

刺五加多糖对脂多糖免疫应激断奶仔猪生长性能和血液生理生化指标的影响

韩杰^{1,2} 边连全^{1*} 张一然¹ 刘显军¹ 张飞³

(1. 沈阳农业大学畜牧兽医学院, 沈阳 110866; 2. 洛阳师范学院生命科学系, 洛阳 471022; 3. 沈阳农业大学科研种猪场, 沈阳 110866)

摘要: 本试验旨在探讨饲料中添加刺五加多糖(*Acanthopanax senticosus* polysaccharide, ASPS)对脂多糖(LPS)免疫应激断奶仔猪生长性能和血液生理生化指标的影响。试验采用 2×2 两因素设计,即饲料处理(添加0或800 mg/kg ASPS)和免疫应激处理(注射LPS或生理盐水)。将64头(28±3)日龄、平均体重为(7.22±0.46) kg的“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪随机分为4个处理,其中处理1和2饲喂基础饲料(添加0 mg/kg ASPS),处理3和4饲喂试验饲料(添加800 mg/kg ASPS),试验第14和21天,处理2和4仔猪腹腔注射100 μg/kg BW LPS,处理1和3仔猪腹腔注射等量生理盐水。注射后3 h采血,测定血液生理生化指标。试验期21 d。结果表明:试验1~14 d,饲喂ASPS对未注射LPS的仔猪生长性能无显著影响($P > 0.05$);试验15~21 d,饲喂ASPS显著增加仔猪的平均日增重(ADG)和平均日采食量(ADFI) ($P < 0.05$),且饲喂ASPS使注射LPS的仔猪ADG和ADFI显著增加($P < 0.05$),但对注射生理盐水的仔猪无显著影响($P > 0.05$)。饲喂ASPS对仔猪ADG的影响与LPS刺激存在显著互作关系($P < 0.05$)。试验第14天,饲喂ASPS显著提高了仔猪外周血淋巴细胞数量($P < 0.05$),对外周血淋巴细胞数量的影响与LPS刺激存在显著的互作关系($P < 0.05$),且饲喂ASPS能显著增加注射LPS的仔猪外周血淋巴细胞数量($P < 0.05$),但对注射生理盐水的仔猪无显著影响($P > 0.05$)。试验第14和21天,饲喂ASPS显著降低了仔猪血浆α-酸性糖蛋白(α-AGP)、葡萄糖、前列腺素E₂(PGE₂)含量($P < 0.05$),显著提高了血浆白细胞介素-2(IL-2)含量($P < 0.05$),且其对α-AGP、IL-2、PGE₂含量的影响与LPS刺激存在显著的互作关系($P < 0.05$),饲喂ASPS能显著降低注射LPS的仔猪血浆α-AGP、PGE₂含量($P < 0.05$),但对注射生理盐水的仔猪无显著影响($P > 0.05$)。由此可见,饲喂ASPS对非免疫应激断奶仔猪的生长性能无影响,但可以缓解免疫应激断奶仔猪的生长抑制,ASPS缓解免疫应激断奶仔猪生长抑制与降低其血浆α-AGP和PGE₂含量,提高外周血淋巴细胞数量和血浆IL-2含量有关。

关键词: 刺五加多糖;断奶仔猪;脂多糖;生长性能;免疫应激

中图分类号: S828

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2013)05-1054-08

现代养猪生产一般在仔猪3~4周龄时实施早期断奶。3~4周龄的仔猪由于自身免疫系统尚未发育完善,同时,从母体获得的免疫保护也逐渐消失,故此时断奶的仔猪由于受到饲料、环境等改

变的影响易发生免疫应激,仔猪行为上表现为厌食或拒食、消化功能紊乱、腹泻水肿等现象,代谢上则表现为用于维持生长的营养物质转向于维持与免疫相关的过程,最终导致仔猪生长抑制,饲料

收稿日期:2012-11-28

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划项目(2011BAD28B01-02);科技部科技成果转化项目(2009GB2B000068)

作者简介:韩杰(1978—),女,辽宁抚顺人,博士研究生,从事猪的营养学研究。E-mail: hanjie1130@163.com

*通讯作者:边连全,教授,博士生导师,E-mail: bianlq@163.com

效率降低^[1-3],严重影响了养猪生产的经济效益。因此,采取一定的营养措施调节仔猪免疫应激对促进养猪生产具有重要意义。前期研究发现,刺五加多糖(*Acanthopanax senticosus polysaccharide*, ASPS)能够改善断奶仔猪生长性能,降低腹泻率,增强仔猪的免疫反应,缓解断奶对仔猪造成的应激^[4-5]。但关于 ASPS 对免疫应激断奶仔猪生长性能的影响还未见报道。本试验采用前期研究得出的 ASPS 最适添加剂量(800 mg/kg)^[4-5],用脂多糖(LPS)刺激断奶仔猪以建立免疫应激模型^[6],研究 ASPS 对 LPS 免疫应激断奶仔猪生长性能和血液生理生化指标的影响,旨在为营养调控断奶仔猪免疫应激提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

ASPS 采用水提醇沉工艺从刺五加根中提取,苯酚-硫酸法测得多糖纯度大于 82.5%;LPS,大肠杆菌血清型 O55:B5(美国 Sigma 公司)。

1.2 试验动物及试验设计

试验采用 2×2 两因素设计,即饲料处理(添加 0 或 800 mg/kg ASPS)和免疫应激处理(注射 LPS 或生理盐水)。将 64 头(28±3)日龄、平均体重为(7.22±0.46) kg 的“杜×长×大”三元杂交断奶仔猪随机分为 4 个处理,每个处理 4 个重复,每个重复 4 头猪,其中处理 1 和 2 饲喂基础饲料(添加 0 mg/kg ASPS),处理 3 和 4 饲喂试验饲料(添加 800 mg/kg ASPS),试验第 14 和 21 天称重后,处理 2 和 4 仔猪腹腔注射 100 μg/kg BW LPS,处理 1 和 3 仔猪腹腔注射等量的生理盐水。试验期 21 d。

1.3 饲养管理及饲料

试验于沈阳农业大学科研猪场内进行,仔猪采用半开放猪舍,地面饲养,自然通风,自由采食和饮水,免疫和驱虫程序按猪场常规同步进行。基础饲料是参照 NRC(1998)仔猪营养需要配制的粉状配合饲料,基础饲料组成及营养水平见表 1。

1.4 样品制备

试验第 14 和 21 天,给仔猪腹腔注射 LPS 或生理盐水后 3 h,每个重复随机选取 1 头仔猪,用肝素抗凝真空采血管于前腔静脉采集外周血 2 份,其中一份 5 mL,3 500 r/min 4 ℃离心 5 min,制

备血浆,分装,-80 ℃超低温冰箱冻存,用于测定 α-酸性糖蛋白(α-AGP)、前列腺素 E₂(PGE₂)、胰岛素、白细胞介素-2(IL-2)、葡萄糖含量;另一份全血用于血细胞分类计数。

表 1 基础饲料组成及营养水平(风干基础)

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

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	52.40
豆粕 Soybean meal	24.00
乳清粉 Whey powder	8.00
豆油 Soybean oil	2.30
鱼粉 Fish meal	4.00
蔗糖 Sucrose	5.00
磷酸氢钙 CaHPO ₄	1.20
石粉 Limestone	0.80
食盐 NaCl	0.30
L-赖氨酸盐酸盐 L-Lys·HCl (78%)	0.35
蛋氨酸 Met	0.05
L-苏氨酸 L-Thr (98%)	0.18
色氨酸 Trp	0.02
氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.10
复合酸化剂 Complex acidifying agent	0.30
预混料 Premix ¹⁾	1.00
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾	
代谢能 ME/(MJ/kg)	14.40
粗蛋白质 CP	19.10
钙 Ca	0.86
有效磷 AP	0.45
赖氨酸 Lys	1.36
蛋氨酸 Met	0.38
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.78
苏氨酸 Thr	0.86
色氨酸 Trp	0.22

¹⁾预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet: VA 12 000 IU, VB₁ 3 mg, VB₂ 7.5 mg, VB₆ 4.8 mg, VB₁₂ 0.04 mg, VD₃ 3 000 IU, VE 60 IU, VK₃ 3 mg, 生物素 biotin 0.22 mg, 叶酸 folic acid 1.2 mg, D-泛酸 D-pantothenic acid 30 mg, 烟酸 nicotinic acid 45 mg, Cu (as copper sulfate) 15 mg, Fe (as ferrous sulfate) 120 mg, Mn (as manganese sulfate) 50 mg, Zn (as zinc sulfate) 120 mg, I (as potassium iodide) 0.60 mg, Se (as sodium selenite) 0.30 mg。

²⁾粗蛋白质和钙含量为实测值,其他营养水平为计算值。The contents of CP and Ca were analyzed values, while the others were calculated values.

1.5 检测指标及测定方法

1.5.1 生长性能的测定

试验第1、14和21天,06:00称量空腹仔猪的个体重,记录始重(IBW)和末重(FBW),计算每头仔猪的平均日增重(ADG);准确记录各重复中仔猪的投料量和余料量,计算每头仔猪的平均日采食量(ADFI);根据ADFI和ADG计算料重比(F/G)。

$$ADG(\text{kg}) = (\text{FBW} - \text{IBW}) / \text{试验天数};$$

$$ADFI(\text{kg}) = (\text{投料量} - \text{余料量}) / \text{试验天数};$$

$$F/G = \text{总采食量} / \text{总增重}。$$

1.5.2 血细胞分类计数

外周血细胞分类计数采用Uritest-3000型全自动血细胞分析仪(优利特集团有限公司)测定。

1.5.3 免疫指标的测定

血浆 α -AGP、PGE₂、胰岛素和IL-2含量均采用猪的酶联免疫吸附试剂盒(美国R&D System,公司)测定,所用仪器为BioTek-Synergy2型多功能酶标仪(美国伯腾仪器有限公司);葡萄糖含量采用氧化酶法试剂盒(北京北化康泰临床试剂有限公司)测定,并严格按照说明书提供的方法和步骤操作。

1.6 数据统计分析

试验数据经Excel 2003初步整理后,采用SPSS 11.5统计软件GLM模型进行两因素方差分析,模型主效应包括饲料处理和免疫应激处理以及二者的互作。同时对4个处理进行单因素方差分析,采用Duncan氏法进行多重比较检验, $P < 0.05$ 时为差异显著。

2 结果与分析

2.1 ASPS对LPS免疫应激断奶仔猪生长性能的影响

由表2可知,从ASPS和LPS两因素的影响看,未实施免疫应激处理前(1~14 d),饲喂ASPS对仔猪生长性能无显著影响($P > 0.05$);实施免疫应激处理后(15~21 d),与注射生理盐水的仔猪相比,注射LPS显著降低了仔猪的ADG和ADFI($P < 0.05$),而饲喂ASPS的仔猪较未饲喂ASPS的仔猪ADG和ADFI显著增加($P < 0.05$),且添加ASPS对仔猪ADG的影响与LPS刺激存在显著互作关系($P < 0.05$),这表明ASPS在一定程度上缓解了仔猪因注射LPS引起的ADG的下降。从试验全期(1~21 d)看,饲喂ASPS比未饲喂

ASPS的仔猪ADG显著提高($P < 0.05$)。饲喂ASPS或注射LPS对试验各阶段仔猪的F/G均无显著影响($P > 0.05$)。

从4个处理的比较看,对于注射生理盐水的仔猪,饲喂ASPS与未饲喂ASPS在ADG和ADFI上无显著差异($P > 0.05$);而对于注射LPS的仔猪,饲喂ASPS较未饲喂ASPS的仔猪ADG和ADFI显著增加($P < 0.05$),提示了ASPS对注射LPS引起的仔猪生长性能的下降具有缓解作用,而对注射生理盐水的仔猪生长性能无影响。

2.2 ASPS对LPS免疫应激断奶仔猪外周血细胞分类计数的影响

由表3可知,从ASPS和LPS两因素的影响看,试验第14天,与注射生理盐水的仔猪相比,注射LPS使仔猪外周血红细胞、淋巴细胞、白细胞、血小板数量显著降低($P < 0.05$)。饲喂ASPS显著提高了仔猪外周血淋巴细胞数量($P < 0.05$),且对外周血淋巴细胞数量的影响与LPS刺激存在显著的互作关系($P < 0.05$),即ASPS缓解了因注射LPS引起的仔猪外周血淋巴细胞数量的下降。试验第21天,注射LPS显著降低了仔猪的外周血血小板数量($P < 0.05$),饲喂ASPS对仔猪各类血细胞数量均无显著影响($P > 0.05$)。

从4个处理的比较看,对于注射生理盐水的仔猪,饲喂ASPS与未饲喂ASPS在各种血细胞数量上无显著差异($P > 0.05$);而试验第14天,对于注射LPS的仔猪,饲喂ASPS较未饲喂ASPS的仔猪外周血淋巴细胞数量显著增加($P < 0.05$),提示了ASPS对注射LPS引起的仔猪外周血淋巴细胞数量下降具有缓解作用,而对注射生理盐水的仔猪各类血细胞数量无影响。

2.3 ASPS对LPS免疫应激断奶仔猪血浆生化指标的影响

由表4可知,从ASPS和LPS两因素的影响看,试验第14天,与注射生理盐水的仔猪相比,注射LPS显著提高了仔猪血浆 α -AGP、葡萄糖、IL-2、PGE₂含量($P < 0.05$),饲喂ASPS使仔猪血浆 α -AGP、葡萄糖、PGE₂含量显著降低($P < 0.05$),使IL-2含量显著提高($P < 0.05$),且饲喂ASPS对血浆 α -AGP、IL-2、PGE₂含量的影响与LPS刺激存在显著互作关系($P < 0.05$)。试验第21天,注射LPS或饲喂ASPS对仔猪血浆 α -AGP、IL-2、葡萄糖、PGE₂含量的影响同试验第14天,

LPS 刺激或饲喂 ASPS 在试验各阶段对仔猪血浆 胰岛素含量均无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 2 ASPS 对 LPS 免疫应激断奶仔猪生长性能的影响

Table 2 Effects of ASPS on growth performance of weaner piglets challenged with LPS

项目 Items	0 mg/kg 刺五加多糖 0 mg/kg ASPS		800 mg/kg 刺五加多糖 800 mg/kg ASPS		SEM	P 值 P-value		
	生理盐水 Normal saline	脂多糖 LPS	生理盐水 Normal saline	脂多糖 LPS		刺五加多糖 ASPS	脂多糖 LPS	交互 Interaction
平均日增重 ADG/kg								
1 ~ 14 d	0.227	0.229	0.235	0.232	0.011	0.634	0.953	0.853
15 ~ 21 d	0.473 ^b	0.330 ^a	0.483 ^b	0.448 ^b	0.024	0.019	0.003	0.042
1 ~ 21 d	0.309 ^b	0.262 ^a	0.318 ^b	0.304 ^b	0.008	0.007	0.002	0.054
平均日采食量 ADFI/kg								
1 ~ 14 d	0.349	0.348	0.365	0.353	0.023	0.655	0.782	0.811
15 ~ 21 d	0.880 ^b	0.645 ^a	0.871 ^b	0.864 ^b	0.033	0.013	0.002	0.008
1 ~ 21 d	0.526	0.447	0.534	0.517	0.022	0.107	0.054	0.188
料重比 F/G								
1 ~ 14 d	1.536	1.549	1.559	1.521	0.110	0.981	0.913	0.822
15 ~ 21 d	1.872	2.037	1.809	1.913	0.187	0.625	0.486	0.872
1 ~ 21 d	1.710	1.703	1.683	1.709	0.089	0.905	0.918	0.857

同行数据肩标无字母或相同小写字母表示差异不显著 ($P > 0.05$), 不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same small letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$), while with different small letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$). The same as below.

表 3 ASPS 对 LPS 免疫应激断奶仔猪外周血细胞分类计数的影响

Table 3 Effects of ASPS on peripheral blood cell differential counts of weaner piglets challenged with LPS

项目 Items	0 mg/kg 刺五加多糖 0 mg/kg ASPS		800 mg/kg 刺五加多糖 800 mg/kg ASPS		SEM	P 值 P-value		
	生理盐水 Normal saline	脂多糖 LPS	生理盐水 Normal saline	脂多糖 LPS		刺五加多糖 ASPS	脂多糖 LPS	交互 Interaction
第 14 天 Day 14								
红细胞 RBC/($10^{12}L^{-1}$)	6.955 ^a	5.993 ^b	6.848 ^{ab}	6.023 ^{ab}	0.310	0.902	0.014	0.828
白细胞 WBC/(10^9L^{-1})	24.925 ^{ab}	17.575 ^a	31.675 ^b	21.875 ^a	1.757	0.063	0.006	0.053
淋巴细胞 Lymphocyte/(10^9L^{-1})	11.625 ^{ab}	8.825 ^a	15.250 ^b	15.150 ^b	2.577	0.001	0.004	0.007
中性粒细胞 Neutrophil/(10^9L^{-1})	10.000 ^{ab}	10.725 ^b	6.400 ^a	10.575 ^b	1.224	0.151	0.068	0.184
血小板 Blood platelet/(10^9L^{-1})	385.833 ^{ab}	350.750 ^{ab}	613.750 ^a	299.500 ^b	51.637	0.908	0.001	0.399
第 21 天 Day 21								
红细胞 RBC/($10^{12}L^{-1}$)	6.138	6.180	6.798	5.885	0.393	0.650	0.289	0.247
白细胞 WBC/(10^9L^{-1})	22.800	25.450	20.250	23.350	1.275	0.390	0.291	0.933
淋巴细胞 Lymphocyte/(10^9L^{-1})	13.025	14.050	11.425	13.025	1.275	0.323	0.323	0.825
中性粒细胞 Neutrophil/(10^9L^{-1})	6.875	7.675	6.025	6.775	1.237	0.493	0.543	0.984
血小板 Blood platelet/(10^9L^{-1})	575.250	384.500	563.250	390.000	56.045	0.955	0.007	0.879

从 4 个处理的比较看,对于注射生理盐水的仔猪,饲喂 ASPS 与未饲喂 ASPS 在血浆 α -AGP、IL-2、葡萄糖、胰岛素和 PGE₂ 含量上均无显著差异 ($P > 0.05$);而对于注射 LPS 的仔猪,饲喂 ASPS 较未饲喂 ASPS 的仔猪血浆 α -AGP、PGE₂、

葡萄糖含量显著降低 ($P < 0.05$),提示 ASPS 对注射 LPS 引起的仔猪血浆 α -AGP、PGE₂、葡萄糖含量增加具有缓解作用,而对注射生理盐水的仔猪血浆 α -AGP、PGE₂、葡萄糖含量无影响。

表 4 ASPS 对 LPS 免疫应激断奶仔猪血浆生化指标的影响

Table 4 Effects of ASPS on plasma biochemical indexes of weaner piglets challenged with LPS

项目 Items	0 mg/kg 刺五加多糖 0 mg/kg ASPS		800 mg/kg 刺五加多糖 800 mg/kg ASPS		SEM	P 值 P-value		
	生理盐水	脂多糖	生理盐水	脂多糖		刺五加多糖 ASPS	脂多糖 LPS	交互 Interaction
	Normal saline	LPS	Normal saline	LPS				
第 14 天 Day 14								
α -酸性糖蛋白 α -AGP/(ng/L)	147.375 ^a	186.608 ^b	131.683 ^a	136.750 ^a	6.580	0.001	0.016	0.049
白细胞介素-2 IL-2/(pg/mL)	56.936 ^a	71.489 ^{bc}	64.630 ^{ab}	77.245 ^c	2.382	0.046	0.001	0.035
前列腺素 E ₂ PGE ₂ /(ng/L)	410.517 ^a	524.506 ^b	424.095 ^a	431.853 ^a	13.953	0.041	0.004	0.010
葡萄糖 Glucose/(mmol/L)	2.230 ^{ab}	2.285 ^b	1.574 ^a	1.824 ^a	0.267	<0.001	0.023	0.123
胰岛素 Insulin/(mIU/L)	16.196	22.626	16.556	17.140	1.514	0.414	0.270	0.354
第 21 天 Day 21								
α -酸性糖蛋白 α -AGP/(ng/L)	168.000 ^a	195.592 ^b	150.708 ^a	151.958 ^a	5.399	<0.001	0.035	0.046
白细胞介素-2 IL-2/(pg/mL)	64.744 ^a	64.690 ^a	67.075 ^{ab}	71.570 ^b	1.157	0.042	0.293	0.282
前列腺素 E ₂ PGE ₂ /(ng/L)	413.086 ^a	591.625 ^b	431.623 ^a	438.927 ^a	22.491	0.038	0.007	0.011
葡萄糖 Glucose/(mmol/L)	4.000 ^{ab}	4.272 ^b	1.346 ^a	3.524 ^{ab}	0.600	0.003	0.030	0.053
胰岛素 Insulin/(mIU/L)	18.429	18.916	15.836	16.466	0.648	0.065	0.661	0.955

3 讨论

3.1 ASPS 对 LPS 免疫应激断奶仔猪生长性能的影响

注射 LPS 是目前普遍采用的构建猪免疫应激模型的方法,LPS 是一种存在于革兰氏阴性菌细胞壁的多糖,被胃肠道吸收进入循环系统后,会导致机体产生厌食、发烧、生长受阻等炎症反应。已有研究表明,LPS 刺激可显著降低仔猪的生长性能^[7-9]。从本试验结果看,LPS 显著降低了断奶后 15~21 d 仔猪的 ADG 和 ADFI,提示本试验通过给仔猪腹腔注射 LPS,成功构建了仔猪的免疫应激模型。目前,有关 ASPS 影响免疫应激仔猪生长性能的研究还未见报道,本试验结果指出,ASPS 对注射生理盐水的仔猪 ADG 和 ADFI 无影响,但能缓解因注射 LPS 导致的仔猪生长抑制,提示 ASPS

作为饲料营养调控剂添加对缓解免疫应激仔猪的生长抑制有一定作用。

3.2 ASPS 对 LPS 免疫应激断奶仔猪血液生理生化指标的影响

血细胞是参与机体免疫反应的重要成分,其中数量最多的红细胞具有向机体运送氧的重要作用,同时还具有免疫功能;白细胞总数和其分类计数的结果可以提示机体的易感性、侵入微生物的毒力、疾病的性质等;中性粒细胞数量的高低可直接反映炎症的发展情况;而淋巴细胞是白细胞中参加机体免疫功能最重要的成分。本试验连续 2 次注射 LPS,旨在探讨 LPS 和 ASPS 对仔猪血液生理生化指标的影响的变化情况,结果表明,第 1 次注射 LPS(试验第 14 天),ASPS 缓解了因注射 LPS 引起的仔猪外周血淋巴细胞数量降低,第 2 次注射(试验第 21 天),LPS 和 ASPS 对仔猪各类血细胞数量均无显著影响,这可能是由于仔猪免疫

系统逐步完善,对 LPS 刺激在一定程度上产生了耐受性。

α -AGP 是由肝脏合成的一种反映炎症的急性时相蛋白,可作为反映机体免疫系统激活程度的一个重要指标^[10-11]。免疫应激导致机体出现炎症反应,采食量下降,使得肝脏用于合成 α -AGP 的外源性氨基酸数量减少,故机体以降解的骨骼肌蛋白质为原料合成 α -AGP^[12]。本试验中注射 LPS 降低了仔猪的采食量,引起了仔猪的生长抑制,这可能与 α -AGP 的合成消耗机体蛋白质有关。饲喂 ASPS 缓解了因注射 LPS 导致的仔猪血浆 α -AGP 含量的升高,但对注射生理盐水的仔猪血浆 α -AGP 含量无影响。提示 ASPS 有缓解免疫应激的作用,同时也说明 ASPS 缓解因注射 LPS 引起的生长抑制与其降低血浆 α -AGP 含量密切相关。

IL-2 是一种重要的细胞因子,可由淋巴细胞在有丝分裂原或特异抗原刺激下分泌,主要促进 T 细胞增殖、介导细胞免疫和炎症反应,也称 T-细胞生长因子,在免疫调节中起着非常重要的作用。本试验研究表明,第 1 次注射 LPS 提高了仔猪血浆 IL-2 含量,而第 2 次注射 LPS 对仔猪血浆 IL-2 含量无影响,提示仔猪因免疫系统的逐步完善而对 LPS 产生了耐受性;2 次注射 LPS 后,饲喂 ASPS 较未饲喂 ASPS 的仔猪血浆 IL-2 含量升高,这与以往的试验结果一致^[5],分析认为,ASPS 提高血浆 IL-2 含量与外周血淋巴细胞数量增加有必然联系,活化的淋巴细胞分泌 IL-2,产生的 IL-2 可以自分泌或旁分泌的方式作用于淋巴细胞,促进自身增殖。

免疫系统是一个极为复杂的系统,激素可通过与免疫细胞上相应激素受体的特异性结合而影响免疫功能^[13-14]。PGE₂ 是一种极其重要的脂类代谢物质,是 LPS 导致炎症反应的炎性介质。在免疫应激时,机体的中枢神经系统被刺激代谢产生 PGE₂,PGE₂ 可通过扩散作用穿过血脑屏障进入大脑发挥作用^[7,15]。本试验研究结果表明,对于注射 LPS 的仔猪,饲喂 ASPS 较未饲喂 ASPS 的仔猪血浆 PGE₂ 含量显著降低,提示 ASPS 发挥抗应激作用与降低免疫应激导致的 PGE₂ 含量升高有关。在胰岛素方面的研究表明,给小鼠注射 LPS 导致高血糖症发生,并认为高血糖的产生与机体产生胰岛素耐受有关,而这种耐受的一个显著特征是抑制了肝糖元的合成和加快肝糖元的分

解^[16]。本试验中 ASPS 降低了 LPS 免疫应激仔猪的血糖含量,但对血浆胰岛素含量没有显著影响,提示 ASPS 对血糖含量的影响可能与提高血液中细胞因子 IL-2 含量有关。Ling 等^[17]研究表明,细胞因子 IL-2 大量分泌会引起胰岛素耐受。

4 结 论

① 饲喂 ASPS 对注射生理盐水(非免疫应激)的断奶仔猪的生长性能无影响,但可以缓解注射 LPS(免疫应激)断奶仔猪的生长抑制。

② 饲喂 ASPS 缓解免疫应激断奶仔猪生长抑制可能是通过降低仔猪血浆 α -AGP 和 PGE₂ 含量,提高外周血淋巴细胞数量和血浆 IL-2 含量所致。

参考文献:

- [1] BARNETT K L, KORNEGAY E T, RISLEY C R. et al. Characterization of creep feed consumption and its subsequent effects on immune response, scouring index and performance of weanling pigs[J]. *Journal of Animal Science*, 1989, 67(10): 2698-2708.
- [2] HEDEMANN M S, JENSEN B. Variations in enzyme activity in stomach and pancreatic tissue and digesta in piglets around weaning[J]. *Archives of Animal Nutrition*, 2004, 58(1): 47-59.
- [3] MCGLONE J, POND W G. Pig production: biological principles and applications[M]. New York: Delmar Learning Inc., 2003: 23.
- [4] 韩杰, 边连全, 刘显军, 等. 刺五加多糖对断奶仔猪生长性能和免疫指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2012, 24(11): 2203-2209.
- [5] 韩杰, 边连全, 刘显军, 等. 刺五加多糖对断奶仔猪血液免疫指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2012, 24(12): 2444-2449.
- [6] JOHNSON R W, VON BORELL E. Lipopolysaccharide-induced sickness behavior in pigs is inhibited by pretreatment with indomethacin[J]. *Journal of Animal Science*, 1994, 72: 309-314.
- [7] JOHNSON R W. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view[J]. *Journal of Animal Science*, 1997, 75(5): 1244-1255.
- [8] KEGLEY E B, SPEARS J W, AUMAN S K. Dietary phosphorus and an inflammatory challenge affect performance and immune function of weanling pigs[J]. *Journal of Animal Science*, 2001, 79(2): 413-419.
- [9] VAN HEUGTEN E, COFFEY M T, SPEARS J W. Effects of immune challenge, dietary energy density,

- and source of energy on performance and immunity in weanling pigs[J]. *Journal of Animal Science*, 1996, 74(10):2431-2440.
- [10] ECKERSALL P D, SAINI P K, MCCOMB C. The acute phase response of acid soluble glycoprotein, α_1 -acid glycoprotein, ceruloplasmin, haptoglobin and C-reactive protein, in the pig[J]. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 1996, 51:377-385.
- [11] WEBEL D M, FINCK B N, BAKER D H, et al. Time course of increased plasma cytokines, cortisol, and urea nitrogen in pigs following intraperitoneal injection of lipopolysaccharide[J]. *Journal of Animal Science*, 1997, 75(6):1514-1520.
- [12] REEDS P J, FJELD C R, JAHOR F. Do the differences between the amino acid compositions of acute-phase and muscle proteins have a bearing on nitrogen loss in traumatic states? [J]. *The Journal of Nutrition*, 1994, 124(6):906-910.
- [13] HILKENS C M, SNIJDERS A, SNIJDEWINT F G, et al. Modulation of T-cell cytokine secretion by accessory cell-derived products [J]. *European Respiratory Journal*, 1996, 22:90s-94s.
- [14] 薛瑞, 苗一非, 杨吉春, 等. 前列腺素 E₂ 对免疫细胞及炎症相关疾病的调控作用[J]. *生理科学进展*, 2011, 42(3):7-10, 165-168.
- [15] RUGGERI P, NICOCIA G, VENZA I, et al. Polyamine metabolism in prostaglandin E₂-treated human T lymphocytes[J]. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 2000, 22(1):117-129.
- [16] VIRKAMÄKI A, YKI-JÄRVINEN H. Mechanisms of insulin resistance during acute endotoxemia[J]. *Endocrinology*, 1994, 134(5):2072-2078.
- [17] LING P R, BISTRAN B R, MENDEZ B, et al. Effects of systemic infusions of endotoxin, tumor necrosis factor, and interleukin-1 on glucose metabolism in the rat; relationship to endogenous glucose production and peripheral tissue glucose uptake[J]. *Metabolism*, 1994, 43(3):279-284.

Effects of *Acanthopanax senticosus* Polysaccharide on Growth Performance and Blood Physiology and Biochemistry Indexes of Weaner Piglets Challenged with Lipopolysaccharide

HAN Jie^{1,2} BIAN Lianquan^{1*} ZHANG Yiran¹ LIU Xianjun¹ ZHANG Fei³

(1. College of Animal Husbandry and Veterinary, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China; 2. Department of Life Science, Luoyang Normal University, Luoyang 471022, China; 3. Breeding Pigs Field for Scientific Research, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China)

Abstract: This experiment was conducted to evaluate the effects of dietary *Acanthopanax senticosus* polysaccharide (ASPS) on growth performance and blood physiology and biochemistry indexes of weaner piglets challenged with lipopolysaccharide (LPS). The experiment was a 2 × 2 factorial design with two factors: diet (supplementation with ASPS or not) and immunological challenge (LPS or normal saline injection). A total of 64 crossbred barrows (Duroc × Large White × Landrace), aged (28 ± 3) days, with an initial weight of (7.22 ± 0.46) kg were randomly allotted to 4 treatments, treatments 1 and 2 were fed a basal diet with 0 mg/kg ASPS, and treatments 3 and 4 were fed the basal diet with 800 mg/kg ASPS. On days 14 and 21, pigs in treatments 2 and 4 were given an intraperitoneal injection with 100 μg/kg BW of LPS, and pigs in the other treatments were given equivalent amount of normal saline. Blood samples were obtained at 3 h after injection to analyze blood physiology and biochemistry parameters. The experiment lasted for 21 days. The results showed as follows: on days 1 to 14, ASPS supplementation had no significant effect on growth performance of piglets without LPS challenge ($P > 0.05$). On days 15 to 21, ASPS supplementation significantly increased average daily gain (ADG) and average daily feed intake (ADFI) of piglets ($P < 0.05$), and there was a significant interaction between ASPS supplementation and LPS challenge on the effect of ADG ($P < 0.05$). ASPS supplementation significantly increased ADG and ADFI in LPS challenged piglets ($P < 0.05$), but did not in normal saline-injected piglets ($P > 0.05$). On day 14, ASPS supplementation significantly increased the number of peripheral blood lymphocytes ($P < 0.05$), and it had significant interaction with LPS challenge ($P < 0.05$). ASPS supplementation significantly increased the number of peripheral blood lymphocytes in LPS challenged piglets ($P < 0.05$), but did not in normal saline-injected piglets ($P > 0.05$). On days 14 and 21, ASPS supplementation significantly reduced the plasma contents of α -acid glycoprotein (α -AGP), glucose and prostaglandin (PGE_2) ($P < 0.05$) as well as significantly increased the content of interleukin-2 (IL-2) of piglets ($P < 0.05$). ASPS supplementation significantly reduced the plasma contents of α -AGP, glucose and PGE_2 in LPS challenged piglets ($P < 0.05$), but did not in normal saline-injected piglets ($P > 0.05$). The results indicate that ASPS supplementation can alleviate growth-depression of immunological challenge weaner piglets by depressed contents of α -AGP, PGE_2 as well as increase IL-2 content in plasma and the number of peripheral blood lymphocytes, but has no effect on growth performance in normal weaner piglets. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(5):1054-1061]

Key words: *Acanthopanax senticosus* polysaccharide; weaner piglets; lipopolysaccharide; growth performance; immune challenge