



Topic Insights

动物营养和饲料科学

Adrian R. Egan

Fellow of the Australian Academy of Technological Sciences and Engineering; Emeritus Professor and Honorary Professorial Research Fellow, Faculty of Veterinary and Agricultural Sciences, The University of Melbourne

1. 引言

动物营养和饲料科学学科可简单地分为以下两类：

(1) 研究动物对特定吸收物质的数量和平衡的生理需求（即营养需求）；

(2) 天然植物和动物产品或合成物质提供全部或部分营养物质的能力（即饲料组成和营养成分利用率）。

为了平衡饲料供应以满足动物的需求，营养学家为所涉及的物种建立了一套系统的饲喂标准或指南。在过去的一个世纪里，已经制定了许多畜禽、役用动物、宠物和其他圈养动物的饲养标准。

这些领域的研究可能涉及未知的某个物种的需求量、某种不了解的潜在饲料原料，或者为满足动物需求提供平衡饲料而强加的额外约束或限制的一系列环境条件。

在充分了解动物营养和饲料科学之后，这个领域的研究重点可能是：

- (1) 饲料生产和加工中的关键控制问题；
- (2) 监测相关过程的方法；
- (3) 相关加工、设备和基础设施的创新。

这些研究重点可为动物健康、动物管理、动物福利以及适当生产力的持续改善提供支持。

2. 营养需求

关于营养需求，动物可以利用一系列的化学物质

（如碳水化合物和脂肪）提供能量来满足机体生理过程需求，从而使动物存活、健康和多产。作为机体组织成分的组成部分，其他物质（如蛋白质、某些脂质和某些矿物质）不仅用于生长和生产，如肉、蛋或牛奶，而且在基本水平上，涉及机体成分的退化和替换的自然维持过程。这种组织“周转”（turnover）是所有生物的一个显著特征。还有其他的营养物质（如矿物质和维生素这些独特的有机分子）是常规用量小且非常特殊的物质，而且不能在体内合成，它们可作为大量生化反应的关键因子，可参与能量提供或机体组织成分构建过程。通常情况下这些相互关联的生化反应或代谢途径在各种动物体内都是一样的。然而，将物种与特定食物来源联系起来的进化策略反映在特定物种所需要的饲料成分或营养物质的性质和相对数量上存在一些差异。

动物的需求取决于品种、年龄和发育阶段，以及产品的性质（如蛋、胎儿的生长和发育、牛奶或肉的生长）。研究为大多数畜禽提供了计算这些需求的指导方针，这些研究主要基于动物的体重、形成所需产品的特殊要求，以及用于该类产品的营养素的效率。

3. 饲料科学

通常用作饲料的大多数植物或动物的化学组成都可以在饲料原料成分表中找到，饲料原料成分表是联系饲料原料与动物营养需要量的一个桥梁。直接分析饲料原料可以更好地预估饲料的价值。

当一种新的物质或工业副产品作为潜在的动物饲料或人类食物来源引起人们的注意时，首先要进行化学分析。接着，在分析的基础上，进行饲养试验，将新材料加入到配方中，以观察动物的反应。然而，对于已知和未知饲用价值的饲料原料，化学成分本身并不能确定化学成分或其消化产物被吸收的程度。这就需要更多的方法去评定，这些方法可能依赖于饲料原料组分的物理属性和化学结构知识。在某些案例中，已经制定了标准的化学、物理或生物试验方法，来说明营养物质在何种程度上可供动物食用。这一领域的新方法正在稳步发展，以便使给定的饲料原料能够满足动物的要求。本专题中俞培强和Prates的文章《饲料的分子结构与动物营养物质利用率和有效性的关系——一种新方法》就是尝试来解释这个问题的。

潜在的可用饲料原料也可能含有有害（甚至有毒）的成分。纤维作为饲料中难以消化的成分，可稀释营养成分和限制采食量。在某种程度上，肠道健康的显著获益与低纤维含量有关。本专题中Agyekum和Nyachoti的文章《高纤维日粮对猪营养和代谢的影响综述》是研究饲料科学这个领域典型的文章。

对于通常食用牧草纤维基础日粮的动物来说，如反刍动物（绵羊和牛），了解动物的消化生理以及受饮食影响的肠道微生物发酵过程的参数性质是很重要的。在发酵过程中，特别是在肠道微生物群降解纤维碳水化合物的过程中，会产生甲烷。甲烷是一种重要的、强烈的和不受欢迎的温室气体。添加物质来抑制甲烷生产，如果可能的话，推动生产对动物直接有益的发酵产品，是该领域的另一目标。本专题中Morrison等的文章《利用六氟化硫示踪技术预估不同年龄阶段的放牧荷斯坦奶牛甲烷排放量》就涉及了这方面。这篇文章还提供了一个例子，说明示踪方法用于估计代谢终产物的生产速率，有助于评估动物在开放环境中的消化和代谢过程。

随着新的潜在饲料的出现，以及非营养物质添加到饲料中以提高采食量或饲料转化率，研究将继续下去。例如，过去动物饲料中广泛使用抗生素来改善动物的性能。鉴于全球对抗生素耐药性细菌感染引起的人类死亡率和发病率的日益关注，此做法不能继续下去。因此，可替代抗生素的食欲兴奋剂、生长促进剂、保健品和中草药，正在被测试其在陆地和水生动物生产系统的有效性。本专题中蒲红宇等的文章《中草药在水产养殖中的应用研究进展》关注的就是这个领域的一个方面。

另一种视角在本专题中覃思和侯德兴的文章《植物化学物质的生物功能及其在家畜中的应用研究——以Nrf2 / Keap1系统为目标》中有所体现。

某些化学物质，如氨基酸或抗氧化剂的含量升高，可能有直接的代谢效应，从而提高动物的性能。本专题中张博等的题为《低蛋白日粮中添加亮氨酸通过雷帕霉素靶蛋白信号通路增加成年大鼠骨骼肌重量及蛋白质合成》的研究，就是在动物模型中测试这种可能性，从而用于评估实验效果和识别可能的机制。

随着对环境健康和饲料转化生长效率目标的要求越来越高，海洋和水生动物的饲养标准和饲料转化的发展受到了极大的关注。在开放水域环境中测量动物的变化成为挑战，但这是改进这种动物饲养系统的基础。需要严格的方法来进行必要的实验测量。一种方法是通过数学建模，该数学模型基于来自封闭环境或流动室中测量的试验动物的代谢终产物和排泄物稀释率的实验数据。只有这样，动物营养学家才能应对饲养标准和实践的挑战，提供最佳营养，以满足水产动物的摄食行为。

4. 产品保证的依据

在国内和国际贸易的最高层次上，市场设置规范和要求质量保证。这意味着饲料来源、所有添加剂、生产系统和动物产品（不论是否加工）必须对消费者是安全的，必须符合伦理要求。相应的，这些要求可追溯以确实在问题的源头能及时有效地处理违规。

5. 总结

当代动物营养学和饲料科学的研究主要涉及以下领域：

- (1) 完善家畜类型和品种饲养标准的现有数据库，以及完善已被指南涵盖但缺乏所需精度的饲料等级；
- (2) 明确还不具备饲喂标准的动物的需求；
- (3) 分析可能提供营养来源但还没有确定价值的饲料原料；
- (4) 建立并运用更好的方法，对碳水化合物、纤维、蛋白质、脂类等饲料中重要营养成分进行物理化学分析，以便与摄入量、消化速度和程度相关联；
- (5) 建立并应用分析方法，来确定饮食中可能对营养物质消化或吸收产生不利影响的组分的存在和效力；
- (6) 研究摄食行为、消化过程和新陈代谢；

(7) 发展饲养系统, 确保动物获得适当数量的饲料, 尽可能保持一致或尽可能接近最佳饲料量, 同时避免浪费;

(8) 探索特殊情况, 例如, 牧场或草场的牲畜或水

生动物的补充饲养, 其中一些饲料在动物所处环境中是天然存在的, 但是补充饲料可以提高动物的生产力;

(9) 按照市场要求 (也称为“标签上的诚信”), 提供有据可依的产品安全性和质量保证。