

营养对肉种鸡蛋壳质量的重要性

陈汉生 高级家禽营养专家

介绍

孵化率差意味着对肉种鸡生产的收入和利润造成很大的损失。蛋壳质量差以及种蛋污染通常是造成该问题的主要原因。因此，了解影响蛋壳质量的因素与如何提高合格种蛋数量以及因蛋壳质量差而造成的出雏损失非常重要。

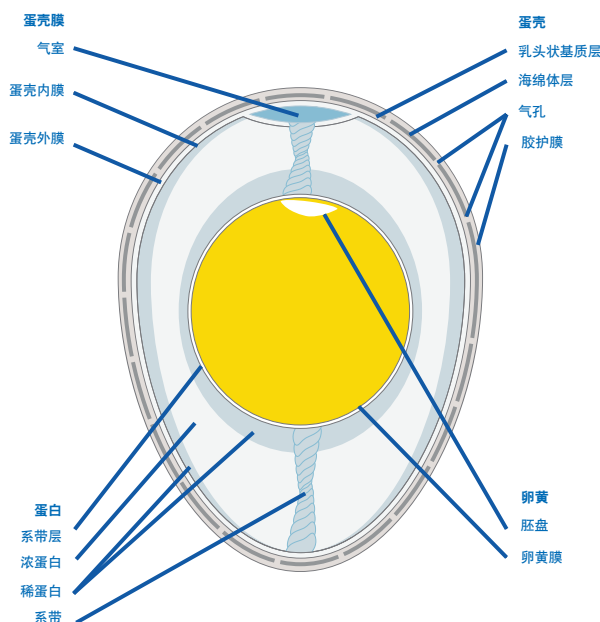
关于蛋壳：我们了解什么？

蛋壳具有保护和支持蛋的内部软组织结构。它对空气和水具有半通透性的特点并能有助于防止细菌污染。蛋壳干物质含有超过94-95% 的碳酸钙，每个鸡蛋的蛋壳重量大约是5.5-6克。质量较好的肉种鸡蛋的蛋壳壳含有2.0-2.2克结晶形式的碳酸钙。正常的蛋壳含有0.3%的磷和0.3%的镁以及微量的钠，钾，锌，锰，铁和铜。蛋壳干物质中其它剩余物质是与钙结合物形式的有机物质，它是在蛋壳形成过程中的组织结构，对于蛋壳的强度具有非常重要的作用。蛋壳的强度会进一步受到蛋的大小，形状以及蛋壳厚度等与蛋壳质量相关因素的影响。

胶护膜

蛋壳最外面的部分是胶护膜（图1）。胶护膜是一种非钙化、比较薄、由糖蛋白构成的不溶于水的保护层。它能阻止水分渗透进入蛋壳，并且封闭蛋壳上的气孔防止灰尘和细菌进入蛋的内部，但是它又扮演着种蛋在孵化过程中水分和气体交换的角色，防止胚胎脱水。

图1：受精种蛋刚产出时的内部结构。



鸡蛋刚产出时，胶护膜还没有完全形成；前2-3分钟在显微镜下观察仍呈湿润的状态，外表看起来是开放的，海绵状结构。胶护膜成熟后变成质地较硬，表面光滑的状态。在胶护膜未成熟之前，它阻止不了细菌从蛋壳气孔进入鸡蛋内部。如果鸡蛋产在表面较脏的物体上，细菌就很容易通过蛋壳进入从而污染鸡蛋内部并对胚胎发育造成负面影响。

破裂蛋

当外部力量超过蛋壳强度时，就很容易造成蛋壳破裂。破裂蛋可能是完全破裂（蛋壳和蛋壳膜都破裂）或不完全破裂（仅蛋壳破裂，蛋壳膜完整）。由于会造成严重的失水和细菌污染，完全破裂的蛋不能入孵。但是不完全破裂的裂纹蛋由于肉眼无法正确辨别而无意地被送到孵化厂进行孵化。

也存在与蛋壳畸形相关但并未造成破裂的蛋壳外部质量问题。这些质量问题包括蛋壳表面粗糙，畸形蛋，皱褶蛋，软壳蛋，蛋壳有污点或者较脏的地面蛋。尽管这些问题发生的比例与蛋壳强度相关所造成的问题要少，但是这些问题还是会增加鸡蛋污染及降低孵化率的风险。

蛋壳质量差的问题

Barnett (2004) 实施了一项研究，对比了裂纹蛋和正常蛋的孵化以及胚胎的生长发育情况。研究发现裂纹蛋的受精蛋孵化率明显低，种蛋失水率高以及胚胎死亡率也高。

另一项研究采用测定蛋的比重以确定蛋壳厚度，Roque和Soares (1994) 研究发现蛋壳较厚（比重1.080）能提高孵化率，降低胚胎中期与后期死亡率。

什么原因影响蛋壳质量？

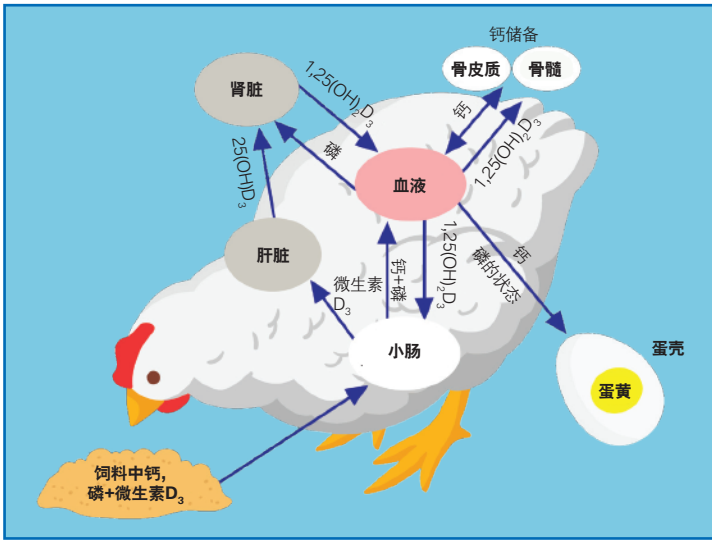
营养和非营养因素都能影响肉种鸡的蛋壳质量。包括：

1. 鸡蛋在蛋壳腺中形成蛋壳所停留的时间。
2. 蛋壳腺中钙的沉积速度。
3. 蛋在一天中产出的时间。
4. 母鸡的周龄，随着母鸡周龄及蛋重的增加，蛋壳厚度逐渐变差。
5. 传染源/疾病和污染（如传支，降蛋综合症，新城疫，霉型体，T-2/HT-2 霉菌毒素，磺胺类，有机氯杀虫剂）。
6. 营养缺乏和过剩。
7. 饮水中盐的含量。
8. 饲喂时间。
9. 其它 – 如遗传，鸡舍与生产系统，环境（温度，光照，饮水及其水质），常规应激，管理措施（鸡群均匀度，种蛋处理等）。

最佳营养的重要性

由于蛋壳的主要成分是碳酸钙，通常都认为钙是影响蛋壳质量的唯一影响因素。但是，磷和维生素D3（图2）以及其它微量矿物元素都会影响蛋壳质量。肠道健康状态及肾脏功能对于钙的吸收与维生素D3的活性起着重要的作用。

图2: 母鸡体内钙和磷的生化路径。



钙，肉用种母鸡需要适当含量的钙（4.9-5.1克/只/天）以形成蛋壳。适当的钙源和提供时间对于防止一些问题的发生很重要，包括：

- 1 钙抽搐症
- 2 骨架异常
- 3 蛋壳质量差（蛋壳薄，软壳蛋，破裂蛋）

另外，排卵异常，早期产蛋持续性差，产蛋下降或停顿（特别是大体重，成熟早的母鸡）等问题也有可能发生。对于限制饲喂的肉种鸡，钙的摄入量会受到实际饲喂量的变化而变化。当制定日粮中的钙水平时，必须要考虑钙的来源及颗粒大小（贝壳粒或石粒）。为了避免因钙缺乏造成钙化不足或钙过多造成其它重要的矿物元素如磷，镁，锰及锌的利用不足而对蛋壳质量造成负面影响，钙的平衡非常重要。由于产蛋料中钙的含量较高，以及饲料容重的影响，会造成饲料分层的倾向，从而影响饲料中钙含量的化验分析结果。因此，为了达到饲料配方和成品饲料中钙含量的高度准确性，确保适当的饲料混合时间非常重要。

磷在蛋壳中含量较低，但是对于母鸡髓骨的补充非常重要。饲料中必须有足够的磷与钙一起吸收储存于骨骼基质中。但是，每天摄入足够的“有效磷”（从产蛋高峰到淘汰提供500-585毫克/天/只）对于最佳的蛋壳质量非常关键。热应激条件下磷的需求可能有所变化，避免低磷血症非常重要。相反，有效磷含量过高（非植酸磷）也会有负面影响。研究人员Ekmay和Coon(2011)的研究表明降低非植酸磷能提高蛋的比重。他们也发现即便非植酸磷摄入量处于最低水平时（0.2%），产蛋率仍能得到保持。根据这一研究结果，肉种鸡饲料中有效磷的含量应该控制在≤0.35%，特别是35周龄以后的鸡群。

维生素D3，是很重要的一个维生素，参与了钙在肝脏和肾脏的代谢，对蛋壳质量有重要的影响。钙的正常吸收需要维生素D3。饲料中维生素D3含量不恰当会很快诱发钙缺乏及蛋壳重量下降，造成蛋壳薄而易碎。为了使产蛋率，蛋壳质量和孵化率不受影响，肉种鸡饲料中维生素D3最低的建议水平是3500国际单位/公斤。鸡群发病影响到肝脏和肾脏功能的完整性时，有些商品化的维生素D代谢物被证明能增加钙在鸡体内的滞留时间并提高蛋壳质量。

微量矿物元素如锰，铜和锌对蛋壳质量也非常重要。育种公司对于这些营养物质的建议水平应该能满足对蛋壳质量的需求。应采用可靠的，含量明确的矿物来源。如能提供部分有机形式的这类矿物质会有益于提高蛋壳质量 (Stefanello 2014)。

电解质会影响到酸碱平衡 (钠+钾+氯)；这称作电解质平衡并且是影响蛋壳形成的主要代谢因素之一 (Mongin 1978)。为了确保最佳的蛋壳质量，正常条件下，确保饲料中电解质平衡值达到200mEq/公斤。热应激状态下，通常鸡群会产薄壳、蛋壳较脆的蛋，这是因为鸡群喘气 (换气过度) 造成血液酸碱不平衡的结果。换气过度造成血液中二氧化碳气体过度丢失。较低的二氧化碳造成血液的PH 值上升或变成更加碱性。较高的血液PH 值减少了形成蛋壳所需的钙离子和碳酸 (CO₃) 输送到子宫的数量。此时增加饲料中的钙水平并不能纠正这一问题。但是，比较实际的做法是用碳酸氢钠代替饲料中的部分盐 (30-35%)，并提高钾的水平使饲料的电解质平衡值高于200mEq/公斤，有利于增加蛋壳强度。有证据表明，在较长时间热应激条件下，肉种鸡饲料中额外增加维生素C 和E(分别增加200毫克/公斤和250毫克/公斤)能明显提高蛋的比重和蛋壳厚度。

含盐量高的饮用水，即饮水中钠和氯的含量高能抑制蛋壳腺粘液中碳酸酐酶的活性，限制了蛋壳腺内腔中提供的碳酸氢盐离子 (和钙离子) 以形成碳酸钙 (Chen 和Balnave 2001)。相比于商品蛋鸡，肉种鸡在这方面的研究很少。大龄肉种鸡 (大于40周龄) 对于含盐量高的饮水更加敏感，对于高盐造成负面影响的恢复能力也较差。这时通过降低饲料中的盐所产生的抵消作用有限，因此如果饮水中含盐量较高，最佳解决办法是脱盐处理 (逆向渗透)，避免饮水中盐的含量超过500ppm。

饲喂时间会影响蛋壳质量。肉种鸡一般早上饲喂。但是这和蛋壳形成的时间不吻合。蛋壳钙沉积的高峰时间是在晚上。由于蛋壳钙化时消化道内钙的数量比较有限，因此会动用大量骨骼系统中的钙以形成蛋壳。研究结果表明动用骨骼中的钙越多，蛋壳质量就越差 (Leeson and Summers, 2000)。

Farmer (1983) 的研究发现，与早上饲喂相比，肉种鸡在下午早些时候进行饲喂，蛋壳质量更好。这是因为在蛋壳钙化过程中消化道内含有更多可利用的钙。在实际生产中，下午饲喂也许并不可行，但是对于蛋壳质量有问题的鸡场是值得考虑的。由于大周龄鸡群从消化道中吸收钙以及骨骼再吸收钙的能力会随着鸡群周龄增长而下降，所以下午饲喂特别对于大周龄鸡群应该是可以应用的。

钙源颗粒大小是另一个选择方法，可以在晚上补充饲喂大颗粒石粒 (2-4毫米) 或贝壳粒。粗颗粒的钙能在肌胃中存留较长时间，减缓钙的溶解性，有助于延长钙在饲料中的吸收能持续到晚上这段时间。可以在下午早些时候饲喂于料槽内或在垫料中，通过增加单位表面积的蛋壳重量与蛋壳成分，提高大周龄鸡群的蛋壳质量。

很多研究结果表明提供粗颗粒的钙源有利于提高蛋壳质量，特别对大周龄种鸡群。Reis (1995)对商业化肉种鸡群中补充粗颗粒石粒对蛋壳质量及其孵化结果进行过调查分析。通过对肉种鸡早上08:00饲喂含3.1%钙的常规种鸡料和在此基础上每天下午额外补充饲喂2克/只/天粗颗粒石粒的钙比较发现能明显提高蛋的比重，而且孵化期间的失水率并没有变化。补充饲喂粗颗粒石粒对于孵化率和雏鸡活力也有很大的提高。孵化率和雏鸡活力的提高主要源于种蛋污染的减少。可能的原因是较厚的蛋壳降低了细菌的穿透能力。

蛋重管理

种母鸡产的蛋重大是因为周龄和体重的增长；但是由于蛋壳重量不会同比例增加而使蛋壳逐渐变薄。同时，种母鸡从肠道中吸收钙的能力逐渐下降。因此老龄鸡群有较大的概率受到蛋壳质量和孵化率下降问题。管理好蛋重是控制老龄鸡群蛋壳质量问题的方法之一。这可以通过随着鸡群周龄的增长逐渐降低粗蛋白与氨基酸的3阶段饲喂程序来实现这一目标（表1）。这将有利于控制体重，实现蛋重控制目标，改进产蛋持续性，提高受精率和孵化率。

表1：安伟捷公司对罗斯父母代肉种鸡3阶段饲喂的营养建议。

饲料营养成分	产蛋#1料 (5%-35周龄)	产蛋#2料 (35-50周龄)	产蛋#3料 (>50周龄)
代谢能 (大卡/公斤)	2800	2800	2800
粗蛋白 (%)	15.0	14.0	13.0
可消化赖氨酸 (%)	0.60	0.56	0.52
可消化蛋+胱 (%)	0.59	0.57	0.54
钙 (%)	3.00	3.20	3.40
有效磷 (%)	0.35	0.33	0.32
钠 (%)	0.18-0.23	0.18-0.23	0.18-0.23
氯 (%)	0.18-0.23	0.18-0.23	0.18-0.23
钾 (%)	0.60-0.90	0.60-0.90	0.60-0.90
锰 (%)	120	120	120
锌 (毫克/公斤)	110	110	110
铜 (毫克/公斤)	10	10	10
维生素D3 (国际单位/公斤)	3,500	3,500	3,500

总结

肉种鸡蛋壳薄和种蛋污染对孵化率有很大的影响。良好的生物安全和饲养管理措施对于预防疾病与确保鸡群良好的环境是非常必要的。为了确保较好的孵化率，执行适当的种蛋处理方法及孵化厂有效的质量控制程序非常重要。

为了控制体重和蛋重达到种鸡生产性能标准以及获得满意的蛋壳质量，适当的营养和饲喂程序非常关键。为了使钙，磷，维生素D3 和一些重要的微量矿物元素的水平达到最佳，种鸡饲料应该按照育种公司建议的营养成分水平制定饲料配方。组合使用维生素D3和25羟基D3代谢物以及有机微量元素是值得考虑的。

如果种鸡的蛋壳质量问题反复出现 – 检查饮水中的盐分（氯化钠），补充粗颗粒石粒，并考虑在下午晚些时候饲喂。如果热应激持续时间比较长，除了额外添加维生素E和C以外，建议用碳酸氢钠代替饲料中的部分盐以便达到适当的饲料电解质平衡。