

匡伟, 刘峻池, 嵇宏杰, 等. 不同产蛋阶段蛋鸡肝脏脂肪沉积规律研究 [J]. 畜牧与兽医, 2025, 57 (7): 27-30.

KUANG W, LIU J C, JI H J, et al. The fat deposition pattern of layers at different laying stages [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2025, 57 (7): 27-30.

不同产蛋阶段蛋鸡肝脏脂肪沉积规律研究

匡伟¹, 刘峻池¹, 嵇宏杰², 范重阳³

- 南京市畜牧兽医站, 江苏 南京 210012;
- 南京市畜牧家禽科学研究所, 江苏 南京 210036;
- 南京市江宁区钦武蛋鸡养殖场, 江苏 南京 211163)

摘要: 为探究蛋鸡肝脏脂肪沉积规律, 将 180 只同日龄、体重相近的海兰褐蛋鸡随机分为 3 组, 每组 6 个重复, 每个重复 10 只, 分别饲养至 165 日龄 (产蛋前期)、307 日龄 (产蛋高峰期)、475 日龄 (产蛋后期), 饲养期结束时每组随机挑选 12 只进行肝指数、血清和肝脏的生化指标测定并制作肝脏切片。结果: 不同产蛋阶段蛋鸡的肝指数及肝脏粗脂肪含量无显著差异 ($P>0.05$), 产蛋高峰期蛋鸡血清甘油三酯含量显著高于产蛋前期, 产蛋后期蛋鸡肝脏总胆固醇含量显著高于前期 ($P<0.05$); 肝脏切片显示, 产蛋后期蛋鸡肝脏细胞中存在大块脂肪颗粒, 肝板界限模糊不清。本研究表明, 海兰褐蛋鸡在不同产蛋阶段, 肝脏脂肪随日龄增长而不断沉积。

关键词: 蛋鸡; 产蛋阶段; 脂肪沉积; 肝脏

中图分类号: S831.1 文献标志码: A 文章编号: 0529-5130(2025)07-0027-04

The fat deposition pattern of layers at different laying stages

KUANG Wei¹, LIU Junchi¹, JI Hongjie², FAN Chongyang³

- Nanjing Animal Husbandry and Veterinary Station, Nanjing 210012, China;
- Nanjing Institute of Animal Husbandry and Poultry Science, Nanjing 210036, China;
- Nanjing Jiangning Qinwu Layer Farm, Nanjing 211163, China)

Abstract: In order to investigate the liver fat deposition pattern in layers, 180 Hyline Brown layers of the same age and similar weight were selected and randomly divided into 3 groups, with 6 replicates in each group and 10 hens in each replicate. The 3 groups were raised to 165 (early laying), 307 (peak laying), 475 (late laying) days of age, respectively. The results showed that there were no significant differences in the liver index and ether extract content of the layers at different laying stages ($P>0.05$). The serum triglyceride content in the peak period of laying of the hens was significantly higher than that in the early period, and the liver triglyceride content in the late period of laying was significantly higher than that in the early period ($P<0.05$). In addition, the liver sections showed the presence of large fat particles in the liver cells of the layers at the later stage of laying, and the boundaries of their hepatocyte plate were blurred. The present research indicated that the liver fat of Hyline Brown layers was deposited with increasing age at different laying stages.

Keywords: layers; laying stages; fat deposition; liver

脂肪是重要的营养物质, 在蛋鸡生长发育、生产的全过程中均发挥重要作用, 蛋黄的主要成分也是脂肪, 因此脂肪代谢对蛋鸡的健康和蛋品质至关重要。产蛋鸡易发生脂肪代谢障碍, 脂肪过度沉积易诱发相关疾病, 如脂肪肝综合征, 严重影响蛋鸡生产性能, 造成较大经济损失^[1-3]。因此缓解蛋鸡肝脏脂肪过度

沉积对保障蛋鸡健康、提高生产效率至关重要。目前国内外已有许多学者对蛋鸡脂肪沉积问题进行了研究^[4-12], 但对海兰褐蛋鸡在不同产蛋阶段肝脏脂肪沉积规律的研究较少。本研究以海兰褐蛋鸡为研究对象, 分析不同产蛋阶段与脂肪代谢相关的血液生化指标、肝脏生化指标及肝脏切片, 探究不同产蛋阶段蛋鸡肝脏脂肪沉积规律, 为本地区蛋鸡脂肪沉积缓解技术的研究提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验动物和试验设计

试验在南京市畜牧家禽科学研究所进行。将 180

收稿日期: 2024-07-23; 修回日期: 2025-05-01

基金项目: 江苏现代农业产业技术体系建设项目 (JATS [2023

018)

第一作者: 匡伟, 女, 硕士, 农业技术推广研究员, 主要从事家禽生产、遗传育种、疫病防控方面的研究, E-mail: 17870899@qq.com。

只同日龄、体重相近的海兰褐蛋鸡随机分为3组，每组6个重复，每个重复10只，分别饲养至165日龄（产蛋前期）、307日龄（产蛋高峰期）、475日龄（产蛋后期）时进行相关指标测定。所有蛋鸡饲养管理程序相同，自由采食饮水，饲喂同一种产蛋期饲料，配方和营养水平见表1。

表1 基础日粮组成及营养水平

日粮组成	比例/%	营养成分 ²⁾	营养水平
玉米	61.25	代谢能/(MJ·kg ⁻¹)	10.92
豆粕	25.00	粗蛋白/%	16.39
石粉	8.25	粗纤维/%	4.44
豆油	0.50	钙/%	3.36
预混料 ¹⁾	5.00	总磷/%	0.41
		赖氨酸/%	0.76
		蛋氨酸/%	0.31

注：¹⁾预混料为每千克日粮提供：维生素A 10 000 IU，维生素D₃ 3 000 IU，维生素E 40 mg，维生素K₃ 0.65 mg，维生素B₁ 1 mg，维生素B₂ 4.5 mg，泛酸 5.5 mg，烟酸 27.5 mg，维生素B₆ 0.5 mg，维生素B₁₁ 0.4 mg，维生素B₁₂ 8 μg，生物素 50 μg，铁 50 mg，铜 5 mg，锰 100 mg，锌 70 mg，碘 0.7 mg，硒 0.2 mg，胆碱 0.3 g；²⁾营养成分中代谢能为计算值，其他均为实测值。

1.2 样品采集

饲养期结束后，蛋鸡禁饲12 h，于每个重复随机选取2只，称重，翅静脉采血，然后屠宰，取肝脏称重。每个重复中随机选取1份肝脏，切取1.5 cm×1.5 cm肝组织，固定，待制切片，其余肝脏冷冻保存，待测生化指标。

1.3 相关指标测定

1.3.1 肝指数

根据蛋鸡体重和肝重计算肝指数（肝重/体重×100%）。

1.3.2 血清生化指标

血清甘油三酯（TG）、总胆固醇（TC）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-c）和低密度脂蛋白胆固醇（LDL-c）含量测定均使用南京建成生物工程研究所提供的试剂盒进行。

1.3.3 肝脏生化指标

肝脏TG、TC含量测定使用南京建成生物工程研究所提供的试剂盒进行。游离态脂肪含量参考GB 5009.6—2016《食品安全国家标准 食品中脂肪的测定》进行测定。

1.4 肝脏切片观察

对1.2中固定的肝组织进行脱水，OCT包埋，冰冻切片，油红O染色，使用图像扫描仪扫描，观察

组织形态结构。

1.5 数据统计与分析

所有数据经Excel整理后，使用SPSS 26进行单因素方差分析。结果以“平均值±标准误”表示。对存在组间显著差异的指标采用Tukey法进行事后多重比较，显著性水平设置为P<0.05。

2 结果与分析

2.1 不同产蛋阶段蛋鸡肝指数

由表2可知，不同产蛋阶段蛋鸡的体重、肝重及肝指数均无显著差异（P>0.05）。

表2 不同产蛋阶段蛋鸡肝指数

项目	产蛋前期	产蛋高峰	产蛋后期
体重/g	1 862.50±39.33	2 008.75±74.59	1 990.00±63.93
肝重/g	26.71±0.59	28.93±1.21	29.06±1.03
肝指数/%	1.44±0.04	1.46±0.08	1.46±0.04

2.2 不同产蛋阶段蛋鸡血清生化指标

如表3所示，蛋鸡血清TG含量在产蛋前期至产蛋高峰显著上升（P<0.05），在产蛋高峰至产蛋后期差异不显著（P>0.05）。血清TC、HDL-c及LDL-c在不同产蛋阶段无显著差异（P>0.05）。

表3 不同产蛋阶段蛋鸡血清生化指标 mmol/L

项目	产蛋前期	产蛋高峰	产蛋后期
TG	3.25±0.44 ^b	5.47±0.57 ^a	3.96±0.56 ^{ab}
TC	1.58±0.15	1.97±0.26	1.62±0.15
HDL-c	0.38±0.03	0.28±0.03	0.33±0.03
LDL-c	0.92±0.11	1.17±0.20	0.82±0.10

注：同行比较，小写字母相同表示差异不显著（P>0.05），不同表示差异显著（P<0.05），下同。

2.3 不同产蛋阶段蛋鸡肝脏生化指标

由表4可知，蛋鸡肝脏TG含量由产蛋前期至产蛋后期持续上升，在产蛋后期达到峰值，与产蛋前期差异显著（P<0.05）。肝脏TC含量及肝脏游离态脂肪含量在各产蛋阶段间无显著差异（P>0.05）。

表4 不同产蛋阶段蛋鸡肝脏生化指标

项目	产蛋前期	产蛋高峰	产蛋后期
TG/(mmol·g ⁻¹)	0.12±0.01 ^b	0.15±0.01 ^{ab}	0.18±0.01 ^a
TC/(μmol·g ⁻¹)	49.49±1.46	48.28±1.97	49.03±0.99
每百克组织中游离态脂肪含量/g	5.18±0.16	5.44±0.42	5.28±0.29

2.4 不同产蛋阶段蛋鸡肝脏组织学观察

由图1可见,产蛋前期,蛋鸡肝脏经染色后在低倍(6×)视野内呈淡粉色;高倍(30×)观察发现肝脏中脂肪滴的数量较多且大小较小。产蛋高峰期,蛋鸡肝脏切片在低倍(6×)视野内可观察到部分区域着红色深染,深染区域形状不规则,呈散在分布;

高倍(30×)视野下发现细胞内脂滴数量较多,大小中等。产蛋后期,蛋鸡肝脏切片在低倍(6×)视野范围内均着深染,呈一片红色;高倍(30×)视野下发现部分肝板界限模糊不清甚至消失,肝细胞中存在大量脂肪滴,部分脂滴发生融合,颗粒较大。

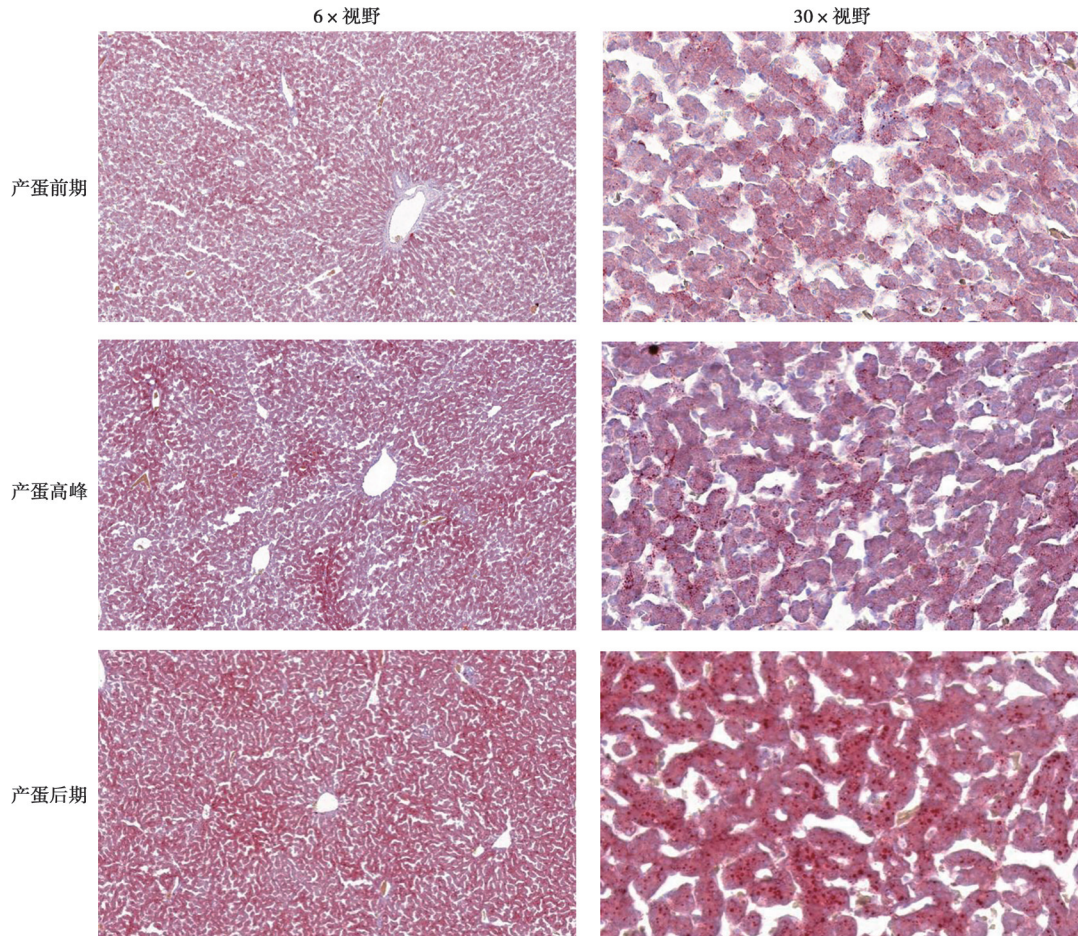


图1 不同产蛋阶段蛋鸡肝脏组织学观察

3 讨论

脂肪肝综合征(FLS)是在各种因素的影响下肝细胞内脂肪过度堆积的病变^[13-14],在产蛋鸡中常表现为体重增加,肝脏肿大、质脆易碎^[15-16]。本研究中,不同产蛋阶段蛋鸡的肝指数无显著差异,这与已有的研究结果一致^[17],提示健康蛋鸡肝脏负荷在产蛋阶段变化不大。

蛋鸡从日粮中获取的脂肪含量很低,肝脏是禽类脂肪合成与代谢的主要场所^[18-19],因此血脂含量可以反映蛋鸡肝脏脂肪合成功能。本研究中,产蛋前期至高峰期蛋鸡血脂含量显著增加,说明蛋鸡肝脏脂肪合成日益旺盛;产蛋高峰期至产蛋后期血脂含量降低,表明肝脏脂合成能力由盛转衰。已有研究证实日

龄与器官功能密切相关^[20],而关于蛋鸡肝脏脂肪代谢指标随日龄变化的研究较少。王星果等^[21-22]发现,产蛋期海兰褐蛋鸡腹脂率随周龄增长而增加,肝指数变化不显著,血清TG含量先升高后降低,TC、HDL含量在产蛋前期高于产蛋后期,LDL含量变化不显著。本研究中,蛋鸡血清TG含量亦先升高后降低,差异显著;TC、LDL含量先升高后降低,HDL先降低后升高,差异均不显著。血脂代谢指标与前述研究在数值上略有差异,但在趋势上大体一致,可能是观测时间点不同导致。此外,本研究测定了肝脏脂代谢相关指标,结果显示肝脏TG含量随日龄增长显著增加,肝脏切片观察结果显示肝细胞中脂肪随日龄增加分布越广、颗粒越大,均证实不同产蛋阶段蛋鸡肝脏脂肪随日龄增长而不断沉积。

纵观整个产蛋期，肝脏脂肪合成能力在后期减弱，而肝脏脂肪持续沉积，两者规律并不一致，因此产蛋后期肝脏脂肪代谢能力降低必然是导致蛋鸡肝脏脂肪沉积的重要因素。本研究对蛋鸡肝脏游离态脂肪酸含量进行了测定，结果显示，不同产蛋期蛋鸡肝脏的游离脂肪酸含量无显著差异，提示结合态脂肪堆积是导致蛋鸡肝脏脂肪沉积的重要因素。结合态脂肪包括糖脂和脂蛋白，其中，脂蛋白与肝脏密切相关，推测肝脏脂肪沉积的直接原因是合成的脂蛋白在肝脏中不断累积，更深层的原因可能是脂蛋白转运障碍或肝外组织对脂蛋白的利用减少，如代谢水平和/或生产性能下降等。

4 结论

健康海兰褐蛋鸡肝指数与产蛋阶段无关。在产蛋期内，蛋鸡肝脏脂肪合成能力先增强后减弱，肝脏脂肪随日龄增长而不断沉积。

参考文献：

- [1] 李永峰, 邵丹, 童海兵. 蛋鸡脂肪肝综合征的研究进展 [J]. 中国家禽, 2022, 44 (4): 101-107.
- [2] 周建民, 武书庚, 王晶, 等. 产蛋后期蛋鸡生理特点与营养调控 [J]. 中国家禽, 2021, 43 (3): 74-82.
- [3] 孙倩倩, 李健, 蓝天韵, 等. 蛋鸡的产业发展现状及中药在蛋鸡非传染性疾病防治中的作用 [J]. 中兽医医药杂志, 2020, 39 (3): 97-101.
- [4] 姜锦鹏, 顾有方, 吕锦芳, 等. 鸡脂肪肝出血综合征发生过程中脂质代谢与血清甲状腺激素水平变化 [J]. 中国兽医学报, 2013, 33 (11): 1733-1737.
- [5] TAN X, LIU R, XING S, et al. Genome-wide detection of key genes and epigenetic markers for chicken fatty liver [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2020, 21 (5): 1800.
- [6] 姜家麟. 高能低蛋白日粮致 FLHS 蛋鸡的血清代谢组学分析 [D]. 南昌: 江西农业大学, 2019.
- [7] SONG J, SHI X, LI X, et al. Associations of the T329S polymorphism in flavin-containing monooxygenase 3 with atherosclerosis and fatty liver syndrome in 90-week-old hens [J]. Frontiers in Veterinary Science, 2022, 9: 868602.
- [8] SAIBABA G, RUZAL M, SHINDER D, et al. Time-restricted feed-

- ing in commercial layer chickens improves egg quality in old age and points to lack of adipostat activity in chickens [J]. Frontiers in Physiology, 2021, 12: 651738.
- [9] SHINI A, SHINI S, BRYDEN W L. Fatty liver haemorrhagic syndrome occurrence in laying hens: impact of production system [J]. Avian Pathology, 2019, 48: 25-34.
- [10] ANDERSON K E. Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities [J]. Poultry Science, 2011, 90 (7): 1600.
- [11] WANG J, RONG X, LI W, et al. Salacia oblonga ameliorates hypertriglyceridemia and excessive ectopic fat accumulation in laying hens [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2012, 142 (1): 221-227.
- [12] CHEN W L, WEI H W, CHIU W Z, et al. Metformin regulates hepatic lipid metabolism through activating AMP-activated protein kinase and inducing ATGL in laying hens [J]. European Journal of Pharmacology, 2011, 671 (1/2/3): 107-112.
- [13] SHINI S, SHINI A, BRYDEN W L. Unravelling fatty liver haemorrhagic syndrome; 1. Oestrogen and inflammation [J]. Avian Pathology, 2020, 49 (1): 87-98.
- [14] SHINI S, SHINI A, BRYDEN W L. Unravelling fatty liver haemorrhagic syndrome; 2. Inflammation and pathophysiology [J]. Avian Pathology, 2020, 49 (2): 131-143.
- [15] 张金伟. 能量来源对产蛋鸡肝脏脂肪代谢的影响及其机制研究 [D]. 雅安: 四川农业大学, 2009.
- [16] 谢建华. 结合 1 例蛋鸡脂肪肝综合征病例浅谈该病的防控诊治措施 [J]. 养禽与禽病防治, 2022 (11): 34-36.
- [17] 刘国华. 蛋鸡脂肪肝综合征的诊疗 [J]. 饲料博览, 2021 (4): 94-95.
- [18] 张晓云. 蛋鸡脂肪肝与脂肪代谢的关系 [J]. 北方牧业, 2014 (14): 24.
- [19] BOZKURT M, KÜÇÜKYILMAZ K, CABUK M, et al. The long term effects of fairly low-level of supplemental fat on the productive performance of commercial layers [J]. Animal Bioscience, 2012, 25 (4): 524-530.
- [20] ALLAIRE M, GILGENKRANTZ H. The aged liver: beyond cellular senescence [J]. Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology, 2020, 44 (1): 6-11.
- [21] 王星果, 王克华, 胡玉萍, 等. 苏禽 6 号蛋鸡产蛋期血清脂质代谢规律研究 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (7): 20-27.
- [22] 王星果, 王克华, 郭军, 等. 神丹 6 号绿壳蛋鸡和海兰褐蛋鸡产蛋期腹脂和血清脂代谢指标的比较研究 [J]. 畜牧与兽医, 2024, 56 (5): 15-22.