

# 外源 5'-尿苷酸对断奶仔猪生长性能 及抗氧化能力的影响

杨玉芬,周世业,乔建国

(福建农林大学 动物科学学院,福建 福州 350002)

【摘 要】 【目的】研究外源 5'-尿苷酸对断奶仔猪生长性能和抗氧化能力的影响。【方法】将 90 头 28 日龄断奶的“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪,随机分成 3 组,每组 3 个重复,对照组饲喂基础日粮,试验 I 和 II 组在基础日粮中分别添加质量分数 0.15%,0.25% 5'-尿苷酸日粮,试验期为 28 d。测定断奶仔猪生长性能、腹泻频率,以及试验开始后第 7,14 和 28 天断奶仔猪血清中超氧化物歧化酶(SOD)活性、总抗氧化能力(T-AOC)、过氧化氢酶(CAT)活性和 MDA 含量。【结果】与对照组相比,II 组断奶仔猪平均日增质量、日采食量均呈上升趋势,料重比、腹泻频率均呈下降趋势,但差异不显著( $P>0.05$ ),第 7 和 14 天,II 组断奶仔猪血清 SOD 活性分别较对照组提高 20.89%和 25.35% ( $P<0.05$ );第 14 天 T-AOC 和第 28 天 CAT 活性均显著高于对照组( $P<0.05$ ),第 14 天 MDA 含量显著低于对照组( $P<0.05$ )。【结论】日粮中添加质量分数 0.25% 5'-尿苷酸,可以提高断奶仔猪的生长性能和抗氧化能力。

【关键词】 外源 5'-尿苷酸;断奶仔猪;生长性能;抗氧化能力

【中图分类号】 S828.5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)05-0049-04

## Effects of urine 5'-monophosphate on the Growth Performance and Antioxidant Capability in Weaned Piglets

YANG Yu-fen, ZHOU Shi-ye, QIAO Jian-guo

(College of Animal Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, fujian 350002, China)

**Abstract:** 【Objective】 The study investigated the effects of urine 5'-monophosphate on growth performance and antioxidant capability in weaned piglets. 【Method】 90 piglets (Duroc×Landrace×Large white) weaned at 28<sup>th</sup> day were randomly divided into 3 groups of 3 replicates. The control group was fed basal diet, test group I and II were supplemented with 0.15% and 0.25% urine 5'-monophosphate respectively. The experiment lasted for 28 days. Growth performance, diarrhea frequency and activity of SOD, CAT, T-AOC and content of MDA at 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> day were determined. 【Result】 Compared to the control group, there was a tendency to increase average daily gain, daily feed intake and decrease feed/gain, diarrhea frequency for weaned piglets in group II ( $P>0.05$ ). The SOD activity increased by 20.89% and 25.35% on 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day ( $P<0.05$ ), T-AOC on 14<sup>th</sup> day and activity of CAT on 28<sup>th</sup> day increased ( $P<0.05$ ), content of MDA on 14<sup>th</sup> day decreased in group II ( $P<0.05$ ). 【Conclusion】 0.25% urine 5'-monophosphate addition in basal diet could increase performance and antioxidant capability in weaned piglets.

**Key words:** urine 5'-monophosphate; weaned piglet; growth performance; antioxidant capability

断奶仔猪存在消化道发育不成熟、免疫力低下、抗应激能力差等问题,严重影响仔猪的生长发育。

\* 【收稿日期】 2008-07-10

【基金项目】 福建省自然科学基金项目(N0. X0750003),福建省科技厅资助省属高校项目(2007F5008)

【作者简介】 杨玉芬(1971—),女,内蒙古赤峰人,副教授,博士,主要从事猪营养与饲料科学研究。

E-mail: yangyufenfafa@yahoo.com.cn

核苷酸具有提高动物免疫功能、促进消化道发育的作用,饲料中添加核苷酸有可能帮助仔猪克服断奶应激综合症。有学者对猪乳和断奶仔猪饲料中的核苷酸含量进行比较发现,仔猪饲料中最缺乏的是 5'-尿苷酸,断奶仔猪饲料中 5'-尿苷酸含量较猪乳低 2 333.50 mg/kg<sup>[1]</sup>。陈祥贵等<sup>[2]</sup>在体外正常肠上皮细胞系 IEC-6 细胞培养中发现,嘧啶核苷酸和核苷酸混合物不诱导细胞凋亡,嘌呤核苷酸可诱导肠上皮细胞凋亡,而且嘧啶核苷酸 UMP 能抑制嘌呤核苷酸(AMP 和 GMP)引起的细胞凋亡。邬小兵<sup>[3]</sup>研究表明,肉雏鸡纯合日粮中补充嘌呤核苷、嘧啶碱基,可提高鸡肠绒毛高度、肝脏、肠道蛋白质合成率。目前,关于 5'-尿苷酸单体物对仔猪的影响未见报道。为此,本试验研究了添加不同量的外源 5'-尿苷酸对仔猪生长性能和抗氧化能力的影响,以期为明确外源核苷酸单体对仔猪的营养生理作用提供参考。

表 1 基础日粮的配方和营养水平

Table 1 The ingredient and nutrients of the basal diet

| 原 料<br>Feedstuff                           | 配比<br>Ingredient | 营养指标<br>Nutrient                                | 含量<br>Content |
|--------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|---------------|
| 玉米/(g·kg <sup>-1</sup> )Corn               | 550              | 消化能/(MJ·kg <sup>-1</sup> )Digestible energy     | 14.30         |
| 膨化大豆/(g·kg <sup>-1</sup> )Extruded Soybean | 130              | 粗蛋白/(g·kg <sup>-1</sup> )Crude protein          | 194.6         |
| 豆粕/(g·kg <sup>-1</sup> )Soybean meal       | 110              | 粗纤维/(g·kg <sup>-1</sup> )Crude fiber            | 18.2          |
| 脂肪粉/(g·kg <sup>-1</sup> )Fat powder        | 30               | 赖氨酸/(g·kg <sup>-1</sup> )Lysine                 | 13.5          |
| 进口鱼粉/(g·kg <sup>-1</sup> )Import fish meal | 40               | 蛋氨酸+胱氨酸/(g·kg <sup>-1</sup> )Methionine+cystine | 7.8           |
| 乳清粉/(g·kg <sup>-1</sup> )Whey powder       | 50               | 钙/(g·kg <sup>-1</sup> )Calicum                  | 8.4           |
| 葡萄糖/(g·kg <sup>-1</sup> )Glucose           | 20               | 磷/(g·kg <sup>-1</sup> )Phosphrous               | 6.6           |
| 血浆蛋白/(g·kg <sup>-1</sup> )Blood plasma     | 30               |                                                 |               |
| 预混料/(g·kg <sup>-1</sup> )Premix            | 40               |                                                 |               |

注:预混料含有(以每 kg 全价料计):V<sub>A</sub> 8000 IU,V<sub>D<sub>3</sub></sub> 2000 IU,V<sub>E</sub> 30 IU,V<sub>K<sub>3</sub></sub> 2 mg,V<sub>B<sub>1</sub></sub> 2 mg,V<sub>B<sub>2</sub></sub> 5 mg,V<sub>B<sub>6</sub></sub> 1 mg,V<sub>B<sub>12</sub></sub> 0.01 mg,V<sub>B<sub>3</sub></sub> 8 mg,V<sub>B<sub>5</sub></sub> 20 mg,V<sub>B<sub>11</sub></sub> 0.3 mg,V<sub>B<sub>7</sub></sub> 0.05 mg,氯化胆碱 300 mg,锌 150 mg,铁 150 mg,铜 200 mg,锰 20 mg,碘 0.3 mg,硒 0.3 mg。

Note: Provided per kg of diet: V<sub>A</sub> 8000 IU, V<sub>D<sub>3</sub></sub> 2000 IU, V<sub>E</sub> 30 IU, V<sub>K<sub>3</sub></sub> 2 mg, V<sub>B<sub>1</sub></sub> 2 mg, V<sub>B<sub>2</sub></sub> 5 mg, V<sub>B<sub>6</sub></sub> 1 mg, V<sub>B<sub>12</sub></sub> 0.01 mg, V<sub>B<sub>3</sub></sub> 8 mg, V<sub>B<sub>5</sub></sub> 20 mg, V<sub>B<sub>11</sub></sub> 0.3 mg, V<sub>B<sub>7</sub></sub> 0.05 mg, Choline 300 mg, Zn 150 mg, Fe 150 mg, Cu 200 mg, Mn 20 mg, I 0.3 mg, Se 0.3 mg.

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能 包括平均初始质量、平均结束质量、平均日增质量、平均日采食量和料重比。

1.4.2 腹泻频率 试验期间,每天记录仔猪腹泻的发生情况。每头猪腹泻 1 d 记为 1 个腹泻头次,于试验结束后计算各组的腹泻频率。腹泻频率/%=腹泻头次总数/(试验猪头数×试验天数)×100%。

1.4.3 血清中抗氧化指标的测定 于正式试验开始后第 7,14 和 28 天,从每个处理中随机抽取体质量相近的健康仔猪 6 头,空腹从前腔静脉采血 10 mL,静置 30 min 后 5 000 r/min 离心 10 min,分离血清,取上清液分装后于低温冰箱中冷冻保存,测定超氧化物歧化酶(SOD)活性、总抗氧化能力(T-

1 材料与方法

1.1 5'-尿苷酸

5'-尿苷酸购于山东双凤股份有限公司,纯度为 98%。

1.2 试验动物与试验设计

试验动物选用 90 头 28 日龄“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪,公、母各半。采用单因子试验设计,按照品种相同、体质量相近、性别比例相同的原则,将仔猪随机分成 3 组,每组设 3 个重复,每重复 10 头断奶仔猪。经方差分析,各组之间及组内重复间初始体质量差异均不显著。对照组饲喂基础日粮,试验 I 和 II 组在基础日粮中分别添加质量分数 0.15%和 0.25%的 5'-尿苷酸。预饲期为 7 d,正式试验期为 28 d。

1.3 试验基础日粮

基础日粮配方及其营养水平见表 1。

AOC)、过氧化氢酶(CAT)活性和丙二醛(MDA)含量。具体参照试剂盒(购于南京建成生物工程研究所)说明书操作。

1.5 数据统计分析

采用 SPSS12.0 统计软件,进行单因素方差分析,结果用“平均数±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 5'-尿苷酸对断奶仔猪生长性能和腹泻频率的影响

由表 2 可见,II 组断奶仔猪平均结束质量较对照组和 I 组分别提高 9.53%和 8.96%,平均日增质量提高 15.31%和 13.47%,平均日采食量提高

15.27%和 14.48%，料重比降低 0.07 和 0.04，但差异均不显著( $P>0.05$ )。与对照组相比，I 组和 II 组断奶仔猪腹泻频率均呈下降趋势，但差异不显著( $P>0.05$ )

表 2 5'-尿苷酸对断奶仔猪生长性能和腹泻频率的影响

| Table 2 Effects of urine 5'-monophosphate on growth performance and diarrhea frequency in weaned piglets |                             |                           |                               |                        |                  |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------|------------------------------|
| 组别<br>Group                                                                                              | 平均初始质量/kg<br>Initial weight | 平均结束质量/kg<br>Final weight | 平均日采食量/g<br>Daily feed intake | 平均日增质量/g<br>Daily gain | 料重比<br>Feed:Gain | 腹泻频率/%<br>Diarrhea frequency |
| 对照组 Control                                                                                              | 8.56±0.63                   | 17.20±2.43                | 543.08±56.52                  | 308.57±79.25           | 1.76±0.04        | 15.33±1.02                   |
| I 组 Group I                                                                                              | 8.59±0.78                   | 17.29±2.92                | 537.53±49.32                  | 310.71±86.92           | 1.73±0.06        | 14.56±0.97                   |
| II 组 Group II                                                                                            | 8.88±0.85                   | 18.84±3.05                | 601.15±54.55                  | 355.71±54.50           | 1.69±0.03        | 14.21±1.13                   |

2.2 5'-尿苷酸对断奶仔猪抗氧化能力的影响

2.2.1 血清中 SOD 活性和 T-AOC 由表 3 可见，第 7 天和 14 天，II 组断奶仔猪血清中 SOD 活性分别较对照组提高 20.89%和 25.35%，且差异显著( $P<0.05$ )；第 7 天和 14 天，对照组和 I 组断奶仔猪血清中 SOD 活性差异不显著( $P>0.05$ )；第 28 天，3 组断奶仔猪血清中 SOD 活性差异不显著( $P>0.05$ )。表明 5'-尿苷酸对血清中 SOD 活性的影响

主要发生在试验前期，且质量分数 0.25% 5'-尿苷酸试处理的效果优于质量分数 0.15% 5'-尿苷酸处理。

由表 3 还可知，第 7 天和 28 天，3 组断奶仔猪血清中 T-AOC 无显著差异( $P>0.05$ )；第 14 天，与对照组相比，I 组和 II 组断奶仔猪血清中 T-AOC 分别较对照组提高 16.20%( $P>0.05$ )和 32.52%( $P<0.05$ )。

表 3 5'-尿苷酸对断奶仔猪血清中 SOD 活性和 T-AOC 的影响

| Table 3 Effects of urine 5'-monophosphate on activity of serum SOD and T-AOC in weaned piglets U/mL |               |               |                |              |               |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|--------------|
| 组别<br>Group                                                                                         | SOD           |               |                | T-AOC        |               |              |
|                                                                                                     | 7 d           | 14 d          | 28 d           | 7 d          | 14 d          | 28 d         |
| 对照组 Control                                                                                         | 83.76±9.43 a  | 91.17±4.70 a  | 102.85±13.46 a | 11.47±1.25 a | 9.44±0.67 a   | 13.16±1.89 a |
| I 组 Group I                                                                                         | 85.21±8.11 a  | 93.28±5.69 a  | 103.54±13.54 a | 11.54±1.38 a | 10.97±0.60 ab | 13.26±1.63 a |
| II 组 Group II                                                                                       | 101.26±5.61 b | 114.29±4.63 b | 106.71±8.52 a  | 11.44±1.47 a | 12.51±0.21 b  | 12.95±0.61 a |

注:同列数据后标有不同小写字母者表示差异显著( $P<0.05$ )。下表同。  
Note:Data in the same row with different small letters indicate significant difference( $P<0.05$ ). The following tables are the same.

2.2.2 血清中 CAT 活性和 MDA 含量 第 7 天和 14 天，I 组和 II 组断奶仔猪血清中 CAT 活性均无显著差异( $P>0.05$ )；第 28 天 II 组断奶仔猪血清中 CAT 活性较对照组和 I 组分别提高 11.16%( $P>0.05$ )和 17.08%( $P<0.05$ )。

量差异均不显著( $P>0.05$ )，其中第 7 天，I 组和 II 组断奶仔猪血清中 MDA 含量较对照组分别下降 8.71%和 17.43%( $P>0.05$ )。第 14 天，II 组断奶仔猪血清中 MDA 含量显著低于对照组和 I 组( $P<0.05$ )。

第 7 天和 28 天，3 组断奶仔猪血清中 MDA 含

表 4 5'-尿苷酸对断奶仔猪血清中 CAT 活性和 MDA 含量的影响

| Table 4 Effects of urine 5'-monophosphate on activity of serum CAT and MDA in weaned piglets |                             |              |               |                                |             |             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|---------------|--------------------------------|-------------|-------------|
| 组别<br>Group                                                                                  | CAT/(U · mL <sup>-1</sup> ) |              |               | MDA/(mmol · mL <sup>-1</sup> ) |             |             |
|                                                                                              | 7 d                         | 14 d         | 28 d          | 7 d                            | 14 d        | 28 d        |
| 对照组 Control                                                                                  | 34.02±5.98 a                | 44.53±7.56 a | 38.28±2.37 a  | 4.36±0.71 a                    | 3.88±0.32 a | 3.71±1.04 a |
| I 组 Group I                                                                                  | 33.11±1.03 a                | 43.58±6.78 a | 40.32±3.25 ab | 3.98±1.06 a                    | 3.40±0.54 a | 3.49±0.84 a |
| II 组 Group II                                                                                | 35.68±6.12 a                | 47.96±4.98 a | 44.82±3.04 b  | 3.60±0.90 a                    | 2.62±0.38 b | 3.35±0.80 a |

3 结论与讨论

3.1 5'-尿苷酸对断奶仔猪生长性能和腹泻频率的影响

仔猪断奶阶段是猪一生中抵抗力最差、消化能力最低的阶段，如何帮助仔猪克服断奶应激，是目前甚至将来很长一段时间内需要解决的问题。作为猪乳中核苷酸的重要组成成分，5'-尿苷酸是猪泌乳后

期乳中含量最高的核苷酸，其含量是 5'-胞苷酸、5'-腺苷酸和 5'-鸟苷酸含量的 20~40 倍，据推断也是仔猪断奶期最为缺乏的核苷酸<sup>[1]</sup>。但目前单独添加 5'-尿苷酸对仔猪克服断奶应激是否有帮助，还缺乏相关的研究。有研究表明，尿苷酸对一些水产动物具有较好的诱食效果，而对另一些水产动物却没有诱食作用。张海明等<sup>[4]</sup>发现，对鳗鲡具有非常强诱食作用的尿苷酸对鳖却没有诱食作用。苗玉涛等<sup>[5]</sup>

发现,浓度为  $10^{-4}$  mol/L 时,尿苷酸对苏氏芒鲶有显著的诱食作用( $P < 0.05$ );浓度为  $10^{-3}$  mol/L 时,尿苷酸的诱食作用不显著( $P > 0.05$ );当浓度上升至  $10^{-2}$  mol/L 时,尿苷酸对苏氏芒鲶摄食有抑制作用,但差异不显著( $P > 0.05$ )。在苏氏芒鲶饵料中,添加质量分数 0.03% 尿苷酸,苏氏芒鲶的特定生长速率和增重率,显著高于对照组和添加质量分数 0.03% 的鸟苷酸组<sup>[6]</sup>。本试验结果表明,日粮中添加质量分数 0.25% 的 5'-尿苷酸,能提高断奶仔猪平均日增质量、日采食量,降低料重比和腹泻频率,但差异不显著( $P > 0.05$ );日粮中添加质量分数 0.15% 的 5'-尿苷酸,断奶仔猪的生长性能与对照组非常接近,仔猪腹泻频率有所下降( $P > 0.05$ )。由于水产动物和仔猪的消化生理等方面存在诸多差异,关于尿苷酸对仔猪的诱食和促生长作用还需要进一步研究。

### 3.2 5'-尿苷酸对断奶仔猪抗氧化能力的影响

正常情况下,机体氧自由基的产生与清除保持平衡,但当动物处于营养性应激、环境应激等条件下,均可引起自由基的大量生成。这些活性物质的产生对生物体正常功能具有较强的破坏作用<sup>[7-9]</sup>。细胞内抗氧化酶主要包括 SOD、CAT、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)和过氧化物酶(POD),其协同完成细胞内抗氧化作用。本试验发现,与对照组相比,日粮中添加质量分数 0.25% 的 5'-尿苷酸,显著提高了断奶仔猪第 7 天和 14 天血清中 SOD 活性,显著增加了第 28 天血清中的 CAT 活性,显著降低了第 14 天血清中的 MDA 含量。T-AOC 能全面反映动物机体的抗氧化状态。本试验中,日粮中添加质量分数 0.25% 的 5'-尿苷酸,显著提高了断奶仔猪第 14 天 T-AOC;添加质量分数 0.15% 的 5'-尿苷酸,断奶仔猪第 14 天 T-AOC 有升高的趋势,但作用不显著( $P > 0.05$ )。国内外的一些研究也表明,添加核苷酸混合物、核酸或脱氧核糖核酸,可提高动物机体的抗氧化能力。Jyonouchi 等<sup>[10]</sup>和 Grimble 等<sup>[11]</sup>发现,饮食核酸能够增强机体抗氧化能力,提高细胞免疫功能,可以促进机体的新陈代谢,提高 DNA 修复能力。刘润之<sup>[12-15]</sup>发现,脱氧核糖核酸可提高小鼠体内的 SOD、CAT 等抗氧化酶的活性。本试验结果表明,5'-尿苷酸具有提高仔猪断奶后抗氧化能力的作用,但其作用的发挥与其添加量存在直接的关系,关于 5'-尿苷酸添加量和功效的互动,还需要进一步深入研究。

### [参考文献]

- [1] Mateo C D, Peters D N, Stein H H. Nucleotides in sow colostrums and milk at different stages of lactation [J]. Journal of Animal Science, 2004, 82: 1339-1342.
- [2] 陈祥贵, 王瑞淑, 邓茂先, 等. 外源核苷酸对 IEC-6 细胞凋亡的影响 [J]. 卫生研究, 2005, 34(6): 701-704.  
Chen C G, Wang R S, Deng M X, et al. Effects of exogenous nucleotides on the apoptosis of intestinal epithelial cells IEC-6 [J]. Journal of Hygiene Research, 2005, 34(6): 701-704. (in Chinese)
- [3] 郭小兵. 日粮核苷酸营养初探 [D]. 雅安: 四川农业大学, 1999.  
Wu X B. Preliminary Study on the nutritive role of dietary nucleotides [D]. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 1999. (in Chinese)
- [4] 张海明, 林可椒. 单核苷酸等纯化学制剂对鳖的诱食效果 [J]. 淡水渔业, 2003, 33(6): 20-22.  
Zhang H M, Lin K J. The induced effects of several chemical dozes on feeding of *Trionyx* [J]. Freshwater Fisheries, 2003, 33(6): 20-22. (in Chinese)
- [5] 苗玉涛, 王安利, 王维娜, 等. 核苷酸对苏氏芒鲶的诱食效果 [J]. 科学养鱼, 2004(6): 57-58.  
Miao Y T, Wang A L, Wang W N, et al. Effects of nucleotides on feeding activities of *Pangasius sutchi* [J]. Scientific Fish Farming, 2004(6): 57-58. (in Chinese)
- [6] 苗玉涛, 王安利. 核苷酸在苏氏芒鲶配合饲料中的应用效果 [J]. 广东饲料, 2005, 14(2): 57-58.  
Miao Y T, Wang A L. Application effects of nucleotides in *Pangasius sutchi* of artificial feed [J]. Guangdong Feed, 2005, 14(2): 57-58. (in Chinese)
- [7] 胡文琴, 王 恬, 孟庆利. 动物中活性氧的产生及清除机制 [J]. 家畜生态, 2004, 25(3): 64-67.  
Hu W Q, Wang T, Meng Q L. Mechanisms of generating and scavenging reactive oxygen species in animals [J]. Ecologiae Animalis Domastici, 2004, 25(3): 64-67. (in Chinese)
- [8] 李建喜, 杨志强, 王学智. 活性氧自由基在动物机体内的生物学作用 [J]. 动物医学进展, 2006, 27(10): 33-36.  
Li J X, Yang Z Q, Wang X Z. Biological function of reactive oxygen free radicals in animals [J]. Progress in Veterinary Medicine, 2006, 27(10): 33-36. (in Chinese)
- [9] Juranek I, Bezek S. Controversy of free radical hypothesis; reactive oxyge species-cause or consequence of tissue injury? [J]. General Physiology Biophysics. 2005, 24(3): 263-278.
- [10] Jyonouchi H, Sun S, Winship T, et al. Dietary ribonucleotides modulate type 1 and type 2 T-helper cells responses against ovalbumin in young mice [J]. Journal of Nutrition, 2001, 131(4): 1165-1170.
- [11] Grimble G K, Westwood O M. Nucleotides as immunomodulators in clinical nutrition [J]. Current Opininion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 2001, 4(1): 57-64.

(下转第 58 页)