

网络出版日期:2017-10-18

网络出版地址:http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20171018.1733.004.html

# 季节性短期冷刺激对育肥猪血液生化指标的影响

穆淑琴<sup>1,2</sup>,李 驰<sup>3</sup>,闫 峻<sup>1,2</sup>,李 宁<sup>1</sup>,刘 通<sup>3</sup>,王文杰<sup>1,2</sup>

(1. 天津市畜牧兽医研究所,天津 300381;2. 天津市畜禽健康养殖技术工程中心,天津 300381;

3. 西北农林科技大学 动物科技学院,陕西杨凌 712100)

**摘 要** 旨在研究季节性短期冷刺激对育肥猪血液生化指标、免疫因子水平以及抗氧化指标的影响。选取 60 头体质量为(116±5) kg 的育肥猪,随机分为 5 组,每组 12 头。试验期间大幅降温,对猪群造成冷刺激。试验第 9、13 和 25 天每头猪前腔静脉采集血液,测定生化、免疫和抗氧化指标。结果表明,冷刺激导致育肥猪血清中胰岛素含量显著降低,谷丙转氨酶、谷草转氨酶、血清葡萄糖、生长激素、三碘甲状腺原氨酸、甲状腺素含量显著升高;冷刺激导致育肥猪血清中 IgA、IgG、IgM 和白细胞介素 2(IL-2)含量显著降低,一氧化氮含量显著升高,并造成育肥猪免疫力下降;冷刺激导致育肥猪血液中谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶含量显著降低,皮质醇含量升高,并造成育肥猪抗氧化能力降低。表明季节性短期冷刺激能通过改变育肥猪部分血清生化指标导致猪只免疫力和抗氧化能力降低。

**关键词** 季节性冷刺激;生化指标;免疫因子;抗氧化指标

**中图分类号** S828.9<sup>+</sup>1

**文献标志码** A

**文章编号** 1004-1389(2017)10-1422-07

中国华北地区秋冬季节气候易发生急速变化,气温冷热交替,环境温差大,易造成动物季节性冷应激,导致动物生长缓慢,抗病性差,并诱发呼吸道及肠道多种疾病,甚至造成死亡,给华北地区养殖业造成巨大的经济损失<sup>[1]</sup>。气温急速下降,引起动物神经内分泌、心血管、消化和免疫等系统的变化,以提高机体的适应能力<sup>[2]</sup>。国内外学者在关于冷应激对动物的神经系统、内分泌系统及生产性能的影响等方面做了大量研究<sup>[3-4]</sup>,但是对秋冬季节急速降温前后育肥猪生理生化指标变化的研究较少。本试验研究季节性短期冷刺激对育肥猪血液生化指标、免疫因子水平和抗氧化指标的影响,为育肥猪健康养殖提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

试验选取天津市现代畜牧业创新示范基地自繁的健康、体质量相近[(116±5) kg]的杜洛克×长白×大白三元杂交育肥猪 60 头。

种猪生产性能测定系统(上海奥斯本牧业设备有限公司);TH10R 离线温度自动记录仪(深

圳普尔特科技有限公司)。

### 1.2 试验设计

60 头育肥猪随机分为 5 组,每组 12 头,试验期 25 d(2015-10-26—2015-11-19)。奥斯本种猪生长性能测定系统记录试验期间育肥猪生长性能和采食行为数据。猪舍室内采用 TH10R 离线温湿度自动记录仪检测猪舍温度,温湿度计按南、中、北 3 侧等距,前、中、后 3 侧等距,高、中、低 3 层等距安置,共计 27 个监测点,每分钟记录 1 次温度。最终统计室内前、中、后 3 处的平均温度数据。猪舍室外温度由天津市武清区气象监测站记录统计。

### 1.3 试验饲粮

试验饲粮根据 NRC(2012)育肥猪饲养标准配制,基础日粮组成及营养水平见表 1。

### 1.4 饲养管理

饲养试验在天津市现代畜牧业创新示范基地进行。猪舍为东西向封闭结构,试验期内南墙窗户敞开。干粉料饲喂,自由采食饮水,按照常规免疫和消毒程序进行免疫消毒。

收稿日期:2016-08-15 修回日期:2016-10-06

基金项目:“十二五”农村领域国家科技计划(2012BAD39B01-3);国家自然科学基金(31402097)。

第一作者:穆淑琴,女,研究员,主要从事动物营养与饲料科学的研究。E-mail:mushq@163.com

通信作者:王文杰,男,研究员,博士生导师,主要从事动物营养与饲料科学的研究。E-mail:anist@vip.163.com

表 1 基础日粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diet (air dry basis)

原料/% Ingredient		营养水平 Nutrient level	
玉米 Maize	64.00	消化能/(MJ/kg) Metabolism energy	13.39
豆粕 Soybean meal	23.00	粗蛋白质/% Crude protein	16.32
麸皮 Wheat bran	10.00	赖氨酸/% Lys	0.90
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.70	蛋氨酸+胱氨酸/% Met+Cys	0.52
大豆油 Soybean oil	0.50	苏氨酸/% Thr	0.63
石粉 Limestone	1.10	钙/% Ca	0.68
食盐 NaCl	0.40	磷/% P	0.53
赖氨酸 Lysine	0.10		
多矿 Mineral	0.16		
多维 Vitamin	0.04		
合计 Total	100.00		

注:预混料每千克提供:维生素 A 5 000 IU,维生素 D<sub>3</sub> 1 500 IU,维生素 E 16 mg,维生素 K<sub>3</sub> 1 mg,维生素 B<sub>1</sub> 1.5 mg,维生素 B<sub>2</sub> 4 mg,维生素 B<sub>12</sub> 60 μg,烟酸 20 mg,叶酸 0.3 mg,泛酸 12 mg,生物素 80 μg,铁 100 mg,铜 30 mg,锌 110 mg,锰 30 mg,硒 0.3 mg,碘 0.3 mg。  
Notes:Premix per kg provides vitamin A 5 000 IU, vitamin D<sub>3</sub> 1 500 IU, vitamin E 16 mg, vitamin K<sub>3</sub> 1 mg, vitamin B<sub>1</sub> 1.5 mg, vitamin B<sub>2</sub> 4 mg, vitamin B<sub>12</sub> 60 μg, niacin 20 mg, folic acid 0.3 mg, D-pantothenic acid 12 mg, Biotin 80 μg, Fe 100 mg, Cu 30 mg, Zn 110 mg, Mn 30 mg, Se 0.3 mg, I 0.3 mg.

## 1.5 样品采集与处理

每组随机选择 3 头猪,在试验的第 9、13 和 25 天每头猪前腔静脉采血,采血前 12 h 断料空腹,血液采集 10 mL,室温静置 12 h,分离血清,−20 ℃ 保存,测定血清生化、免疫和氧化指标。

## 1.6 检测指标与方法

谷丙转氨酶 (Alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶 (Aspartate transaminase, AST)、尿素氮 (Blood urea nitrogen, BUN)、血液葡萄糖 (Glucose, GLU) 采用东芝 120 全自动生化分析检测仪测定,测定试剂由北京北检新创源生物技术有限公司提供;生长激素 (Growth hormone, GH)、三碘甲状腺原氨酸 (Triiodothyronine, T<sub>3</sub>)、四碘甲状腺原氨酸 (Tetraiodothyronine, T<sub>4</sub>)、胰岛素 (Insulin, INS)、皮质醇 (Cortisol, COR) 用 XH 6080 十探头全自动智能 γ 免疫仪器测定,测定试剂由北京北方生物技术有限公司提供。

IgA、IgG、IgM 用松上 A8 全自动生化分析仪测定,试剂盒由北京金海科隔科技发展有限公司提供。谷胱甘肽过氧化物酶酶活 (Glutathione Peroxidase, GSH-Px)、超氧化物歧化酶酶

活 (Superoxide Dismutase, SOD)、一氧化氮 (NO) 由南京建成生物工程研究所提供的 721 型可见光分光光度计测定,白细胞介素 2 (Interleukin-2, IL-2) 用 XH 6080 放免仪测定,试剂由天津九鼎试剂公司提供。

## 1.7 数据处理

使用 Excel 2013 对试验数据进行初步整理,数据用 SPSS 20.0 软件包中单因子方差分析 (one-way ANOVA, LSD) 进行统计,数据以“平均值±标准差”表示,组间以 Duncan's 法进行多重比较,  $P < 0.05$  为差异显著。使用 Graphpad prism 5 软件进行绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 猪舍室内外温湿度变化

由图 1 可知,舍外温度从试验的第 8 天开始急速下降,舍内温度下降至 7~8 ℃,舍内外湿度从试验的第 10 天开始急速升高,造成高湿,此时期为急速降温期(第 10~15 天),此期间对试验猪造成冷刺激;试验第 16 天开始至试验结束气温稍有回升,湿度也有降低的趋势,为降温后适应期(第 15~25 天)。

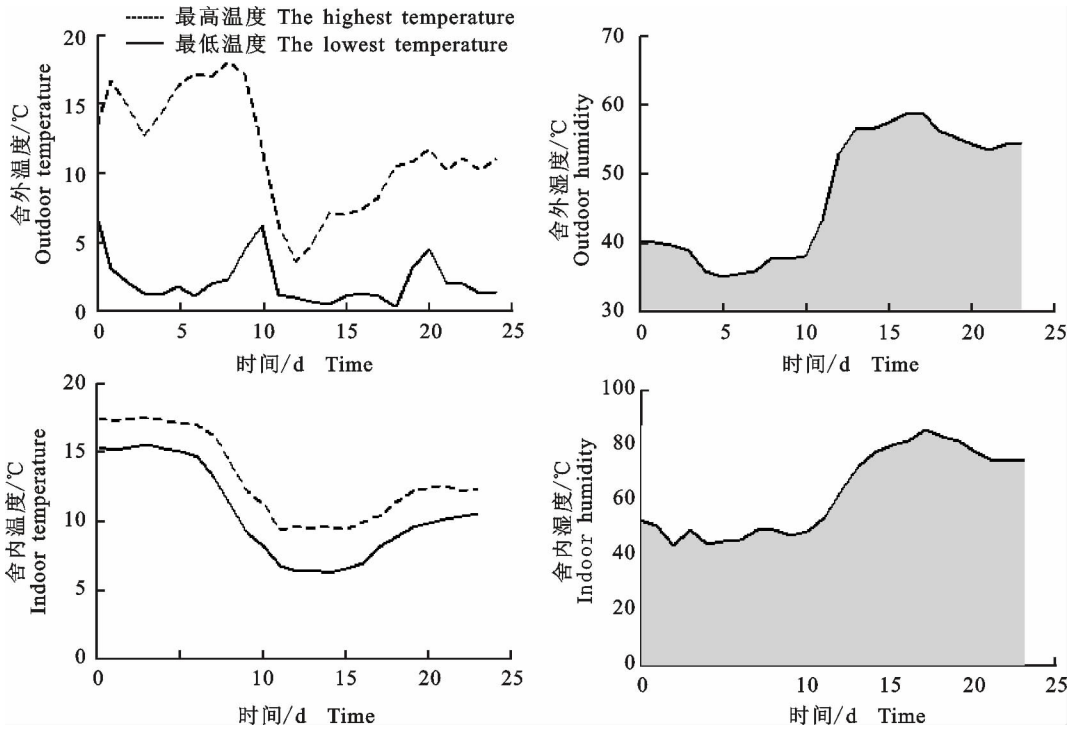


图 1 舍内外温湿度

Fig. 1 Indoor and outdoor temperature and humidity

2.2 季节性冷刺激对血液生化指标的影响

由表 2 可知,与舒适期相比,急速降温期育肥猪血液中 ALT、AST、GLU、GH、T3 和 T4 均显著增高,INS 显著降低 ( $P < 0.05$ ),适应期的 GLU、GH、INS、ALT、AST、T3、T4 均无显著差异 ( $P > 0.05$ ),极速降温期和适应期的 AST/

ALT 值均显著降低 ( $P < 0.05$ ),且均低于 1.0。

2.3 季节性冷刺激对血液免疫因子的影响

由表 3 可知,与舒适期相比,急速降温期育肥猪血液中的 IgG、IgA、IgM、IL-2 均显著降低,NO 显著增高 ( $P < 0.05$ );适应期 IgG、IgA、IgM、IL-2、NO 均无显著差异 ( $P > 0.05$ )。

表 2 季节性冷刺激下育肥猪血液的生化指标

Table 2 Influence of seasonal cold stimulation on blood biochemical indexes of fatten pigs

项目 Item	舒适期 Comfortable period	急速降温期 Rapid cooling period	适应期 Adaption period
ALT/(U/L)	71.67±10.60 b	139.33±13.65 a	84.50±13.44 b
AST/(U/L)	43.33±4.73 b	63.67±11.93 a	30.00±1.41 b
AST/ALT	0.61±0.10 a	0.46±0.11 a	0.36±0.04 b
GLU/(mmol/L)	4.03±0.01 b	4.27±0.06 a	4.04±0.02 b
GH/(ng/mL)	1.69±0.13 b	1.91±0.01 a	1.70±0.01 b
Ins/(mIU/L)	6.94±0.57 a	5.32±0.40 b	6.68±0.19 a
T3/(ng/mL)	0.46±0.03 b	0.59±0.04 a	0.46±0.01 b
T4/(ng/mL)	23.19±0.63 b	46.57±1.30 a	23.75±0.64 b

注:同行数据肩标不同小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ )。下表同。

Note: In the same row, values with different lowercase letter superscripts mean significant difference at  $P < 0.05$ . The same below.

2.4 季节性冷刺激对育肥猪抗氧化指标的影响

由表 4 可知,与舒适期相比,急速降温期育肥猪血液中的 GSH-Px、SOD 均显著降低,COR 显著增高 ( $P < 0.05$ ),BUN 增高 34%,但差异不显

著 ( $P > 0.05$ ),适应期 GSH-Px、SOD、COR 均无显著差异 ( $P > 0.05$ ),BUN 增高 30%,但差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表 3 季节性冷刺激下育肥猪血液的免疫因子水平

Table 3 Influence of seasonal cold stimulation on blood immune factor levels of fatten pigs

项目 Item	舒适期 Comfortable period	急速降温期 Rapid cooling period	适应期 Adaption period
IgG/(g/L)	8.53±0.05 a	8.21±0.01 b	8.54±0.04 a
IgA/(g/L)	1.13±0.02 a	1.01±0.00 b	1.12±0.02 a
IgM/(g/L)	0.83±0.01 a	0.79±0.01 b	0.82±0.02 a
NO/(μmol/L)	20.62±0.56 b	32.05±3.87 a	20.39±0.54 b
IL-2/(μg/L)	6.35±0.26 a	3.35±0.27 b	6.64±0.35 a

表 4 季节性冷刺激下育肥猪血液的抗氧化指标

Table 4 Influence of seasonal cold stimulation on fatten pigs' antioxidant indexes

项目 Item	舒适期 Comfortable period	急速降温期 Rapid cooling period	适应期 Adaption period
GSH-Px/(U/mL)	1 938.66±1.18 a	1 916.31±0.51 b	1 927.92±1.26 a
SOD/(U/L)	177.68±5.96 a	166.09±3.00 b	176.10±3.60 a
BUN/(mmol/L)	5.03±0.40	6.70±1.20	6.55±1.34
COR/(ng/mL)	23.17±0.70 b	32.01±3.55 a	22.71±0.99 b

### 3 讨论

当外界环境温度发生变化时,动物机体出现相应的生理生化反应<sup>[5]</sup>。ALT 和 AST 分布于肝组织中,正常情况下,由于细胞膜的屏障作用不易逸出,仅由于细胞的更新而少量释放入血液中。异常情况下,细胞损伤,膜通透性增加,ALT、AST 渗入血清中,造成血清中的含量增高。AST/ALT 比值在一定程度上可以反映肝细胞的损伤程度,轻度肝病时,仅肝细胞中的 AST 释放进入血清中,AST/ALT<1;严重肝损伤时,线粒体和肝细胞中的大量 AST 释放入血清中,造成患者血清中 AST/ALT>1<sup>[6]</sup>。本试验结果显示,冷刺激早期 AST、ALT 快速升高,至后期下降恢复至降温前舒适期水平,且 AST/ALT<1.0,这与刘波等<sup>[7]</sup>和 Strange<sup>[8]</sup>得出的结论一致。可能是因为短期冷刺激造成育肥猪组织细胞膜受到氧化损伤,破坏细胞膜的完整性,使细胞通透性增加,造成轻度肝损伤,具体的作用机制还需要进一步探究。Liang 等<sup>[9]</sup>研究发现,与对照组(处于 15 ℃ 条件下)相比,荷斯坦奶牛暴露在一 9 ℃ 低温条件下 3 d,血清中 ALT 和 AST 均显著下降,本试验结果与此报道不一致的原因可能是奶牛暴露温度过低,导致肝脏代谢缓慢,表明短期低温冷刺激与短期超低温寒冷环境对机体代谢具有不同的影响。

血清中的葡萄糖主要来源于食物消化吸收、糖原分解和糖异生作用。胰岛素是机体内唯一降

低血糖含量的激素,参与机体内多种合成代谢,促进脂肪合成和储存,降低血糖含量。本研究结果表明,短期冷刺激可以降低血液中胰岛素水平,增加血糖浓度。血糖的异常反映肾上腺皮质机能的异常,低温刺激肾上腺,引起下丘脑内生长抑制素减少,胰岛素降低,胰高血糖素含量增加,导致糖原分解和糖原异生加强,动物减少净能沉积,甚至动用机体沉积的能量,分解体内的营养物质,产生大量葡萄糖,从而使血糖含量增加。Xu 等<sup>[10]</sup> 研究表明,10 ℃ 的冷水刺激可使人血清中胰岛素降低,这与本试验结果一致,说明在冷刺激条件下,机体代谢率增加,体内的物质分解代谢加强加快,胰高血糖素分泌旺盛,抑制胰岛素的分泌。

动物垂体分泌的生长激素,主要作用是促进生长发育和物质代谢,诱导加快 DNA、RNA 的合成进度,促进蛋白质合成,促进机体呈正氮平衡,GH 还可以促进脂肪分解,增强脂肪酸氧化,为机体提供能量,抑制外周组织摄取和利用葡萄糖,减少葡萄糖消耗,提高机体血糖水平<sup>[11]</sup>。本试验结果表明,短期低温冷刺激可以显著升高机体血清中 GH 含量。这与宋书豪<sup>[12]</sup> 利用低温和维生素 C 对笼养育成蛋鸭生产性能及生化指标的影响试验得出的结论相同。低温冷刺激使血清中 GH 含量升高的原因可能是育肥猪的肝细胞损伤致使肝脏对 GH 的清除能力下降,垂体前叶分泌 GH 异常。

三碘甲状腺原氨酸(T3)和 T4 由动物的甲状腺分泌,是动物机体重要的激素,可以促进组织代

谢,加强组织氧化分解,增加耗氧量,使机体产热增多;还可以加强糖异生作用,加速脂肪分解,升高血糖浓度等。本试验结果表明,短期低温冷刺激可以增加血清中 T3 和 T4 质量浓度。这与刘广文等<sup>[13]</sup>报道的结论一致。短期低温冷刺激引起甲状腺的分泌速度增高,使机体组织的代谢率增加,产热量增多,从而可以一定程度上缓解冷刺激对机体的损害。

IgA、IgG、IgM 是动物机体分泌的免疫球蛋白,是参与机体体液免疫的主要抗体,三者血清中的含量代表免疫球蛋白的整体水平,其含量是体液免疫的重要标志<sup>[14]</sup>。IL-2 是主要由 T 细胞合成的一种重要细胞因子,通过增加淋巴细胞数目和提高细胞活性来增强机体免疫力,还可诱导增强对毒性细胞的杀伤活性,协同刺激细胞增殖与分泌,增强活化的细胞产生干扰素,诱导淋巴细胞产生,从而进一步增强机体的免疫功能,其含量是细胞免疫的重要标志<sup>[15]</sup>。NO 在生物体内具有重要的生物功能,在免疫杀伤过程中发挥重要作用,可以杀伤入侵的细菌、真菌等微生物,清除肿瘤细胞、有机体异物,抗炎症损伤。目前认为,激活的巨噬细胞释放的 NO 可以通过抑制靶细胞线粒体中三羧酸循环、电子传递和细胞 DNA 合成等途径,发挥杀伤靶细胞的效应。本试验结果表明,短期效应内,低温冷刺激可以降低血清中 IgA、IgG、IgM 和 IL-2 含量,增高血清中 NO 含量,导致育肥猪免疫力降低。王长平<sup>[16]</sup> 研究报道,降温 5~7℃ 进行冷刺激,与降温前相比,肉鸡血清中 IgG 含量相比无显著变化。与本试验结论不同,原因可能是试验动物和处理温度不同。

GSH-Px、SOD 在各组织器官抵抗氧化损伤中发挥着重要作用。GSH-Px 广泛存在于生物体内,可以清除 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和过氧化物,催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 和脂质过氧化物还原,防止脂质过氧化物对机体生物膜和组织的损伤,保护细胞膜结构和功能的完整性;SOD 主要功能是清除超氧阴离子自由基,保护细胞免受损伤,因此 SOD 的活性可反映机体清除自由基的能力。Kaushik 等<sup>[17]</sup> 研究冷应激对小鼠抗氧化防御系统的影响,结果表明冷应激可使血清中 SOD 和 GSH-Px 的活性均显著降低,与本试验结果所得出的结论一致,说明季节性短期冷刺激能导致机体脂质过氧化程度加强,自由基蓄积,导致机体组织氧化损伤。

COR 由肾上腺皮质分泌,主要调节体内糖和

蛋白质的代谢,可以抑制肌肉和脂肪组织从血液中摄取葡萄糖;促进肌肉蛋白分解,增强脂肪组织水解;促进糖异生和诱导肝、肾中葡萄糖的合成,以维持血糖水平<sup>[18]</sup>。本试验结果表明,低温冷刺激增高血液中 COR 含量,这可能是由于冷应激使垂体分泌促肾上腺皮质激素增加,促进肾上腺皮质分泌皮质醇,从而加强细胞的代谢活动,促进蛋白质分解及糖异生,增加产热量以维持体温的恒定<sup>[19]</sup>。

BUN 是动物机体蛋白质代谢的终产物。在机体出现过度应激、高蛋白膳食、蛋白分解、肾炎等状况时,BUN 含量才会出现升高。本试验结果显示,短期低温冷刺激在一定程度上使 BUN 含量升高,但差异不显著,这可能是短期低温冷刺激对肾脏功能的影响较小,BUN 含量未出现显著变化。

## 4 结论

季节性短期冷刺激导致育肥猪血清中 ALT、AST、GLU、GH、T3 和 T4 含量显著增高,INS 含量显著降低,导致育肥猪合成代谢降低,促进分解代谢。季节性短期冷刺激导致血清中 IgA、IgG、IgM、IL-2 含量显著降低,NO 含量升高,从而使育肥猪免疫力降低。季节性短期冷刺激导致育肥猪血清中 GSH-Px、SOD 含量显著降低,COR 含量升高,从而使育肥猪抗氧化能力降低。

## 参考文献 Reference:

- [1] 张建军,牟文慧. 规模化猪场冬季饲养管理现状的研究[J]. 猪业科学,2016,33(1):118-119.  
ZHANG J J, MOU W H. The management status of large-scale pig farms in winter breeding research [J]. *Swine Industry Science*, 2016(1):118-119(in Chinese).
- [2] 李 静,李玉恒,孟 宇,等. 冷应激对动物相关基因表达的影响[J]. 畜牧与兽医,2012(S1):87-90.  
LI J, LI Y H, MENG Y, et al. Effect of gene expression of cold stress on animals [J]. *Animal Husbandry and Veterinary*, 2012(S1):87-90(in Chinese with English abstract).
- [3] 谭溪清,罗凤珍,朱 良. 大约克生长猪采食行为研究[J]. 畜牧与兽医,2011,43(3):45-47.  
TAN X Q, LUO F ZH, ZHU L. Yorkshire pigs foraging behavior [J]. *Animal Husbandry and Veterinary*, 2011, 43(3):45-47(in Chinese with English abstract).
- [4] 徐如海,胡锦平,翁经强,等. 猪采食规律观测[J]. 养猪,2007(2):18.  
XU R H, HU J P, WENG J Q, et al. law of pigs foraging observations [J]. *Pig*, 2007(2):18(in Chinese).

- [5] SHINDER D, RUSAL M, TANNY J, *et al.* Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age [J]. *Poultry Science*, 2007, 86(10): 2200-2209.
- [6] 王香丽, 麦康森, 徐 玮, 等. 蛋氨酸对瓦氏黄颡鱼幼鱼肝脏及血浆中谷草转氨酶和谷丙转氨酶活性的影响[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2015, 46(9): 49-53.  
WANG X L, MAI K S, XU W, *et al.* Methionine of darkbarbel catfish *pelteobagrus vachelli* larvae liver and plasma levels of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase activity [J]. *Journal of Ocean University (Natural Science Edition)*, 2015, 46(9): 49-53 (in Chinese with English abstract).
- [7] 刘 波, 王美鑫, 谢 骏, 等. 低温应激对吉富罗非鱼血清生化指标及肝脏 *HSP70* 基因表达的影响[J]. 生态学报, 2011, 31(17): 4866-4873.  
LIU B, WANG M G, XIE J, *et al.* Effects of acute cold stress on serum biochemical and immune parameters and liver *HSP70* gene expression in GIFT strain of Nile tilapia [J]. *Ecologica*, 2011, 31(17): 4866-4873 (in Chinese with English abstract).
- [8] STRANGE R J. Corticoid stress responses to handling and temperature in salmonids [J]. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2011, 106(3): 213-218.
- [9] LIANG H Y, JIA Y Q, MIAO S J, *et al.* Effects of environmental temperature on serum indicators of cows fed in bricks cow house [J]. *Journal of Heilongjiang Bayi Agricultural University*, 2010, 12(6): 12-15.
- [10] XU X J, PETER T, GORDON G. A mathematical model for human brain cooling during cold-water near-drowning [J]. *Journal of Applied Physiology*, 1999, 86(1): 265-272.
- [11] MARITZ G S, COCK M L, SAMANTHA L, *et al.* Fetal growth restriction has long-term effects on postnatal lung structure in sheep [J]. *Pediatric Research*, 2004, 55(2): 287-295.
- [12] 宋树豪. 低温和维生素对笼养育成蛋鸭生产性能及生化指标的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2009.  
SONG SH H. Effects of cold stress and vitamin C on growth performance and sexual maturity of laying ducks of growing period in cage [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2009 (in Chinese with English abstract).
- [13] 刘广文, 陈红卫, 潘砚鹏, 等. 常温和中低温体外循环对甲状腺素变化的影响[J]. 中国心血管病研究杂志, 2012, 10(10): 727-729.  
LIU G W, CHEN H W, PAN Y P, *et al.* Effect of normothermic and hypothermic cardiopulmonary bypass on thyroid hormone [J]. *Journal of Cardiovascular Disease Research*, 2012, 10(10): 727-729 (in Chinese with English abstract).
- [14] 王世若, 王兴龙, 韩文瑜. 现代动物免疫学[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001: 373-382.  
WANG SH R, WANG X L, HAN W Y. Modern animal immunology [M]. Changchun: Jilin Science and Technology Publishing House, 2001: 373-382 (in Chinese).
- [15] PAUL A A, CHRYSTAK MM P, MOJGAN A, *et al.* Interleukin-2-dependent mechanisms of tolerance and immunity in vivo [J]. *Immunol*, 2006, 176(9): 5255-5266.
- [16] 王长平. 不同冷刺激对商品肉鸡生理、免疫、肉质、行为及生产性能的影响[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2012.  
WANG CH P. The effects of different cold stimuli on the physiology, immunity, meat quality, behavior and growth performance in commercial broilers [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2012 (in Chinese with English abstract).
- [17] KAUSHIK S, KAUR J. Chronic cold exposure affects the antioxidant defense system in various rat tissues [J]. *Clinica Chimica Acta*, 2003, 33(1): 69-77.
- [18] 郭景茹, 杨焕民, 王忠伟, 等. 冷应激对畜禽免疫系统功能影响的研究进展[J]. 环境与健康杂志, 2010, 27(7): 649-651.  
GUO J R, YANG H M, WANG ZH W, *et al.* Research progress on effects of cold stress on function of immune system in cattle and poultry [J]. *Journal of Environment and Health*, 2010, 27(7): 649-651 (in Chinese with English abstract).
- [19] 邹思湘. 动物生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.  
ZOU S X. Animal Biochemistry [M]. Beijing: China Agricultural Press, 2013 (in Chinese).

# Effect of Seasonal Cold Short-Term Stimulation on Blood Biochemical Indicators, Levels of Immune Factors and Oxidation Index of Finishing Pigs

MU Shuqin<sup>1,2</sup>, LI Chi<sup>3</sup>, YAN Jun<sup>1,2</sup>, LI Ning<sup>1</sup>, LI Tong<sup>3</sup> and WANG Wenjie<sup>1,2</sup>

(1. Tianjin Animal Science and Veterinary Research Institute, Tianjin 300381, China; 2. Tianjin Livestock and Poultry Health Aquaculture Engineering Center, Tianjin 300381, China; 3. College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

**Abstract** This study was conducted to explore the influence of seasonal cold short-term stimulation on blood biochemical indexes, levels of immune factors and oxidation index of finishing pigs. Sixty pigs with body weight of  $(116 \pm 5)$  kg were selected and randomly assigned into 5 groups with 12 replicates in each group. During the trial period, the average temperature of pigsty decreased caused cold stimulation to herds. The results showed that cold stimulation significantly reduced insulin content, while serum alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, growth hormone, L-glucose, three iodine thyroid and thyroid hormone significantly increased. Cold stimulation significantly reduced immunoglobulin a, g, m, interleukin-2 and increased nitric oxide, reduced immunity of fattening pigs. Cold stimulation significantly reduced Glutathione peroxidase, superoxide dismutase and increased cortisol, reduced the antioxidant capacity of fattening pigs. So seasonal cold short-term stimulation change partial pig serum biochemical indexes, and reduce the immune system and antioxidant capacity.

**Key words** Seasonal cold stimulation; Serum biochemical indices; Immune indexes; Antioxidant indexes

**Received** 2016-08-15      **Returned** 2016-10-06

**Foundation item** Key Sci-tech Project of the "12th Five-year-plan" of China (No. 2012BAD39B01-3); the National Natural Science Foundation of China (No. 31402097).

**First author** MU Shuqin, female, researcher. Research area: animal nutrition and feed science. E-mail: mushuq@163.com

**Corresponding author** WANG Wenjie, male, research fellow, doctoral supervisor. Research area: animal nutrition and feed science. E-mail: anist@vip.163.com

(责任编辑:顾玉兰    **Responsible editor: GU Yulan**)