

水解单宁酸营养作用研究进展

刘树栋 安文亭 孙展英 陈宝江

(河北农业大学动物科技学院, 河北保定 071001)

摘要: 水解单宁酸作为一种新型饲料添加剂, 以其独特而广泛的作用机制而逐渐被人们所重视。本文从结构特点、作用方式、在畜禽生产的应用、存在问题及前景展望几个方面对其进行概括性介绍。

关键词: 水解单宁酸; 作用方式; 前景展望

近年来, 随着人们对动物性食品安全的重视, 作为生产动物性食品的基础-饲料, 安全与否已成为判断饲料优劣的基础, 而其中抗生素的高剂量使用已经成为影响饲料安全的主要因素; 统计表明, 我国每年用于饲料中的抗生素超过10万吨, 这些抗生素一方面会通过畜禽排泄物污染土壤和水源, 另一方面, 会在畜产品中沉积, 进而通过食物链进入人类食品, 造成人体耐药性增加, 健康受损, 限制和禁止抗生素在饲料中的应用, 已成为世界的共识, 欧盟自2006年始, 全面禁止抗生素作为饲料添加剂在饲料中应用, 我国对抗生素的使用时间、剂量要求也越来越严格, 因此, 寻找安全、高效的抗生素替代物, 逐渐成为动物营养研究热点。其中, 水解单宁酸以其独特营养功能, 逐渐被营养学家所重视。

1 存在与结构特点

单宁是一种多酚化合物, 是植物代谢过程中产生的一种次生物质, 广泛分布于植物的根、茎、叶、果实中。单宁化学结构比较复杂, 相对分子量通常为500-3000Da, 但有的高达28000Da。目前对于单宁的化学结构还没有明确的定义, 但是根据其结构特征大致分为两类: 一类是缩合单宁, 是黄酮醇衍生物, 分子中黄酮醇的第2位通过C-C键与儿茶酚或苯三酚结合。另一类是可水解的单宁, 由碳水化合物(如葡萄糖)与没食子酸、鞣酸、六羟二酚酸等多酚酯化而成。水解单宁化学结构中的酚羟基和酯键都很容易被氧化, 是优良的氢供给体, 这种化学结构决定了其具有良好的抗氧化特性(宋立江等, 2000; Barreira et al.,

2008)。

2 作用方式

2.1 抑制有害微生物的生长

单宁对多种细菌、真菌、酵母菌都有明显的抑制作用, Graziani 等人研究发现, 水解单宁对大肠杆菌(*Escherichia coli*)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*)、肠炎沙门氏菌(*Salmonella Enteritidis*)、产气荚膜梭菌(*Clostridium perfringens*)、金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*)、空肠弯曲菌(*Campylobacter jejuni*)都具有抑制作用。

水解单宁的抑菌作用有几种方式: 第一, 单宁酸直接通过抑制微生物氧化磷酸化过程中关键酶的活性, 从而影响微生物的新陈代谢; 第二, 单宁酸通过抑制微生物外源酶的活性从而间接地影响其生长; 第三, 单宁酸与微生物生长所需的营养物质结合, 使其不能再被微生物所利用, 从而抑制了微生物的生长。

2.2 抗氧化及清除自由基

水解单宁分子中含有的邻位酚羟基是一种优良的供氢体, 对超氧阴离子自由基、羟基自由基等氧自由基有明显的清除作用, 可以使机体的许多生物大分子如蛋白质、DNA、脂质免遭自由基的攻击, 从而对机体组织起到一定的保护作用(宋立江等)。

杨锦华等用DPPH法、FRAP法、 β -胡萝卜素亚油酸

三种体外自由基产生体系对几种常见的食用和药用植物进行了清除自由基研究,其中五倍子(一种单宁)的清除能力最强。Yokozawa等在大鼠饲料中添加单宁后发现,血浆和组织中的脂质过氧化反应明显减少,其效果与VE相似。Cherian等研究发现,在肉仔鸡日粮中添加不同浓度的水解单宁,可以显著降低腿肌中硫代巴比妥酸反应物的量,说明单宁可以抑制肌肉的脂质过氧化反应。

2.3 抑制消化道寄生虫

有许多研究发现,单宁酸对于寄生虫的抑制作用非常明显。Min研究发现,给山羊饲喂含有5%单宁酸的截叶胡枝子草料后,粪中含有的寄生虫虫卵数及线性寄生虫(捻转血矛线虫)的数量减少了57%。Butter给大鼠饲喂含有4%单宁酸的日粮后发现,寄生于大鼠小肠黏膜表面的巴西日圆线虫数明显降低($P<0.01$);除了对寄生虫的成虫具有杀伤作用之外,Athanasiadou研究还发现,单宁酸对于寄生虫的产卵能力也有很强的抑制作用。

对于单宁抗寄生虫的机理,现在普遍认为是单宁酸一方面可以直接抑制幼虫体内的氧化磷酸化过程,使幼虫死亡(Scalbert, 1991, Molan et al., 2000, 2002; Min et al., 2005);另一方面,单宁酸可以和蛋白质相互结合,增加过反刍动物瘤胃蛋白的数量,提高宿主的免疫力,从而起到抗寄生虫感染的作用。

2.4 调节机体免疫力

单宁能够全面调节机体的免疫反应。Ashisak研究发现,在饲料中添加单宁酸,鲤鱼血液中白细胞、血浆蛋白、白蛋白和球蛋白含量升高,血红蛋白的含量降低。Marzo等在日粮中加入25g/kg的单宁后,生长鸡的法氏囊、胸腺和脾脏的重量显著降低,血液中IgG和IgM的含量也有下降;除此之外,单宁对动物的肠道免疫也有一定的促进作用。Marcio研究发现,单宁能够增强肠道黏膜抵抗侵袭性因子的能力,并且观察到NO和非蛋白SH基化合物能够参与到预防和减轻肠道溃疡的过程中。Akindede研究还发现,单宁可以通过调节 $\alpha 2$ -肾上腺素受体,抑制结肠前列腺素的释放,从而抑制胃肠道蠕动和黏液分泌,有效减少了动物腹泻的发生。

2.5 影响消化酶活性

传统上一般认为,单宁酸在动物体内与消化酶的结合,会抑制消化酶活性,但近年来对水解单宁酸研究发现,单宁酸结构不同,对不同动物、不同消化酶的影响存在

较大差异,Blytt et试验结果发现,日粮中添加栗木提取的水解单宁酸可以显著提高肉兔十二指肠和空肠食糜中 α -淀粉酶和胰蛋白酶的活性以及回肠食糜中 α -淀粉酶的活性,对于脂肪酶的活性无显著性影响;Horigome等研究发现,给大鼠饲喂水解单宁酸可以使大鼠胰液的分泌量增加,分上中下三部分收集小肠食糜,发现只有中部食糜中脂肪酶的活性升高了,上下部食糜中脂肪酶活性不变;陈宝江等研究发现,肉鸡饲料中添加水解单宁酸,可显著增加肉鸡肠道胰蛋白酶、糜蛋白酶、脂肪酶活性;孙展英等试验表明,饲料中添加水解单宁酸,可显著提高仔猪胃蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶活性。单宁酸影响消化酶活性的原因在于当单宁与肠道消化酶作用的底物之间的比值较大时,单宁可以使底物的构象发生改变,从而促进胰腺分泌功能,提高消化酶的活性。

2.6 提高过瘤胃蛋白数量

对于反刍动物来说,高产家畜以及快速生长的幼年家畜仅靠来源于瘤胃的菌体蛋白是满足不了其对蛋白质营养的需要量,必须要充分利用在小肠吸收的饲料蛋白质即过瘤胃蛋白。对于优质的饲料蛋白,必须要采取适当的保护措施,尽可能降低其在瘤胃中的降解,增加小肠可利用蛋白的数量,提高蛋白利用率。Barry等的研究表明,给绵羊饲喂含有单宁日粮可以减少瘤胃中27%的氨气浓度,增加小肠中50%的必需氨基酸的吸收量,从而提高了产奶量、日增重;Tabacco等人研究发现,日粮中加入从栗树中提取的单宁后,可以明显减少瘤胃中氨气的产生,同时也减少了饲料中非蛋白氮和干物质的损失。

2.7 影响肉质

畜禽肌肉的生产和储存的过程中易发生脂质过氧化反应,肉中所含的脂肪酸中饱和脂肪酸比例越多,发生的可能性越大,脂质氧化会使肉酸败、品质下降,缩短了肉的货架寿命和使用安全性。Yokozawa等研究发现,给小鼠饲喂高粱单宁可以抑制血浆和组织中的脂质过氧化反应;Barreira等通过体外试验研究发现栗树皮提取物具有很强的抗氧化性,特别是抑制脂质过氧化的能力很强。Lau & King试验发现,单宁可以消除自由基和减少过氧化物的形成,减缓脂质过氧化反应的能力,从而提高畜禽肉品的保存时间。刘华伟研究发现,水解单宁酸能促进肉兔体内棕榈酸的合成,认为其机制可能是:由于肉兔的脂肪细胞是优先利用葡萄糖来合成脂肪酸的,因此栗树单宁可能是通过促进日粮中碳水化合物的消化吸收从而增加了机体内葡

萄糖的含量,进而为棕榈酸的体内合成提供了更多的前体物质;同时,外源性的C14:0脂肪酸通常是用来为机体合成更长碳链的脂肪酸提供碳架的。水解单宁酸降低了肌肉中C14:0脂肪酸含量,从而可能间接的增加了棕榈酸的含量。

3 在生产中的应用

3.1 促进动物生长

3.1.1 在家禽生产上的应用

多数试验证实,水解单宁酸具有促进家禽生长和改善饲料报酬的作用,其中改善饲料报酬效果稳定。Schiavone等在14-56日龄肉鸡饲料中分别添加0.15%-0.25%水解单宁酸,结果表明:单宁酸对营养物质利用率没有影响;生长性能以0.20%组最好,平均体重比对照组提高了177克/只,饲料转化率从2.02降到1.96;Danny M. Hooge1等对肉仔鸡分别饲喂含250-1000 ppm水解单宁酸抗生素作为正对照组,42天结果表明:各组体重差异不显著,但料肉比与对照组比较下降了2.30%,差异极显著;Caramp M1等将2880只商品肉仔鸡随机分为4组,分别饲喂基础日粮、基础日粮+抗生素(杆菌肽锌0.650 Kg/T)、基础日粮+水解单宁酸(1kg/Ton)、基础日粮+水解单宁酸(0.5Kg/Ton)+酸化剂(0.2Kg/Ton)四种日粮,42天试验结果表明,体重较对照组和抗生素组分别增加115克和70克,料肉比分别下降4.32%和3.32%,差异显著。

3.1.2 在生猪养殖中的应用

水解单宁酸在猪上试验报道较少,且结果差异较大。PREVOLNIK等选用30到100公斤猪,饲料中添加2公斤/吨单宁酸,试验结果表明,单宁酸对胴体重,肌肉和脂肪的厚度,胴体瘦肉率、肌肉和脂肪面积、颜色、pH值和持水能力没有影响。陈宝江选用21天断奶仔猪180头,随机分为3个处理,分别饲喂含有0-0.1%含量水解单宁酸饲料,30天试验结果表明,与对照组比较,采食量提高7.46%-8.96%,日增重提高了9.50%-14.71%($P < 0.05$),饲料/增重比降低了1.32%-3.95%,差异均达到显著水平。说明水解单宁酸在猪的不同生理阶段效果不同。

3.1.3 其他动物

水解单宁酸在其他动物上应用,也有少量报道。刘华伟试验证实,日粮中添加水解单宁酸可以提高肉兔的日增重,降低日采食量和饲料转化率,并且试验前期的促生长效果明显好于试验后期;Zoccarato等研究发现,在肉兔的低蛋白日粮中添加0.45%富含单宁的栗树提取物(水解单

宁酸)后,试验前两周可以显著提高肉兔的日增重,但在试验后两周这种效果消失;另外Larraín等(2007)的研究也发现,在大鼠饲料中添加高粱单宁后,在大鼠5周龄时可以促进大鼠的采食量和日增重,但在13周龄时却降低了大鼠的采食量和日增重。

3.2 改善动物健康

3.2.1 抗菌作用

大量实验证实,水解单宁酸可以抑制多种有害细菌生长繁殖,且效果稳定。R.GRAZIANIP等选用25000只海蓝白笼养蛋鸡,人工感染沙门氏菌,饲料中添加0.2%水解单宁酸,试验20天后,检测屠体、鸡蛋、粪便,结果表明,沙门氏菌完全不能检出;Ana M. Elizondo等分别从健康和患病动物肠道分离出A、B、C、D、E五种产气荚膜梭状芽胞杆菌,用两种来源水解单宁酸进行抑菌试验,结果表明,单独应用时,栗木来源单宁酸抑菌效果好于白雀木来源单宁酸,两种混合应用时,向白雀木单宁添加25%栗木来源单宁酸,抗菌效果提高20倍,添加75%的栗木单宁,抗菌效果提高85倍。

3.2.2 抗病毒效果

有实验证实,水解单宁酸有抗病毒作用,尽管其机制尚不清楚。Terregino C.a等分别取H7N1和H5N2两种病毒叶,用2 g/L单宁酸溶液等体积混合,室温保持1小时,结果表明:体外抗病毒效果测试禽流感病毒的病毒滴度明显减少;Rodolfo Graziani等(2009)应用超强法氏囊病毒、鸡传染性支气管炎、内脏型新城鸡瘟病毒株、传染性喉气管炎病毒四种病毒接种SPF蛋,应用0.15%单宁酸处理,结果显示,水解单宁酸对四种病毒均有抑制作用;Lupini C.等应用 $243.0 \pm 18.4 \mu\text{g/ml}$ 浓度的水解单宁酸进行抗病毒试验,研究结果表明,水解单宁酸是一个控制传染性支气管炎、喉气管炎病毒良好的手段。

4 存在问题和研究方向

4.1 存在问题

目前,对于水解单宁酸的营养作用研究尚处于初始阶段,因此很多机制研究都未系统进行,更多出于假说和推想阶段,特别是在几方面亟待进行:

第一 水解单宁酸的抗菌机理研究 尽管大量实验证实,水解单宁酸具有抗菌作用,但它的抗病菌机制、对不同有害菌的菌种的选择性及抑制能力、与抗生素抗菌机制的差异等,都没有明确结论;

第二 试验表明,水解单宁酸具有一定的抗病毒的作用,但仅仅是了解表面现象,对其作用机制研究尚属空白;

第三 水解单宁酸抗氧化性研究还主要是集中在体外清除自由基的能力评价上,而对于其在动物体内的抗氧化作用还研究较少。

第四 水解单宁酸的促进单胃动物营养消化作用机制研究尚不完善。

4.2 研究方向

由于水解单宁酸来源于植物原料,且效果稳定,因此

作为一种安全高效绿色饲料添加剂,应用前景极为广阔,为能够在畜禽饲养中更加准确应用,今后研究在以下几个方面进行深入研究:

第一 探讨水解单宁酸对不同动物、不同生理阶段的使用效果、适宜添加比例;

第二 研究水解单宁酸替代不同抗生素的方法、效果;

第三 重点探讨水解单宁酸在仔猪断奶阶段治疗生理性腹泻的效果和使用方法;

第四 了解长期使用水解单宁酸对养殖场环境净化作用效果。

(参考文献略)