

Study on the mechanism and comprehensive prevention and control technology of calcium deficiency in laying hens

Peng Wang¹ Yong Zhang^{1*} Tian Nie¹ Yuhua Yang² Yonggang Ou¹

1. Xiangxi Autonomous Prefecture Animal Husbandry and Aquatic Products Affairs Center, Jishou, Hunan, 416000, China

2. Luxi County Animal Husbandry and Aquatic Products Affairs Center, Luxi, Hunan, 416100, China

Abstract

Calcium is the most abundant mineral element in the body of laying hens, involved in multiple physiological functions such as bone calcification, enzyme activation, and neuromuscular regulation. Calcium deficiency is a high incidence nutritional and metabolic disease in egg laying chicken farming, which is more likely to occur under intensive confinement mode. It often leads to a decline in eggshell quality, a sudden decrease in egg production rate, and in severe cases, can cause limping, fractures, paralysis, and even sudden death, resulting in significant economic losses. This article combines the diagnosis and treatment cases of 53 laying hens to analyze the causes, clinical characteristics, and pathological mechanisms of the disease, and proposes a comprehensive prevention and treatment plan of "nutritional regulation+feeding mode optimization+dynamic monitoring". Empirical research shows that scientific supplementation of calcium and vitamin D3, optimization of calcium phosphorus ratio, and adoption of stocking mode can significantly reduce the incidence rate, which has important guiding significance for improving the quality and efficiency of layer breeding [1].

Keywords

laying hens; calcium deficiency; nutritional metabolism; comprehensive prevention and control

蛋鸡钙缺乏症的发生机制与综合防治技术研究

王鹏¹ 张勇^{1*} 聂甜¹ 杨玉华² 欧勇刚¹

1. 湘西州畜牧水产事务中心, 中国·湖南 吉首 416000

2. 泸溪县畜牧水产事务中心, 中国·湖南 泸溪 416100

摘要

钙是蛋鸡体内含量最丰富的矿物元素, 参与骨骼钙化、酶激活、神经肌肉调节等多项生理功能。钙缺乏症是蛋鸡养殖高发营养代谢病, 集约化圈养模式下更易发生, 常导致蛋壳质量下降、产蛋率骤减, 严重时引发跛行、骨折、瘫痪甚至猝死, 造成重大经济损失。本文结合 53 只蛋鸡群诊治案例, 分析该病发生原因、临床特征与病理机制, 提出“营养调控+饲养模式优化+动态监测”综合防治方案。实证研究表明, 科学补充钙与维生素D3、优化钙磷比例、采用放养模式, 可显著降低发病率, 对蛋鸡养殖提质增效具有重要指导意义^[1]。

关键词

蛋鸡; 钙缺乏症; 营养代谢; 综合防治

1 引言

我国蛋鸡存栏量常年 12 亿~13 亿只, 鸡蛋人均消费量为世界平均水平 1.7 倍, 蛋鸡养殖业是畜牧产业重要支柱。但规模化、集约化养殖中, 营养失衡引发的代谢病突出, 钙缺乏症因高发病率、隐蔽性和危害性, 成为制约蛋鸡

生产性能的关键因素。我国中小型蛋鸡养殖场该病发病率约 15%~30%, 高发地区超 40%, 导致产蛋周期缩短 3~5 个月、死淘率增加 10%~20%。该病由生理特性、营养供给、饲养管理、环境应激等多因素共同引发, 本文通过典型病例研究, 剖析发病机制、构建防治体系, 为养殖业健康发展提供技术支撑。

2 病例基本情况

2023 年初, 某养殖户购入 53 只海兰褐雏鸡, 采用 15 m² 室内圈养 (密度 3.5 只/m²), 无自然光照、每日照明 8~10 小时, 通风差且氨气浓度超标 (0.08%); 雏鸡 1 月龄

【作者简介】王鹏 (1986-), 男, 中国湖南张家界人, 硕士, 畜牧师, 从事畜牧兽医研究。

【通信作者】张勇 (1973-), 男, 中国湖南吉首人, 本科, 畜牧师, 从事畜牧兽医研究。

后改喂自配日粮(玉米60%+麦麸25%+豆粕10%+杂粕5%),未添加矿物质及多维预混料。鸡群8月龄开产(初始产蛋率35%后升至60%),开产2周后出现精神萎靡、产蛋率停滞,1个月后薄壳蛋、软壳蛋增多(破蛋率12%),后续蛋鸡跛行、瘫痪,经抗生素等治疗无效,最终存活5只、死亡48只(发病率100%、病死率90.57%)。排除传染性疾病后,确诊为严重钙缺乏症(日粮钙仅0.8%、缺维生素D3、环境应激)。采取综合干预:日粮添加2%颗粒贝壳粉+1%石粉+200万IU/t维生素D3(连喂2周),转移至500m²户外放养(每日光照≥12小时),优化鸡舍环境(密度降至2只/m²)。干预1周后软壳蛋比例降至3%,2周后跛行消失、产蛋率回升至45%,1个月后稳定在65%;同期全程放养的40只第二批蛋鸡未发病,产蛋率超75%,验证了方案有效性^[2]。

3 临床症状与病理变化

蛋鸡钙缺乏症发病呈渐进性,分三阶段且不同年龄段症状有别,同时伴随特征性病理变化:临床症状上,早期(营养储备耗竭期)症状隐蔽,表现为精神、食欲略降,产蛋率停滞,蛋壳厚度<0.3mm、破蛋率超3%,部分蛋鸡易惊,持续1~2周;中期(钙代谢紊乱期)血钙降至正常(2.5~3.0mmol/L)70%以下,产蛋率降幅超30%,软壳蛋/无壳蛋比例超20%,蛋鸡跛行、喙趾变软,胃肠功能紊乱;后期(器官功能衰竭期)骨质疏松易骨折,蛋鸡瘫痪、食欲废绝、产蛋停止,病死率超80%;雏鸡钙缺乏引发佝偻病,生长缓慢、腿骨弯曲,育成鸡骨骼发育不良、开产延迟,产蛋初期即有蛋壳质量问题。病理变化方面,骨骼系统可见胸骨呈“S”状弯曲,肋骨与肋软骨交界处形成串珠状结节,股骨、胫骨质地脆弱易折断,骨髓腔扩大、骨密质变薄,骨骼断面干燥无光泽且易变形;内脏器官表现为心脏扩张、心肌变薄、心外膜有出血点,肝脏肿大发黄、质地变脆,肾脏肿大且表面有白色尿酸盐沉积、肾小管扩张可见钙盐结晶,输卵管黏膜充血水肿、壳腺部萎缩;其他变化包括血液黏稠度降低,血清钙含量显著下降(实测值1.6mmol/L)、磷含量正常或偏高、钙磷比例失衡(1.5:1),骨骼中钙含量降至18%以下(正常28%~32%)。

4 发病原因分析

4.1 生理特性因素

蛋鸡独特的生理特性是导致钙缺乏症高发的根本原因。蛋鸡体内总钙量约20~23g,其中99%以上以羟基磷灰石形式存在于骨骼中,构成钙储备库;1%以混溶钙池形式存在于细胞外液和软组织中,参与生理代谢^[1]。产蛋期蛋鸡每日需向蛋壳输送2.2~2.4g钙,相当于每日更换体内10%的钙储备^[2],若钙摄入不足,机体将快速动用骨钙,长期下去导致骨骼脱钙、骨质疏松。不同产蛋阶段蛋鸡钙需求存在差异:产蛋率低于70%时,日粮钙需求为3.2%~3.5%^[3];产蛋率70%~85%时,钙需求增至3.5%~3.8%;产蛋率高于85%时,钙需求达3.8%~4.0%^[3]。该养殖户日粮钙含量仅0.8%,

远低于最低需求标准,必然导致钙缺乏症爆发。

4.2 日粮营养因素

蛋鸡钙缺乏症由营养供给、饲养管理及应激多因素综合诱发。营养层面,日粮钙供给不足是直接诱因,部分养殖户采用钙含量仅0.1%~0.3%的单一谷实类饲料,或选择吸收效率低的细粉状石粉,导致钙摄入不足;钙磷比例失衡(如病例中1.3:1,远低于理想的4:1~6:1)会使磷过量与钙结合,钙吸收效率下降40%以上,还加重肾脏负担;维生素D3缺乏(室内圈养缺光照、日粮未添加)阻碍钙吸收,维生素A、E、蛋白质(病例仅12%,需求16%~18%)及锌锰等微量元素不足,进一步加剧症状。饲养管理上,笼养/室内圈养限制活动,使骨密度下降、钙储备减弱(较放养鸡低15%~20%)且缺自然光照;光照时间(病例8~10小时,需求14~16小时)、强度(不足20lux,需求30~50lux)不足及光谱单一,影响维生素D3合成;饮水问题也会干扰钙的运输吸收。应激因素方面,环境、营养、生理应激叠加导致皮质醇升高,抑制钙吸收、加速排泄,夏季高温等其他应激则降低采食量,增加发病风险。

5 病理机制

蛋鸡钙缺乏症的病理机制核心是钙代谢紊乱引发多系统损伤,具体如下:

钙代谢受甲状旁腺激素(PTH)、降钙素(CT)和维生素D3调控,正常时血钙用于蛋壳形成与代谢,剩余沉积为骨钙。钙摄入不足会导致血钙下降,PTH分泌增加,动员骨钙释放并促进肾脏重吸收钙以维持平衡。长期缺钙则PTH持续高分泌,骨骼长期脱钙引发骨质疏松,肾脏超负荷重吸收易导致尿酸盐沉积、肾功能损伤;骨钙储备耗尽后血钙急剧下降,引发神经肌肉兴奋性异常、瘫痪甚至心脏骤停。蛋壳形成依赖血钙中钙离子在维生素D3作用下,经输卵管壳腺部钙通道进入壳腺腔,与碳酸根结合形成碳酸钙结晶。钙缺乏时血钙不足,壳腺部钙转运障碍,碳酸钙沉积减少,导致蛋壳薄软;维生素D3缺乏会加剧这一问题,而钙磷比例失衡还会影响蛋壳基质蛋白合成,引发畸形蛋、粗糙蛋。蛋鸡松质骨是主要钙储备场所,产蛋期需持续动员骨钙。长期缺钙会导致骨骼重塑失衡,破骨细胞活性增强、成骨细胞活性减弱,羟基磷灰石结晶减少,骨基质钙化不足,骨质地脆弱易骨折,扁平骨变形还会影响胸腔脏器功能,严重时蛋鸡无法站立采食。此外,钙缺乏会引发多系统损伤:神经系统因神经冲动传导受阻出现易惊、抽搐;肌肉系统因肌肉收缩异常导致无力、痉挛、跛行;消化系统因肠道菌群失衡引发胃肠疾病;免疫系统因肺巨噬细胞功能下降,机体抵抗力减弱,易诱发呼吸道疾病。

6 诊断与鉴别诊断

6.1 临床诊断

根据饲养管理情况、临床症状和病理变化可进行初步诊断:①饲养管理:存在日粮单一、钙源不足、缺乏光照等

问题;②临床症状:出现薄壳蛋、软壳蛋,产蛋率下降,跛行、瘫痪等症状;③病理变化:骨骼脆弱、骨质疏松,血清钙含量低于 2.0mmol/L ^[5]。

6.2 实验室诊断

蛋鸡钙缺乏症的诊断需结合血清生化检测、饲料营养分析和骨骼钙含量测定:采集静脉血检测显示,病鸡血清钙 $< 2.0\text{mmol/L}$ (正常 $2.5\sim 3.0\text{mmol/L}$)、磷 $> 0.5\%$ (正常 $0.3\%\sim 0.4\%$)、钙磷比例 $< 2:1$,碱性磷酸酶活性显著升高(正常 $100\sim 300\text{U/L}$),这与骨骼脱钙激活成骨细胞释放该酶相关;检测日粮发现钙 $< 3.0\%$ 、磷 $> 0.5\%$ 、钙磷比例 $< 3:1$,或每吨饲料维生素D3 < 100 万IU,结合临床症状可辅助确诊;采集股骨或胫骨测定,钙含量 $< 25\%$ (正常 $28\%\sim 32\%$)可进一步确认。同时需与其他疾病鉴别:减蛋综合征由腺病毒引起,产蛋率骤降且有软壳蛋、畸形蛋,但无骨骼症状,血清腺病毒抗体阳性,抗生素治疗无效;传染性支气管炎会导致蛋壳质量下降,同时伴随咳嗽、啰音等呼吸道症状,传播快、发病率高,血清冠状病毒抗体阳性;痛风因蛋白质代谢异常或钙磷比例失衡引发,关节肿胀、肾脏尿酸盐沉积,无蛋壳质量问题,血清尿酸显著升高(正常 $< 400\mu\text{mol/L}$);寄生虫病会导致蛋鸡消瘦、产蛋率下降,但无骨骼症状,粪便检查可见虫卵,驱虫治疗有效。

7 综合防治技术

7.1 营养调控:筑牢钙代谢核心防线

营养调控是防治蛋鸡钙缺乏症的根本,需围绕钙源选择、比例优化、营养素搭配构建科学方案。钙源优选颗粒贝壳粉(粒径 $2\sim 4\text{mm}$)与 80 目筛石粉 $7:3$ 混合使用,贝壳粉释放缓慢可持续供钙,石粉吸收快速能及时提升血钙,必要时可搭配 $5\%\sim 10\%$ 骨粉补充磷元素,且需严格检测重金属残留。钙含量需按产蛋率动态调整:产蛋率 $< 70\%$ 时为 $3.2\%\sim 3.5\%$, $70\%\sim 85\%$ 时为 $3.5\%\sim 3.8\%$, $> 85\%$ 时为 $3.8\%\sim 4.0\%$,每周统计产蛋率,波动超 5% 立即调整。采用“基础补钙+额外补充”模式,下午 $2\sim 4$ 点每 100 只鸡额外投放 1kg 颗粒贝壳粉,此时吸收效率较早上高 27% ,可满足夜间蛋壳形成需求。钙磷比例按产蛋阶段优化为高峰期 $6:1$ 、中期 $5:1$ 、后期 $4:1$,日粮磷含量控制在 $0.3\%\sim 0.4\%$,避免磷过量抑制钙吸收。同时,每吨饲料添加 200 万 ~ 250 万IU维生素D3(高温或光照不足时增至 300 万IU),搭配 50 万IU维生素A、 500g 维生素E及 50g 锌、 80g 锰,保证日粮蛋白质 $16\%\sim 18\%$ 、能量 $11.5\sim 12.0\text{MJ/kg}$,夏季饮水中添加 0.1% 碳酸氢钠,全方位提升钙吸收效率^[4]。

7.2 饲养模式优化:营造适宜生长环境

饲养模式直接影响钙代谢效率,需根据养殖条件灵活选择。有条件的养殖户应推广放养模式,按每只鸡 $10\sim 15\text{m}^2$ 规划开阔向阳场地,设置砂砾堆和清洁饮水槽,蛋鸡可通过觅食昆虫、牧草补充天然钙源和微量元素,自然光照还能促进皮肤合成维生素D3。圈养模式需重点优化环境:光照管理采用“渐增式”方案,每日保证 $14\sim 16$ 小时、 $30\sim 50\text{lux}$

光照,每周用紫外线灯照射 $2\sim 3$ 次(每次 30 分钟);养殖密度控制在 $2\sim 2.5$ 只/ m^2 ,避免拥挤应激;安装通风设备,维持舍内氨气浓度 $< 0.02\%$ 、二氧化碳浓度 $< 0.15\%$,夏季通过湿帘降温将舍温控制在 25°C 以下,防止采食量下降影响钙摄入。

7.3 疾病治疗方案:精准干预缓解病情

发病后需区分群体与个体实施针对性治疗。群体紧急补钙可在日粮中添加 3% 贝壳粉+ 1.5% 石粉,每吨饲料添加 300 万IU维生素D3,连续饲喂 2 周;若磷含量过高,减少麸皮、豆粕等高磷饲料比例,将钙磷比例调整至 $5:1$;饮水中添加 500g/t 维生素C和电解质,连续饮用 1 周缓解应激。个体治疗针对瘫痪、严重跛行蛋鸡,单独饲养并口服碳酸钙片(每只每日 0.5g ,连用 $5\sim 7$ 天),肌肉注射维生素D3注射液(每只 1000IU ,每周 1 次,连用 2 次),提供易消化的高蛋白饲料和清洁饮水,辅助其站立活动,促进骨骼恢复。

7.4 日常监测与预警:防范于未然

建立全周期监测体系是早发现、早干预的关键。生产性能监测需每周统计产蛋率、破蛋率、软壳蛋比例,当破蛋率超 3% 、软壳蛋比例超 5% 时,及时排查钙代谢问题;蛋壳质量监测每 10 天随机抽取 20 枚鸡蛋,测定蛋壳厚度(正常 $0.33\sim 0.38\text{mm}$)和强度(正常 $3.5\sim 4.5\text{kg/cm}^2$),指标持续下降则调整日粮;每日观察蛋鸡精神状态和行走姿势,出现易惊、跛行等症状及时检测血清钙含量。当出现连续 3 天破蛋率上升超 2% 、蛋壳厚度 $< 0.3\text{mm}$ 、蛋鸡易惊或呼吸道疾病反复等预警信号时,立即采取增加钙含量、补充维生素D3、改善环境等干预措施,避免病情扩散。

8 结语

蛋鸡钙缺乏症由生理需求、营养供给、饲养管理等多因素引发,核心是日粮钙不足(如病例中仅 0.8%)与钙磷比例失衡($1.3:1$),室内圈养、缺光照及应激因素加剧病情。研究表明,放养模式可通过自然觅食和光照补充钙与维生素D3,有效预防该病。防治需以营养调控为核心,优选混合钙源、动态调钙量、优化钙磷比例并补维生素D3,分时段补钙;以饲养模式优化为保障,放养优于圈养,圈养需加强光照与环境控制;以动态监测为前提。综上,通过综合措施可有效防控,本研究技术方案对提升养殖效益意义重大,未来可聚焦高效钙源添加剂等方向深入研究。

参考文献

- [1] 杨涛铭.育成期蛋鸡钙、磷动态营养需要研究进展[J].畜牧与兽医,2025,57(11):120-125.
- [2] 王艳.蛋鸡缺钙的临床特征与防治措施[J].中国家禽,2022,44(11):89-92.
- [3] 李建军.产蛋高峰期蛋鸡日粮钙添加比例的动态调整技术[J].家禽科学,2025,37(5):34-38.
- [4] 刘芳.笼养蛋鸡钙缺乏症的预防与治疗[J].河北畜牧兽医,2025,41(2):45-47.