

程素芳, 李谷月, 阮业召, 等. 不同浓度补铁剂对母猪补铁效果的影响[J]. 江西农业大学学报, 2019, 41(2): 324–331.



不同浓度补铁剂对母猪补铁效果的影响

程素芳^{1,2}, 李谷月^{1,2}, 阮业召^{1,2}, 刘鑫³, 刘平^{1,2*}

(1. 江西省畜禽疫病诊断与防控重点实验室, 江西 南昌 330045; 2. 江西农业大学 动物群发性疾病监测与防控研究所, 江西 南昌 330045; 3. 江西泰和大北农饲料有限公司, 江西 泰和 343700)

摘要: 为比较两种不同浓度补铁剂对妊娠后期母猪、哺乳仔猪和断奶仔猪生长性能及血液中血红蛋白(Hb)等的影响, 选取江西某种猪场胎龄、膘情相近及体质健康妊娠 85 日龄的母猪 30 头, 按每组 10 头份分为对照组(C组)、高浓度补铁(M组)、普通复合铁制剂(N组)三组, 试验约 51 d, 观察妊娠后期的母猪、哺乳仔猪、断奶仔猪的生长性能等性状。结果显示: M组和N组妊娠后期的母猪和仔猪毛色和肤色、Hb含量、仔猪健康程度、初生仔猪头均质量及断奶仔猪窝质量极显著高于C组($P<0.01$), 结果表现为: M组>N组>C组。试验结果表明M补铁剂在母猪补铁效果有较强的优越性, 可为母猪补铁剂的选择及使用提供一定的参考。

关键词: 高浓度补铁; 复合铁; 母猪; 哺乳仔猪; 断奶仔猪

中图分类号: S815.7; S816.7 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2019)02-0324-08

The Influences of Different Concentrations of Iron Supplements on the Supplementing Effects on Sow and Piglets

CHENG Su-fang^{1,2}, LI Gu-yue^{1,2}, RUAN Ye-zhao^{1,2}, LIU Xin³, LIU Ping^{1*}

(1. Jiangxi Provincial Key Laboratory for Animal Health, Nanchang 330045, China; 2. Jiangxi Agricultural University, Institute of Animal Population Health, Nanchang 330045, China; 3. Jiangxi Taihe Dabeinong Feed Co., Ltd. Taihe, Jiangxi 343700, China)

Abstract: In order to evaluate the effects of different concentrations of iron supplements on hair color, skin color and blood hemoglobin (Hb) of sows, suckling piglets and weaned piglets in late pregnancy, in this experiment, 85-day-old 30 sows were divided into three groups ($n=10/\text{group}$): control group, M group and N group. The test lasted about 51 days. The characteristics of growth performance of sows, suckling piglets and weaning piglets were observed. The content of Hb in the blood was measured by automatic blood cell analyzer. The results showed that the effects on the hair color and skin color of the piglets, suckling piglets and weaned piglets were

收稿日期: 2018-09-08 修回日期: 2018-12-11

基金项目: 江西省科技计划项目(20141BBF60035)、江西省自然科学基金(青年)基金项目重点项目(20171ACB21026)、江西省教育厅科学技术研究重点项目(GJJ170243)和江西省研究生创新专项资金项目(YC2017-S185)

Project supported by Jiangxi Science and Technology Project(20141BBF60035), Key Projects of Jiangxi Natural Science Fund(20171ACB21026), Key Projects of Science and Technology Research of Jiangxi Provincial Department of Education(GJJ170243) and Jiangxi Province Graduate Special Fund Project(YC2017-S185)

作者简介: 程素芳(1992—), 女, 硕士生, 主要从事临床内科疾病研究, 1406508307@qq.com; *通信作者: 刘平, 博士, 讲师, pingliuix@163.com。

better than those in the control group. The piglets and sows in the latter half of gestation were more shiny, the feeling of the hand was more delicate and the skin was more tender in the experimental group; the umbilical cord of the newborn piglets was stronger and brighter; and the content of Hb in the blood was obviously improved, the content of Hb in M group and N group was significantly higher than that in the control group ($P < 0.01$); the health degrees: the control group was 50%, N group was 91.67%, M group was 100%; the head average weight of the newborn piglets and the weaning litter weight in M group were significantly higher than that of the control group ($P < 0.01$). The general situation is: M > N group > Control group. The results showed that M iron supplement had strong superiority in the effect of iron supplement for sows and piglets, which provided some references for the selection and use of iron supplement for sows and piglets.

Keywords: iron supplementation; sow; suckling piglet; weanling piglet

缺铁性贫血是临床上常见的一种以贫血、生长受阻为主要特征的营养代谢性疾病,多发于幼龄仔^[1]。因新生仔猪生长发育迅速,代谢旺盛,对各种营养成分的需求量增加,然而导致了仔猪的需铁不足。为了维持仔猪正常生长发育,仔猪补铁是必不可少的,否则仔猪出生后会出现血红蛋白(hemoglobin, Hb)降低,导致贫血,甚至死亡等现象^[2]。加之妊娠母猪后期对铁的吸收率较低,不能满足自身及胎儿生长、分娩的需要。因此,要对妊娠后期母猪、哺乳仔猪和断奶仔猪外界补铁,不仅能显著提高日增质量和满足,血液需要,而且还可以增强机体的抗病能力和免疫功能^[3-4]。目前多数猪场采用一次性补铁的方式,一次性过量补铁会导致铁制剂无法完全吸收,反而降低了铁制剂的实际利用效果。因此,本研究旨在寻找一种既能克服上述缺点,又经济有效的仔猪补铁方法。

众多研究表明复合有机铁主要体现在提高仔猪体质量^[5-6],但很少从妊娠后期母猪到产哺乳仔猪和断奶仔猪生长性能一系列研究。本试验选用国内两种重要的补铁制剂,一种是具有先进水平的新型畜用高浓度有机络合铁注射剂,其主要成份是右旋糖酐铁,可以促进造血机能和加强新陈代谢酶的活化,提高肌体吸收氧气和体内养份运输功能,增强抗病和免疫能力,促进生长发育。另一种是以有机铁为主的高效普通复合补血补铁型产品,可提高畜禽的生产性能、降低饲料消耗和防病治病等作用。旨在研究妊娠母猪、哺乳母猪、仔猪使用这两种补铁制剂后,对仔猪血红蛋白及生产性能的影响,验证其补铁的效果,为其推广应用提供试验依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

选择江西某规模母猪场胎龄相近、膘情相近(剔除过肥、偏瘦母猪)、体质健康(采食正常、无蹄部疾病、无重大疾病及产仔异常记录)的妊娠85日龄母猪30头。

1.2 试验试剂与仪器

M剂含铁量150 mg/mL,购自珠海兽药厂;N剂含铁量100 mg/mL,购自安徽省金奥化工有限公司;EDTA抗凝素购自北京瑞茂宏达科技有限公司;全自动血细胞分析仪(PE-6300Vet)购于深圳市普康电子有限公司。

1.3 试验母猪的分组与给药

30头母猪,分成3个组,分别为C组(对照组)、M组(高浓度有机络合铁剂)、N组(普通复合补血补铁型产品)。M组妊娠母猪组每头母猪肌肉注射M补铁剂6 mL;N组每头妊娠母猪肌肉注射N补铁剂6 mL;对照组未注射补铁制剂。母猪分娩后,根据同窝分组的原则,仔猪出生后,对照组饲喂基础饲料;M组:饲喂基础饲料+肌注M补铁剂150 mg(1 mL);N组:饲喂基础饲料+N补铁剂100 mg(1 mL),在仔猪3、6、9日龄,M组和N组每头猪颈部注射1次补铁制剂。试验期是从母猪妊娠85 d至仔猪21 d断奶,约51 d。

1.4 样品采集和分析

血样处理:真空采血管颈静脉采血5 mL,测定血红蛋白含量。

皮毛感观:从每个处理每个重复中随机选择4头猪进行打分(表1)。

皮毛得分=皮肤红润程度得分+毛色亮度得分+毛色凌乱程度得分 (1)

表1 皮毛打分标准

Tab.1 Fur grading criteria

等级 Grade	标准分/分 Standard score	皮肤红润程度 Skin ruddy degree	毛色亮度 Hair color brightness	毛色凌乱程度 Disorder of hair color
A	1	苍白	无光泽	明显凌乱
B	2	微红	微弱光泽	轻微凌乱
C	3	明显红润	明显光泽	明显柔顺

1.5 Hb含量的测定

采用全自动血细胞分析仪(PE-6300 VET)测定母猪耳缘静脉血液中Hb含量、初生仔猪脐带血中Hb、断奶仔猪前腔静脉血液中Hb含量的测定。

1.6 统计学分析

应用Excel和SPSS 22.0软件处理和分析试验数据。试验数据以平均值±标准差表示,方差分析采用ANOVA法,显著性分析采用邓肯氏法, $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著, $P>0.05$ 表示差异不显著。

2 结果与分析

2.1 M补铁剂及N补铁剂对妊娠后期母猪的肤色、毛色的影响

M组及N组母猪毛色的光泽度、肤色的水嫩程度、皮肤的手感光滑程度明显高于C组,而且随着日龄的增加差异效果会更明显。其毛色凌乱程度为明显凌乱的所占比例、及皮肤红润程度为苍白的所占比例均低于C组。M组母猪皮肤明显红润所占比例和毛色明显柔顺所占比例要高N组。结果表明,M和N这两种补铁剂都能改善妊娠后期母猪的肤色和毛色,且M补铁剂比N补铁剂的作用效果更加明显,母猪的皮肤更加的红润有光泽(图1)。



图1 不同组妊娠母猪的肤色和毛色

Fig.1 Color and hair color of pregnant sows in different groups under the same environment

2.2 M补铁剂和N补铁剂对不同日龄仔猪生长的效果

由图2可知,M组和N组仔猪在毛色的光泽度、肤色的水嫩程度、皮肤的手感光滑程度明显高于C组,而且随着M补铁剂和N补铁剂使用日龄的增加差异效果会更明显。试验组中仔猪毛色凌乱程度为明显凌乱的所占比例,以及皮肤红润程度为苍白的所占比例低于C组。此外M组仔猪皮肤明显红润所占比例和毛色明显柔顺所占比例要高于N组。结果表明,M补铁剂和N补铁剂这两种补铁剂都有增加初生和断奶仔猪皮毛的光泽和亮度,且M补铁剂比N补铁剂的作用效果更强(表2)。



图2 不同日龄组仔猪的生长效果

Fig.2 Growth effect of piglets at different age groups under the same environment

表2 初生和断奶仔猪皮毛评分

Tab.2 Fur score of newborn and weaned piglets

类别 Category	C组 C group	N组 N group	M组 M group
初生仔猪 Newborn piglets	5.67 ^c ±0.17	5.90 ^b ±0.12	6.10 ^a ±0.15
断奶仔猪 Weanling Piglet	5.97±0.26	6.0±0.16	6.15±0.30

同行数据进行比较,不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$),不标字母表示差异不显著($P>0.05$),下表同

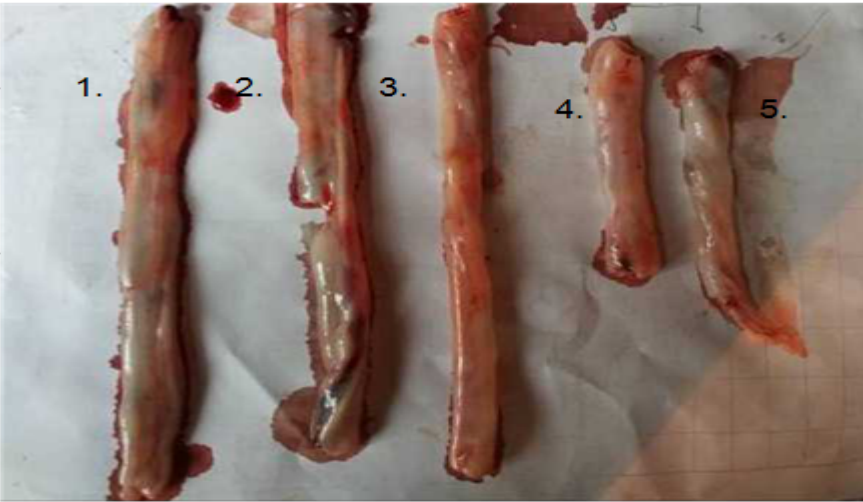
Different lower-case letters in the same row means showed significant difference ($P<0.05$), different upper-case letters showed significant difference($P<0.01$), no significant difference($P>0.05$).The same as below

2.3 M补铁剂和N补铁剂对初生仔猪的脐带的影响

在初生仔猪的脐带结果中发现对照组的初生仔猪的脐带细,色泽正常,M组与N组的初生仔猪脐带比对照组的更加粗壮并且色泽更鲜艳,还观察到M组初生仔猪的脐带比N组更粗壮,效果更明显(图3)。

2.4 M补铁剂和N补铁剂对产前母猪、初生仔猪、断奶仔猪血液中Hb含量的影响

三组中断奶仔猪都没有出现临界贫血,但M组和N组的健康状态比例明显高于C组,使用M补铁剂的断奶仔猪全部为健康,使用N补铁剂的断奶仔猪健康状态的比例为90%。由此可见,在提高断奶仔猪血液中Hb含量方面M补铁剂效果比N补铁剂的效果更加显著(表3)。结果表明,M补铁剂和N补铁剂这两种补铁剂都有提高断奶仔猪血液中Hb的含量,表现为:M组>N组>C组,M组和N组与对照组的产前母猪、初生仔猪及断奶仔猪相比都存在着极显著的效果($P<0.01$),M组与N组的初生仔猪相比效果不显著($P>0.05$)(表3、图4)。



1、2为M组,3为N组,4、5为C组
1,2 is M group;3 N is group;4,5 is C group
图3 初生仔猪的脐带
Fig.3 Umbilical cord of newborn piglets in the same environment

表3 血红蛋白评价断奶仔猪健康度
Tab.3 Evaluation of the health degree of weanling piglets by hemoglobin

参数 Parameter	C组 C group		N组 N group		M组 M group	
	头数	比例/%	头数	比例/%	头数	比例/%
	Quantity	Proportion	Quantity	Proportion	Quantity	Proportion
临界贫血≤80 g/L Critical anaemia<80 g/L	0	0	0	0	0	0
贫血倾向≤85 g/L Anemic tendency≤85 g/L	1	10.00	1	8.33	0	0
亚健康≤90 g/L Sub-health≤90 g/L	2	20.00	1	8.33	0	0
健康≥90 g/L Health≥90 g/L	5	50.00	11	91.67	10	100.00
优秀≥100 g/L Excellent≥100 g/L	3	30.00	7	58.33	8	80.00

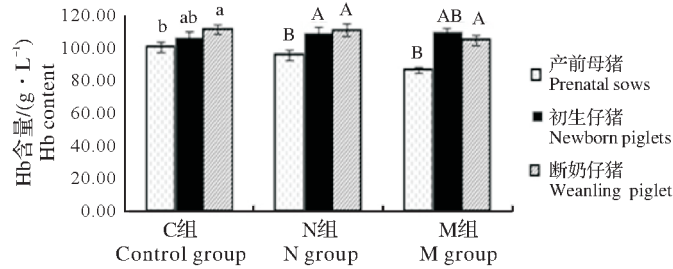


图4 血液中Hb的含量
Fig.4 The content of Hb in blood

2.5 M补铁剂和补铁N剂对出生仔猪、断奶仔猪的影响

由表4可知,M组初生头数、头均质量、窝均质量明显大于N组和C组;表5中断奶仔猪情况和初生仔猪情况类似,断奶仔猪头数、头均质量、窝均质量均为M组>N组>C组,试验结果表明:M补铁剂和N补铁剂这两种补铁剂都能提高仔猪的成活率、头均质量、窝均质量等生长指标,M组效果更显著。

表 4 初生仔猪情况
Tab.4 The situation of newborn piglets

项目 Item	C 组 C group	N 组 N group	M 组 M group
初生头数/头 Birth head	9.20 ^B ±0.95	9.80 ^B ±2.59	12.67 ^A ±1.03
初生成活率/% Primary survival rate	96.15±9.42	100	98.61±3.40
初生头均质量/kg Birth weight	1.36 ^{Bc} ±0.02	1.62 ^{Ab} ±0.06	1.77 ^{Aa} ±0.08
初生窝均质量/kg Gross birth weight	16.21 ^c ±0.40	20.08 ^B ±0.76	22.69 ^A ±0.75

表 5 断奶仔猪情况
Tab.5 The situation of weaning piglets

项目 Item	C 组 C group	N 组 N group	M 组 M group
断奶头数/头 Weaning head	8.27 ^c ±0.52	9.75 ^B ±0.50	11.71 ^A ±0.49
断奶成活率/% Weaning survival rate	89.03±15.19	93.75±12.40	94.66±8.29
断奶头均质量/kg Weaning head weight	7.89±0.58	7.82±0.77	8.47±0.66
断奶窝均质量/kg Weaning weight	69.20 ^c ±4.77	77.08 ^B ±3.91	85.83 ^A ±3.08

3 结论与讨论

铁是组成血红蛋白的主要成分之一,缺铁时,会引起营养性贫血、影响母仔猪的生长发育等诸多疾病^[7]。因日粮中的草酸、植酸及过多的磷酸盐与铁可形成不溶性的铁盐,会阻碍饲料中铁的吸收利用,饲料中钙、磷配制不当也会影响铁的消化吸收,特别是为了追求粪便黑而使用了高铜,由于铜螯合的能力强,更会影响铁与螯合物的结合,阻碍铁的吸收,造成动物缺铁性贫血^[8]。通常情况下,初生仔猪并不贫血,但其体内血红蛋白贮铁量有限,且因母乳中的含铁量较低,并且初生仔猪生长速度较快,血浆容积不断增大,血红蛋白浓度随之下下降,对储铁消耗较快,若此时铁得不到及时的补充,仔猪则极易出现贫血^[9]。所以,对母仔猪关键阶段补铁至关重要。

实践证明肌注补铁剂具有方便、高效、吸收快、不会因过量而导致中毒,并且效果明显等优点,是当前采用较多的补铁方式之一^[10]。并且也有研究表明,肌注补铁制剂,能够增加血红素中亚铁离子的浓度,利于化学反应平衡,促进血红蛋白的合成,可以预防母仔猪的缺铁和贫血^[11-12]。本试验给妊娠后期母猪及其哺乳仔猪和断奶仔猪肌注 M 补铁剂和普通 N 补铁剂,发现母猪及仔猪毛色发亮、肤色红润,血液中血红蛋白含量增多。因为补铁能显著提高仔猪红细胞压积、血红蛋白、血浆铁、血浆总铁结合力以及脾中的血铁黄素与铁蛋白,肤色得到显著改善,随着铁水平的提高,仔猪的皮肤红润程度明显增加^[13]。试验结果也发现 M 组和 N 组 Hb 含量明显高于 C 组,根据前人研究^[14-15]发现仔猪哺乳期约 80% 的铁与 Hb 有关,然而缺铁性贫血的特征是血液中的红细胞减少,血红蛋白浓度降低。所以,稳定铁对母仔猪需求量直接可以影响自身健康生长。尹显进^[16]试验研究中肌注两种补铁剂发现 Hb 含量试验组比 C 组提高。

由此可见,补铁制剂可以提高母仔猪的生长性能。另外试验也证明了在仔猪中肌注M补铁剂、N补铁剂都有较好的补铁效果,能够维持适宜的Hb浓度,防止仔猪贫血症的发生。本研究还发现,M补铁剂、N补铁剂还可提高母猪产活仔率和断奶仔猪存活率,仔猪日增质量和窝均质量明显高于C组。在众多研究中也发现了铁制剂对仔猪生长有很明显的改善,因铁制剂在机体内透过胎盘和乳腺屏障转移,仔猪出生时体内铁贮较多,血液中免疫球蛋白浓度提高,使仔猪出生时生命力和健康状况增强,断奶成活率均大幅提高^[17-19]。Maes等^[20]研究也发现妊娠后期和泌乳期母猪补铁,产活仔数,窝均质量得到显著提高。

其次高浓度补铁剂中铁含量选定150 mg是根据仔猪哺乳期的实际需要和工艺制备条件能满足补铁的要求而定的,注射后5~6 d铁质可以完全吸收,药效迅速,每只仔猪注射1 mL高浓度的补铁剂后,已足够仔猪体内消耗20 d,这样仔猪便能顺利地进入喂食期。此后,仔猪可从食料中获得一定量的铁质继续生长。而低浓度补铁剂一般在仔猪生长过程中需要反复补铁,从而造成仔猪生长应激过大,不利于仔猪生长。在本试验中表明,高浓度有机络合铁剂在妊娠后期的母猪和仔猪毛色和肤色、Hb含量、仔猪健康程度、初生仔猪头均质量及断奶仔猪窝质量的补铁效果更好。

本试验研究结果表明,M剂和N剂的妊娠后期母猪、初生仔猪和断奶仔猪的毛色光滑整洁、肤色红润有光泽、初生窝质量增加、初生仔猪脐带变粗、弱仔比例减少,并可以改善初生仔猪、断奶仔猪红润妊娠后期母猪的血红蛋白指数,健康仔猪和优秀仔猪比例增加,且试验表明,高浓度有机络合铁剂的补铁效果比普通复合补血补铁剂的补铁效果更加的显著。

参考文献:

- [1] Hong-Bo Y U. Analysis of Curative Effect and Safety of Ferrous Succinate in Treatment of Pregnancy and Hypoferric Anemia [J]. China & Foreign Medical Treatment, 2017.
- [2] 陈凤芹, 计峰, 程茂基, 等. 不同铁源对断奶仔猪生长性能、免疫功能及铁营养状况的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2008, 35(7): 11-14.
Chen F Q, Ji F, Cheng M J, et al. Effects of different iron sources on growth performance, immune function and iron nutrition status of weaned piglets [J]. Chinese animal husbandry and veterinary medicine, 2008, 35(7): 11-14.
- [3] Mahan D C, Watts M R, St-Pierre N. Macro- and micromineral composition of fetal pigs and their accretion rates during fetal development [J]. Journal of Animal Science, 2009, 87(9): 2823-2832.
- [4] Wang J, Li D, Che L, et al. Influence of organic iron complex on sow reproductive performance and iron status of nursing pigs [J]. Livestock Science, 2014, 160: 89-96.
- [5] 周建群, 蒋荣成, 罗鹏, 等. 复合有机铁对母猪繁殖性能和仔猪生长性能的影响[J]. 饲料工业, 2012, 23(21): 34-36.
Zhou J Q, Jiang R C, Luo P, et al. Effects of compound organic iron on sow reproductive performance and growth performance of piglets [J]. Feed industry, 2012, 23(21): 34-36.
- [6] 黄浩, 赵聪, 陈贵堂. 食物源蛋白肽铁配合物的研究进展[J]. 中国食物与营养, 2016, 22(12): 39-43.
Huang H, Zhao C, Chen G T. Research progress in peptide iron complexes of food derived protein [J]. China Food and Nutrition, 2016, 22(12): 39-43.
- [7] Kim J C, Wilcock P, Bedford M R. Iron status of piglets and impact of phytase superdosing on iron physiology: A review [J]. Animal Feed Science and Technology, 2018, 235: 8-14.
- [8] 赵培然. 探讨糖化血红蛋白与缺铁性贫血的关系[D]. 福州: 福建医科大学, 2016.
Zhao P R. To explore the relationship between glycosylated hemoglobin and iron deficiency anemia [D]. Fuzhou Medical University of Fujian, 2016.
- [9] 汪青, 项荣花, 包永波, 等. 动物血红蛋白研究进展[J]. 宁波大学学报(理工版), 2011, 24(2): 20-24.
Wang Q, Xiang R H, Bao Y B, et al. Progress in the study of animal hemoglobin [J]. Journal of Ningbo University (Science and Technology), 2011, 24(2): 20-24.
- [10] 王莹, 刘自逵. 仔猪肌注补铁剂中添加多维对仔猪增重的影响[C]//中国畜牧兽医学会兽医药理毒理学分会第十一届会员代表大会暨第十三次学术讨论会与中国毒理学会兽医毒理专业委员会第五次学术研讨会论文集, 长沙, 2015.

- Wang Y, Liu Z K. Effects of multidimensional intramuscular iron supplementation on piglet weight gain [C]//Eleventh Congress and Thirteenth Symposium of Veterinary Pharmacology and Toxicology Branch of Chinese Society of Animal Husbandry and Veterinary Medicine and the Fifth Symposium of Veterinary Toxicology Committee of Chinese Society of Toxicology, Changsha, China, 2015.
- [11] Bhattarai S, Nielsen J P. Association between hematological status at weaning and weight gain post-weaning in piglets [J]. *Livestock Science*, 2015, 182: 64-68.
- [12] Perri A M, Friendship R M, Harding J C S, et al. An investigation of iron deficiency and anemia in piglets and the effect of iron status at weaning on post-weaning performance [J]. *Journal of Swine Health & Production*, 2016, 24(1): 10-20.
- [13] Yu S, West C E, Beynen A C. Increasing intakes of iron reduce status, absorption and biliary excretion of copper in rats [J]. *Br J Nutr*, 1994, 71(6): 887-895.
- [14] Feng J, Ma W Q, Xu Z R, et al. Effects of iron glycine chelate on growth, haematological and immunological characteristics in weanling pigs [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2007, 134(3/4): 261-272.
- [15] Peters, J C, Mahan, D C, et al. Effects of neonatal iron status, iron injections at birth, and weaning in young pigs from sows fed either organic or inorganic trace mineral [J]. *Journal of Animal Science*, 2008, 9(86): 2261-2269.
- [16] 尹显进, 严梓贤, 尹邦才, 等. 两种补铁剂对仔猪增重效果试验比较研究 [J]. *中国猪业*, 2017(2): 66-68.
Yin X J, Yan Z X, Yin B C, et al. Comparative study on effects of two kinds of iron supplements on weaned pigs [J]. *China Pig Industry*, 2017(2): 66-68.
- [17] 王纪亭, 姜殿文, 万文菊. 氨基酸螯合铁在母猪生产中的应用研究 [J]. *山东农业科学*, 2003(3): 44-45.
Wang J T, Jiang D W, Wan W J. Application of amino acid chelated iron in sow production [J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2003(3): 44-45.
- [18] 石文艳. 氨基酸螯合铁预防仔猪贫血的效果研究 [D]. 石河子: 石河子大学, 2005.
Shi W Y. Effect of amino acid chelated iron on preventing anemia in piglets [D]. Shihezi: Shihezi University, 2005.
- [19] 许丽, 韩友文, 滕冰. 甘氨酸螯合铁、蛋氨酸螯合铜预防仔猪贫血效果的研究 [J]. *饲料工业*, 2001, 22(11): 38-39.
Xu L, Han Y W, Teng B. Effect of ferrous glycine chelate and methionine chelated copper on preventing anemia in piglets [J]. *Feed Industry*, 2001, 22(11): 38-39.
- [20] Maes D, Steyaert M, Vanderhaeghe C, et al. Comparison of oral versus parenteral iron supplementation on the health and productivity of piglets [J]. *Vet Rec*, 2011, 168(7): 188.