當的營養及管理可以避免在生產週期中發生蛋殼品質降低的形況，雖然在某些情況下執行讓有所困難，但仍有部分手段可以盡量減少並克服問題。

# 產蛋雞的蛋殼品質管理

Egg Shell Quality Management in Egg-laying Poultry.

## 資料來源

D. R. Korver

Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, 4-10 Agriculture/Forestry Centre, University of Alberta, Edmonton, AB T6G 2P5

蛋殼品質和骨骼鈣的代謝有密切的關係。對母雞進行蛋殼品質最佳化的管理時，通常會對和骨骼密度有關的因子進行最佳化。適當的新母雞管理是一個重要的開始—初產時體重不足的新母雞體內並無足夠的營養物質蓄積以維持產蛋性能，隨著產蛋週期的進展，往往造成蛋殼品質的問題。在這篇討論中，我們將針對形成完整蛋殼所必需的因素進行討論，包括潛在的及可能會遇到的問題。另外，雖然有幾種傳染性疾病和蛋殼品質下降有關，但不再本篇的討論範圍內。

## 前言

蛋殼品質是雞蛋生產商關注的焦點之一，一般而言蛋雞在產蛋初期蛋殼品質較高，而隨著年齡增加降低，造成這樣結果的因素和雞蛋大小增加，但母雞礦物質沉積的能力有限有關，另外，產蛋量提高和代謝成本增加對維持蛋殼品質亦是一個挑戰。

## 雞蛋和蛋殼的形成

形成一顆正常蛋的時間約為24-25小時(Johnson,2000)。其中大部分的時間都花在蛋殼腺部中，在鈣化初期，水會進入蛋殼膜中賦予蛋的形狀，接著開始透過鈣結晶的沉積形成蛋殼，一般約需5個小時。在隨後的12個小時中，每小時會沉積180-200毫克的鈣結晶，此時蛋殼約完成90%。整體而言，一顆典型的蛋外殼重量約5.5-6公克，並含有95-97%的碳酸鈣( $\text{CaCO}_3$ ；Burley & Vadehra, 1989)。

雞隻排卵的時間似乎受燈光影響，褐殼蛋雞常在雞舍便暗前4小時左右開始蛋殼的沉積，而白殼蛋雞常在周圍都變暗後才開始。由上述可知，蛋殼沉積通常發生在夜間沒有光線時，母雞常會在下午有光線時增加採食，但這些飼料在6小時內便會通過消化道，無法在蛋殼腺形成蛋殼的全部時間提供足夠的鈣，為了避免這樣的情形發生，給予大顆粒的鈣(如牡蠣殼或大顆粒的石灰石)可以被貯存在胗中，供夜間緩慢的釋放鈣。另一個方式是提供午夜餵飼—在半夜時開燈一小時，使母雞進食，由飲食中補充鈣質。這些方式將在本文後面討論。

由於蛋殼大部分的礦物質沉積都是在夜間進行，當飼料中的鈣不足以提供蛋殼腺所需時，髓骨可以用來做為緩衝，提供鈣的需要。髓骨在兩個時間點提供需要的鈣，一為蛋殼沉積時期(發生於夜間時段)，另外便是再沉積時期(即下文所提到產蛋前蛋殼的沉積)。

雖然母雞可以直接提取骨骼中儲備的礦物質來彌補短暫的鈣缺乏，但由飲食中攝取(如在夜間採食)比例較高而非由髓骨中提取鈣質時，蛋殼品質較佳。因此，適當的母雞管理(確保新母雞性成熟時已達到足夠體重並有足夠的營養貯藏量)及營養計畫，是確保所生產的雞蛋有良好蛋殼品質的關鍵。

### 造成蛋殼品質下降的因素

由於母雞年齡增加，雞蛋內殼體積變大，但母雞可沉積成為外殼的材料不會因為雞蛋大小增加而增加，因此蛋殼品質下降的問題更為頻繁。但當母雞生產週期到達尾聲時，藉由適當的管理來控制蛋殼品質是可行的。生產者在提高最大的產量時同時會提高蛋殼品質問題的敏感性，因此母雞的營養管理是非常重要的。

在高溫的氣候下，兩個原因會造成蛋殼品質下降。第一，高溫會減少雞隻的採食量，進而減少攝入了形成蛋時所需要的鈣和其他營養物質，因此建議生產者可增加飼糧中營養濃度，或在每日較涼爽的時段餵食(包括午夜時供餐)，確保提供涼爽的飲用水，另外，雞舍溫度高時會因為雞隻喘息(蒸發冷卻)，降低血液中 $\text{CO}_2$ 的濃度，可能會導致呼吸性鹼中毒和碳酸根離子的流失，限制構成蛋殼的 $\text{CaCO}_3$ 的形成，造成蛋殼品質下降(Balnave et al., 1989)。研究指出，在環境溫度增加時補充碳酸氫鈉可能是有益(Altan et al., 2000)。將飼糧中30-35%  $\text{NaCl}$ 更換為碳酸氫鈉有助於減緩高溫對蛋殼品質的影響。

飼糧中的氯會降低蛋殼品質，飼糧中電解質平衡( $\text{Na}+\text{K}-\text{Cl}$ )保持在250毫克當量(mEq)時可以解決這個問題。此外，若雞隻飲水中添加食鹽，則應減少飼糧中的 $\text{NaCl}$ 濃度，因為高濃度的 $\text{NaCl}$ 會干擾蛋殼的形成(Balnave et al. 1989)。試驗結果顯示，飲水中食鹽濃度高於250mg/L時會降低蛋殼品質，並增加外殼缺陷。值得注意的是，飲水中的食鹽造成的影響似乎大於由飼糧中攝取過多食鹽。然而，調控電解質的水平是很重要的，可確保再不減少氯化物的情形下，降低高溫對蛋殼品質的影響。

### 維持蛋殼品質的方式

飼糧中含有正常的鈣濃度是生產高品質蛋殼所不可或缺的因素，飲食中缺乏鈣會造成骨骼中鈣質的消耗，導致骨質疏鬆症(籠養蛋雞疲勞症)。突然或嚴重的鈣質缺乏會造成明顯的問題，短時間內可看到蛋殼品質下降，長時間下來會造成骨骼脆弱的問題。鈣缺乏時的解決重點之一是不補充過量的鈣，雖然腸道可以調節鈣的吸收，但長時間給予過量的鈣濃度會削弱這個機制。血液中的鈣過量時必須以 $\text{Ca-P}$ 複合物的形式由腎臟排出，當血液中鈣的濃度過高時，骨質中的磷可能被提取以幫助鈣的排除，因此，高鈣飼糧可能造成和磷的代謝有關的骨骼疾病。