

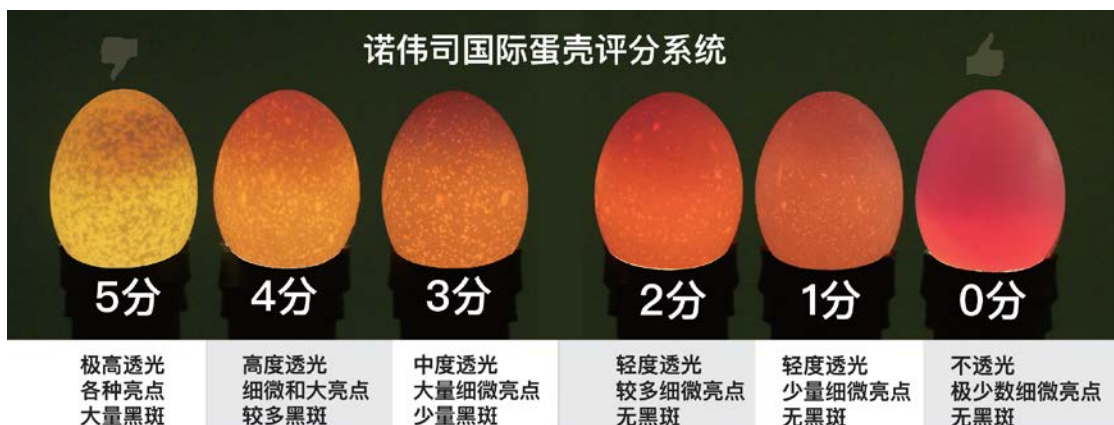
# 再谈水印蛋和蛋壳品质

科英威动物营养 孙得发博士

水印蛋似乎成为我国蛋鸡养殖业最为普遍的蛋壳品质问题，根据科英威动物营养和诺伟司之前的市场调研发现，市场上在售鸡蛋中水印蛋的发生率在 30%-60%之间，这种现象在夏季尤为突出。由于我国的消费者对蛋壳的质量非常在意，导致水印蛋严重的鸡蛋很难销售，如果已经被喷码的品牌鸡蛋出现水印，将会直接影响品牌形象，导致商超退货和经济损失。这种现象在粉壳鸡蛋和白壳鸡蛋中尤为突出，褐壳鸡蛋同样有这样的问題，但是蛋壳颜色较深，消费者并不容易发现。如何降低水印蛋的发生率是摆在行业面前的一个难题，作者在 10 年前就开始研究水印蛋，并制定了我国第一个水印蛋评分标准。经过这 10 年的继续探索，对水印蛋发生机制有了更加深刻的认识。本文从水印蛋的发生的规律，水印蛋的种类，水印蛋形成的机制等多方面探讨降低水印蛋产生的营养和管理方法。

## 1 什么是水印蛋？

各种文献对水印蛋的定义不同，英文中部分人把水印蛋叫做 Windows egg，就是描述蛋壳上像有透光的小窗户。部分区域把水印蛋叫黑斑蛋，这个容易和蛋壳上有色素黑斑的鸡蛋混淆。Wang et,al(2019)把水印蛋叫 translucent eggs，翻译成中文的意思是“透光蛋”。这些叫法并无对错，只是对水印蛋不同方面的描述。从本质上看，水印蛋是因为蛋壳内侧局部（点状或者片状）致密度降低，蛋壳内部分水分或者蛋壳外部水分（高湿环境）渗入这些松散的蛋壳结构，形成的从视觉上可以看到的黑斑。实质上是因为这部分蛋壳的导光性能增加，如同一块半透明的石头，浸水后透光性增加一样的原理。水印蛋的发生率是应该把鸡蛋存放 3 天以上观察，刚产 1 天的蛋，蛋壳内的水分并没有渗透到蛋壳内，不因看到透光的斑点。诺伟司国际（现科英威动物营养）早在 2016 年就制定了水印蛋的打分标准，帮助客户较为准确的评估水印蛋的发生率。如图所示，3 分以上的鸡蛋几乎都会产生水印。



## 2 水印蛋的发生规律

2.1 出现水印蛋的时间：鸡蛋刚产下来 3-6 个小时的鸡蛋很少看到水印，即使用强光照射似乎也很少看到水印，除了个别蛋壳缺陷严重的鸡蛋，产蛋后立刻可以看到。但是随着储存时间的延长，水印蛋的比例就会上升，因为蛋壳内的水分，或者蛋壳外的水分逐渐渗入致密度较低的蛋壳内，透光性增加。因此如果蛋壳有水印蛋问题，随着储存时间的延长，问题尤为凸显。所以很多客户反映，鸡蛋到市场上发现有水印蛋。实际上是这个鸡蛋本身就有蛋壳致密度问题，只是表观问题的出现要延迟。很多品牌蛋企业设立了光栅筛选设备筛选鸡蛋。在实际生产中，可以较准确的筛选破蛋，裂纹蛋，蛋壳缺陷严重的鸡蛋，但是很难通过光栅筛选掉水印蛋。因为鸡蛋刚生产出来很难看到水印。因此笔者建议，把鸡蛋储存 3 天（72 小时）的水印蛋发生率作为一个基本标准，以免大家混淆。

2.2 水印蛋发生的季节：在实际生产中，所有季节都会有水印蛋问题的发生，只是发生的比例不同。温度较低的冬季和春节，水印蛋的发生率较低，一般在 10-25%左右，而夏季是水印蛋的高发季节，发生率在 40-60%，有的养殖场可以达到 90%。

2.3 水印蛋发生的日龄：刚开产的蛋鸡出现水印蛋的概率较低，但是随着日龄的增加，水印蛋的发生率也会增加，300-350 天以后，蛋鸡的蛋壳质量问题逐渐突出，水印蛋的发生率也大幅度提高。在实际生产中，我们发现 200 日龄左右的蛋鸡也出现大量水印蛋（40-50%）。

## 3 导致水印蛋的因素

水印蛋是蛋壳品质的表观现象，是蛋壳在形成过程中，局部的致密度低于正常值导致的，因此任何能够影响蛋壳致密度的因素都可能导致水印蛋的发生。其中涵盖了品种与遗传、营养因素、输卵管健康因素、环境和管理因素等。以下从这几个方面做一分析。

3.1 品种和遗传因素：无论褐壳蛋、粉壳蛋和白壳蛋，都有水印蛋的发生。没有人专门研究品种和遗传因素对水印蛋发生率的影响，但是通过几年对不同地区水印蛋发生率的客户投诉处理，发现粉壳鸡蛋的水印蛋发生率较高，当然这与粉壳蛋和白壳蛋颜色更不容易掩盖水印有关。但是我们关注到，中国内某品种粉壳蛋鸡的水印蛋和蛋壳问题的发生率在湖南、湖北和江西地区较为突出，这是蛋鸡养殖户普遍的观点。

3.2 营养因素：营养因素是导致水印蛋的重要因素，其中合成蛋壳相关的营养素缺乏，如钙、磷、锌、铜、维生素 D<sub>3</sub>等，都会导致水印蛋的发生。在实际配方中，配方师会非常关注钙、磷以及维生素 D<sub>3</sub>，同时也会按照行业或者营养标准提供微量元素营养。但是我们往往忽略了养殖中的特殊变量。本文不面面俱到的分析每个营养素对蛋

壳质量，特别是水印蛋的影响，主要从养殖者容易忽略的两个方面分析。

3.2.1 钙和维生素 D<sub>3</sub>的利用率：夏季采食量下降和钙吸收效率下降问题，蛋鸡产蛋后期微量元素利用率下降和排出量增加导致的微量元素不平衡问题，特别是锌和锰的不平衡问题。在热应激条件下，蛋鸡大量饮水，同时采食量下降 10-15%，这时候肠道内食糜移动速度加快，钙的吸收效率也显著下降。因此帮助蛋鸡在蛋壳形成过程中快速获得钙和维生素 D<sub>3</sub>至关重要。

### 3.2.2 蛋鸡微量元素流失负平衡：

蛋鸡几乎每天产一枚蛋，而蛋鸡每天采食量和获得的微量元素量是在逐渐下降的，以蛋中的锌为例，鸡蛋黄占 30%，蛋白占 58%，蛋壳占 12%，其中蛋黄中锌 38-60mg/kg，蛋白中：锌 0.5 mg/kg 左右，每 100g 蛋壳中还含有 3-4mg 锌，每个 60g 的种鸡蛋中含有 0.8mg-1.1mg 左右的锌（包括蛋壳）。每只鸡每天的饲料摄入量按照 120 克计算，饲料中锌按照 130ppm 计算，每天蛋鸡摄入的锌为 15.6mg。硫酸锌的利用率按照 20%计算（这个已经是很高的利用率了），则每天进入体内的锌为 3.12mg。而每天通过鸡蛋排除的锌在 0.8-1.0mg 左右，也就是说，有近 25%-36%的锌从鸡蛋中排除！这还没有计算维持代谢和通过肠粘膜和粪便排出的锌。因此到了蛋鸡产蛋后期，机体内的锌是不断消耗的。Yuna Ming et al (2016) 的研究表明，蛋鸡从 60 周龄到 72 周龄，胫骨灰分中的锌含量呈线性下降，从开始的 504mg/kg 降低到 377mg/kg（图 2）。胫骨中钙磷的水平也是相同的下降趋势。说明在蛋鸡的产蛋后期，机体矿物元素的摄入和流失出现负平衡。

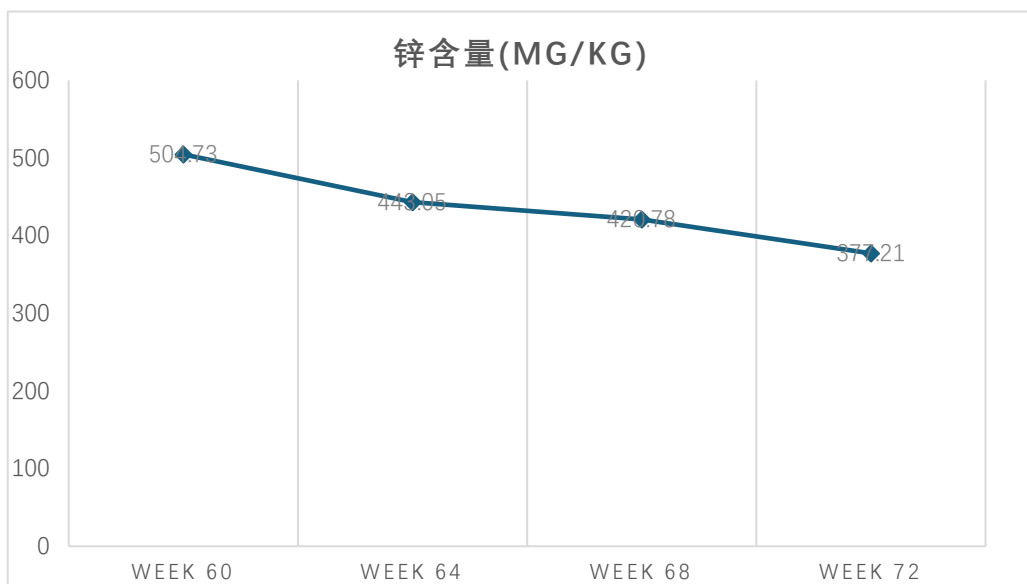


图 2 Yuna Ming et.al Poultry Science 2016

### 3.3 输卵管健康因素：

在水印蛋的投诉中，经常会见到大片的或者条形的水印产生，有些水印大量

出现在蛋壳的顶部位置（见图 3）。这些水印的产生不能单纯从营养缺乏来解释。线状水印是发生在蛋壳腺的中上段，这是蛋壳腺局部的炎症反应导致经过该位点的蛋壳不能获得均匀的碳酸钙沉积。而出现在蛋壳顶端的大量水印则是蛋壳腺末端有炎症反应产生的。该现象并没有科学的研究证明，但是实践中通过添加治疗输卵管炎症的药物可以很快降低这种现象的发生。



图 3 线状水印蛋和顶部水印蛋

#### 3.4 环境因素：

实践中，热应激能够导致严重的水印蛋问题（60-80%），下表（表 1）是江西某大型养殖场水印蛋发生率和温度的关系，从结果可以看出，当环境温度低于 28℃ 以下，水印蛋的发生率急剧下降。而在 30℃ 以上水印蛋发生率急剧上升。

表 1 室内温度和水印蛋发生率

日期	室外温度℃	下午 3-4 点鸡舍平均温度℃	水印蛋发生率 (%)
2023 年 7 月 10 日	37	30.8	47.2
2023 年 7 月 11 日	38	31.2	61.1
2023 年 7 月 12 日	38	31.2	45.0
2023 年 7 月 13 日	39	31.1	52.2
2023 年 7 月 14 日	38	31.3	47.8
2023 年 7 月 15 日	32	27.5	16.7
2023 年 7 月 16 日	33	28.4	26.5
2023 年 7 月 17 日	35	30.2	42.2
2023 年 7 月 18 日	39	32.0	66.2
2023 年 7 月 19 日	30	27.0	23.7
2023 年 7 月 20 日	31	27.5	30.9
2023 年 7 月 21 日	37	30.0	47.7

热应激导致的蛋鸡呼吸性酸中毒降低了蛋壳腺分泌钙和二氧化碳的量，从而导致蛋壳质量问题（见图 4，海兰公司）。因此夏季降低鸡舍温度至关重要，但是由于南方的湿度相对较高，降温水帘在相对湿度高于 80% 的时候，降温效果显著下降。

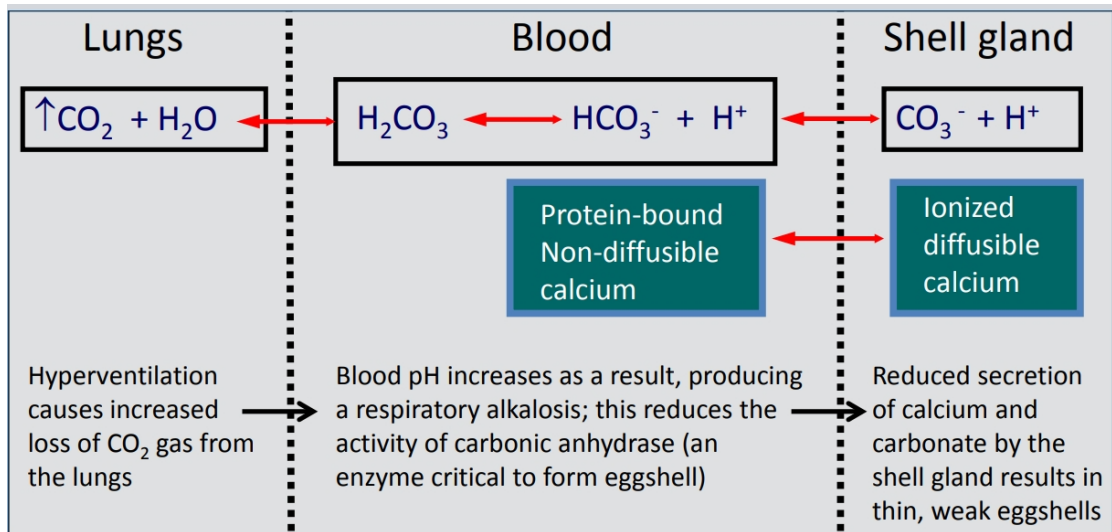


图 4：热应激对蛋壳品质的影响机制

### 3.5 管理因素：

#### 3.5.1 鸡舍的通风和氧气供应：

在生产实践中我们发现，任何导致蛋鸡缺氧或者产生氧化应激的情况都会产生大量的水印蛋。比如，今天出现低气压，或者夏天雨后天晴没有风的天气，第二天会出现大量的水印蛋。关于供氧和水印蛋发生率的关系，并没有专门的研究报道，但是这是普遍的规律。孙得发等（2016）的研究报告表明，在饲料中添加内源性抗氧化剂爱克多，也显著降低了水印蛋的发生率。这可能与蛋鸡体内的氧化应激有关。蛋鸡感染呼吸道疾病后，蛋壳的质量也会明显下降，这和蛋鸡机体缺氧也有关。现代蛋鸡养殖的密度越来越大，通风和供氧至关重要，需要保证鸡舍内 19.6% 以上的氧气浓度，同时需要控制二氧化碳和氨气浓度在 3000ppm 和 25ppm 以下。当氨气浓度过高时，蛋鸡的氧交换能力下降，也会导致缺氧和蛋壳质量问题。

3.5.2 鸡舍温度调控：在南方地区，夏季的鸡舍温度调控是一个大问题，高温和高湿的环境不利于降温水帘发挥作用，鸡舍的温度可能升高到 32°C 以上，这极不利于蛋鸡的生产性能和蛋壳质量。如表 1 所示，当温度高于 30°C 以上，水印蛋的发生率直线上升。南方地区鸡舍在设计中必须要考虑很好的隔热措施。为了鸡舍美观，有不少蛋鸡舍外墙和顶部是黑色或者褐色，这只会增加蛋鸡舍的热辐射。

3.5.3 水温管理：夏季鸡舍水线的水温可以上升到 35°C，甚至 40°C，这只会加剧蛋鸡的热应激。鸡舍的饮水温度似乎是个小事情，并没有引起管理者的重视。

## 4 降低水印蛋的技术措施

4.1 改善养殖环境：确保鸡舍充足通风，确保氧气供应大于 19.6%，对确保蛋壳质量至关重要。夏季鸡舍温度应该维持在 28℃ 以下，南方地区需要通过水帘降温、遮阳等方式降低鸡舍温度，鸡舍外墙应该用白色墙体和顶棚，建议蛋鸡舍外墙刷隔热涂料，隔热涂料可以降低室内温度 2-3 度，可以大大缓解蛋鸡的热应激。由于南方地区夏季水温非常高，蛋鸡养殖户应该注意饮水温度管理，可以通过在水箱中加入冰块等措施，有利于降低蛋鸡的热应激。

#### 4.2 提高微量元素利用率：

蛋鸡产蛋后期机体微量元素流失严重，特别是 300 日龄以后的蛋鸡。随之蛋壳品质也开始下降，破蛋率和水印蛋率都逐渐升高。提高微量元素的利用率，可以显著提高蛋鸡碳酸酐酶的活性，从而提高蛋壳质量。诺伟司&科英威针对水印蛋研发的螯合微量元素复合包旦品好（EQP）显著降低了规模蛋鸡场水印蛋的发生率（见表 2）。

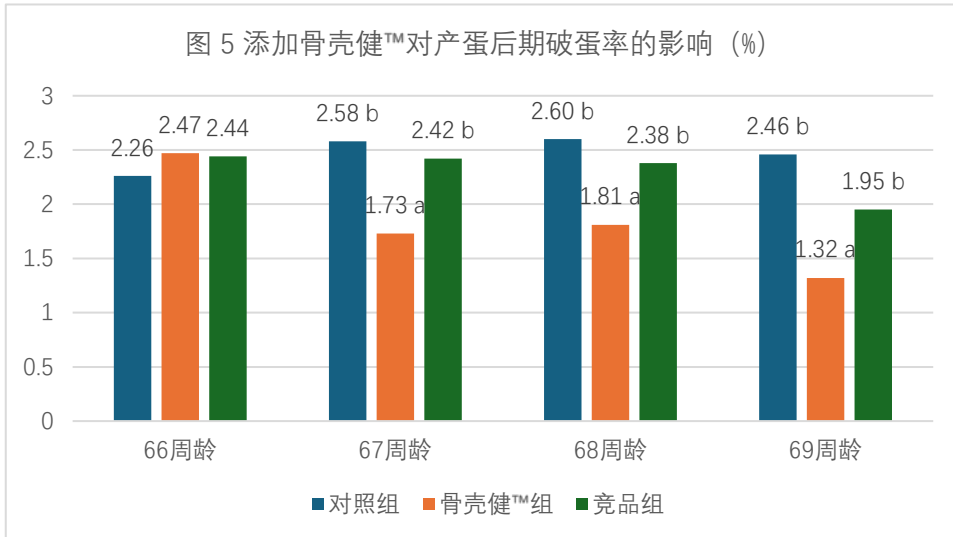
表 2 不同微量元素复合包对水印蛋发生率的影响研究

Treatment	鸡蛋数量	评分总值				
	eggs	0 <sup>th</sup> d	7 <sup>th</sup> d	14 <sup>th</sup> d	21 <sup>st</sup> d	28 <sup>th</sup> d
对照组	540	316	313	311	312	317
EQP 组	540	320	289	270	252	260
A 产品	540	311	304	291	287	300
B 产品	540	308	305	299	287	303

\*打分标准按照诺伟司蛋壳评分标准

#### 4.3 提高蛋壳形成期血钙浓度

蛋壳形成大约需要 12-14 小时，这需要蛋鸡在短时间获取和动员大量的钙。其中蛋壳形成中大约有 1g 钙来自于胫骨，剩余的需要通过日粮补充。蛋鸡在上午产蛋后，第二枚蛋的蛋壳开始逐渐形成，到凌晨 4 点左右蛋壳才完全形成。在蛋鸡产蛋后，第二枚蛋壳快速形成，这段时间需要大量的、稳定的血钙水平，但是在夏季热应激状态下，蛋鸡下午的采食量很低，摄入的钙量相对较低，但是此时的饮水量相对较大。因此在下午通过饮水补充有机钙是解决夏季蛋壳质量的捷径。科英威动物营养研发的水溶性有机钙产品骨壳健™在下午饮水中使用可以显著降低破蛋率和水印蛋的发生。



通过对老龄蛋鸡的饮水补钙试验发现，骨壳健™可以快速改善蛋壳质量，一般在添加后第二天就可以明显看到效果。说明饮水补充有机酸钙是非常确切的快速补充蛋鸡血钙的方法。

### 小结：

水印蛋是现代蛋鸡养殖业中最为常见的蛋壳质量问题，导致水印蛋的因素很多，但是核心是钙在蛋壳上的沉积效率和均匀度。其中养殖过程中的通风和温度管理至关重要。蛋鸡微量元素，特别是锌的缺乏会导致碳酸酐酶活性下降，从而导致水印蛋的发生，实践中可以通过在饲料中添加有机微量元素来解决。蛋壳形成期的钙吸收和利用对蛋壳品质有显著影响，在蛋壳形成的关键时期补充有机钙，或者用有机钙饮水可以快速提高蛋壳质量，减少水印蛋的发生。

文献略