

# 环腺苷酸制剂对生长育肥猪生长性能和肉脂品质的影响

## Effect of dbcAMP on the Growing Performance and Carcass Characteristics and Meat Features in Growing and Finishing Pigs

田允波

Tian Yunbo

(佛山科学技术学院动物科学系 佛山 528231)

(Department of Animal Science, College of Science and Technology of Foshan, Foshan, Guangdong, 528231, China)

**摘要** 选用 20 kg 左右的“杜长”元杂交猪 2 头, 随机分成 1 个对照组、3 个试验组, 试验组分别添加环腺苷酸制剂(二丁酰 cAMP) 10 mg/kg (试验组 1)、20 mg/kg (试验组 2)、30 mg/kg (试验组 3), 进行饲养试验、屠宰试验和肉的品质测定。结果表明: 添加二丁酰 cAMP, 能提高生长育肥猪的生长性能和改善肉脂品质。以添加二丁酰 cAMP 20 mg/kg 效果最好, 与对照组相比, 日增重提高 11.80% ( $P < 0.01$ ), 料重比降低 16.4% ( $P < 0.01$ ), 胴体瘦肉率提高 8.12% ( $P < 0.05$ ), 眼肌面积增加 11.98% ( $P < 0.05$ ), 平均背膘厚下降 18.90% ( $P < 0.01$ ); 大理石纹评分提高 11.66% ( $P < 0.01$ ); 肌肉间脂肪含量提高 28.88% ( $P < 0.01$ )。

**关键词** 生长育肥猪 生长性能 胴体品质 肉质特性 二丁酰 cAMP

中图分类号 Q959.842; S828.5

**Abstract** 24 growing and finishing pigs (Duroc × Landrace 20 kg initially) were assigned into one control group and three test groups. Fed basic diet supplemented with dbcAMP 10 20 30 mg/kg for test group 1, test group 2, and test group 3 respectively. The results showed that dbcAMP can improve the growing performance, the carcass characteristics and meat features of growing and finishing pigs. It shows that supplement with dbcAMP 20 mg/kg, comparing to the control group, ADG increasing about 11.80% ( $P < 0.01$ ) and and FCR decreasing about 16.4% ( $P < 0.01$ ); the lean meat percentage increasing about 8.12% ( $P < 0.05$ ) and the rib-eye areas increasing about 11.98% ( $P < 0.05$ ), the mean backfat depth decreasing about 18.90% ( $P < 0.01$ ). It also shows that the marbling grade of muscular increases 11.66% ( $P < 0.01$ ), and the content of intramuscular fat increases 28.88% ( $P < 0.01$ ).

**Key words** growing and finishing pigs, growth performance, carcass characteristics, meat features, dbcAMP

cAMP 是动物生长的主要调节因子, 但胞外的 cAMP 很难通过细胞膜在细胞内发挥作用<sup>[1-2]</sup>。根据 cAMP 这一主要生理特点, 将 cAMP 生物合成一种极性小, 有亲脂性, 可通过细胞膜在细胞内发挥作用的 cAMP 衍生物——二丁酰 cAMP, 并将其制成可经口服的制剂。因此, 本试验将通过二丁酰 cAMP 对生长育肥猪生长性能和肉脂品质影响的研究, 探讨环腺苷酸制剂(二丁酰 cAMP) 对提高生长育肥的实际应用效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验猪及分组

选取健康, 体重相近 (20 kg), 胎次相近的“杜长”杂交断奶仔猪 2 头, 公母各半。随机分为 4 组, 设 3 个试验组, 1 个对照组。饲料添加二丁酰 cAMP 的剂量为 10 mg/kg (试验组 1)、20 mg/kg (试验组 2)、30 mg/kg (试验组 3), 进行为期 90 d 的饲养对比试验, 试验基础日粮组成及主要成分见表 1。

表1 基础饲料配方及营养水平

Table 1 Composition and nutrition level of diet in growing and finishing pig

成分 Ingredient (%)	营养水平 Nutrition level (%)	
	30- 60 kg	60- 90 kg
玉米 Corn	64.5	70.0
豆粕 Soy bean	25.0	17.0
菜子粕 Rape seed meal	6.0	8.0
小麦麸 Wheat bran	1.5	3.0
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.4	-
石粉 Stone meal	1.2	0.7
赖氨酸 Lysine	0.1	-
食盐 Salt	0.3	0.30
复合预混 Compound premix	1.0	1.0
消化能 DE (Mcal/kg)	3.2	3.2
粗蛋白 CP	16	14
钙 Ca	0.665	1.503
磷 P	0.378	0.518

1.2 二丁酰 cAMP

自行研制 二丁酰环腺苷酸 (N6, 2'-O-二丁酰基腺嘌呤核苷-3', 5'-环磷酸; N6, 2'-O-dibutyryl adenosine-3', 5'-monophosphate, 简称 dbcAMP), 是在 cAMP 的核糖位 2' 和腺嘌呤 N6 位上各带一个丁酰基的衍生物。有一定的亲脂性, 易于透过完整的细胞膜进入细胞, 还有一定耐受体内磷酸二酯酶的能力。

1.3 饲养试验

预饲期 7 d, 群饲, 自由采食和饮水。详细记录每天的采食量、猪体的健康情况。试验猪体重 90 kg 左右结束试验。饲养试验结束后, 测定日增重及饲料转化率。

1.4 屠宰试验

饲养试验结束后, 从对照组和试验组中各随机抽取体重 90 kg 左右猪 3 头。在自由饮水下禁食 24 h, 宰前称重。测定屠宰率、瘦肉率、脂肪率、背膘厚和眼肌面积等。

1.5 样品收集

1.5.1 肌肉样品 在左侧胴体第 10 肋处取 500 g 左右背最长肌, 分装于塑料袋后, 于 -30°C 冰箱保存备用。

1.5.2 肌纤维特性测定样品 屠宰后在鲜胴体上取样, 于胴体倒数第一肋骨取背最长肌 15 cm, 在中心部位切取 0.5 cm × 0.5 cm × 0.2 cm 样品块。将上述样品分别用线固定于硬纸板上, 迅速置于 10% 福尔马林溶液中固定 48 h, 用石蜡法制作 6 μm 横切片, H.E 染色, 中性树胶封片, 供测试肌纤维密度用。

1.6 测定项目

(1) 按文献 [3] 的方法测定背最长肌的肌肉 pH

值、肉色、大理石纹评分、失水率、贮存损失、熟肉率、肌肉营养成分测定, 取股二头肌 200g, 经测初水分后, 制成风干样品, 采用 Weende 常规分析法测定其养分含量。(2) 肌肉中肌红蛋白含量的测定参照文献 [4] 的方法。(3) 肌肉肌苷酸含量按文献 [5] 的方法测定。(4) 肌纤维特性测定参照文献 [6] 的方法。

1.7 数据处理

采用 SAS6.03 版对数据进行处理与分析, 数据以平均数 ± 标准差表示, 用大、小写字母分别表示差异极显著 (P < 0.01) 和显著 (P < 0.05)。

2 结果

2.1 对生长育肥猪生长性能的影响

由表 2 可见, 与对照组相比, 试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组的日增重分别提高了 6.46% (P < 0.05)、11.80% (P < 0.01) 和 12.22% (P < 0.01), 料重比分别降低了 5.36% (P < 0.05)、16.4% (P < 0.01) 和 15.77% (P < 0.01)。

表 2 二丁酰 cAMP 对生长育肥猪生长性能的影响

Table 2 The effect of dbcAMP on the growing performance in growing and finishing pig

项目 Item	日增重 Average daily gain (g)	饲料转化率 Feed/gain
试验 1 组 Trial group 1	758 ± 50.5 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>
试验 2 组 Trial group 2	796 ± 52.5 <sup>a</sup>	2.65 <sup>a</sup>
试验 3 组 Trial group 3	799 ± 20.1 <sup>a</sup>	2.67 <sup>a</sup>
对照组 Control group	712 ± 40.5 <sup>b</sup>	3.17 <sup>b</sup>

2.2 对育肥猪胴体组成的影响

由表 3 可见, 与对照组相比, 试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组的胴体瘦肉率分别提高了 2.66% (P > 0.05)、8.12% (P < 0.05) 和 10.20% (P < 0.05);

表 3 二丁酰 cAMP 对育肥猪胴体组成的影响

Table 3 The effect of dbcAMP on the carcass traits in finishing pig

项目 Item	屠宰率 Carcass weight /live weight (%)	眼肌面积 Rib-eye areas (cm <sup>2</sup> )	背膘厚 Mean backfat depth (cm)	瘦肉率 Lean meat percent (%)
试验 1 组 Trial group 1	75.87 ± 2.09	39.75 ± 7.53	3.38 ± 0.23	59.03 ± 2.24
试验 2 组 Trial group 2	76.37 ± 1.18	42.98 ± 2.48 <sup>a</sup>	2.79 ± 0.14 <sup>a</sup>	62.17 ± 2.08 <sup>a</sup>
试验 3 组 Trial group 3	75.45 ± 2.18	43.18 ± 6.67 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.25 <sup>a</sup>	63.37 ± 2.03 <sup>a</sup>
对照组 Control group	76.59 ± 1.65	38.38 ± 0.44 <sup>b</sup>	3.44 ± 0.22 <sup>b</sup>	57.50 ± 2.69 <sup>b</sup>

眼肌面积分别增加了 3.57% ( $P > 0.05$ )、11.98% ( $P < 0.05$ )和 12.51% ( $P < 0.05$ );背膘厚分别降低了 1.74% ( $P > 0.05$ )、18.90% ( $P < 0.01$ )和 18.31% ( $P < 0.01$ )。

### 2.3 对育肥猪肉脂品质的影响

由表 4 可以看出,与对照组相比,肌肉 pH 值差异不显著 ( $P > 0.05$ ),均在正常范围之内;肉色评分差异不显著 ( $P > 0.05$ ),为正常鲜红色;熟肉率、失水率、贮藏损失各组也差异不显著 ( $P > 0.05$ ),但失水率、贮藏损失各试验组比对照组都有所降低。与对照组相比,试验组 1、试验组 2、试验组 3 的肌肉大理石纹评分,分别提高了 4.33% ( $P > 0.05$ )、11.66% ( $P < 0.01$ )和 10.33% ( $P < 0.01$ );肌肉的粗蛋白含量分别提高了 4.77% ( $P > 0.05$ )、15.45% ( $P < 0.01$ )和 12.78% ( $P < 0.01$ );肌间粗脂肪含量分别提高 7.30% ( $P < 0.05$ )、28.88% ( $P < 0.01$ )和 32.02% ( $P < 0.01$ )。

## 3 讨论

### 3.1 二丁酰 cAMP 对生长育肥猪生长性能的影响

动物的生长主要由激素来调节,cAMP 是多种激素的第二信使,具有广泛的营养代谢调节作用,是动物生长的重要调节因子。离体试验<sup>[7]</sup>表明,cAMP 及其衍生物二丁酰 cAMP 具有广泛的生理效应,细胞

表 4 二丁酰 cAMP 对育肥猪肌肉理化特性的影响

Table 4 The effect of dbcAMP on the meat quality in finishing pig

项 目 Item	pH 值 pH Value	大理石纹 Marbling grade of musclar (分 Degree)	肌肉颜色 Colour grade of musclar (分 Degree)	熟肉率 The well done flesh ratio (%)	失水率 Water lose ratio (%)	贮藏损失 Ratio of stored water lose (%)	肌苷酸 Inosinic acid (mg/kg)
试验组 Trial group 1	6.25±0.09	3.13±0.29 <sup>a</sup>	3.20±0.32	71.8±3.16	15.25±3.37	2.0±0.50	1.89±0.27
试验组 Trial group 2	6.20±0.24	3.35±0.29 <sup>b</sup>	3.17±0.39	72.28±0.98	14.53±1.57	2.68±0.18	1.79±0.40
试验组 Trial group 3	6.25±0.78	3.31±0.24 <sup>b</sup>	3.30±0.28	72.36±2.59	15.28±1.68	2.56±0.31	1.74±0.45
对照组 Control group	6.30±0.31	3.00±0.50 <sup>a</sup>	3.20±0.25	70.64±2.08	15.6±2.39	2.86±0.32	1.78±0.20

  

项 目 Item	肌红蛋白 Muscle hemoglobin (mg/kg)	肌纤维密度 Muscles fiber density (根 Number/mm <sup>2</sup> )	干物质 Dry material (%)	粗蛋白 Crude protein (%)	粗脂肪 Crude fat (%)	粗灰分 Crude ash (%)
试验组 Trial group 1	0.11±0.01	326.09±96.54	26.65±2.77	64.08±0.35 <sup>a</sup>	28.35±3.46 <sup>b</sup>	2.55±0.11
试验组 Trial group 2	0.14±0.02	316.05±101.05	27.55±2.73	71.1±1.95 <sup>b</sup>	34.05±2.79 <sup>b</sup>	2.34±0.14
试验组 Trial group 3	0.13±0.02	386.23±26.28	26.98±1.25	68.98±2.03 <sup>b</sup>	34.88±4.12 <sup>b</sup>	2.56±1.02
对照组 Control group	0.11±0.01	327.69±42.89	22.53±3.88	61.16±0.97 <sup>a</sup>	26.42±1.68 <sup>a</sup>	2.64±0.19

内 cAMP 浓度变化与激素生理效应呈正相关。人为增加靶细胞中 cAMP 及二丁酰 cAMP 的浓度,小鼠垂体前叶细胞释放生长激素 (GH) 速度加快<sup>[8]</sup>; cAMP 参与调节血管和其它组织中平滑肌扩张作用,引起一些生化效应<sup>[9]</sup>。可见,cAMP 及二丁酰 cAMP 在肌肉组织中具有促进肌细胞代谢活动的作用。

使用二丁酰 cAMP 用 cAMP 和 CNT 对育肥猪皮下注射,使增重率提高 17%~26%<sup>[10]</sup>。给体重 40 kg 左右的猪,间隔 3 d 皮下注射 cAMP 1mg/kg,提高猪增重 18.46%<sup>[11]</sup>。本试验用不同剂量二丁酰 cAMP 饲喂生长育肥猪,日增重提高 6.46%~12.22%,料重比降低 5.36%~16.4%。使用二丁酰 cAMP 对生长育肥猪也具有明显的促生长作用。

cAMP 促进生长的效应可能有两方面的作用,其一,cAMP 作为激素的第二信使,激活蛋白激酶,参与级联反应而最终使代谢酶活性加强,从而加强体内蛋白质的合成,使体重增加;其二,cAMP 诱导激素(如 GH 等)或酶的合成,增加体内代谢酶量,促进机体合成代谢<sup>[12,13]</sup>。二丁酰 cAMP 对动物促生长具有与 cAMP 相同的机制,但二丁酰 cAMP 在结构上比 cAMP 多了 2 个丁酰基,具有脂溶性,可通过细胞膜进入细胞内发挥作用,具有一定抵抗磷酸二酯酶的特性,所以其效果比 cAMP 更显著。

### 3.2 二丁酰 cAMP对育肥猪胴体组成和肉脂品质的影响

眼肌面积、瘦肉率和背膘厚 3个指标都能很好的反映猪的胴体性状<sup>[14]</sup>。本试验结果的育肥猪胴体瘦肉率提高 2.66%~10.20%、眼肌面积增加 3.57%~12.51%、背膘厚降低 1.74%~18.90%，这与给猪皮下注射 cAMP，瘦肉率提高 8.73%，眼肌面积增加 29.58%，背膘厚降低 24.76%<sup>[10]</sup>的结果相似，表明二丁酰 cAMP具有与 cAMP一样的效果

cAMP增加动物体组织蛋白质沉积可能是，cAMP可促进肝中基因的转录作用<sup>[15]</sup>，加强肝中蛋白质合成，从而使猪体重增加；也可能是因为 cAMP改变了体内能量的分配，增加了糖和脂肪的利用率，减少了蛋白质的分解供能，从而使体内蛋白质沉积增加所致。

肉的嫩度、色泽、系水力及鲜味等是评价猪肉品质的重要指标<sup>[16]</sup>。本试验发现添加二丁酰 cAMP对肌肉的 pH值、肉色评分、熟肉率、失水率、贮藏损失无显著影响 ( $P > 0.05$ )，但肌肉大理石纹评分提高 4.33%~11.66%，这与肌间粗脂肪含量提高 7.30%~32.02%是相一致；而猪肉所含的挥发性香味成分主要存在于肌内脂肪中<sup>[17]</sup>，从而使肌肉的多汁性、嫩度和香味都有所改善。

#### 参考文献

- 1 齐顺章. 新陈代谢调节. 北京: 北京农业大学出版社, 1988. 49~52.
- 2 孙大业, 郭艳林, 马力耕等. 细胞信号转导. 第3版. 北京: 科学出版社, 2001. 53~71.
- 3 全国猪肉质研究专题协作组. 猪肉质评定方法. 东北养猪, 1987, (3): 7.
- 4 Rickansrud D A, Henrickson R L. Total pigments and

myoglobin concentration in four ovine muscles. J Feed Sci, 1967, 32: 57~61.

- 5 李家胜, 陈民利. 高效液相色谱测定畜禽肌肉中的肌苷酸含量. 浙江农业大学学报, 1998, 24(3): 295~296.
- 6 李宝樾. 西双版纳小耳猪肌纤维特性的研究. 云南农业大学学报, 1988, 3(2): 164~165.
- 7 A M 马尔金森著. 激素作用. 张满译. 北京: 科学出版社, 1980. 7~31.
- 8 Schofield J G. Role of cyclic 3, 5-adenosine monophosphate in relation of hormone in vitro. Nature, 1967, 315: 1381~1383.
- 9 肖殿模. 环核苷酸和血管平滑肌功能的调节. 生理科学进展, 1988, 19(2): 167~169.
- 10 杨在清, 鲁安太. 外源和内源 cAMP对猪育肥期脂质和蛋白质沉积的影响. 西北农业大学学报, 1992, 1(4): 19~22.
- 11 高士争. 环状腺苷酸对幼畜促生长效果的研究. 甘肃畜牧兽医, 1997, 27(6): 14~16.
- 12 孙大业. 兼有胞内、胞外功能的信号分子的普遍性及生物学意义. 科学通报, 1999, 44(15): 1576~1581.
- 13 黄胜利. 钙环核苷酸及其受体蛋白与增殖. 生物化学与生物物理进展, 1984, 1(12): 12~17.
- 14 许梓荣. N-甲基 D, L-天冬氨酸对育肥猪生长性能和胴体品质的影响. 中国畜牧杂志, 2001, 37(4): 8~10.
- 15 Bogi Andersen, Amy Milsted, John Nilson. Cyclic AMP and phorbol esters interact synergistically to regulate expression of the chronic gonadotropin genes. The Journal of Biological Chemistry, 1988, 263(30): 15578~15583.
- 16 刘希良, 葛长荣. 肉品工艺学. 昆明: 云南科学技术出版社, 1997.
- 17 刘振华. 猪肉肉质特性生物化学研究进展. 国外畜牧科技, 1996, 23(5): 34~40.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第 300页 Continue from page 300)

#### 参考文献

- 1 广西动物学会编著. 广西陆栖脊椎动物分布名录. 桂林: 广西师范大学出版社, 1988.
- 2 郑作新. 中国鸟类种和亚种分类名录大全. 北京: 科学出版社, 1994.
- 3 赵正阶编著. 中国鸟类志. 长春: 吉林科学技术出版社,

2001.

- 4 郑作新. 中国鸟类种分布名录. 第2版. 北京: 科学出版社, 1976.
- 5 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏鸟类志. 北京: 科学出版社, 1983.

(责任编辑: 邓大玉)