

文章编号: 1001- 4829 (2006) 03- 0515- 04

# 不同锌源对断奶仔猪生长性能和血液指标的影响

张 纯<sup>1</sup>, 陈代文<sup>2</sup>, 丁雪梅<sup>2</sup>, 邝声耀<sup>1</sup>, 唐 凌<sup>1</sup>

(1. 四川省畜牧科学研究院动物营养所, 四川 成都 610066; 2. 四川农业大学动物营养研究所, 四川 雅安 625014)

**摘 要:** 试验选用杜洛克×长白×约克夏 29 日龄断奶仔猪 27 头, 随机接受锌添加量同为 100 mg/kg, 但锌源来自无机锌(ZnSO<sub>4</sub>) 和两种有机锌(Zn-AAC 和 Available Zn) 的 3 种处理饲粮, 研究不同锌源对断奶仔猪生长性能和血液指标的影响。试验结果表明: 与 ZnSO<sub>4</sub> 比较, 添加 Zn-AAC 和 Available Zn 显著提高了 ADG 和 ADFI, FCR3 个处理之间差异不显著( $P > 0.05$ ); 血清锌浓度有机锌与无机锌差异极显著( $P < 0.01$ ), 两种有机锌的血清锌浓度亦存在明显差异( $P < 0.05$ ); 不同锌源对血清 IgG 含量和血清 ALP 活性无明显影响( $P > 0.05$ )。断奶仔猪补饲常规剂量的锌氨基酸络合物, 与 ZnSO<sub>4</sub> 比较, 能够提高仔猪 ADG 和 ADFI, 增加血清锌浓度。

**关键词:** 锌源; 生长性能; 血清; 断奶仔猪

**中图分类号:** S816.15 **文献标识码:** A

## Effects of different zinc sources on the performance and serum of weaning pigs

ZHANG Chun<sup>1</sup>, CHEN Dai-wen<sup>2</sup>, DING Xue-mei<sup>2</sup>, KUANG Sheng-yao<sup>1</sup>, TANG Ling<sup>1</sup>

(1. Animal Nutrition Institute, Sichuan Academy of Animal Science, Sichuan Chengdu 610066, China; 2. Animal Nutrition Institute, Sichuan Agricultural University, Sichuan Ya'an 625014, China)

**Abstract:** Twenty seven hybrid pigs of 28 days old were selected and randomly allotted to one of three dietary treatments. All animals were fed with the same basic diet but with different kinds of zinc. Pigs in the control group were complemented with ZnSO<sub>4</sub>, and the experimental groups were complemented with Zn-AAC and Availa-Zn, respectively. This study explored the effect of different zinc sources on the growth performance and blood characters of weaning pigs. It was demonstrated that although the food consumption rate (FCR) did not dramatically change ( $P > 0.05$ ), the average daily gain (ADG) and average daily food intake (ADFI) of pigs fed with Zn-AAC and Availa-Zn were significantly higher than those of the control ( $P < 0.05$ ). The concentrations of serum zinc of the experimental groups were higher than that of the control ( $P < 0.01$ ). The amount of IgG and the activity of ALP in the serum of these animals were slightly changed when they were fed with different kinds of zinc ( $P > 0.05$ ). In conclusion, the supplementation of zinc amino acid chelates with normal dosage could increase the ADG, ADFI, the zinc concentration in the serum.

**Key words:** Zinc sources; growth performance; serum; weaning pigs

锌是动物必需的微量元素。锌作为酶的构成成分和辅助因子, 与体内近 300 种酶的活性有关, 调节和控制这些酶的结构和功能, 从而影响机体的各种代谢活动。现已证明, 动物对二价金属元素的吸收是以氨基酸或肽的螯合形式, 而非离子状态<sup>[1]</sup>。但是, 传统上用于猪饲料的微量元素添加剂几乎全部是无机盐(如硫酸锌、氧化锌等)。无机盐在消化过

程中释放出的金属离子容易与肠道内其他物质(如植酸、草酸、磷酸根离子)结合成不溶性盐排除体外, 从而降低微量元素的吸收。多数研究证明, 有机锌在较低水平下能够满足猪机体的需要、降低粪锌排泄量<sup>[2-4]</sup>, 维持血清锌的浓度和稳定性<sup>[5-7]</sup>。但有机锌对猪生产性能方面的研究结果不尽相同<sup>[5-8]</sup>, 缺乏能够用于指导生产实践的文献资料。本试验拟研究添加两种有机锌与无机锌(ZnSO<sub>4</sub>)对断奶仔猪生长性能和血液指标的影响, 探讨不同锌源的补饲效果, 以丰富断奶仔猪饲料中补充螯合锌的生物螯合资料。

收稿日期: 2005- 12- 03

基金项目: 四川省重点科技项目 03NG004-004

作者简介: 张 纯, 研究员, 硕士, 从事饲料应用技术研究及产品开发。

# 1 材料与方 法

## 1.1 试验设计

采用单因子试验安排。基础饲料相同, 锌添加量均为 100 mg/kg, 处理 1 为无机锌组, 由硫酸锌 ( $ZnSO_4$ ) 提供锌源, 处理 2 和处理 3 为有机锌组, 分别由两个不同的氨基酸螯合物锌产品  $Zn$ -AAC 和 Available Zn 提供锌源。每个处理 3 个重复, 每个重复 3 头仔猪。

## 1.2 试验材料

$ZnSO_4$  和 Available Zn 市场采购, 分别含锌 35% 和 10%,  $Zn$ -AAC 由四川省畜科院动物营养研究所研制, 锌含量为 16%。

## 1.3 试验动物及饲养管理

试验选用 29 日龄断奶的杜洛克 × 长白 × 约克夏三元杂种猪 27 头, 按照体重、性别一致性原则分为 3 组, 随机接受某种处理饲料。试验在成都蒲江巨丰食品有限公司种猪场进行, 圈舍为双列式, 金属漏缝地面, 乳头式饮水器。硬质颗粒饲料, 人工加料, 日喂 5 次, 自由采食和饮水。保持圈舍通风、卫生。试验, 分前期和后期。

## 1.4 试验日粮

试验基础日粮为玉米<sup>3</sup>/豆粕型, 营养水平参考美国 NRC(1998) 仔猪营养需要并结合四川养殖实际配制。基础饲料配方及营养成分见表 1。

表 1 基础饲料配方及营养成分

Table 1 Composition of the basal diet

饲料组成	配合比例, %	营养成分	养分含量
玉米	56.00	干物质 DM <sup>2)</sup> , %	88.04
小麦	5.00	消化能 DE, MJ/kg	13.80
小麦麸	1.00	粗蛋白质 CP <sup>3)</sup> , %	19.20
大豆粕	22.00	粗纤维 CF, %	2.62
进口鱼粉	5.40	粗脂肪 EE, %	3.06
食糖	2.00	钙 Ca, %	0.76
乳糖, 低蛋白	6.00	磷 P, %	0.61
石粉	0.72	钠 Na, %	0.20
磷酸氢钙	0.60	赖氨酸 Lys, %	1.30
L-赖氨酸盐酸盐	0.35	蛋氨酸 Met, %	0.40
DL-蛋氨酸	0.06	蛋+胱 Met+ Cys, %	0.71
L-苏氨酸	0.03	苏氨酸 Thr, %	0.90
氯化胆碱	0.14	锌 Zn <sup>4)</sup> , mg/kg	40.6
预混合饲料 <sup>1)</sup>	0.50		
食盐	0.20		

注: 1) 预混料组成(每千克饲料中): Fe( $FeSO_4 \cdot H_2O$ ), 120 mg; Cu( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ), 20 mg; Mn( $MnSO_4 \cdot H_2O$ ), 50 mg; Se( $NaSeO_3$ ), 0.35 mg; I(KI), 0.50 mg; VA, 13 500IU; VD<sub>3</sub>, 3000 IU; VE, 30 mg; VK<sub>3</sub>, 4 mg; VB<sub>1</sub>, 4 mg; VB<sub>2</sub>, 10 mg; VB<sub>6</sub>, 6 mg; VB<sub>12</sub>, 40 μg; 烟酸, 40 mg; 泛酸, 20 mg; 叶酸, 2 mg; 生物素 160 μg; 2), 3), 4): 为实测值。

## 1.5 测定指标及方法

试验开始称重分组, 试验分 14 和 28 d, 停饲 12 h 后称体重, 计算试验前期(1~14 d)、后期(15~28 d)和全期(1~28 d)试猪平均日增重(ADG); 记录每天的给料量、损失料量和剩余料量, 按前期、后期和全期计算平均日采食量(ADFI); 根据采食量和增重计算料重比(F/G)或饲料转换效率(FCR)。试验第 1 天和第 28 天对试猪前腔静脉抽血(每组 6 头, 每个重复 2 头)。血样用 3000 r/min 离心机分离血清, -20℃下保存备测。样本血清锌(Zn)浓度用美国 TDA 公司 ADVANTAJE 等离子发射光谱仪测定, 血清碱性磷酸酶(ALP)活性用日本 OLYMPUS AU400 全自动生化分析仪测定, 血清免疫球蛋白(IgG)含量用美国 BAKMAN 公司出品的免疫散射分析仪测定。

## 1.6 数据处理

数据以平均数 ± 标准差表示, 用 SPSS 配方软件进行方差分析和多重比较。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同锌源对仔猪生产性能的影响

相同添加水平、不同锌源对断奶仔猪生长性能的影响见表 2。

试验前期, 接受  $Zn$ -AAC 和 Available Zn 饲料的断奶仔猪 ADG 分别提高 26.1% 和 23.4%, ADFI 增加 23.8% 和 26.3%, 两个指标均达到显著水平 ( $P < 0.05$ ), 试验后期各组差异不显著 ( $P > 0.05$ ), 各组 FCR 无统计学上的差异。

表 2 不同锌源对断奶仔猪生长性能的影响

Table 2 Effect of various zinc sources on growth performance of weaned pigs

项目	无机锌	有机锌	
	100mg/kg $ZnSO_4$	100mg/kg $Zn$ -AAC	100mg/kg Available Zn
始重, kg	6.81 ± 0.069	6.83 ± 0.142	6.82 ± 0.224
末重, kg	16.21 ± 0.963	16.51 ± 0.736	16.91 ± 0.884
ADG, g/d			
前期 1~14 d	218 ± 20.7 <sup>b</sup>	275 ± 24.3 <sup>a</sup>	269 ± 17.6 <sup>a</sup>
后期 15~28 d	453 ± 53.5	417 ± 24.8	452 ± 33.9
全期 1~28 d	336 ± 34.9	346 ± 21.5	360 ± 19.6
ADFI, g/d			
前期 1~14 d	281 ± 24.2 <sup>b</sup>	348 ± 18.9 <sup>a</sup>	355 <sup>a</sup> ± 29.1 <sup>a</sup>
后期 15~28 d	676 ± 83.9	702 ± 28.6	717 ± 40.5
全期 1~28 d	479 ± 52.5	528 ± 18.0	536 ± 28.4
F/G			
前期 1~14 d	1.29 ± 0.071	1.27 ± 0.078	1.32 ± 0.082
后期 15~28 d	1.49 ± 0.109	1.69 ± 0.033	1.59 ± 0.130
全期 1~28 d	1.43 ± 0.046	1.53 ± 0.044	1.49 ± 0.150

注: 上标小写字母不同者表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。

表 3 不同锌源对断奶仔猪血清锌和免疫球蛋白浓度以及碱性磷酸酶活性的影响

Table 3 Effect of various zinc sources on serum Zn, IgG concentration and ALP of weaned pigs

项目	无机锌	有机锌	
	100mg/kg ZnSO <sub>4</sub>	100mg/kg Zn-AAC	100mg/kg Available Zn
试验开始(1 d)			
血清锌, mg/L	1.14 ± 0.23	1.03 ± 0.12	0.96 ± 0.11
血清 IgG, g/L	1.219 ± 1.208	0.324 ± 0.144	0.242 ± 0.119
ALP 活性, U/L	420.00 ± 40.40	377.00 ± 76.80	343.00 ± 20.07
试验结束(28 d)			
血清锌, mg/L	0.437 ± 0.202 <sup>B</sup>	1.077 ± 0.177 <sup>Ab</sup>	1.345 ± 0.177 <sup>Aa</sup>
血清 IgG, g/L	0.830 ± 0.100	1.285 ± 0.493	1.187 ± 0.118
ALP 活性, U/L	298.00 ± 11.51	280.00 ± 65.54	317.00 ± 9.54

注: 右肩号小写字母不同者, 表示差异显著 ( $P < 0.05$ ); 右肩号大写字母不同者, 表示差异极显著 ( $P < 0.01$ )。

## 2.2 不同锌源对血液指标的影响

不同锌源对断奶仔猪血清 Zn 和 IgG 含量及 ALP 活性的影响见表 3。

由表 3 可见, 试验 1 d 不同来源的锌对断奶仔猪血清锌含量、IgG 浓度和 ALP 活性无显著性差异 ( $P > 0.05$ ); 28 d 试验结束时, 饲喂添加有机锌 Zn-AAC 和 Available Zn 的试猪, 血清锌浓度比喂 ZnSO<sub>4</sub> 饲料的试猪分别提高 1.46 倍和 2.08 倍, 差异极显著 ( $P < 0.01$ ); 两种有机锌之间也存在明显差异 ( $P < 0.05$ ), Available Zn 组高于 Zn-AAC 组 24.9%。添加 Zn-AAC 和 Available Zn 的有机锌组, 血清 IgG 平均含量比无机锌高 14.3% 和 54.8%, 但差异不显著 ( $P > 0.05$ )。不同锌源对血清 ALP 活性无明显影响 ( $P > 0.05$ )。

## 3 结论与讨论

### 3.1 锌源与生产性能

生产性能是反应仔猪锌营养状态最直接的指标。本试验证明, 饲料添加 100 mg/kg 的 Zn-AAC 和 Available Zn(以锌计) 饲喂断奶仔猪, 与含等量锌的 ZnSO<sub>4</sub> 饲料比较, 试验前期明显提高了仔猪 ADG ( $P < 0.05$ ) 和 ADFI ( $P < 0.05$ ), 两种有机锌之间没有差异 ( $P > 0.05$ ), 结果与 Richert 等(1994)<sup>[9]</sup>、Hill 等(1986)<sup>[10]</sup> 和许梓荣(1999)<sup>[11]</sup> 报道一致。有机锌改进试验前期仔猪日增重和采食量的原因, 可能是刚断奶的小猪对食物形式的改变和饲料中影响锌利用的因子更为敏感, 氨基酸络合锌由于其抗干扰和独特的吸收方式, 更易被小猪有效利用。两种有机

锌组仔猪血清锌含量均大于 1.0 mg/L, 而无机锌组只有 0.437 mg/L, 低于血清锌正常范围(0.5 和 1.5 mg/L) 下限, 这种情形或许也是造成添加无机锌仔猪 ADG 低的原因。锌是味觉素的组成成分, 有机锌可能促进了锌吸收, 增加仔猪味蕾对味觉的敏感度, 从而提高仔猪采食量和生长速度。

### 3.2 锌源与血清锌水平

动物采食饲料后, 饲料中的锌离子进入血液, 因此血清中锌的浓度可以在一定程度上反映锌的吸收率和利用率。研究表明, 仔猪缺锌时血清锌含量降低, 补锌后升高, 且不同锌源对血清锌含量有影响<sup>[12]</sup>。Matsui(1996) 等测定仔猪股骨和血清中的锌含量发现, 添加 100mg/kg 氨基酸螯合锌组明显高于添加同等剂量的硫酸锌组 ( $P < 0.05$ )<sup>[13]</sup>。本研究结果证实有机锌极显著地提高了断奶仔猪血清锌含量 ( $P < 0.01$ ); 同时, 有机锌之间存在显著差异 ( $P < 0.05$ ), 产生这种结果是否与两种锌氨基酸螯合物产品本身有关, 如氨基酸配位体的差异、螯合率的不同等, 还不清楚。

### 3.3 锌源与免疫球蛋白 IgG 浓度

很多研究发现锌与机体的免疫功能密切相关。IgG 是血清中主要的一种免疫球蛋白, 其含量反映机体的免疫状况, 缺锌导致动物免疫机能下降。Ahn 等(1998) 的研究显示, 血清 IgG 含量不同锌源之间存在差异<sup>[14]</sup>。本试验中不同锌源的对断奶仔猪血清 IgG 浓度无明显影响 ( $P > 0.05$ ), 与韦习会等(1998)<sup>[15]</sup>、Cheng 和 Kornegay(1985)<sup>[16]</sup> 等的报道一致。但是, 使用有机锌血清 IgG 的平均水平提高了 40% 以上。

### 3.4 锌源与碱性磷酸酶(ALP) 活性

ALP 是一种含锌金属酶, 其活性易受体内锌状况影响。动物缺锌时, ALP 活性下降, 补锌后活性上升。同时, ALP 活性随饲料锌含量提高上升到一定水平时, 其活性趋于平稳。因此, 可用 ALP 活性评价机体对锌吸收和利用的情况。本研究中, 不同锌源未对仔猪血清 ALP 活性产生影响 ( $P > 0.05$ ), 与韦习会、王立新等(1998) 的报道不同<sup>[15, 17]</sup>。分析原因, 可能是他们锌的添加量较低(54.7 mg/kg 和 60 mg/kg), ALP 活性还有随可利用锌增加而上升的空间。本试验补锌量 100 mg/kg, 根据有机锌利用率较高的推断, 是否已经达到了使 ALP 活性趋于平稳的锌含量水平, 尚需进一步的研究。

断奶仔猪补饲常规剂量的锌氨基酸螯合物, 与硫酸锌相比, 能够提高仔猪的生长速度和饲料摄入量, 增加血清锌浓度; 两种有机锌 Zn-AAC 和 Available Zn 在平均日增重、平均日采食量和饲料转化效

率方面没有差异。

### 参考文献:

- [1] 韩友文, 滕冰. 微量元素氨基酸螯合物的生物效价及其应用中的一些问题[J]. 饲料博览, 2001(11): 6-9.
- [2] Carlson M S, C. A. Boren, C. Wu, et al. Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either polysaccharide or proteinate complex on growth performance, plasma and excretion of nursery pigs[J]. J. Anim. Sci., 2004, 82: 1359-1366.
- [3] Case C L, M. S. Carlson. Effect of feeding organic and inorganic sources of additional zinc on growth performance and zinc balance in nursery pigs[J]. J. Anim. Sci., 2002, 80: 1917-1924.
- [4] Ward T L, G. L. Asche, G. F. Louis, et al. Zinc-methionine improves growth performance of starter pigs[J]. J. Anim. Sci., 1996, 74(Suppl. 1): 182( Abstr. ).
- [5] Lee S H, S. C. Choi, B. J. Chae, et al. Effect of feeding different chelated copper and zinc sources on growth performance and fecal excretions of weanling pigs[J]. Asian-Aus. J. Anim. Sci., 2001, 14: 1616-1620.
- [6] 张伟, 姜礼胜, 吴可真, 等. 不同锌源对仔猪生长性能的影响[J]. 中国饲料, 2002(1): 17-18.
- [7] Swinkels J W G M, E. T. Kornegay, W. Zhou, et al. Effectiveness of a zinc amino acid chelate and zinc sulfate in restoring serum and soft tissue zinc concentrations when fed to zinc-depleted pigs[J]. J. Anim. Sci., 1996, 74: 2420-2430.
- [8] Heugten E van, J. W. Spears, E. B. Kegleg. Effects of organic forms of zinc on growth performance, tissue zinc distribution, and immune response of weanling pigs[J]. J. Anim. Sci., 2003, 81: 2063-3071.
- [9] Richert B T, Goodband R D, Nelsens J L, et al. Effect of chelated trace minerals on nursery pig growth performance[R]. Kansas Swine Day, 1994. 111.
- [10] Hill D A, E. R. Peo, Jr., A. J. Lewis. Zinc-amino acid complexes for swine[J]. J. Anim. Sci., 1986, 63: 121-130.
- [11] 许梓荣, 王敏奇. 氧化锌和蛋白锌盐对仔猪生长和消化的影响[J]. 浙江农业大学学报, 1999, 25(1): 103-106.
- [12] Kornegay E T, Chang J, Scheff T C. Apparent zinc absorption and dry matter digestibility in the stomach, intestine and lower colon of weanling pigs fed an inorganic or organic zinc source added to deficient and adequate lysine diets[J]. J. Anim. Sci., 1996, 74 (Suppl. 1): 182 ( Abstr. ).
- [13] Matsui T, T. Ishiguro, S. Suzuki, et al. Supplementation of zinc as amino acid chelated zinc for piglets[A]. In: Proc. of the 8th AAAP Animal Congress[C], Tokyo, Japan, 1996, 754-755.
- [14] Ahn S H, J. S. Um, D. H. Kim. Effects of the sources and levels of supplemental zinc the performance of weanling pigs[J]. J. Anim. Sci., 1998, 40: 9.
- [15] 韦习会, 夏东, 李文艺, 等. 不同形态锌对断奶仔猪补锌效果的研究[J]. 养猪, 1998(4): 6-7.
- [16] Cheng J, E. T. Kornegay, T. Schell. Influence of dietary lysine on the utilization of zinc from zinc sulphate and zinc lysine complex by young pigs[J]. J. Anim. Sci., 1998, 76: 1064-1074.
- [17] 王立新, 王治华, 卢文超, 等. 不同锌形式对仔猪生长性能和血液生化指标的的影响[J]. 畜牧与兽医, 2003, 35(11): 21-22.

(责任编辑 谢成英)