

日粮能量、蛋白质水平对种公鸡繁殖性能的影响

王竹伟^{1,2} 陈继兰^{1*} 胡娟¹ 文杰¹ 赵桂苹¹ 郑麦青¹ 刘冉冉¹
李新¹ 刘国芳¹ 赵丽红¹ 郭艳丽² 史兆国^{2*}

(1. 中国农业科学院 北京畜牧兽医研究所, 北京 100193;

2. 甘肃农业大学 动物科学技术学院, 兰州 730070)

摘要 为研究日粮能量、蛋白质水平对北京油鸡种公鸡后期繁殖性能的影响,将99只50周龄北京油鸡种公鸡随机分为9个处理,每个处理11只鸡,分别饲喂由能量(11.30、11.72和12.14 MJ/kg)和蛋白质(12%、14%和16%(质量分数))以3×3因子组合的9种日粮(设为处理1~9)。试验结果显示,蛋白质水平对种公鸡的生长性能和繁殖性能无显著影响($P>0.05$),但精子活力随蛋白质水平的升高有降低的趋势;能量为12.14 MJ/kg时对采食量和精子活率有显著性影响($P<0.05$);处理9的畸形率显著高于其他组($P<0.05$)。孵化验证试验显示,处理8的受精率、孵化率和健康雏率较佳。本试验结果建议北京油鸡种公鸡后期日粮蛋白质水平为12%,代谢能水平为11.72 MJ/kg,其他体重和习性类似北京油鸡的地方品种可以参照使用。

关键词 种公鸡; 代谢能; 粗蛋白质; 繁殖性能

中图分类号 S 831.5

文章编号 1007-4333(2011)05-0096-08

文献标志码 A

Effects of dietary metabolized energy and protein levels on reproduction performance of Beijing-You chickens during the late reproductive period

WANG Zhu-wei^{1,2}, CHEN Ji-lan^{1*}, HU Juan¹, WEN Jie¹, ZHAO Gui-ping¹, ZHENG Mai-qing¹,
LIU Ran-ran¹, LI Xin¹, LIU Guo-fang¹, ZHAO Li-hong¹, GUO Yan-li², SHI Zhao-guo^{2*}

(1. Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;

2. College of Animal Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract This experiment was conducted to study the effects of dietary metabolized energy (ME) and crude protein (CP) levels on reproduction performance of Beijing-You chickens during the late reproductive period. Ninety-nine 50-week-old Beijing-You breeder cocks were randomly assigned to 9 treatments with 11 cocks in each treatment. Three levels of dietary ME (11.30, 11.72, 12.14 MJ/kg) and CP (12%, 14%, 16%) were assigned to the 9 treatments by 3 × 3 factorial experimental design. The results showed that the growth and reproductive performance were not significantly affected by CP level ($P<0.05$), but sperm motility tended to be improved with lower dietary CP level. The feed intake and sperm motility rate in 12.14 MJ/kg ME level were significantly higher than that of the other groups ($P<0.05$). The deformity rate of treatment 9 was significantly higher than the others. This result was verified by the incubation tests. Fertilization rate, hatching rate and healthy chick rate of the treatment 8 with 12.14 MJ/kg ME and 14% CP was the most optimized. 12% CP and 11.72 MJ/kg ME level were suggested for the diet of late reproductive period of Beijing-You chicken. Other local varieties which have similar characteristics can refer to.

Key words male breeders; metabolized energy; crude protein; reproductive performance

收稿日期: 2011-02-18

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助(nycytx-42); 国家“863”计划项目(2008AA101009)

第一作者: 王竹伟, 硕士研究生, E-mail: wangzhuwei0407@163.com

通讯作者: 陈继兰, 研究员, 博士生导师, 主要从事家禽育种与生产研究, E-mail: chen.jilan@163.com

史兆国, 教授, 博士生导师, 主要从事家禽营养研究, E-mail: shizhaoguo@gsau.edu.cn

续表

指标	处理								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
营养水平									
ω (粗蛋白质)/%	16.00	16.00	16.00	14.00	14.00	14.00	12.00	12.00	12.00
代谢能/(MJ/kg)	12.14	11.72	11.30	12.14	11.72	11.30	12.14	11.72	11.30
ω (盐)/%	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
ω (钙)/%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ω (有效磷)/%	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
ω (赖氨酸)/%	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60
ω (蛋氨酸)/%	0.51	0.51	0.51	0.45	0.45	0.45	0.38	0.38	0.38
ω (蛋+胱氨酸)/%	0.80	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60
ω (苏氨酸)/%	0.66	0.66	0.66	0.58	0.58	0.58	0.50	0.50	0.50
ω (色氨酸)/%	0.20	0.20	0.20	0.18	0.18	0.18	0.15	0.15	0.15

注:① 每 kg 饲料中微量元素含量:Fe 60 mg;Cu 8.7 mg;Mn 90 mg;Zn 85 mg;I 0.5 mg;Se 0.4 mg。② 每 kg 饲料中维生素含量:VA 12 000 IU;VD₃ 3 500 IU;VE 45 mg;VK₃ 2 mg;VB₁ 3 mg;VB₂ 12 mg;VB₆ 10 mg;VB₁₂ 30 mg;生物素 0.2 mg;泛酸钙 15 mg;烟酸 30 mg;叶酸 1.5 mg。—为未添加。

1.2.2 指标测定

1) 体重和采食量的测定。试验 50 周龄开始,57 周龄结束,每周末称取个体体重,结算本周耗料量。共测 8 次,求得每只鸡试验阶段的平均日增重、平均日耗料量。

2) 精液品质测定。57 周龄末测定精液品质,包括精液量、精液颜色、精液 pH、精子活力、精子活率、精子畸形率和精子密度。

3) 受精率和孵化率测定。自 57 周龄开始收集 15 d 种蛋,每个处理组收集 200 个,共 1 800 个。孵化 21 d,统计受精率、入孵蛋孵化率、受精蛋孵化率和健雏率。

4) 死胚观察。21 日龄出雏时,检出每个处理组死胚蛋,并进行剖检,分析和记录胚胎的死亡日龄。

1.3 统计分析

试验数据采用 SAS 8.0 软件进行 ANOVA 显著性分析,多重比较采用 Duncan 法, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果

2.1 日粮能量、蛋白质水平对种公鸡体重和采食量的影响

日粮能量、蛋白质水平对种公鸡体重和采食量的影响见表 3。

表 3 日粮能量、蛋白质水平对 50~58 周龄北京油鸡种公鸡体重和采食量的影响

Table 3 Effects of diets ME and CP level on body weight gain and feed intake for Beijing-You chicken in 50-58 weeks

代谢能水平/(MJ/kg)	粗蛋白质质量分数/%	平均日采食量/g	平均日增重/g
11.30	12.00	111.85±3.38 a	1.47±0.41
	14.00	103.26±3.09 ab	1.54±0.37
	16.00	106.63±3.01 ab	1.67±0.39
11.72	12.00	104.96±2.45 ab	1.56±0.27
	14.00	111.37±2.75 a	1.36±0.28
	16.00	108.97±5.08 ab	1.77±0.48
12.14	12.00	101.46±3.74 ab	2.27±0.61
	14.00	102.66±3.96 ab	1.38±0.48
	16.00	99.60±2.59 b	1.39±0.28

续表

代谢能水平/(MJ/kg)	粗蛋白质质量分数/%	平均日采食量/g	平均日增重/g
11.30		107.24±3.16 a	1.25±0.39
11.72		108.43±3.43 a	1.57±0.34
12.14		101.24±3.43 b	1.44±0.46
	12.00	106.09±3.19	1.53±0.43
	14.00	105.76±3.27	1.43±0.38
	16.00	105.07±3.56	1.61±0.38
显著性			
代谢能		0.026	NS
蛋白质		NS	NS
代谢能/蛋白质		NS	NS

注：同列同项字母不同表示差异显著($P < 0.05$), NS 为差异不显著($P > 0.05$)。下表同。

由表 3 可见,不同日粮能量和蛋白质水平对公鸡体重无显著影响($P > 0.05$),但随能量的升高体重有升高的趋势,而随蛋白质升高体重呈下降趋势。日粮水平对采食量有显著影响,12.14 MJ/kg 能量组的采食量显著低于其他水平($P < 0.05$)。根据多重比较结果可以看出,采食量随能量的升高而显著降低($P < 0.05$),随着蛋白质含量的升高,采食量也

随之减少。高能量高蛋白质组(处理 1)的采食量显著低于低能量低蛋白质组(处理 9),能量水平为显著差异的主效应($P < 0.05$)。

2.2 日粮能量、蛋白质水平对精液品质的影响

日粮能量、蛋白质水平对种公鸡精液品质的影响见表 4。

不同能量或蛋白质水平对种公鸡的精液量、颜

表 4 日粮能量、蛋白质水平对 50~58 周龄北京油鸡种公鸡精液品质的影响

Table 4 Effects of dietary ME and CP levels on semen quality for Beijing-You chicken in 50—58 weeks

能量水平/ (MJ/kg)	蛋白质质量 分数/%	精液量/ mL	精液 颜色	pH	精子密度/ (10^9 /mL)	精子 活力	精子 活率/%	精子 畸形率/%
11.30	12.00	0.50±0.02	2.55±0.15	7.14±0.06	2.10±0.04	6.55±0.24	94.95±0.66 ab	9.34±0.65 a
	14.00	0.43±0.04	2.30±0.15	7.17±0.05	2.00±0.04	6.55±0.24	96.04±0.32 a	8.63±0.82 ab
	16.00	0.54±0.04	2.73±0.14	7.15±0.03	2.30±0.03	6.00±0.36	95.22±0.48 a	5.68±0.83 b
11.72	12.00	0.48±0.03	2.73±0.14	7.11±0.06	2.10±0.03	6.88±0.39	94.62±0.14 ab	6.33±0.77 ab
	14.00	0.50±0.05	2.36±0.24	7.15±0.05	2.20±0.04	7.00±0.50	93.28±1.14 b	7.35±1.02 ab
	16.00	0.57±0.04	2.36±0.24	7.13±0.06	2.00±0.03	6.70±0.26	95.42±0.46 a	7.21±0.76 ab
12.14	12.00	0.48±0.04	2.45±0.20	7.16±0.07	2.00±0.04	7.10±0.27	95.21±0.46 a	8.11±1.08 ab
	14.00	0.49±0.04	2.40±0.22	7.30±0.06	2.15±0.04	6.78±0.36	95.81±0.41 a	5.59±0.60 b
	16.00	0.43±0.06	2.18±0.18	7.18±0.05	2.10±0.04	6.44±0.33	95.51±0.51 a	8.91±1.56 ab
11.30		0.49±0.03	2.53±0.15	7.15±0.05	2.13±0.04	6.37±0.28	95.40±0.49 ab	7.88±0.77
11.72		0.52±0.04	2.48±0.21	7.13±0.06	2.10±0.03	6.86±0.38	94.44±0.69 b	6.96±0.85
12.14		0.47±0.05	0.34±0.20	7.21±0.06	2.08±0.04	6.77±0.32	95.51±0.46 a	7.54±1.08
	12.00	0.49±0.03	2.58±0.16	7.14±0.06	2.07±0.04	6.84±0.30	94.93±0.42	7.93±0.83
	14.00	0.47±0.04	2.35±0.20	7.21±0.05	2.12±0.04	6.78±0.37	95.04±0.62	7.19±0.81
	16.00	0.51±0.05	2.42±0.19	7.15±0.05	2.13±0.03	6.38±0.32	95.38±0.48	7.27±1.05

续表

能量水平/ (MJ/kg)	蛋白质质量 分数/%	精液量/ mL	精液 颜色	pH	精子密度/ (10^9 /mL)	精子 活力	精子 活率/%	精子 畸形率/%
显著性								
代谢能		NS	NS	NS	NS	NS	0.05	NS
蛋白质		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
代谢能/蛋白质		NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.039

注：同列同项字母不同表示差异显著($P < 0.05$)。

色、精液 pH、密度、精子活力和畸形率等没有显著性影响($P > 0.05$),但精子活力随蛋白水平的升高有降低的趋势,12.14 MJ/kg 水平组的精子活率显著高于 11.72 MJ/kg 水平组($P < 0.05$)。表 4 显示,处理 5 的精子活率显著低于其他组($P < 0.05$)。处理 9 的精子畸形率显著高于处理 7 和处理 3($P < 0.05$)。

2.3 日粮能量蛋能质水平对孵化效果的影响

日粮能量和蛋白质水平对孵化结果的影响见图 1。

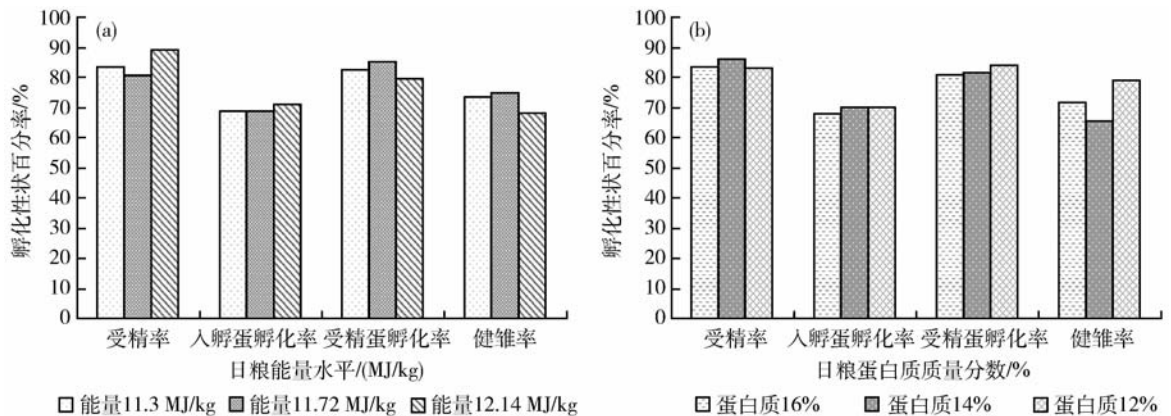


图 1 日粮能量(a)和蛋白质(b)水平对孵化结果的影响

Fig. 1 Effects of dietary energy (a) and dietary protein (b) levels on incubation results

2.4 日粮能量蛋白质水平对种蛋胚胎死亡日龄的影响

日粮能量蛋白质水平对种蛋胚胎死亡的影响见图 2。

由图 2 可以看出,14%蛋白质质量分数的死胚数最多,12%最少。1~11 d 蛋白质质量分数 16% 的死亡数最多,14%最少;12~17 d 各质量分数蛋

由图 1 可以看出,14%蛋白质组的受精率比 12%和 16%组高 2%,12.14 MJ/kg 能量组比 11.72 MJ/kg 组高 5.3%。各能量组和各蛋白质组的入孵蛋孵化率水平相似。12%蛋白质组的受精蛋孵化率比 16%组高 3%,11.72 MJ/kg 能量组比 12.14 MJ/kg 组高 5%。12%蛋白质组健雏率比 14%组高 13%,11.72 MJ/kg 能量组比 12.14 MJ/kg 组高 7%。处理 4 的受精蛋孵化率和健雏率最低,处理 8 的综合孵化结果优于其他组。

白质的死胚数基本一致;18~21 d 蛋白质质量分数 14%的死胚数最多,12%最少。12.14 MJ/kg 能量水平的死胚数最多,11.72 MJ/kg 的最少。1~11 d 各能量水平死胚数基本一致;12~17 d 能量水平 12.14 MJ/kg 的死胚数最多,11.72 MJ/kg 的最少;18~21 d 能量水平 12.14 MJ/kg 的死胚数最多,11.72 MJ/kg 最少。

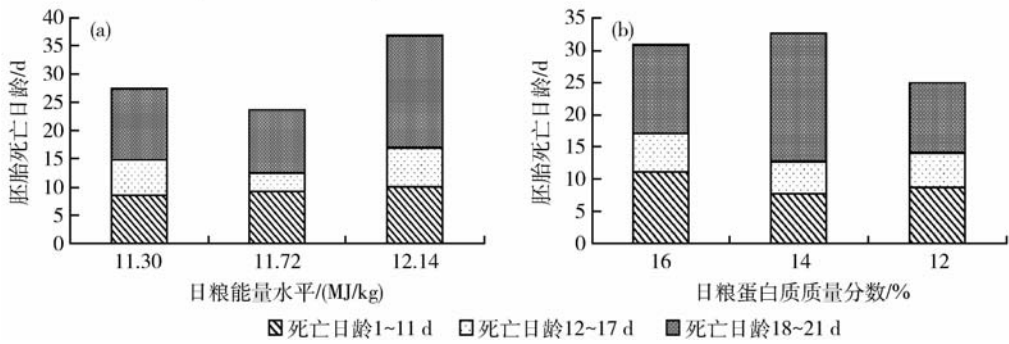


图2 日粮能量(a)和蛋白质(b)水平对胚胎死亡日龄的影响

Fig. 2 Effects of dietary energy (a) and dietary protein (b) levels on date of embryonic death

2.5 精液品质与体重及采食量之间的相关分析

日增重、日采食量和精液品质间的相关分析见表5。

由表5可以看出,精液量与采食量显著正相关($P < 0.05$);精液颜色与精液量呈极显著正相关

($P < 0.01$);精液密度与采食量呈显著负相关($P < 0.05$),与精液量呈显著正相关($P < 0.05$),与颜色呈极显著正相关($P < 0.01$);精子活力与精液密度呈极显著正相关($P < 0.01$);精子畸形率与精子活力呈极显著负相关($P < 0.01$)。

表5 日增重、日采食量和精液品质之间的相关分析

Table 5 Correlations among the average daily gain, feed intake and the semen quality traits

项目	日增重	日采食量	pH	精液量	精液颜色	精子密度	精子活力	精子活率	精子畸形率
日增重	1.000 0	0.153 4	0.036 5	0.025 4	0.033 9	0.103 8	0.027 4	-0.099 6	-0.156 7
日采食量		1.000 0	-0.178 8	0.244 0*	-0.080 1	-0.214 9*	0.041 2	-0.121 7	0.040 9
pH			1.000 0	0.067 2	-0.099 8	-0.036 8	-0.026 4	-0.002 2	-0.068 3
精液量				1.000 0	0.269 7**	0.205 0*	0.159 0	0.018 2	-0.071 4
精液颜色					1.000 0	0.491 4**	0.010 7	0.035 3	-0.064 2
精子密度						1.000 0	0.279 6**	0.034 0	-0.112 7
精子活力							1.000 0	-0.057 9	-0.321 2**
精子活率								1.000 0	0.025 6
精子畸形率									1.000 0

注: * 显著相关($P < 0.05$), ** 极显著相关($P < 0.01$)。

3 讨论

3.1 不同能量、蛋白质水平对种公鸡体重和采食量的影响

家禽具有较强的能量摄入量调控能力,能根据日粮能量浓度调节采食量,从而满足正常的生产需要^[7]。在本试验中种公鸡采食量随能量水平的升高而显著减少($P < 0.05$),体重随能量升高有增加的趋势。只有能量需要得到了满足,其他各种营养物质如蛋白质、维生素和矿物质才能发挥其固有的生

理作用^[8],本试验日粮能量为采食量显著差异的主效应也验证了这一观点。刘国华试验设计能量(11.29、12.12和12.96 MJ/kg)和蛋白质(9%、13%和17%)的日粮饲喂45周龄的尼克蛋用种公鸡,发现采食量随日粮能量、蛋白质水平升高而降低。能量水平对采食量的影响与公鸡的采食本能有关,能量高采食量少,这与多数试验观察结果一致^[5]。据Wilson等报道,日粮能量水平(11.8 MJ/kg)一定的情况下,对肉用种鸡饲喂蛋白质9%水平日粮与12%和15%相比,体重下降^[9]。本试验中蛋

白质水平对种公鸡繁殖后期的体重和采食量的影响未达到显著水平($P>0.05$)。

3.2 日粮不同能量、蛋白质水平对种公鸡精液品质的影响

日粮中的蛋白质含量低、能量不足、维生素及矿物质缺乏等因素都会直接影响精液质量。其中能量摄入量一旦受到严重限制,其精液的产量、睾丸重量及精子受精率下降;蛋白质缺乏,会影响控制和调节生殖机能的重要内分泌腺-脑垂体的作用,抑制其促性腺激素的分泌^[10]。本试验表明:精子活力随能量的升高而增强,12.12 MJ/kg 能量组的精子活率最高,而蛋白质水平对精液品质没有显著影响。此外能量蛋白质交互作用对精子畸形率影响显著,处理9的精子畸形率最高($P<0.05$)。说明高能量可以增强精子的活力,并提高精子的活率,而低能低蛋白质对精子畸形率影响很大。据刘素洁等报道,日粮的能量水平(10.87、11.70和12.54 MJ/kg)和蛋白质水平(12%、14%和16%)对39~50周龄的艾维茵肉用种公鸡的繁殖机能有影响,11.70 MJ/kg 能量水平对其影响显著,蛋白质水平对其影响未达显著,能量蛋白质互作不显著^[11]。高小芳等设置6个能量水平(10.5、10.9、11.3、11.7、12.1和12.5 MJ/kg)对32~35周龄的三黄鸡精液品质进行研究,结果发现能量水平极显著影响精液pH和精子密度,显著影响有效精子数,能量水平为11.7 MJ/kg时密度最大,有效精子数最高^[12]。姚会对11周龄的海兰褐种公鸡研究发现11.91 MJ/kg 能量水平的精子活力和精液量显著高于11.30 MJ/kg 组^[13]。Wilson设置了9%、12%和15%3个粗蛋白质水平来研究对肉用种公鸡精液质量的影响,结果为平均射精量、精子密度和每次射精的精子数不受3种粗蛋白质水平的影响^[9],这些与本试验的结果基本一致。而也有报道称蛋白质水平影响精液品质,张玲等试验58周龄的新扬州种公鸡,粗蛋白质14%的公鸡组精液量、精子活力和精子密度明显高于11%粗蛋白质组,精子畸形率显著低于11%和17%粗蛋白质组^[14]。霍淑娟等试验32~42周龄的罗曼种公鸡饲喂粗蛋白质水平为18%、14%、10%的饲料,粗蛋白质水平14%组的精子密度、平均精液量、精子活力显著高于其他组^[15]。刘国华试验结果显示射精量和精子密度受日粮中蛋白质水平影响显著,最低能量蛋白质需要水平为11.29 MJ/kg-9%。Zhang的2种粗蛋白质水平的试验结果为:粗

蛋白质水平12%组的平均射精量高于16%组,但精子密度却不受影响^[16]。Brillard对日粮粗蛋白质含量与种公鸡生殖的关系进行了研究,在分别饲喂12%、14%、16%和18%的粗蛋白质水平的4组公鸡中,饲喂12%和14%粗蛋白质日粮的公鸡采精时间早,精液量多,粗蛋白质12%组的采精效率最高^[17]。试验结果的差异,可能与试验设计者设置的粗蛋白质梯度差、试验期、试验品种或饲料原料来源差异有关。本试验得出的蛋白质水平对精液品质未达到显著影响,12.14 MJ/kg 能量水平的精子活率最高。而对各个精液指标进行相关分析,得出精液量、精子活力、精子活率、精子畸形率等指标并不能单独评判精液品质的好坏,建立综合的评定标准才可提高生产效益。

3.3 日粮不同能量、蛋白质水平对孵化结果的影响

有研究发现高活力的精子在运动中能量减退较慢,因此有较长的运动能力,从而获得较高的受精率。因此精子的活力是影响精子在输卵管损失率的重要因素。高活率精子的受精蛋孵化率要比平均值高10%^[18-20]。为了进一步证明种公鸡精液品质在生产中的重要性,许多研究者也做了孵化的验证试验。以往的报道中,多数结果显示日粮的蛋能水平对受精率、孵化率等没有显著影响。候宗良等对30周龄伊莎褐蛋用型种用公鸡繁殖期最佳营养水平进行了研究。试验分为高蛋白质组(18%)和低蛋白质组(12%),结果表明,高、低蛋白质水平的种蛋受精率、孵化率均无差异^[21]。霍启光对29~36周龄的海沙克斯种公鸡日粮营养水平对其繁殖性能的研究发现各处理组间种蛋的受精率、受精蛋孵化率、入孵蛋孵化率等差异均不显著^[22]。而也有报道表明日粮蛋能水平对孵化结果有影响。梁远东研究表明35周龄三黄鸡饲喂日粮能量水平为11.7 MJ/kg,蛋白质水平为16%时,种蛋受精率、受精蛋孵化率最高^[23]。本试验结果显示,12%蛋白质组的入孵蛋孵化率、受精蛋孵化率、健雏率都高于其他水平。12.14 MJ/kg 能量组的活力最高,受精率高于其他组,这点印证了Froman的结论。但该组的受精蛋孵化率和健雏率都低于11.72 MJ/kg 组,这说明12.14 MJ/kg 的胚胎死亡数最多,这与图4的结果一致。死胚蛋剖检结果表明,12.14 MJ/kg 组孵化中期死亡数最多,11.72 MJ/kg 最少,而孵化中期的胚胎死亡可能与营养因素有关^[24]。试验结果的差异,可能与试验样本的周龄、品种和母鸡的繁殖差异

有关。通过验证综上所述,本试验处理8的孵化结果总体上优于其他组。

4 结 论

本试验中日粮蛋白质添加量未显著影响种公鸡的生长和繁殖。因此从节约成本和提高效益角度出发,日粮中添加12%的蛋白质能满足生产需要。日粮能量浓度对采食量和精子活力有显著影响,能量在12.14 MJ/kg水平时采食量最少、精子活率最高。交互作用说明蛋白质和能量的影响并不是独立的,从孵化的验证试验看,处理8的受精率、孵化率、健雏率优于其他组。因此建议北京油鸡种公鸡后期日粮蛋白质水平为12%,代谢能水平为11.72 MJ/kg,其他体重和习性类似北京油鸡的地方品种可以参照使用。

参 考 文 献

- [1] 秦绪光,刘福柱. 中草药复方添加剂对繁殖后期种公鸡精液品质及种蛋受精率的影响[J]. 中国饲料, 2007, 16: 22
- [2] Adamstone F B, Card L E. The effects of vitamin E deficiency on the testis of the male fowl (*Gallus domesticus*) [J]. Journal of Morphology, 1934, 56(2): 339-359
- [3] Parker J E, McSpadden B J. Seasonal variation in semen production in domestic fowls [J]. Poultry Sci, 1943, 22: 142
- [4] Parker J E, Arscott G H. Energy intake and fertility of male chickens [J]. Journal of Nutrition, 1964, 82(64): 183-184
- [5] 刘国华, 尤卉君, 刘传业. 日粮能量蛋白水平对蛋用种公鸡繁殖性能的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 1994, 25(2): 199-203
- [6] Froman D P. Application of the sperm mobility assay to primary broiler breeder stock [J]. Journal of Applied Poultry Research, 2006, 15: 280-286
- [7] Steven Leeson, John D Summers. 鸡的营养[M]. 4版. 蔡辉益, 文杰, 齐广海, 等译. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007: 53
- [8] 王健, 王志跃, 朱晓华, 等. 种公鸡繁殖性能的营养学调控研究[J]. 中国家禽, 2001, 23(20): 38
- [9] Wilson J L, McDaiel G R, Sutton C D, et al. Semen and carcass evaluation of broiler breeder males fed low protein diets [J]. Poultry Sci, 1987, 66(9): 1535-1540
- [10] 郭爱伟, 熊春梅, 万海龙. 能量和蛋白水平对畜禽繁殖性能的影响[J]. 畜牧兽医杂志, 2008, 27(2): 41-43
- [11] 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, 23(5): 29-31
- [12] 高小芳, 韦海荣, 梁远东. 日粮能量水平对三黄种公鸡精液品质和某些生化指标的影响[J]. 广西畜牧兽医, 2010, 26(3): 134-136
- [13] 姚会, 王晓霞, 沙尔山. 能量水平对海兰褐种公鸡生长发育及精液品质的影响[J]. 北京农学院学报, 2010, 25(2): 33-36
- [14] 张玲, 王志跃. 不同粗蛋白水平日粮对种公鸡繁殖性能的影响[J]. 家禽科学, 2010(1): 7-11
- [15] 霍淑娟, 吴结革. 饲料不同粗蛋白水平对罗曼种公鸡精液品质的影响[J]. 畜禽业, 2006(11): 22-23
- [16] Zhang X, Berry W D, McDaiel G R, et al. Body weight and semen production of broiler breeder males as influenced by crude protein levels and feeding regimens during rearing [J]. Poultry Sci, 1999, 2(78): 190-196
- [17] Brillard J P, McDaiel G R. Influence of spermatozoa numbers and insemination frequency on fertility in dwarf broiler breeder hens [J]. Poultry Sci, 1986, 65: 2330-2334
- [18] Froman D P, Feltmann A J, Mclean D J. Increased fecundity resulting from semen donor selection based upon in vitro sperm motility [J]. Poultry Sci, 1997, 76: 73-77
- [19] Froman D P, Feltmann A J. Sperm mobility: a quantitative trait of the domestic fowl [J]. Biology of Reproduction, 1998, 58: 379
- [20] Froman D P, Pizzari T, Feltmann A J, et al. Sperm mobility: mechanisms of fertilizing efficiency, genetic variation and phenotypic relationship with male status in the domestic fowl [J]. Proceedings of the Royal Society of London, 2002, 269: 607-612
- [21] 侯宗良, 马云云. 种用公鸡繁殖期最佳营养水平研究[J]. 饲料研究, 1999(3): 35-36
- [22] 霍启光, 林理真, 陈彦梅. 种公鸡日粮营养水平及其对繁殖性能影响的研究[J]. 中国畜牧杂志, 1992, 28(6): 7-9
- [23] 梁远东, 高小芳, 韦海荣. 日粮粗蛋白水平对广西三黄鸡种公鸡繁殖性能及精液品质的影响[J]. 中国家禽, 2010(增刊): 308-310
- [24] 孙东升, 冉范师, 山秀琴. 剖检死胚蛋分析孵化不良因素[J]. 吉林畜牧兽医, 1993, 15(5): 9-10

(责任编辑: 苏燕)