

# 益生菌作用机理及目前应用情况

罗晓花, 孙新文

(石河子大学 动物科技学院, 新疆 石河子 832003)

**摘 要:** 益生菌作为一种新的生物技术产品, 具有无毒、无副作用, 促进动物生长, 维持消化道的有益菌数, 调节免疫系统, 提高饲料转化率, 可以替代抗生素等优点。益生菌的应用已受到人们的广泛关注。

**关键词:** 益生菌; 生物技术; 饲料

中图分类号: S816.3; S816.79 文献标识码: A 文章编号: 1001-0084 2007 09-0016-04

## 1 益生菌的菌种特点

饲用益生菌的菌种具备以下特点: 无病原性、无毒性、无毒副作用、不与病原微生物产生杂交; 体内外繁殖速度快, 具有很强的竞争优势; 能在低 pH 值的无机酸、有机酸及胆汁酸的环境中存活, 并定植在胃肠道内; 能产生乳酸、过氧化氢等肠道致病菌的抑制物; 加工后存活率高, 混入饲料后室温下稳定性好; 能促进动物的生长发育。

## 2 益生菌的作用机理

### 2.1 促进动物生长发育

#### 2.1.1 产生各种消化酶

芽孢杆菌进入肠道后产生大量的胞外酶, 如蛋白酶、淀粉酶等, 这些酶类可促进动物的消化吸收, 明显提高消化道中  $\alpha$ -蔗糖酶、乳糖酶和三肽酶活力; 乳酸杆菌含有产生有机酸和合成多糖的酶; 双歧杆菌具有多种糖苷酶, 能充分利用双歧因子; 酵母中含有大量的酶, 如蔗糖酶、麦芽糖酶、酸性磷酸酶、半乳糖酶, 参与糖类的新陈代谢。

#### 2.1.2 提供动物机体所需营养物质

双歧杆菌在肠内发酵可产生丙氨酸、缬氨酸、天冬氨酸和苏氨酸等, 还可产生维生素。据报道, 猪、鸡血浆中赖氨酸, 尿中赖氨酸和机体中赖氨酸的20%来源于肠道中有益微生物的合成。光合细菌菌体营养丰富, 蛋白质含量达60%~65%, 还含有多种维生素, 用后能提高家禽的饲料效率、抗病能

力及产蛋率。

#### 2.1.3 使动物胃肠道形成微酸性环境

益生菌产生的酸性物质, 可以激活动物内源酶活性, 维持肠道内 pH 值, 有利于营养物质的消化吸收, 如维生素 D,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ 等。

## 2.2 维持消化道的有益菌数

### 2.2.1 竞争排斥

营养的竞争: 营养的竞争发生在小肠上皮细胞, 添加益生菌后, 益生菌群占优势, 抢先吸收利用小肠上皮细胞内的营养物质进行生存和繁殖, 抑制有害菌在消化道的增殖。如乳酸杆菌产生蛋白质促聚集因子, 阻遏病原体粘附于消化道上皮, 并加速它们的排除速度。

生物夺氧: 需氧芽孢杆菌能在宿主肠道内迅速地定植并生长繁殖, 消耗氧气, 降低局部的氧化还原电势, 扶植和促进正常厌氧菌群的生长繁殖。酵母则通过分泌一些生长因子来消耗对肠道有益微生物不利的氧气, 进而促进了肠道有益菌的生长, 维护了菌系平衡。

### 2.2.2 产生抑制有害菌生长的物质

产生酸性物质: 乳酸菌和双歧杆菌可在肠道内产生醋酸和乳酸, 降低肠道 pH 值, 抑制大肠杆菌及梭菌类的生长, 抑菌率高达80%以上。乳酸是肠道微生物活性的首要调控物质, 它在小肠内进一步代谢生成乙酸, 被细菌用来合成挥发性脂肪酸 (VFA), 肠道内的环境被酸化, 可抑制对酸敏感的病原, 当环境 pH 值下降时, 以分子形式存在的强有机酸的浓度上升, 通过细胞膜扩散进入细胞, 表现出更强的抑菌能力。

收稿日期: 2006-12-26

作者简介: 罗晓花 (1980-), 女, 硕士研究生, 研究方向为饲料开发与利用。

产生细菌素：细菌素是一类选择性作用于细菌靶细胞的抗菌物质。它们大多属多肽类且具水溶性。乳酸菌几乎每一菌株都能产生细菌素，可抑制链球菌、葡萄球菌及梭状芽孢杆菌的生长。嗜酸乳杆菌产生的细菌素能抑制大肠杆菌 DNA 的合成。从枯草芽孢杆菌中提取的枯草菌素，是一种环多肽，能抑制真菌。双歧杆菌产生的细菌素主要由苯甲基丙氨酸和谷氨酸组成，对肠道腐生菌起抑制作用。

产生过氧化氢嗜酸乳杆菌：乳酸乳杆菌在动物体内可产生过氧化氢，激活动物大肠内的过氧化物酶 D 硫氰酸盐反应系统。在此系统中，过氧化物酶与过氧化氢结合，然后将硫氰酸盐氧化成氧化性中间产物，从而抑制葡萄球菌等致病菌的生长繁殖。

### 2.3 调节免疫系统

益生菌活菌的粘附特性成为诱导免疫的一个重要因素。病原菌与上皮细胞结合，诱导组织、巨噬细胞程序性死亡，引起炎症反应。益生菌可与病原菌竞争附着并进入肠上皮细胞，刺激巨噬细胞产生 IgA、IgM，从而有效地抑制感染。乳酸菌有两种不同的粘附机理：一种是需要  $\text{Ca}^{2+}$  的非特异系统， $\text{Ca}^{2+}$  信号活化途径可促进乳酸菌与肠细胞的特异性受体结合，所有的乳酸杆菌均可借助此系统进行粘附；另一种是  $\text{Ca}^{2+}$  独立系统，有两种乳酸成分参与了乳酸菌的粘附，一种成分是抗蛋白酶，另一种是胞外蛋白热稳定且对蛋白酶敏感，部分乳酸杆菌借助此系统进行粘附。乳酸菌的细胞脂磷酸壁质是重要的粘附因子，尤其是对啮齿类。双歧杆菌的粘附则是借助于细菌表面或双歧杆菌培养物上清液中类蛋白促粘附因子，通过细丝状的成分特异性地粘附于肠道黏膜表面上，诱导抗体产生。用灭活的酵母喂生长猪，可以提高十二指肠近端的甘露糖从黏膜到浆膜的流速，提高回肠杯状细胞数量，增加结肠黏膜厚度。酵母细胞壁的甘露寡糖能吸附有毒物质和病原菌，提高机体抗病力。肠道上皮细胞含有甘露寡糖，肠道病原体凝集素易与甘露寡糖相结合，酵母细胞壁与细菌结合，使细菌不能与肠壁上含甘露寡糖的细胞结合，起到了保护肠壁的作用。

### 2.4 防腹泻作用机制

细菌性毒素与肠细胞结合可导致肠细胞分泌功能亢进，大量液体从细胞刷状缘溢出，肠绒毛顶端细胞吸收功能降低，从而造成水分和电解质被大量

积蓄在肠管内，引起临床上的水样腹泻和迅速脱水症状。SB 酵母用来预防和治疗与艰难梭菌有关的腹泻和结肠炎，艰难梭菌分泌毒素 A，结合到肠细胞刷状缘受体上，SB 酵母一方面减少毒素 A 受体及刷状缘蛋白，降低由毒素引起的液体分泌和甘露糖醇的通透性；另一方面分泌一种  $\alpha$ -蛋白酶，抑制毒素 A 与受体的结合。另一种机制是对小肠黏膜的营养效应，减轻牛奶过敏症状和抗炎症效应，减少有毒胺类或肠毒素的产生。消化道微生物的代谢活动产生的氨类具有毒性和刺激作用，并可以增加小肠蠕动速度，这是造成仔猪断奶后腹泻的原因之一。嗜酸乳杆菌不仅可以减少大肠内的含氮量，还可以分解病原菌产生的毒素，使其失活，从而减轻腹泻症状。

### 2.5 乳糖耐受机理

一般说来，人与高等动物对乳糖不耐受，与肠道中缺乏  $\beta$ -半乳糖苷酶有关，不能完全吸收乳糖。乳糖改变结肠腔的渗透平衡而引起水样腹泻，大量乳糖可导致肠内菌群失调，但肠内菌群能消化少量乳糖，加之小肠细胞中含有少量内源乳糖酶，所以宿主能耐受少量乳糖。乳发酵消耗原奶中 20%~40% 的乳糖，饮用酸奶后还有一部分乳糖酶在继续起作用，因此对乳糖不耐受的人，吃发酵乳不发生腹泻，还可防治由于缺铁、缺钙引起的贫血症和软骨病。乳酸菌通过水解作用将饲料中的乳糖水解成葡萄糖和半乳糖，对动物不造成影响。此外，一些乳酸杆菌中含有乳糖磷酸转化酶可将乳糖转化为乳酸。一旦肠道菌群失调，黏膜杯状细胞的形态数量即发生变化，乳糖耐受程度降低，这时加入以乳酸菌为主的益生菌可以改善肠道的生理状态，增强乳糖耐受程度。

### 2.6 减少胆固醇的机制

#### 2.6.1 益生菌与胆盐反应

胆汁酸、去氧胆汁酸经常结合甘氨酸或牛磺形成甘氨酸或牛磺胆酸，它们被乳酸杆菌中的细菌酶、胆盐水解酶所解离。解离的胆酸有杀菌作用，粘附到细菌纤丝上形成沉淀被排出体外，导致肠肝循环减少，最终导致胆固醇高转化率以产生更多胆酸，从而降低胆固醇。

#### 2.6.2 益生菌直接同化吸收胆固醇

在胆汁存在的条件下，胆固醇降解显著。益生菌不仅可抑制肠内分子团的形成，促进胆固醇与

胆酸及短链脂肪酸的发酵作用,对胆固醇代谢也起重要作用。研究证明胆固醇降解与细菌浓度高度相关。

### 2.7 净化环境作用机制

枯草芽孢杆菌可在大肠中产生氨基氧化酶、氨基转移酶及分解硫化物的酶,它们可将臭源吲哚化合物完全氧化,将硫化物氧化成无臭、无毒物质,从而降低血液及粪便中有害气体的浓度,并减少其向外界的排放量,改善了饲养环境。嗜胺菌能消化肠道游离的氨(胺)及吲哚等有害物质,抑制大肠杆菌的活动,粪中含有的活菌体可消化剩余的氨。将芽孢杆菌添加到禽舍内,可抑制蛆的孵化,减少苍蝇;小鸡口服益生菌后,粪便对蛆有杀毒作用。用放线菌微生物作除粪臭剂,除臭率达66%。

## 3 益生菌的应用

畜禽生产上应用益生菌已有 20 多年的历史,主要添加到哺乳仔猪料、母猪料、雏鸡和蛋鸡料以及哺乳期牛料中,效果十分显著。

### 3.1 在猪饲料中的应用

黄沧海等<sup>[1]</sup>进行了均匀设计法优化益生菌菌种比例的研究,结果证实 4 株乳酸杆菌对断奶仔猪的生长性能和腹泻有明显的互作效应。格氏乳酸杆菌在浓度  $8.3 \times 10^4$  cfu·g<sup>-1</sup> 时防治腹泻的效果最好,嗜酸乳酸杆菌预防腹泻的效果随浓度增高而增强。胡友军等<sup>[2]</sup>研究了活性酵母对早期断奶仔猪生产性能和免疫机能的影响。结果,添加耐高温活性酵母组断奶仔猪试验末重、日增重和饲料转化率极显著优于 ( $P < 0.01$ ) 添加金霉素组;腹泻率极显著低于 ( $P < 0.01$ ) 添加金霉素组;与金霉素联合使用后日增重和饲料转化率均无显著差异,但显著降低了采食量 ( $P < 0.05$ )。1983 年日本学者做了双歧杆菌属防治仔猪腹泻的试验,结果仔猪的腹泻发病率下降,死亡减少。瑞典科学家给新生仔猪投喂其生产的粪尿链球菌 W-74 培养物,结果使猪大肠杆菌病死亡率降低 53%。芽孢杆菌添加到母猪饲料中,结果粪便中大肠杆菌降到了原来的 2%。

### 3.2 在鸡饲料中的应用

美国进行的嗜酸乳杆菌对产蛋鸡在不同地理环境下的作用研究,结果表明,嗜酸乳杆菌可使大肠杆菌数量减少,产蛋量提高。大量研究报道,添加益生菌能提高鸡的成活率,提高增重及饲料效率和产蛋性能,改善产品品质。王小平等报道,益生菌

可使蛋鸡产蛋量和蛋料比分别提高 10%~11.9% 和 13%~15.1%。蛋鸡饲料中添加益生菌,产蛋率提高了 8.1%,蛋重提高了 1.378,破蛋率降低了 1.1%,经检测鸡蛋中无农药和激素类的残留。

在肉鸡日粮中添加益生菌,肉用仔鸡增重提高 5%,日增重提高 12%。益生菌对预防鸡白痢有显著效果。

### 3.3 在牛、羊饲料中的应用

王长文等<sup>[3]</sup>用植物乳杆菌、乳酸片球菌、粪链球菌组成的接续产酸型活菌制剂按活菌  $5.4 \times 10^8$  个·kg<sup>-1</sup> 体重投喂荷斯坦乳用初生公犊牛,至 10 日龄宰杀,取十二指肠、空肠、回肠段组织样本在透射电镜下观察,发现益生菌有助于出生犊牛小肠上皮细胞胞质中细胞器的发育,并可以维持其正常形态、结构和功能。朱曲波等<sup>[4]</sup>通过在奶牛日粮中添加微生物活性制剂,试验组混合奶样中体细胞比对照组降低 41.34%~89.59% ( $P < 0.01$ )。微生态制剂对降低牛奶中体细胞具有一定的作用,因此有可能用于奶牛隐性乳房炎的防治。黄庆生等<sup>[5]</sup>用 3 种酵母培养物 YC-1、YC-2 和 YC-3 分别饲喂 4 头带有永久性瘤胃瘘管的肉牛,研究培养物对瘤胃发酵、纤维分解酶活性和 3 种纤维分解菌数量的影响,结果表明:YC-2 处理组瘤胃液的乙酸、丙酸、丁酸和总挥发性脂肪酸浓度显著高于对照组,YC-1 和 YC-3 处理组的乙酸/丙酸比例显著降低;各处理均能显著提高瘤胃内羧甲基纤维素酶、水杨苷酶和木聚糖酶的活性 ( $P < 0.01$ ),并显著提高黄化瘤胃球菌的相对比例,丁保安<sup>[6]</sup>的试验表明,添加益生菌可明显提高羔羊日增重,提高钙、磷、粗蛋白质的表观消化率 ( $P < 0.05$ )。

### 3.4 益生菌在水产养殖中的应用

目前,应用于水产养殖上的益生菌主要有两种:一种是直接泼入养殖水体中的液体制剂,另一种则是添加到饵料中的粉状制剂。1999 年 6 月,我国农业部公布了允许在饲料中添加的 12 种饲料微生物添加剂,主要有:乳酸菌、芽孢杆菌、酵母菌、光合细菌。无论是哪一种益生菌,对于水生动物而言,其主要作用在于加快生长速度和减少疾病的发生,提高存活率。

## 4 结 语

随着对微生物研究的逐步深入,益生菌将越来越多的被应用于畜牧业生产,长期使用和全场使用可



# 影响瘤胃微生物种群建立及其数量的因素

刘丹丹<sup>1</sup>, 迟文峰<sup>2</sup>, 张永根<sup>1\*</sup>

( 1. 东北农业大学 动物科学技术学院, 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江草原饲料中心 实验站, 哈尔滨 150008)

**摘 要:** 瘤胃微生物种群的建立与数量的多少对反刍动物的生活与生产有着重大意义。影响反刍动物瘤胃微生物种群建立的因素有很多, 包括日粮、添加剂等, 它们各方面相互影响, 关系错综复杂。文章针对反刍动物的饲料基础与日粮配合, 对其中影响较大的几个方面做出了具体的分析与概括。

**关键词:** 瘤胃; 微生物种群; 建立; 因素

中图分类号: S823; S852.6 文献标识码: A 文章编号: 1001-0084(2007)09-0019-03

瘤胃微生物种群是定居在反刍动物瘤胃中, 并能分解纤维素等复杂有机物、提供菌体蛋白、提高消化率的特定微生物群落。主要包括瘤胃细菌、真菌和纤毛虫等原生物, 它们与宿主存在共生关系, 反刍动物为瘤胃微生物提供纤维素等有机养料、无机养料和水分, 并创造合适的温度和厌氧环境, 而瘤胃微生物则可帮助反刍动物分解纤维素和合成大量菌体蛋白, 最后进入皱胃被全部消化, 成为反刍动物的营养物质。同时所有这些瘤胃微生物都具有厌氧性<sup>[1]</sup>。影响反刍动物瘤胃微生物种群建立的因素有很多, 相互影响, 错综复杂。文章就反刍动物的饲料基础与日粮配合中影响较大的几个方面做具体的分析与概括。

收稿日期: 2006-12-01

作者简介: 刘丹丹(1982-), 女, 黑龙江双鸭山人, 硕士研究生, 研究方向为反刍动物营养。

\* 通讯作者

以达到预防疾病、调节免疫系统、净化环境的效果。但对益生菌的作用要有公正客观的认识, 只有正确使用并投入生产, 才能充分发挥出益生菌的作用。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 黄沧海, 陈东晓. 均匀设计法优化益生菌菌种比例的研究[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(2): 288-293.
- [2] 胡友军, 林映才, 郑黎, 等. 活性酵母对早期断奶仔猪生产性能和免疫机能的影响[J]. 动物营养学报, 2003, 15(4): 49-53.

## 1 饲 料

### 1.1 精料

反刍动物瘤胃内细菌种群的早期建立并不依赖于固体饲料, 而是随着母乳(液体饲料)以及早期补饲瘤胃的逐渐发育等才逐渐形成菌体及微生物区系。到动物成年时, 其瘤胃内逐步建立了一个相对稳定的微生物区系, 但该区系仍可受日粮种类不同等因素的影响而发生变化。一般而言, 采食高精料的瘤胃细菌浓度往往高于采食高粗饲料的细菌浓度, 随着动物摄入的可利用能量的增加, 瘤胃细菌浓度会逐渐升高, 即精料可使瘤胃细菌浓度升高。

### 1.2 蛋白质补充料

添加蛋白质补充料可对粗饲料消化率有所改进, 其机理可能与改善饲料氮能平衡、增加对瘤胃微生物的蛋白质供应(特别是瘤胃可降解氮的供应), 使瘤胃 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度更适宜瘤胃微生物的生长有关。尤其是蛋白质降解产物氨基酸、小分子多肽

- [3] 王长文, 杨连玉, 栾维民, 等. 接续产酸型活菌制剂对犊牛小肠上皮细胞胞质中细胞器的影响[J]. 家畜生态, 2002, 23(1): 11-13.

- [4] 朱曲波, 秦泽荣, 席振强, 等. 在奶牛日粮中添加微生态制剂降低牛奶中体细胞的比较试验[J]. 贵州畜牧兽医, 2004, 28(2): 1-2.

- [5] 黄庆生, 王加启. 添加不同酵母培养物对瘤胃纤维分解菌群和纤维素酶活的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2005, 36(2): 144-148.

- [6] 丁保安. 添加益生菌对羔羊增重的影响[J]. 畜牧与兽医, 2004, 36(8): 24-25.