

中国肉类食品综合研究中心
CHINA MEAT RESEARCH CENTER

肉类研究
MEAT RESEARCH

2012, Vol. 26, No. 12 25

专题论述

微生物制剂对猪肉品质的调控

陆 银, 郑 曦, 卢玉飞, 张建刚, 夏 晨, 赵国琦*

(扬州大学动物科学与技术学院, 江苏 扬州 225009)

摘 要: 近年来, 微生物制剂在猪饲料中广泛使用, 它能提高肉猪的生产性能、增强免疫功能以及改善猪肉品质。本文针对猪肉品质的评价指标及测定方法、微生物制剂对猪肉品质的调控及作用机理进行了综述。

关键词: 微生物制剂; 猪肉; 品质

A Review of the Effect of Dietary Probiotic Supplementation on Pork Quality

LU Yin, ZHENG Xi, LU Yu-fei, ZHANG Jian-gang, XIA Chen, ZHAO Guo-qi*

(College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: In recent years, probiotics have been widely used in pig feed, which can increase pork production, enhance immune function and improve pork quality. This article reviews indicators and method for evaluating pork quality and the improvement effect and its mechanism of dietary probiotic supplementation on pork quality.

Key words: probiotics; pork; quality

中图分类号: S816.7

文献标识码: A

文章编号: 1001-8123(2012)12-0025-04

据调查, 2011年中国的猪肉产量和消费量均排名世界第一, 中国猪肉年产量为5250万吨, 占全球猪肉产量的50.23%。然而近几年来关于国内滥用“瘦肉精”的报道接连不断, 使得国外市场对中国的猪肉逐渐失去信心, 出口量大大减少。一直以来, 猪肉在我国居民肉类消费中也占有很高的比重(65%)^[1]。随着生活水平的提高, 消费者对畜产品的需求已不仅仅在量上, 而是更加注重品质。作为我国居民消费的主要肉产品, 猪肉肉质的提高和改善显得尤为重要。多年来, 抗生素在生猪生产中发挥着重要作用, 它不仅可以改善和提高成年猪的生长性能和抗病能力, 而且可以提高猪肉的瘦肉率。但是长期使用抗生素会使猪产生耐药性, 同时药物在猪肉和环境中残留会造成二次污染。

微生物制剂又称为益生菌, 是一种新型绿色添加剂, 它主要通过调节胃肠道菌群平衡, 促进有益菌的生长, 提高畜禽对营养物质的利用率, 从而提高生产性能, 增强机体免疫力, 改善畜产品品质^[2-4]。和抗生素相比, 微生物制剂有以下优点: 对动物和人无毒害、对消化道内的酸和胆汁有较强的耐受力、发酵中能产生抑菌物质、容易培养增殖、加工成饲料后有较高的存活率以及不与病原菌杂交^[5]。

1 猪肉品质指标及其测定方法

1.1 感官评价

猪肉的感官评价指标主要有肉色、大理石花纹、眼

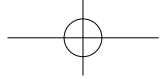
肌面积、背膘厚、风味等, 通过肉色和大理石纹可以很直观地辨别肉质的好坏。肉色的测定方法主要有比色板法、光学测定法、化学测定法、脂肪颜色测定法。比色板法是取眼肌中段, 用标准肉色谱比色板与肉样对照, 目测肉样评分; 光学测定法是利用色差计测定猪肉的亮度(L^* 值)、红度(a^* 值)、黄度(b^* 值)、饱和度(saturation)、Hunter氏色度(Hue值); 化学测定法是通过测定猪肉肉样总色素的含量来进行评价, 原理都是先提取后比色; 脂肪颜色测定有化学度量和物理度量两种途径。胴体脂肪以洁白、坚挺、爽滑为佳, 脂肪颜色的度量对品牌猪胴体分割肉切块质量评定具有一定意义。肉色的形成主要是由于肌红蛋白和血红蛋白组成以及微量有色代谢物。肌红蛋白是色素的基本成分, 约占总色素的67%, 有还原型肌红蛋白(紫红)、氧合肌红蛋白(鲜红)、高铁肌红蛋白(褐色)3种存在形式。肌红蛋白的状态受到温度、氧分压、pH值、肉面微生物活动、光照、腌制条件(渗透压)的影响^[6]。

大理石纹是小肌束间脂肪结缔组织形成的纹理, 通常取猪的第5~6根肋骨处背最长肌横切面进行评定。大理石纹反应了肌肉中脂肪层的分布情况, 与肉的多汁性、风味和嫩度有密切关系。美国、日本和加拿大等发达国家对猪肉大理石花纹进行了分级研究, 其中美国制订了大理石花纹评定标准, 将大理石花纹分为7个等级^[7-9]。邓立新等^[10]研究发现猪眼肌面积和背膘厚度与瘦肉率直接相关, 并

收稿日期: 2012-11-25

作者简介: 陆银(1989—), 女, 硕士研究生, 研究方向为牧草次生代谢产物及其应用。E-mail: changer1989@126.com

*通信作者: 赵国琦(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为反刍动物的微生物生态营养及分子营养。E-mail: jszhaoguoqi@sohu.com



采用加拿大AMI-900兽用B超仪,利用其直观的B超影像在对猪的眼肌面积和背膘厚度同时活体测定时进行了较详细的探讨,摸索出一套趋于成熟的测定技术。眼肌面积与家畜产肉性能相关性强,可用公式法、求积仪法、图像法和坐标纸法等测定,其中公式法最为简便易行。目前,在猪的屠宰测定上普遍采用高×宽×系数0.7=眼肌面积,大大简化了眼肌面积的计算。测定时在胴体最后肋处垂直切断背最长肌,用铅笔在硫酸纸上画出眼肌轮廓,通过重量法计算出眼肌面积。

风味可以通过嗅觉和味觉来辨别,即猪肉散发出的气味和咀嚼后的口感。猪肉的香味主要是由肌肉基质在烹调加热后一些芳香前体物质经脂质氧化、美拉德反应以及硫胺素降解产生的挥发性物质,如不饱和醛酮、含硫化合物及一些杂环化合物等^[9]。猪肉的口感是由其中所含营养物质的比例所决定的,如肥瘦比例,无机盐、肌苷酸含量,氨基酸、核糖、小肽含量等。影响风味的因素有两个方面,一是内因,如性别、品种、年龄等,二是外因,如营养、饲养条件、管理方式、宰前应激、烹任方法等。

1.2 理化指标

猪肉理化指标包括pH值、熟肉率、滴水损失、失水率、嫩度等。一般在宰后45min、1h和24h用酸度计测定猪肉pH值,正常范围在5.5~6.1之间。pH值的变化是因为屠宰后,猪肉的细胞利用肌糖原通过糖酵解生成乳酸,导致pH值下降。市场上常见的两种劣质猪肉就和pH值不正常直接相关,分别是PSE肉和DFD肉。猪遭遇外界环境刺激后,机体缺氧,肌肉收缩,体温升高,肾上腺分泌量增多。应激强度高且时间短时,会造成机体抵抗力降低,体内抵抗应激的能耗急剧增加,高能磷酸化合物(三磷酸腺苷ATP和磷酸肌酸CP)消耗量增高。肌糖原快速降解弥补机体ATP水平,导致乳酸在肌肉中产生和积累,肌肉pH值急剧下降。pH值下降到5.5时,达到了肌动蛋白和肌球蛋白的等电点,故肌肉蛋白在处于肌动蛋白和肌球蛋白状态时,凝结成颗粒状,游离水增多,肌肉系水率下降。应激过程中的组织损伤、营养物质的代谢导致自由基浓度过高,引起机体的过氧化损伤,使肌细胞膜氧化变性,造成肌肉吸附水的能力降低,大量汁液从中流出,肉色苍白。高温也可使肌肉膜变性、崩裂,水分渗出。以上情况促使猪肉转变成PSE肉,即肉色灰白(pale)、松软(soft)、有渗出物(exudate)。如果宰前猪受到的刺激较大或时间较长,宰前肌糖原消耗较大,宰后肌糖原快速耗尽枯竭,很少生成乳酸,使得肌肉的pH值始终处在较高水平(pH6.5~6.8左右)。pH值的不下保持了细胞酶的活性,氧化肌红蛋白的氧被细胞色素酶系消耗掉变成暗紫色甚至黑色。高pH值使得肌肉不发生萎缩,变成保水性

好,黑(dark)、硬(firm)、干(dry)的DFD肉^[11]。根据我国农业部标准规定, $pH_1 < 5.9$ 或 $pH_{24} < 5.5$ 为PSE肉, $5.9 < pH_1 < 6.5$ 或 $5.6 < pH_{24} < 6.0$ 为正常猪肉^[12]。

熟肉率、滴水损失和失水率都是用来衡量肌肉系水力的指标。系水力是肌肉在一定时间内保持水分的能力,肌肉的水分包括自由水和游离水。系水力的测定一般通过对肌肉加热、悬挂或加压后,计算处理前后肌肉质量的变化和肌肉原质量的比值。加压法系水力为72%可作为优质肉的指标^[13]。

嫩度主要由肌肉中肌原纤维、结缔组织和肌浆蛋白的含量与化学结构状态所决定,肌束中肌纤维数越多,肌纤维越细,肉就越嫩。嫩度还与肌间脂肪呈正相关。嫩度可以通过品尝时的口感辨别,或用仪器直接测定。仪器测定时可用嫩度仪读出剪切力,所取肉样要求无筋腱和肌膜覆盖,也可将肉样做成切片后在显微镜下测定肌纤维直径和密度等指标进行辅助判定^[9]。肉的嫩度主要取决于多种生物学因素,如动物品种、年龄、性别、肌肉类型、一些合成代谢和再分配剂的应用与否以及电刺激、温度和贮藏时间等加工工艺因素^[14]。

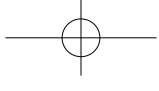
1.3 营养成分

猪肉常规营养成分包括干物质、粗灰分、粗蛋白、粗脂肪等,还有肌内脂肪、脂肪酸和氨基酸等与猪肉风味密切相关的营养物质。深圳市计量质量检测研究院负责起草修订的6项肉制品检测方法系列国家标准日前通过专家评审,我国沿用了20年的相关标准将做出调整。六项标准分别是《肉与肉制品游离脂肪测定》、《肉与肉制品氮含量测定》、《肉与肉制品淀粉含量测定》、《肉与肉制品水分测定》、《肉与肉制品总糖测定》及《肉与肉制品脂肪酸测定》,实现了与国际标准对接^[15]。

2 微生物制剂对猪肉品质的调控

2.1 微生物制剂概念及种类

所谓微生物制剂,是利用正常微生物或促进微生物生长的物质制成的活菌制剂,更进一步说,就是所有能促进胃肠道内有益菌的增殖或抑制有害菌生长的微生物制剂。2006年中华人民共和国农业部公告第658号中规定的饲用微生物有地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、两歧双歧杆菌、粪肠球菌、屎肠球菌、乳酸肠球菌、嗜酸乳杆菌、干酪乳杆菌、乳酸乳杆菌、植物乳杆菌、乳酸片球菌、戊糖片球菌、产朊假丝酵母、酿酒酵母、沼泽红假单胞菌和保加利亚乳杆菌。其中地衣芽孢杆菌、两歧双歧杆菌、乳酸乳杆菌和戊糖片球菌已获得进口登记证,可从国外引进。微生物制剂在人畜保健中得到了广泛应用,人用微生物制剂产品主要有宝乐安、爽舒宝、阿泰宁、常立宁、妈咪爱、思连康、整肠生、米雅等。畜



用微生态制剂中国产的有生态宝、益菌多、增菌素、DM432菌粉、富畜美、育佳、酪多精等，国外引进的有亿活、保肥力、Suiferm Special、Toyacerin、EM菌等。其中EM菌是由光合细菌、乳酸菌、酵母菌、芽孢杆菌、醋酸菌、双歧杆菌、放线菌七大类微生物中的10属80种微生物组成，世界著名应用微生物学家比嘉照夫教授在20世纪70年代发明。在猪中常用的微生态菌种有枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌、凝结芽孢杆菌、乳酸杆菌、酵母菌等。

2.2 常见微生态制剂对猪肉品质的影响

2.2.1 芽孢杆菌

应用于猪的芽孢杆菌主要有枯草芽孢杆菌、地衣芽孢杆菌和凝结芽孢杆菌等。芽孢杆菌以芽孢形态进入胃肠道，并在短时间内复活，寄生在胃肠壁上，快速增殖，释放出生物活性物质。芽孢杆菌的增殖消耗了消化道内的游离氧，使得一些需氧有害菌受到抑制，如大肠杆菌、链球菌、沙门氏菌等，从而促进正常微生物菌群的平衡。

研究表明，芽孢杆菌有提高瘦肉率、眼肌面积、肉蛋白、嫩度，改善肉色等作用，这可能与芽孢杆菌的胞外分泌物有关。Meng等^[16]在不同能量和营养浓度(高、低浓度的粗蛋白和赖氨酸)的日粮基础上添加枯草芽孢杆菌和丁酸梭菌的复合制剂。结果表明，高能量和高营养浓度的日粮试验组的肉色、大理石花纹评分、滴水损失、pH值和眼肌面积均显著高于低能量低营养浓度试验组。添加益生菌极显著提高了肉色评分、大理石花纹评分和肉的红色。低能量低营养浓度的肉亮度和黄度显著高于高能量组。由此可见，肉的品质和日粮中能量、蛋白质、赖氨酸水品密切相关，且添加芽孢杆菌能提高肉品质。Ko等^[17]将从绿茶中提取的微生物制成益生菌制剂，有效成分为嗜酸乳杆菌(3.2×10^8)、植物乳杆菌(2.1×10^8)、枯草芽孢杆菌(4.5×10^9)和酵母菌(5.2×10^8)，其中枯草芽孢杆菌占总菌数的81.08%。试验组分别添加金霉素(0.003%)和绿茶益生菌组(0.1%、0.5%、1%)。结果表明，绿茶益生菌组的肉中粗蛋白显著提高，试验组间粗脂肪无显著差异。当绿茶益生菌添加量为0.5%和1%时，肉中总胆汁酸显著降低，和连续3周添加抗生素的效果类似。因此，绿茶益生菌能在一定程度上代替抗生素，并能提高肉的营养成分。Parra等^[18]报道，在伊比利亚猪饲料中添加地衣芽孢杆菌和枯草芽孢杆菌，对肝脏、皮下脂肪和腹锯肌的脂肪酸组成有显著影响。结果表明，添加芽孢杆菌后皮下脂肪中n-6脂肪酸含量显著降低，腹锯肌中油酸含量显著增高。n-6脂肪酸含量的降低有利于提高n-3脂肪酸含量，猪日粮中n-3脂肪酸所占比例增加可降低脂类和肌红蛋白的氧化稳定性，从而影响猪肉品质。膜磷脂中多不饱和脂肪酸(PUFA)的氧化导致膜

完整性受损，增加肌肉的渗出性损失。肌红蛋白氧化，使猪肉由鲜红色变为褐色，降低肉品质^[19-20]。韩建春等^[21]从枯草芽孢杆菌胞外分泌物中获得弹性蛋白酶，并将其应用到猪肉背最长肌和牛主动脉。研究表明，通过弹性蛋白酶溶液浸泡，采用嫩度计和电镜观察，此弹性蛋白酶作用于猪肉和主动脉，50℃、50min、添加量4%，可以提高猪肉的嫩度。

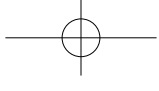
2.2.2 乳酸菌

乳酸菌是多种动物消化道主要的共生菌，能形成正常菌群，也是中国最早公布的两种可直接使用的饲料级微生物添加剂菌种之一。乳酸菌主要通过以下途径发挥作用：通过代谢分泌一些多肽和抑菌物质，使肠道呈酸性，产生抗菌的细菌素，有效地阻止肠内腐败性细菌异常增殖；通过黏附素与肠黏膜细胞紧密结合，在肠黏膜表面定植占位，形成重要的生理屏障，以抵御外来菌的入侵；通过提高巨噬细胞和单核细胞的活性及促进免疫细胞分泌细胞因子的方式来提高机体的细胞免疫水平。在养猪生产中，乳酸菌制剂可以提高生产性能、降低仔猪腹泻率以提高成活率、增强抗病能力和改善肉品质，从而提高经济效益。现有的乳酸菌制剂主要通过冻干技术、微胶囊技术和生物技术(遗传改造)制成^[22-23]。

乳酸菌不仅能在一定程度上改善猪肉的系水力、嫩度、脂肪酸组成等理化指标，在猪肉保鲜中也发挥着重要作用。孙建广等^[24]在仔猪(20~50kg)和肥育猪(50~90kg)的日粮中添加发酵乳杆菌，研究其对生长肥育猪生长性能和肉品质的影响，实验以基础日粮中添加金霉素和空白为对照。研究表明，发酵乳酸杆菌组的滴水损失比对照组和抗生素组分别降低2.3%和5.0%，剪切力比对照组和抗生素组分别降低26.1%和18.2%；与对照组相比，发酵乳酸杆菌组显著提高了C_{18:2}、C_{20:2}、C_{20:4}和总多不饱和脂肪酸的含量，与抗生素组相比显著降低了C_{20:2}的含量。刘长建等^[25]从发酵食品中分离一株类植物乳杆菌II 32，然后用正丁醇萃取其发酵菌液，通过阳离子交换层析、凝胶过滤、反相高效液相层析等分离纯化，获得纯度较高的抑菌物质。研究表明，该物质耐热性强，耐酸，但在碱性条件下不稳定，对蛋白酶不敏感。该菌的发酵液能抑制冷却猪肉中腐败菌的生长、延长冷却猪肉的货架期，而且对猪肉的品质没有不良影响。马丽珍等^[26]也得出相似结论，乳酸菌发酵液对冷却猪肉上的致病菌如金黄色葡萄球菌和粪大肠菌群有明显的抑制作用，而且不影响产品的感官特性，贮存末期产品的生物胺含量除腐胺含量较高外，其余均处于较低水平。

2.2.3 其他

在实际应用中，除了使用单一菌种作为添加剂外，还可将多种益生菌复合或者与寡糖、酶类物质结合使用，在一定程度上提高了猪肉的眼肌面积、熟肉率、肌



内脂肪等。郭理洋^[12]选用乳杆菌、芽孢杆菌、酵母菌(总活菌数达 1.0×10^8 CFU/g)合成微生态制剂,将其饲喂断奶仔猪,以牛膝多糖、金霉素为对照。试验组 I 为微生态制剂和0.05%牛膝多糖,II 为0.05%牛膝多糖,III 为0.1%微生态制剂。试验 I 组和III组显著提高了猪眼肌面积和熟肉率,对屠宰率、瘦肉率、背膘厚、系水率和肉色等指标无显著影响,且和抗生素组相比,显著改善了猪肉滴水损失,肌内脂肪显著增加,粗水分和粗蛋白无显著变化,肌肉中必须氨基酸、风味氨基酸和总氨基酸含量显著增高。试验组 I、试验组 II 和试验组III肌肉中 $C_{18:0}$ 、 $C_{20:3}$ 和总多不饱和脂肪酸显著增高。马青竹^[27]将芽孢杆菌、酵母菌、乳酸菌、米曲霉及壳寡糖经过3种不同发酵方式处理后饲喂肥育猪,与基础日粮组相比,肉质明显改善,猪肉滴水损失分别降低了33.72%、16.17%、22.61%,且肌肉粗蛋白、肌肉脂肪含量有不同程度的提高。徐建雄等^[28]使用产酶微生态制剂饲喂肥育猪,制剂中含有植物乳杆菌、乳链球菌、啤酒酵母菌、枯草芽孢杆菌等益生菌以及酸性蛋白酶、木聚糖酶、纤维素酶多种酶类。结果表明,微生态制剂组的猪肉眼肌面积提高15.79%,失水率降低了14.81%,瘦肉率、背膘厚、脂肪率、肌肉色泽和大理石纹等无明显变化。

3 结 语

微生态制剂对猪肉的感官评价、理化指标和营养成分等均发挥了重要作用,可在一定程度上代替抗生素饲喂。但是在实际生产中还存在许多问题尚未解决,如微生态制剂的稳定性、不同品种的微生态制剂添加量、饲喂方式、与抗生素的协同拮抗作用等,所以还需要大量的实验研究和理论探讨。

参考文献:

- [1] 吴慧君,孙丹.猪肉进出口:冰火两重[J].中国海关,2011(8): 88-89.
- [2] MALLO J J, RIOPEREZ J, HONRUBIA P. The addition of *Enterococcus faecium* to diet improves piglet's intestinal microbiota and performance[J]. Livestock Science, 2010, 133(1/3): 176-178.
- [3] 黄丽彬,陈有容,齐凤兰.蜡状芽孢杆菌在饲料中的应用[J].粮食与饲料工业,2001(9): 32-33.
- [4] 温建新,邵峰,单虎.乳酸L-68型粪肠球菌对肉鸡生产性能和免疫功能的影响[J].中国微生态学杂志,2008,20(2): 161-165.
- [5] 吕嘉彬,李瑛.益生菌制剂在养殖业的应用[J].饲料研究,2010(4): 12-14.

- [6] 张伟力.猪肉肉色与酸度测定方法[J].养猪,2002(2): 33-34.
- [7] 刘强,闵成军,彭增起,等.大理石花纹评分与淮南猪背最长肌感官特性的关系研究[J].食品科技,2011,36(4): 97-101.
- [8] 马莉,胡文彦,肖志刚.猪肉品质的评定指标及影响因素[J].饲料博览,2011(12): 48-51.
- [9] 王建华,戈新,李培培,等.猪肉品质评定与营养调控措施[J].饲料研究,2009(12): 23-26.
- [10] 邓立新,贺文.猪眼肌面积和背膘厚的B超测定技术[J].中国兽医杂志,2000,26(9): 55.
- [11] 王桂瑛,廖国周,文际坤.微营养素调控肉品质的研究进展[J].饲料工业,2003,24(8): 39-42.
- [12] 郭理洋.微生态制剂和牛膝多糖对猪生长性能和肉质品质影响研究[D].长沙:湖南农业大学,2011.
- [13] 池田敏雄,杨殿军.猪肉的等级评定[J].国外畜牧科技,1989,16(5): 48-50.
- [14] E D. Meat tenderness the u-calpain hypothesis: 45th ICoMST, Yokohama, 1999[C].
- [15] 海阳辉.肉制品系列国家标准通过专家评审[N].中国质量报,2008-06-18.
- [16] MENG Q W, YAN L, AO X, et al. Influence of probiotics in different energy and nutrient density diets on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, and blood characteristics in growing-finishing pigs[J]. J Anim Sci, 2010, 88(10): 3320-3326.
- [17] KO S Y, YANG C J. Effect of green tea probiotics on the growth performance, meat quality and immune response in finishing pigs[J]. Asian-Aust J Anim Sci, 2008, 21(9): 1339-1347.
- [18] PARRA V, PETRON M J, MARTIN L, et al. Modification of the fat composition of the Iberian pig using *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis*[J]. European Journal of Lipid Science and Technology, 2010, 112(7): 720-726.
- [19] BUCKLEY D J, MORRISSEY P A, GRAY J I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat[J]. J Anim Sci, 1995, 73(10): 3122-3130.
- [20] SHEARD P R, ENSER M, WOOD J D, et al. Shelf life and quality of pork and pork products with raised n-3 PUFA[J]. Meat Sci, 2000, 55(2): 213-221.
- [21] 韩建春,邢明伟.枯草芽孢杆菌产弹性蛋白酶对肉嫩化的工艺研究[J].食品工业科技,2011,32(2): 166-168; 263.
- [22] 孙笑非,孙冬岩,王文娟,等.饲用乳酸菌应用研究进展[J].饲料研究,2011(4): 71-72.
- [23] 王晶,季海峰,王四新,等.饲用乳酸菌制剂的研究现状及在养猪生产中的应用[J].中国畜牧兽医,2010,37(3): 38-41.
- [24] 孙建广,张石蕊,谯仕彦,等.发酵乳酸杆菌对生长肥育猪生长性能和肉品质的影响[J].动物营养学报,2010,22(1): 132-138.
- [25] 刘长建,权春善,范圣第,等.类植物乳杆菌抑菌物质的性质及其在猪肉保鲜中的作用[J].食品研究与开发,2009,30(8): 152-155.
- [26] 马丽珍,南庆贤,戴瑞彤,等.乳酸菌发酵液保鲜冷却猪肉的效果研究[J].中国农业科学,2004,37(8): 1222-1228.
- [27] 马青竹.多株益生菌复合饲料发酵剂的应用效果试验[J].饲料工业,2011,32(10): 58-61.
- [28] 徐建雄,叶陈梁.产酶微生物制剂对肥育猪生产性能和胴体组成的影响[J].畜牧与兽医,2005,37(3): 26-27.