

不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪生长性能和血清生化指标的影响

石秋锋 桑静超 辛小召 杨富宇 李振田*

(河南农业大学牧医工程学院, 郑州 450002)

摘要: 本试验旨在研究不同蛋白质源组合代替基础饲料中的血浆蛋白粉对断奶仔猪生长性能和血清生化指标的影响。选择日龄和体重相近的断奶仔猪200头,随机分为5组,每组4个重复,每个重复10头仔猪,试验分为教槽阶段和保育阶段。教槽阶段(21~33日龄):对照组饲喂含4%血浆蛋白粉的基础饲料,试验组分别饲喂含3%小麦水解蛋白+2%进口酵母提取物(I组)、5%酪蛋白(II组)、3%大豆分离蛋白+2%进口酵母提取物(III组)和3%大豆分离蛋白+2%国产酵母提取物(IV组)的试验饲料,试验期12d。保育阶段(34~55日龄):教槽阶段试验结束后,5组均饲喂同一种保育料,试验期21d。结果表明:1)教槽和保育阶段,各试验组的平均日采食量(除教槽阶段试验I组外)、料重比和腹泻率与对照组相比差异均不显著($P > 0.05$);教槽阶段,试验I组的平均日增重显著低于对照组($P < 0.05$),而试验III组的平均日增重显著高于对照组($P < 0.05$),试验I组粗蛋白质表观消化率显著低于对照组($P < 0.05$);保育阶段,试验I组的粗蛋白质表观消化率显著低于对照组($P < 0.05$),试验IV组显著高于对照组($P < 0.05$)。2)仔猪33日龄时,各试验组血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、尿素氮、葡萄糖含量、白蛋白/球蛋白和谷丙转氨酶及谷草转氨酶活性与对照组相比差异均不显著($P > 0.05$)。试验II组血清免疫球蛋白G含量显著低于对照组($P < 0.05$),但免疫球蛋白A和免疫球蛋白M含量显著高于对照组($P < 0.05$)。从结果中可以看出,3%小麦水解蛋白+2%进口酵母提取物、5%酪蛋白、3%大豆分离蛋白+2%进口酵母提取物、3%大豆分离蛋白+2%国产酵母提取物可以替代基础饲料中的血浆蛋白粉,并且对断奶仔猪的生长性能无显著影响。

关键词: 血浆蛋白粉;小麦水解蛋白;酪蛋白;大豆分离蛋白;酵母提取物;断奶仔猪

中图分类号:S828

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2013)06-1199-08

为了提高母猪的生产力,仔猪的断奶日龄越来越早,由于早期断奶仔猪其消化系统尚未发育完善,因此配制仔猪饲料时要选择合适的饲料原料,即要选择合适的营养源^[1],尤其重要的是选择合适的蛋白质源和蛋白质源组合。血浆蛋白粉(spray-dried plasma protein, SDPP)营养全面,其粗蛋白质含量在70%以上,赖氨酸等必需氨基酸含量丰富且比例均衡,含有丰富的免疫球蛋白,还含有大量的促生长因子、干扰素、激素和溶菌酶等其

他免疫物质,能明显提高断奶仔猪的平均日增重^[2]、平均日采食量^[3]和饲料转化率^[4],但SDPP毕竟是由动物血液加工而来,血液中一定会含有一些病毒,另外绝大部分猪血和其他动物血是在生产工艺落后、技术水平低下的加工厂内加工,生产出的血浆产品不一定安全,因此,SDPP仍然存在较大安全隐患,寻找新的蛋白质源或蛋白质源组合代替SDPP变得尤为重要。酪蛋白(casein, CAS)、小麦水解蛋白(wheat germ protein hydroly-

收稿日期:2012-12-17

基金项目:郑州市重大科技专项——安全高效低成本饲料的研制与应用(3080063)

作者简介:石秋锋(1986—),女,河南巩义人,硕士研究生,动物营养与饲料科学专业。E-mail: sqfdaocaoren1986@163.com

*通讯作者:李振田,副教授,硕士生导师, E-mail: lizhentian2006@126.com

sates, WGPH) 以及大豆分离蛋白 (isolated soybean protein, ISP) 均是仔猪的优质蛋白质源饲料。其中, CAS 是一种富含仔猪可消化和吸收小肽并且风味独特的易消化乳制品, 非常适合幼小动物消化利用^[5], CAS 中的磷酸肽能够促进断奶仔猪的肠道黏膜免疫和内环境稳态^[6]; WGPH 中粗蛋白质含量高达 80%, 氨基酸含量丰富, 尤其是谷氨酰胺含量很高, 它能清除体内的自由基, 因此有很强的抗氧化能力^[7], 除此之外, 它还能够修复小肠黏膜, 增强肠道细胞的活性, 从而改善肠道的免疫功能^[8]; ISP 中粗蛋白质含量高达 90% 以上, 消化利用率可达 93% ~ 97%, 富含 20 种氨基酸^[9]。酵母提取物 (yeast extract, YE) 富含 18 种以上的氨基酸 (尤其含有谷物中含量不足的赖氨酸)、谷胱甘肽、膳食纤维、葡聚糖和甘露糖等^[9]; Cinthia 等^[10]发现 YE 所含丰富的还原糖和氨基酸在加热过程中会发生美拉德反应, 而还原型谷胱甘肽和美拉德反应的某些中间产物及最终产物都具有一定的免疫作用和抗氧化作用。目前 SDPP 加工工艺繁琐而造成其价格昂贵^[11], 另外 SDPP 存在较大安全隐患, 所以需寻找新的蛋白质源或者蛋白质源组合来代替 SDPP。本试验旨在研究用 CAS、WGPH 和 ISP 3 种优质蛋白质源和具有免疫作用的 YE 组合起来替代基础饲料中的 SDPP 对断奶仔猪生长性能和血清生化指标的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

SDPP 购于深圳市科迪尔生物科技有限公司, 粗蛋白质含量 $\geq 78\%$ 。WGPH 购于河南省新威农药有限责任公司, 粗蛋白质含量 $\geq 80\%$ 。CAS 购于双惠生物商贸有限公司, 粗蛋白质含量 $\geq 40\%$ 。ISP 购于安阳市得天力食品有限责任公司, 粗蛋白质含量 $\geq 80\%$ 。国产 YE 购于安琪酵母股份有限公司, 粗蛋白质含量 $\geq 40\%$ 。进口 YE 购于法国乐斯福 (明光) 有限公司, 粗蛋白质含量 $\geq 40\%$ 。

1.2 试验设计

试验选择日龄、体重相近且健康状况良好的断奶仔猪 200 头, 随机分成 5 组, 每组 4 个重复, 每个重复 10 头仔猪。按照每组饲料粗蛋白质含量基本一致原则, 对照组饲喂玉米-豆粕型基础饲料 (含 4% SDPP), 试验 I、II、III、IV 组分别用 3% WGPH + 2% 进口 YE、5% CAS、3% ISP + 2% 进口

YE、3% ISP + 2% 国产 YE 完全替代基础饲料中的 SDPP。所有组仔猪均从产后第 7 天开始补料, 21 日龄断奶。产后第 7 天到断奶为预试期, 从断奶到断奶后第 12 天为教槽阶段正试期 (21 ~ 33 日龄), 饲喂教槽料, 试验期 12 d。从断奶后的第 13 天开始, 各组均饲喂同一种保育料, 此为保育阶段正试期 (34 ~ 55 日龄), 试验期 21 d。教槽料和保育料均按照 NRC (1998) 标准配制, 其组成及营养水平见表 1 和表 2。

1.3 饲养管理

试验在河南广安生物科技股份有限公司修武猪场进行, 试验从 2011 年 10 月至 2011 年 12 月。所有仔猪自由采食, 自由饮水, 加料方式遵循少量多次原则, 每天在 06:00、08:00、10:00、12:00、14:00、16:00、18:00、20:00 定点补料, 补料原则为少喂勤添, 在每一次补料时清出余料。仔猪免疫程序按照猪场正常免疫程序进行, 注意通风换气和保持适宜温度。

1.4 检测指标

1.4.1 生长性能指标

记录仔猪每天的采食量, 称取每个重复的仔猪在 21、33 和 54 日龄的体重。分别计算教槽阶段和保育阶段的平均日采食量、平均日增重及料重比。

1.4.2 粗蛋白质表观消化率

教槽和保育阶段最后 3 d 时, 每天收集每个重复的仔猪少量粪样, 混合后按粪样和硫酸的质量与体积比 10:1 添加 10% 的硫酸进行氮固定, 然后在 65 °C 烘箱中干燥 48 h, 回潮 24 h, 粉碎粪样过 40 目筛, 于 -20 °C 下保存, 用凯氏定氮法测定饲料和粪中的氮含量, 利用内源指示剂法 (盐酸不溶灰分法) 换算成全部粪中的氮含量, 进而换算成粗蛋白质含量。

$$\text{粗蛋白质表观消化率}(\%) = [1 - (\text{粪中粗蛋白质含量} \times \text{饲料中酸不溶灰分含量}) / (\text{饲料中粗蛋白质含量} \times \text{粪中酸不溶灰分含量})] \times 100。$$

1.4.3 腹泻率

记录每天每个重复的腹泻头数, 计算腹泻率。

$$\text{腹泻率}(\%) = [\text{每个重复总腹泻仔猪头日数} / (\text{每个重复仔猪总头数} \times \text{试验天数})] \times 100。$$

表1 饲料(教槽料)组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of diets (creep diets) (air-dry basis)

%

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental groups			
		I	II	III	IV
原料 Ingredients					
玉米 Corn	47.5	46.1	43.0	45.5	45.5
小麦 Wheat	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
豆粕 Soybean meal (CP 46%)	6.5	6.0	8.0	6.5	6.5
发酵豆粕 Fermented soybean meal	8.0	8.0	9.0	8.0	8.0
鱼粉 Fish meal (CP 67%)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
肠膜蛋白粉 DPS	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
血浆蛋白粉 SDPP	4.0				
小麦水解蛋白 WGPH		3.0			
进口酵母提取物 Imported YE		2.0		2.0	
国产酵母提取物 Domestic YE					2.0
大豆分离蛋白 ISP				3.0	3.0
酪蛋白 CAS			5.0		
巧饲料 Milk chocolate product ¹⁾	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
五星宝 Five star booster ¹⁾	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
葡萄糖 Glucose	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
豆油 Soybean oil	1.5	2.4	2.5	2.5	2.5
预混料 Premix ²⁾	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
合计 Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
营养水平 Nutrient levels ³⁾					
粗蛋白质 CP	20.63	20.75	20.12	20.44	20.63
钙 Ca	0.85	0.87	0.85	0.88	0.88
总磷 TP	0.61	0.65	0.59	0.59	0.64
赖氨酸 Lys	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
蛋氨酸 + 胱氨酸 Met + Cys	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
消化能 DE/(MJ/kg)	14.44	14.44	14.44	14.44	14.44

¹⁾巧饲料和五星宝均为美国国际原料公司生产的产品。巧饲料是以牛奶巧克力为主要原料生产的高质量、质地均匀的饲料原料;五星宝是富含单双糖、寡糖和有机酸的功能性能量饲料原料。Milk chocolate product and five star booster were both products of International Ingredient Corporation. The milk chocolate product was a feed ingredient containing milk and chocolate of high quality and uniform ingredient; five star booster was a functional ingredient of energy feed containing single sugar, disaccharose, oligose and organic acid.

²⁾预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of diets: VC 250 mg, VA 18 000 IU, VD₃ 4 000 IU, VE 32 IU, VK₃ 4 mg, VB₁ 3 mg, VB₂ 8 mg, VB₆ 4 mg, VB₁₂ 0.04 mg, 生物素 biotin 0.16 mg, 叶酸 folic acid 2 mg, 烟酸 niacin 40 mg, D-泛酸 D-pantothenic acid 20 mg, Fe 110 mg, Cu 8 mg, Zn 100 mg, I 0.2 mg, Mn 5 mg, Se 0.3 mg。

³⁾粗蛋白质、钙、总磷为测定值,其他为计算值。CP, Ca and TP were analyzed values, while the others were calculated values.

1.4.4 血清生化指标

仔猪33日龄时,随机从每个重复中各取1头体况正常的猪,进行前腔静脉采血10 mL,离心分离出血清,置于-20℃下冷冻保存,待测定血清总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、葡萄糖、尿素氮(UN)、免疫球蛋白G(IgG)、免疫球蛋

白M(IgM)和免疫球蛋白A(IgA)含量及谷丙转氨酶(GTP)、谷草转氨酶(GOT)活性。血清指标在郑州市人民医院采用西门子全自动生化分析仪进行测定。

1.5 统计分析

采用SPSS 17.0统计软件对各指标进行单因

素方差分析和 Duncan 氏法多重比较,显著水平定为 $P < 0.05$, 结果表示为平均值 \pm 标准差。

表 2 饲料(保育料)组成及营养水平(风干基础)

Table 2 Composition and nutrient levels of the diet (starter diet) (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	45.5
小麦 Wheat	15.0
豆粕 Soybean meal (CP 46%)	9.0
发酵豆粕 Fermented soybean meal	10.0
鱼粉 Fish meal (CP 67%)	3.0
肠膜蛋白粉 DPS	2.0
进口酵母提取物 Imported YE	1.0
酪蛋白 CAS	3.0
五星宝 Five star booster	3.0
葡萄糖 Glucose	1.5
豆油 Soybean oil	2.0
预混料 Premix ¹⁾	5.0
合计 Total	100.0
营养水平 Nutrient levels ²⁾	
粗蛋白质 CP	19.25
钙 Ca	0.52
总磷 TP	0.51
赖氨酸 Lys	1.35
蛋氨酸+胱氨酸 Met + Cys	0.55
消化能 DE/(MJ/kg)	14.44

¹⁾ 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet: VC 250 mg, VA 20 000 IU, VD₃ 4 500 IU, VE 36 IU, VK₃ 4.5 mg, VB₁ 3.6 mg, VB₂ 9 mg, VB₆ 4.5 mg, VB₁₂ 0.045 mg, 生物素 biotin 0.18 mg, 叶酸 folic acid 2.25 mg, 烟酸 niacin 45 mg, D-泛酸 D-pantothenic acid 22.5 mg, Fe 150 mg, Cu 12 mg, Zn 120 mg, I 0.2 mg, Mn 5 mg, Se 0.3 mg。

²⁾ 粗蛋白质、钙、总磷为测定值,其他为计算值。CP, Ca and TP were analyzed values, while the others were calculated values.

2 结果与分析

2.1 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪生长性能的影响

由表 3 可知,教槽阶段只有试验 I 组平均日采食量显著低于对照组 ($P < 0.05$),其余各试验组与对照组相比差异均不显著 ($P > 0.05$);保育阶段各试验组的平均日采食量与对照组相比差异均不显著 ($P > 0.05$)。教槽阶段试验 I 组平均日增重

显著低于对照组 ($P < 0.05$),而试验 III 组显著高于对照组 ($P < 0.05$),其余 2 个试验组与对照组相比没有显著差异 ($P > 0.05$);保育阶段各试验组的平均日增重与对照组相比差异均不显著 ($P > 0.05$)。教槽阶段各试验组料重比与对照组相比差异均不显著 ($P > 0.05$),但试验 I 组和试验 III 组分别比对照组降低了 13.41% 和 6.71%;保育阶段各试验组的料重比与对照组相比差异均不显著 ($P > 0.05$),但试验 III 组和试验 IV 组的料重比均低于对照组。

2.2 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪粗蛋白质表观消化率和腹泻率的影响

由表 4 可知,教槽阶段除了试验 I 组粗蛋白质表观消化率显著低于对照组 ($P < 0.05$) 外,其余各试验组与对照组相比差异不显著 ($P > 0.05$);但在保育阶段试验 I 组粗蛋白质表观消化率显著低于对照组 ($P < 0.05$),试验 IV 组显著高于对照组 ($P < 0.05$),其余各试验组与对照组相比差异不显著 ($P > 0.05$)。教槽阶段和保育阶段各组腹泻率均未发现显著差异 ($P > 0.05$)。

2.3 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪血清生化指标的影响

由表 5 可知,试验 II 组血清 IgG 含量显著低于对照组 ($P < 0.05$),而其 IgM 含量却显著高于对照组 ($P < 0.05$),另外对照组、试验 I 组、试验 III 组均没有检测到血清 IgA,试验 II 组和试验 IV 组血清 IgA 含量显著高于对照组 ($P < 0.05$)。其余血清生化指标各试验组与对照组相比差异均不显著 ($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪生长性能的影响

营养因素(蛋白质、小肽、氨基酸)能够影响断奶仔猪的生长速度,从本试验结果可以看出,使用 3% ISP + 2% 进口 YE 替代 SDPP(试验 III 组)可以显著提高断奶仔猪教槽阶段的平均日增重,同时其料重比和腹泻率与对照组相比没有显著差异,但均低于其他 3 个试验组;该组保育阶段仔猪的平均日增重、平均日采食量、料重比、粗蛋白质表观消化率和腹泻率与对照组相比均没有显著差异。这与 ISP 的营养价值密切相关,粗蛋白质含量高达 90%,其氨基酸组成相当平衡,同时由于水解

作用产生了更利于断奶仔猪吸收的小肽和氨基酸^[12]。另外发酵酵母具有特有的优雅香味,可以掩盖食品中的不良味道,对断奶仔猪有很好的诱食作用,并且其富含微生物蛋白、氨基酸和功能性寡糖等有益于动物健康的物质,不仅可以促进消化道的发育,还可以提高仔猪肠道有益菌群数量^[13]。因此3% ISP+2%进口YE提高了教槽阶段仔猪的生长性能,但对保育阶段仔猪的生长性能的影响不显著,这说明3% ISP+2%进口YE这

种蛋白质源组合只对教槽阶段仔猪生长性能的提高有效果,而对保育阶段仔猪的生长性能没有影响。另外还说明进口YE的效果明显优于国产YE。3% WGPH+2%进口YE、5% CAS、3% ISP+2%国产YE这3种组合在提升仔猪生长性能方面与SDPP相比没有差异,所以这3种组合也可替代SDPP,可以根据不同时间的不同原料价格来选择蛋白质源。

表3 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪生长性能的影响

Table 3 Effects of diets with different protein source combinations on growth performance of weaner piglets

项目 Items	阶段 Phase	对照组 Control group	试验组 Experimental groups			
			I	II	III	IV
平均日采食量 ADFI/kg	教槽阶段 Creep phase	0.32 ± 0.03 ^{bc}	0.22 ± 0.03 ^a	0.32 ± 0.02 ^{bc}	0.34 ± 0.01 ^c	0.29 ± 0.01 ^b
	保育阶段 Starter phase	1.01 ± 0.07 ^{ab}	0.87 ± 0.01 ^a	1.06 ± 0.05 ^b	0.90 ± 0.05 ^a	0.98 ± 0.01 ^{ab}
平均日增重 ADG/kg	教槽阶段 Creep phase	0.19 ± 0.01 ^b	0.15 ± 0.01 ^a	0.20 ± 0.01 ^b	0.23 ± 0.01 ^c	0.17 ± 0.01 ^{ab}
	保育阶段 Starter phase	0.57 ± 0.03	0.47 ± 0.03	0.55 ± 0.02	0.55 ± 0.06	0.58 ± 0.02
料重比 F/G	教槽阶段 Creep phase	1.64 ± 0.15	1.42 ± 0.05	1.67 ± 0.17	1.53 ± 0.06	1.70 ± 0.03
	保育阶段 Starter phase	1.77 ± 0.04	1.86 ± 0.12	1.93 ± 0.02	1.69 ± 0.11	1.68 ± 0.05

同行数据肩标无字母或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($P < 0.05$)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same 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4 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪粗蛋白质表观消化率和腹泻率的影响

Table 4 Effects of diets with different protein source combinations on crude protein apparent digestibility and diarrhea rate of weaner pigs

项目 Items	阶段 Phase	对照组 Control group	试验组 Experimental groups				%
			I	II	III	IV	
粗蛋白质 表观消化率 Crude protein apparent digestibility	教槽阶段 Creep phase	82.19 ± 0.31 ^b	80.39 ± 0.30 ^a	83.19 ± 0.42 ^b	83.67 ± 0.92 ^b	82.28 ± 0.44 ^b	
	保育阶段 Starter phase	84.10 ± 0.28 ^b	82.18 ± 0.34 ^a	83.74 ± 0.36 ^b	84.62 ± 0.11 ^{bc}	85.39 ± 0.43 ^c	
腹泻率 Diarrhea rate	教槽阶段 Creep phase	0.42 ± 0.31	6.65 ± 3.92	1.34 ± 0.98	0.53 ± 0.24	2.78 ± 2.78	
	保育阶段 Starter phase	0	0	0	0	0	

表5 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪血清生化指标的影响

Table 5 Effects of diets with different protein source combinations on serum biochemical indices of weaner piglets

项目 Items	对照组 Control group	试验组 Experimental groups			
		I	II	III	IV
总蛋白 TP/(g/L)	47.90 ± 2.41	43.83 ± 2.59	41.75 ± 5.16	42.58 ± 4.81	39.68 ± 5.11
白蛋白 ALB/(g/L)	27.03 ± 1.36	25.38 ± 1.44	23.38 ± 2.44	24.15 ± 1.94	21.30 ± 3.13
球蛋白 GLB/(g/L)	20.88 ± 1.11	18.45 ± 1.49	18.38 ± 2.76	18.43 ± 2.98	18.38 ± 2.43
白蛋白/球蛋白 ALB/GLB	1.30 ± 0.29	1.39 ± 0.08	1.30 ± 0.07	1.37 ± 0.13	1.17 ± 0.12
尿素氮 UN/(mmol/mL)	5.08 ± 0.77 ^{ab}	4.30 ± 0.28 ^a	6.11 ± 0.26 ^b	4.33 ± 0.56 ^a	3.51 ± 0.59 ^a
葡萄糖 Glucose/(mol/mL)	5.44 ± 0.42	5.59 ± 0.71	4.27 ± 0.41	4.26 ± 0.37	4.65 ± 0.77
谷丙转氨酶 GPT/(IU/L)	59.75 ± 7.36	85.50 ± 16.01	57.75 ± 6.55	53.25 ± 3.57	69.25 ± 11.79
谷草转氨酶 GOT/(IU/L)	43.75 ± 1.60	60.00 ± 15.06	31.50 ± 10.41	42.75 ± 3.57	43.50 ± 9.00
免疫球蛋白 G IgG/(g/L)	2.51 ± 0.29 ^b	2.47 ± 0.09 ^b	0.06 ± 0.03 ^a	2.17 ± 0.43 ^b	2.16 ± 0.30 ^b
免疫球蛋白 A IgA/(g/L)	0.00 ± 0.00 ^c	0.00 ± 0.00 ^c	0.06 ± 0.03 ^a	0.00 ± 0.00 ^c	0.01 ± 0.00 ^b
免疫球蛋白 M IgM/(g/L)	0.47 ± 0.06 ^a	0.48 ± 0.09 ^a	2.03 ± 0.49 ^b	0.41 ± 0.08 ^a	0.51 ± 0.07 ^a

3.2 不同蛋白质源组合饲料对断奶仔猪血清生化指标的影响

3.2.1 对血清 TP、ALB、GLB 含量和 ALB/GLB 的影响

血清 TP 分为 ALB 和 GLB 2 类,它与机体组织蛋白质合成呈正相关,血清 TP 含量越高,组织蛋白质合成能力越强,越能促进组织器官的生长,因此血清 TP 含量是衡量动物营养状况的一个重要指标。其中 ALB 的含量与机体蛋白质的吸收和代谢状况有关,GLB 与机体的体液免疫有关。ALB/GLB 可反映机体的抵抗力,该值的降低,说明更多的 GLB 合成用于提高机体免疫机能。本试验的结果显示,这 4 种蛋白质源组合替代 SDPP 对血清 TP、ALB、GLB 和 ALB/GLB 这几项血清生化指标没有影响,表明其对机体免疫机能方面没有显著影响。

3.2.2 对血清 UN 和葡萄糖含量的影响

血清中的 UN 是蛋白质和氨基酸代谢的最终产物,其含量与饲料中粗蛋白质、氨基酸的含量与质量有密切联系,其含量与体内氮沉积率、粗蛋白质或氨基酸利用率有负相关的关系^[14]。因此,UN 含量可以准确的反映动物体内蛋白质代谢和氨基酸之间的平衡状况,较低的血清 UN 含量表明氨基酸平衡好,机体蛋白质合成率较高。本试验的结果表明,用 5% CAS 替代 SDPP 时血清 UN 含量稍微有所增加,而其余各组合血清 UN 含量都有所降低,这说明 ISP、WGPH 和 YE 在蛋白质和氨基酸组成方面不但不会比 SDPP 差,反而还有超越的

趋势。

血糖是动物进行生命活动的直接能源,血糖含量是动物生活力的反映,在正常范围内血糖含量的升高有助于提高动物的免疫力和抵御外部逆境的影响,减少动物的不良应激。血液中葡萄糖主要有 2 种来源:一是肠道吸收;二是肝糖元分解。本试验中的血清生化指标是在非禁食状态下获得,所以血清中的葡萄糖主要来自消化道的吸收,也就是说血糖在生理正常范围内的升高意味着肠道对营养物质的消化吸收作用、合成糖原代谢能力加强。本试验结果表明,这几种蛋白质源组合与 SDPP 相比对断奶仔猪血清葡萄糖含量没有显著影响,说明蛋白质源的不同不会影响断奶仔猪机体的能量代谢。

3.2.3 对血清 GPT 和 GOT 活性的影响

GPT 和 GOT 是动物体内参与转氨基作用、反映蛋白质合成和分解代谢状况的 2 种活性最高的酶。本试验结果显示,这几种不同的蛋白质源组合对断奶仔猪血清 GPT 和 GOT 活性的影响差异并不显著,由此说明不同蛋白质源对仔猪氨基酸代谢和蛋白质合成的影响不显著。

3.2.4 对血清 IgG、IgA 和 IgM 含量的影响

IgA 具有抗菌、抗病毒、抗毒素的免疫学活性,对机体呼吸道、消化道等局部黏膜免疫起着相当重要的作用。IgG 是由脾脏和淋巴结中的浆细胞产生,它是动物血清中含量最高的免疫球蛋白^[15],是最重要的免疫球蛋白之一。IgM 是动物机体初次体液免疫反应中最早出现的免疫球蛋白,在感

染早期起着先锋免疫作用。本试验结果表明,CAS与其余几种蛋白质源相比,其使机体产生 IgG 含量显著减少,但其刺激机体产生的 IgA 和 IgM 含量却是其余几种蛋白质源组合所不能企及的。其余几种组合的蛋白质源与 SDPP 相比对断奶仔猪血清的 IgG、IgA 和 IgM 含量影响不显著。SDPP 含有大量的免疫球蛋白^[16],YE 中的核酸能促进断奶仔猪免疫器官的发育,同时其还含有大量有护肝作用的谷胱甘肽^[8],WGPH 的丰富的谷氨酰胺对肠道有很好的免疫作用,所以这几种蛋白质源组合(除 CAS 外)对仔猪的免疫系统的发育均有促进作用,其他组和对对照组相比差异都不显著。

4 结 论

当以 3% WGPH + 2% 进口 YE、5% CAS、3% ISP + 2% 进口 YE 或 3% ISP + 2% 国产 YE 替代断奶仔猪基础饲料中的 SDPP 时,其对断奶仔猪的生长性能、腹泻率以及血清生化指标都无不良影响,另外,断奶仔猪饲料中用 3% ISP + 2% 进口 YE 替代 4% SDPP 后生长性能可以取得更好的效果。

参考文献:

- [1] 陈代文,郑萍,余冰,等.猪营养与营养源[J].动物营养学报,2012,24(5):791-795.
- [2] HERNÁNDEZ A, HANSEN C F, MANSFIELD J, et al. The responses of light-and heavy-for-age pigs at weaning to dietary spray-dried porcine plasma[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2010, 162: 116-122.
- [3] VAN DIJK A J, EVERTS H, NABUURS M J A, et al. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review[J]. *Livestock Production Science*, 2001, 68: 263-274.
- [4] TORRALLARDONA D. Spray dried animal plasma as an alternative to antibiotics in weanling pigs[J]. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 2010, 23: 131-148.
- [5] LIU Q P, HALPIN K, SULLIVAN J, et al. 奶酪产品(奇奇粉)的营养价值及其在动物饲料中的应用[J]. *中国畜牧杂志*, 2006, 42(14): 57-61.
- [6] OTANI H, KIHARA Y, PARK M. The immunoenhancing property of a dietary casein phosphopeptide preparation in mice[J]. *Food and Agriculture Immunology*, 2000, 12(2): 165-173
- [7] ZHU K X, ZHOU H M, QIAN H F. Antioxidant and free radical-scavenging activities of wheat germ protein hydrolysates (WGPH) prepared with alcalase[J]. *Process Biochemistry*, 2006, 41: 1296-1302.
- [8] 秦文雅,赵玉蓉.谷氨酰胺对仔猪肠道免疫的影响研究[J]. *江西饲料*, 2001(1): 5-8.
- [9] 管武太,李德发.车向荣,等. SDPP 改善断奶仔猪生产性能的机理[J]. *北京农业大学学报*, 1994, 20(4): 451-456.
- [10] CINTHIA M C P, JUAREZ L D, FRANCISCO C O S, et al. Yeast extract with blood plasma in diets for piglets from 21 to 35 days of age[J]. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2012, 41(7): 1676-1682.
- [11] 邱楚武. SDPP 的特点及应用[J]. *粮食与饲料工业*, 2001(1): 30-31.
- [12] 陆连华,潘锦平,诸平,等.不同大豆蛋白源对早期断奶仔猪生产性能的影响[J]. *上海畜牧兽医通讯*, 2002(5): 16-17.
- [13] 吴迪,董爱华.酵母提取物对断奶仔猪生长性能的影响[J]. *饲料研究*, 2012(1): 68-69.
- [14] 赵国先,张正珊.低蛋白饲料蛋加氨基酸对肉兔生产性能及血液生化指标的影响[J]. *饲料与畜牧*, 1997(2): 9-11.
- [15] 章金刚,钱爱东,丘鹤英,等.猪的免疫学基础[J]. *中国兽医杂志*, 1997, 23(3): 51-53.
- [16] 丰艳平.血浆蛋白粉断奶仔猪生长性能及机体免疫力影响的研究[D].硕士学位论文.长沙:湖南农业大学,2005.

Effects of Diets with Different Protein Source Combinations on Growth Performance and Serum Biochemical Indices of Weaner Piglets

SHI Qiufeng SANG Jingchao XIN Xiaozhao YANG Fuyu LI Zhentian*

(College of Animal Science and Veterinary Medicine, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: This experiment was conducted to discuss the effects of diets with different protein source combinations on growth performance and serum biochemical indices of weaner piglets. According to similar age and weight, a total of 200 weaner piglets were randomly divided into five groups, each group had 4 replicates and each replicate had 10 piglets. The experiment was divided into 2 phases: creep phase (21 to 33 days of age) and starter phase (34 to 55 days of age). In the creep phase, experimental design was as follows: piglets in the control group were fed a basal diet containing 4% spray-dried plasma protein, piglets in experimental groups I, II, III and IV were fed the diets containing 3% wheat germ protein hydrolysates + 2% imported yeast extract, 5% casein, 3% isolated soybean protein + 2% imported yeast extract, 3% soybean protein isolate + 2% domestic yeast extract to replace spray-dried plasma protein in the basal diet, respectively, and this experiment lasted for 12 days. After creep phase, all piglets were translated into the starter phase, and fed the same starter diets. This experiment lasted for 21 days. The results showed as follows: 1) in the two phases, the average daily feed intake (except for experimental group I in creep phase), feed/gain and diarrhea rate in experimental groups had no significant differences compared with the control group ($P > 0.05$); the average daily gain in experimental group I in the creep phase was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$), while the experimental group III was significantly higher than the control group ($P < 0.05$), and the crude protein apparent digestibility in experimental group I was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$). In the starter phase, the crude protein apparent digestibility in experimental group I was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$), however, the experimental group IV was significantly higher than the control group ($P < 0.05$). 2) On 33 days of age, compared with the control group, the contents of total protein, albumin, globulin, urea nitrogen and glucose, albumin/globulin, and the activities of glutamic-pyruvic transaminase and glutamic-oxal (o) acetic transaminase in serum in the experimental groups had no significant differences ($P > 0.05$). The immunoglobulin G content in experimental group II was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$), but immunoglobulin A and immunoglobulin M contents were significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$). It is concluded that 3% wheat germ protein hydrolysates + 2% imported yeast extract, 5% casein, 3% isolated soybean protein + 2% imported yeast extract, 3% isolated soybean protein + 2% domestic yeast extract can replace spray-dried plasma protein in the basal diet, which do not affect the growth performance of weaner piglets. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2013, 25(6):1199-1206]

Key words: spray-dried plasma protein; wheat germ protein hydrolysates; casein; isolated soybean protein; yeast extract; weaner piglets