

任阳, 唐武, 党涵, 等. 狗粮添加牛初乳粉等对犬生长性能、粪便评分、血液生理生化及免疫功能的影响 [J]. 畜牧与兽医, 2025, 57 (6): 44-51.

REN Y, TANG W, DANG H, et al. Effects of dietary supplementation of bovine colostrum powder and other ingredients on growth performance, blood physiological and biochemical indexes and immune function of dogs [J]. Animal Husbandry & Veterinary Medicine, 2025, 57 (6): 44-51.

狗粮添加牛初乳粉等对犬生长性能、理化指标及免疫功能的影响

任阳¹, 唐武¹, 党涵¹, 陈兴祥^{2*}

(1. 上海福贝宠物用品股份有限公司, 上海 201699;

2. 南京农业大学动物医学院, 江苏 南京 210095)

摘要: 旨在探究狗粮中添加喷雾干燥猪血浆蛋白粉 (SDPP)、牛初乳粉 (BCP) 和破壁蜂花粉 (WBBP) 对犬生长性能、粪便评分、血常规指标、血清生化指标和免疫功能的影响。选取 16 只成年迷你贵宾犬, 公母各半, 随机分成 2 组, 每组 8 个重复, 分别饲喂基础狗粮 (对照组) 和基础狗粮+0.1% SDPP+0.05% BCP+0.1% WBBP (试验组), 预试期 7 d, 正试期 28 d; 正试期前 1 d, 称取每只犬的空腹初始体重, 第 14 和 28 天称取空腹体重后, 采集血液样本用于检测血清生化、血常规、血清免疫指标; 在第 1、7、14、21 和 28 天进行粪便评分; 试验期间记录每只犬的日采食量。结果: 与对照组相比, 试验组添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬生长性能和粪便评分无显著影响 ($P>0.05$); 试验第 28 天时, 试验组红细胞分布宽度系数显著升高 ($P<0.05$); 试验第 14 天时, 试验组肌酐水平显著降低 ($P<0.05$), 补体 4 水平显著升高 ($P<0.05$), 补体 3 水平有升高趋势。综上, 添加 SDPP、BCP 和 WBBP 可通过影响血液中肌酐、补体 4 水平从而提升成年迷你贵宾犬的免疫能力, 同时不影响成年迷你贵宾犬的日采食量、日增重和消化吸收能力。

关键词: 血浆蛋白粉; 牛初乳粉; 破壁蜂花粉; 迷你贵宾犬; 免疫

中图分类号: S815 **文献标志码:** A **文章编号:** 0529-5130(2025)06-0044-08

Effects of dietary supplementation of bovine colostrum powder and other ingredients on growth performance, blood physiological and biochemical indexes and immune function of dogs

REN Yang¹, TANG Wu¹, DANG Han¹, CHEN Xingxiang^{2*}

(1. FUBEI (SHANGHAI) Co., Ltd., Shanghai 201699, China;

2. College of Veterinary Medicine, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of spray-dried porcine plasma protein powder (SDPP), bovine colostrum powder (BCP) and wall-broken bee pollen (WBBP) on growth performance, fecal score, blood routine indexes, serum biochemical indexes and immune function in adult miniature poodles. Sixteen adult miniature poodles, half male and half female, were used and randomly divided into two groups (the trial group and the control group) with eight replicates in each group. The dogs in the control group were fed with a basal diet, and the dogs in the trial group were fed with basal diet supplemented with 0.1% SDPP, 0.05% BCP, and 0.1% WBBP. The pretrial period lasted for 7 days and the formal trial period lasted for 28 days. One day before the formal trial, each dog was weighed for initial body weight. After fasting, the body weight and blood samples were collected from the dogs to measure their blood routine, serum biochemical and immune parameters on Days 14 and 28, respectively; their fecal score was measured on Days 1, 7, 14, 21, and 28, respectively; and their daily feed intake was recorded individually during the formal trial period. The results showed as follows: Compared with the control group, adding SDPP, BCP and WBBP had no significant ($P>0.05$) effect on the growth performance and fecal score of the adult miniature poodles. The red blood cell volume distribution width coefficient of variation in the trial group was significantly increased ($P<0.05$) on day 28. The level of GREA in the trial group was significantly decreased ($P<0.05$) on the day 14. 4) The level of complement

收稿日期: 2024-06-21; 修回日期: 2025-04-22

第一作者: 任阳, 女, 博士

* 通信作者: 陈兴祥, 教授, 主要从事小动物疾病防治方面的研究, E-mail: cxx@naju.edu.cn.

4 was significantly increased ($P < 0.05$), and Complement 3 tended to increase. It can be concluded that adding 0.1% SDPP, 0.05% BCP and 0.1% WBBP improve the immune capacity of adult miniature poodles by affecting creatinine, and complement 4 in blood, but with effect on the growth performance, abilities of digestion and absorption of the adult miniature poodles.

Keywords: porcine plasma protein powder; bovine colostrum powder; wall-broken bee-pollen; poodles; immune

随着人类经济和生活水平提升、城市独居和老龄化人口增加,对伴侣动物的需求大幅增长。然而,宠物犬室内活动时间长、运动量少等问题可能会导致犬免疫力降低、肥胖等健康问题,其广泛引起养宠人士关注。功能性犬饲料的开发对犬的生长、健康并在减轻宠物主人的饲养负担上有重要的意义。喷雾干燥猪血浆蛋白粉(SDPP)主要成分为低分子量蛋白质、中等分子量蛋白质(清蛋白)和高分子量蛋白质(免疫球蛋白),具有消化率高、适口性好和富含免疫物质等特点,在畜牧行业深受青睐,并在断奶仔猪饲料配方中得到广泛应用^[1]。研究表明,饲喂SDPP可经由肠道微生物区系降低蛋白质的分解代谢途径,达到提高机体蛋白质利用率的作用^[2],SDPP还可降低断奶仔猪血清和肠道中促炎因子的表达和血清丙二醛的含量,进而提高机体抗氧化能力^[3]。

牛初乳粉(BCP)含有生长因子、免疫球蛋白、乳铁蛋白、细胞因子等促进生长发育的活性因子^[4]。研究表明BCP的作用靶基因通常与炎症反应和白细胞活性相关,显著影响着与免疫球蛋白相关的基因表达^[5]。BCP含有抗空肠弯曲杆菌感染的中性和酸性多聚糖,对腹泻有很好的预防和治疗效果^[6],BCP还富含功能蛋白质、微量元素、类胰岛素生长因子和乳络复合物、牛磺酸、胆碱、磷脂、脑肽等营养物质可促进生长发育^[7]。Boudry等^[8]研究发现饲喂BCP后的仔猪肠淋巴组织中的抗炎细胞因子的含量有着显著的提高,表明其对肠相关淋巴组织有一定的免疫调节作用。蜂花粉是蜜蜂从被子植物雄蕊花药或裸子植物小孢子囊采集的花粉细胞形成的团粒状物,在蜂巢内,蜜蜂通过加入唾液和花蜜,将花粉转化为蜂粮,并可能经过储藏和发酵过程。

破壁蜂花粉(WBBP)是指在后期加工中,通过物理或化学方法破坏蜂花粉的细胞壁,以提高其内部营养成分的释放和吸收率的产品^[9]。WBBP中含有蛋白质、脂类(不饱和脂肪酸为主)、氨基酸、多糖、黄酮类化合物和矿物质^[10]。杜迎雪等^[11]研究表明,饲料添加0.80%~0.95%的油菜蜂花粉可显著提高芦花鸡的生产性能、提高抗氧化能力和增强免疫功能。近年来,许多研究也表明WBBP在免疫调节、抗疲劳、抗氧化和抑制肿瘤方面发挥着重要作用^[12]。SDPP、BCP和WBBP在猪和鸡等动物上有大量的研究报道,具有良好的提高免疫力、抗氧化和抗炎效

果^[12-14]。目前关于破壁蜂花粉在犬类应用中的效果尚不清楚。本研究旨在探究添加SDPP、BCP和WBBP对犬的生长性能、粪便评分、血常规、血清生化和免疫等指标的影响,为其在伴侣动物犬饲料中的生产应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

SDPP购于某蛋白质饲料有限公司,其粗蛋白质含量 $\geq 78\%$,免疫球蛋白G(IgG)含量 $\geq 21.40\%$;BCP购于某生物科技有限公司,其粗蛋白质含量 $\geq 71.6\%$,IgG含量 $\geq 28.10\%$;WBBP购于某科技有限公司,其粗蛋白质含量 ≥ 21.96 ,总糖含量 $\geq 33.0\%$,黄酮类化合物含量(以无水芦丁计) $\geq 2440\text{ mg}/100\text{ g}$,黄酮多酚含量 $\geq 17\text{ g}/\text{kg}$,萘烯酸含量 $\geq 5\text{ g}/\text{kg}$, α -亚麻酸含量 $\geq 30\text{ g}/\text{kg}$ 。

1.2 试验设计

试验选取年龄(2.27 \pm 0.06)岁、体重(7.04 \pm 0.38)kg相近的成年迷你贵宾犬16只(犬饲养试验在福贝宠物科研基地开展),公母各半,随机分为对照组和试验组,每组8个重复,其中对照组饲喂基础饲料,不添加其他物质,试验组在每千克基础饲料中添加0.1%SDPP、0.05%BCP和0.1%WBBP(添加量根据厂家推荐量和其他动物已有研究报道确定)。预试期7d,正试期28d。

于正试期前1d称取每只犬的初始空腹体重,于第14和28天称空腹称取体重后,采集血液样本用于检测血清生化、血液常规和血清免疫指标。于正试期第1、7、14、21和28天进行粪便评分并记录正试期每只犬的每日采食量。

1.3 试验饲料

参照NRC(2006)^[15]成年犬维持营养需要配置基础饲料,基础配方及营养水平见表1。

1.4 饲养管理

试验犬饲养在同1栋犬舍,采用单舍(长 \times 宽 \times 高=2m \times 0.9m \times 1.1m)饲养,自由饮水。试验开始前对犬舍全面清洗、消毒,将选取的健康试验犬转入试验栏舍饲喂基础粮,试验期间每日对试验犬舍进行清扫,每周走廊消毒1次。试验期间每只试验犬的动物福利参照GB/T42011—2022《实验动物福利通则》执行,每日08:00和16:00每只各饲喂1次,每次

饲喂量为 100 g/只，犬每次进食 30 min 后，收集并称取剩料量，两次剩料量与喂料量之差即为当日犬的采食量。

表 1 基础狗粮组成及营养水平（干物质基础）

原料	含量/%	营养成分	含量
鲜鸭肉	28.00	代谢能 ³⁾ / (MJ · kg ⁻¹)	17.20
鸡肉粉	10.00	水分/%	4.39
鸭肉粉	5.10	粗蛋白质/%	35.92
红薯干	4.00	粗脂肪/%	16.60
豌豆	4.00	粗灰分/%	8.30
木薯淀粉	8.00	粗纤维/%	3.70
鸡油	13.00	钙/%	1.14
鲜鸡肝	2.00	总磷/%	1.15
鲜鸭肝	2.00		
啤酒酵母粉	3.00		
鸡肝粉	3.00		
鲜鸭心	1.50		
磷虾粉	1.00		
鱼油	1.00		
葵花籽油	1.50		
果蔬粉 ¹⁾	3.00		
燕麦草粉	1.70		
奶酪粉	3.00		
牛肉骨粉	1.00		
磷酸氢钙	0.70		
DL-蛋氨酸	0.50		
预混料 ²⁾	3.00		

注：¹⁾果蔬粉为南瓜粉、胡萝卜粉和番茄粉按照 5 : 4 : 2 比例混合制备。²⁾预混料为每千克狗粮提供 VA 5 100 IU, VD₃ 558 IU, VE 30 mg, VB₁ 2.3 mg, VB₂ 5.3 mg, VB₆ 1.5 mg, VB₁₂ 35 μg, 生物素 0.1 mg, 烟酸 17 mg, D-泛酸 15 mg, 叶酸 270 μg, 胆碱 1 700 mg, 铜 6.1 mg, 铁 31 mg, 锌 60mg, 锰 5 mg, 硒 353 μg, 碘 890 μg, 钠 808 mg, K 钾 8.08 g, 镁 606 mg, 氯 1 200 mg。³⁾代谢能为计算值，其余为实测值。

1.5 饲料营养水平检测

饲喂前采集犬基础狗粮样品 200 g，于 65 °C 鼓风烘干箱中烘干，全部粉碎过后过 0.42 mm 筛（60 目）。根据 GB/T 6435—2014 《饲料中水分的测定》、GB/T 6432—2018 《饲料中粗蛋白的测定 凯氏定氮法》、GB/T 6433—2006 《饲料中粗脂肪的测定》、GB/T 6438—2007 《饲料中粗灰分的测定》、GB/T 6434—2022 《饲料中粗纤维的含量测定》、GB/T 6436—2018 《饲料中钙的测定》和 GB/T 6437—2018 《饲料中总磷的测定 分光光度法》检测相对应成分的含量，每个指标测定两个平行样，取平均值。

1.6 生长性能测定

于正试期第 0、14 和 28 天，空腹（前 1 天 17:00 开始禁食）称取每只试验犬体重（BW）。记录正试期间犬每日采食量，计算平均日增重（ADG）和平均日采食量（ADFI），ADG = (期末体重 - 初始体重) / 试验天数，ADFI = (试验周期内采食总量) / 试验天数。

1.7 粪便评分

于正试期第 1、7、14、21 和 28 天，两名试验人员根据 Cavett 等^[16]粪便评分标准，对每只犬的粪便进行快速现场评分，取得分平均值。1 分（硬度像子弹一样，稍加压力就会碎裂）；1.5 分（坚硬且干燥，按压时有裂纹）；2 分（成型良好，捡起时不留痕迹）；2.5 分（成型良好，表面略微湿润，捡起时留有痕迹）；3 分（粪便湿润，有些松散捡起时留下明显痕迹）；3.5 分（非常湿润，但仍有一点明确的形状）；4 分（粪便呈黏性液体，液体中有些许固体）；4.5 分（粪便呈轻微黏性的液体）；5 分（粪便呈水样液体）。理想评分为 2.5 分。

1.8 血常规指标

于正试期第 14 和 28 天，称取每只犬空腹体重后，使用采血针于犬前臂静脉采血（未进行麻醉），用乙二胺四乙酸二钾（EDTA-K₂）抗凝采血管，采集血液 0.5 mL。采集后 2 h 内，用 BH-40Vet 全自动动物血细胞分析仪测定血常规指标，包括白细胞数（WBC）、中间细胞（MID）数、MID 的百分比、红细胞数（RBC）、血红蛋白（HGB）、红细胞压积（HCT）、平均红细胞体积（MCV）、平均红细胞血红蛋白含量（MCH）、平均红细胞血红蛋白浓度（MCHC）、红细胞分布宽度系数（RDW-CV）、细胞分布宽度标准差（RDW-SD）、血小板数（PLT）、平均血小板体积（MPV）、血小板分布宽度（PDW）和血小板压积（PCT）等。

1.9 血清生化指标

于正试期第 14 和 28 天称空腹取体重后，使用采血针于犬前肢静脉采血（未进行麻醉），如前臂静脉血量不足继续采集后肢静脉，用带分离胶的 5 mL 采血管采集血液 3 mL，室温静置 1 h 后，将采血管置于离心机内，4 °C 3 000 r/min 离心 15 min，取上清液（血清）分装于 0.5 mL 离心管中，-80 °C 保存。使用全自动生化分析仪（V7，成都斯马特科技有限公司）测定总蛋白（TP）、白蛋白（ALB）、球蛋白（GLB）、血糖（GLU）、尿素氮（UN）、丙氨酸转移酶（ALT）、碱性磷酸酶（ALP）、肌酐（GREA）的含量。

1.10 血清免疫指标

将正试期第 0、14 和 28 天制备好的血清，进行血清免疫指标测定，采用免疫比浊法测定免疫球蛋白 (Ig) A、IgG、IgM，补体 3 (C3) 和补体 4 (C4) 的水平。

1.11 数据统计与分析

利用 Excel 2019 软件进行数据初步整理，采用 SPSS 23.0 统计软件进行 *t* 检验，使用 GraphPad Prim 8 进行图片绘制，结果以“平均值±标准误”表示， $P < 0.05$ 为差异显著， $P \geq 0.05$ 为差异不显著，

$0.05 \leq P < 0.10$ 作为有显著趋势。

2 结果

2.1 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对犬生长性能的影响

由表 2 可知，与对照组相比，添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬初始体重、第 14 和 28 天体重无显著影响 ($P > 0.05$)；对成年迷你贵宾犬第 0~14 天、第 14~28 天和第 0~28 天的 ADFI 无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 2 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对犬生长性能的影响 ($n=8$)

项目	对照组	试验组	<i>P</i> 值
初始体重/kg	7.46±0.57	6.62±0.50	0.301
第 14 天体重/kg	7.58±0.48	6.66±0.45	0.196
第 28 天体重/kg	7.54±0.46	6.62±0.49	0.211
第 0~14 天平均日采食量/g	151.79±9.82	154.36±26.49	0.862
第 15~28 天平均日采食量/g	166.13±3.82	164.01±9.83	0.855
第 0~28 天平均日采食量/g	157.51±2.54	163.82±11.41	0.616

2.2 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对犬粪便评分的影响

由表 3 可知，与对照组相比，添加 SDPP、BCP

和 WBBP 对成年迷你贵宾犬第 1、7、14、21 和 28 天粪便评分无显著影响 ($P > 0.05$)。

表 3 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬粪便评分的影响 ($n=8$)

试验天数	对照组	试验组	<i>P</i> 值
第 1 天	2.61±0.10	2.50±0.00	0.347
第 7 天	2.50±0.00	2.50±0.00	1.000
第 14 天	2.63±0.10	2.50±0.00	0.356
第 21 天	2.50±0.00	2.50±0.00	1.000
第 28 天	2.50±0.00	2.50±0.00	1.000

2.3 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对犬血常规指标的影响

由表 4 可知，与对照组相比，试验第 28 天时，

添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬 RDW-CV 显著升高 ($P < 0.05$)，两组间其他血常规指标均无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 4 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬血常规指标的影响 ($n=8$)

项目	试验天数	对照组	试验组	<i>P</i> 值
WBC/ ($10^9 \cdot L^{-1}$)	14	15.15±1.82	14.30±0.76	0.682
	28	10.35±2.29	12.90±2.68	0.198
MID/ ($10^9 \cdot L^{-1}$)	14	8.25±0.47	7.25±0.86	0.346
	28	4.98±0.87	6.95±2.48	0.184
MID/%	14	1.23±0.20	0.98±0.09	0.289
	28	0.48±0.13	0.88±0.51	0.180

续表4

项目	试验天数	对照组	试验组	P 值
RBC/ ($10^{12} \cdot L^{-1}$)	14	6.58±0.29	6.43±0.21	0.687
	28	6.37±0.66	6.53±0.41	0.702
HGB/ ($g \cdot L^{-1}$)	14	159.25±7.50	159.75±6.29	0.961
	28	150.5±14.62	156.75±13.38	0.551
HCT/%	14	48.13±2.00	48.78±2.15	0.832
	28	45.30±3.00	47.75±3.31	0.315
MCV/fL	14	73.28±0.83	75.95±1.41	0.154
	28	71.38±2.92	73.25±1.98	0.329
MCH/pg	14	24.18±0.35	24.80±0.34	0.248
	28	23.58±0.49	23.95±0.58	0.360
MCHC/ ($g \cdot L^{-1}$)	14	330.50±4.86	327.75±10.25	0.817
	28	331.25±12.09	328.75±9.64	0.757
RDW-CV/%	14	12.00±0.39	11.58±0.22	0.377
	28	11.73±0.53 ^b	12.60±0.34 ^a	0.032
RDW-SD/fL	14	37.60±0.64	37.98±0.49	0.659
	28	36.45±1.90	38.35±2.89	0.314
PLT/ ($10^9 \cdot L^{-1}$)	14	339.25±41.63	366.25±27.74	0.609
	28	366.00±62.22	403.25±86.72	0.511
MPV/fL	14	7.63±0.21	7.28±0.22	0.291
	28	7.55±0.39	7.65±0.56	0.778
PDW/fL	14	9.00±0.42	8.63±0.26	0.478
	28	8.93±0.57	9.30±1.07	0.558
PCT/%	14	0.25±0.03	0.26±0.02	0.792
	28	0.27±0.06	0.31±0.07	0.514

注：组间比较，数据肩标不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。下同。

2.4 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对犬血清生化指标的影响

由表 5 可知，与对照组相比，试验第 14 天时，

添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬 GREA 水平显著降低 ($P < 0.05$)，两组间其他血清生化指标均无显著差异 ($P > 0.05$)。

表 5 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬血清生化指标的影响 ($n=8$)

项目	试验天数	对照组	试验组	P 值
TP/ ($g \cdot dL^{-1}$)	14	59.30±1.35	61.08±2.66	0.573
	28	63.28±1.85	65.83±1.78	0.360
GLU/ ($mg \cdot dL^{-1}$)	14	5.86±0.20	5.92±0.23	0.841
	28	5.42±0.16	5.15±0.10	0.204
UN/ ($mg \cdot dL^{-1}$)	14	5.15±0.48	4.55±0.44	0.390
	28	5.60±0.35	6.27±0.62	0.383
ALT/ ($U \cdot L^{-1}$)	14	37.50±0.87	38.50±9.58	0.921
	28	39.25±2.21	39.00±5.60	0.968
AKP/ ($U \cdot L^{-1}$)	14	18.25±2.10	20.25±1.49	0.467
	28	27.50±1.85	26.75±1.11	0.740

续表5

项目	试验天数	对照组	试验组	P 值
GREA/ (mg · dL ⁻¹)	14	68.50±1.66 ^a	60.75±1.70 ^b	0.017
	28	83.58±5.70	73.43±5.69	0.255
UN/GREA	14	18.75±2.10	18.75±1.80	1.000
	28	69.38±8.01	90.26±8.08	0.116
ALB/ (g · dL ⁻¹)	14	34.75±0.31	35.18±1.32	0.765
	28	33.03±0.80	32.24±1.18	0.603
GOLB/ (g · dL ⁻¹)	14	24.55±1.30	25.90±2.46	0.645
	28	30.23±2.33	33.63±2.50	0.358
ALB/GOLB	14	1.43±0.08	1.38±0.13	0.743
	28	1.12±0.10	0.98±0.11	0.400

2.5 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对犬血液免疫指标的影响

由表 6 可知,与对照组相比,试验第 14 天时,添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬 C4 水

平显著升高 ($P<0.05$);试验第 14 天时,C3 水平有升高趋势;两组间其他血液免疫指标均无显著差异 ($P>0.05$)。

表 6 犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬血液免疫指标的影响 ($n=8$)

项目	试验天数	对照组	试验组	P 值
IgA/ (g · L ⁻¹)	14	0.98±0.08	1.13±0.18	0.470
	28	1.15±0.29	1.20±0.13	0.758
IgG/ (g · L ⁻¹)	14	5.73±0.37	6.67±0.80	0.330
	28	6.63±1.37	7.03±0.78	0.630
IgM/ (g · L ⁻¹)	14	0.56±0.06	0.66±0.10	0.400
	28	0.74±0.15	0.81±0.05	0.432
C3/ (g · L ⁻¹)	14	0.12±0.02	0.27±0.07	0.076
	28	0.22±0.03	0.31±0.10	0.145
C4/ (g · L ⁻¹)	14	0.12±0.00 ^b	0.18±0.01 ^a	0.004
	28	0.16±0.07	0.18±0.04	0.616

3 讨论

大量研究报道表明,畜禽饲料中单独添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对生长性能和腹泻的改善效果显著。断奶仔猪饲料中添加 10% SDPP 后 ADG 和 ADFI 显著提高^[3];断奶仔猪饲料中添加 20 g/kg 的 BCP 也可显著提高其 ADG 和 ADFI,减轻仔猪断奶后的摄食不足和体重损失^[6];WBBP 添加 25 g/d 时可显著提高犊牛的生长性能^[17]。本研究中,犬狗粮中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对犬的各测定时间点 BW 和粪便评分及各测定阶段的 ADFI 的影响无显著差异。这与在畜禽上的研究结果有所差异,可能是与试验犬已成年,体重变化范围较为恒定有关,但本研究结果也暗示着添加 SDPP、BCP 和 WBBP 不会影响犬

的健康状况和正常生长。

通过血常规检测分析 WBC、RBC 和 PLT 可预测机体的健康水平和疾病的发生。RBC 是动物体内氧气和二氧化碳输出的主要载体,其中的 HGB 在这一过程中发挥着重要的作用;WBC 是体内主要起非特异性防御保护作用的具有免疫功能的细胞,PLT 在体内主要发挥着凝血功能^[18]。本研究中第 28 天时,添加 SDPP、BCP 和 WBBP 后成年迷你贵宾犬 RDW-CV 显著升高。RDW-CV 反映红细胞大小不均的程度,数值越小表明红细胞大小均一;反之,则提示红细胞大小不均一。本研究中试验组 RDW-CV 虽然显著升高,但仍在正常范围 (11.0~15.5),其升高原因可能与试验组犬的红细胞数量有所减少有关。添加 SDPP、BCP 和 WBBP 对成年迷你贵宾犬第 14 和 28

天的其他血常规指标并无显著影响,表明可在犬饲料中添加使用而不影响犬的血液生理指标。

CREA 和 UN/GREA 相结合是临床上评价肾小球过滤功能的重要指标^[19]。CREA 是肌肉代谢过程中的主要产物,在一定程度上反映动物肾功能和机体蛋白质分解代谢的水平。CREA 含量降低表明其可有效减少机体蛋白质分解代谢。UN 是氨基酸代谢的终产物,在肝脏中合成,最后在肾脏内经肾小球的滤过后排出体外^[20]。本研究中第 14 天时,添加 SDPP、BCP 和 WBBP 的成年迷你贵宾犬 GREA 水平显著降低,且在第 28 天时,CREA 水平仍然低于对照组。在第 14 和 28 天时,两组尿素氮水平没有显著差异。以上结果表明添加 SDPP、BCP 和 WBBP 可能是通过影响肌肉代谢水平而非肾脏过滤功能来影响试验犬的肌酐水平。TP 是机体蛋白质代谢的重要指标,TP 为 ALB 和 GLOB 的总和。本研究中,两组的 TP、ALB 和 GLOB 指标无显著差异,且均在正常生理指标范围,表明犬饲料添加 SDPP、BCP 和 WBBP 并不对犬的蛋白质代谢产生影响。

血液免疫球蛋白是免疫系统中一类重要的免疫活性物质,特别是 IgG、IgM 和 IgA 这 3 种免疫球蛋白,其含量反映着机体的体液免疫功能。补体是机体免疫的主要组成成分,可协助抗体和吞噬细胞杀灭病原微生物和加强细胞免疫功能,是体内重要的免疫效应分子,其参与宿主早期抗感染及机体抗微生物的防御反应等^[21]。有研究报道,饲料添加 2.5% SDPP 可显著降低断奶仔猪回肠黏膜的分泌型免疫球蛋白含量并改善肠道免疫屏障,促进机体免疫力提升^[22]。也有研究表明,添加 2.5% SDPP 并不会影响血液中的 IgG 和 IgA 水平^[14]。另有研究表明,断奶后饲喂一周,20 g/kg BCP 的饲料可显著提升断奶仔猪 IgA 的水平^[6]。饲喂 0.5% 和 1.5% 的 WBBP 可显著提高芦花鸡的 IgG 和 IgA 水平^[11]。在本研究中,与对照组相比,添加 SDPP、BCP 和 WBBP 并未显著影响 IgG、IgA 和 IgM 的水平。此外,与对照组相比,第 14 天时,添加 SDPP、BCP 和 WBBP 的成年迷你贵宾犬 C4 水平显著升高,C3 水平有升高趋势。值得注意的是,在 SDPP、BCP 和 WBBP 添加组中第 14 天和第 28 天的 IgG、IgA、IgM、C3、C4 含量都高于对照组,这表明犬饲料中添加 SDPP、BCP 和 WBBP 可通过调节 C3 和 C4 的含量改善成年迷你贵宾犬机体的免疫能力。

4 结论

添加 0.1% SDPP、0.05% BCP 和 0.1% WBBP 可通过影响血液中氮代谢能力、肌肉代谢水平和补体

含量进而短期内改善成年迷你贵宾犬的免疫能力,同时,不会对成年迷你贵宾犬的生长性能和营养物质消化吸收产生负面影响。

参考文献:

- [1] BALAN P, STAINCLIFFE M, MOUGHAN P J. Effects of spray-dried animal plasma on the growth performance of weaned piglets: a review [J]. *J Anim Physiol Animal Nutr*, 2020, 105 (4): 699-714.
- [2] MA N, MA X. Dietary amino acids and the gut-microbiome-immune axis: physiological metabolism and therapeutic prospects [J]. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 2018, 18 (1): 221-242.
- [3] GAO Y Y, JIANG Z Y, LIN Y C, et al. Effects of spray-dried animal plasma on serous and intestinal redox status and cytokines of neonatal piglets [J]. *J Anim Sci*, 2011, 89 (1): 150-157.
- [4] COSTA A, SNEDDON N W, GOI A, et al. Invited review: bovine colostrum, a promising ingredient for humans and animals: properties, processing technologies, and uses [J]. *J Dairy Sci*, 2023, 106 (8): 5197-5217.
- [5] LIN S, KE C, LIU L, et al. Genome-wide association studies for immunoglobulin concentrations in colostrum and serum in Chinese Holstein [J]. *BMC Genomics*, 2022, 23 (1): 41.
- [6] LANE J A, MARIÑO K, NAUGHTON J, et al. Anti-infective bovine colostrum oligosaccharides: *Campylobacter jejuni* as a case study [J]. *Int J Food Microbiol*, 2012, 157 (2): 182-188.
- [7] MEHRA R, KUMAR S, SINGH R, et al. Biochemical, dielectric and surface characteristics of freeze-dried bovine colostrum whey powder [J]. *Food Chem X*, 2022, 15: 100364.
- [8] BOUDRY C, BULDGEN A, PORTETELLE D, et al. Effects of oral supplementation with bovine colostrum on the immune system of weaned piglets [J]. *Res Vet Sci*, 2007, 83 (1): 91-101.
- [9] ALGETHAMI J S, EL-WAHED A A A, ELASHAL M H, et al. Bee pollen: clinical trials and patent applications [J]. *Nutrients*, 2022, 14 (14): 2858.
- [10] WU W, WANG K, QIAO J, et al. Improving nutrient release of wall-disrupted bee pollen with a combination of ultrasonication and high shear technique [J]. *J Sci Food Agric*, 2018, 99 (2): 564-575.
- [11] 杜迎雪, 刘振国, 张卫星, 等. 饲料添加油菜蜂花粉对芦花鸡生产性能、蛋品质和血清生化指标的影响 [J]. *动物营养学报*, 2019, 31 (6): 2915-2926.
- [12] 廖吕燕, 陈小权, 李健, 等. 油菜花粉超微粉对肉鸡生长性能、血液生化、激素指标和屠宰性能的影响 [J]. *中国兽医学报*, 2018, 38 (11): 2181-2187.
- [13] BOUDRY C, DEHOUS J P, WAVREILLE J, et al. Effect of a bovine colostrum whey supplementation on growth performance, faecal *Escherichia coli* population and systemic immune response of piglets at weaning [J]. *Animal*, 2008, 2 (5): 730-737.
- [14] TRAN H, BUNDY J W, LI Y S, et al. Effects of spray-dried porcine plasma on growth performance, immune response, total antioxidant capacity, and gut morphology of nursery pigs [J]. *J Anim Sci*, 2014, 92 (10): 4494-4504.

- [15] 国家学术委员会下属的国家研究委员会. 犬猫营养需要 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2017: 31-52.
- [16] CAVETT C L, TONERO M, MARKS S L, et al. Consistency of faecal scoring using two canine faecal scoring systems [J]. J Small Anim Pract, 2021, 62 (3): 167-173.
- [17] 张国锋, 刁其玉, 屠焰, 等. 蜂花粉及其多糖对犊牛生长性能及血液生化指标的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2010, 46 (13): 52-56.
- [18] 贺绍君, 丁金雪, 李静, 等. 犬高温环境代谢特征下血常规、血液流变学和血清生化指标的变化 [J]. 动物营养学报, 2018, 30 (6): 2252-2261.
- [19] KASHANI K, ROSNER M H, OSTERMANN M. Creatinine: from physiology to clinical applications [J]. Eur J Intern Med, 2020, 72: 9-14.
- [20] MARÍN-GARCÍA P J, LLOBAT L, LÓPEZ-LUJAN M C, et al. Urea nitrogen metabolite can contribute to implementing the ideal protein concept in monogastric animals [J]. Animals (Basel), 2022, 12 (18): 2344.
- [21] 张卫辉, 朱秋风. N-氨甲酰谷氨酸或牛磺酸对母猪繁殖性能、血清抗氧化指标、免疫球蛋白水平及其仔猪生产性能的影响 [J]. 南京农业大学学报, 2023, 46 (4): 764-771.
- [22] ZHANG Y, ZHENG P, YU B, et al. Dietary spray-dried chicken plasma improves intestinal barrier function and modulates immune status in weaning piglets [J]. J Anim Sci, 2016, 94 (1): 173-184.

中国农林核心期刊

收录证书

《畜牧与兽医》

被评为“中国农林核心期刊”(2024版)(A类),
特颁此证。

中国农业科学院农业信息研究所

2024年12月31日