

# 鸡的营养

[美]康奈尔大学

营养学荣誉教授

MILTON L. SCOTT 等著

周毓平 译

北京农业大学出版社



JIDE YINGYANG

# 鸡 的 营 养

〔美〕康奈尔大学营养学荣誉教授

MILTON L. SCOTT 等著

周 毓 平 译

责任编辑：高 欣

封面设计：雷克敏

## 鸡 的 营 养

〔美〕康奈尔大学营养学荣誉教授

MILTON L. SCOTT 等著

周 毓 平 译

北京农业大学出版社出版

（北京市海淀区圆明园西路二号）

北京农业大学印刷厂印刷

新华书店首都发行所发行

850×1168毫米大32开本 17.375印张 450千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数：3500

ISBN 7-81002-085-4/S·86

定 价： 6.80元

## 绪 言

营养学是一门年轻的科学。确定人和动物的质和量方面的营养需要的大部分研究工作，都是在20世纪50年代以前进行的。

鸡在养分的发现、分离和鉴别方面起着重要的作用。研究人员在营养研究的所有领域中用鸡研究了营养学的基本原理，而这些原理的大部分同样适用于人和其他动物。这些研究对于鸡的营养提供的知识比任何其他动物都多。

一个研究领域，只有当有关研究对象的所有基本原理弄清楚并能用数量表示时，才能说是一门真正的科学。因此，只是在过去的30年内营养学才成为一门真正的科学。各种维生素的发现，以1948年维生素B<sub>12</sub>的鉴定达到顶点，接着测定氨基酸、亚油酸和其他养分的现代设备的发展，得出有关40种以上的必需养分的科学知识。在过去的30年间精确的测定了鸡对这些养分的需要量，在养禽业中常用饲料的各种必需养分的含量也是已知的。

家禽科学的开创和早期的发展应归功于两位学者：康奈尔大学的James E. Rice教授和加拿大圭尔夫农学院（安大略省）的W. R. Graham教授。在20世纪初这两位教授预见到家禽生产作为重要的经济产业和优质食品来源的潜力，他们创建了专业化的家禽系，配备了基础科学家并鼓励应用鸡作为实验动物的研究工作。

早在20世纪20年代威斯康星大学的Hart及其学生转向应用鸡进行基础营养研究，包括维生素A和D。威斯康星大学的学者：Steenbock、Lepkovsky、Halpin、Kemmerer、Waddell、Elvehjem等人用鸡作为实验动物继续其大半生的事业。

伊利诺斯大学的Card和Mitchell在鸡方面进行了一些能量代

谢的最早的基本工作。至1930年聘有Norris和Heuser的康奈尔大学家禽系营养组在营养学的基础知识方面做出许多重大发现与贡献,并且吸引了一批专攻家禽营养的研究生。在该试验室Wilgus、Ringrose、Heiman、Gillis、Gaskey、Bauernfeind等进行的早期研究是关于核黄素、泛酸、叶酸、钙、磷和锰的基础工作。

在由W. R. Graham奠基的设在圭尔夫大学的家禽系,许多学者在营养方面培养了早期的兴趣,并在科研方面继续做出贡献。在加利福尼亚大学曾进行了杰出的研究,Almquist、Lepkovsky、Jukes和Stokstad关于维生素K,泛酸,吡哆醇,叶酸和胆碱发现了一些基本情况。Byerly、Titus、Bird等在美国农业部的动物产业局;Knandel、Boucher和Dutcher在宾夕法尼亚州立大学;Scott、Hughes和Payne在堪萨斯州农业试验站;Buckner和Insko在肯塔基州农业试验站;Bethke、Record和Kennard在俄亥俄州立大学;以及Hogan、Funk、Brody、Patrick和Kempster在密苏里大学都建立了实力很强的家禽营养研究组。Fraps在得克萨斯州的A和M学院对家禽饲料的消化率和生产能价值进行了广泛的研究。

其他许多研究组也利用鸡作为实验动物。其中有Pappenheimer和Goettsch在哥伦比亚大学发现了脑软化症;Dam在丹麦发现了维生素K,在这种维生素和维生素E方面进行了许多杰出的研究。Common在贝尔法特的女王学院和在麦吉尔大学的麦克多纳德学院进行了许多有关鸡的矿物质代谢的早期研究,在那里与学生和同事们一起,他继续用鸡研究各种营养因素和生理学。Katayama在日本和许多其他国家的工作者在营养研究中也应用鸡。在全世界许多试验室这些工作者及其学生继续提供逐渐成为营养科学的基本资料。

在这些试验室中的发现及其在家禽营养实践方面的应用,代表着最初的基础工作和知识。在此基础上奠定了1940—1960年代的更

精确发现的基础。不仅获得了鸡对所有必需养分的质和量的知识，而且也得到了对所有动物种最佳营养都重要的营养与代谢的相互关系的知识。

本书的目的在于：详细叙述营养学的基本原理。记载并讨论有关能量、蛋白质、氨基酸、维生素和必需矿物质元素的现代知识。指明各种已知养分之间的相互关系。演示这些知识在研究室内鸡的最佳营养的应用，以及在商业的低成本基础上鸡的科学饲养方面的应用。

本书是作为本科生的教科书，作为研究生的现成参考文献和研讨的主题，作为研究人员和实际工作中营养学家的资料来源而写的。

本书中讨论的原理可广泛应用于所有非反刍动物，也包括人在内的营养。实际上，从鸡的研究中得不到的基础资料，我们已概括了以其他实验动物获得的研究结果。

本书提供的资料，是作者用于本科生和研究生教学；推广工作和对饲料工业以及有关农产品综合企业的技术人员顾问工作中的资料。

作为本书背景资料的完整文献资料是不可能得到的。但在各章之后所列文献，是选来供读者最大限度地得到营养学每一方面的广泛的研究报告。我们提出这些文献目的在于适当地解释并与研究结果相联系，而不是文献的广泛的汇编。（译者注：本译本因篇幅所限，未能印出参考文献，请见谅）。

本书第三版是为编入过去七年中获得的重要新发现而修订。在其他课题方面包括能量评定和能量与氨基酸需要量，以及代谢的最新工作，维生素A、D<sub>3</sub>、E、K和硒的代谢功能的主要进展。对各龄鸡配合日粮建议的养分水平已进行了修订，主要改变是对后备幼母鸡和肉用仔鸡育雏的建议。

本书所概括的原理来自全世界的研究工作，作者谨向这些研究

者致谢。我们愿对我们的研究生和同事在本书编写中给予的帮助和对Paula Bensadoun女士杰出的美术工作表示谢意。

本书被承认为教科书，科研参考文献、为各类鸡配合的高生产性能、最低成本日粮被认可为有用的指南，我们深为欣慰。

M. L. Scott

M. C. Nesheim

R. J. Young

纽约州，伊萨卡

1982年1月

## 前 言

本书作者 M. L. Scott 荣誉教授, M. C. Nesheim, R. J. Young 教授是美国康奈尔大学营养学、动物营养学方面有造诣的专家。在本书(第三版, 1982)中他们综合了世界各国有关鸡营养的大量新的科研成果及其个人的研究成就, 系统地阐述能量、蛋白质、氨基酸、维生素、必需矿物质等营养素的现代知识, 并着力揭示各养分之间的相互关系。他们不仅研究鸡的“最佳营养”并阐明在大规模生产最佳经济收益条件下营养科学的正确应用。本书中非营养性添加剂、饲料、饲料配合等章的内容, 更具有指导生产的实用价值。

原著在世界各国家禽营养学界享有盛誉, 已译成西班牙文、波兰文和日文, 广泛地作为参考教材和生产指南。

翻译本书的目的是供作畜牧专业和动物营养及饲料科学专业本科生和研究生的参考教材。在第九章中有关电子计算机配合最低成本日粮的计算程序, 因机型的改进更新, 且我国已有多种程序可供选用而删略。此外, 原著各章之后, 选列有相当大量可供教学、科研参考的文献, 限于篇幅, 翻译本未能印出, 请见谅。读者需要时, 可参阅原著, 对于本书译文中的不足和错误之处, 敬请读者指正。

译者 周毓平



# 目 录

<b>第一章 营养科学</b> .....	( 1 )
鸡的质量方面的营养需要.....	( 3 )
<b>第二章 能量</b> .....	( 7 )
鸡的能量代谢.....	(12)
脂肪 (脂类) .....	(23)
<b>第三章 蛋白质和氨基酸</b> .....	(57)
蛋白质的性质, 蛋白质的结构, 蛋白质的消化 和蛋白质的合成代谢.....	(64)
家禽的蛋白质和氨基酸营养.....	(85)
根据鸡每日沉积或利用量计算每日蛋白质 及氨基酸需要量.....	(87)
鸡对氨基酸的需要量.....	(100)
<b>第四章 维生素</b> .....	(121)
维生素A .....	(133)
体内需要维生素A的过程.....	(141)
维生素A缺乏的肉眼可见的症状.....	(148)
维生素D .....	(154)
维生素D的化学.....	(156)
维生素D <sub>3</sub> 转变成代谢上的活性形式, 25羟胆 钙化醇 (25(OH)D <sub>3</sub> ) 和1 $\alpha$ , 25二羟胆钙化醇 (1 $\alpha$ , 25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> ) .....	(158)
维生素D的代谢功能.....	(161)
维生素E .....	(165)

鸡的维生素E缺乏	(168)
维生素E的化学	(168)
维生素E的代谢功能	(178)
维生素E的抑制剂,拮抗物和破坏因子	(183)
维生素E缺乏症	(184)
维生素K	(185)
硫胺素(维生素B <sub>1</sub> )	(199)
核黄素(维生素B <sub>2</sub> )	(208)
烟酸(尼克酸)	(217)
维生素B <sub>6</sub> (吡哆醇)	(228)
泛酸	(235)
生物素	(241)
叶酸	(248)
维生素B <sub>12</sub>	(255)
胆碱	(261)
必需脂肪酸	(269)
家禽营养中的未鉴定因子	(275)
<b>第五章 必需的矿物质元素</b>	<b>(279)</b>
有机螯合物	(283)
钙和磷	(290)
钙	(291)
磷	(303)
钠、钾和氯	(308)
钠	(308)
钾	(313)
氯	(316)
镁	(319)
锰	(324)

锌	(330)
铁	(336)
铜	(342)
钼	(348)
硒	(350)
硒的代谢功能	(354)
碘	(364)
铬	(369)
水	(373)
<b>第六章    非营养性饲料添加剂</b>	(377)
有助于增加饲料采食量的添加剂	(378)
助消化添加剂	(381)
用于产生使消费者满意的产品的添加剂	(390)
用于改变代谢的添加剂	(395)
<b>第七章    影响营养需要的各种因素的相互关系</b>	(399)
充分了解的相互关系	(401)
营养与遗传	(401)
营养、疾病和逆境因素	(406)
寄主-寄生虫与营养之间的相互关系	(408)
营养与鸡蛋质量	(413)
<b>第八章    家禽的饲料</b>	(422)
谷实饲料在饲养家禽中的重要性	(424)
植物蛋白质中存在的抗营养因子	(428)
质量控制检测	(438)
动物性蛋白质饲料	(439)
谷类副产品饲料	(444)
脂肪和油	(448)
非常规饲料	(457)

<b>第九章</b>	<b>饲料的配合</b> .....	(460)
	饲料的营养成分 .....	(465)
	肉用仔鸡初雏日粮的配合 .....	(466)
	肉用仔鸡日粮为了经济或方便可能的调整 .....	(469)
	白来航幼母鸡的初雏、生长、发育和产蛋日粮 .....	(499)
	应用电子计算机配合饲料 .....	(505)
<b>第十章</b>	<b>营养品质的化学和生物学测定法</b> .....	(514)
	植物成分划分成细胞壁成分和细胞内容物 .....	(516)
	估计代谢能值的化学法 .....	(517)
	氨基酸的测定 .....	(518)
	脂肪酸的测定 .....	(519)
	维生素的测定 .....	(520)
	矿物质分析法 .....	(528)
	评定饲料的生物学法 .....	(529)
	营养研究的纯养分日粮 .....	(541)

## 第一章 营养科学

营养学是将生物化学和生理学知识汇集于有机体与其食物供给之间相互关系的统一概念的科学。营养是以有关生长、维持、做功、生长和生殖的许多代谢化学反应最佳运行所必需的那部分外部化学环境供养动物体内细胞的过程。营养包括供作食物的化学元素的取得、摄入、消化和吸收。此外还包括处于最适于同化的物理化学形式的化学元素运输到动物体内所有细胞，以及被细胞利用。养分在动物体内的基本功能及各种养分与动物细胞内其他代谢产物之间相互关系的知识，是我们在实践中科学地应用营养学知识之前所必需的。

### 代谢是各种化学反应的综合

数百种有机和无机化合物在动物细胞中进行正常代谢时，在无数的合成与分解代谢转化中不断地进行反应。这些化合物称为代谢物。在各种动物之间合成这些代谢物的能力方面存在着广泛的差异。在食物中不仅必须供给用于动物能合成的代谢物的前体的化合物，而且也必须供给动物所有不能合成的那些代谢物的现成可利用的形式。后者一组化学物质是称之为必需营养素的化合物和元素。各种动物的营养需要，是从某些较低等的生命形式的很简单的需要，诸如微生物，直到鸡和其他具有短肠道的单胃的其他高等动物种的很复杂的营养需要。单细胞有机体从简单的有机和无机物质合成大多数代谢物的能力，的确是一个很重要的因素，它改变许多动物的营养需要。马的盲肠，牛、羊和其他反刍动物的瘤胃和肠道中的微生物可合成寄主动物正常代谢所必需的大多数氨基酸和维生素

素。但，鸡具有相对简单的肠道。尽管在其胃肠道中合成少量的必需氨基酸和维生素，而微生物合成的数量在任何时候都相对为少，且依环境因素，如可采食的日粮类型以及日粮中存在的抗菌素和其他饲料添加剂而变化很大。无菌鸡和常规鸡的营养需要的比较研究表明：鸡通常从其肠道微生物区系获得很少的营养。

鸡是所有动物种中最爱挑剔的动物之一。鸡的营养学是通过对幼雏、生长鸡、产蛋鸡和种用鸡以及鸡胚发育的基本研究所得知识而获得的。至少有40种化合物是必需的营养素，这些营养必须在鸡日粮中有充足的数量，彼此处于最佳比例，并且是处于以最高饲料利用效率促进最大生长速度、最佳产蛋和繁殖的可利用形式。

### **鸡作为研究营养的实验动物的重要性**

由于鸡对于生产营养食品在经济上有重要意义，为测定其关键性的营养需要进行了许多努力。此外，由于雏鸡对于基础营养研究是极好的实验动物，它被许多从事营养需要和各种营养素代谢基础研究的实验室所使用。这些情况使得有关鸡营养的资料比其他动物种更多，并且使家禽饲料配合有坚实的科学基础。饲料转变成鸡肉、鸡蛋的高效率，得以在低成本的情况下提供这些优质高营养的食品。摄取家禽产品提供的优质蛋白和各种维生素，大大有助于儿童和成年人建造强壮的肌肉、骨骼和其他组织，以及提高全体居民完成生产、工作的能力，从而有助于改善生活水平。

用鸡进行营养研究得到的基础发现，对人甚至有更多的裨益。在这种作用中，用鸡发现了许多维生素和必需的无机元素；在研究日粮代谢能和蛋白质之间的基本相互关系，以及在必需养分与代谢物之间的许多其他相互关系方面的知识，导致全世界人类有更好的营养与健康。

## 鸡的质量方面的营养需要

### 能量

200多年以前 Lavoisier 发现：我们称之为“呼吸”的代谢过程，实际上涉及日粮的碳和氢的氧化生成二氧化碳和水。他指出：食物以热的形式供给动物体以能量的情况，与燃烧食物产热相似。但是，很久以后人们才充分理解到体组织生长、产蛋，进行必需的体力活动和维持正常体温需要能量。关于日粮能量浓度在决定鸡和其他种动物的饲料摄入量具有首要意义的发现，是打开通往科学理解日粮中各养分间适当关系之门的钥匙。动物（如鸡）采食饲料主要是为满足对能量的内在需要的渴望。当这种渴望得到满足时，动物停止采食。因此，氨基酸、维生素和矿物质在日粮中必须与能量呈一定的比例，以致在满足该动物对能量的饥饿时，获得足够的所有必需的养分。

许多有机化合物，包括蛋白质，可供作鸡的能量的日粮来源，但主要的能源是鸡饲料中的碳水化合物和脂肪。不是所有的蛋白质、碳水化合物和脂肪都能被鸡消化。因此，只有饲料的可代谢部分可提供能量和必需的养分。

### 氨基酸

了解蛋白质是日粮中必需的已超过100多年。早在20世纪研究人员已开始认识到，对蛋白质的需要实际上是对氨基酸的需要。Osborne和Mendel用大鼠和鸡进行的研究证明：某些蛋白质，由于缺少某种特定的必需氨基酸，其生物学价值非常低。大约20种不同的氨基酸结合在各种复杂的聚合物中，形成建造动物体内肌肉、软骨、结缔组织、血红蛋白、脂蛋白、核蛋白、激素、酶和其他含氮物质所需的重要蛋白质。十二种氨基酸是必需的养分，因为鸡不能合成这些氨基酸。如果日粮中含有所需要的碳架前体物和充足的氮

源，而这氮源所处的化学形式能供给鸡以氨基时，鸡可合成其他的氨基酸。但在某些条件下，甚至合成这些氨基酸中的几种的速度不足以供给所有这些需要的氨基酸。

每一种蛋白质，无论是存在于植物中或是在动物组织中，都具有特定的氨基酸模式。因此，最适合动物利用的植物性蛋白，是那些在氨基酸比例方面与动物组织蛋白的氨基酸模式最相似，尤其是在必需氨基酸和所需总氮的供给方面最相似的，是很自然的。

### 维生素

证明维生素存在的第一个试验中用的是鸡。这个发现是在1897年由一个荷兰内科医生Eijkman完成的，那时他在印度尼西亚爪哇岛上一所医院中研究脚气病的病因。他注意到：采食作为他的患者的主食精稻米的鸡，自然爆发了多发性神经炎，其症状与脚气病患者的神经症状相类似。发现这种病的病因可能是营养性的，是偶然的，是基于采食未磨稻谷的几只鸡未发生此病的意外观察。

后来，精磨稻米加或不加米糠的对照研究证实了米糠含有防止神经紊乱的某种物质。米糠的水浸提物或醇浸提物对患多发性神经炎的鸡产生奇迹般的疗效。然而Eijkman认为：富于淀粉的精磨稻米，在这种情况下产生一种毒素对神经起着毒害的作用。他想到，这毒素是由这种籽外层中的药物学上的解毒剂所抵消。他的后继者Grijns认为这是缺乏某种未知物质的“部分饥饿”症的第一个人；这未知物质在稻米外层中存在有很少的数量。

维生素存在的真正发现是在Casimir Funk分离出能促进鸡和鸽生长并防止多发性神经炎的白色粉状结晶之后。这种物质现在已知是维生素B<sub>1</sub>（硫胺素）。由于它含有氮，Funk将他的新的必需养分命称为“Vita-amine”，意义是生命所需的一种胺类物质。后来证明许多其他种“Vitamines”不是胺，并且大部分不含氮。因此，Drummond提出：这描述性的名词应把“Vitamine”改成“Vitamin”。



各种维生素在化学结构上差异很大，但它们在共同的基础上归类在一起。这共同的基础即：每一种维生素或作为完整的化合物或作为重要辅酶的一部分，负责动物体内正常代谢所必需的一种或多种特定的化学反应。维生素作为代谢反应的有机催化剂需要的数量很少。在生活细胞内几乎每一化学反应需要一种或多种维生素。除维生素C外，鸡对所有已知的各种维生素的需要都要从日粮供给，因为在正常条件下鸡可合成足够数量的维生素C。

### 无机的化学元素

鸡的固有的代谢功能需要多种化学元素，需要的数量变化很大，从骨骼结构和蛋壳需要大量的钙，到在谷胱甘肽过氧化物酶的功能中需要极微量的硒，谷胱甘肽过氧化物酶可保护血管壁的完整并防止肌肉营养障碍。

### 水和氧

关于动物与其环境的化学关系的叙述，无不提到这两个非常重要的成分。生命是不可能没有水和氧的。水是机体化学可在其中实现功能的介质，而氧是从饲料释放能量之“火”所需要的。

### 比较营养学

“我们所吃的东西就是我们自己”的提法，常常由进行营养学普及演讲的一些人提出。这种提法是不正确的。比较正确的说法是：“为了适当的营养，我们必须吃我们自己所含有的养分”。虽然动物体能够贮存某些养分以供后来之用，但肌肉、血液、体液和骨骼的成分非常恒定，在所有动物种中在可比的生长和发育阶段上，的确没有任何很大程度的变化。

“必需养分”一词的意思恰好就是这样。如果日粮中不含有钙或磷，身体不能形成骨骼。如果日粮中缺少合成蛋白质所需的必需氨基酸，哪怕是其中的一种，身体也不能形成新的肌肉组织或酶。虽然身体具有增加或减少某种养分的尿排泄量的能力，如钠或钾，如果日粮不继续供给正常酸碱平衡、渗透关系和所有其他功能所必