

# 生物素及其营养研究进展

刁立兰, 王 燕\*

(山东轻工业学院 食品与生物工程学院, 济南 250353)

**摘要:** 综述了生物素及其营养研究进展。主要包括: 生物素的理化特性、分析方法、吸收与代谢、生理功能、来源及其生物利用率、缺乏的原因及症状、对畜禽生产性能的影响以及添加量等。

**关键词:** 生物素; 营养; 生理功能; 来源; 利用率; 缺乏症; 畜禽; 添加量

**中图分类号:** Q563+.7; S816.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0084(2007)21-0025-04

生物素, 又名维生素 H, 属于水溶性 B 族维生素, 是动物维持正常生理机能所必需的维生素之一。过去人们普遍认为生物素在家禽和家畜饲料中分布很广, 而且又可由动物肠道内的细菌合成, 因此其量足以满足动物生长的需要, 不必在日粮中添加。但是在实际生产中, 生物素缺乏症经常出现, 尤其在集约化生产条件下。大量试验证明, 日粮中补充生物素对动物生产性能的提高具有积极作用, 人们重新开始重视和研究生物素及其营养作用。为此, 本文就生物素及其营养研究进展作一简述, 以供参考。

## 1 生物素的理化特性

生物素广泛分布于动植物中, 天然存在的生物素主要以结合态的形式存在。生物素的结构为: 带有一戊酸侧链的含硫的咪基环(图 1)。在体内, 侧链上的羧基与酶蛋白的赖氨酸残基结合, 发挥辅酸酶作用。

生物素共有 8 种立体异构体, 其中只有  $D(+)$ -

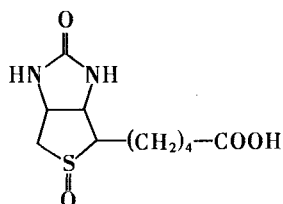


图 1 生物素的分子结构

收稿日期: 2007-06-18

作者简介: 刁立兰(1981-), 女, 山东潍坊人, 硕士研究生, 研究方向为微生物酶技术。

\* 通讯作者: E-mail: qingyuanwangyan@163.com

生物素具有生物学活性。天然存在的生物素为  $D(+)$ 型, 其晶体呈细长针状。生物素无臭无味, 难溶于水, 溶于乙醇, 几乎不溶于醚类及三氯甲烷, 熔点为  $228 \sim 232 \text{ }^\circ\text{C}$ 。一般情况下, 生物素比较稳定, 只有在强酸、强碱、甲醛及紫外线处理时才能被破坏。

## 2 生物素的分析方法

生物素的分析方法主要有: ①理化方法: 例如高效液相色谱法(HPLC)、离子选择电极法、比色法和薄层色谱法等; ②同位素稀释法: 利用抗生素蛋白的生物素结合特性测定; ③微生物法: 是测定生物素最常用的方法, 其原理是在一定条件下, 生物素的浓度与菌体的生长量呈线性关系; ④动物试验法: 以试验动物的增重及肝和血液中丙酮酸羧化酶的活性判定; ⑤酶学方法: 生物素与啤酒酵母中的丙酮酸羧化酶蛋白在体内结合, 再进行酶活性测定。

## 3 生物素的吸收和代谢

天然存在的生物素有游离态和结合态两种形式。游离态的生物素能被动物直接吸收利用, 而结合态的生物素必须在肠道内经过生物素降解酶的分解, 释放出游离的生物素, 才能被动物吸收利用。生物素被转运到以肝脏和肾脏为主的细胞中发挥作用。生物素在细胞中发挥作用后, 大部分被侧链的  $\beta$ -氧化降解酶降解为双降生物素, 连同未降解的生物素一起从尿中排出, 而未被小肠吸收的生物素则由粪中排出。

## 4 生物素的生理功能

生物素作为酶的组成成分参与机体的三大营养物质代谢, 是整个生物界不可缺少的营养物质之一。

## 动物营养

### 4.1 参与脂肪酸的合成

在脂肪酸的合成过程中,生物素作为乙酰 CoA 羧化酶的辅酶,催化乙酰 CoA 生成丙二酸 CoA。

### 4.2 参与碳水化合物代谢

生物素参加三羧酸循环,催化脱羧-羧化反应。在糖代谢过程中,生物素在脱羧-羧化反应和脱氢反应中起着重要的辅酶作用。

### 4.3 参与蛋白质代谢

生物素在蛋白质合成、氨基酸脱氨、嘌呤的合成、氨基甲酰转移以及亮氨酸和色氨酸分解代谢中起着重要的作用。

### 4.4 参与其他物质代谢

生物素作为辅酶成分参与其他营养物质的代谢过程,如甲基转移反应、嘌呤合成及糖代谢。

## 5 生物素的来源及其生物利用率

许多饲料原料中都含有生物素,但其含量随饲料种类、收获季节、加工方法、保存条件不同有很大差别,即使同一种饲料,其不同样本的生物素含量及生物学价效也有很大差异。不同饲料中生物素含量及其生物利用率见表 1<sup>[1]</sup>。

表 1 不同饲料中生物素含量及其生物利用率

饲料种类	生物素含量/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	生物利用率/%
黄玉米	0.60~0.10	75~100
大麦	0.13~0.17	20~50
小麦	0.60~0.18	0
小麦麸	0.21~0.51	20
小麦次粉	0.19~0.43	5
小麦胚芽	0.24~0.30	55
米糠	0.38	23
高粱	0.13~0.29	10~60
豆粕	0.18~0.50	100
菜籽粕	0.65~1.18	70
葵花籽粕	0.45~1.35	35
花生饼	1.03	53
棉籽饼(浸提)	0.08~0.47	100
鱼粉	0.20~0.55	30
肉粉	0.02~0.32	100
肉骨粉	0.07~0.36	100
乳清粉	0.19~0.39	100
紫苜蓿(脱水)	0.30~0.33	75~100
玉米蛋白粉	0.15~0.25	100
脱脂奶粉	0.16~0.43	65
干燥酒糟蒸馏物	0.44~1.10	90

## 6 生物素缺乏的原因

由于饲养方式和饲料成分等的变化,生物素缺乏症愈来愈多,在实际生产中导致生物素缺乏的大致原因有以下几种:①日粮本身缺乏生物素;②商品饲料成分的变化;③饲料配方不科学;④饲料加工、贮藏对饲料中生物素的影响;⑤饲养方式的变化;⑥生产性能的提高;⑦母体缺乏生物素;⑧影响生物素合成的因素;⑨抗生素蛋白的影响;⑩疾病的影响。

## 7 生物素缺乏的症状

早期的生物素缺乏症状并没有明显的表现,但长时间或严重的生物素缺乏时,其症状就会比较明显。在动物养殖中常见的生物素缺乏症状如表 2 所示<sup>[2]</sup>。

表 2 常见生物素缺乏症状

动物	症状
火鸡	骨缩短、足部弯曲及畸形
蛋鸡	产蛋率、孵化率急速下降,脂肪肝的发生率增高
种鸡	产蛋率、受精率、孵化率降低,胚胎小,雏鸡发育迟缓、脂肪肝发生率增高、骨畸形、肌肉不协调、滑腱症
肉鸡	口腔和眼睑病变,不同程度的脂肪肝、脂肪肾,足底粗糙、胼胝、并有很深的裂沟
幼鸡	精神萎靡,生长缓慢,嘴角、足部、腿部发生皮炎,脂肪肝和肾病
生长猪	生长缓慢,厌食,身体脂肪松软,蹄病、跛足,繁殖障碍
仔猪	生长缓慢,蹄匣发绀、肿胀、跛行
母猪	蹄病、跛行,脂溢性皮炎,生殖紊乱,产奶量下降,小猪出生期相隔较长、生长比较缓慢
种公猪	皮肤脱毛、龟裂,蹄病、跛足,繁殖力下降
家兔	脱毛症,皮肤起干鳞片并渗出褐色液体,舌上起横裂,后肢僵直,爪子溃烂
奶牛	蹄病、跛足,产奶量下降,繁殖力下降
马	蹄病、跛足
水貂	貂皮毛色变灰,换毛不利
鱼	全身黏膜发青,不久脱落,动作迟缓、生长不良、食欲减退、贫血等

## 8 生物素对畜禽生产性能的影响

由于生物素参与机体的脂类、蛋白质、碳水化合物等物质的代谢过程,因此,在日粮中添加适量的生物素,对促进畜禽生产性能的提高具有良好的效果<sup>[3]</sup>。

### 8.1 在养猪生产中的应用

生物素能提高母猪的繁殖能力、仔猪成活率、猪的生产力和饲料利用率,提高猪胴体质量,改善肉质<sup>[4-5]</sup>,而且对一些疾病的防治具有积极的作用。生物素能显著降低母猪因返情而延长断奶至发情的时间间隔的影响,提高窝产仔数,促进妊娠期子宫扩张和胎盘形成,增加子宫角的长度,从而扩大了胎儿的空间;在肥育猪日粮中添加生物素可改善肥育猪的胴体品质,可消除高水平铜对猪背膘的不良影响;在怀孕母猪的玉米-豆粕型日粮中添加一定量的生物素,断奶仔猪成活率、21日龄成活率及窝重都能得到提高<sup>[6-7]</sup>。

### 8.2 生物素在养鸡生产中的应用

在鸡饲料中添加足量的生物素不仅能提高蛋鸡的产蛋率、孵化率、雏鸡的成活率和饲料利用率,还能提高鸡对FLKS(脂肪肝肾综合征)和SDS(鸡猝死征)的抵抗力。刘汉林试验报道,生物素对产蛋鸡产蛋性能方面的影响不显著,但随着生物素在饲料中添加量的增加,平均蛋重有升高的趋势,破蛋率有下降趋势。周林<sup>[8]</sup>试验表明,在肉鸡后期日粮中添加生物素和维生素E能显著改善肉质,提高胴体等级。另有试验表明,在玉米-豆粕型肉仔鸡日粮添加不同水平的生物素,随着其添加水平的提高,饲料转化效率和机体免疫力也随之提高;在肉仔鸡饲料中添加生物素可促进免疫器官发育,促进细胞免疫反应和体液免疫反应<sup>[9-10]</sup>。

### 8.3 生物素对奶牛的影响

虽然反刍动物对生物素需求量没有确定,但是许多科学家认为瘤胃和小肠微生物的分解不能满足动物对生物素的基本需要,特别是高产奶牛。先后有不少报道指出,生物素对高产奶牛的产奶量和蹄病的预防有积极的作用<sup>[11]</sup>。

### 8.4 生物素对家兔的影响

生物素广泛地参与家兔机体的代谢,但是由于生物素在自然界的浓度低且生物利用率有限,因此家兔容易出现生物素不足和缺乏。家兔缺乏生物素时就会导致代谢功能紊乱,生产性能下降和抗病能力削弱,幼兔生长速度下降,母兔则繁殖性能下降,毛兔的毛质和产量也明显降低。

## 9 生物素的需求量和推荐添加量

由于饲料中生物素含量及生物利用率变异很大,加之肠道中许多微生物可以合成生物素,因而

很难确定畜禽对生物素的确切需求量。在考虑畜禽对生物素的需求量时,除应考虑饲料中的成分、生物素含量、生物学利用率及肠道微生物合成生物素能力的影响外,还应考虑饲料加工、饲养、管理等因素的影响。畜禽日粮中生物素的需求量及推荐添加量如表3所示<sup>[7]</sup>。

表3 畜禽日粮中生物素的需求量及推荐添加量

类别	需要量/ mg · t <sup>-1</sup>	添加量/ mg · t <sup>-1</sup>	类别	添加量/ mg · t <sup>-1</sup>
早期断奶仔猪	200	100 ~ 150	小牛	0.15
小猪	150	50 ~ 100	奶牛	20
生长猪	125	30 ~ 70	肉牛	20
育肥猪	50	0 ~ 50	家兔	0.08 ~ 0.12
种母猪	200 ~ 250	150 ~ 250	生长兔	0.17
公猪	250	200 ~ 250	哺乳兔	0.17
雏鸡(开食)	150 ~ 180	70 ~ 120	成年兔	0.16
雏鸡(生长/后备期)	100 ~ 200	30 ~ 80	毛兔	0.12
肉仔鸡	180 ~ 200	50 ~ 100		
产蛋鸡	30 ~ 120	40 ~ 60		
种母鸡	150 ~ 180	150 ~ 250		
火鸡(开食)	300	200 ~ 250		
火鸡(生长/肥育期)	200	100 ~ 200		
种火鸡	250	200 ~ 300		

## 10 结 语

生物素对畜禽的作用是肯定的,在饲料中添加生物素可提高利润。但目前还存在着许多有争议的问题,有待于更进一步地研究确认:①各类型畜禽对不同饲料中生物素的利用率,以及在不同条件下畜禽对生物素的确切需要量和最适宜的添加量;②日粮中其他营养因子对生物素的影响及相互作用;③饲料中抗生物素因子的有效加工处理;④生物素对增强畜禽体质,提高免疫力的机制;⑤动物肠道细菌合成生物素的作用机理,动物对这部分生物素的吸收机制、利用途径以及如何提高其利用率。

### [参 考 文 献]

- [1] 郑艺梅,宋爱侠.家禽营养中生物素的研究进展[J].安徽农业技术师范学院学报,1999,13(4):52-57.
- [2] 常文环.动物生物素营养研究进展[J].畜禽业,2003(4):12-13.
- [3] 吴琼,孙文志,白兆鹏.生物素及其在动物生产中的应用

# 多不饱和脂肪酸对畜禽产品脂肪酸的影响

王小龙, 黄兴国\*, 刘祝英

(湖南农业大学 动物营养研究所, 长沙 410128)

**摘要:** 多不饱和脂肪酸是一类具有重要生物学功能的物质, 主要包括 n-3 和 n-6 系列, 它们在脂类代谢、基因表达调控等许多方面起着重要作用。众多研究结果表明, 动物组织的脂肪酸组成可通过调整日粮中多不饱和脂肪酸的量及种类的组成而改变, 现就近年来多不饱和脂肪酸对畜禽脂肪酸含量的影响和作用机理的研究进行综述。

**关键词:** 多不饱和脂肪酸; 肌肉脂肪酸; 畜禽产品

**中图分类号:** Q547; S816.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0084(2007)21-0028-03

随着人们生活水平的提高, 膳食结构对人类健康的重要性愈来愈受到重视。尤其近年来, 对 n-6 和 n-3 多不饱和脂肪酸的生理作用和营养功能的研究备受关注。为了保持健康要减少总脂的摄入, 应保持多不饱和脂肪酸 (Polyunsaturated fatty acid, PUFA) 与饱和脂肪酸 (Saturated fatty acid, SFA) 的平衡。研究者通过很多动物试验来使 PUFA/SFA 比例和 n-6/n-3 比例趋向推荐值 (>0.7, <5)。

诸多研究表明, 机体脂肪酸的组成可通过调整日粮中的脂肪酸来改变<sup>[1-2]</sup>。因此, 调控日粮脂肪酸组成, 对增加 n-3, n-6 PUFA 的进食量, 改善脂肪酸营养状况, 增进健康, 具有重要意义。

## 1 多不饱和脂肪酸的来源和代谢

PUFA 的来源<sup>[3]</sup>大致有以下几个方面: ①体内

合成: 以饱和脂肪酸如硬脂酸作为底物, 通过延长脱氢作用可以形成多种 PUFA; ②来源于植物: 各种谷物、植物种籽油、青绿蔬菜等均蕴含丰富的 PUFA; ③来源于动物: 鱼类、鸡蛋、昆虫和其他一些无脊椎动物; ④来源于微生物: 藻类、真菌和细菌中 PUFA 含量丰富。

各种动植物油, 如饲料中常用的豆油、鱼油等, 这些油脂能够提供动物不能自身合成的必需脂肪酸如亚油酸、亚麻油酸等。每种油脂中所含各种脂肪酸及 PUFA 的比例各不相同。

哺乳动物中, PUFA 经过环加氧化酶和脂加氧酶的途径形成两类主要的代谢产物: 一为前列腺素类化合物 (前列腺素、凝血烷和环前列腺素); 另一类为白三烯。每种 PUFA 都可转化成高不饱和的或链更长的脂肪酸。

## 2 多不饱和脂肪酸对畜禽脂肪的影响

不同动物不同部位的脂肪酸组成有明显差异, 这种差异直接影响到肌肉的食用价值, 只有含有一

收稿日期: 2007-07-18

作者简介: 王小龙 (1982-), 男, 硕士研究生, 研究方向为生态营养。

\* 通讯作者

[J]. 饲料博览, 2004(6): 46-47.

[4] 黄大鹏. 猪生物素的营养 [J]. 饲料博览, 2000(1): 31-32.

[5] 马文强, 何军豪, 王燕. 生物素在养猪生产中的应用 [J]. 甘肃畜牧兽医, 2006, 36(3): 41-44.

[6] 王胜利. 饲料添加生物素和维生素 E 能改善猪肉品质 [J]. 兽药与饲料添加剂, 2000, 5(5): 28.

[7] 黄兴国, 戚咸理, 贺建华, 等. 生物素及其营养应用 [J]. 饲料博览, 2003(7): 17-19.

[8] 周林. 生物素和维生素 E 对肉鸡屠宰性能和肉品质的影响

[J]. 饲料博览, 2000(8): 6-7.

[9] 于会民, 蔡辉益, 常文环, 等. 生物素对肉仔鸡免疫器官的发育、机体免疫功能和神经内分泌激素的影响 [J]. 畜牧兽医学报, 2005, 36(10): 1006-1013.

[10] 韩春芳, 蔡辉益, 于会民, 等. 不同生物素添加水平对肉仔鸡免疫器官发育和免疫功能的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2005, 33(11): 61-66.

[11] 段智勇, 吴跃明, 刘建新. 生物素对高产奶牛的作用——预防蹄病和增乳 [J]. 饲料研究, 2003(2): 19-21.