

# 有机铬对断奶仔猪生长性能和免疫功能的影响

闫祥洲<sup>1</sup>, 张兆红<sup>2</sup>

(1. 河南省农业科学院畜牧兽医研究所, 河南 郑州 450002; 2. 河南交通职业技术学院, 河南 郑州 450007)

**摘要:** 选择平均体重为 $(9.16 \pm 1.29)$  kg 的二元杂交健康断奶仔猪 180 头, 按体重相近和遗传基础相似的原则, 采用单因子完全随机设计分为 3 个处理, 每处理设 6 个重复, 每重复 10 头猪(公母各半)。结果表明, 日粮添加酵母铬有提高仔猪平均日增重(ADG)和平均日采食量(ADFI)的趋势, 日粮添加甲基吡啶铬对仔猪生长性能没有显著的影响; 日粮添加甲基吡啶铬或酵母铬对仔猪血清铬(Cr)含量、胆固醇(CHOL)含量、血液尿氮(BUN)含量、血清葡萄糖(GLU)含量、总蛋白(TP)含量、清蛋白(ALB)含量、球蛋白(GLB)含量、球/清蛋白(GLB/ALB)比值、卵清蛋白(OVA)抗体(AAb)效价、猪瘟抗体(SFVb)效价以及经植物凝集素(PHA)刺激后皮褶厚度(DST)的变化没有显著影响。

**关键词:** 甲基吡啶铬; 酵母铬; 断奶仔猪; 生长性能; 免疫功能

中图分类号: S828 S816.7 文献标识码: A 文章编号: 1004-3268(2005)07-0090-05

## Influence of Organic Chromium on Performance and Immune Function of Weanling Piglets

YAN Xiang-zhou<sup>1</sup>, ZHANG Zhao-hong<sup>2</sup>

(1. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Science, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002 China; 2. Henan Communications Vocational and Technical College, Zhengzhou 450007, China)

**Abstract:** One hundred and eighty crossbred piglets weighed $(9.16 \pm 1.29)$  kg were equally divided in three treatments according to weight and sex, six pens per treatment, 10 piglets per pen (half barrows and half gilts). Piglets were fed basal diets with 0, 200  $\mu$ g/kg Cr adding chromium picolinate (CrPi), or chromium yeast (Cr-yeast). The results indicated that diets with Cr-yeast tended to increase ADG and ADFI ( $P < 0.10$ ). Diets with CrPi did not affect ADG and ADFI ( $P > 0.05$ ). There were no significant difference in serum chromium content, CHOL content, BUN content, GLU content, TP content, ALB content, GLB content, GLB/ALB ratio, AAb, SFVb and DST ( $P > 0.05$ ) among treatments, which indicated that there was no significant effect of organic chromium on the immune function of weanling piglets.

**Key words:** Chromium picolinate; Chromium yeast; Weanling piglet; Performance; Immune function

铬作为营养元素研究最初起始于 20 世纪 50 年代后期, 并研究发现, 三价铬是维持葡萄糖耐量因子(GTF)活性的重要组成部分。铬的重要生理功能是作为 GTF 的活性成分, 提高胰岛素的活性, 通过与胰岛素发挥协同生理功能而参与机体碳水化合物、脂类、蛋白质和核酸代谢。在动物营养领域, 铬的应

用研究起始于 20 世纪 90 年代, 在畜禽日粮添加铬能够提高动物生长、发育、繁殖和免疫功能, 但是较多的研究集中于牛和生长育肥猪, 而在断奶仔猪上的应用研究报道较少, 且结果不一致。本研究旨在观察日粮中添加吡啶铬和酵母铬对断奶仔猪生产性能、血液指标和免疫功能的影响。

收稿日期: 2005-02-19

作者简介: 闫祥洲(1971-), 男, 河南信阳人, 助理研究员, 本科, 主要从事畜牧科研工作。

1 材料与方法

1.1 试验动物

选择(35±2)日龄平均体重为(9.16±1.29)kg的二元杂交(长白×东北民猪)断奶仔猪 180 头,按体重相近和遗传基础相似的原则,采用单因子完全随机设计分为 3 个处理,每处理设 6 个重复(栏),每个重复 10 头猪,公母各半。

1.2 试验日粮

参照 NRC (1998)猪营养需要进行基础日粮配制,添加矿物元素和维生素以达到或超过 NRC (1998)猪营养需要标准。其中,前 2 周赖氨酸水平为 1.4%,后 2 周赖氨酸水平为 1.3%。3 个处理分别饲喂以下日粮:对照组饲喂基础日粮;甲基吡啶铬组,在对照组日粮的基础上添加甲基吡啶铬,折合成铬的水平为 200 μg/kg;酵母铬组,在对照组日粮的基础上添加酵母铬,折合成铬的水平也为 200 μg/kg。基础日粮原料组成及营养水平见表 1。

表 1 试验日粮组成及营养水平

项 目	0~2 周	3~5 周
玉米(%)	56.3	55.39
大豆粕(%)	15.53	26.05
诱畜宝(%)	5	5
乳清粉(%)	5	3
大豆分离蛋白(%)	3.5	0
喷雾干燥血浆蛋白粉(%)	3	0
玉米蛋白粉(%)	0	2.8
大豆油(%)	3.6	2
鱼粉(%)	4	1.5
石粉(%)	0.92	0
贝壳粉(%)	0	0.93
磷酸二钙(%)	1.07	1.18
食盐(%)	0.3	0.3
预混料(%)	1	1
赖氨酸(%)	0.38	0.54
蛋氨酸(%)	0.24	0.19
苏氨酸(%)	0.16	0.12
消化能(MJ/kg)	13.79	13.75
粗蛋白(%)	19	18.49
钙(%)	0.84	0.8
总磷(%)	0.67	0.65
总赖氨酸(%)	1.4	1.3
蛋氨酸(%)	0.55	0.53
苏氨酸(%)	0.88	0.88

注:(1)预混料中每千克日粮含维生素 A 5 512IU,维生素 D 3 351 IU,维生素 E 66.1IU,维生素 B<sub>12</sub>22.76μg,维生素 K<sub>3</sub> 2.2mg 维生素 B<sub>2</sub> 5.5mg 维生素 B<sub>3</sub> 13.8mg 维生素 B<sub>5</sub> 30.3mg,胆碱 551mg, Mn 100mg, Zn 100mg, Fe 100mg, Cu 250mg, I 0.3mg, Co 1mg, Se 0.3mg。(2)粗蛋白、Ca 和总磷是实测值,其他为计算值

0~2 周日粮使用平膜制粒机压制成 2mm 颗粒,3~5 周日粮为干粉料。日粮常规养分含量按 AOAC(1990)方法测定。

1.3 饲养管理

采用半开放舍地面饲养,舍内通风良好,为水泥实心地面,猪只自由采食和饮水,各圈环境条件保持一致,按常规程序和方法进行驱虫、免疫和饲养管理。记录腹泻头数和死亡率等。猪只通过耳标辨认个体。舍温前期为 15~25℃,后期为 18~29℃。

1.4 检测指标

1.4.1 生产性能指标 分别于试验第 0,14 和 28 天,全部猪只进行个体称重,以圈(栏)为单位记录采食量。按重复组计算平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADFI)和饲料转化效率(FCR)。

1.4.2 血液生化指标 于试验第 0,14 和 28 天,每圈随机抽取 2 头仔猪,用真空采血管从前腔静脉采血约 15ml,用全自动生化分析仪和原子吸收光谱仪分析测定仔猪血清葡萄糖(GLU)、血清尿氮(BUN)、血清胆固醇(CHOL)、血清总蛋白(TP)、血清白蛋白(ALB)、血清球蛋白(GLB)和铬(Cr)含量。

1.4.3 机体免疫指标 选用皮褶厚度作为细胞免疫反应的指标,猪瘟抗体滴度和卵清蛋白(OVA)抗体滴度作为体液免疫反应的指标。在试验第 21 天,每圈随机抽取 2 头仔猪,在其左大腿内侧胫部皮下注射 0.50 ml 植物凝集素(PHA)生理盐水溶液(250 μg/ml),右腿注射 0.50ml 生理盐水溶液,圆圈标记。分别于注射前和注射后 24h 用厚度计测定注射部位的皮褶厚度(3 次读数,取平均值),并观察过敏反应程度;在试验第 21 天,每圈随机抽取 2 头仔猪,皮下注射猪瘟弱毒活苗,并于注射前和注射后第 14 天采血,用 ELISA 法测定血清中猪瘟抗体水平;在试验第 14 天,每圈随机抽取 2 头仔猪,皮下注射 OVA 生理盐水溶液,于注射前和注射后第 7,14 和 21 天采血,用 ELISA 法测定血清中 OVA 抗体水平。

1.5 统计分析

试验数据采用 Spss 6.0 统计软件进行单因子方差分析和邓肯氏多重比较,皮褶厚度采用配对检验。

2 结果与分析

2.1 生产性能

添加酵母铬可以显著地提高断奶仔猪的 ADG (P<0.05),并具有提高 ADFI 的趋势(P=0.08)

(表 2)。对饲料转化效率没有显著性影响。添加甲基吡啶铬对仔猪生产性能无显著促进作用。

2.2 血清理化指标

采食甲基吡啶铬或酵母铬对仔猪血清 Cr、CHOL、BUN、GLU、TP、GLB、ALB 含量以及 GLB/ALB 比值等均无显著影响(表 3)。

2.3 机体免疫指标

注射植物凝集素 (PHA) 24h 后, 仔猪皮褶厚度显著增加, 但各处理间差异不显著。采食甲基吡啶铬或酵母铬均不影响猪瘟抗体和 OVA 抗体生成。说明在本试验条件下, 有机铬对仔猪细胞免疫和体液免疫应答均无显著影响(表 4)。

表 2 有机铬对断奶仔猪生产性能的影响

时间(d)	项目	分组			SEM	P 值
		对照组	甲基吡啶铬组	酵母铬组		
0 ~ 14	起始体重(kg)	9. 21	9. 18	9. 08	0. 17	0. 86
	ADG (g)	311	295	310	21	0. 83
	ADFI(g)	382	373	397	16	0. 61
	FCR	1. 23	1. 28	1. 30	0. 06	0. 69
21 ~ 28	ADG (g)	488 <sup>a</sup>	440 <sup>ab</sup>	507 <sup>b</sup>	21. 23	0. 052
	ADFI(g)	742	702	755	46. 21	0. 71
	FCR	1. 60	1. 63	1. 60	0. 11	0. 98
0 ~ 28	ADG (g)	399 <sup>a</sup>	367 <sup>ab</sup>	408 <sup>b</sup>	11. 91	0. 042
	ADFI(g)	566	541	580	27. 69	0. 087
	FCR	1. 44	1. 47	1. 43	0. 07	0. 91

注: 同行数据间肩注字母不同者差异显著(P< 0. 05), 未标者差异不显著(P> 0. 05)。下同

表 3 有机铬对断奶仔猪血清理化指标的影响

项目	时间(d)	分组			SEM	P 值
		对照组	甲基吡啶铬组	酵母铬组		
Cr(mg/ ml)	0	7. 34	7. 09	6. 81	0. 63	0. 83
	14	8. 23	8. 14	7. 62	0. 81	0. 86
	28	8. 28	6. 91	7. 59	1. 02	0. 64
CHOL(mg/ dl)	0	100. 11	98. 00	100. 20	8. 52	0. 98
	14	85. 55	91. 75	80. 33	6. 46	0. 51
	28	85. 45	92. 36	85. 17	6. 35	0. 67
BUN (mg/ dl)	0	16. 54	13. 61	12. 90	1. 58	0. 25
	14	11. 87	11. 09	9. 09	2. 00	0. 63
	28	14. 75	17. 22	18. 05	1. 53	0. 30
GLU (mg/ dl)	0	120. 22	118. 56	93. 70	5. 78	0. 004
	14	102. 55	117. 25	112. 67	7. 32	0. 29
	28	86. 91	99. 82	98. 33	6. 29	0. 30
TP(mg/ dl)	0	6. 33	6. 35	6. 08	0. 28	0. 74
	14	6. 81	7. 05	7. 01	0. 34	0. 85
	28	6. 99	7. 54	7. 62	0. 29	0. 28
ALB (mg/ dl)	0	4. 16	3. 73	3. 33	0. 25	0. 08
	14	3. 95	4. 28	3. 93	0. 23	0. 49
	28	3. 85	4. 22	4. 15	0. 19	0. 38
GLB (mg/ dl)	0	2. 49	2. 62	2. 75	0. 18	0. 76
	14	2. 87	3. 09	3. 08	0. 24	0. 78
	28	3. 18	3. 51	3. 47	0. 27	0. 52
GLB/ ALB	0	0. 65	0. 71	0. 88	0. 07	0. 19
	14	0. 73	0. 78	0. 79	0. 07	0. 77
	28	0. 84	0. 90	0. 84	0. 04	0. 80

表 4 有机铬对断奶仔猪细胞免疫和体液免疫的影响

项目	时间	分组			SEM	P 值
		对照组	甲基吡啶铬组	酵母铬组		
皮褶厚度(mm)	注射 PHA 前					
	左腿	2. 80	2. 82	2. 73	0. 07	0. 93
	右腿	2. 71	2. 87	2. 72	0. 05	0. 64
	注射 PHA 后					
	左腿	4. 06	4. 29	4. 05	0. 17	0. 82
	右腿	3. 09	3. 28	3. 01	0. 12	0. 62
	左腿增加值	1. 26	1. 47	1. 32	0. 25	0. 77
	右腿增加值	0. 38	0. 41	0. 29	0. 16	0. 83
	左右腿增厚差值	0. 88	1. 06	1. 03	0. 24	0. 68
血清猪瘟抗体	抗原注射前	0. 11	0. 11	0. 12	0. 012	0. 94
	注射后 15d	0. 09	0. 10	0. 17	0. 037	0. 43
血清 OVA 抗体	抗原注射前	1. 85	1. 59	1. 73	0. 22	0. 71
	注射后 7d	2. 13	2. 14	2. 35	0. 08	0. 11
	注射后 21d	2. 09	2. 13	1. 95	0. 19	0. 78

3 讨论

3.1 有机铬对断奶仔猪生产性能的影响

猪常规饲料原料中铬的含量通常较低,难以满足其快速生长需要。典型的玉米——豆粕型日粮中铬的含量通常介于 750 ~ 1 500mg/kg,但大部分不能有效利用。因此,需要额外向日粮中添加有效铬。铬的有效性与铬的化学形态紧密相关。无机铬的吸收率通常只有 1% ~ 3%,而有机铬较易吸收,其吸收率可达 10% ~ 25%。

日粮添加甲基吡啶铬可以提高断奶仔猪的 ADG,但 Lee Dernan(1997)的研究未能观察到甲基吡啶铬对仔猪生产性能的促进作用。Baldi(1999)报道,日粮添加酵母铬不影响断奶仔猪 ADG 和 ADFI。试验中发现,日粮添加酵母铬具有提高猪只 ADG 和 ADFI 的趋势,而甲基吡啶铬却未表现出对猪只生产性能促进作用。

日粮中赖氨酸水平影响铬对仔猪的作用效果。Baldi(1999)在试验中使用高赖氨酸(120%NRC 推荐需要量)水平没有发现 酵母铬对仔猪生长具有促进效果;另有研究认为,当日粮中赖氨酸水平不足或勉强满足需要时,补铬可以改善猪只生长性能。此外,日粮铬的缺乏程度和仔猪体内铬的营养状况也可能影响铬的添加效果;目前,尚未发现能够反映猪体内铬盈亏状况的敏感指标。这些因素可能也是造成铬添加效应不稳定的原因。

3.2 有机铬对断奶仔猪血清理化指标的影响

铬的重要生理功能是作为 GTF 的活性成分,提高胰岛素的活性,通过与胰岛素发挥协同生理功

能而参与机体碳水化合物、脂类和蛋白质代谢。GTF 对于维持血液中 GLU 的正常水平具有重要作用。Kegley 等(1995)给圈养牛静脉注射 GLU,结果发现在其注射后 15 ~ 45min,日粮中添加烟酸铬组的血糖清除速度与对照组相比,具有加快的趋势。Baldi 研究发现,断奶 1 周的仔猪在受到 ACTH 刺激后,血清 GLU 含量显著降低,认为这是由于铬提高了外周组织对胰岛素的敏感性,从而增加了对 GLU 吸收所引起。

在本试验中,第 4 周末不同处理组血清 GLU 含量没有显著差异。但试验开始时,猪只血清 GLU 含量存在显著的差异,基于这个原因,分别比较试验初和试验末时血清 GLU 含量的差异,对照组、甲基吡啶铬组和酵母组第 4 周末血清 GLU 含量分别为试验初的 72. 29%, 84. 19%和 104. 94%。由此说明,日粮添加有机铬具有提高仔猪血清 GLU 含量的趋势。该结果与前人报道不一致,这可能与仔猪的断奶日粮、营养状况和所受的应激强度不同有关。仔猪断奶日龄越早所受应激强度越大,维持体内血糖稳定的能力越差。

铬可以维持血液中胆固醇的正常水平,并影响肝脏中胆固醇的合成与分解。羔羊日粮中添加甲基吡啶铬(铬为 250 μg/kg)可降低血清胆固醇水平;与其相反,有人研究发现,日粮添加甲基吡啶铬缓慢提高血清胆固醇水平;给犊牛补充甲基吡啶铬发现,在试验前 4 周犊牛血清胆固醇含量没有下降,直到第 6 周才达到显著下降水平。本试验结果表明,仔猪日粮补加甲基吡啶铬和酵母铬在试验期没有显著降低血清胆固醇含量。

血清尿氮(BUN)能较准确反映动物体内蛋白质和氨基酸代谢状况,当饲料中氨基酸利用率下降时,血清BUN水平上升。据报道,断奶仔猪日粮添加酵母铬能降低血清BUN含量,提高氮的吸收和利用。但是,Ward(1995)报道,在日粮较高赖氨酸水平下添加铬会使血清BUN含量升高。由此推测,铬对猪的氮代谢可能受日粮蛋白质和氨基酸水平的影响。本研究表明,第4周末各处理间BUN含量无显著差异,说明日粮添加有机铬没有提高仔猪蛋白质的利用率,这可能与日粮中高水平赖氨酸有关。

### 3.3 有机铬对断奶仔猪机体免疫功能的影响

近年来研究表明,常规饲料中铬的含量不能满足猪的需要,铬作为一种必需微量元素对动物的免疫功能具有重要影响。关于铬提高动物免疫机能的机理目前尚不十分清楚。对人和动物研究表明,各种应激因子均可增加尿液中铬的排泄量(Pekarek等,1975)。GTF可增强胰岛素活性,并影响皮质醇的分泌。铬可能提高疫苗的免疫效果或通过降低皮质醇浓度或通过其他由免疫细胞设防的中间产物来提高动物的免疫机能。

4周龄断奶仔猪日粮添加甲基吡啶铬(铬为400  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )可以提高仔猪的免疫机能、伪狂犬病毒抗体效价、PHA刺激后淋巴细胞转化率以及血液中IgG和IgM含量(Lee Deman, 1997)。据报道,反刍动物日粮补铬有助于改善其免疫机能;与之相反,Heugten(1997)报道,21日龄断奶仔猪日粮添加铬200  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,不能减弱大肠杆菌脂多糖(LPS)刺激引起的仔猪生长抑制,但可以提高未接受免疫应激仔

猪的ADG和ADFI;添加三氯化铬和甲基吡啶铬可以增加淋巴细胞转化率;添加烟酸铬可以提高绵羊红细胞抗体效价,但添加有机铬降低了OVA抗体效价。在3周龄断奶仔猪日粮中添加甲基吡啶铬没有增强在拥挤环境下仔猪的免疫机能,补铬对淋巴细胞功能和中性粒细胞吞噬功能没有影响。通过本试验还发现,补铬对断奶仔猪经PHA刺激后皮褶厚度(DST)的变化没有显著影响,与Heugean Evan(1997)的报道一致。

### 参考文献:

- [1] Baldi A, V Bontempo, V Dell Orto, *et al.* Effects of dietary chromium-yeast in weaning-stressed piglets[ J ]. Can J Anim Sci 1999, 79: 369—374.
- [2] Heugten E Van, J W Spears. Immunity response and growth of stressed weanling pigs fed diets supplemented with organic or inorganic forms of chromium[ J ]. J Anim Sci 1997, 75: 409—416.
- [3] Kegley E B, J W Spears. Immune response, glucose metabolism, and performance of stressed feeder calves fed inorganic or organic chromium[ J ]. J Anim Sci, 1995, 73: 2716—2721.
- [4] Lee Deman, Yen Houngha, Shen Tianfuh, *et al.* The effects of chromium picolinate supplementation on growth performance and immunity response of weanling pigs[ J ]. J of the Chinese Society of Animal Science, 1997, 26(4): 373—386.
- [5] Pekarek R S, E C Hauer, E J Rayfield, *et al.* Relationship between serum chromium concentrations and glucose utilization in normal and infected subjects[ J ]. Diabetes, 1975, 24: 350.

## 封面介绍

2005年6月5日,由河南省科技厅组织的省内外著名小麦专家对1  $\text{hm}^2$  兰考矮早八超高产攻关田进行实打验收,按安全贮藏含水量13%标准折合实产为10 251  $\text{kg}/\text{hm}^2$ ,实打结果由兰考县公证处2名公证员进行现场公证。

国审兰考矮早八,致富农民千万家

矮秆、大穗、超高产小麦新品种

耐寒、抗病性强、抗倒伏

丰产稳产性好,三要素协调

已获国家植物新品种保护

河南天民种业有限公司

地址:河南省兰考县城关镇陵园路西段

邮编:475300

电话:0378—6981898 传真:0378—6982063

联系人:沈排昌 13837874589 刘文美 13603485828

E-mail: lankao906@tom.com