

# 丁酸梭菌在饲料中的应用研究

邱 权 詹志春 周 樱 凌华云

武汉新华扬生物股份有限公司, 武汉 430000

**摘要** 丁酸梭菌作为一类厌氧异养生存的杆状芽孢杆菌科细菌,同时也作为一种肠道的益生菌,可以有效提高畜禽对营养物质的消化吸收能力和畜禽自身的抵抗力,抑制有害微生物的生长繁殖,提高畜禽养殖的经济效益,是一种具有很大开发潜力的微生态制剂。本文就丁酸梭菌的培养和发酵工艺,应用和发展趋势几个方面的问题进行了阐述。

**关键词** 丁酸梭菌;饲料添加剂;发酵工艺;应用前景

丁酸梭菌是一类厌氧异养生存的杆状芽孢杆菌科细菌,在自然界中分布广泛。因其主要在奶酪、天然酸奶、动物粪便及土壤中被发现,故又名酪酸菌。作为一种饲料添加剂及其具有的重要的生物学功能,最早被日本的宫入近治博士报道,故又名宫入菌。在饲料中添加丁酸梭菌能够有效提高畜禽对营养物质的消化吸收能力和畜禽自身的抵抗力,抑制有害微生物的生长繁殖,提高畜禽养殖的经济效益。因此其被认为是一种环保、无残留、无污染的绿色饲料添加剂,具有巨大经济开发潜力。

## 1 丁酸梭菌的培养

丁酸梭菌分布广泛,具有很强的环境适应能力,在温度 25~37℃和 pH 4.0~9.8 范围内均能生长。在固体培养基进行培养时,其菌落表面光滑湿润、正面为圆形。颜色为不透明的乳黄色,并略带酸臭味。在液体培养时,培养基会逐渐变浑浊并伴随着大量的气体产生,后期亦会产生大量沉淀。然而,在

显微镜下,细胞形态展现为(0.6~1.2)×(3~7) μm 大小的中间凸起的煎蛋状的灰白色菌体,多以单个或成对形成短链的形式存在。因其具有周生的鞭毛,故体现出很强的运动性。革兰氏染色特性会随着培养周期的长短而发生变化,初期为革兰氏阳性,后期为革兰氏阴性。

## 2 丁酸梭菌的发酵工艺

液体发酵是整个丁酸梭菌生产工艺的关键步骤,为接下来的纯化、产品的制备提供大量的物质基础。发酵培养基的性质、发酵条件(温度、pH、接种量等)都会直接影响到丁酸梭菌液体发酵的水平。

1) 发酵条件的影响。丁酸梭菌具有很强的环境适应能力,可以在较大范围的温度和 pH 条件下表现出生命活性。过去针对丁酸梭菌发酵条件的研究发现,丁酸梭菌在较高的起始发酵温度、中性偏碱性的 pH 条件、较大的初始接种量并在整个发酵过

收稿日期:2018-02-25

邱 权,男,1986 年生,硕士,发酵工程师。

- 分消化性的影响[J].中国畜牧杂志,1999,35(6):36-37.
- [11] 辛总秀,陈苗苗,何长芳.复合酶对育肥猪生产性能的影响研究[J].黑龙江畜牧兽医,2005(3):32-33.
- [12] 姚海儒,王春景.复合酶在仔猪小麦型日粮中的应用[J].黑龙江畜牧兽医,2008(7):41.
- [13] 刘强,冯学琴.非淀粉多糖酶制剂的研究与应用进展[J].动物营养学报,1999,11(2):6-11.
- [14] RONALDO M, STEVENON H, DAE R, et al. Multi-enzymes can maximize swine diet nutrients [J]. Feed International, 2008(1): 24-26.
- [15] 高玉红,臧素敏,刘艳琴,等.复合酶对断奶仔猪生产性能和消化吸收能力的影响研究[J].饲料研究,2000(3):8-10.
- [16] 郭建来,魏红芳.酸性蛋白酶对仔猪生产性能及养分表观消化率的影响[J].饲料博览,2007(5):10-12.
- [17] 王晓亮,周樱,张庆丽.酶制剂在猪生产中的应用[J].饲料工业,2013(6):23-25.

程中控制氧气的含量的情况下发酵的水平较高。例如,黄俊等<sup>[1]</sup>的研究发现丁酸梭菌在起始温度 37 ℃、pH 7.0、接种量在 5%的条件下培养 24 h,最终菌体数量可达到 8.2 亿 CFU/mL。有研究报道丁酸梭菌在起始温度 37 ℃,pH 分别为 7.5 和 7.0 的条件下分别培养 24、36 h,最终菌体数量分别可达到 7.1 亿 CFU/mL 和 8.5 亿 CFU/mL 的水平。

2)培养基的影响。丁酸梭菌在生长过程中可以形成芽孢,在最终商品化的菌剂中,活菌大都以芽孢的形式存在,因此,丁酸梭菌的发酵在提高菌体数量的同时也需要提高芽孢的形成率。过去的研究发现,培养基对发酵最终菌体数量和芽孢的形成率具有重要的影响。作为异养微生物,丁酸梭菌需要在提供有机碳源的条件下生长。葡萄糖作为最为速效的有机碳源,可以被菌体很好地利用。除此以外,淀粉也作为一种常见的有机碳源被应用到丁酸梭菌的发酵过程中。当然,蔗糖、果糖和乳糖等糖类物质均可以为丁酸梭菌的生长提供碳源。同时,丁酸梭菌的生长研究发现丁酸梭菌的生长对氮源的需求比较高。无机碳源基本上无法满足丁酸梭菌快速生长的需求。玉米粉、大豆饼粉、酵母粉、蛋白胨等有机碳源常被用于丁酸梭菌的发酵,能够为菌体繁殖补充一定的氮源物质。通过对芽孢形成率的影响研究发现,在培养基中添加少量的钠、镁、钾、钙、锰等无机元素可以促进丁酸梭菌芽孢的形成。根据黄俊等<sup>[2]</sup>的试验证实,在以葡萄糖作为碳源,酵母粉和牛肉膏作为混合氮源,在培养基中添加少量的钠、镁、钾等元素,在上述的发酵条件下,芽孢率可达 90%;陈秋红等<sup>[3]</sup>研究也证实,用玉米淀粉代替葡萄糖作为碳源,以酵母粉和牛肉膏作为混合氮源,添加少量的钠、镁、钾、钙等元素,同样在上述的条件下培养,最终的芽孢率可达 95.3%。

### 3 丁酸梭菌的应用

1)丁酸梭菌的生物功能。丁酸梭菌作为肠道有机菌群,可以在肠道内稳定地定殖。因其特殊的代谢方式,产生大量的丁酸、乙酸和乳酸以及少量的丙酸和甲酸,故具有重要的生物学功能。一方面,代谢产生的大量有机酸类物质可以有效地降低肠道内的 pH,继而可以有效地抑制肠道内一些有害菌群的繁殖。同时,丁酸梭菌还能够代谢一些有益因子,促进肠道有益微生物如双歧杆菌、乳酸菌等

繁殖。另外,丁酸梭菌在生物体内可以合成 B 族维生素、维生素 K 和维生素 E 等物质和大量的淀粉酶、蛋白酶和糖苷酶等多种消化酶类,对机体具有保健、提高免疫力和营养物质消化吸收水平的重要作用。

2)丁酸梭菌的实际应用。大量研究表明,作为饲料添加剂的丁酸梭菌既能够单独使用,也可以与乳酸菌、芽孢菌和双歧杆菌等有益菌复配使用,甚至是与某些抗生素联合应用,来避免抗生素的滥用给动物及人类的身体健康带来危害,在提高饲料的转化率、粪便的除氮降氨率、畜禽的生长速率和自身抵抗力、畜禽养殖的经济效益等方面具有显著的效果。

在水产养殖方面,有研究证实单独使用丁酸梭菌制剂可以使鱼类及特种水产类日增重率大幅提高,提升率分别约为 15%~40%和 22%;而糖化菌、乳酸菌和丁酸梭菌等 3 种有益菌联合使用,可以促进机体各脏器机能更好地发挥,保证肠道微环境菌群的稳定性。按照 0.5%和 2%的量进行添加,在 8 周后,试验结果都证实饲料转化率分别提高了 8%和 7%,增重率提高了 12%和 11.5%,并且鱼苗生长良好,体色新鲜,脂肪适中,排便量减少并呈粒状,固体易清除。

在鸡、鸭等家禽养殖方面,有研究报道在彼德逊肉鸡基础日粮中添加 0.5%的丁酸梭菌制剂,增质量提高了 16.3%,料肉比为 1.89,平均每只鸡获利提高了 76%;在 AA 肉鸡养殖中,添加 0.9%的丁酸梭菌能显著提高肉鸡平均日增质量;添加 0.6%和 0.9%丁酸梭菌能显著提高肠道绒毛长度,增强营养物质的消化吸收能力。同时,丁酸梭菌的添加也可以明显提高种鸭产蛋率和受精率。

在家畜养殖应用时,丁酸梭菌、酵母菌、芽孢菌、乳酸菌、光合菌等多菌混合的新型微生物饲料添加剂以 2%的添加量添加到肥育猪饲料中,结果表明日增质量提高 8%,饲料利用率提高 10%,粪便中 NH<sub>3</sub> 含量降低 61%;同时猪的免疫力和抗病力方面都有显著的提高。

### 4 丁酸梭菌的发展趋势

在实际生产中丁酸梭菌制剂发挥了显著的效果,但为了进一步提高丁酸梭菌制剂的产品性能,适应市场发展开发出更多新的丁酸梭菌制剂,需要

在以下几个方面继续地深入研究。

1)高稳定性菌剂。丁酸梭菌制剂能够对各种恶劣环境具有很强的抵抗力,存贮及加工运输过程中更加方便,但也需要进一步提高菌株的肠道定殖能力和存活能力,优化产品生产工艺,提高菌体发酵水平和芽孢率。

2)复合菌剂的研究。研究证实,丁酸梭菌可以与其他有益微生物菌剂联合使用,产生更大的功效。但目前,需要进一步研究丁酸梭菌与其他菌剂的复配比例和相应的作用机理,以便研发出高效的复合菌剂产品。除此以外,丁酸梭菌具有非芽孢类微生物生态制剂不具备的强耐药性。目前已经有大量试验证实,丁酸梭菌只对四环素、先锋霉素、新生霉素以及万古霉素等少数几种抗生素敏感,对强力霉素、羟氨苄西林链霉素、头孢立新等,特别是吡哌酸及氨基糖苷类抗生素均具有显著的抗性。因此,可以深入研究丁酸梭菌与抗生素连用的机制,开发新的复合菌剂。

3)菌剂的专一性。可以进一步阐释肠道微生物群与动物营养代谢之间的关系,根据不同种类或者同种不同阶段的动物的特点研发出专一的丁酸梭菌剂。

4)菌种的研究和开发。对于菌种的研究和开发,可以通过基因工程等分子生物学的手段,改良现有

的菌种,提高菌株各方面的性能。同时,考虑利用不同的筛选手段,筛选性状更加优良的丁酸梭菌菌种。

## 5 小 结

丁酸梭菌耐受多种抗生素、耐酸性及具有独特的代谢方式等优良特性,被公认为是一种具有广泛开发前景的微生态制剂。大量的实际应用案例已经证实,丁酸梭菌制剂无论是单独使用还是与其他菌剂甚至抗生素连用,对于减少抗生素产品的滥用带来的耐药性增强和药物残留问题、提高动物的自身抵抗力、饲料的转化率都具有重要的意义。我国在丁酸梭菌的研究、开发和应用方面也取得了突破性的进展<sup>[9]</sup>。

## 参 考 文 献

[1] 黄俊,韩铭海,余晓斌.1 株饲用酪酸菌特性及培养条件的研究[J].饲料工业,2004,25(2):22-25.  
 [2] 黄俊,韩铭海,陈小娥,等.新型微生物饲料添加剂的开发及应用效果研究[J].饲料工业,2003,24(12):40-43.  
 [3] 陈秋红,孙梅,施大林,等.益生菌酪酸菌 CB-7 发酵培养基及培养条件的研究[J].饲料研究,2009(4):7-11.  
 [4] 邱权,詹志春,周樱,等.饲料添加剂丁酸梭菌的应用与研究进展[J].饲料研究,2016(11):17-18.

## 鸡苗孵化的四个要点

1)种鸡蛋预热入孵。把放在空调蛋库的种蛋移至 22~25 ℃的室内预热 6~8 h,除去蛋面上水汽,待蛋表温度达到室温后即进行码盘入孵。

2)控制温度。温度是鸡胚胎发育的首要条件,孵化时温度控制要平稳,防止忽高忽低。鸡苗孵化期为 21 d:1~6 d 孵化温度 38.5 ℃,7~14 d 为 38 ℃,15~18 d 为 37.8 ℃,19~21 d 为 37.4 ℃左右。

3)控制湿度。控制好湿度,在初期可使胚胎受热均匀,在中后期有利于散热和啄壳出雏。一般情况下,相对湿度:1~7 d 为 60%~70%,8~16 d 为 50%~55%,17 d 以后为 65%~70%。

4)通风换气。鸡胚胎发育必须不断地与外界进行气体交换,尤其是在孵化后期,胚胎开始肺呼吸,需氧量增大,二氧化碳排出增加,这时应加大通风换气,保持空气新鲜。

来源:三五养猪网