

营养对蛋的大小、蛋壳质量以及蛋成分的影响

EFFECT OF NUTRITION ON EGG SIZE, EGGSHELL QUALITY AND EGG COMPOSITION

李逊 博士

加拿大奎尔富大学

动物家禽系教授

鸡蛋的成分可以通过调节蛋鸡日粮的成分而改变，虽然在很多情况下这些变化并不大。蛋壳质量对于日粮矿物质含量的调节肯定会有反应，这一点可用于控制老龄鸡蛋壳质量的正常下降。但是遗传与鸡的总体大小以及饲料进食量是能更密切地控制蛋的大小与蛋黄和蛋白成分的因素。我们可以调节蛋黄的脂肪酸含量，但是蛋黄和蛋白中的蛋白质和氨基酸含量对日粮的改变是很不敏感的。

蛋壳成分

蛋鸡日粮一般含钙 3.5%—4.5%，依饲料进食水平而异。若在炎热季节蛋壳质量出现问题，或后备母鸡开产过早并且很快到达产蛋高峰，则建议将钙水平至少提高 0.4%。研究表明：将部分日粮钙以蛎壳或石粒形式饲喂可显著地提高蛋壳质量，尤其在使用石粉而不是石粒的情况下更为明显。除了在每天的蛋壳形成时间外，母鸡的钙需要量是相当低的。在一天正常的 16 小时内蛎壳与石粒的进食量是变动的。给母鸡同时提供选择能量、蛋白和钙（E、P、Ca）日粮时，母鸡便可对钙的采食时间有所选择。在这种情况下，母鸡在下午以前采食很少的钙或不食钙。到了下午蛋通常是在卵壳腺中，此时应是对钙需要量较高的时候。

理想的补钙时间应在午后，此时母鸡的钙需要量最高。由于钙的分别饲喂很不实际，只能将补充的钙混合于饲料中，母鸡有机会把蛎壳或石粒留至

当天后半天需要时用。这种饲喂方法已被一些生产者取得满意的结果。并不主张在自由采食的基础上连续饲喂蛎壳或石粒，或在已含有全部钙需要量的日粮上加上蛎壳或石粒。现已表明，有些鸡蛋上有白垩质沉积或端面粗糙很可能是给产蛋母鸡饲喂过多钙的直接后果。自由采食蛎壳也会造成软壳蛋，这种不正常的状况是由于缺磷所致。若钙摄取过多，它必须排出，一般以可溶性磷酸钙的方式，从而导致缺磷，其后果是髓骨也不能在以后的钙化过程中得到重新沉积。

在发生蛋壳质量问题时，往往首先考虑钙这个营养素，尽管认为维生素 D₃ 和磷的缺乏也同样会导致软壳蛋的发生。正常的钙吸收需要维生素 D₃，如若饲喂水平不当，很快就诱发钙缺乏症。我们实验室的结果表明：日粮缺乏合成维生素 D₃ 可以很快地被诊断出，因为蛋壳重有很大的丢失。然而更严重的问题发生在使用次佳水平的维生素 D₃ 的时候，此时蛋壳质量变化较为敏感，经济意义也很明显。

维生素 D₃ 缺乏时的主要问题是难以在全价日粮中检测出这种营养素，只能在预混料的水平下才能作出有意义的检测结果。除了简单的维生素 D₃ 缺乏症外，有些霉菌毒素的作用也会引起维生素 D₃ 的缺乏，如镰孢毒属（Fusarium）霉菌所产生的毒素——玉米赤霉烯酮（Zearalenone），会有效地破坏 D₃，造成蛋壳品质低劣。此时按每天 300 国际单位（IU）的剂量连投三天水溶性 D₃ 可能有益。磷水平的最低化有利于保持蛋壳质量，尤其在热应激条件下。由于磷是一种很昂贵的营养素，过量添加不太常见；根据鸡群的情况，从蛋壳质量来说限定在 0.3%—0.4% 范围内好像比较理想。蛋壳质量会出现阶段性的无法解释的下降，其中有些问题可能与营养有关。例如磷酸盐中钒的污染可造成蛋壳结构异常，有些野草籽如山黧豆属会导致卵壳腺的严重破坏。

日粮与蛋的大小

提高母鸡对平衡蛋白质的进食量会提高蛋重，而在开产时饲喂较高的蛋白质水平有助于更快地提高蛋重。对于那些在产蛋后期产特大蛋较多的品系此时降低日粮蛋白水平有助于稍降蛋重和提高蛋的均匀度。

上述情况下,在考虑改变日粮蛋白质水平时也必须考虑日粮的能量水平。如果能量不足,则通过提高蛋白质水平也不会使蛋重明显提高,因为提高的蛋白质水平被用以满足能量需要。实际上早期蛋重受到限制的主要原因之一是许多开产早并很快到达高峰的鸡群的能量进食量不足。凡在蛋鸡日粮中添加牛油而使蛋重增加的,在多数情况下都属于日粮能量较低,而提高能量则减少了蛋白质作为能量的作用。

试图通过阶段饲喂蛋白质或蛋氨酸来降低或调节产蛋后期蛋重的努力很少获得成功,很可能是由于蛋鸡生产者不太愿意使用很低的蛋白质水平。我们的研究表明:必须将日粮蛋白质水平降到13%左右或以下才能见到蛋重的明显下降。但是,蛋白水平过低时往往会失去产蛋数。

大家都知道亚油酸也影响蛋重,虽然对最大蛋重所需的亚油酸水平有不同的看法,但日粮中有1%亚油酸应该够了。

蛋黄颜色

由于全球多数国家在蛋鸡日粮中都使用玉米,消费者往往容易接受带有相当程度蛋黄色素的鸡蛋。营养学家因而也面临如何保持一定蛋黄颜色的问题,或通过选择原料或同时使用人工合成的色素。由于玉米和脱水苜蓿粉或禾本科草的叶黄素含量在一年中有变异,如欲保持稳定的蛋黄颜色就必须改变这些原料在配方中的比例。作为指南可以认为每1%脱水绿色饲料产生的蛋黄颜色约同于日粮中20%玉米的。目前使用合成叶黄素控制蛋黄颜色极为普遍。每吨饲料中约有7—8克叶黄素时一般会有理想的蛋黄颜色。而每吨低于5克叶黄素水平可能会使蛋黄颜色太浅而不易为消费者所接受。

胡萝卜素对家禽的色素价值很小,但各种羟基化的胡萝卜素是非常好的色素,家禽优先将它们贮存于蛋黄、体脂与胫骨。在生产条件下很容易用罗氏比色尺测定蛋黄颜色,该尺提供一组从浅黄至橘黄的标准色彩。橘红色可能包括如同角黄素这样的产品,通常多数消费者不能接受这种偏红程度的颜色。只要日粮中有基本的叶黄素水平,这些色素只能限量地使用,否则蛋黄颜色趋向于令人反感的红色,而不是可接受的橘黄色。这些红色素也使加蛋黄制作的面条呈不受欢迎的颜色;因此,在为工业用途预定的鸡蛋选择色素制剂时必须十分注意。

有许多日粮与管理因素都会降低叶黄素在蛋黄中的沉积效率。已证明一些潜在的氧化剂原料，如矿物质以及一些脂肪酸会降低色素的沉积作用。也已证明，有时在各种应激条件下用于饮水投药的高水平维生素 A 可引起蛋黄颜色的暂时丢失。高温环境，球虫病以及受黄曲霉毒素污染的饲料都与产生色浅的蛋黄有关。有报导在高温下经长期储藏谷物中的天然色素趋于减少，损失可达 50%。因此，天然原料中色素稍有损失，便可预期对全年的蛋黄颜色造成很大的影响。在使用高水平维生素 E 以及日粮含有抗氧化剂时，蛋黄颜色好像会加深。

蛋黄杂色

在许多鸡群中蛋黄杂色仍是一个不时出现的问题。虽然这种情况早已知晓，但对它的起因或减少发生的措施尚不清楚。日粮虽是应考虑的一个方面，但没有确凿的证据说明营养是多数蛋黄杂色问题的起因。已知某些饲料添加剂，如尼卡巴嗪在蛋鸡日粮中不慎添加时会出现蛋黄杂色。大体上，蛋黄杂色大多数出现在春季而在夏秋季消失，但尚未证实究竟是季节还是蛋鸡舍管理类型是它发生的原因。多数蛋黄杂色出现在贮存期间，即使在理想的温度下贮存一周，蛋黄杂色也会显著增加。有人认为与前几年相比现代品系的鸡容易发生蛋黄杂色，虽然遗传研究的结果并未证实上述说法。

日粮以及与人类健康有关的鸡蛋成分

近年来，认为人类心脏病与胆固醇摄入量有关的看法相当普遍，由于鸡蛋胆固醇含量高，理所当然要受到严格的检测。近期的分析表明，蛋中的胆固醇含量明显低于经典文献中报导的。我们的数据表明，大个鸡蛋含有 198—208 毫克胆固醇，虽比一般标准低 25%，但仍高于其它食品的含量。因此，人们对开发被称为低胆固醇蛋有很大的兴趣，而且在此计划中必然要考虑日粮的修改。虽然对此课题已有许多报导，但始终未能得到能证明蛋中胆固醇可以下降的结论性的科研成果。实际上鸡在一个蛋中合成全部胆固醇，似乎很难对此过程加以影响。试验证明：饲喂某些胆固醇衍生物使参与胆固醇代谢的酶水平下降，但对胆固醇含量的影响很小。

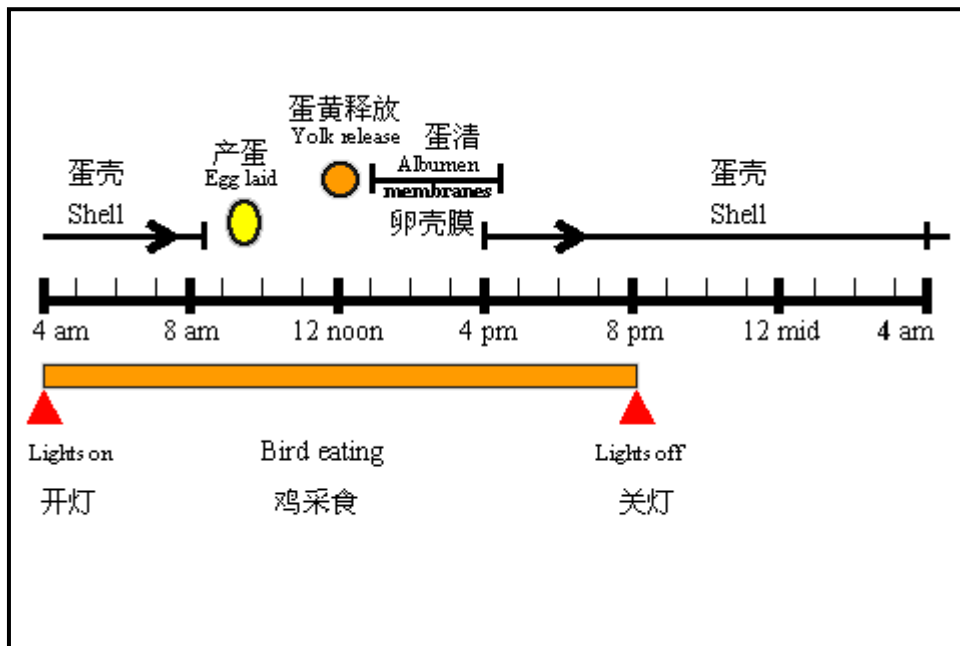
尽管缺乏成功的记载，已经研究过的修正日粮有提高维生素 C、碘和尼

克酸。尼克酸被成功地用于降低人的胆固醇水平，因此这种研究方法也成为研究蛋鸡鸡蛋胆固醇的依据。

另一个与蛋成分和人类健康有关的主要因素是蛋中不饱和脂肪酸的含量。可幸的是，改变蛋中脂肪饱和状况要比改变胆固醇水平容易得多；从长远看，这可能是开发所谓“保健”蛋的最佳途径。给鸡饲喂不饱和脂肪酸占优势的饲料，可提高蛋中不饱和脂肪酸的含量，在人类所需的不饱和脂肪酸中，有两种因与人类心血管病有关而受到特殊的关注。廿碳戊烯酸（20：5 ω -3）通常存在于鱼油中，被认为对爱斯基姆人有某些预防冠心病的作用。给产蛋鸡和肉仔鸡饲喂红鱼油含量高的日粮可影响蛋或肉中的廿碳戊烯酸水平，但这种蛋和肉带有一种不受欢迎的鱼腥味。最近，人们对亚麻酸（18：3 ω -3）的摄入量与冠心病之间的关系感兴趣，冠心病患者的脂肪组织中亚麻酸的含量似乎较低。亚麻酸是前列腺 E（据报导它是冠状动脉扩张剂）的前体，为游离脂肪酸释放（发生在急性冠心病发作时）的抑制剂，并且是已知最有效的血小板凝聚抑制剂之一；遗憾的是通常在植物组织中常见的亚麻酸却在多数人的膳食中不多见。但鸡都多少具有将日粮中高水平的亚麻酸向鸡蛋中转移的独特能力。然而，多数蛋鸡日粮中的亚油酸含量并不很高，不过有一种潜在原料的这种脂肪酸含量高，因而倍受人们的关注，这种原料就是亚麻。我们的初步研究表明，给蛋鸡饲喂含有高达 10% 亚麻籽的日粮时，蛋中的亚麻酸含量可极大地提高。

此外，饲喂亚麻籽除了主要能增加蛋中的亚麻酸含量外，还可降低蛋中饱和脂肪酸的总量。遗憾的是，亚麻籽会产生一些不良的副作用，希望通过研究和开发能加以克服。至于为什么鸡能在蛋中积聚那么多的亚麻酸，而不像哺乳动物那样将亚麻酸转换为其它脂肪酸的原因尚不完全清楚。可以想象，蛋可作为这种不寻常化合物的贮存库。由于医学研究不断揭示亚麻酸与冠心病的关系，将来这种脂肪酸可能会引起更多的关注，特别是冠心病患者，同样也会受到日益增长的、关心自己饮食习惯人群的关注。蛋也许能理想地满足上述需求的某些方面，因此，产蛋鸡的饲喂方案也应作相应调整。

(沈慧乐 翻译)



蛋壳质量

Eggshell Quality

实际效果

Practical effects

- 钙水平 Calcium level
- 钙的阶段饲喂 Calcium phase-feed
- 磷水平 Phosphorus level
- 磷的阶段饲喂 Phosphorus phase feed
- 钙溶解度 (大小) Calcium solubility (size)
- 维生素D₃ Vitamin D₃
- 霉菌毒素 (玉米赤霉烯酮) Mycotoxin (zeralenone)

钙的浓度

Calcium Concentration

一个蛋壳中约有2克钙

About 2 g calcium in an eggshell

∴ 以70%的消化率至少需要约3克日进食量

@100克/日= 至少3%钙

with 70% digestion need minimum of about 3 g daily intake @ 100 g/day = minimum 3% calcium.

问题：鸡群平均进食量与个体鸡之间因消化率不同的差异

Problems: Flock mean intake vs. individual bird intake.
Variable digestion.

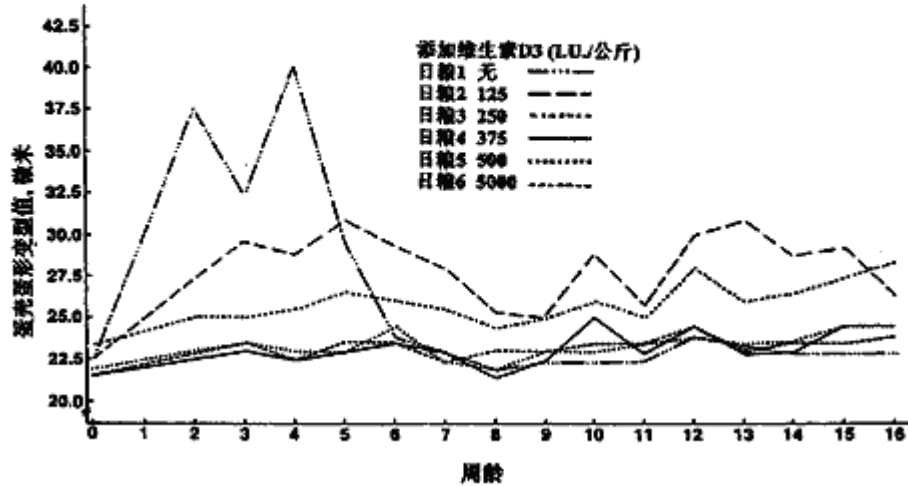
不加维生素 Vitamin Deletion

	0-5天 0-5d	6-15天 6-15d	16-30天 16-30d
产蛋率 (%) Egg production (%)			
对照 Control	80.0	77.2	76.2 ^a
不加维生素 No vitamins	72.5	75.6	38.2 ^b
+			(80.8 ^a)
蛋重 (克) Egg weight (g)			
对照 Control	65.3	64.2	66.1
不加维生素 No vitamins	66.0	66.4	65.0
			(66.3)
蛋壳变形值 (微米) Shell deformation (μm)			
对照 Control	26.3	24.0 ^b	26.4 ^b
不加维生素 No vitamins	25.9	34.1 ^a	65.0 ^a
			(24.3 ^b)

() = 1,25 (OH)₂D₃

饲喂蛋鸡不同维生素D₃日粮后的蛋壳质量

Eggshell quality of layers fed various diets of vitamin D₃



4. 髓骨 Medullary bone

- 在长骨的“骨髓腔”中约有4克的髓骨储备
About a 4 g reservoir in "marrow cavity" of long bones
- 不管日粮钙水平多少，母鸡每天动用1克储备钙
Regardless of diet calcium level, bird uses this reserve daily - up to 1 g Ca
- 由于骨骼是磷酸钙，∴在每次蛋壳形成之间需要向骨骼重新补充钙和磷
As calcium phosphate ∴ need Ca and P to replenish bone between each shell formation
- 当后备母鸡冠变红时沉积
Deposited as soon as pullet "reddens up"

5. 输卵管 Oviduct

- 此处钙沉积在无壳的蛋上
Where calcium deposited around "shell-less" egg.
- 最终发生问题的地方
Ultimately where problems occur.
- 过程需18—20小时 18-20 hr process.
- 只能释放这么多钙，所以蛋越大壳越薄
Only so much calcium released ∴ the larger the egg, the thinner the shell.
- 腰鼓蛋 Belted eggs.
- 一阶段后耗尽 (换羽) 'Burn-out' over time (molting).
- 在最后1—2小时沉积棕壳蛋的色素
Last 1-2 hrs, pigments for brown shell.

蛋鸡食盐进食量

Layer Salt Intake

增加0.1%日粮钠

+ 0.1% diet Na

=增加1%鸡粪水分

= +1% manure moisture

=增加0.5%脏蛋

= +0.5% dirty eggs

设计者的蛋

Designer Eggs

- **估计占壳蛋市场5%**
Estimate 5% of shell egg market
- **调节脂肪酸**
Modify fatty acids
- **使富含维生素**
Enrich with vitamins

ω -3脂肪酸

Omega 3 Fatty Acids

- **不饱和的与饱和的脂肪酸**
Unsaturated vs. Saturated FA's
- **ω -6与 ω -3不饱和脂肪酸**
Omega 6 vs Omega 3 unsaturates
- **增加 ω -3脂肪酸的进食量与降低心脏病发病率有关**
Increased intake Omega 3 correlated with reduced incidence
Cardiovascular Disease
- **与胆固醇无关**
Not related to cholesterol

影响鸡蛋胆固醇的因素

Factors Influencing Egg Cholesterol

重要程度 Importance

1. 日粮能量进食量 Diet energy intake	Y Y Y Y
2. 体重 Body weight	Y Y Y
3. 遗传 Genetics	Y
4. 日粮能量 Diet fat	Y
5. 日粮纤维 Diet fibre	Y Y

蛋黄成分 Yolk Percentage

<u>母鸡年龄 (周)</u> <i>Bird age (wks)</i>	<u>% 蛋黄</u> <i>% Yolk</i>
20	25
30	29
40	31
50	33
60	34
70	35

∴ 随鸡群变老每枚蛋中胆固醇较多 more cholesterol/egg as flock gets older

脂肪酸成分 *Fatty acid profile* ↓ 饱和的 *saturates*

↑ 不饱和的 *unsaturates*

ω -3 脂肪酸 *Omega-3 fatty acids*

亚麻酸 18:3 ω 3 *Linolenic acid 18:3 ω 3*

二十二碳六稀酸 22:6 ω 3

Docosahexaenoic acid 22:6 ω 3

需要量 *Requirement*

ω 6: ω 3

4:1 与 15:1

亚麻酸需要量

Linolenic Acid Requirements

人的需要量 *Human requirement*

1000 毫克/日 *1000 mg/day*

以6:1亚油酸:亚麻酸

with 6:1 linoleic:linolenic

改进的蛋 *Modified egg*

= 300毫克亚麻酸 *300 mg linolenic acid*

以3:1亚油酸:亚麻酸 *with 3:1 linoleic:linolenic*

生产 Production

- 饲喂含8—10%亚麻籽的日粮
Feed diet with 8-10% Flaxseed
- 鸡的年龄 Age of bird
- 饲料进食量的反应 Feed intake response
- 蛋的大小，壳的质量
Egg size, shell quality

鸡蛋成分 (毫克/蛋) Egg Composition (mg/egg)

	<u>常规</u> Regular	<u>10% 亚麻籽</u> 10% Flax
18:3 ω 3	30	300
% D.R.I.	2.0	
30.0		

维生素转入蛋中的效率分级

Classification of Egg Vitamin Transfer

低 Low	5-10%	K, 硫胺素, 叶酸 K, Thiamine, Folacin
中 Med.	15-25%	D ₃ , E
高 High	40-50%	核黄素, 泛酸, 生物素, B ₁₂ Riboflavin, Pantothenate, Biotin, B ₁₂
很高 v. High	60-80%	A

Naber, 1993