

# 饲料中部分矿物质对改善家禽球虫及肠道健康的研究

饶 渊

九江农业科学院,江西九江 332100

**摘要** 目前国家法规限制在家禽日粮中添加促生长抗生素和球虫药的限量使用,导致家禽球虫病发病率及造成的肠道损伤发生的概率在逐年上升,因此需要进一步深入研究微量元素在肠道免疫及微生物菌群之间的作用。本文主要围绕锌、铜、锰 3 种典型的微量矿物元素对家禽球虫及肠道健康的作用机制展开讨论,以期对改善家禽球虫及肠道健康提供帮助。

**关键词** 矿物质;家禽;肠道健康

球虫病会严重损害家禽肠道上皮细胞和组织,影响家禽健康及动物福利,在家禽业,每年因为球虫病会造成超过 20 亿美元的损失。除此之外,球虫病还会导致盲肠微生物多样性减少,使肠道菌群发生改变。在饲料中添加铁和铜是因为其可作为促氧化剂,降低维生素和酶的稳定性,促进脂质氧化;锌和铜是用来预防感染、抵抗炎症和作为氧化应激内源性机制的重要调节因子;铜对家禽肠道大肠杆菌和其他病原体的抗菌作用也逐渐被证明,然而也有研究指出细菌会对饲料中的铜、锌产生抗药性。饲料中矿物质的存在形式、含量、颗粒大小、加工工艺等及其与其他饲料成分之间的相互作用将会影响矿物质的利用率。在机体肠道发生病变时体内的矿物质吸收和分布也会发生变化,这可能是患病期间矿物质代谢变化所致,或单纯因为肠道粘膜损伤和肠道完整性受到破坏后导致不同矿物质吸收率产生差异,因此有足够的理由认为,当肠道因为球虫感染导致肠道受损时需要通过更多的矿物质添加量来弥补。目前大多数的饲料加工企业通过增加矿物质的添加量来提高家禽肠道健康水平,虽然通过研究已经了解了这几种矿物质对抗菌的作用,但目前并不清楚是否对球虫病会有直接的影响。为此,本文将主要围绕锌、铜、锰 3 种典型的微量矿物元

素对家禽球虫及肠道健康的作用机制展开讨论。

## 1 矿物质在肠道中的相互作用

由于肠道前端 pH 值较低,因此更有利于矿物质的吸收,然而肠道后端 pH 值较高且金属离子容易与其他饲料成分发生相互作用导致不溶性复合物的产生,因此矿物质在家禽十二指肠的消化吸收率高于其他肠段。与形成这些不溶性复合物的相关研究最广泛的例子是植酸,特别是钙、锌、铜随着 pH 的增加极易与植酸相结合,不仅降低了矿物质的利用率同时也降低了植酸酶的水解功能。如果采用有机或合成的矿物质来源可能会有更高的利用率,因为其不易与饲料中的其他成分产生反应;肠道中形成的矿物质与植酸的复合物可以解释不同来源的植酸酶在不同 pH 下效果不同。有部分研究报道日粮中铜添加量为 188 mg/kg 时,回肠内的磷和植酸并没有明显降低,当铜添加量为 250 mg/kg 时回肠内磷的消化率降低 0.03%~0.05%,如果使用不同的铜源也会存在差异,与柠檬酸铜或硫酸铜相比,饲料中添加 250 mg/kg 的氯化铜可明显改善小肠内磷的吸收<sup>[1]</sup>。当饲料中锌提高到 161 mg/kg 时磷的回肠消化率并未受到影响,因此在一定范围内提高铜和锌的浓度并不会对磷的消化吸收率造成

影响。

## 2 锌对家禽肠道的作用机制

锌在家禽肠道损伤恢复过程中起着重要的作用,摄入足够的锌可以保障机体正常生理代谢和生理功能,包括生长性能、繁殖性能、肉品质和抗病能力等。锌浓度在动物感染疾病时会发生变化,对家禽进行球虫病攻毒后其血清中的锌浓度降低,攻毒 7 d 后肝脏锌浓度达到最大。研究表明,锌对家禽的生长性能、抗氧化能力、免疫系统、肠道通透性、肠道微生物菌群等都有影响。有机锌可以提高家禽抗炎因子 A20 表达量,降低炎症因子 NF- $\kappa$ B 和 p65 表达量、促进黏蛋白 2 和免疫球蛋白 A 的产生。相关研究指出,在补充有机锌后家禽回肠乳酸杆菌和盲肠中的粪芽孢菌进一步减少,提高饲料中锌的添加量后肠道中的菌群并没有明显变化。另有研究指出家禽饲料中添加 120 mg/kg 的锌使得肠道菌群总数和乳酸菌数量上升,从而降低了沙门氏菌的定植,促进了因感染伤寒沙门氏菌造成的盲肠微生物群落紊乱的恢复。

## 3 铜对家禽肠道的作用机制

长期以来,饲料中的铜承担了提高饲料转化率、促进生长的作用。研究指出当家禽补充铜达到 0.05% 时饲料转化率得到显著提高,其作用与抗生素相似,但铜与抗生素联合使用并无显著优势。当硫酸铜添加量逐渐达到 250 mg/kg 时,家禽机体内大肠杆菌数量呈线性降低,但三基氯化铜除外,当三基氯化铜使用量达到 150 mg/kg 时回肠大肠杆菌抑菌活性增强,当饲料中使用硫酸铜时其十二指肠腔内可溶性铜相对于使用三基氯化铜有所增加。总之,三基氯化铜产生了更多的亚乙基双-羟基苯基甘氨酸(EHPG,一种强络合剂)可提取到铜,从而表明在整肠道中生物利用率都得到了提高。十二指肠是铜吸收的主要场所,一旦十二指肠受损将会降低铜的吸收,然而研究发现当家禽发生十二指肠球虫病时肝脏中铜浓度上升,这种生理变化可能与球虫病导致的肠道 pH 降低有关,至少在疾病期间该生理反应会提高矿物质的利用率。但肝脏中铜水平上升还可能与患病期间较低水平的防御性细胞

的凋亡有关。最初,高浓度的铜被认为是具有抑制真菌的作用,然而这一说法却无法得到试验证实,而且当铜添加量达到 250 mg/kg 时会导致家禽肌胃灼伤,同时使得微生物活性降低导致挥发性脂肪酸的利用受到抑制。

## 4 锰对家禽肠道的作用机制

锰是家禽机体脂质、碳水化合物合成代谢所必需的矿物质,相关研究指出,低锰日粮会导致家禽脂质和碳水化合物代谢障碍,从而可以减少家禽的脂肪沉积;锰的第 2 个功能与超氧化物歧化酶(SOD)的组成有关,机体缺乏锰会降低 SOD 的活性以及增加过氧化损伤。锰元素缺乏会降低胫骨中蛋白多糖的水平,低产蛋鸡或蛋壳质量下降可能与粘多糖合成受损有关。在使用球虫攻毒家禽 6 d 后,锰的吸收降低了 23%~34%,继续攻毒至 10 d 后锰的吸收量增加,随后逐渐恢复至原始水平<sup>[2]</sup>。尽管目前还缺乏关于锰及其对坏死性肠炎和球虫的研究,但是我们依然认为锰在肠道损伤修复过程中是有益的。

## 5 结 语

在实际生产中适量甚至高剂量地使用矿物质确实会有利于提高动物机体的正常生理机能,甚至可以弥补因疾病造成矿物质利用率低的后果。在正常添加量的基础上额外补充矿物质可以抵消部分因治疗肠道疾病导致的对家禽生长性能和肠道健康的负作用,然而应注意在使用高浓度添加量时应将对环境的污染和微生物的抗药性降到最低,关于矿物质对改善肠道健康的作用机制还尚未完全了解透彻,应综合考虑矿物质对减轻治疗肉鸡球虫病所带来的负面作用。

### 参 考 文 献

- [1] 韩浩月. 羟基矿物质对坏死性肠炎的缓解作用[J]. 国外畜牧学-猪与禽, 2017, 37(11): 54-58.
- [2] 李晓丽, 吕林, 解亮静, 等. 锰在鸡肠道中吸收的特点、影响因素及分子机制[J]. 动物营养学报, 2013, 25(3): 486-493.

【责任编辑:刘少雷】