

# 生物素在动物生产中的应用研究进展

李美君 方热军 李运虎

(湖南农业大学动物科技学院,长沙 410128)

**摘要:**生物素作为一种新型饲料添加剂,越来越被人们关注。近几十年来对生物素的研究发现,其作为羧化、脱羧和脱氢反应酶系的辅助因子,在碳水化合物、脂类、蛋白质和核酸的代谢过程中必不可少。本文就生物素的理化特性、生物素的最新应用进展、检测方法、动物对生物素的营养需求等作了简要阐述,为广大畜牧生产者提供参考依据。

**关键词:**生物素;生产应用;营养需求;检测方法

生物素(biotin)是动物生长所必需的一种水溶性含硫维生素,即维生素B<sub>7</sub>,又称维生素H或辅酶R。1901年科学家从酵母培养基中分离出生物素,并证明它能促进微生物生长。过去人们普遍认为生物素在饲料中广泛存在,而且可由动物肠道内的细菌合成,因此其量足以满足动物生长需要,不必在日粮中添加。但在生产实践中,经常出现生物素缺乏症,如导致生长缓慢、摄食量减少、母畜繁殖性能降低、肉质及胴体品质下降、皮炎等,严重时甚至导致死亡,补充生物素可以使以上症状消失。因此,生物素是动物饲料的关键成分之一,日益成为最受关注的维生素类添加剂。

## 1 生物素的理化特性

生物素广泛存在于动植物中,天然存在的生物素主要以与其它分子结合的形式存在。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<sup>[1]</sup>,在体内由侧链的羧基与酶蛋白的ε-赖氨酸残基结合,发挥辅酶作用。生物素共有8种不同的立体异构体,其中只有D(+)-生物素具有生物活性。

## 2 生物素的吸收和代谢

生物素有结合态和游离态两种形式。结合态的生物素不能被动物直接利用,必须经过肠道生物素降解酶分解释放出游离生物素才能被动物利用。生物素在小肠可较好地吸收,在小肠上1/3~1/2段以完整的分子形式被吸收。猪胃不

能吸收生物素,小肠是吸收生物素的主要部位,结肠也能吸收生物素,而鸡对生物素的吸收部位主要在小肠。肝脏和肾脏中生物素含量较多,几乎所有的细胞均有生物素,其含量与细胞的生化作用有关。同位素标记表明,肾脏的近端上皮细胞、肝细胞、小肠绒毛上皮细胞、脂肪细胞中的生物素含量较高,而一些快速增生细胞,如肾脏皮质细胞、骨髓细胞及淋巴细胞含量低。当给猪饲料添加生物素的日粮时,肝脏、肾脏、心脏中生物素浓度提高,当生物素较多时,超出需要的部分从尿中排出,饲料中未被吸收的生物素由粪中排出。

## 3 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效价也有很大差异。不同饲料中生物素含量及其生物利用率见表1<sup>[2]</sup>。

## 4 生物素在动物生产中的作用

### 4.1 可提高日增重和饲料利用率

断奶仔猪小麦饲料中添加生物素100μg/kg提高了日增重和饲料利用率<sup>[3]</sup>。在长白×大白杂交猪35~160kg的育肥后期,玉米豆粕型基础饲料中生物素处理组平均日增重显著高于对照组(P<0.05),肉品质提高<sup>[4]</sup>。于会民等<sup>[5]</sup>研究表明,随着生物素添加水平的提高,肉鸡饲料转化效率有改善的趋势,0~3周比4~6周明显。

文风云等<sup>[6]</sup>的研究表明,生物素对肉仔鸡的生长性能具有显著影响( $P < 0.05$ ),随着日粮生物素添加水平的提高,肉仔鸡的体重也随之显著提高。Shiau等<sup>[7]</sup>在纯化饲料中添加不同量的生物素,投喂0.98 g的罗非鱼8周,发现0.1mg/kg组的罗非鱼生长最快,而不添加生物素的对照组生长最慢。Woodward等<sup>[8]</sup>对虹鳟的研究也有相似的结果。最近,吴凡

等<sup>[9]</sup>在纯化饲料中分别添加生物素0、0.05、0.10、0.20、0.40、0.80、1.60mg/kg投喂初始质量为(5.92 ± 0.25)g的草鱼幼鱼8周,结果表明,与对照组相比,添加生物素提高了草鱼幼鱼的增重率、特定生长率,降低了饲料系数,其中添加量为0.40mg/kg时草鱼幼鱼的特定生长率和增重率最大,饲料系数最低,并与对照组存在显著差异( $P < 0.05$ )。

表1 常用饲料原料的生物素含量及其生物学效价

原料	生物素含量( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	平均生物素含量( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	生物素利用率(%)	平均可利用生物素量( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
玉米	56 ~ 115	79	100	79
玉米蛋白粉	148 ~ 249	191	100	189
小麦	70 ~ 276	101	0	0
小麦麸	209 ~ 509	360	20	72
小麦次粉	190 ~ 434	332	5	17
小麦胚芽	244 ~ 303	273	55	150
高粱	173 ~ 429	288	20	74
大麦	8 ~ 246	140	10	14
豆粕	200 ~ 387	270	100	270
菜籽粕	648 ~ 1180	984	70	689
葵花籽粕	447 ~ 1352	989	35	346
鱼粉	11 ~ 421	135	100	135
肉粉	17 ~ 322	88	100	88
肉骨粉	7 ~ 364	86	100	76
脱脂奶粉	158 ~ 430	254	65	165
乳清粉	192 ~ 393	275	115	316
苜蓿粉	196 ~ 780	543	75	407
啤酒酵母	165 ~ 1070	634	100	364

#### 4.2 提高胴体质量和改善肉质

补充生物素对于生长育肥猪脂肪代谢的作用是减少背膘和提高胴体质量。现已证实,添加生物素可以消除高水平铜对猪背膘的不良影响<sup>[10]</sup>。有报道认为,饲用缺乏生物素的日粮,会导致饱和脂肪酸转化为一元不饱和脂肪酸,结果使体脂质量下降,而添加生物素可以提高瘦肉率、改善肉质和肉色<sup>[11]</sup>。赵小芳<sup>[12]</sup>也报道指出,添加生物素可改善肥育猪的胴体品质。另有试验表明,在肉鸡后期日粮中添加生物素和维生素E能显著降低腹脂沉积,并随着生物素和维生素E添加量的增加,肉仔鸡屠宰率、半净膛率、全净膛率、酸度及失水率均有降低趋势<sup>[13]</sup>。

#### 4.3 提高奶牛产奶量

国外研究人员研究了100头头胎荷斯坦奶

牛一个泌乳期(305天)的产奶量,生物素添加组的奶牛比对照组显著提高,提高幅度为2.7%。意大利的一项研究发现,在泌乳期的前5个月添加生物素的意大利荷斯坦奶牛比对照组的奶产量高4.7%,乳脂和乳蛋白的含量也得到了提高,提高幅度分别为3.4%和4.3%。同时还发现,繁殖率也得到了改善,添加生物素组的奶牛产后发情时间缩短,而受胎率提高。Zimmerly等<sup>[14]</sup>研究了生物素的添加量与奶产量之间的关系,奶牛产奶14天时开始试验,试验期包括100个产奶日,添加0、10和20mg/d的试验组平均产奶量分别为36.9、38.3和39.8kg/d。Enjalbert等<sup>[15]</sup>研究发现,经产奶牛日粮中添加生物素可以显著提高泌乳第2~6周的乳产量,生物素提高奶牛产奶量的机理可能是生物素一方面

能通过糖的异生途径增加葡萄糖的合成来提高乳产量,另一方面通过减少蹄病,提高动物的健康状态,从而提高乳产量。另外,添加生物素还可能提高奶牛对纤维素的利用效率,从而提高奶牛的生产性能。

#### 4.4 改善繁殖性能

赵小芳综述的大量试验研究表明,添加生物素可改善每窝产仔数、断奶仔猪数、窝断奶体重、发情周期等。生物素缺乏时,母猪经常表现为繁殖性能损害,添加生物素后,繁殖性能将得到恢复,而且圈养母猪的妊娠率、断奶到下一次发情间隔和窝重都得到改善。Lewis 等报道,在母猪的玉米-大豆日粮中添加  $330\mu\text{g}/\text{kg}$  生物素,产仔数(11.30/11.03)和活仔数(10.75/10.24)增加;21日龄仔猪成活率提高(90.14%/84.96%),其活仔数明显增加(9.69/8.70);产后14天的发情率提高,断奶至发情间隔缩短。黄兴国等<sup>[16]</sup>综述了大量试验的研究表明,在怀孕母猪的玉米-豆粕型日粮中,添加一定量的生物素可以增加断奶仔猪成活数、21日龄成活率及窝重。Gunha 的研究指出,给成年母兔补充生物素,可以提高每窝的断奶仔兔数<sup>[17]</sup>。现已证实,生物素具有在妊娠中期到后期增大子宫空间,促进胚盘发育的作用。生物素的生化作用机制在于与前列腺和子宫肌肉纤维伸长有关,这种激素是以必需脂肪酸为原料在体内合成,合成过程中不可缺少的一步是羧化反应,而生物素正是在这一步中发挥重要作用<sup>[18]</sup>。杨晓建<sup>[19]</sup>报道,在种母鸡日粮中添加  $100\sim 200\mu\text{g}/\text{kg}$  的生物素,对提高产蛋率、种蛋受精率和孵化率等有比较明显的影响,其中以  $150\mu\text{g}/\text{kg}$  的经济效益最好;Brgden(1987)在种鸡日粮中添加生物素,明显改善种蛋孵化率,使初生雏的成活率提高;Brvskov(1988)将 d-生物素添加到日粮中,鸡成活率、体增重、饲料转化率均提高。在饲料生物素缺乏对金仓鼠繁殖、发育的毒性研究中,发现饲料生物素缺乏对母体本身没有大的损害,但却会导致胚胎畸形、死亡从而影响繁殖性能<sup>[20]</sup>。

#### 4.5 减少蹄病发生率

Higuchi 和 Nagahata(2000)研究了患蹄病和正常奶牛的血液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显著低

于正常牛( $P < 0.01$ ),角的水分含量( $43.0 \pm 1.5\%$ )也要比正常牛高( $34.3 \pm 2.1\%$ ),血清生物素的浓度与角水分含量有很强的负相关性。这些结果表明,生物素的缺乏会造成软角,即角的水分含量过高。另外, Schmid(1995)研究了生物素对蹄、角质量的影响,对蹄和角质量的检测包括宏观观察和组织学检查等方面。试验前6个月,在奶牛的日粮中不添加生物素,随后的两年里每天每头奶牛添加 20mg 的生物素。试验早期,蹄、角的表现质量均有轻度的改善,4个月,表现质量的提高越来越明显。此时角已经开始了更新,角冠带的更新需要一个较长的时间(20个月),因而表现出表现质量的提高也要更长的时间。Midla 等(1998)在 1000 只平均奶产量超过 11300 千克的奶牛中选择 100 头处于第 1 个泌乳期的牛,所有牛都饲喂相同的混合状态的饲料,试验组每天每头奶牛添加 20 毫克的生物素。每头母牛在一个泌乳期内检查 3 次,结果发现,添加组的奶牛在泌乳 100 天后,蹄的发病率显著比对照组低。在非集约化养殖和半集约化的条件下,生物素对蹄病的发病率也有影响。研究人员发现,草原放牧的荷斯坦奶牛添加生物素的牛群具有更好的运动能力。在添加组中,需要用抗生素处理有蹄病的奶牛数显著降低( $P < 0.05$ )。Bampidis 等<sup>[21]</sup>对跛行绵羊 12 个月的研究观察中发现,添加生物素可以改善绵羊蹄部健康状况,减少跛行羊发病率。

#### 4.6 提高机体免疫力

生物素缺乏时会抑制免疫器官的发育,降低免疫器官重量指数;添加生物素可促进免疫器官的发育,提高免疫器官重量指数;随着生物素添加水平的提高,免疫器官发育越好。于会民等<sup>[22]</sup>研究证实,添加生物素可促进肉仔鸡脾脏细胞的增殖,促进免疫器官的发育,提高其质量指数。生物素的添加可显著提高增殖细胞核抗原(proliferating cell nuclear antigen, PCNA)基因的表达水平。脾脏作为外周免疫器官,在机体免疫反应中发挥着非常重要的作用,所以添加生物素可通过促进 PCNA 基因的 mRNA 表达,提高 PCNA 水平和促进 DNA 复制,促进脾脏细胞的增殖与分化,改善脾脏的代谢状况,促进脾脏功能的发挥,进而改善机体的免疫功能。韩春芳

等<sup>[23]</sup>研究也表明,生物素添加组的胸腺、法氏囊和脾脏的发育情况均优于对照组,且随着生物素添加水平的提高,表现出逐步改善的趋势。另外,生物素还能够促进细胞免疫反应和体液免疫反应,提高血清中球蛋白水平及新城疫抗体滴度和IgG水平,极显著提高血液中T、B淋巴细胞转化率。

### 5 动物对生物素的营养需求

动物对生物素的需求量不仅随动物的种类不同而不同,还受到动物年龄、生理状况、饲料成分、饲料性状、遗传上所造成的品系差异和养殖模式等影响。此外,依据不同的评定标准得到的需要量也不同。定量测定动物的生物素需要往往受以下几个方面因素的影响:①肠道细菌合成生物素的量;②饲料的加工处理及贮存条件;③饲料中含有的颞颞物及饲料氧化酸败、霉变等都可能影响生物素的效价,生物素的颞颞物主要是抗生物素蛋白和链霉素菌抗生物素蛋白;④生物素需要量还因饲料中蛋白质水平、不饱和脂肪酸、维生素C和B族维生素中的维生素B<sub>3</sub>、维生素B<sub>6</sub>、维生素B<sub>11</sub>及维生素B<sub>12</sub>等有密切联系;⑤不同养殖模式;⑥遗传上所造成的品系差异;⑦对水产动物而言,饲料中生物素的溶失也必然对定量结果造成差异。

生物素的推荐量,NRC(1998)推荐的生物素需要为:仔猪及生长猪为0.05~0.08mg/kg,母猪为0.2mg/kg。一般建议母猪生物素的需要量提高到0.3mg/kg为宜。目前在养殖生产中,生物素的添加量一般为:仔猪中添加0.15~0.20mg/kg,生长猪中添加0.10~0.15mg/kg,育肥猪添加0.05~0.10mg/kg,母猪中添加0.20~0.30mg/kg,种公猪中添加0.20~0.25mg/kg。家禽对生物素的需要量,按NRC标准:雏鸡、种鸡、种用鹌鹑0.15mg/kg,大雏、产蛋鸡、大鹌鹑0.1mg/kg,中小鹌鹑0.2mg/kg。在奶牛的日粮中添加20mg/kg天·头的生物素可以改善蹄的健康,提高奶产量。给青年母牛添加10~20mg/kg天·头的生物素,可以预防和减小产犊后各种蹄病的发病率。

### 6 生物素的测定方法

生物素的测定方法主要有:①理化微生物法;②高压液相色谱(HPLC)法;③生物传感器

法;④毛细管电泳(CE)法;⑤荧光法酶联免疫法;⑥微分脉冲伏安法。最近Mishra S等用络合物分析法测定尿中生物素含量,该法灵敏、简单、快速,而且可以全部自动化。Janos Zemleni等用HPLC法或抗生物素蛋白络合物分析法测定人类尿液中的生物素及其代谢物含量,通过分析人类尿液中生物素及其代谢物含量可估计出生物素在人体内的利用率。Ulrich Holler等用HPLC-MS/MS法来测定饲料、食品、药片中生物素的含量,根据生物素浓度,HPLC-MS/MS法分为A、B两种方法,方法A用于测定高浓度生物素(>10mg/kg)含量,回收率达95.5%;方法B用于低浓度生物素的测定(<10mg/kg),回收率低于90%<sup>[24]</sup>。

### 7 小结

生物素是近年来倍受关注的维生素,其作为羧化酶系的辅酶,对碳水化合物、脂类和蛋白质的代谢具有重要作用。但目前对动物生物素的研究还停留在需要量的层次,对其生理功能、作用方式、病理机制和代谢途径等都缺乏比较系统和深入的探讨,随着人们对生物素认识的逐步深入,生物素作为动物营养中不可缺少的添加剂,其越来越多的作用将逐渐被揭示。

### 参考文献

- [1]王镜岩,朱圣庚.生物化学[M].北京:高等教育出版社,2002:454~457.
- [2]孟昭宁.生物素在猪饲料营养中的重要作用[J].河南畜牧兽医,2009,30(1):9~10.
- [3]曾小玲.在生长猪饲料中添加生物素的研究[M].广州:华南农业大学,1999.
- [4]Giovanna M, Sardi L, Parisini P, et al. The effects of a dietary supplement of biotin on Italian heavy pigs(160 kg) growth, slaughtering parameters, meat quality and the sensory properties of cured hams [J]. Livestock Production Science, 2005,93:117~124.
- [5]于会民,蔡辉益,等.不同生物素添加水平对肉仔鸡生长性能、血清生理生化指标和机体免疫功能的影响[J].中国饲料,2004,(21):9~11.
- [6]文凤云,戴攀峰.不同水平生物素对鸡生产性能的影响[J].吉林畜牧兽医,2004,(9):6~10.
- [7]Shiau S Y, Chin Y H. Estimation of the dietary biotin requirement of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *Olaureus* [J]. Aquaculture, 1999,170:71~78.

- [8] Woodward B, Frigg M. Dietary biotin requirements of young rainbow trout (*Salmo gairdneri*) determined by weight gain, hepatic biotin concentration and maximal biotin dependent enzyme activities in liver and white muscle[J]. *J Nutr*, 1989, 119: 54~60.
- [9] 吴凡, 刘安龙, 等. 饲料中添加生物素对草鱼幼鱼生长、体成分和血清生化指标的影响[J]. *淡水渔业*, 2009, 39(3): 52~56.
- [10] 马文强, 何军豪. 生物素在养猪生产中的应用[J]. *甘肃畜牧兽医*, 2006, (3): 41~44.
- [11] 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): 28.
- [12] 赵小芳. 生物素的营养研究进展[J]. *中国禽业导刊*, 2002, 19(6): 10~11.
- [13] 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.
- [14] Zimmerly C A, Weiss W P. Effects of supplemental dietary biotin on performance of Holstein cows during early lactation [J]. *J Dairy Sci*, 2001, 84: 498~506.
- [15] 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.
- [16] 黄兴国, 戚成理, 等. 生物素及其营养应用[J]. *饲料博览*, 2003, (7): 17~19.
- [17] 周桂莲. 生物素在畜禽生产中的作用[J]. *中国饲料*, 2000, (6): 14~15.
- [18] 张伟, 周桂莲. 母猪的维生素营养[J]. *养猪*, 2001, (1): 5~8.
- [19] 杨晓建. 种鸡日粮添加生物素的试验[J]. *饲料研究*, 1994, (12): 19~20.
- [20] Watanabe T. Dietary biotin deficiency affects reproductive function and prenatal development in hamsters[J]. *J Nutr*, 1993, 123: 2101.
- [21] Bampidis V A, Lymberopoulos A G, Christodoulou V, et al. Impacts of supplemental dietary biotin on lameness in sheep [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2007, 134: 162~169.
- [22] 于会民, 蔡辉益, 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.
- [23] 韩春芳, 蔡辉益, 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*, 2005, 33(11): 61~66.
- [24] 刁立兰, 李秀珍, 等. 生物素测定方法的应用现状[J]. *饲料工业*, 2007, 28, (16): 46~47.

## · 小常识 ·

# 鸽群安全用药三原则

### 一、预防为主

鸽群用药要树立“防重于治”的观念。为此,应重视孵化、育雏、生长、保健各环节的处理和用药,特别重视选用预防药物,包括环境消毒、蛋品消毒药、各种疫苗以及预防各种禽病的常规用药,以保证在很短的时间内,有效地预防疾病的发生。

### 二、严格用药剂量

应该用适合大群给药法的药物及制剂,以节省人力,提高效率,避免鸽的应激反应,达到良好的防治效果。

目前治疗鸽群发病时,提倡通过饲料或饮水添加药物的方式给药,但要特别注意饲料和饮水添加药物的剂量标准。以添加的方式给药,加到饲料中的药物浓度一般应为饮水中药物浓度的 2 倍。另外,还应注意每千克体重用

药的剂量与饲料、饮水中添加药量的换算。通常饮水给药的浓度为内服剂量的 10 倍,饲料添加浓度为内服剂量的 20 倍。如使用某药的内服剂量为 5 毫克/千克,每日 2 次,饮水给药浓度应为 50 毫克/升,饲料中药物添加浓度应为 100 毫克/千克。如果将注射给药的剂量换算成饮水或饲料添加的给药浓度还应考虑内服给药的利用度。

### 三、安全用药

为了确保用药安全,在给大群鸽子给药前,应先小群给药试验,以便确定更合理的用量,减少毒性反应,确保安全有效用药。同时,在大群鸽子用药时,还应注意药物残留问题,要根据各种药物的特性用药,并严格遵守药物的安全休药期。

(薛玉华)