

## 反刍动物用添加剂

# 生物素在反刍动物上的应用

徐晓燕 田树青 徐俊

(扬州大学动物科技学院,江苏扬州 225009)

**摘要:**生物素作为羧化和羧基转移酶系的辅酶,参与机体的三大营养物质代谢,是动物体内维持正常生理机能的低分子有机化合物。本文主要对生物素的理化性质、生理功能及生物素在反刍动物上的应用进行了综述。

**关键词:**生物素;反刍动物;生理功能;应用

## The Application of Biotin in Ruminants

Xu Xiaoyan Tian Shuqing Xu Jun

**Abstract:** As the coenzyme of carboxylase and carboxyltransferase, biotin is involved in the metabolism of three major nutrients to maintain the normal physiological functions in animals. In this article, the physical and chemical properties, physiological functions and the application of biotin in the ruminants are reviewed.

**Key Words:** biotin; ruminants; physiological function; application

生物素是维持机体生命活动不可缺少的维生素之一。由于生物素在饲料中分布广泛,且反刍动物的瘤胃微生物可以合成,因此过去人们认为在反刍动物日粮中不需要额外的添加。但随着育种技术的提高,反刍动物的生产性能越来越高。为了维持高产动物的生产性能,饲喂日粮中精粗比较高,使得生物素被瘤胃酸环境破坏,日粮中含有的生物素及微生物合成的生物素已不能满足反刍动物的需要,从而出现了一些缺乏症。目前的研究发现,在日粮中添加生物素可以改善动物蹄及毛皮的健康状况,提高动物的生产性能和繁殖性能。于是,人们开始逐步重视反刍动物营养中生物素的研究。

### 1 生物素的理化性质

生物素即 VB<sub>7</sub>, 又称维生素 H 或辅酶 R, 是一种水溶性的含硫维生素, 广泛的存在于动植物中。天然生物素为 d 型, 主要以与蛋白质结合的形式存在。分子式为 C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>S, 其化学结构中包括一个含有 5 个碳原子的羧基侧链和两

个五元杂环(图 1)。在动物体内, 由戊酸侧链上的羧基与酶蛋白的 ε-赖氨酸残基结合, 发挥辅酶的作用。生物素无嗅无味, 难溶于水, 溶于乙醇, 几乎不溶于醚类及三氯甲烷, 熔点为 228 ~ 232℃, 常规条件下很稳定, 酸败的脂和胆碱能使其失去活性, 紫外线照射可使生物素缓慢被破坏(杨凤, 2001)。

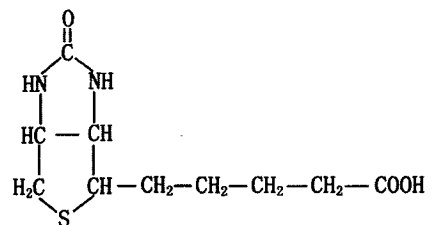


图 1 生物素结构式

### 2 生物素的生理功能

生物素作为羧化和羧基转移酶系的辅助因子及羧基转用的载体, 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。

### 2.1 生物素参与碳水化合物的代谢

生物素作为丙酮酸羧化酶的辅酶,是三羧酸循环的必需成分,参与糖代谢和糖原异生,维持血糖稳定。反刍动物的生理特性(瘤胃降解葡萄糖)使得必须通过糖的异生来满足动物对葡萄糖的需要。当采食的碳水化合物不足时,反刍动物通过分解脂肪和蛋白质合成糖的途径来维持血糖水平。

### 2.2 生物素参与脂肪代谢

生物素作为乙酰辅酶 A 羧化酶的辅酶参与脂肪酸合成,作为丙酰辅酶 A 羧化酶的辅酶,是奇数碳脂肪酸  $\beta$ -氧化的必需物质。此外,生物素还与乙酰胆碱合成和胆固醇代谢有关。通过反刍动物体外发酵试验发现,添加生物素可以提高纤维的消化率,细菌生成丙酸的过程也需要生物素,在用瘤胃液体外培养纤维时,若培养液中不添加生物素,丙酸的产量会明显降低。

### 2.3 生物素参与蛋白质、核酸代谢

生物素直接参与亮氨酸和异亮氨酸等氨基酸的脱氨基及核酸代谢,且能够通过影响核酸合成从而影响蛋白质合成。生物素能通过影响 RNA 的结构影响蛋白质合成,这对硬蛋白(如角蛋白)的合成和沉积具有重要的作用。研究结果表明,生物素在角质化中扮演重要的角色,当细胞死亡后,角蛋白网络结构即成为动物蹄的蹄壁。

### 2.4 其他作用

生物素参与脱氢和甲基转移等反应。此外,溶菌酶的活化和皮脂腺功能以及维生素 B<sub>6</sub>、B<sub>12</sub>、维生素 C、泛酸和叶酸的代谢均与生物素密切相关。

## 3 反刍动物体内生物素缺乏的原因

成年反刍动物的瘤胃和肠道能大量合成生物素和其他 B 族维生素,所以一般认为反刍动物的日粮中不需要补充生物素,但最近的研究发现,为了维持高产动物的生产性能,饲喂的日粮中精粗比较高,当动物大量采食易于发酵的碳水化合物饲料后,会导致瘤胃内发酵异常,生成大量乳酸,造成瘤胃内的 pH 值降低,此时,微生物合成的生物素会被瘤胃中的酸性环境破坏。幼龄动物因瘤胃发育尚未完全,合成机能不全,也易出现生物素的缺乏现象。此外,饲养方式不合

理、饲料配方不科学、饲料中含有拮抗物(主要是抗生物素蛋白和链霉素菌抗生物素蛋白)及饲料的氧化酸败、霉变均有可能造成反刍动物生物素的缺乏。

## 4 生物素在反刍动物上应用

### 4.1 改善蹄的健康状况

生物素是维持上皮组织、骨骼正常发育所必需的营养物质,当生物素缺乏时,动物一般表现为皮肤和体被损伤,毛发和羽毛状况不佳,尤其是足损伤,反刍动物主要表现为蹄病。研究结果显示,生物素参与角质化过程,促进生长细胞产生角蛋白纤维。Higuchi 和 Nagahata(2000)研究了患蹄叶炎奶牛和健康奶牛的血清生物素浓度与角水分含量之间的关系,发现病牛血清中生物素的浓度要极显著地低于正常牛,患病牛蹄底部角的水分含量也要比正常牛高,血清生物素的浓度与角水分含量有很强的负相关性。

生物素能通过影响 RNA 的结构来影响蛋白质的合成,这对角蛋白等的合成和沉积有重要的作用。Mulling 等(1999)研究表明,生物素对正常角蛋白和蹄角组织生成所必需的表皮细胞的分化非常重要。近年来,已经有大量的研究表明,添加生物素可以改善反刍动物蹄的健康状况。Hedges(2001)对英国 5 个商业性奶牛场的泌乳牛和小母牛进行为期 18 个月的调查发现,添加 20mg/d 的生物素,显著降低了蹄底溃疡、白线分离、趾间皮炎和蹄爪损伤的发生率。同样,另一个调查研究表明,添加生物素可以降低经产奶牛 45% 的白线分离发生率,但要明显地降低白线分离的发生,需要至少连续 6 个月补充生物素(Pöttsch, 2003)。Schmid(1995)研究了生物素对蹄、角质量的影响,结果发现,试验早期,蹄、角的表观质量均有轻度的改善,添加生物素四个月后,表观质量明显提高,角开始更新,角冠带的更新需要较长的时间。此外,给患有蹄病的羊补充生物素亦能够改善蹄的健康状况。Bampidis 等(2005)报道,给 30 头跛行绵羊补充生物素,可以治愈蹄损伤,改善绵羊蹄部的健康状况。

### 4.2 提高生产性能

大量的研究显示,生物素对生产性能的提高既有直接的作用,又有间接的作用。即生物素一

方面能通过糖异生途径增加葡萄糖的合成,提高乳产量。另一方面通过减少蹄病,提高动物的健康状态,增加乳产量。另外,添加生物素还可能提高反刍动物对纤维素的利用,从而提高反刍动物的生产性能。Zimmerly(2000)研究了添加生物素与荷斯坦奶牛生产性能之间的关系,研究发现,添加生物素后显著提高了奶牛的产奶量,乳蛋白及脂肪的产量也显著的增加,Majee(2003)的研究结果与之相一致。Enjalbert等(2008)研究了在经产奶牛围产期补充生物素对产奶性能的影响,发现在奶牛泌乳的2至6周,补充生物素组奶牛的产奶量显著的提高。杨柯(2008)研究发现,在日粮中添加生物素,提高了粗蛋白及中性洗涤纤维的表观消化率,乳蛋白及乳产量显著提高。在肉品质方面,Lawrence(2007)研究了在安格斯肉牛日粮中补充生物素对肉品质的影响,结果发现,每天添加10mg生物素,肉牛的大理石纹评分比未添加生物素组略高,肌肉脂肪的含量也略高。同样,补充生物素也可以提高泌乳羊的生产性能。Christodoulou等(2005)发现,每天给泌乳母羊补充生物素能够提高蛋白、脂肪、乳糖及乳产量,脂肪的百分含量也显著增加。

#### 4.3 增强酶的活性和营养物质代谢

生物素是乙酰辅酶A羧化酶、丙酮酸羧化酶、丙酰辅酶A羧化酶和3-甲基巴豆酰辅酶A羧化酶的辅助因子,对糖类、蛋白质、脂肪及其他物质的代谢起着重大的作用。研究发现,奶牛日粮中添加生物素,可以提高奶牛体内丙酮酸羧化酶的活性(Ferreira和Weiss,2006)和乙酰辅酶A羧化酶的活性(Bergsten等,2003)。乙酰辅酶A羧化酶能催化乙酰辅酶A的羧化,其前体是丙二酰辅酶A,这一化合物能使脂肪酸链延长,随后由细胞多酶复合体、脂肪酸合成酶将丙二酰辅酶A合成棕榈酸。Rosendo等(2004)研究了添加生物素对肝脏脂肪酸沉积及血浆代谢的影响,发现在第2周和第4周,血浆中酯化的脂肪酸要高于未添加生物素组。补充生物素组血糖的量(66.6mg/dL)要高于未添加组(63.4mg/dL),这说明添加生物素使得葡萄糖的合成增加。

#### 4.4 提高繁殖性能

研究发现,在日粮中添加生物素可以提高奶牛的繁殖性能(Bonomi等,1996)和缩短从产犊

到发情的时间(Fitzgerald,2000;voigt,2000)。这可能是由于生物素能增大妊娠中期到后期子宫的空间、促进胎盘的发育。此外,生物素还能催化多聚不饱和脂肪酸合成过程中的羧化反应,合成的多聚不饱和脂肪酸中的前列腺素能促进子宫的增大。

#### 5 反刍动物生物素的适宜添加量

目前反刍动物对生物素的准确需要量尚未确定,它的添加量与日粮中的脂肪、矿物质、维生素、氨基酸、纤维素和抗生素等成分的含量有关。在养殖业中,为了发挥反刍动物的最大生产性能,应在日粮中添加适宜量的生物素。NRC(1998)推荐的生物素需要量为:仔肉牛及生长肉牛为0.05~0.08mg/kg,母肉牛为0.2mg/kg。在现代饲养中,由于母肉牛无法食粪补充生物素或者是磺胺类药物的添加使得肠道生物素的合成减少,因此建议母肉牛生物素的需要量提高到0.3mg/kg为宜。奶牛日粮中每天每头添加20mg/kg可以改善蹄的质量,提高奶产量。青年母牛每天每头添加10~20mg/kg,可以预防和减少产犊后各种蹄病的发生。

#### 6 小结

综上所述,尽管反刍动物的肠道及瘤胃能合成生物素,但在高产动物体内生物素仍然缺乏,导致了一些缺乏症。目前,已经有众多的研究表明,在反刍动物日粮中添加生物素可以提高动物的生产性能、繁殖性能以及减少蹄病的发生。但目前对动物生物素的研究还停留在需要量的层次。动物对肠道细菌合成的生物素的吸收和利用机制、日粮中各种营养因子对生物素的作用及它们间的相互关系以及生物素增强机体抗病作用的机制仍需要进一步的研究。

#### 参考文献

- [1]杨凤.动物营养学[M].中国农业出版社,2001.
- [2]Higuchi H,Naghata H. Relation ship between serum biotin concentration and moisture content of the sole horn in cows with clinical laminitis or sound hoes[J]. Vet Rec,2001,148:209~210.
- [3]Mulling C K,Bruggalla H H,Reese S,et al. How structures in bovine hoof epidermis are influenced by nutritional factors[J]. Anat Histol Embryol,1999,28:103~108.

- [4] Hedges J, Blowey R W, Packington A J, et al. A longitudinal field trial of the effect of biotin on lameness in dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84: 1969 ~ 1975.
- [5] PotZsch C J, Collis V J, Blowey R. W, et al. The impact of parity and duration of biotin supplementation on white line disease lameness in dairy cattle [J]. *J Dairy Sci*, 2003, 86: 2577 ~ 2582.
- [6] Schmid M., Geyer T H. Effect of biotin on the quality of the claw horn in dairy cows. *Zurich, 20th Congress Euro Assoc Vet Anatomists*, 1994; 15 ~ 19.
- [7] Bampidis V A, Lymberopoulos A G, Christodoulou V, Belibasaki S, et al. Impacts of supplemental dietary biotin on lameness in sheep [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2007, 134: 162 ~ 169.
- [8] Zimmerly C A and Weiss W P. Effects of supplemental dietary biotin on performance of holstein cows during early lactation [J]. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84: 498 ~ 506.
- [9] Majee D N, Schwab E C, Bertics S J, et al. Lactation performance by dairy cows fed supplemental biotin and Bvitamin blend [J]. *Journal of Dairy Science*, 2003, 86: 2106 ~ 2112.
- [10] Enjalbert F, Nicot M C, Packington A J. Effects of peripartum biotin supplementation of dairy cows on milk production and milk composition with emphasis on fatty acids profile [J]. *Livestock Science*, 2008, 114: 287 ~ 295.
- [11] 杨柯. 日粮中添加生物素对荷斯坦奶牛生产性能和血液生化指标的影响 [D]. 河北农业大学硕士论文, 2008.
- [12] Lawrence R J, Doyle J C, Elliott R, et al. Effect of biotin supplementation on meat quality of F1 Wagyu/Black Angus feedlot steers of known genotype [J]. *Meat Science*, 2007, 77: 228 ~ 237.
- [13] Christodoulou V, Bampidis V A, Lymberopoulos A G, et al. Effect of supplemental dietary biotin on performance of lactating ewes [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, 130: 268 ~ 276.
- [14] Ferreira G, Weiss W P, Willett L B. Changes in measures of biotin status do not reflect milk yield responses when dairy cows are fed supplemental biotin [J]. *J Dairy Sci*, 2007, 90: 1452.
- [15] Bergsten C, Greenough P R, Gay J M, et al. Effects of biotin supplementation on performance and claw lesions on a commercial dairy farm [J]. *J Dairy Sci*, 2003, 86: 3953 ~ 3962.
- [16] Rosendo O, StaPles C R, McDowell L R, et al. Effects of biotin supplementation on peripartum performance and metabolites of holstein cows [J]. *J Dairy Sci*, 2004, 87: 2535 ~ 2545.
- [17] Bonomi A, Quarantelli A, Sabbioni A, et al. Dairy cattle ration integration with rumen protected biotin effects on production and reproductive efficiency [J]. *Riv Sci Aliment*, 1996, 25: 49 ~ 68.
- [18] Fitzgerald T, Norton B W, Elliott R, et al. The influence of longterm supplementation with biotin on the prevention of lameness in pasture fed dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 2000, 83: 338 ~ 344.
- [19] Voigt J., Hagemester H., Kuhla S., et al. The effect of biotin supplementation on claw health in dairy cattle kept under field conditions. *Procl 11th Int Conf on Bovine Lameness, Univ Parma, Italy*, 2000: 292 ~ 294.

## · 小常识 ·

# 猪常见的几种不良嗜好及其防止措施

### 窜圈

把窜圈猪的上睫毛剪短,待其长长了再剪短。这样,猪抬头窜圈时眼睛就会受到风、光、尘土的刺激而产生恐惧感,历经数次,猪就不再窜圈了。

### 啃墙

猪啃墙往往是因为盐分摄入不足,一般情况下,60~90千克的育肥猪日粮中盐的含量应达0.25%,种公猪日粮中盐的含量应达0.35%。

### 咬斗

不同栏的猪合圈饲养时常常会发生咬斗。如果先把原存栏的猪赶出圈外,用白酒喷洒圈舍,并在猪身上也喷上相同的白酒,然后赶进圈内,这样就不会发生咬斗了。

### 噬雏

对常噬食小鸡、雏鸭的猪,可将一小撮鸡毛焙焦成褐色,研成细末,然后装入纸筒吹到猪的鼻孔中,以后猪再见到鸡、鸭等幼雏就会“退避三舍”。

(李巧云)