

张玲,周根来,段修军,等. 不同营养水平日粮对 1~21 日龄黑羽番鸭生长发育的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(23):190-195.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2018.23.049

# 不同营养水平日粮对 1~21 日龄黑羽番鸭生长发育的影响

张玲<sup>1</sup>,周根来<sup>1</sup>,段修军<sup>1</sup>,顾文婕<sup>1</sup>,王健<sup>1</sup>,陈桂银<sup>1</sup>,秦豪荣<sup>2</sup>,庄余昌<sup>1</sup>,张凯<sup>3</sup>

(1. 江苏农牧科技职业学院,江苏泰州 225300; 2. 国家级水禽基因库,江苏泰州 225300;

3. 江苏省海门市正余镇畜牧兽医站,江苏南通 226153)

**摘要:**选用 288 羽 1 日龄黑羽番鸭,随机分为 9 个处理,每个处理设 4 个重复,每个重复 8 羽试验鸭,采用 4 因素 3 水平  $L_9(3^4)$  正交试验,通过测定试验鸭的体质量、体尺和血液生化指标,研究 1~21 日龄黑羽番鸭适宜的代谢能、粗蛋白质、钙和有效磷水平日粮。结果表明: $A_3$  组试验鸭的初生质量、末质量、平均日增质量和料质量比等生长性能指标及体斜长、胸骨长、胸深、骨盆宽和半潜水长等体尺发育指标均显著 ( $P < 0.05$ ) 或极显著 ( $P < 0.01$ ) 高于其他组,且试验鸭体质量与所有体尺指标间均呈极显著正相关 ( $P < 0.01$ ),说明其生长发育趋势基本一致; $A_3$  组试验鸭血清总蛋白、白蛋白、球蛋白、血清钙和血清磷的含量均显著 ( $P < 0.05$ ) 或极显著 ( $P < 0.01$ ) 高于其他组,而血清中低密度脂蛋白、甘油三酯、总胆固醇、碱性磷酸酶、尿酸含量组间差异均不显著 ( $P > 0.05$ )。在本试验条件下,日粮代谢能、粗蛋白质、钙、有效磷和总磷水平分别为 11.72 MJ/kg、20.49%、1.05%、0.6%、0.71% 时 1~21 日龄黑羽番鸭的生长性能和血液生化指标为最佳。

**关键词:**黑羽番鸭;营养水平;生长性能;血液生化指标;体尺发育指标

**中图分类号:** S834<sup>+</sup>.89 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2018)23-0190-06

番鸭原产于南美洲和中美洲等热带地区,属于善飞而不喜游的禽类,具有耐粗饲、耗粮少、饲料报酬高以及较好的生产性能等特点<sup>[1]</sup>,其瘦肉率高、肉色暗红、鲜野味浓、营养丰富,富含多种人体必需的氨基酸和必需脂肪酸<sup>[2]</sup>。在我国,番鸭根据羽色可以分为白羽番鸭、花羽番鸭、黑羽番鸭,黑羽番鸭的产肉性能比白羽番鸭低,但其羽色特异、肉质好、有特殊的经济价值,备受消费者和养殖户的青睐,一些地方政府把番鸭生产作为强农富民的优先产业,养殖规模日益扩大,养殖数量日益增多<sup>[3-4]</sup>。我国关于鸭、鹅等不同生长阶段的营养需求研究起步较晚,且番鸭与家鸭起源不同,在生活习性、饲养方式等方面差异较大,这使得它们在营养需求、消化代谢能力等方面也有较大差异。目前对黑羽番鸭代谢能、蛋白质、钙、磷需要量的研究较少,仅林上槐等认为,1~30 日龄和 31~70 日龄黑羽番鸭粗蛋白质需要量分别为 21%、18%<sup>[5]</sup>;张建华等研究报道,1~3 周龄黑羽公番鸭代谢能和粗蛋白质需要量分别为 12.10 MJ/kg、19.31%,4~7 周龄黑羽公番鸭代谢能和粗蛋白质需要量分别为 11.71 MJ/kg、17.64%<sup>[6]</sup>。而黑羽番鸭的矿物元素需要量还没有相关研究报道。由于缺乏系统研究,黑羽番鸭的饲养标准尚没有制定,目前还主要参

考肉鸭的营养需要。为了弄清 1~21 日龄黑羽番鸭适宜代谢能、蛋白质、钙和磷水平以及不同的营养浓度组合对番鸭育雏期生长的影响,从而最大程度地满足黑羽番鸭在集约化饲养条件下对营养物质的需要,促进黑羽番鸭的生长发育,提高饲料利用率。本试验研究了不同代谢能、蛋白质、钙和有效磷水平日粮对 1~21 日龄黑羽番鸭生长性能、血液生化指标的影响,以探讨黑羽番鸭育雏期适宜的代谢能、蛋白质、钙和磷水平,旨在为科学养殖黑羽番鸭提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物及日粮

1.1.1 试验动物 选用江苏农牧科技职业学院选育的体质健康、初生质量为 (49.71 ± 0.76) g 且无个体差异的健康黑羽番鸭苗 288 羽(公、母各占 1/2),戴上翅号,随机分成 9 个试验组,每组设置 4 个重复,每个重复 8 羽鸭。

1.1.2 试验日粮 日粮设计以代谢能、蛋白质、钙和有效磷为试验因子,每个因子均设置 3 个水平,采用 4 因素 3 水平  $L_9(3^4)$  有重复正交试验设计,其中日粮代谢能水平分别为 11.52、11.92、12.32 MJ/kg;粗蛋白质水平分别为 18%、20%、22%,钙水平分别为 0.6%、0.8%、1.0%,有效磷水平分别为 0.30%、0.45%、0.60%,共 9 种试验日粮,基础日粮原料主要为玉米、豆粕等,原料成分参照我国饲料原料成分及营养价值表(2011)配制,该阶段日粮组成及营养水平见表 1。

### 1.2 饲养管理

试验在江苏丰达水禽育种场进行,整个试验期为 21 d。采用地面育雏,用稻壳做垫料,每周更换垫料,保持场地卫生。选用优质饲料原料进行日粮配合并制成颗粒料饲喂,每天分

收稿日期:2017-09-27

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(14)2072];江苏省泰州市科技支撑计划(农业)项目(编号: TN201433、TN201503)。作者简介:张玲(1977—),女,江苏泰兴人,硕士,副教授,从事家禽营养与生产研究。E-mail: alingzh@163.com。

通信作者:陈桂银,教授,从事动物营养与饲料研究。E-mail: 840897619@qq.com。

表 1 试验日粮组成及营养水平(风干基础)

项目	处理								
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>
原料									
玉米(%)	43.12	53.42	49.64	48.01	55.72	50.40	59.53	40	47.92
麦麸(%)	1.00	1.00	1.00	13.89	1.00	1.00	1.00	13.63	1.00
米糠(%)	25.97	6.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
豆粕(%)	20.85	29.46	36.44	22.75	30.66	36.30	25.30	24.94	36.76
棉籽粕(%)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	9.00	5.00
大豆油(%)	1.00	1.00	2.14	5.00	2.52	2.99	3.62	7.67	4.87
石粉(%)	0.89	0.93	0.93	0.50	2.06	0.40	1.50	0	1.47
磷酸氢钙(%)	0.87	1.69	2.55	2.55	0.74	1.61	1.75	2.46	0.68
食盐(%)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
预混料(%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
营养水平									
代谢能(MJ/kg)	11.61	11.59	11.72	11.78	11.98	12.07	12.45	12.32	12.59
粗蛋白(%)	17.67	19.44	20.49	17.90	20.74	22	18.32	20.61	21.87
钙(%)	0.54	0.67	1.05	0.88	1.06	0.72	1.1	0.71	0.85
有效磷(%)	0.3	0.45	0.6	0.6	0.3	0.45	0.45	0.57	0.3
总磷(%)	0.58	0.64	0.71	0.82	0.76	0.77	0.77	0.69	0.73

注:1 kg 预混料中含 VA 10 000 IU、VD3 3 000 IU、维生素 E 30 mg、维生素 K<sub>3</sub> 2 mg、维生素 B<sub>1</sub> 5 mg、维生素 B<sub>2</sub> 7 mg、维生素 B<sub>6</sub> 5 mg、维生素 B<sub>12</sub> 20 μg、烟酸 38 mg、泛酸 9 mg、叶酸 1 mg、生物素 35 μg、氯化胆碱 6 g、Cu 5 mg、I 0.9 mg、Fe 100 mg、Zn 110 mg、Mn 100 mg、Se 0.15 mg、Co 0.5 mg。日粮中代谢能、粗蛋白质、钙、总磷的含量为实测值,有效磷为计算值。

别于 07:30、14:30 进行 2 次投料,雏鸭自行采食、饮水,每组投料时,根据料槽内余料情况增减饲喂量。试验鸭初饮时按比例添加抗生素,预防细菌早期感染。1 日龄皮下注射鸭病毒性肝炎疫苗,此后进行常规免疫。饲养期间饮水中添加电解多维缓解应激。试验过程中每天定时清扫卫生,定期对舍内消毒、清理鸭舍周围环境,加强舍内通风换气。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 生长性能指标测定

1.3.1.1 耗料量测定 整个试验期内,每日察看鸭群的大概情况,观察是否正常饮水、采食以及粪便有无异常等。每日喂料时对饲料进行称质量,分多次饲喂,在垫料上面料槽下面铺 1 层塑料纸,每天更换,收集当天各栏水槽及垫料上的废料,第 2 天早晨将剩余的饲料晒干称质量,统计耗料量和平均日采食量。

平均日采食量(g/d) = 总采食量/试验天数。

1.3.1.2 体质量测量 每周末晚上开始停料 12 h,第 2 天 07:00 对每羽鸭进行空腹称质量并计算平均日增质量和料质量比。

平均日增质量(g/d) = (末质量 - 初质量)/试验天数;

料质量比 = 平均日采食量/平均日增质量。

1.3.1.3 体尺测量 体尺测量在第 21 天 07:00 与称质量同时进行,测量的指标主要有体斜长、胸宽、胸深、胸骨长、骨盆宽、胫长、胫围、半潜水长等。

体斜长:用皮尺沿体表测量肩关节至髌骨结节间距离,cm;

胸宽:用卡尺测量两肩关节之间的体表距离,cm;

胸深:用卡尺在体表测量第 1 胸椎到龙骨前缘的距离,cm;

胸骨长:用皮尺测量体表龙骨突前端到龙骨末端的距离,cm;

骨盆宽:用卡尺测量两髌骨结节间的距离,cm;

胫长:用卡尺测量从胫部上关节到第 3、第 4 趾间的直线距离,cm;

胫围:胫骨中部的周长,cm;

半潜水长:用皮尺测量从嘴尖到髌骨连线中点的距离,cm。

1.3.2 血液生化指标测定 试验鸭饲养到第 21 天 07:00 进行采血,采血前空腹 12 h,翅静脉采血 10 mL,3 000 r/min 离心 10 min,提取上清液放置于洁净安培道夫管中并放于 -20 ℃ 冰柜中保存备用。采用 Technicon 全自动生化分析仪分别对血清中含有的总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、尿酸(UA)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(CHO)、高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、碱性磷酸酶(AKP)、血清钙、血清磷的含量进行测定。

1.4 数据分析

试验采用 Excel 2013 构建数据库并进行初步整理,应用 SPSS 19.0 统计软件对数据进行单因子方差分析,平均数间的多重比较采用 LSD 法,采用 Bivariate 相关分析中的 Pearson 相关系数进行指标间的相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同营养水平日粮对育雏期(1~21 日龄)黑羽番鸭体质量的影响

由表 2 可知,21 日龄时试验鸭平均体质量组间差异极显著( $P < 0.01$ ),A<sub>3</sub> 组末质量最高,为 581.60 g,极显著高于 A<sub>1</sub> 组、A<sub>2</sub> 组和 A<sub>9</sub> 组( $P < 0.01$ ),分别高 53.51%、13.67%、7.66%,其余 A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>7</sub>、A<sub>8</sub> 组与 A<sub>3</sub> 组差异不显著( $P > 0.05$ ),但也极显著高于 A<sub>1</sub> 组、A<sub>2</sub> 组和 A<sub>9</sub> 组( $P < 0.01$ )。试验各组平均日增质量也表现出了同样的趋势,其中 A<sub>3</sub> 组平均日增质量最高,为 25.30 g,分别高于 A<sub>1</sub> 组 61.76% ( $P <$

0.01)、A<sub>2</sub> 组 15.00% ( $P<0.01$ ) 和 A<sub>9</sub> 组 8.44% ( $P<0.05$ ) , 其余 A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>7</sub> 和 A<sub>8</sub> 组与 A<sub>3</sub> 组差异不显著 ( $P>0.05$ ) 。平均日采食量 A<sub>6</sub> 组最高, 为 44.39 g, A<sub>1</sub> 组最低, 为 34.93 g, A<sub>6</sub> 组比 A<sub>1</sub> 组高 27.08% , 但所有各组间差别不明显。A<sub>1</sub> 组

的料质量比最高, 为 2.24, A<sub>7</sub> 组最低, 为 1.67, A<sub>1</sub> 组极显著高于其余各组 ( $P<0.01$ ) , 分别比 A<sub>2</sub> 至 A<sub>9</sub> 组依次高 18.52%、33.33%、25.84%、28.00%、22.40%、34.13%、24.44%、19.79%。

表 2 不同营养水平日粮对 1~21 日龄黑羽番鸭体质量的影响

处理	初生质量 (g)	平均末质量 (g)	平均日增质量 (g/d)	平均日采食量 (g/d)	料质量比 (g/g)
A <sub>1</sub>	50.42±0.70Aa	378.87±10.19Dd	15.64±0.48Cd	34.93±4.04Aa	2.24±0.02Aa
A <sub>2</sub>	49.15±1.20Aa	511.65±13.03Cc	22.00±0.61Bc	41.72±5.26Aa	1.89±0.01Bb
A <sub>3</sub>	50.00±0.77Aa	581.60±14.94Aa	25.30±0.70Aa	42.52±5.81Aa	1.68±0.01Dd
A <sub>4</sub>	49.48±0.78Aa	561.58±11.00Aa	24.38±0.52Aa	43.42±5.85Aa	1.78±0.02Cc
A <sub>5</sub>	49.42±0.51Aa	562.53±12.98Aa	24.43±0.61Aa	42.68±5.85Aa	1.75±0.01Cc
A <sub>6</sub>	49.35±0.62Aa	559.77±13.13Aa	24.30±0.62Aa	44.39±6.62Aa	1.83±0.03Bb
A <sub>7</sub>	49.81±0.83Aa	557.20±10.86Aa	24.16±0.51Aa	40.24±5.70Aa	1.67±0.01Dd
A <sub>8</sub>	49.55±0.71Aa	547.48±10.47Aa	23.71±0.49Aa	42.59±5.99Aa	1.80±0.02Bb
A <sub>9</sub>	50.29±0.72Aa	540.20±13.96Bb	23.33±0.66Ab	43.59±5.74Aa	1.87±0.02Bb

注: 同列数据后标有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 ( $P<0.05$ ) , 不同大写字母表示差异极显著 ( $P<0.01$ ) 。表 3、表 5 同。

2.2 不同营养水平日粮对育雏期(1~21 日龄)黑羽番鸭体尺的影响

由表 3 可知, 21 日龄黑羽番鸭在早期生长发育阶段体尺的各项指标均表现为组间差异显著 ( $P<0.05$ ) 或极显著 ( $P<0.01$ ) , 但没有明显的规律表明哪一组的指标发育都较好。其中, A<sub>3</sub> 组的体斜长最高, 为 14.12 cm, 极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>8</sub> 和 A<sub>9</sub> 组 ( $P<0.01$ ) , 分别高 20.68%、7.29%、18.96%、19.46% , 但与 A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub> 和 A<sub>7</sub> 组差异不显著 ( $P>0.05$ ) 。胸骨长是 A<sub>3</sub> 组最高, 为 7.07 cm, 极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>7</sub>、A<sub>8</sub> 和 A<sub>9</sub> 组 ( $P<0.01$ ) , 分别高 24.04%、7.77%、6.64%、11.16%、20.85% , 显著高于 A<sub>6</sub> 组 4.74% ( $P<0.05$ ) , 与 A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub> 组差异不显著 ( $P>0.05$ ) 。A<sub>8</sub> 和 A<sub>9</sub> 组的胸宽较高, 分别为 4.17、4.09 cm, 2 组均极显著高于其余各组 ( $P<0.01$ ) 。A<sub>3</sub> 组的胸深显著高于 A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub> 组 ( $P<0.05$ ) , 分别高 5.62%、

5.31% , 与其余各组差异不显著 ( $P>0.05$ ) 。A<sub>3</sub> 组的骨盆宽极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>9</sub> 组 ( $P<0.01$ ) , 分别高 7.46%、10.43% , 显著高于 A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub> 和 A<sub>8</sub> 组 ( $P<0.05$ ) , 与 A<sub>2</sub> 和 A<sub>7</sub> 组差异不显著 ( $P>0.05$ ) 。胫长是 A<sub>4</sub> 组最高, 为 6.06 cm, A<sub>1</sub> 组最低, 为 5.28 cm, 并且 A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub> 和 A<sub>7</sub> 组均极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>9</sub> 组 ( $P<0.01$ ) 。胫围是 A<sub>7</sub> 组最高, 为 3.88 cm, A<sub>9</sub> 组最低, 为 3.26 cm, 其中 A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub>、A<sub>7</sub> 组极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>9</sub> 组 ( $P<0.01$ ) 。A<sub>3</sub> 组的半潜水长最高, 为 27.01 cm, 极显著地高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>8</sub> 和 A<sub>9</sub> 组 ( $P<0.01$ ) , 分别高 12.97%、4.65%、7.01%、6.59% , 显著高于 A<sub>4</sub> 组 1.73% ( $P<0.05$ ) , 与 A<sub>5</sub>、A<sub>6</sub> 和 A<sub>7</sub> 组差异不显著 ( $P>0.05$ ) 。整体看来, A<sub>3</sub> 组的体斜长、胸骨长、胸深、骨盆宽和半潜水长均为最高, 说明该组番鸭身体各部分发育都比较好。

表 3 不同营养水平日粮对 1~21 日龄黑羽番鸭体尺的影响

								cm
处理	体斜长	胸骨长	胸宽	胸深	骨盆宽	胫长	胫围	半潜水长
A <sub>1</sub>	11.70±0.10Bb	5.70±0.13Cd	3.59±0.08Cc	3.47±0.09Aab	3.35±0.03Bc	5.28±0.06Bb	3.33±0.04Bb	23.91±0.21Bc
A <sub>2</sub>	13.16±0.09Bb	6.56±0.08B	3.82±0.08Bb	3.43±0.07Aab	3.53±0.03Aa	5.62±0.08Bb	3.64±0.03Bb	25.81±0.21Bc
A <sub>3</sub>	14.12±0.21Aa	7.07±0.08Aa	3.52±0.06Cc	3.57±0.05Aa	3.60±0.05Aa	5.97±0.08Aa	3.83±0.04Aa	27.01±0.43Aa
A <sub>4</sub>	13.81±0.15Aa	6.90±0.09Aa	3.60±0.05Cc	3.54±0.05Aab	3.41±0.11Ab	6.06±0.06Aa	3.77±0.03Aa	26.55±0.22Ab
A <sub>5</sub>	14.07±0.16Aa	7.04±0.08Aa	3.56±0.05Cc	3.38±0.04Ab	3.42±0.03Ab	5.95±0.08Aa	3.87±0.04Aa	26.74±0.20Aa
A <sub>6</sub>	14.06±0.15Aa	6.75±0.11Ab	3.57±0.06Cc	3.39±0.04Ab	3.42±0.04Ab	6.03±0.07Aa	3.79±0.04Aa	26.27±0.22Aa
A <sub>7</sub>	13.87±0.13Aa	6.63±0.08Bc	3.66±0.04Bb	3.43±0.04Aab	3.50±0.04Aa	5.93±0.09Aa	3.88±0.07Aa	26.73±0.21Aa
A <sub>8</sub>	11.87±0.12Bb	6.36±0.11Bc	4.17±0.08Aa	3.44±0.06Aab	3.41±0.07Ab	5.37±0.09Bb	3.43±0.04Bb	25.24±0.20Bc
A <sub>9</sub>	11.82±0.15Bb	5.85±0.10Cd	4.09±0.08Aa	3.49±0.06Aab	3.26±0.05Bc	5.41±0.09Bb	3.26±0.04Bb	25.34±0.24Bc

由表 4 可知, 试验鸭体质量与所有体尺指标间均呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) , 说明其生长发育趋势基本一致。体斜长与胸骨长、骨盆宽、胫长、胫围、半潜水长呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) , 与胸宽呈负相关 ( $P>0.05$ ) , 与胸深呈正相关 ( $P>0.05$ ) 。胸骨长与骨盆宽、胫长、胫围、半潜水长呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) , 与胸宽、胸深呈正相关 ( $P>0.05$ ) 。胸宽与胸深呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) , 与骨盆宽、半潜水长呈正相关 ( $P>0.05$ ) , 与胫长和胫围呈负相关 ( $P>0.05$ ) 。胸深与骨盆宽呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) , 与胫长、胫围、半潜

水长呈正相关 ( $P>0.05$ ) , 但骨盆宽与这 3 个指标呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) 。胫长与胫围、半潜水长呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) , 胫围也与半潜水长呈极显著正相关 ( $P<0.01$ ) 。

2.3 不同营养水平日粮对 21 日龄黑羽番鸭血液生化指标的影响

从表 5 可以看出, 21 日龄黑羽番鸭血液生化指标中总蛋白、白蛋白、球蛋白、高密度脂蛋白、钙和磷的含量表现为组间差异显著或极显著, 其余指标组间差异不明显。总蛋白含量 A<sub>3</sub> 组最高, 为 37.15g/L, 极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 组 ( $P<0.01$ ) , 分

表 4 试验鸭体质量与体尺指标间的相关性分析

性状	相关系数								
	体质量	体斜长	胸骨长	胸宽	胸深	骨盆宽	胫长	胫围	半潜水长
体质量	1	0.667 **	0.610 **	0.292 **	0.162 **	0.367 **	0.654 **	0.592 **	0.748 **
体斜长		1	0.685 **	-0.113	0.079	0.310 **	0.703 **	0.738 **	0.781 **
胸骨长			1	0.024	0.079	0.245 **	0.507 **	0.647 **	0.614 **
胸宽				1	0.390 **	0.030	-0.010	-0.049	0.058
胸深					1	0.247 **	0.092	0.056	0.050
骨盆宽						1	0.327 **	0.278 **	0.270 **
胫长							1	0.600 **	0.680 **
胫围								1	0.655 **
半潜水长									1

注：\*、\*\* 分别表示在 0.05、0.01 水平上显著相关。表 6 同。

别高 28.10%、27.44%，显著高于 A<sub>4</sub>、A<sub>5</sub> 和 A<sub>7</sub> 组，分别高 15.55%、17.94%、11.90% ( $P<0.05$ )，与 A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>9</sub> 组差异不显著 ( $P>0.05$ )。白蛋白含量 A<sub>3</sub> 组最高，为 16.45 g/L，极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 组，分别高 44.93%、33.74% ( $P<0.01$ )，与其余各组差异不显著 ( $P>0.05$ )。球蛋白含量 A<sub>3</sub> 组最高，为 20.70 g/L，极显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub> 和 A<sub>5</sub> 组 ( $P<0.01$ )，分别高 17.28%、22.85%、18.62%、23.58%，显著高于 A<sub>7</sub>、A<sub>8</sub> 组 ( $P<0.05$ )，与 A<sub>6</sub>、A<sub>9</sub> 组差异不显著 ( $P>0.05$ )。高密度脂蛋白含量 A<sub>2</sub> 组最高，为 3.49 μmol/L，极显著高于 A<sub>5</sub>、A<sub>8</sub> 和 A<sub>9</sub> 组，分别高 94.97%、147.52%、128.10% ( $P<0.01$ )，显著高于 A<sub>3</sub>、A<sub>4</sub> 组，分别高 60.09%、56.50% ( $P<0.05$ )；低密度脂蛋白含量 A<sub>8</sub> 组最高，为 2.60 μmol/L，A<sub>4</sub> 组最低，为

1.20 μmol/L，组间差异不明显。甘油三酯含量 A<sub>1</sub> 组最高，为 3.64 mmol/L，A<sub>7</sub> 组最低，为 1.85 mmol/L，组间差异不明显。总胆固醇含量 A<sub>2</sub> 组最高，为 5.17 mmol/L，A<sub>4</sub> 组最低，为 3.76 mmol/L，组间差异不明显。碱性磷酸酶含量 A<sub>8</sub> 组最高，为 769.50 IU/L，A<sub>7</sub> 组最低，为 424.50 IU/L，组间差异不明显。尿酸含量 A<sub>9</sub> 组最高，为 527.30 μmol/L，A<sub>7</sub> 组最低，为 222.60 μmol/L，组间差异不明显。血清钙含量 A<sub>3</sub> 组最高，为 2.92 mmol/L，极显著地高于 A<sub>1</sub> 组，高 17.74% ( $P<0.01$ )，显著高于 A<sub>7</sub> 组，高 13.62% ( $P<0.05$ )，与其余各组差异不显著 ( $P>0.05$ )。血清磷含量 A<sub>3</sub> 组最高，为 3.55 mmol/L，显著高于 A<sub>1</sub>、A<sub>5</sub> 和 A<sub>7</sub> 组，分别高 28.62%、33.96%、37.07% ( $P<0.05$ )，与其余各组差异不显著 ( $P>0.05$ )。

表 5 不同营养水平日粮对 21 日龄黑羽番鸭血液生化指标的影响

处理	总蛋白含量 (g/L)	白蛋白含量 (g/L)	球蛋白含量 (g/L)	高密度脂蛋白含量 (μmol/L)	低密度脂蛋白含量 (μmol/L)	甘油三酯含量 (mmol/L)
A <sub>1</sub>	29.00±0.90Bc	11.35±0.85Bb	17.65±0.05Bc	3.24±0.30Aa	1.21±0.11Aa	3.64±1.80Aa
A <sub>2</sub>	29.15±0.05Bc	12.30±0.00Bb	16.85±0.05Bc	3.49±0.29Aa	1.33±0.58Aa	2.93±0.36Aa
A <sub>3</sub>	37.15±1.15Aa	16.45±1.45Aa	20.70±0.30Aa	2.18±0.26Ab	1.33±0.35Aa	2.95±0.20Aa
A <sub>4</sub>	32.15±0.95Ab	14.70±0.40Aa	17.45±0.55Bc	2.23±0.39Ab	1.20±0.06Aa	1.91±0.59Aa
A <sub>5</sub>	31.50±1.40Ab	14.75±0.85Aa	16.75±0.55Bc	1.79±0.75Bc	2.52±0.73Aa	1.97±0.72Aa
A <sub>6</sub>	35.35±0.65Aa	15.90±0.40Aa	19.45±0.25Aa	2.40±0.17Aa	1.74±0.37Aa	2.66±0.14Aa
A <sub>7</sub>	33.20±0.50bA	15.20±0.10Aa	18.00±0.40Ab	2.34±0.16Aa	2.35±0.34Aa	1.85±1.24Aa
A <sub>8</sub>	34.50±1.90Aa	15.95±0.65Aa	18.55±1.25Ab	1.41±0.16Bc	2.60±1.19Aa	2.34±0.89Aa
A <sub>9</sub>	34.80±2.10Aa	15.85±0.85Aa	18.95±1.25Aa	1.53±0.38Bc	2.54±1.49Aa	1.95±0.38Aa

处理	总胆固醇含量 (mmol/L)	碱性磷酸酶含量 (IU/L)	尿酸含量 (μmol/L)	血清钙含量 (mmol/L)	血清磷含量 (mmol/L)
A <sub>1</sub>	4.97±0.21Aa	543.00±124.00Aa	236.60±122.10Aa	2.48±0.08Bc	2.76±0.17Ab
A <sub>2</sub>	5.17±0.85Aa	718.00±10.00Aa	360.55±24.75Aa	2.71±0.01Aa	3.06±0.08Aa
A <sub>3</sub>	4.06±0.58Aa	712.50±21.50Aa	461.75±27.05Aa	2.92±0.11Aa	3.55±0.00Aa
A <sub>4</sub>	3.76±0.13Aa	572.50±23.50Aa	233.60±39.50Aa	2.74±0.10Aa	2.85±0.04Aa
A <sub>5</sub>	4.61±0.31Aa	662.00±37.00Aa	279.70±53.90Aa	2.82±0.03Aa	2.65±0.09Ab
A <sub>6</sub>	4.54±0.17Aa	529.00±47.00Aa	356.70±22.00Aa	2.84±0.03Aa	2.91±0.31Aa
A <sub>7</sub>	4.99±0.28Aa	424.50±55.50Aa	222.60±155.80Aa	2.57±0.13Ab	2.59±0.42Ab
A <sub>8</sub>	4.37±1.14Aa	769.50±185.50Aa	490.15±90.35Aa	2.75±0.07Aa	3.36±0.14Aa
A <sub>9</sub>	4.40±1.14Aa	686.00±218.00Aa	527.30±175.60Aa	2.83±0.05Aa	2.79±0.41Aa

由表 6 可知，总蛋白含量与白蛋白、球蛋白含量呈极显著正相关 ( $P<0.01$ )，与高密度脂蛋白含量呈显著负相关 ( $P<0.05$ )，与低密度脂蛋白、甘油三酯、尿酸、血清钙、血清磷含量呈正相关 ( $P>0.05$ )，与总胆固醇、碱性磷酸酶含量呈负相关 ( $P>0.05$ )。白蛋白含量与球蛋白含量呈极显著正相关

( $P<0.01$ )，与高密度脂蛋白含量呈极显著负相关 ( $P<0.01$ )，与低密度脂蛋白、尿酸、血清钙、血清磷含量呈正相关 ( $P>0.05$ )，与甘油三酯、碱性磷酸酶、总胆固醇含量呈负相关 ( $P>0.05$ )。球蛋白含量与高密度脂蛋白、甘油三酯、碱性磷酸酶、血清钙、血清磷含量呈负相关，与低密度脂蛋白、总胆

固醇、尿酸含量呈正相关,但相关性均不显著( $P>0.05$ )。高密度脂蛋白含量与低密度脂蛋白含量呈极显著正相关( $P<0.01$ ),与甘油三酯、总胆固醇、尿酸、血清钙、血清磷含量呈正相关( $P>0.05$ ),与碱性磷酸酶含量呈负相关( $P>0.05$ )。低密度脂蛋白含量与总胆固醇含量呈极显著正相关( $P<0.01$ ),与碱性磷酸酶呈显著正相关( $P<0.05$ ),与甘油三酯、尿酸、血清钙含量呈正相关( $P>0.05$ ),与血清磷含量呈负相关( $P>0.05$ )。甘油三酯含量与总胆固醇、碱性磷酸酶、尿

酸、血清钙、血清磷含量均呈正相关但不显著( $P>0.05$ )。总胆固醇含量与碱性磷酸酶呈正相关( $P>0.05$ ),与尿酸、血清钙、血清磷含量呈负相关( $P>0.05$ )。碱性磷酸酶含量与血清钙含量呈显著正相关( $P<0.05$ ),与尿酸、血清磷含量呈正相关但不显著( $P>0.05$ )。尿酸含量与血清钙含量呈显著正相关( $P<0.05$ ),与血清磷含量呈极显著正相关( $P<0.01$ )。血清钙含量与血清磷含量呈成正相关但不显著( $P>0.05$ )。

表 6 试验鸭血液生化指标间的相关性分析

性状	相关系数										
	总蛋白含量	白蛋白含量	球蛋白含量	高密度脂蛋白含量	低密度脂蛋白含量	甘油三酯含量	总胆固醇含量	碱性磷酸酶含量	尿酸含量	血清钙含量	血清磷含量
总蛋白含量	1	0.929 **	0.875 **	-0.540 *	0.371	0.223	-0.078	-0.217	0.358	0.184	0.119
白蛋白含量		1	0.635 **	-0.686 **	0.414	-0.297	-0.186	-0.068	0.397	0.404	0.209
球蛋白含量			1	-0.231	0.235	-0.079	0.080	-0.365	0.228	-0.143	-0.023
高密度脂蛋白含量				1	0.602 **	0.079	0.176	-0.369	0.398	0.373	0.012
低密度脂蛋白含量					1	0.071	0.652 **	0.534 *	0.113	0.236	-0.251
甘油三酯含量						1	0.389	0.421	0.362	0.095	0.198
总胆固醇含量							1	0.377	-0.135	-0.157	-0.257
碱性磷酸酶含量								1	0.406	0.514 *	0.222
尿酸含量									1	0.531 *	0.542 **
血清钙含量										1	0.402
血清磷含量											1

3 讨论

3.1 日粮代谢能、粗蛋白质、钙和磷水平对 1~21 日龄黑羽番鸭生长性能的影响

本试验结果表明,日粮中不同水平的代谢能、粗蛋白质、钙和有效磷显著影响 1~21 日龄黑羽番鸭的平均日采食量、平均日增质量及料质量比,且 A<sub>3</sub> 组试验鸭在各方面均表现出突出的生产性能,其初生质量、末质量、平均日采食量和平均日增质量分别为 50.00、581.60、42.52、25.30 g,此结果与张建华等的研究结论<sup>[6-7]</sup>相似。测定结果表明,21 日龄黑羽番鸭在早期生长发育阶段体尺的各项指标在不同营养水平日粮组间均表现为差异显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ ),不过没有明显的规律表明哪一组的所有指标发育都较好,不同的指标在不同组间分布较为分散。但整体来看,A<sub>3</sub> 组试验番鸭的体斜长、胸骨长、胸深、骨盆宽和半潜水长均为最高,分别为 14.12、7.07、3.57、3.60、27.01 cm。同时,试验鸭体质量与所有体尺指标间均呈极显著正相关( $P<0.01$ ),说明其生长发育趋势基本一致。

综合比较可以发现,代谢能、粗蛋白质水平均较低的 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 组和 2 种营养水平均较高的 A<sub>0</sub> 组的末质量、平均日增质量、体斜长、胸骨长显著低于代谢能水平为 11.72 MJ/kg、粗蛋白质水平为 20.49% 的 A<sub>3</sub> 组,而钙、磷水平对试验鸭生长性能的影响不显著。说明 A<sub>3</sub> 组代谢能、蛋白质、钙和有效磷水平都能很好地促进 1~21 日龄黑羽番鸭生长发育,其日粮中 20.49% 的粗蛋白质水平与薛志成等报道 1~3 周龄番鸭日粮粗蛋白质需要量为 20%~21%<sup>[8]</sup>、刘星亮等研究 1~21 日龄法国番鸭日粮粗蛋白质适宜水平为 20% 的结果<sup>[9]</sup>相一致。本试验研究得出,育雏期黑羽番鸭适宜日粮代谢能水平为 11.72 MJ/kg、粗蛋白质水平为 20.49%、钙水平为 1.05%、

有效磷水平为 0.6%、总磷水平为 0.71%,这与陶争荣等报道 1~4 周龄番鸭日粮代谢能为 11.80 MJ/kg、粗蛋白质为 20%~22% 的结果<sup>[10]</sup>一致。

3.2 日粮代谢能、蛋白质、钙和磷水平对 21 日龄黑羽番鸭血清生化指标的影响

血清总蛋白和白蛋白含量是反映动物营养状况的重要指标,两者的水平能直接反映动物生长发育、生理状况和蛋白质利用率等。较高的血清总蛋白和白蛋白水平表明家禽体内蛋白质代谢旺盛,有利于提高饲料利用率<sup>[11]</sup>。球蛋白可促进新生动物自身免疫器官的发育与成熟,促进动物的生长发育。本试验结果表明,A<sub>3</sub> 组试验鸭血液生化指标中血清总蛋白、白蛋白和球蛋白水平都是最高,都显著( $P<0.05$ )或极显著( $P<0.01$ )地高于其他各个组,说明日粮粗蛋白质水平为 20.49% 的条件下,1~21 日龄黑羽番鸭生理状况及其对日粮中粗蛋白质的利用率最好。同时发现,代谢能、粗蛋白质、钙和有效磷水平较低的 A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub> 组试验鸭血清中总蛋白、白蛋白、低密度脂蛋白、碱性磷酸酶和钙含量明显低于其余各组,且有随着代谢能水平增加而含量增高的趋势,可能是因为代谢能和粗蛋白质水平较低的情况下不仅影响其生长发育,还会影响试验鸭的新陈代谢和血清生化指标的变化。

血清生化指标中另外 3 个重要指标甘油三酯、总胆固醇、尿酸组间差异都不显著。血清中甘油三酯和总胆固醇都是血液脂肪的组成部分,两者均与日粮代谢能水平呈正相关<sup>[12]</sup>。本试验中,日粮中不同代谢能水平并没有引起血清甘油三酯和总胆固醇含量显著差异,表明各组日粮中代谢能含量都处在一个合理的水平,没有过高或过低。禽类蛋白质分解代谢的终产物主要为尿酸,它是核酸中嘌呤分解代谢的最终产物,主要由肾脏排除。本试验日粮中不同蛋白质水平并没有引起血清尿酸含量显著差异,表明各组日粮中蛋白质含量都处在

一个合理的水平,没有过高或过低。

血清碱性磷酸酶活性常作为重要的生化检测指标,与骨骼组织的钙磷代谢及肠道中钙结合蛋白含量有关,血清碱性磷酸酶活性低意味着肌肉组织三磷酸腺苷(ATP)的分解减少,同时血钙和血磷水平相继下降<sup>[13-14]</sup>。本试验结果与之吻合,在日粮代谢能水平相同的情况下,血清碱性磷酸酶含量随粗蛋白质水平的降低而逐渐减少,说明其碱性磷酸酶活性进一步降低,血清中钙和磷的含量也处于较低水平。试验鸭血清钙、血清磷含量在不同组间存在着显著( $P < 0.05$ )或极显著( $P < 0.01$ )的差异,且都是日粮钙水平为1.06%、总磷水平为0.76%的A<sub>5</sub>组最高,但是没有随着日粮钙、磷水平变化而变化的趋势。可能是因为血清钙水平受日粮钙含量影响极小,当血清钙含量低时,刺激甲状旁腺激素把骨中的钙释放入血,减少尿中排泄,增强肠道对钙的吸收,维持血清中钙平衡<sup>[15]</sup>。

#### 4 结论

日粮中不同代谢能、粗蛋白质、钙和磷的水平能够对1~21日龄黑羽番鸭生长性能和血液生化指标产生一定的影响,可以通过营养调控来提高黑羽番鸭的生长发育,且1~21日龄黑羽番鸭代谢能、粗蛋白质、钙、有效磷和总磷的营养需要量分别为11.72 MJ/kg、20.49%、1.05%、0.6%和0.71%。

#### 参考文献:

- [1]王光瑛,李 昂,王长康. 番鸭养殖新技术[M]. 福州:福建科学技术出版社,1999:25-27.
- [2]孙国波,吉文林,陈章言,等. 黑羽番鸭肌肉矿物元素、营养物质
- [3]Jalali B, Barzegar M. Dactylogyrids (Dactylogyridae: Monogenea) on common carp (*Cyprinus carpio* L.) in freshwaters of Iran and description of the pathogenicity of *D. sahuensis* [J]. Journal of Agricultural Science & Technology, 2005, 7: 9-16.
- [4]Reed P A, Francis - Floyd R, Klinger R C. FA28/FA033: monogenean parasites of fish[M]. [S. l.]: [s. n.], 2009: 36-48.
- [5]汪开毓,姚 璐,谢嘉宾,等. 独活活性单体对中型指环虫的杀灭作用及其成分鉴定[J]. 水生生物学报, 2012, 36(1): 93-101.
- [6]Rahanandeh M, Sharifpour I, Jalali B, et al. Survey on Dactylogyrosis in Caspian Frisian Roach (*Rutilus frisii kutum*) caused by *Dactylogyrus frisii* [J]. Global Veterinaria, 2010, 4: 515-518.
- [7]王高学,程 超,陈安良,等. 22种植物提取物及其6种化合物对鱼类指环虫的杀灭研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(12): 2567-2573.
- [8]王高学,徐 钰,王建华,等. 29种天然植物提取物对指环虫杀灭作用的研究[J]. 淡水渔业, 2006, 36(3): 3-8.
- [9]王高学,赵良炜,李 军. 17种天然植物提取物杀灭鱼类指环虫研究[J]. 动物医学进展, 2009, 30(6): 21-24.
- [10]王高学,赵云奎,申烨华,等. 25种植物提取物杀灭鱼类指环虫活性研究[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2011, 41(1): 73-76.
- [11]Schmahl G, Mehlhorn H. Treatment of fish parasites: 1. Praziquantel

- 含量测定[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(12): 209-211, 243.
- [3]吉文林,段修军,董 颺,等. 黑羽番鸭屠宰性能及肉品质的研究[J]. 西南农业学报, 2013, 26(2): 795-797.
- [4]钱建中,段修军,卞友庆,等. 不同性别黑羽番鸭屠宰性能、常规肉品质分析[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(2): 164-166.
- [5]林上槐,李海峰,阮美英,等. 商品代黑番鸭饲料适宜蛋白质水平的试验[J]. 饲料广角, 2009(11): 31-32.
- [6]张建华,戴求仲,蒋桂韬,等. 1~3周龄黑羽公番鸭代谢能和粗蛋白质需要量的研究[J]. 动物营养学报, 2012, 24(8): 1469-1476.
- [7]王福林,陈胜昌,罗 欢. 早养模式黑番鸭0~21 d能量与粗蛋白需要的研究[J]. 饲料工业, 2017, 38(2): 50-54.
- [8]薛志成. 法国番鸭饲养要点[J]. 农家科技, 2006(1): 17.
- [9]刘星亮,杨敏成. 法国番鸭及杂一代商品鸭饲料适宜蛋白质水平的研究[J]. 湖南畜牧兽医, 1999(4): 7-9.
- [10]陶争荣,卢立志,沈军达,等. 番鸭的特性与饲养管理[J]. 中国家禽, 2005, 27(11): 44.
- [11]余红心,刘 丽,贾俊静,等. 不同蛋白水平饲料对云南武定鸡生长性能及血液生化指标的影响[J]. 饲料博览(技术版), 2008(2): 5-8.
- [12]李 振. 鸡蛋中胆固醇含量的营养调控措施[J]. 饲料工业, 2004, 25(3): 13-16.
- [13]杨文正. 动物矿物质营养[M]. 北京:中国农业出版社, 1996.
- [14]史东杰,梁拥军,饶 青,等. 锦鲤胚胎发育过程中几种代谢酶活性及丙二醛含量的变化[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(11): 120-122.
- [15]王凤来,张曼夫,陈清明,等. 日粮磷和钙磷比例对小型猪(香猪)血清、肠、骨碱性磷酸酶及血清钙磷的影响[J]. 动物营养学报, 2001(1): 36-42.
- effective against Monogenea (*Dactylogyrus vastator*, *Dactylogyrus extensus*, *Diplozoon paradoxum*) [J]. Zeitschrift Fur Parasitenkunde, 1985, 71: 727-737.
- [12]Katharios P, Papandroulakis N, Divanach P. Treatment of *Microcotyle* sp. (Monogenea) on the gills of cage-cultured red porgy, *Pagrus pagrus* following baths with formalin and mebendazole [J]. Aquaculture, 2006, 251(2/3/4): 167-171.
- [13]Koskivaara M. Environmental factors affecting monogeneans parasitic on freshwater fishes [J]. Parasitology Today, 1992, 8(10): 339-342.
- [14]张效平. 坏鳃指环虫人工感染系统的建立和杀虫药物的筛选[D]. 北京:中国科学院大学, 2014.
- [15]周述龙. 血吸虫学[M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [16]Chubb J C. Seasonal occurrence of helminths in freshwater fishes. Part I. Monogenea [J]. Advances in Parasitology, 1977, 15: 133-199.
- [17]吴宝华,朗 所,王俊伟. 中国动物志[M]. 北京:科学出版社, 2000: 756.
- [18]Lambert A, Gharbi S E. Monogenean host specificity as a biological and taxonomic indicator for fish [J]. Biological Conservation, 1995, 72: 227-235.
- [19]周述龙. 日本血吸虫体外培养的研究进展[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 1989, 7(1): 61-63.
- [20]Bychowsky B E. Monogenetic trematodes, their classification and phylogeny [M]. Moscow: Leningrad, 1957: 85-107.

(上接第189页)