

两种植物提取物复合物对断奶仔猪免疫功能的影响

吕明其¹, 王小辉², 王冠淞¹, 王文玫¹, 林国徐³, 秦 韬², 李 健², 俞道进², 黄一帆^{2*}, 马玉芳^{1*}

¹福建农林大学 中西兽医结合与动物保健福建省高等学校重点实验室;

²福建省兽医中药与动物保健重点实验室, 福州 350002; ³莆田市优利可农牧发展有限公司, 莆田 351100

摘要: 本试验旨在研究日粮中添加两种植物提取物对断奶仔猪免疫指标的影响。选取胎次相近(3~6胎次)、体重相近、25日龄断奶的“Y x L”仔猪120头, 随机分为4组, 每组3个重复, 每个重复10头。其中, 对照组饲喂基础日粮, 3个试验组分别在基础日粮上添加20 mg/kg 硫酸抗敌素 + 100 mg/kg 杆菌肽锌、400 mg/kg 植物提取物复合物 I、400 mg/kg 植物提取物复合物 II, 试验期30天。结果表明: 与对照组相比, 45日龄时两组植物提取物复合物组 IgA、IgM、IgG、C₃、C₄、IL-2、IFN- γ 含量均显著提高($P < 0.05$), RBC 总数与 IL-6 含量升高; 60日龄时, 三个试验组 IL-2、IL-6、IFN- γ 显著提高($P < 0.05$), 两组植物提取物复合物组 IgM、IgG、C₃、C₄ 含量及 RBC 总数均极显著提高($P < 0.01$), IgA 含量显著提高($P < 0.05$)。上述结果表明, 两组植物提取物复合物能够改善断奶仔猪的免疫功能。

关键词: 植物提取物复合物; 断奶仔猪; 免疫功能

中图分类号: S853.76

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2018.10.022

Effects of Two Plant Extracts Compounds on Immune Function in Weaned Piglets

LV Ming-qi¹, WANG Xiao-hui², WANG Guan-song¹, WANG Wen-mei¹, LIN Guo-xu³, QIN Tao², LI Jian², YU Dao-jin², HUANG Yi-fan^{2*}, MA Yu-fang^{1*}

¹Fujian Agriculture and Forestry University, University Key Laboratory for Integrated Chinese Traditional and Western Veterinary Medicine and Animal Healthcare in Fujian Province;

²Fujian Key Laboratory of Traditional Chinese Veterinary Medicine and Animal Health, Fuzhou 350002, China;

³Putian Youlike Agriculture and Animal Husbandry Developing CO., LTD, Putian 351100, China

Abstract: The study was conducted to investigate the effects of two plant extracts on the immune function of weaned piglets. One hundred and twenty 25-day-old weaned pigs (Large White x Landrace) with similar average body weight were selected and randomly allocated into four groups with three replicates per group and ten piglets per replicate. Piglets in the control group was fed a basal diet, and the others in the experimental groups were fed the basal diets supplemented with 20 mg/kg colistin sulfate and 100 mg/kg bacitracin zinc (antibiotic group), 400 mg/kg plant extracts compounds I (plant extract compounds I group), 400 mg/kg plant extract compound II (plant extract compound II), respectively. The experiment lasted for 30 days. The results showed that: at 45 days of age, the contents of IgA, IgM, IgG, C₃, C₄, IL-2 and IFN- γ were significantly higher in the two plant extract compounds groups ($P < 0.05$), contents of IL-6 and the total number of RBC in two plant extracts compounds groups increased; at 60 days of age, contents of IL-2, IL-6 and IFN- γ in three experimental groups increased ($P < 0.05$), contents of IgM, IgG, C₃ and C₄ and the total number of RBC in two plant extracts compounds groups increased ($P < 0.01$), and IgA level increased ($P < 0.05$). The results showed that the two kinds of plant extracts could improve the immune function of weaned piglets.

Key words: plants extract compounds; weaned piglets; immune function

仔猪断奶是养猪生产中的重要环节。此阶段仔猪易发生免疫应激, 导致仔猪采食量下降、消化功能

紊乱和腹泻情况, 影响仔猪生长发育^[1,2]。植物提取物作为饲料添加剂使用后可刺激动物食欲, 提高采食量以及动物生长性能和母畜繁殖性能, 提高机体免疫能力^[3,4], 调节动物胃肠道的形态结构和生理功能等作用^[5]。植物提取物复合物 I(主要成分

为大蒜素、鞣花酸等)和植物提取物复合物Ⅱ(主要成分为 Cimenol 环和柠檬酸等)均能提高动物的组织再生、代谢功能、免疫功能、杀菌抗菌能力等,从而提高动物的健康水平,促进生长和改善饲料转化率。2种植物提取物复合物作为抗生素替代产物能够促进断奶仔猪生长性能^[6,7],但是针对免疫功能的研究却鲜有报道。本试验拟在断奶仔猪基础日粮中添加上述两种植物提取物复合物,通过检测相关免疫指标探讨2种植物提取物复合物对断奶仔猪的免疫功能的影响,研究结果为植物提取物复合物在断奶仔猪中的应用提供借鉴和依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

植物提取物复合物Ⅰ:主要成分为大蒜素(7%)、鞣花酸等;植物提取物复合物Ⅱ:主要成分为 Cimenol 环(5%)和柠檬酸(10%)等;上述2种植物提取物复合物均购自西班牙百卫公司。

RT-9900 半自动生化分析仪(深圳雷杜生命科学有限公司);VIS-7200 型可见分光光度计(上海美普达仪器有限公司);STATFAX2100 型全自动酶标仪(Awareness Technology Inc 公司);Sk-1 快速混匀器(金坛市科析仪器有限公司);HH-2 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司);Allegra X-22R 冷冻离心机(美国 Beckman Coulter 公司);免疫球蛋白(IgA、IgG、IgM)试剂盒、补体(C_3 、 C_4)试剂盒(浙江伊利康生物技术有限公司);血清细胞因子(IL-2、IL-6、IFN- γ)ELISA 试剂盒(上海邦奕生物科技有限公司)。

1.2 试验动物与分组

选取胎次相近(3~6胎次)、体重相近、25日龄断奶的“Y x L”二元仔猪120头,随机分为4组,每组3个重复,每个重复10头。其中,对照组饲喂基础日粮,3个试验组分别在基础日粮上添加100 mg/kg 杆菌肽锌+20 mg/kg 硫酸抗敌素(抗生素组)、400 mg/kg 植物提取物复合物Ⅰ(植物提取物Ⅰ组)、400 mg/kg 植物提取物复合物Ⅱ(植物提取物Ⅱ组),预饲期为5天,正式试验为30天。试验期间所有仔猪都自由采食干粉料,自由饮水,并按照猪场常规管理程序进行驱虫与免疫防疫。基础饲料组成与营养水平参见表1^[5]。

1.3 血样的采集与处理

试验仔猪45、60日龄时,每个重复随机选取体重中等的3头仔猪,前腔静脉采血6~8 mL,其中2

mL 放入 EDTA- k_2 抗凝管中用于血常规分析,其余血样放入不加抗凝剂的离心管中,3 000 rpm 离心 10 min,收集血清,Eppendorf 管分装,-20 ℃ 保存,用于检测血清中免疫球蛋白、补体、细胞因子含量。

1.4 血清免疫球蛋白和补体含量测定

免疫球蛋白(IgG、IgM、IgA)和补体(C_3 、 C_4)含量均采用免疫比浊法测定,测试仪器为 RT-9900 半自动生化分析仪,具体操作步骤按试剂盒说明书进行。

1.5 血清细胞因子含量测定

血清白介素2(IL-2)、白介素6(IL-6)、干扰素- γ (IFN- γ)含量用 ELISA 法测定,测试仪器为全自动酶标仪,具体操作步骤按试剂盒说明书操作。

1.6 红细胞总数测定

EDTA- k_2 抗凝管中血样送福州市空军医院检验科协助检测,测定仪器为 T-2100 型全血细胞计数分析仪。

1.7 统计分析

试验数据用平均值 \pm 标准差表示,采用 SPSS 17.0 软件进行单因子方差分析(One-Way ANOVA),LSD 法进行多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著。

2 结果与分析

2.1 试验猪血清免疫球蛋白和补体含量的影响

由表2可知仔猪在45日龄时,与对照组相比,抗生素组、植物提取物复合物Ⅰ组、植物提取物复合物Ⅱ组 IgA 分别提高 5.26% ($P > 0.05$)、55.41% ($P < 0.01$)和 40.04% ($P < 0.05$);IgM 分别提高 9.02% ($P > 0.05$)、19.18% ($P > 0.05$)和 23.60% ($P < 0.05$);IgG 分别提高 3.14% ($P > 0.05$)、18.78% ($P < 0.01$)和 15.52% ($P < 0.01$); C_3 分别提高 7.27% ($P > 0.05$)、27.00% ($P < 0.05$)和 28.58% ($P < 0.05$); C_4 分别提高 0.87% ($P > 0.05$)、22.88% ($P < 0.01$)和 34.14% ($P < 0.01$)。

由表3可知仔猪60日龄时,与对照组相比,抗生素组、植物提取物复合物Ⅰ组、植物提取物复合物Ⅱ组 IgA 分别提高 1.30% ($P > 0.05$)、17.83% ($P < 0.05$)和 16.14% ($P < 0.05$);IgM 分别提高 0.80% ($P > 0.05$)、34.44% ($P < 0.01$)和 36.98% ($P < 0.01$);IgG 分别提高 3.14% ($P > 0.05$)、18.78% ($P < 0.01$)和 15.52% ($P < 0.01$); C_3 分别提高 4.64% ($P > 0.05$)、66.10% ($P < 0.01$)和

88.07% ($P < 0.01$); C_4 分别提高 14.29% ($P > 0.05$)、55.01% ($P < 0.01$) 和 74.23% ($P < 0.01$)。

表 1 基础饲料组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (DM basis) %

项目 Group	第 1 阶段(31~45 日龄) Stage 1 (30-45 days old)	第 2 阶段(46~60 日龄) Phase 2 (45-60 days of age)
原料 Ingredients		
玉米 Com	53.00	60.00
豆粕 Soybean meal	6.00	11.00
膨化全脂大豆 Extruded full-fat soybean	13.00	11.00
乳清粉 Dried whey	12.00	6.00
血浆蛋白粉 Plasma protein powder	5.00	0.00
鱼粉 Fish meal	3.50	5.00
柠檬酸 Citric acid	1.50	1.00
白糖 Sugar	2.00	2.00
预混料 premix 1)	4.00	4.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels 2)		
消化能 DE/(MJ/kg)	14.07	13.96
粗蛋白质 CP	18.00	17.00
赖氨酸 Lys	1.30	1.15
蛋氨酸 Met	0.35	0.34
苏氨酸 Thr	0.87	0.74
色氨酸 Try	0.24	0.21
钙 Ca	0.83	0.78
有效磷 P	0.68	0.65

注:1) 预混料为每千克饲料提供: V_E 60 IU, V_K 2.5IU, V_{B1} 30 mg, V_{B2} 10 mg, V_{B6} 30 mg, V_{B12} 30 μ g, 烟酸 260 mg, 泛酸 250 mg, 叶酸 1.2 mg, 氯化胆碱 500 mg, 生物素 1.4 mg, Cu 50 mg, Fe 120 mg, Mn 40 mg, Zn 80 mg, I 0.6 mg, Se 0.3 mg。2) 消化能为计算值,其余为实测值。

Note:1) The premix provided the following per kg of diets: V_E 60 IU, V_K 2.5IU, V_{B1} 30 mg, V_{B2} 10 mg, V_{B6} 30 mg, V_{B12} 30 μ g, Nicotinic acid 260 mg, D-pantothenic-acid 250 mg, Folic acid 1.2 mg, Choline chloride 500 mg, Biotin 1.4 mg, Cu (as copper sulfate) 50 mg, Fe (as ferrous sulfate) 120 mg, Mn (as manganese sulfate) 40 mg, Zn (as zinc sulfate) 80 mg, I (as potassium iodide) 0.6 mg, Se (as sodium selenite) 0.3 mg。2) DE was a calculated value, while the others were measured values.

表 2 植物提取复合物对 45 日龄试验猪血清免疫球蛋白和补体含量的影响 (mg/L)

Table 2 Effects of plant extract compounds on contents of serum immunoglobulin and complement content in experimental piglets at the age of 45 days (mg/L)

项目 Items	对照组 Control group	抗生素组 Antibiotic group	植物提取物复合物 I 组 Plant extract complex I group	植物提取物复合物 II 组 Plant extract complex II group
免疫球蛋白 A IgA	56.24 \pm 21.74 ^{Aa}	59.20 \pm 22.84 ^{ABa}	87.40 \pm 15.41 ^{Bb}	78.76 \pm 14.38 ^{ABb}
免疫球蛋白 M IgM	404.35 \pm 80.39 ^{Aa}	440.81 \pm 94.54 ^{Aa}	481.92 \pm 68.58 ^{Aa}	499.77 \pm 82.74 ^{Ab}
免疫球蛋白 G IgG	2183.93 \pm 219.53 ^{Aa}	2252.50 \pm 165.25 ^{Aa}	2594.01 \pm 140.06 ^{Bb}	2522.92 \pm 171.46 ^{Bb}
补体 3 C_3	57.62 \pm 16.85 ^{Aa}	61.81 \pm 10.18 ^{Aab}	73.18 \pm 15.89 ^{Ab}	74.08 \pm 14.27 ^{Ab}
补体 4 C_4	34.36 \pm 5.20 ^{Aa}	34.66 \pm 3.48 ^{Aa}	42.22 \pm 7.65 ^{Bb}	46.09 \pm 6.82 ^{Bb}

注:同行数据相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$), 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 ($P < 0.01$)。下表同。

Note: In the same row, values with the same letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), and with different capital letter superscripts mean very significant difference ($P < 0.01$). The same as below.

表3 植物提取物复合物对60日龄试验猪血清免疫球蛋白和补体含量的影响(mg/L)

Table 3 Effects of plant extract compounds on contents of serum immunoglobulin and complement content in experimental piglets at the age of 60 days (mg/L)

项目 Items	对照组 Control group	抗生素组 Antibiotic group	植物提取物复合物 I 组 Plant extract complex I group	植物提取物复合物 II 组 Plant extract complex II group
免疫球蛋白 AIgA	152.88 ± 27.38 ^{Aa}	154.86 ± 15.87 ^{Aa}	180.14 ± 24.03 ^{Ab}	177.55 ± 17.70 ^{Ab}
免疫球蛋白 MIgM	431.12 ± 82.01 ^{Aa}	434.56 ± 103.41 ^{Aa}	579.60 ± 76.13 ^{Bb}	590.55 ± 62.37 ^{Bb}
免疫球蛋白 GIgG	2482.11 ± 247.79 ^{Aa}	2712.52 ± 172.17 ^{AaBb}	3039.74 ± 237.93 ^{Bc}	2939.74 ± 260.88 ^{Bbc}
补体 3 C ₃	65.73 ± 18.01 ^{Aa}	68.78 ± 15.92 ^{Aa}	109.18 ± 26.38 ^{Bb}	123.62 ± 19.26 ^{Bb}
补体 4 C ₄	36.25 ± 6.19 ^{Aa}	41.43 ± 8.37 ^{Aa}	65.19 ± 15.91 ^{Bb}	63.16 ± 11.97 ^{Bb}

2.2 试验猪血清细胞因子指标

由表4可知仔猪45日龄时,与对照组相比,抗生素组、植物提取物复合物 I 组、植物提取物复合物 II 组分别提高 9.58% ($P > 0.05$)、26.43% ($P <$

0.01) 和 31.06% ($P < 0.01$); IL-6 分别提高 4.81% ($P > 0.05$)、31.29% ($P < 0.01$) 和 17.15% ($P > 0.05$); IFN- γ 分别提高 13.63% ($P > 0.05$)、24.14% ($P < 0.01$)、25.62% ($P < 0.01$)。

表4 植物提取物复合物对45日龄试验猪血清细胞因子含量的影响(mg/L)

Table 4 Effects of plant extract compoundson content of serum cytokine content in experimental piglets at the age of 45 days (mg/L)

项目 Items	对照组 Control group	抗生素组 Antibiotic group	植物提取物复合物 I 组 Plant extract complex I group	植物提取物复合物 II 组 Plant extract complex II group
白细胞介素-2 IL-2	15.55 ± 3.98 ^{Aa}	17.04 ± 3.51 ^{ABab}	19.66 ± 3.05 ^{Bbc}	20.38 ± 2.01 ^{Bc}
白细胞介素-6 IL-6	117.77 ± 39.56 ^{Aa}	123.44 ± 8.22 ^{ABa}	154.62 ± 12.39 ^{Bb}	137.97 ± 33.69 ^{ABab}
干扰素- γ IFN- γ	27.59 ± 4.60 ^{Aa}	31.35 ± 1.66 ^{ABb}	34.25 ± 2.96 ^{Bbc}	34.66 ± 3.84 ^{Bc}

由表5可知仔猪在60日龄时,与对照组相比,抗生素组、植物提取物复合物 I 组、植物提取物复合物 II 组 IL-2 分别提高 11.24% ($P > 0.05$)、41.43% ($P < 0.01$) 和 48.72% ($P < 0.01$); IL-6 与分别提高

2.98% ($P > 0.05$)、19.12% ($P < 0.01$) 和 20.88% ($P < 0.01$); IFN- γ 分别提高 9.07% ($P > 0.05$)、22.92% ($P < 0.01$) 和 18.69% ($P < 0.05$)。

表5 植物提取物复合物对60日龄试验猪血清细胞因子含量的影响(mg/L)

Table 5 Effects of plant extracts compound on content of serum cytokine content in experimental piglets at the age of 60 days (mg/L)

项目 Items	对照组 Control group	抗生素组 Antibiotic group	植物提取物复合物 I 组 Plant extract complex I group	植物提取物复合物 II 组 Plant extract complex II group
白细胞介素-2 IL-2	15.64 ± 1.59 ^{Aa}	17.62 ± 1.82 ^{Aa}	22.12 ± 4.28 ^{Bb}	23.26 ± 2.36 ^{Bb}
白细胞介素-6 IL-6	127.38 ± 23.47 ^{Aa}	131.17 ± 12.75 ^{Aa}	151.73 ± 5.83 ^{Bb}	153.98 ± 2.45 ^{Bb}
干扰素- γ IFN- γ	29.10 ± 5.04 ^{Aa}	31.74 ± 3.35 ^{ABab}	35.77 ± 7.76 ^{Bb}	34.54 ± 4.22 ^{ABb}

2.3 试验猪红细胞总数测定

由表6可知,仔猪45日龄时,与对照组相比,抗生素组、植物提取物复合物 I 组、植物提取物复合物 II 组 RBC 分别提高 4.38% ($P > 0.05$)、0.34% ($P > 0.05$) 和 2.36% ($P > 0.05$); 在仔猪60日龄时,与对照组相比,抗生素组、植物提取物复合物 I 组、植物提取物复合物 II 组 RBC 分别提高 7.05% ($P <$

0.05)、6.38% ($P > 0.05$) 和 9.06% ($P < 0.01$)。

3 讨论

血清免疫球蛋白是动物机体的体液免疫的一个重要组成部分。IgA 是保护机体的一道重要防线,具有抗菌、抗病毒及抗毒素的作用外同时还具有对机体消化道、呼吸道等黏膜免疫中充当"屏障"保护

表6 植物提取物复合物对试验猪红细胞总数的影响

Table 6 Effects of plant extracts compound on the number of red blood cells of experimental piglets.

日龄 Age of age	项目 Items	对照组 Control group	抗生素组 Antibiotic group	植物提取物复合物 I 组 Plant extract complex I group	植物提取物复合物 II 组 Plant extract complex II group
45 日龄	红细胞 RBC($10^{12} \cdot L^{-1}$)	5.93 ± 0.24 ^{Aa}	6.19 ± 0.33 ^{Aa}	5.95 ± 0.37 ^{Aa}	6.07 ± 0.17 ^{Aa}
60 日龄	红细胞 RBC($10^{12} \cdot L^{-1}$)	5.96 ± 0.41 ^{Aa}	6.38 ± 0.36 ^{ABb}	6.34 ± 0.46 ^{ABab}	6.50 ± 0.30 ^{Bb}

作用^[8,9]。IgG 是机体抗感染的主要免疫球蛋白, IgM 是免疫反应最初阶段产生的抗体。植物提取物能够通过与免疫细胞膜上的特异受体结合,介导免疫细胞激活的信号通路,来调控 B 淋巴细胞、T 淋巴细胞、巨噬细胞、等免疫细胞的分泌,进而增强动物机体的免疫力和抗病力^[10]。有报道牛至油提取物^[11]、白术多糖^[12]能提高血清免疫球蛋白含量,对机体抗病力方面有较大作用。本试验研究表明 2 种植物提取物复合物均可以提高仔猪的免疫球蛋白含量,这可能是植物提取物复合物 I 中的大蒜素等亲营养素成分可以提高机体的特异性免疫,对促进淋巴细胞的增殖和抗体具有显著作用^[13];植物提取物复合物 II 组中 Cimenol 环具有提高非特异性免疫的作用,添加在仔猪日粮中有增强巨噬细胞吞噬活性、嗜中性粒细胞和自然杀伤细胞的活力,进而增强仔猪机体的体液免疫力和机体抗病能力^[14]。补体 C₃、C₄ 对于特异性免疫和非特异性免疫都起着重要的作用,活化的补体能够参与机体的免疫应答与自身的稳定功能,同时可与吞噬细胞和抗体配合消灭抗原物质^[15]。黄其春等^[16]报道,在日粮中添加质量分数 0.2% 或 0.3% 银杏叶提取物(EGB),可促进血清补体 C₃、C₄ 的生成。蔡旭滨等^[17]研究表明饲料中添加太子参茎叶多糖可极显著提高断奶仔猪的血清 C₃、C₄ 含量。本试验结果表明两组提取物复合物组在 60 日龄时 IgM 含量与对照组相比差异极显著。45、60 日龄与对照组相比 C₃ 含量有显著或极显著提升。IgA、IgG、C₄ 含量在 45、60 日龄时与对照组相比均显著或极显著提升,且与抗生素组相比均差异显著。这一结果与李建平^[18]研究的柠檬酸可提高断奶仔猪免疫功能相似。说明两组提取物复合物组能促进免疫细胞的分泌,使补体处在较高水平,并与抗体和吞噬细胞配合消灭病原微生物。

IL-2 细胞是在机体内具有广泛生物活性的辅助性 T(Th)1 型细胞因子,可以促进淋巴细胞的增殖,分化和促进免疫球蛋白的分泌,对动物机体的免疫应答和生长发育起着重要的作用,若细胞白介素-2

受体受到伤害,则免疫应答机能也下降^[19,20]。IL-6 是单核细胞/巨噬细胞产生的因子,可促进免疫球蛋白 IgG、IgM 和 IgA 的分泌,诱导 T 细胞产生 IL-2 和 IL-2 受体。IFN 具有广谱的抗病毒,抗细胞增殖,对免疫功能有调节作用。邹云等^[21]研究表明植物多糖可以促进断奶仔猪分泌 IL-2 和 IFN- α 分泌,提高断奶仔猪抵抗力。Tan 等^[22]和 Spelman 等^[23]研究表明大蒜提取物可促进单核细胞的增殖,刺激细胞因子的产生(如 IL-1, IL-6, TNF- α , IFN)增强巨噬细胞的吞噬能力。本试验结果研究显示两组植物提取物复合物组在 IL-2、IL-6、IFN- γ 方面均有显著提高。45、60 日龄时植物提取物复合物 I、II 组 IL-2、IFN- γ 含量与对照组相比差异极显著,60 日龄植物提取物复合物 II 组 IL-6 与对照组相比差异极显著。这可能由于两组植物提取物复合物中含有的大蒜素或(Cimenol 环)中含有的黄酮类物质和柠檬酸等物质能够促进血液中细胞因子的分泌,从而促进 IL-2、IL-6、IFN- γ 的产生,提高仔猪的免疫力。这与李建平^[24]发现添加适量的柠檬酸对断奶仔猪血清中的 IL-2 含量有提高趋势,增强了机体免疫功能的结果相似。

红细胞的结构简单,没有细胞核和细胞器,只有细胞膜,所以一直以来认为红细胞仅是运输气体的工具。近年来研究发现,红细胞不仅运送氧气和二氧化碳,同时也具有识别、黏附、浓缩抗原、杀伤病原体、清除免疫复合物的能力,参与动物机体的免疫调控^[25]。田春雷等^[26]研究发现复合抗菌肽“态康利保”可显著提高断奶仔猪外周血红细胞表面 C₃b 受体,减少红细胞免疫复合物,促进断奶仔猪红细胞免疫功能,对断奶仔猪免疫功能有促进作用。马玉芳等^[27]研究表明,以黄芪鱼腥草、刺五加、茯苓等配伍组成的 2 种中药饲料添加剂均能提高断奶仔猪红细胞数目。张飞等^[28]研究表明黄芪多糖可显著提高能提高早期断奶仔猪外周血中的红细胞数量。本试验结果表明,与对照组相比,60 日龄时植物提取物复合物 II 组红细胞数目差异极显著,红细胞数目随

着饲喂日龄的增加而升高,说明两组植物提取物复合物均能增强动物机体免疫力,调节仔猪断奶阶段因应激而产生的免疫机能下降的发生,上述结果表明了两组植物提取物复合物对于断奶仔猪的细胞免疫功能具有增强作用。

4 结论

饲料中添加两组植物提取物复合物可提高血清中免疫球蛋白 IgM、补体 C₃、C₄ 以及细胞因子 IL-2、IL-6、IFN- γ 的含量,提高血液中 RBC 数目,说明其能够改善断奶仔猪应激产生的免疫机能下降,有效提高机体免疫力。

参考文献

- Shi ZT(史自涛), Yao YC(姚焰础), Jiang S(江山), *et al.* Effects of *Enterococcus faecalis* Substitute for antibiotic on growth performance, diarrhea rate, blood biochemical parameters and immune organs of weaner piglets[J]. *Acta Zoonutrim Sinica*(动物营养学报), 2015, 27:1832-1840.
- Han J(韩杰), Bian LQ(边连全), Liu LJ(刘显军), *et al.* Effects of dietary *acanthopanax senticosus* polysaccharide on Immune parameters in blood of weaner piglets[J]. *Acta Zoonutrim Sinica*(动物营养学报), 2012, 24:2444-2449.
- Zhang J(张杰), Zhang LL(张兰兰), Bilkei, *et al.* Effects of Plant extract additive on lymphocyte immune performance and production performance of growing finishing pigs[J]. *Feed Husba*(饲料与畜牧), 2011(4):28-29.
- Cao L(曹璐). The effects of phytogetic feed additive on growth performance, antioxidant capability and carcass characteristics in weanling piglets and fnishing pigs[D]. Chengdu: Sichuan Agricultural University(四川农业大学), 2010.
- Chen LF(陈凌锋), Cai XB(蔡旭滨), Tan XZ(檀新珠), *et al.* Effects of radix *pseudostellariae* stem and leaf polysaccharides on intestinal immune function, Intestinal mucosal morphology and cecal contents in diets of weaned piglets[J]. *Acta Zoonutrim Sinica*(动物营养学报), 2017, 29:1012-1020.
- Liang MM(梁梦玫), Liu K(刘宽), Huang WJ(黄伟杰), *et al.* Effects of oregano oil, alquermold natural liquid and alquernat nebsuialter native antibiotics on performance of pigs[J]. *Feed Res*(饲料研究), 2017(1):21-23.
- Liu YX(刘艳霞). Effect of "alquernat nebsui + alquermold natural liquid" on nursery pigs[J]. *Shandong J Anim Sci Vete Med*(山东畜牧兽医), 2017, 38(1):12-13.
- John R, Wallace. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites[J]. *Proc Nutrit Soc*, 2004, 63:621.
- Feng YP(丰艳平). Effect of diatary supplemented with

- sparry dried plasma protein on blood index and production performance of weaning piglets[J]. *Feed Ind*(饲料工业), 2009, 30(3):16-18.
- Ooi GT, Tawadros N, Escalona RM. Pituitary cell lines and their endocrine applications[J]. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2004, 228(1-2):1-21.
- Wang L(王亮), Liang DH(梁代华), Yang YL(杨运玲), *et al.* Effects of four antibiotic replacement products on growth performance, blood biochemistry and immune performance of weaned piglets[J]. *Feed Res*(饲料研究), 2015(6):53-56.
- Li LL, Yin FG, Zhang B, *et al.* Dietary supplementation with *Atractylodes Macrophala Koidz*, polysaccharides ameliorate metabolic status and improve immune function in early-weaned pigs[J]. *Livestock Sci*, 2011, 142(1-3):33-41.
- Huang RH(黄瑞华), Wang JH(王建辉), Chen W(陈雯), *et al.* Effects of garlicin on the growth performance of weaned piglets and on the surroundings[J]. *Animal Husb Veter Med*(畜牧与兽医), 2002, 34(8):1-3.
- Borrell JV. Production procedure for a functional feed based in ellagic acid, cimenol and alliin from vegetable extracts to be used as Pronutrient in animal feed[P]. US20170064979. 2017.
- Wang Y(王勇), Li MC(李明春), Fu QJ(付青姐). The effects of polysaccharide on immune cells and its mechanism were studied[J]. *Pract J Med Pharm*(实用医药杂志), 2013, 30:363-365.
- Huang QC(黄其春), Zheng XT(郑新添), Yang XY(杨小燕), *et al.* The modulatory role of *Ginkgo biloba* extract on improving the immune function of weaned piglets[D]. *J Northwest A & F Univ: Nat Sci*(西北农林科技大学学报: 自科版), 2012(11):23-28.
- Cai XB(蔡旭滨), Chen LF(陈凌锋), Tan XZ(檀新珠), *et al.* Effects of radix *pseudostellariae* stem and leaf polysaccharides on growth performance, serum antioxidant index, immune index and biochemical index of weaned piglets[J]. *Acta Zoonutrim Sinica*(动物营养学报), 2016, 28:3867-3874.
- Li JP(李建平), Shan BS(单安山), Chneg BJ(程宝晶), *et al.* Effects of schisandrachinesnsis and citric acid on serum biochemical indices and immune function of weaned pigs[J]. *Chin J Anim Sci*(中国畜牧杂志), 2009, 45(17):25-29.
- Malek T. T helper cells, IL-2 and the generation of cytotoxic T-cell responses[J]. *Trends in Immunology*, 2002, 23:465-7.
- Liao W, Lin JX, Leonard WJ. IL-2 family cytokines: new insights into the complex roles of IL-2 as a broad regulator of T helper cell differentiation[J]. *Curr Opin Imm*, 2011, 23:598-604.