

日/粮/酸/碱/平/衡/对/畜/禽/生/产/的/影/响

王中强 汪以真

摘要 日粮中各种酸碱成分的平衡作为影响畜禽生产的一个重要因素,近些年来越来越引起人们的广泛注意。本文从酸碱平衡的基本原理出发,介绍了机体内酸碱代谢的基本过程及日粮的酸碱平衡与机体酸碱平衡之间的相互关系,并对日粮酸碱平衡对畜禽营养物质消化代谢和生产生长性能的影响做了重点论述,探讨了其作用机理,以期达到对养殖业和饲料工业的指导作用。

关键词 日粮;酸碱平衡;畜禽生产;代谢

细胞要进行正常的新陈代谢和机能活动必须有一个适宜的內环境,而保持体液酸碱平衡又是维持內环境相对稳定的必要条件之一。近些年来研究表明,日粮会影响畜禽的酸碱平衡,而酸碱平衡又会影响到畜禽对各种营养物质的消化、吸收和利用,进而影响其生产性能。因此保持日粮酸碱平衡,使畜禽能保持健康状态并发挥其最佳生产性能就显得非常重要,同时也将对饲料工业产生积极的指导作用。

1 酸碱平衡的基本原理

众所周知,正常畜禽的体液(以血浆为代表)的

pH 值一般维持在 7.35~7.45 之间,如果体液的 pH 值高于 7.8 或低于 6.8 时,畜禽就会死亡,故将 pH 值 6.8~7.8 称为畜禽体液 pH 的极限值。由此可见,畜禽细胞外液的 pH 必须维持在一个很窄的范围之内。但是畜禽在正常的生命活动中,一方面不断由消化道吸收一些酸性或碱性物质,另一方面在代谢过程中,也会产生各种不同的酸和碱。因此其必须不断地调节酸碱的摄入和排出量,以维持体内的酸碱平衡。正常生理状态下畜禽并不会发生酸中毒或者碱中毒,这主要是因为其体内存在有强大而完善的调节酸碱平衡的机制,其中包括血液的

缓冲体系、肺呼吸对血浆中碳酸浓度的调节作用和肾脏对酸碱的调节作用。正是由于这些调节机制的存在才使得机体能保持一个相对稳定的内环境,保证细胞正常新陈代谢的进行。一旦其中的某种调节机制的功能发生异常,就会造成机体酸碱平衡的紊乱,致使体液 pH 超出正常范围,畜禽就会出现酸中毒或碱中毒症状。

2 畜禽体内的酸碱来源

2.1 酸来源

畜禽体内的酸来自日粮和细胞代谢,形成的酸有两种类型:挥发性酸和非挥发性酸(或称固定酸)。挥发性酸主要指由碳水化合物和脂肪彻底氧化所产生的 CO_2 ,在体内碳酸酐酶催化下与水结合生成碳酸。非挥发性酸主要由畜禽生理变化及营养物质过剩过程中产生的硫酸、磷酸以及代谢过程中产生的有机酸。如向日粮中添加高浓度的蛋白质,会使磷酸的产生量增加;磷脂、核酸等分解也会产生磷酸;畜禽快速生长过程中,骨骼中羟基磷酸盐的贮存,骨骼贮存 1mol 钙可以形成约 0.9mol 酸(Patience,1990)。日粮中的稳定阴阳离子也是非挥发性酸的重要来源,这些阴阳离子通过参与体内的代谢过程而使体内的酸碱发生变化,日粮正是通过这些阴阳离子来影响畜禽机体的酸碱平衡。

2.2 碱来源

主要是氨基酸代谢产生的氨,氨有毒性,生成后经过畜禽体内的消除氨的途径解毒而排出体外。另外的来源就是日粮中的具有成碱性质的离子。

3 日粮酸碱平衡与机体酸碱平衡的关系

3.1 日粮酸碱平衡的表示方法

日粮的酸碱平衡问题实质上就是日粮中各种阴阳离子之间的关系问题,主要包括两方面的内容:一是日粮中各种离子的含量,二是这些离子之间的比例关系。通常的表达方法包括阴离子阳离子平衡、日粮电解质平衡、固定离子平衡、强离子平衡等,其中电解质平衡(dietary electrolyte balance, dEB)是决定日粮酸碱平衡的关键因素。计算公式表示为 $\text{dEB} = \text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$,单位是毫克当量/千克(meq/kg),这种表示方法简单可行,最为常用。

3.2 日粮酸碱平衡对机体酸碱平衡的影响

判断某种饲料在生理上是酸性还是碱性,以及

它们的酸碱程度如何,可以通过饲料灰化后酸碱进行中和来测定。根据测定,大部分的青绿饲料及豆类、薯类、海带茶叶等均为碱性,而大部分的畜禽性饲料及谷物、花生等均为酸性。影响饲料酸碱性的主要因素是饲料中所含的各种矿物元素尤其是各种常量元素,这些元素由于它们的性质不同,在生理具有酸性和碱性的区别(彭春明,1994)。一般将钠、钾、钙、镁等体内氧化后形成的阳离子称为碱性离子,而将磷、硫、氯等氧化后生成的酸根阴离子称为酸性离子。

畜禽的净酸的摄入(或排出)量是由日粮(或尿)中的稳定的阴?阳离子差来度量的,所谓稳定的阴阳离子是指在消化代谢过程中不被分解破坏的离子,只有稳定的阴阳离子才具有酸碱性,在消化和代谢过程中被分解破坏的离子不具有酸碱性。当畜禽的净酸摄入量与内源酸产量的总和等于尿中排出的量时,畜禽即处于酸碱平衡的状态,反之,则不平衡,需要动用体内的调节系统进行调节使畜禽达到新的平衡。

Mongin(1981)提出了日粮电解质平衡与机体酸碱平衡的数学模式: $\text{BE} = (\text{An} ? \text{Cat})_{\text{out}} ? (\text{An} ? \text{Cat})_{\text{in}} - \text{H} + \text{endo}$,式中 $(\text{An} ? \text{Cat})_{\text{in}}$ 为摄入的阴离子和阳离子之差,即机体酸的净摄入量; $(\text{An} ? \text{Cat})_{\text{out}}$ 为尿中排出的阴阳离子之差,即酸的净排出量; $\text{H} + \text{endo}$ 为内源酸的产量,主要是非挥发性酸(即固定酸);BE 为碱剩余(excess base),即血液中 HCO_3^- 的量,通常以毫克当量/升(mEq/L)来表示。在实际生产中,为了更准确反应畜禽体内的酸碱状态,必须测定血液中的 pH 值、 CO_2 的分压及对尿液进行分析,以次来判断畜禽体的酸碱状况。

目前人们已经通过很多科学试验证明日粮电解质平衡影响畜禽的酸碱平衡。Yen 等(1981)在日粮中加入 $4\% \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 $2.22\% \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$,肥育猪的血液 pH 值由 7.36 降为 7.21, HCO_3^- 的浓度由 19mmol/L 降为 22mmol/L 。而再加入 2.03% 的 NaHCO_3 后 pH 值逐渐上升。Patience(1987)的试验表明,在低 dEB 日粮条件下,猪血液 HCO_3^- 的浓度随 dEB 的增加而呈线性增加,当 $\text{dEB} > 100\text{mEq/kg}$ 时,则 HCO_3^- 的浓度基本稳定,血液 pH 值也有类似的变化。

4 日粮酸碱平衡对营养物质消化代谢的影响

日粮电解质平衡对营养物质消化率的影响,受

许多条件的制约。有关这方面的报道意见也不太一致,一般认为在低 dEB 水平下,提高日粮 dEB 水平可以提高营养物质的消化率(Pentience 等,1987)。Haydon(1990)报道,用四种不同 dEB 水平(-50、100、250、400mEq/kg)的日粮饲喂猪,发现回肠末端 N、总能的消化率呈线性上升,目前还不清楚其作用机制,有人认为是 dEB 改变了肠道的 pH 和 Na^+ 的浓度,影响 ATP 酶的活性所致,但还有待于进一步研究证实。

在这方面人们对日粮酸碱平衡对氨基酸的消化代谢的影响的研究比较多。May 等(1986)研究表明,代谢性酸中毒促进蛋白质分解,导致氮沉积降低。另外用 NaHCO_3 处理酸中毒的大鼠,可以防止蛋白质水解(May,1987)。Austic 等(1982)报道,日粮中的 NaHCO_3 或 KHCO_3 会降低猪对 Lys 的需要量,这一研究是受 Leibholz 等(1966)报道的醋酸钾能提高采食低蛋白日粮猪的生长速度的启发而进行的。在家禽中,已确认了 Lys 代谢与日粮酸性盐和碱性盐的关系(Austic 等,1981)。在禽的研究表明,日粮 CP28.6 时,高 dEB 组(350mEq/kg)肉鸡生长优于低 dEB 组(200mEq/kg),而日粮 14.3%时结果正好相反(Adekumisi,1987)。

现在饲料中添加人工合成的氨基酸越来越广泛,成了体内产酸的一个另一个重要来源。这一方面降低了含 K 丰富的饼粕类蛋白源的使用量,另一方面增加了日粮中 Cl^- 的水平,无疑将影响畜禽体内的酸碱平衡。O'Dell 等(1966)报道,日粮中非挥发性阳离子能减弱 Lys-Arg 之间的拮抗作用。此外还发现酸性的盐酸盐能加剧这种拮抗作用(Calvert,1981)。Pentience 等(1987)报道,在日粮中添加含 Cl^- 的 Lys-HCl 对猪的生产性能影响不大。然而,如果使用人工合成的 Thr、Trp 增加,会降低饼粕中的 K,最后导致 dEB 的降低。因此应添加 NaHCO_3 以避免酸中毒的危害。

5 日粮酸碱平衡对生产性能的影响

5.1 对猪的影响

由于猪自身的酸碱平衡调节能力比较强,对 dEB 变化不是很敏感,因此其适宜的 dEB 水平范围较大,各研究者所得的结果也不尽一致。一般认为当日粮 dEB 为负值时,仔猪的生长速度和饲料利用率下降。仔猪生长的适宜 dEB 水平大致在 200~300 mEq/kg 范围内(何健、周安国,1999)。冷向军

等(2000)报道,在早期断奶仔猪中添加低剂量盐酸(0.6%)可降低仔猪腹泻,轻微提高日增重;而大剂量添加(2.4%)则会影响机体酸碱平衡,降低生产性能。Wondra 等(1995)发现提高 dEB 水平对生长肥育猪屠宰率和背膘厚度影响不大,但 dEB 在 220~240 mEq/kg 时,胃溃疡和胃角质化发生率最低,表明日粮的酸碱性对胃的刺激最小。

5.2 对鸡的影响

日粮酸碱平衡不仅会影响到家禽生产性能,而且会影响蛋壳品质、骨骼健康和成活率。日粮阴阳离子搭配不当会影响家禽体内的酸碱平衡并导致腿部畸形发病率的上升,最常见的就是胫骨软骨发育不良(TD)。汪尧春等(2000)报道,日粮高硫诱发了 TD 的发生,高镁则降低了 TD 的发生。并提出肉鸡 TD 发生率与日粮电解质平衡的相互关系为 $Y = 31.17 - 61X$,其中 Y 代表 TD%,X 代表 dEB 水平。在日粮中添加硫酸氢铵使日粮总硫达到 1.11%,增加了肉鸡 TD 的发生率,但添加硫酸钠,并不能诱导 TD 的发生,究其原因可能是钠在体内维持了阴阳离子的平衡,而铵盐却不能,因为它吸收极少。Summers 等(1994)试验发现,用等量的碳酸钠和碳酸钾的混合物添加到基础日粮中,使日粮的 mEq 值分别达到 0、10 和 20,结果随着日粮 mEq 的增加,料重比也增加。另有研究表明,日粮酸碱平衡可能是引起肉鸡猝死综合症(sudden death syndrome, SDS)和腹水症的一个重要因素(Summers 等 1994)。Owen 等(1994)研究了在日粮中添加氯化铵使之呈酸性或加入碳酸氢钠使之呈碱性对腹水症发生率的影响,结果是酸性日粮使死亡率有少量增加,而碱性日粮大大降低了腹水症的发生。

5.3 对牛的影响

反刍畜禽日粮中的酸碱平衡一直是人们关注的焦点。在高温炎热的气候下,钾离子会通过汗液流失导致潜在的钾缺乏,进而导致采食量和产奶量的下降。最近的研究表明,在炎热的天气条件下,日粮钾离子的水平应该提高 1.2%~1.6%来缓解炎热气候带来的不良影响。热应激下的泌乳奶牛需要最佳的 K 和 Na 比例,尽管人们对究竟保持怎样的比例才能使奶牛达到最佳状态没有定论,但已经有研究表明与含有 1.0%的 K 和 0.38%的 Na 的日粮比较,含有 1.5%的 K 和 0.67%的 Na 的日粮更能提高奶牛的采食量和产奶量(Dirk 等,2002)。

6 讨论

目前,人们对日粮酸碱平衡影响机体酸碱平衡的机理已基本清楚,但对于其影响生产及营养成分消化方面的机理还不是很清楚,尽管做了大量的试验,但结果却不尽一致。推测起来可能有以下两方面的原因:一是日粮中的酸碱离子直接作用于消化道,改变了其中的 pH 值环境,使得一些消化酶的活性和消化道的通透性受到影响。二是日粮中的酸碱

离子打破了体液的酸碱平衡,导致细胞内外主要离子钠离子、钾离子和氯离子浓度的变化,影响了细胞的正常新陈代谢,改变了细胞的兴奋性,从而影响动物的食欲和采食量,具体的机理还有待于人们做深入的研究。另外,不同日粮组成,不同 CP 水平及不同的生理状态下,动物适宜的 dEB 水平也值得人们做进一步的研究。

参 考 文 献(略)