

饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡繁殖性能的影响

张玲¹ 王志跃^{2*}

(1. 江苏畜牧兽医职业技术学院, 泰州 225300; 2. 扬州大学动物科技学院, 扬州 225009)

摘要: 本试验旨在研究饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡繁殖性能和血液生化指标的影响。选择21周龄新扬州种公鸡135只,按照两因素完全随机区组法随机分成9组,分别饲喂高、中、低(粗蛋白质水平为17%、14%和11%,钙水平为3.3%、2.3%和1.3%)3个水平的9种饲料,每组3个重复,每个重复5只,繁殖期全程饲养。结果表明:1)低蛋白质低钙组种公鸡的精子密度最大($P>0.05$),且有效精子数最多,与低蛋白质中钙组、高蛋白质中钙组和高蛋白质高钙组差异显著($P<0.05$);中蛋白质高钙组种公鸡精液量最大,显著高于高蛋白质中钙组和高蛋白质高钙组($P<0.05$),但与其他组差异不显著($P>0.05$);低蛋白质低钙组和中蛋白质3个钙水平组种公鸡精子活力较高,组间差异不显著($P>0.05$),但显著或极显著高于低蛋白质中钙组、低蛋白质高钙组和高蛋白质中钙组($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。2)高蛋白质中钙组种公鸡血清总蛋白含量最高,显著或极显著高于除低蛋白质低钙组和低蛋白质中钙组外的其余各组($P<0.05$ 或 $P<0.01$);低蛋白质低钙组种公鸡血清白蛋白含量最高,与中蛋白质中钙组差异显著($P<0.05$);高蛋白质中钙组种公鸡血清中球蛋白含量最高,显著或极显著高于低蛋白质高钙组和高蛋白质其他钙水平组($P<0.05$ 或 $P<0.01$),但与其他组均差异不显著($P>0.05$);低蛋白质低钙组、中蛋白质高钙组和高蛋白质中钙组种公鸡血清中谷草转氨酶活性较高,显著或极显著高于低蛋白质高钙组、中蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组($P<0.05$ 或 $P<0.01$);低蛋白质3种钙水平组、中蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组种公鸡血清中尿酸含量较低,与其他组差异显著或极显著($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。低蛋白质高钙组种公鸡血清中尿素氮含量最低,显著低于高蛋白质高钙组($P<0.05$),但与其他组均差异不显著($P>0.05$)。高蛋白质高钙组甘油三酯含量最低,显著或极显著低于除中蛋白质低钙组外的其他各组($P<0.05$ 或 $P<0.01$),其他组间均差异不显著($P>0.05$)。3)中蛋白质高钙组和高蛋白质高钙组种公鸡血浆中 T_3 含量较低,显著低于中蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组($P<0.05$);低蛋白质低钙组、中蛋白质中钙组和高蛋白质中钙组和高蛋白质高钙组 T_4 含量较高,显著或极显著高于其他组($P<0.05$ 或 $P<0.01$);高蛋白质高钙组种公鸡血浆中皮质醇含量最高,极显著高于高蛋白质低钙组($P<0.01$),但与低蛋白质3个钙水平组差异不显著($P>0.05$)。总的来说,采用低蛋白质低钙水平的饲料饲喂蛋用种公鸡,可获得比高蛋白质高钙饲料更好的繁殖力,获得较高的经济效益。

关键词: 种公鸡;粗蛋白质;钙;生殖性能;血液生理生化

中图分类号:S831.5

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2011)08-1280-09

生产中种公鸡繁殖性能的高低直接影响子代的数量、质量和生产效益,它主要受遗传性状、自然环境、营养和管理因素的影响,其中营养是限制

和挖掘动物繁殖潜力的重要因素之一,在环境条件和管理水平比较一致的情况下,供给动物的营养是否平衡将直接影响到动物繁殖潜力的发挥。

种公鸡如果饲喂过量的蛋白质,易造成血液酮体水平急剧增加,酸中毒明显提高,消耗血液补偿蛋白质的碱性代谢物而导致体内维生素含量的减少;同时由于酸中毒而破坏体内的钙、磷代谢,出现软骨病以及痛风等症状,从而降低精液品质和繁殖力^[1]。研究表明繁殖期种公鸡的营养需要量比种母鸡低,无论是肉用型还是蛋用型种公鸡,采用蛋白质水平在 11%~12%、钙水平在 0.94%~1.10% 的饲料,均对繁殖性能无不良影响,且体重的略微降低对维持种公鸡的正常体况有利,尤其对肉用型种公鸡有利^[2-6]。家禽生产的根本任务就是达到最大的生产效益和经济效益,其可能的途径是通过给种公鸡饲喂低粗蛋白质、低钙饲料来降低饲养成本、减少环境污染和延长种公鸡的使用年限。近年来,公母分饲和人工授精技术的日渐普及,使人们有可能对种公鸡实施特殊的管理制度,种公鸡饲喂低蛋白质、低钙专用饲料的效果及机理研究也开始受到重视。为此,本试验旨在研究饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡生殖机能和血液生理生化指标的影响,为生产实践提供理论基础。

1 材料与方 法

1.1 试验动物及管理

试验选用同批出雏、体质健壮的 21 周龄新扬州种公鸡 135 只,按照两因素完全随机区组法设计,将试验动物随机分成 9 组,每组 3 个重复,每个重复 5 只。供试鸡单体笼养,饲喂干粉料,自由采食和饮水,按常规方法进行管 理。

1.2 试验设计及饲料配合

本试验采用两因子(粗蛋白质和钙)析因设计,分别设高、中、低(粗蛋白质水平为 17%、14% 和 11%,钙水平为 3.3%、2.3% 和 1.3%) 3 个水平,共 9 个处理,其中粗蛋白质和钙的高水平依据产蛋期母鸡饲料的营养水平确定,低水平参照前人试验所得的建议用量^[2-6]而定。各处理饲料组成及营养水平见表 1。预试 1 周,试验鸡 22 周龄时进入正式试验,正试期为 48 周。试验期间采用常规免疫程序。

1.3 血样采集

试验结束时供试鸡早晨空腹状态下翅静脉采

集抗凝血 2 mL/只和未抗凝血 2 mL/只,分别制备血浆和血清,置 -20 °C 冰箱保存,血浆留待测定激素含量,血清留作生化分析用。

1.4 测定指标

1.4.1 体重

试验开始后每 30 d 的 08:00 空腹称重 1 次,计算各组的平均体重。

1.4.2 血清钙、磷含量

血清钙、磷含量在全自动生化分析仪上测定,试剂盒购自中生北控试剂公司,钙含量采用邻甲酚酞酪合铜比色法,磷含量采用紫外法。

1.4.3 精液品质

试验末对种公鸡进行精液品质检查,利用医用精液品质自动化分析软件和仪器,测定采精量(mL)、精子活力(%、直线前进运动精子数/总精子数)、精子密度(10^9 /mL)和精子畸形率(%),并计算有效精子数(有效精子数 = 采精量 × 精子活力 × 精子密度)。

1.4.4 血浆激素含量

采用放射免疫测定法在智能放免仪上测定血浆中皮质醇、三碘甲腺原氨酸(T_3)、甲状腺素(T_4)含量。试剂盒由卫生部上海生物制品研究所提供,¹²⁵I 标记。

1.4.5 血清生化指标

血清生化指标均采用全自动生化分析仪测定,试剂购自中生北控生化试剂公司。总蛋白(TP):双缩脲法。白蛋白(ALB):溴甲酚绿法。球蛋白(GLO)由总蛋白含量减去白蛋白含量计算所得。甘油三酯(TG):酶比色法。尿酸(UA):酶比色法(尿酸酶-过氧化氢酶法)。尿素氮(BUN):两点动力法。葡萄糖(GLU):葡萄糖氧化酶法。碱性磷酸酶(ALP):连续监测法。谷丙转氨酶(GPT):连续监测法。谷草转氨酶(GOT):连续监测法。

1.5 数据处理

所有试验数据均用 Excel 建立数据库,采用 SPSS 11.5 软件进行统计分析。采用单因子方差分析,两因素的交互作用采用广义线性模型中的两因素方差分析进行效应分析,平均值间的多重比较采用 LSD 法,指标间的相关分析采用 Bivariate 相关分析中的 Pearson 相关系数进行。

表 1 饲料组成及营养水平(风干基础)

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

%

项目 Items	第 1 组 The first group	第 2 组 The second group	第 3 组 The third group	第 4 组 The fourth group	第 5 组 The fifth group	第 6 组 The sixth group	第 7 组 The seventh group	第 8 组 The eighth group	第 9 组 The ninth group
原料 Ingredients									
玉米 Corn	66.90	68.80	70.00	60.60	65.00	55.70	58.00	54.60	41.00
豆粕 Soybean meal	4.90	7.20	9.50	15.60	17.60	20.80	25.70	28.20	31.00
预混料 Premix ¹⁾	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
麸皮 Wheat bran	16.40	9.30	2.50	11.30	3.40		5.00		
玉米淀粉 Corn starch	5.00	5.00	5.50	6.00	4.60	11.30	5.00	8.00	16.00
石粉 Limestone	1.10	3.90	6.70	1.00	3.80	6.60	0.90	3.70	6.50
磷酸氢钙 CaHPO ₄	0.33	0.42	0.47	0.36	0.45	0.50	0.40	0.50	0.50
赖氨酸 Lys	0.03	0.34	0.31	0.14	0.15	0.10			
蛋氨酸 Met	0.34	0.04	0.02						
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels ²⁾									
代谢能 DE/(MJ/kg)	11.51	11.51	11.50	11.50	11.52	11.47	11.53	11.48	11.40
粗蛋白质 CP	11.32	10.97	11.18	13.04	13.26	14.10	17.23	17.09	16.95
钙 Ca	1.30	2.36	3.24	1.31	2.30	3.33	1.27	2.33	3.32
有效磷 AP	0.47	0.43	0.48	0.47	0.46	0.42	0.45	0.45	0.46
赖氨酸 Lys	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.72	0.80	0.82	0.83
蛋氨酸 Met	0.33	0.33	0.33	0.35	0.36	0.36	0.41	0.41	0.40

¹⁾ 每千克预混料中含有 Provided per kg of premix: VA 180 000 IU, VD₃ 5 000 IU, VE 200 IU, VK₃ 10 mg, VB₁ 10 mg, VB₂ 80 mg, VB₆ 10 mg, VB₁₂ 0.2 mg, 烟酸 nicotinic acid 400 mg, 泛酸 pantothenic acid 90 mg, 叶酸 folic acid 9 mg, 胆碱 choline 7 g, Ca 0.5 g, P 0.2 g, Fe 0.7 g, Cu 0.1 g, Mn 1.5 g, Zn 1.4 g, I 10 mg, Se 6 mg。

²⁾ 粗蛋白质、钙和磷为实测值,其他为计算值。CP, Ca and P were measured values, while the others were calculated values.

2 结果

2.1 饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡体重的影响

由表 2 可以看出, 试验前所有鸡体重基本一致, 由于试验鸡是从 22 周龄开始的, 正处于快速生长时期, 所以试验进行的第 1 个月内出现了一个明显的生长趋势, 此后各组鸡体重呈上下波动的趋势, 但变化范围较小, 组间差异不显著 ($P > 0.05$)。说明无论是低蛋白质低钙饲料还是高蛋白质高钙饲料对已发育成熟的种公鸡体重影响不大。

饲料粗蛋白质和钙的交互作用对试验第 6 个月及以后的种公鸡体重影响达到了显著的水平 ($P < 0.05$), 对试验第 10 个月种公鸡体重的影响达极显著的水平 ($P < 0.01$)。而粗蛋白质、钙及二

者的交互作用对其他阶段种公鸡体重的影响均不显著 ($P > 0.05$)。

2.2 饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡精液品质的影响

由表 3 可见, 中蛋白质高钙组精液量显著高于高蛋白质中钙组和高蛋白质高钙组 ($P < 0.05$), 但与其他组均差异不显著 ($P > 0.05$)。中蛋白质低钙组精子活力显著高于高蛋白质低钙组和高蛋白质高钙组 ($P < 0.05$), 极显著高于低蛋白质中钙组、低蛋白质高钙组和高蛋白质中钙组 ($P < 0.01$), 但与低蛋白质低钙组、中蛋白质中钙组和高蛋白质高钙组均差异不显著 ($P > 0.05$)。低蛋白质低钙组的有效精子数显著高于低蛋白质中钙组和高蛋白质中钙组以及高蛋白质高钙组 ($P < 0.05$), 中蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组的有效精子数均显著高于高蛋白质高钙组 ($P < 0.05$)。说明给种公鸡全程饲喂高蛋白质高钙饲料不利于

获得更好的精液量、精子活力和有效精子数,但饲喂低蛋白质低钙饲粮能够达到较好的效果。

表 2 饲粮粗蛋白质和钙水平对种公鸡体重的影响

Table 2 Effects on dietary CP and Ca levels on the weight of breeder roosters

kg

粗蛋白质水平 CP level	钙水平 Ca level	试验前 Before test	第 1	第 2	第 3	第 4	第 5	第 6	第 7	第 8	第 9	第 10	第 11
			个月 The first month	个月 The second month	个月 The third month	个月 The fourth month	个月 The fifth month	个月 The sixth month	个月 The seventh month	个月 The eighth month	个月 The ninth month	个月 The tenth month	个月 The eleventh month
11%	1.3%	2.25 ± 0.24	2.52 ± 0.28	2.51 ± 0.29	2.45 ± 0.34	2.52 ± 0.28	2.48 ± 0.28	2.46 ± 0.29	2.35 ± 0.28	2.34 ± 0.28	2.34 ± 0.27	2.34 ± 0.26	2.43 ± 0.20
	2.3%	2.27 ± 0.24	2.56 ± 0.25	2.62 ± 0.25	2.56 ± 0.23	2.57 ± 0.24	2.54 ± 0.22	2.54 ± 0.23	2.50 ± 0.24	2.54 ± 0.22	2.57 ± 0.22	2.57 ± 0.21	2.63 ± 0.27
	3.3%	2.22 ± 0.16	2.53 ± 0.19	2.66 ± 0.25	2.52 ± 0.24	2.62 ± 0.28	2.67 ± 0.38	2.70 ± 0.32	2.77 ± 0.38	2.75 ± 0.39	2.76 ± 0.38	2.79 ± 0.36	2.85 ± 0.36
14%	1.3%	2.25 ± 0.25	2.61 ± 0.33	2.60 ± 0.41	2.46 ± 0.38	2.55 ± 0.28	2.51 ± 0.37	2.59 ± 0.35	2.50 ± 0.22	2.49 ± 0.22	2.45 ± 0.21	2.49 ± 0.19	2.46 ± 0.17
	2.3%	2.27 ± 0.22	2.50 ± 0.24	2.64 ± 0.26	2.53 ± 0.26	2.52 ± 0.19	2.57 ± 0.20	2.60 ± 0.19	2.60 ± 0.27	2.57 ± 0.25	2.51 ± 0.24	2.52 ± 0.22	2.54 ± 0.19
	3.3%	2.26 ± 0.23	2.57 ± 0.26	2.63 ± 0.26	2.53 ± 0.28	2.62 ± 0.30	2.62 ± 0.28	2.66 ± 0.28	2.34 ± 0.29	2.35 ± 0.29	2.38 ± 0.32	2.39 ± 0.30	2.58 ± 0.31
17%	1.3%	2.25 ± 0.26	2.76 ± 0.34	2.76 ± 0.41	2.66 ± 0.41	2.78 ± 0.40	2.74 ± 0.39	2.80 ± 0.40	2.56 ± 0.26	2.59 ± 0.23	2.61 ± 0.23	2.61 ± 0.24	2.60 ± 0.24
	2.3%	2.30 ± 0.23	2.70 ± 0.28	2.68 ± 0.26	2.57 ± 0.29	2.66 ± 0.29	2.62 ± 0.28	2.63 ± 0.32	2.72 ± 0.36	2.71 ± 0.38	2.69 ± 0.39	2.74 ± 0.36	2.80 ± 0.35
	3.3%	2.17 ± 0.19	2.52 ± 0.25	2.45 ± 0.29	2.38 ± 0.26	2.38 ± 0.28	2.50 ± 0.27	2.55 ± 0.27	2.52 ± 0.30	2.49 ± 0.28	2.43 ± 0.27	2.47 ± 0.22	2.48 ± 0.23
效应值 Effect sizes													
粗蛋白质 CP		0.085	2.567	0.117	0.139	0.294	0.498	1.037	1.190	1.347	1.672	1.975	1.300
钙 Ca		0.831	1.059	0.570	0.763	0.685	0.043	0.306	1.552	1.489	1.278	1.539	2.606
粗蛋白质 × 钙 CP × Ca		0.304	1.298	2.181	1.476	3.413	1.978	2.454*	3.029*	2.936*	3.041*	3.893**	3.100*

同列数据肩标有相同字母表示差异不显著 ($P > 0.05$), 相邻字母表示差异显著 ($P < 0.05$), 相间字母表示差异极显著 ($P < 0.01$)。* 表示差异显著 ($P < 0.05$); ** 表示差异极显著 ($P < 0.01$)。下表同。

In the same column, values with the same letter superscripts mean no significant difference ($P > 0.05$), while with adjacent letter superscripts mean significant difference ($P < 0.05$), and with alternate letter superscripts mean extremely significant difference ($P < 0.01$). * indicates significant difference ($P < 0.05$), and ** indicates extremely significant difference ($P < 0.01$). The same as below.

饲粮粗蛋白质水平对精液量、精子活力和有效精子数影响的效应值分别为 3.649 ($P < 0.05$)、8.652 ($P < 0.01$) 和 3.590 ($P < 0.05$)。饲粮钙水平对精子活力和精子畸形率影响的效应值分别为 4.447 和 3.570, 有着显著的影响 ($P < 0.05$)。粗蛋白质和钙在精液品质各指标上均没有交互作用 ($P > 0.05$)。

2.3 饲粮不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡血清生化指标的影响

由表 4 可知, 高蛋白中钙组种公鸡血清中

TP 含量极显著高于中蛋白质高钙组、高蛋白低钙组 ($P < 0.01$), 显著高于低蛋白质高钙组、中蛋白质低钙组、中蛋白质中钙组、高蛋白高钙组 ($P < 0.05$), 但与其他组均差异不显著 ($P > 0.05$)。低蛋白质低钙组、低蛋白质高钙组种公鸡血清中 ALB 含量显著高于中蛋白质高钙组 ($P < 0.05$), 但与其他组均差异不显著 ($P > 0.05$)。高蛋白中钙组种公鸡血清中 GLO 含量极显著高于低蛋白质高钙组 ($P < 0.01$), 显著高于高蛋白低钙组和高蛋白高钙组 ($P < 0.05$), 但与其他组

均差异不显著 ($P > 0.05$)。低蛋白质低钙组、中蛋白质高钙组和高蛋白中钙组种公鸡血清中 GOT 活性极显著高于中蛋白质低钙组、中蛋白质中钙组 ($P < 0.01$), 显著高于低蛋白质高钙组 ($P < 0.05$); 高蛋白质低钙组种公鸡血清中 GOT 活性极显著高于中蛋白质中钙组 ($P < 0.01$), 显著高于中蛋白质低钙组 ($P < 0.05$); 低蛋白质中钙组和高蛋白质高钙组种公鸡血清中 GOT 活性显著高于中蛋白质中钙组 ($P < 0.05$)。低蛋白质 3 种钙水平组、中蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组种公鸡血清中 UA 含量极显著低于高蛋白质低钙组 ($P < 0.01$); 低蛋白质中钙组、低蛋白质高钙组和中蛋白质低钙组种公鸡血清中 UA 含量极显著低于高

蛋白质中钙组、高蛋白质高钙组和中蛋白质高钙组 ($P < 0.01$), 而低蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组则显著低于后面这 3 组 ($P < 0.05$)。低蛋白质高钙组种公鸡血清中 BUN 含量显著低于高蛋白质高钙组 ($P < 0.05$), 其他组均差异不显著 ($P > 0.05$)。低蛋白质中钙组、低蛋白质高钙组、中蛋白质中钙组、高蛋白质低钙组和高蛋白质中钙组种公鸡血清中 TG 含量极显著高于高蛋白质高钙组 ($P < 0.01$), 中蛋白质高钙组则显著高于高蛋白质高钙组 ($P < 0.05$), 但与其他组均差异不显著 ($P > 0.05$)。而种公鸡血清 ALP 和 GPT 活性及 GLU 含量组间差异均不显著 ($P > 0.05$)。

表 3 饲料粗蛋白质和钙水平对种公鸡的精液品质的影响

Table 3 Effects of dietary CP and Ca levels on semen quality of breeder roosters

粗蛋白质水平 CP level	钙水平 Ca level	精液量 Semen quantity/ mL	精子活力 Sperm motility/ 等级	精子密度 Sperm density /(10^9 /mL)	精子畸形率 Sperm deformity rate/%	有效精子数 Number of available sperm/ 10^9
11%	1.3%	0.40 ± 0.19 ^{ab}	0.83 ± 0.09 ^{ab}	2.90 ± 1.13	8.20 ± 3.93	0.97 ± 0.10 ^a
	2.3%	0.36 ± 0.18 ^{ab}	0.73 ± 0.18 ^c	2.58 ± 1.02	7.60 ± 3.35	0.67 ± 0.06 ^{bc}
	3.3%	0.39 ± 0.25 ^{ab}	0.74 ± 0.17 ^c	2.53 ± 1.22	8.70 ± 4.09	0.77 ± 0.11 ^{ab}
14%	1.3%	0.40 ± 0.24 ^{ab}	0.85 ± 0.17 ^a	2.57 ± 1.08	7.98 ± 3.52	0.94 ± 0.12 ^{ac}
	2.3%	0.39 ± 0.19 ^{ab}	0.83 ± 0.14 ^{ab}	2.86 ± 1.40	7.05 ± 4.25	0.95 ± 0.10 ^{ac}
	3.3%	0.43 ± 0.19 ^a	0.81 ± 0.10 ^{ab}	2.55 ± 0.75	7.47 ± 3.80	0.93 ± 0.10 ^{ab}
17%	1.3%	0.37 ± 0.19 ^{ab}	0.77 ± 0.17 ^b	2.58 ± 1.32	7.50 ± 3.84	0.85 ± 0.12 ^{ab}
	2.3%	0.32 ± 0.20 ^b	0.76 ± 0.17 ^c	2.77 ± 1.11	7.74 ± 3.59	0.65 ± 0.07 ^b
	3.3%	0.33 ± 0.19 ^b	0.78 ± 0.15 ^{bc}	2.59 ± 1.06	8.57 ± 4.60	0.69 ± 0.11 ^{bc}
效应值 Effect sizes						
粗蛋白质 CP		3.649 *	8.652 **	0.077	1.412	3.590 *
钙 Ca		0.608	4.447 *	0.892	3.570 *	2.609
粗蛋白质 × 钙 CP × Ca		0.558	2.112	1.356	1.034	0.688

饲料粗蛋白质水平对 GOT 活性、TG 含量有着显著的影响 ($P < 0.05$), 对 UA 含量有着极显著的影响 ($P < 0.01$)。饲料钙水平对种公鸡各血清生化指标均没有显著的影响 ($P > 0.05$)。粗蛋白质和钙二者的交互作用对血清 GOT 活性的影响达极显著水平 ($P < 0.01$), 对 UA 含量的影响达显著水平 ($P < 0.05$)。

2.4 饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡血浆激素含量的影响

由表 5 可知, 中蛋白质高钙组和高蛋白质高钙组种公鸡血浆中 T_3 含量显著低于中蛋白质低

钙组和中蛋白质中钙组 ($P < 0.05$)。高蛋白质高钙组种公鸡血浆中 T_4 含量极显著地高于低蛋白质中钙组和中蛋白质中钙组 ($P < 0.01$), 显著高于低蛋白质高钙组、中蛋白质低钙组和高蛋白质低钙组 ($P < 0.05$); 中蛋白质高钙组显著高于中蛋白质中钙组 ($P < 0.05$)。高蛋白质高钙组和中蛋白质高钙组种公鸡血浆中皮质醇含量极显著高于高蛋白质低钙组 ($P < 0.01$), 高蛋白质高钙组显著高于中蛋白质低钙组 ($P < 0.05$), 低蛋白质中钙组显著高于高蛋白质低钙组 ($P < 0.05$)。

表 4 饲料粗蛋白质和钙水平对种公鸡血清生化指标的影响

Table 4 Effects of dietary CP and Ca levels on blood biochemical indices of breeder roosters

粗蛋白质水平 CP level	钙水平 Ca level	总蛋白 TP/ (g/L)	白蛋白 ALB/ (g/L)	球蛋白 GLO/ (g/L)	碱性 磷酸酶 ALP/ (U/L)	谷丙 转氨酶 GPT/ (U/L)	谷草 转氨酶 GOT/ (U/L)	尿酸 UA/ (mg/dL)	尿素氮 BUN/ (mg/dL)	甘油 三酯 TG/ (mg/dL)	葡萄糖 GLU/ (mg/dL)
11%	1.3%	41.31 ± 5.01 ^{ad}	25.18 ± 1.36 ^a	16.14 ± 4.16 ^{ad}	179.42 ± 98.27	9.50 ± 7.37	324.79 ± 168.36 ^a	6.05 ± 1.53 ^{cd}	2.00 ± 0.51 ^{ab}	60.25 ± 17.95 ^{ad}	208.46 ± 28.36
	2.3%	40.70 ± 5.33 ^{ad}	23.29 ± 4.62 ^{ab}	17.41 ± 6.50 ^{ad}	191.55 ± 107.05	7.50 ± 6.77	276.10 ± 86.13 ^{acdf}	5.53 ± 1.14 ^c	1.80 ± 0.62 ^{ab}	66.45 ± 18.20 ^a	204.70 ± 30.06
	3.3%	39.54 ± 6.38 ^{bd}	25.10 ± 6.45 ^a	14.43 ± 8.07 ^{cd}	156.45 ± 50.22	8.68 ± 5.61	255.45 ± 42.59 ^{befh}	5.58 ± 1.60 ^c	1.68 ± 0.57 ^b	66.14 ± 26.14 ^a	209.14 ± 31.07
14%	1.3%	39.47 ± 4.06 ^{bd}	23.20 ± 2.54 ^{ab}	16.28 ± 4.04 ^{ad}	174.68 ± 78.45	7.86 ± 5.29	239.50 ± 63.37 ^{cdf}	5.34 ± 1.63 ^c	2.09 ± 1.11 ^{ab}	56.68 ± 18.12 ^{ad}	201.00 ± 31.63
	2.3%	39.79 ± 3.79 ^{bd}	23.55 ± 2.70 ^{ab}	16.25 ± 4.70 ^{ad}	167.00 ± 51.59	8.86 ± 5.55	217.73 ± 80.93 ^{egh}	6.05 ± 1.43 ^{cd}	1.86 ± 0.83 ^{ab}	56.27 ± 19.20 ^a	213.41 ± 19.79
	3.3%	38.95 ± 5.65 ^{cd}	22.40 ± 3.37 ^b	16.55 ± 5.78 ^{ad}	165.80 ± 41.31	7.40 ± 4.94	315.90 ± 106.18 ^a	7.46 ± 2.22 ^{ac}	1.95 ± 1.15 ^{ab}	61.85 ± 23.07 ^{ab}	206.95 ± 31.46
17%	1.3%	38.06 ± 5.90 ^{cd}	23.28 ± 3.09 ^{ab}	14.78 ± 6.84 ^{bd}	191.40 ± 76.64	7.30 ± 4.77	302.80 ± 65.53 ^{ac}	7.88 ± 2.41 ^a	2.10 ± 1.02 ^{ab}	57.25 ± 15.76 ^a	193.30 ± 37.26
	2.3%	43.63 ± 7.96 ^a	23.83 ± 2.78 ^{ab}	19.80 ± 8.11 ^a	163.35 ± 45.93	11.00 ± 6.14	316.20 ± 96.05 ^a	7.59 ± 2.86 ^{ac}	1.95 ± 1.05 ^{ab}	55.30 ± 22.24 ^a	214.15 ± 45.98
	3.3%	39.38 ± 5.77 ^{bd}	23.50 ± 3.80 ^{ab}	15.88 ± 6.15 ^{bd}	152.20 ± 36.52	10.05 ± 7.07	287.90 ± 79.09 ^{abd}	7.56 ± 3.41 ^{ac}	2.25 ± 0.72 ^a	49.00 ± 16.73 ^{cd}	198.40 ± 52.89
效应值 Effect sizes											
粗蛋白质 CP		0.730	2.735	0.282	0.198	0.859	3.478 *	14.043 **	1.557	4.327 *	0.472
钙 Ca		2.480	0.134	2.524	1.877	0.357	0.735	0.985	0.788	0.071	1.259
粗蛋白质 × 钙 CP × Ca		1.862	1.145	1.277	0.654	1.332	4.442 **	2.525 *	0.469	1.017	0.745

表 5 饲料粗蛋白质和钙水平对种公鸡血浆激素含量的影响

Table 5 Effects of dietary CP and Ca levels on hormone contents in plasma of breeder roosters

粗蛋白质水平 CP level	钙水平 Ca level	三碘甲腺原氨酸 T ₃ /(ng/mL)	甲状腺素 T ₄ /(ng/mL)	皮质醇 Cortisol/(10 ng/mL)
11%	1.3%	1.34 ± 0.47 ^{ab}	19.97 ± 7.34 ^{acd}	1.82 ± 0.78 ^{ac}
	2.3%	1.27 ± 0.35 ^{ab}	17.70 ± 5.54 ^{cd}	1.89 ± 0.78 ^{ab}
	3.3%	1.33 ± 0.44 ^{ab}	18.79 ± 6.64 ^{bd}	1.85 ± 0.94 ^{ac}
14%	1.3%	1.44 ± 0.51 ^a	18.56 ± 7.10 ^{bd}	1.63 ± 0.68 ^{bce}
	2.3%	1.39 ± 0.49 ^a	16.69 ± 4.83 ^c	1.77 ± 0.63 ^{ac}
	3.3%	1.13 ± 0.59 ^b	21.41 ± 8.45 ^{ad}	2.01 ± 0.86 ^{ac}
17%	1.3%	1.33 ± 0.41 ^{ab}	19.61 ± 8.56 ^{bcd}	1.44 ± 0.86 ^c
	2.3%	1.20 ± 0.48 ^{ab}	20.38 ± 9.14 ^{abc}	1.79 ± 0.75 ^{ac}
	3.3%	1.12 ± 0.54 ^b	24.11 ± 13.06 ^a	2.09 ± 0.79 ^a
效应值 Effect sizes				
粗蛋白质 CP		1.096	2.553	0.217
钙 Ca		2.773	3.106 *	4.153 *
粗蛋白质 × 钙 CP × Ca		0.970	0.985	1.178

饲料钙水平对种公鸡血浆 T_4 和皮质醇含量有着显著的影响 ($P < 0.05$), 而粗蛋白质及二者的交互作用对血浆 T_3 、 T_4 和皮质醇含量均影响不显著 ($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡体重的影响

22 周龄种公鸡试验前各组体重基本一致, 试验进行的第 1 个月内出现了一个明显的生长趋势, 但差异不显著。试验后阶段各组鸡体重呈较小幅度的波动, 说明饲料不同蛋白质水平对已发育完全的种公鸡体重影响不明显。同蛋白质水平下低钙组种公鸡增重高于中钙组和高钙组, 说明长期饲喂低钙饲料有利于营养物质的均衡吸收, 可以有效保持种公鸡的体重, 防止种公鸡过肥影响其繁殖性能^[7]。

3.2 饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡精液品质的影响

本试验中低蛋白质低钙组的精子密度最大、有效精子数最多, 中蛋白质高钙组精液量最大, 低蛋白质低钙组和中蛋白质 3 个钙水平组精子活力均较高, 说明给种公鸡全程饲喂高蛋白质高钙饲料不利于获得更好的精液量、精子活力、精子密度和有效精子数。这与 Wilson 等^[3]和李志芳^[4]的研究结果相一致, 他们认为饲喂与母鸡相同的高蛋白质高钙饲料并不能改善种公鸡繁殖性能, 低蛋白质饲料则更有益于种公鸡繁殖性能的发挥。可能是因为公鸡采食过多的蛋白质可导致体组织、血液和生殖系统中氨、尿素及其他含氮化合物浓度的升高, 对精子和生殖功能有毒害作用。另外, 饲料中高钙与磷、镁、铁、碘、锌、锰、硒等矿物元素相互作用可导致这些元素缺乏, 而锌、硒、锰等元素是提高畜禽生殖力的重要物质, 可以提高睾丸的生精速度和精液品质^[8-10]。

3.3 饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡血清生化指标和血浆激素含量的影响

鸡血液生化指标可以反映出机体营养物质代谢情况, 一定程度上可以指示鸡的生产性能。血清蛋白质含量受营养水平的影响, 当饲料中不含蛋白质时, 将使血清蛋白质过少^[11]。本试验中除高蛋白质中钙组种公鸡血清中 TP 含量最高外, 随后就是低蛋白质低钙组和低蛋白质中钙组含量较

高。低蛋白质低钙组、低蛋白质高钙组种公鸡血清中 ALB 含量显著高于中蛋白质高钙组。高蛋白质中钙组种公鸡血清中 GLO 含量极显著高于低蛋白质高钙组, 显著高于高蛋白质低钙组和高蛋白质高钙组。可能是因为机体蛋白质的合成和分解, 主要受内分泌系统的调节, 如甲状腺和肾上腺等内分泌腺分泌的激素可以通过血液循环或扩散传递给相应的靶细胞, 来调节机体蛋白质、脂肪和糖的代谢, 从而造成正氮平衡或负氮平衡。当饲料中含有足够的蛋白质时, 甲状腺激素常促使蛋白质分解, 而不足则能促进蛋白质的合成。因此本试验结果说明低蛋白质低钙饲料满足了种公鸡的需要, 并没有发生过低的现象, 因此不会明显影响种公鸡的血清蛋白质含量和体内营养物质的代谢。

血清 ALP 活性常作为重要的生化检测指标, 其升高标志着骨骼矿化不足, 降低意味着肌肉组织 ATP 的分解减少, ALP 活性与骨组织的钙、磷代谢及肠道中钙结合蛋白质含量有关^[12]。本次试验可以发现, 低蛋白质中钙组和高蛋白质低钙组种公鸡血清 ALP 活性较高, 但各组间差异不显著。低蛋白质低钙组和中蛋白质低钙组 ALP 活性居于中等水平, 说明饲料不同粗蛋白质和钙水平对种公鸡血清 ALP 活性没有明显的影响。

血清中 BUN 含量越低, 说明机体蛋白质代谢越好。UA 是禽类蛋白质分解代谢的主要终产物, 其含量降低提示体内蛋白质分解下降、合成代谢加强, 增进了机体对营养物质的转化率而有利于机体生长。本次试验结果可知, 低蛋白质 3 种钙水平组、中蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组种公鸡血清中 UA 含量处于较低水平, 与其他组差异显著或极显著。低蛋白质高钙组种公鸡血清中 BUN 含量显著低于高蛋白质高钙组。低蛋白质中钙组和低蛋白质高钙组种公鸡血清中 TG 含量较高, 极显著高于高蛋白质高钙组。说明低蛋白质低钙饲料组鸡机体蛋白质合成代谢较好, 从而种公鸡的其他性能均能发挥到最佳水平。

GOT 和 GPT 在非必需氨基酸的合成和蛋白质分解代谢中起重要的催化作用, 血清中 GOT 和 GPT 活性升高, 反映了机体组织细胞的蛋白质代谢活动旺盛。从本试验结果来看, 中蛋白质高钙组、高蛋白质低钙组和高蛋白质中钙组 GOT 活性较高, 试验鸡血清中 GOT 含量均在 300 U/L 以

上。这一结果可能是因为高蛋白质饲料有利于促进机体内蛋白质分解,从而使机体组织细胞的蛋白质代谢活动加强。

甲状腺素在机体生长发育、组织分化、能量代谢和物质代谢的调节中具有不可或缺的作用。有资料表明,家禽的采食状况、饲料组成及营养成分可引起机体代谢激素的变化,饲喂高蛋白质饲料,血液胰岛素水平升高;饲喂低蛋白质饲料, T_3 含量明显降低^[13]。本次试验结果发现,中蛋白质高钙组和高蛋白质高钙组种公鸡血浆中 T_3 含量显著低于中蛋白质低钙组和中蛋白质中钙组,而血浆中 T_4 含量正好出现了相反的变化趋势,表现为高蛋白质高钙组极显著地高于低蛋白质中钙组和中蛋白质中钙组,中蛋白质高钙组显著高于中蛋白质中钙组。这可能是因为当出现 T_3 含量降低时,血液中的 T_4 经过脱碘向 T_3 转化从而使 T_3 含量升高而处于基本稳定的水平。皮质醇的作用是提 高机体的抵抗力,增强体液免疫反应,提高家禽对环境应激的耐受力 and 适应性^[14]。本次试验高蛋白质高钙组和中蛋白质高钙组种公鸡血浆中皮质醇含量较高。可能说明对于试验鸡来说,饲料中稍高水平的粗蛋白质可能更利于体内皮质醇含量维持在其需要的水平上,从而提高其抵抗力。

4 结 论

综上所述,种公鸡繁殖期全程使用低蛋白质低钙水平饲料有利于种公鸡精液品质的提高、生殖激素的分泌和公鸡种用时间的延长,从而获得较高的经济效益。

参考文献:

[1] 王健,王志跃,朱晓华,等.种公鸡繁殖性能的营养学调控[J].中国家禽,2001,23(20):38-40.

- [2] ARSCOTT G H J, PARKER E. Dietary protein and fertility of male chickens[J]. The Journal of Nutrition, 1963(80):311-314.
- [3] WILSON J L, MCDANIEL G R, SUTTON C D, et al. Semen and carcass evaluation of broiler breeder males fed low protein diets[J]. Poultry Science, 1987, 66(9):1535-1540.
- [4] 李志芳.饲料中粗蛋白水平与钙含量对父母代种公鸡精液质量及受精率的影响[J].禽业科技,1997,13(11):24-25.
- [5] 候宗良,马雪云,楚彬,等.种用公鸡繁殖期最佳营养水平研究[J].饲料研究,1999,3:35-36.
- [6] 刘素洁,孙长勉,孙可兵,等.日粮能量蛋白水平对肉用型种公鸡繁殖性能的影响[J].饲料工业,2002,5:29-31.
- [7] 石矿.鸡的钙营养[J].山东家禽,1998,3:37-40.
- [8] 吴洁,梁远东,高小芳,等.日粮锌水平对繁殖期种公鸡精液品质及血清、精清生化指标的影响[J].广西畜牧兽医,2010,1:7-9.
- [9] 沈权译.肉种鸡高生产性能和高繁殖力研究[J].国外畜牧学——猪与禽,2010,1:47-49.
- [10] 史好赞,工建林,刘岐.日粮中锰水平对海兰褐种公鸡精液品质的影响[J].国外畜牧学——猪与禽,2010,3:63-64.
- [11] 周杰,骆先虎.高温对肉用仔鸡生产性能和某些血清生化指标的影响[J].畜牧与兽医.1997,2:57-59.
- [12] 何谓霞,张晓雷,刘凡凡,等.实验性佝偻症对鸡血清、肠、肝、肾、骨碱性磷酸酶的影响[J].畜牧兽医学报,1987,2:99-103.
- [13] 刘燕强,韩正康.营养与激素的关系[J].饲料研究,1997,3:11-12.
- [14] 艾晓杰,韩正康.酶制剂对雏鹅代谢激素和生化指标的影响[J].华中农业大学学报,2001,4:365-367.

Effects of Dietary Crude Protein and Calcium Levels on Reproductive Performance of Breeder Roosters

ZHANG Ling¹ WANG Zhiyue^{2*}

(1. Jiangsu Animal Husbandry and Veterinary College, Taizhou 225300, China; 2. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: The experiment was conducted to investigate the effects of dietary crude protein (CP) and calcium (Ca) levels during the overall breeding period on reproductive performance and blood biochemical indices of

breeder roosters. A total of 135 new *Yangzhou* breeder roosters at 21 weeks of age were randomly divided into 9 groups with 3 replicates each and 5 roosters each replicate. The roosters were fed with 9 different diets designed by a 2 × 3 factorial arrangement with three crude protein levels (17% , 14% and 11%) and three calcium levels (3.3% , 2.3% and 1.3%) and the same other nutrition levels during the overall breeding period. The results showed as follows: 1) the roosters in 11% CP + 1.3% Ca group had the maximum density of sperm ($P > 0.05$), and the number of available sperm was the largest, which significantly higher than that in 11% CP + 2.3% Ca group, 17% CP + 2.3% Ca group and 17% CP + 3.3% Ca group ($P < 0.05$). The roosters in 14% CP + 3.3% Ca group had the largest amount of semen, which significantly higher than that in 17% CP + 2.3% Ca group and 17% CP + 3.3% Ca group ($P < 0.05$), but not significantly higher than that in the others ($P > 0.05$). The roosters in 11% CP + 1.3% Ca group and 14% CP group (with 1.3% , 2.3% and 3.3% calcium) had the higher sperm motility, there was no significant difference among them ($P > 0.05$), but which significantly higher than that in 11% CP + 2.3% Ca group, 11% CP + 3.3% Ca group and 17% CP + 2.3% Ca group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). 2) The roosters in 17% CP + 2.3% Ca group had the highest content of total protein in serum, which significantly higher than that in the other groups except for 11% CP + 1.3% Ca group and 11% CP + 2.3% Ca group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The roosters in 11% CP + 1.3% Ca group had the highest content of albumin in serum, which significantly higher than that in 14% CP + 2.3% Ca group ($P < 0.05$). The content of globulin in serum of roosters in 17% CP + 2.3% Ca group was the highest, and significantly higher than that in 11% CP + 3.3% Ca group and 17% CP groups ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), but not significantly higher than that in the others ($P > 0.05$). The activity of glutamic-oxaloacetic transaminase in serum of roosters in 11% CP + 1.3% Ca group, 14% CP + 3.3% Ca group and 17% CP + 2.3% Ca group was higher, and significantly higher than that in 11% CP + 3.3% Ca group, 14% CP + 1.3% Ca group and 14% CP + 2.3% Ca group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The uric acid content in serum of roosters in 11% CP groups, 14% CP + 1.3% Ca group and 14% CP + 2.3% Ca group was lower, and significantly lower than that in the others ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The roosters in 11% CP + 3.3% Ca group had the lowest content of ureal nitrogen in serum, which significantly lower than that in 17% CP + 3.3% Ca group ($P < 0.05$), but not significantly lower than that in the others ($P > 0.05$). The roosters in 17% CP + 3.3% Ca group had the lowest content of triglyceride in serum ($P < 0.05$), which significantly lower than that in the other groups except for 14% CP + 1.3% Ca group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$), but there were no significant differences among the other groups ($P > 0.05$). 3) The roosters in 14% CP + 3.3% Ca group and 17% CP + 3.3% Ca group had the lower content of T_3 in plasma, which significantly lower than that in 14% CP + 1.3% Ca group and 14% CP + 2.3% Ca group ($P < 0.05$). The roosters in 11% CP + 1.3% Ca group, 14% CP + 2.3% Ca group, 17% CP + 2.3% Ca group and 17% CP + 3.3% Ca group had the higher content of T_4 in plasma, which significantly higher than that in the others ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The roosters in 17% CP + 3.3% Ca group had the highest content of corticoids, which significantly higher than that in 17% CP + 1.3% Ca group ($P < 0.01$), but not significantly higher than that in 11% CP groups ($P > 0.05$). In general, the roosters fed the diet with low crude protein and calcium levels can achieve better fertility and higher economic efficiency than that fed the diet with high crude protein and calcium levels. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2011, 23(8):1280-1288]

Key words: breeder roosters; crude protein; calcium; reproductive performance; blood biochemical indices