



## 苹果酸在反刍动物饲料中的应用

作者:杨威 刁其玉 李辉

期号:2006年第13期

瘤胃酸中毒是反刍动物养殖中发生率比较高的一种代谢疾病,特别是高产奶牛,很容易发生;瘤胃酸中毒是由于奶牛进食过多的精饲料或饲料中精粗饲料搭配不合理引起的,对动物的生产性能发挥和机体健康有很大的影响。通常人们用莫能菌素作为瘤胃调控剂预防瘤胃酸中毒,而莫能菌素作为一种抗生素,早在2002年5月25日已经被欧盟国家列为禁用的饲料添加剂,如何解决生产实际中的瘤胃酸中毒是反刍动物养殖者非常关注的事情。苹果酸在反刍动物中可以起到与莫能菌素类似的作用:①它可以提高反刍兽新月单胞菌对乳酸的利用,预防pH值下降引起的酸中毒;②减少甲烷造成的能量损失,还可以缓冲瘤胃pH值,对提高饲料利用率和动物生产性能有积极的作用。与抗生素相反,苹果酸减少慢性酸中毒的发生是通过促进而不是抑制瘤胃微生物的生长实现的;同时苹果酸是某些生化代谢途径的中间产物,可被微生物或其它生化反应所代谢利用,在畜产品中无残留,对人体安全,不存在微生物耐药性选择、病原体抗药性转移等问题。因此,苹果酸在调控瘤胃乳酸发酵和抑制瘤胃酸中毒上的作用引起了国内外学者的极大关注。

### 1 苹果酸降低瘤胃酸中毒的作用机制

DL-苹果酸是白色结晶性或结晶状粉末,有较强酸味,其化学名称为DL-羟基丁二酸,分子式为C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>5</sub>,分子量为134.09。苹果酸是瘤胃琥珀酸-丙酸途径的重要中间产物,它对瘤胃发酵的作用与莫能菌素类似,但其作用方式与离子载体抗菌剂不同。苹果酸可通过反刍兽新月单胞菌(*Selenomonas ruminantium*)促进琥珀酸和丙酸的产生,从而降低甲烷产生菌对H<sub>2</sub>的利用。大量的体外研究表明,苹果酸可以促进乳酸的利用,降低瘤胃酸中毒发生的机率,增加丙酸和VFA的产量,降低甲烷造成的能量损失,提高干物质、有机物、NDF及半纤维素的消化率。

反刍动物采食大量碳水化合物后,瘤胃微生物消化释放出大量葡萄糖,使几乎所有微生物生长速度加快,尤其是仅靠葡萄糖生存的产乳酸菌——牛链球菌的数量显著增加,瘤胃微生物群落发生变化,产生的大量乳酸使瘤胃pH值下降。而乳酸利用菌——反刍兽新月单胞菌由于不耐酸而增殖速度相对较慢,使得乳酸不能及时被吸收利用,致使瘤胃乳酸大量积累,造成酸中毒。但当瘤胃葡萄糖被消耗完以后,反刍兽新月单胞菌就可以利用乳酸作为能量和碳的来源。

添加苹果酸会促进反刍兽新月单胞菌的生长,提高对乳酸的利用,缓解酸中毒。反刍兽新月单胞菌利用逆行柠檬酸循环的琥珀酸-丙酸途径,可以把乳酸转化为琥珀酸和丙酸,作为能量合成的前体,苹果酸则是反刍兽新月单胞菌利用这一途径代谢的关键中间体。苹果酸促进反刍兽新月单胞菌对乳酸的利用路线。苹果酸可以结合反刍动物瘤胃产生的H<sub>2</sub>,因为如果H<sub>2</sub>在中间产物中累积,乳酸脱氢酶就不能把乳酸转化成丙酮酸,反刍兽新月单胞菌也就不能利用乳酸。另一方面,反刍兽新月单胞菌利用乳酸作为碳和能量的来源进行发酵,在此过程中,细胞内的糖类含量下降,而补充的苹果酸可以转化为草酰乙酸,补充因糖异生造成的草酰乙酸的不足,使细胞的糖类含量升高,细胞内的草酰乙酸增加,导致此发酵过程的终产物乙酸、丙酸、琥珀酸的产量提高。

### 2 苹果酸对反刍动物的作用

#### 2.1 对瘤胃pH值的影响

Nisbet和Martin(1990)证实,在相同条件下,苹果酸存在时反刍兽新月单胞菌对乳酸的利用更有效(与对照组相比,苹果酸增加了10倍,延胡索酸增加了4倍)。Evans和Martin(1997)验证了细胞外pH值、乳酸浓度及添加苹果酸对反刍兽新月单胞菌生长的影响。结果表明,添加苹果酸可以增加乳酸的利用及细胞内反刍兽新月单胞菌合成的糖类和蛋白质的含量。在苹果酸存在时,乳酸的利用率为77%~80%,而没有苹果酸时仅为40%~70%。并且苹果酸提高了(pH值为5.5条件下)细胞外反刍兽新月单胞菌对高浓度可溶性淀粉和去壳谷物中乳酸的利用,降低了乳酸浓度,提高了瘤胃内pH值。Martin(1999)用分别含有0、27、54、80g DL-苹果酸的500ml磷酸盐缓冲液对饲喂含粉谷物日粮的肉牛进行瘤胃灌注,结果发现,随苹果酸浓度的增加,瘤胃pH值呈线性上升,且总VFA含量及乙酸浓度线性增加。

此外,CO<sub>2</sub>是反刍兽新月单胞菌利用琥珀酸-丙酸途径把乳酸发酵为丙酸的终产物。Martin(1998)也证实,补充苹果酸在利用琥珀酸-丙酸途径增加乳酸利用的同时,也增加了CO<sub>2</sub>的产量,缓冲了瘤胃pH值。也有人认为苹果酸可以作为唾液促进剂缓解瘤胃pH值,预防酸中毒。

#### 2.2 对能量的影响

瘤胃甲烷的产生不仅意味着饲料能量的浪费、动物能量利用的损失,而且对大气环境也造成一定的污染,对大气臭氧层具有破坏作用。反刍动物的甲烷产量约为全球动物和人类甲烷释放总量的95%。瘤胃甲烷产生菌合成甲烷遵循方程4H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>=CH<sub>4</sub>+2H<sub>2</sub>O,而苹果酸可以作为电子的受体,与甲烷产生菌竞争H<sub>2</sub>,使甲烷生成量下降。因此,苹果酸对甲烷的作用来自对H<sub>2</sub>的抑制而不是抑制甲烷产生菌。

添加苹果酸可增加VFA的总量。在去壳谷物中添加8或12mM DL-苹果酸可使瘤胃发酵总VFA增加,最终的pH值上升,乙酸、丙酸比值及甲烷含量下降(Matin和Streeter,1995)。Matin(2000)发现,混合瘤胃液的粉碎玉米日粮中添加糖和苹果酸(浓度分别为2.25、3.25g/l)时,乙酸、丙酸及总VFA量增加,pH值升高。

#### 2.3 对碳水化合物的影响

在反刍动物瘤胃中添加DL-苹果酸盐可引起可溶性淀粉和脱皮玉米微生物发酵的最终pH值、甲烷及VFA发生变化,这与离子载体的作用类似。Nisbet和Martin(1994)发现,在反刍动物饲喂高浓度快速发酵碳水化合物日粮中添加苹果酸,可以提高反刍兽新月单胞菌(pH值为6时)对乳酸的利用。苹果酸可有效提高饲喂高浓度谷物日粮后1~2h的pH值,因此,在日粮中补充苹果酸是降低瘤胃酸中毒的有效手段。

不同种类谷物对瘤胃酸中毒的影响不同,反刍动物若大量采食小麦、大麦或加工玉米,会极大地增加酸中毒发生的危险度,而采食燕麦和高粱的危险度则相对较低。但这些谷物经粉碎、脱皮处理后,在增加瘤胃对其淀粉的消化的同时,也加大了酸中毒发生的几率。Crespo等(2002)观察了在玉米、大麦、小麦、高粱4种谷物日粮中添加苹果酸盐(4、7、10mM)对瘤胃发酵的影响效果。结果表明,随苹果酸添加量的增加,每种日粮中最终pH值提高。苹果酸还可增加日粮的CO<sub>2</sub>产量,降低CH<sub>4</sub>产量,尤其是大麦和小麦日粮。并且所有组的L-乳酸的含量下降,VFA的产量增加。另有试验表明,在肥育牛的高浓度谷物日粮中添加苹果酸80g/(头·d)使瘤胃的pH值提高,而微生物的生长和淀粉、纤维及蛋白的消化没有受到不良影响。上述结论表明,苹果酸可促进高浓度谷物日粮的发酵,减少酸中毒的发生。

#### 2.4 对反刍动物生产性能的影响

理论上,反刍动物饲喂苹果酸可以提高饲料的转化率,提高动物的生产性能,因为苹果酸是能量代谢途径的关键物质,对动物生产性能的提高具有非常重要的作用。1982年Kung等发现,以玉米青贮为基础日粮的产奶早期及中期的荷斯坦牛补充苹果酸,140g/(头·d)组较0、70、105g/(头·d)组产奶期延长,总VFA量增加,而在苹果酸各处理组之间,干物质采

### 相关文章

- 添加复合发酵剂对奶牛饲料纯...
- 支链脂肪酸对牛日粮纤维物质...
- 沙葱水溶性提取物对绵羊瘤胃...
- 添加保护性脂肪或豆油对奶牛...
- 饲喂含常规大豆蛋白代乳料对...
- 利用体外法研究尿素与乙酰氧...
- 内蒙古双峰驼甲烷产生量的体...
- 改善牛乳脂中共轭亚油酸含量...
- 不同生产阶段奶牛群体营养代...
- 不同阴阳离子平衡日粮对育肥...
- 脲酶抑制剂和粗饲料产品对育...

### 合作伙伴



食量、奶产量及奶成分无显著差异。Stallcup (1979) 给饲喂高丹草和玉米型日粮的荷斯坦奶牛分别补充苹果酸28、70g/(头·d)，结果表明，补充70g/(头·d)组的产奶量较对照组高。Devant和Bach (2004) 发现，在产奶早期饲喂奶牛84g/(头·d)苹果酸与对照组相比，增加了产奶高峰期的产奶量。2006年Niffen等研究发现，补充50、100g/(头·d)苹果酸的奶牛，其微生物氮产量及用于微生物氮合成的有机物和碳水化合物的利用率增加，奶产量增加而奶成分不受影响。

对肉牛的相关研究相对较少。Sanson 和Stallcup (1984) 发现，给荷斯坦公牛饲喂苹果酸提高了日增重和饲料效率，但对血清成分的影响不明显。Martin等 (1999) 采用33头阉公牛进行舍饲试验，添加40~80g/(头·d)的苹果酸，试验结果表明，饲料效率提高8.1%，日增重随苹果酸的增加呈线性增加。但也有试验证实肥育牛饲喂苹果酸后生产性能并未提高，DMI (干物质采食量)、日增重、胴体特性所受影响也不大，这说明苹果酸的添加效果受牛肥育阶段及多种因素影响。

### 3 小结

瘤胃酸中毒对养牛场造成相当大的经济损失，但高能日粮又是高产奶牛和育肥牛所必须的。大量体外试验表明了苹果酸对瘤胃微生物调控的有益影响，及对预防酸中毒的作用。但苹果酸价格较贵，生产中使用会大大增加饲养成本，人们开始尝试用富含苹果酸的苜蓿青草调节日粮组成来补充苹果酸，节约成本，这在理论上是可行的，但苹果酸效果的发挥受日粮类型、精粗比等多种因素影响，所以实践中的效果并不理想。但不管怎样，苹果酸的作用是不可否认的，在现代畜牧生产中，苹果酸将成为继抗生素后与益生菌、酶制剂等并列的重要添加剂。另外，影响苹果酸使用效果的原因尚未全面探明，苹果酸的最佳使用剂量、补充的最适时间等问题都需要进一步研究。

(参考文献15篇，刊略，需者可函索)

(编辑：张学智，mengzai007@163.com)

...评论...

发表  
评论

\*40字以内

提交

重置

[关于我们](#) | [网站导航](#) | [友情连接](#) | [联系我们](#) | [会员须知](#) | [广告服务](#) | [服务条款](#)

版权所有:饲料工业杂志社 Copyright © [Http://www.feedindustry.com.cn](http://www.feedindustry.com.cn) 2004-2005 All Rights 辽ICP备05006846号

饲料工业杂志社地址：沈阳市皇姑区金沙江街16号6门 邮编：110036 投稿：E-mail:tg@feedindustry.com.cn 广告：E-mail:ggb@feedindustry.com.cn

编辑一部：(024) 86391926 (传真) 编辑二部：(024) 86391925 (传真) 网络部、发行部：(024) 86391237 总编室：(024) 86391923 (传真)