



杨婷钰,江勇,常国斌,等.生长前期脂肪型与瘦肉型北京鸭生长性能、消化器官发育、血浆生化指标的比较研究[J].江西农业大学学报,2021,43(1):167-174.

YANG T S,JIANG Y,CHANG G B,et al.Comparison of growth performance,development of digestive organs and plasma biochemical indexes in growth prophase of fatty-type and lean-type pekin duck[J].Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2021,43(1):167-174.

生长前期脂肪型与瘦肉型北京鸭 生长性能、消化器官发育、血浆 生化指标的比较研究

杨婷钰¹,江勇¹,常国斌¹,侯水生²,赵文明^{1*}

(1.扬州大学 动物科学与技术学院,江苏 扬州 225009;2.中国农业科学院 北京畜牧兽医研究所,动物营养学国家重点实验室,北京 100193)

摘要:【目的】经过长期选育,北京鸭已经形成脂肪型和瘦肉型2种北京鸭配套系。旨在比较生长前期脂肪型和瘦肉型北京鸭生长性能、消化器官发育和血浆生化指标差异,为北京鸭品系营养研究提供参考。【方法】采取单因子完全随机试验设计,选取1日龄体质量相近的健康雄性脂肪型和瘦肉型北京鸭各140只,分别随机分配到10个重复笼中,每个重复14只,饲喂相同商品日粮,饲养条件相同。试验期3周(1~21日龄)。试验结束时,按平均体质量在每个重复笼挑选2只北京鸭。采集血液离心取血浆,测定血浆生化指标。解剖取肝脏、肌胃、十二指肠、空肠、回肠,去掉肌胃和肠道内容物,称量质量并测量各肠段长度。【结果】1)脂肪型北京鸭体质量和日增重显著高于瘦肉型北京鸭($P<0.05$);2)脂肪型和瘦肉型北京鸭肝脏、肌胃、回肠相对质量、以及十二指肠、空肠、回肠相对长度和相对密度差异不显著,但脂肪型北京鸭空肠相对质量和相对密度显著高于瘦肉型北京鸭($P<0.05$);3)脂肪型北京鸭血浆中的总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、总胆固醇(CHOL)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量显著高于瘦肉型北京鸭($P<0.05$),但脂肪型和瘦肉型北京鸭血浆中的谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)活性以及甘油三酯(TG)和总胆红素(TBIL)含量差异不显著($P>0.05$)。对比血浆生化指标发现,1~21日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭在生长性能和脂质代谢方面存在明显差异,且脂肪型北京鸭的生长性能优于瘦肉型北京鸭,脂肪型北京鸭脂质代谢比瘦肉型北京鸭旺盛。【结论】生长前期(1~21日龄)脂肪型北京鸭生长性能优于瘦肉型北京鸭,且血浆代谢物浓度以及小肠中的空肠部位发育程度存在差异,表明脂肪型和瘦肉型北京鸭在营养物质吸收和脂质代谢方面存在明显差异。

关键词:北京鸭;脂肪型;瘦肉型;生长性能;消化器官;生化指标

中图分类号:S834+.81 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-2286(2021)01-0167-08

收稿日期:2020-07-05 **修回日期:**2020-11-06

基金项目:江苏省面上研发计划(现代农业)(BE2017381)、江苏省自然科学基金青年项目(BK20190902)、江苏省高校自然科学研究面上项目(19KJD230003)和动物营养学国家重点实验室开放课题(2004DA125184F1908)

Project supported by General Research and Development Plan of Jiangsu Province(BE2017381), Jiangsu Natural Science Foundation(BK20190902), General Project of Natural Science Research in Universities of Jiangsu Province(19KJD230003) and State Key Laboratory of Animal Nutrition Open Project(2004DA125184F1908)

作者简介:杨婷钰, orcid.org/0000-0002-8045-8593, yang_tingshuo@163.com; *通信作者:赵文明,教授,博士生导师,主要从事水禽遗传育种研究, orcid.org/0000-0003-3353-4239, wmzhao@yzu.edu.cn。

Comparison of Growth Performance, Development of Digestive Organs and Plasma Biochemical Indexes in Growth Prophase of Fatty-type and Lean-type Pekin Duck

YANG Tingshuo¹, JIANG Yong¹, CHANG Guobin¹,
HOU Shuisheng², ZHAO Wenming^{1*}

(1.College of Animal Science and Veterinary Medicine, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225009, China; 2.Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: [Objective] After a long period of breeding, Pekin duck has formed two specialized strains: fatty-type Pekin duck and lean-type Pekin duck. The purpose of this experiment was to compare the differences in growth performance, development of digestive organs and biochemical indexes of plasma between lean-type duck and fatty-type duck in the early stage of growth, so as to provide a basis for the subsequent research on the nutrition of different strains of Pekin ducks. [Method] The experiment adopted a completely randomized trial design with single-factor arrangement. A total of 140 healthy male fatty-type and lean-type Pekin ducks of similar body mass at 1 day of age were selected and randomly assigned to 10 repeating cages. There were 14 ducks in each repeated cage and fed with same commercial diet under the same feeding conditions. The trial period was 3 weeks (1–21 days). At the end of the experiment, 2 Pekin ducks were selected from each repeating cage according to average body mass. Blood was collected in Heparin sodium anticoagulant vacuum blood vessel. The plasma obtained after centrifugation was used for the determination of plasma biochemical indicators. Biochemical indexes of plasma were measured with automatic biochemical analyzer. The liver, muscle stomach, duodenum, jejunum and ileum were excised and anatomised. The muscular stomach and intestinal contents were removed, and each intestinal segment was weighed and measured. [Result] The results showed that: 1) The body mass and daily weight gain of the fatty-type Pekin duck were significantly higher than that of the lean-type Pekin duck ($P < 0.05$). 2) The relative weight of liver, muscle stomach and ileum, as well as relative density and the relative length of duodenum, jejunum and ileum of Pekin duck of fatty-type and lean-type were not significantly different, but the relative weight and relative density of jejunum of Pekin duck of fatty-type was significantly higher than that of Pekin duck of lean-type ($P < 0.05$). 3) The plasma total protein (TP), albumin (ALB), total cholesterol (CHOL), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) contents in fatty-type Pekin duck were significantly higher than those in lean-type Pekin duck ($P < 0.05$), but the glutamic-pyruvic transaminase (ALT), glutamic oxalacetic transaminase (AST), alkaline phosphatase (ALP) activity, triglyceride (TG) and total bilirubin (TBIL) contents showed no significant difference ($P > 0.05$). By comparing the biochemical indexes of plasma, it was found that there were significant differences in growth performance and lipid metabolism between 1–21 day-old fatty-type Pekin duck and lean-type Pekin duck, and the growth performance of fatty-type Pekin duck was better than that of lean-type Pekin duck, and the fat metabolism of fatty-type Pekin duck was more vigorous than that of lean-type Pekin duck. [Conclusion] The growth performance in the early growth stage (1–21 days of age) of fatty-type Pekin duck was better than that of lean-type Pekin duck, and there were differences in the development of jejunum of the small intestine and metabolic concentration of plasma, indicating that there were significant differences in nutrient absorption and lipid metabolism between fatty-type duck and lean-type Pekin duck.

Keywords: duckling; fatty-type and lean-type; growth performance; digestive organs; biochemical indexes of blood

【研究意义】北京鸭是我国著名的大体型肉鸭品种,具有生长速度快、饲料转化率高、生长周期短等特点,近几年饲养量不断增加,打破了樱桃谷肉鸭在我国肉鸭市场的垄断。为满足多元化市场需求,经过长期选育,北京鸭已经形成2种北京鸭配套系,脂肪型北京鸭和瘦肉型北京鸭。这2种配套系的北京鸭各具特色,脂肪型北京鸭因脂肪丰富,常被用于做烤鸭,如北京烤鸭;瘦肉型北京鸭因生长速度快、产肉量多,常用于屠宰加工分割鸭肉。显然,脂肪型和瘦肉型北京鸭在增重和脂质沉积方面存在较大差异。【前人研究进展】系统比较15~35日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭生长性能和脂质沉积能力^[1-3],结果发现脂肪型和瘦肉型北京鸭在体质量、日增重和采食量相似情况下,脂肪型北京鸭腹脂率和皮脂率远高于瘦肉型北京鸭,而胸肌率低于瘦肉型北京鸭^[4]。家禽内脏器官的发育是不平衡的,在内脏器官中消化器官发育得最早,胃肠道的生长速度显著高于体质量增长速度,小肠的发育主要在前期^[5-6]。脂肪型和瘦肉型北京鸭脂质和肌肉沉积差异可能是肠道消化吸收能力不同造成的。樱桃谷鸭肠道在7日龄时达到最大日增幅,1~14日龄是其消化道发育的关键时期^[7]。研究表明,不同品种鸡^[8]和猪^[9]的血浆代谢物存在巨大差异。王磊等^[10]研究发现,生长早期各猪种消化器官发育存在较大差异,在生长早期太湖猪和大太二杂猪比长白猪的胃更为发达。长白猪和大白猪属于瘦肉型品种,太湖猪属于脂肪型猪种。在生长早期脂肪型猪种的胃生长速度快于瘦肉型品种。宋青龙等^[12-14]发现小肠相对质量与小肠相对长度2项指标在不同猪种上有显著差异^[11]。生长性能、养分利用效率以及胴体品质方面等种质特性存在的差异,与胃肠道结构、功能、长度、容积有重要关系。查阅国内外文献,没有发现关于比较脂肪型和瘦肉型北京鸭肠道发育和血浆代谢物相关的研究。

【本研究切入点】通过测定1~21日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭的生长性能、消化器官发育指标以及血浆生化指标,来比较生长早期(1~21日龄)脂肪型和瘦肉型北京鸭消化器官发育和血浆生化指标的差异。畜禽的消化器官尤其是肠道,在机体对营养物质的吸收过程中起关键作用。对比研究脂肪型与瘦肉型北京鸭的消化器官生长发育情况可以反映出2种北京鸭配套系营养物质代谢与消化吸收存在区别。但是,对于脂肪型和瘦肉型北京鸭消化器官的比较分析尚未见研究报道。【拟解决的关键问题】旨在通过比较生长前期脂肪型与瘦肉型北京鸭的生长性能、消化器官发育情况与血浆生化指标差异,为后续开展北京鸭品系营养研究提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计及饲养管理

本试验采用单因子完全随机设计,选取1日龄脂肪型和瘦肉型各140只体质量相近的健康雄性北京鸭(56.9 ± 0.8)g,分别随机分配到10个重复笼中,每个重复14只试验鸭。饲喂相同的商品日粮21 d(1~21日龄)。试验期为3周。试验期间自由采食和饮水。饲养管理按《北京鸭饲养管理手册》进行,24 h持续光照,前3 d舍温控制在30℃,然后逐渐降低舍温,14日龄降低到25℃左右,21日龄降低到20℃左右。

1.2 试验饲料

商品小鸭配合饲料购买自北京市房山区希望饲料有限责任公司,主要原料组成:玉米、豆粕、玉米蛋白粉、石粉、碳酸氢钙、硫酸锰、维生素A、维生素B2等;产品成分分析保证值:粗蛋白质 $\geq 19.0\%$ 、粗灰分 $\leq 8.0\%$ 、粗纤维 $\leq 6.0\%$ 、钙0.5%~1.5%、总磷 $\geq 0.3\%$ 、氯化钠0.2%~0.8%、蛋氨酸 $\geq 0.3\%$ 、水分 $\leq 14.0\%$ 。

1.3 样品采集与处理

试验结束时,禁食12 h后,以重复为单位称量每栏试验鸭空腹总质量。计算体质量(BW)和平均日增重(ADG)。然后从每个重复笼按平均体质量挑选2只试验鸭,称量个体质量,使用肝素钠抗凝真空采血管从颈静脉采集血液5 mL。在4℃、3 000 r/min条件下离心10 min,用移液枪吸取血浆分装于1.5 mL离心管中,置于-20℃环境冷藏备用。随后,颈动脉放血处死,立即取出肝脏、肌胃、十二指肠、空肠和回肠,去除内容物后,称量,并量小肠各肠段的长度。计算消化器官相对质量,并计算小肠各肠段的相对长度。

1.4 样品分析

采用日立7080型全自动生化仪测定血浆谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)、总蛋白(TP)、甘油三酯(TG)、白蛋白(ALB)、总胆红素(TBIL)、总胆固醇(CHOL)、高密度脂蛋白胆固醇

(HDL-C)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)含量。检测试剂盒购买自迈克生物股份有限公司。

1.5 数据分析

使用SAS 9.4软件对试验数据进行*t*检验,试验数据用“平均值±标准差”表示,*P*<0.05代表差异显著。

2 结果与分析

2.1 体质量和日增重

表 1 表明,脂肪型和瘦肉型北京鸭在体质量、日增重上均表现出显著差异(*P*<0.000 1),且脂肪型北京鸭的体质量和日增重显著高于瘦肉型北京鸭(*P*<0.000 1)。

表 1 脂肪型与瘦肉型北京鸭生长性能的比较
Tab.1 Comparison of growth performance between fatty and lean Beijing duck

项目 Items	脂肪型 Fatty group	瘦肉型 Lean group	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value
体质量/g Body weight	1 345.6±15.0 ^a	1 296.8±13.6 ^b	<0.000 1
日增重/g Daily weight gain	64.1±0.7 ^a	61.6±1.0 ^b	<0.000 1

同行数据小写字母肩标不同代表差异显著(*P*<0.05),相同或者无字母表示差异不显著(*P*>0.05),下表同

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05).The same as below

2.2 消化器官发育

结果列于表 2,脂肪型和瘦肉型北京鸭的肝脏相对质量^[15]、肌胃相对质量、十二指肠相对长度、空肠相对长度、回肠相对长度、十二指肠相对质量和回肠相对质量均无显著差异(*P*>0.05),但空肠相对质量差异显著(*P*<0.05)。脂肪型北京鸭的空肠相对质量显著高于瘦肉型北京鸭(*P*<0.001)。

表 2 脂肪型与瘦肉型北京鸭消化器官发育程度的比较
Tab.2 Comparison of the development of digestive organs between fatty and lean Beijing duck

项目 Items	脂肪型 Fatty group	瘦肉型 Lean group	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value
肝脏相对质量/% Liver relative weight	24.53±1.31	25.21±2.08	0.410 9
肌胃相对质量/% Muscularstomach relative weight	2.71±0.20	2.86±0.26	0.156 8
十二指肠相对长度/(cm·g ⁻¹) Relative length of duodenum	2.07±0.11	2.10±0.13	0.567 9
空肠相对长度/(cm·g ⁻¹) Relative length of jejunum	5.42±0.25	5.25±0.22	0.134 2
回肠相对长度/(cm·g ⁻¹) Relative length of ileum	5.31±0.26	5.22±0.37	0.556 2
intestine	12.79±0.55	12.57±0.58	0.396 1
十二指肠相对质量/% Duodenal relative weight	0.56±0.03	0.55±0.07	0.657 3
空肠相对质量/% Jejunum relative weight	1.61±0.10 ^a	1.42±0.18 ^b	0.009 3
	1.53±0.17	1.45±0.17	0.324 4
小肠相对质量/% Intestinerelative weight	3.85±0.32 ^a	3.44±0.41 ^b	0.023 6
十二指肠相对密度/(g·cm ⁻¹) Relative density of duodenum	0.27±0.02	0.26±0.02	0.268 3
空肠相对密度/(g·cm ⁻¹) Relative density of jejunum	0.30±0.02 ^a	0.27±0.03 ^b	0.046 1
回肠相对密度/(g·cm ⁻¹) Relative density of ileum	0.29±0.04	0.28±0.03	0.537 8
小肠相对密度/(g·cm ⁻¹) Relative density of intestine	0.30±0.02	0.27±0.03	0.058 9

1. 消化器官相对质量(%)=器官质量(g)/体质量(g)×100%;2. 消化道相对长度(cm·g⁻¹)=消化道长度(cm)/体质量(g)×100%

1. Relative weight of digestive organs (%) =organ weight (g)/body weight (g) ×100%; 2. Relative length of digestive tract (cm·(g*100)⁻¹)=length of digestive tract(cm)/weight(g)×100%

2.3 血浆生化指标

结果列于表 3,脂肪型和瘦肉型北京鸭血浆中 ALT、AST、和 ALP 活性、以及 TG、TBIL 含量无显著差异($P>0.05$),但 TP、ALB、CHOL、HDL-C、LDL-C 含量差异显著($P<0.05$)。脂肪型北京鸭血浆中的 TP、ALB、CHOL、HDL-C 和 LDL-C 含量显著高于瘦肉型北京鸭($P<0.05$)。

表 3 脂肪型与瘦肉型北京鸭血浆生化指标的比较

Tab.3 Comparison of plasma biochemical indexes between fatty and lean Beijing duck

项目 Items	脂肪型 Fatty group	瘦肉型 Lean group	P 值 P-value
谷丙转氨酶/(U·L ⁻¹)ALT	49.4±23.2	43.3±12.1	0.181 2
谷草转氨酶/(U·L ⁻¹)AST	40.0±46.15	26.4±11.1	0.163 5
碱性磷酸酶/(U·L ⁻¹)ALP	567.7±146.9	524.3±140.2	0.290 3
总蛋白/(g·L ⁻¹)TP	37.12±4.68 ^a	33.9±4.45 ^b	0.016 2
白蛋白/(g·L ⁻¹)ALB	17.21±1.33 ^a	15.57±1.15 ^b	<0.000 1
甘油三酯/(mmol·L ⁻¹)TG	0.47±0.20	0.46±0.24	0.893 1
总胆红素/(μmol·L ⁻¹)TBIL	1.23±0.45	1.23±0.27	0.970 0
总胆固醇/(μmol·L ⁻¹)CHOL	5.66±0.76 ^a	5.16±0.67 ^b	0.018 7
高密度脂蛋白胆固醇/(μmol·L ⁻¹)HDL-C	2.85±0.36 ^a	2.63±0.39 ^b	0.043 2
低密度脂蛋白胆固醇/(μmol·L ⁻¹)LDL-C	1.73±0.41 ^a	1.49±0.31 ^b	0.025 9

3 讨论与结论

3.1 脂肪型和瘦肉型北京鸭体质量和日增重比较

北京鸭是我国肉用型地方鸭品种,其具有生长速度快、产肉量高、饲料报酬高等特点。北京鸭商品代肉鸭在 6 周龄左右出栏,出栏体质量约 3 180 g^[16-17]。北京鸭的育雏期一般为 0~14 日龄或 0~21 日龄^[18-19]。

本实验室前期比较了 1~21 日龄、15~35 日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭的体质量与日增重。发现生长前期(1~21 日龄)脂肪型北京鸭日增重高于瘦肉型北京鸭,且采食量也高于瘦肉型北京鸭^[1-3];而生长后期(15~35 日龄)脂肪型和瘦肉型北京鸭日增重相似,但脂肪型北京鸭的采食量高于瘦肉型北京鸭^[4]。前期比较 1~21 日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭的生长性能是在不同的试验条件下^[1-3]。本试验在相同的饲养条件下比较 1~21 日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭体质量和日增重。结果表明,脂肪型北京鸭体质量和日增重(1 345.6 g, 64.1 g/d)均显著高于瘦肉型北京鸭 1 296.8 g, 61.6 g/d。本实验室前期也系统比较了 15~35 日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭的生长性能,发现 35 日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭的体质量无明显差异,但脂肪型北京鸭的采食量高于瘦肉型北京鸭,这可能是脂肪型北京鸭皮脂和腹脂沉积量高于瘦肉型北京鸭的原因。脂肪型和瘦肉型北京鸭体质量和日增重 2 项指标在生长前期即可体现出显著差异。

前人做过其他肉用型鸭与北京鸭生长性能对比实验。余德勇等研究表明,北京鸭的初生体质量较樱桃谷鸭大,7 日龄时平均体质量极显著大于樱桃谷鸭,此水平维持到 14 日龄,此后至 21 日龄两者无显著差异^[20]。1~2 周北京鸭增重能力大于樱桃谷鸭,此后樱桃谷鸭增重速度明显加快,到第 4 周超过北京鸭。林云琴等对比美国枫叶鸭、北京鸭、樱桃谷鸭、法国番鸭 4 个肉鸭品种生产性能,结果表明 21 日龄枫叶鸭平均体质量最大,其次是樱桃谷鸭,再次是北京鸭,法国番鸭最低^[21]。

3.2 2 种配套系雏鸭消化器官发育的比较

小肠是肠道吸收营养物质的主要场所^[22-23]。在肠道内,蛋白质、脂类和糖类被消化液分别分解成氨基酸、甘油或脂肪酸和单糖,然后被小肠吸收。蛋白质、脂肪和糖类的消化产物主要在十二指肠和空肠吸收,回肠主要吸收胆盐、无机盐、维生素^[24]。前人研究表明,14~35 日龄樱桃谷鸭消化器官相对

质量和小肠相对长度均低于枫叶鸭^[25],提示不同品种或品系的北京鸭肠道发育存在差异。本研究表明1~21日龄脂肪型和瘦肉型北京鸭十二指肠相对长度、空肠相对长度、回肠相对长度、肌胃相对质量、以及十二指肠和回肠相对质量均无显著差异;但脂肪型北京鸭的空肠相对质量显著高于瘦肉型北京鸭。这表明脂肪型北京鸭空肠壁比瘦肉型北京鸭空肠壁厚。空肠上段是消化、吸收脂类物质的主要场所^[26-27];动物消化道较长、较重或容积较大对饲料中养分的消化率更高^[13]。所以脂肪型北京鸭和瘦肉型北京鸭空肠的差异可能是脂肪型北京鸭和瘦肉型北京鸭脂质沉积差异的原因,但需要进一步进行试验研究证明。

3.3 2种配套系雏鸭血浆生化指标的对比

血浆生化指标的变化反应机体代谢的变化。脂肪型和瘦肉型北京鸭血浆中ALT(谷丙转氨酶)、AST(谷草转氨酶)和ALP(碱性磷酸酶)活性没有差异,表明脂肪型和瘦肉型北京鸭肝脏正常功能无差异。总蛋白、白蛋白由肝脏合成,然后运输到机体各部分沉积。本试验中,脂肪型北京鸭血浆总蛋白、白蛋白含量高于瘦肉型北京鸭,表明脂肪型北京鸭沉积蛋白的能力较差,即肌肉沉积量相对较少。本实验室前期研究发现脂肪型的胸肌率低于瘦肉型的胸肌率^[28]。实验室前期研究表明,脂肪型北京鸭沉积脂肪能力高于瘦肉型北京鸭,即脂肪型北京鸭的皮脂率和腹脂率高于瘦肉型北京鸭^[1-3]。本试验研究发现脂肪型总胆固醇(CHOL)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)的含量显著高于瘦肉型北京鸭。血浆中胆固醇主要是肝脏和小肠合成,且以脂蛋白的形式存在,主要是高密度脂蛋白胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇,这2种胆固醇存在形式也是血脂在血液中转运的主要方式。低密度脂蛋白胆固醇的功能是转运内源性胆固醇,将脂类由肝脏向外周转运。高密度脂蛋白的功能是逆向转运胆固醇,将脂类由外周转运至肝脏分解代谢。这也间接表明脂肪型北京鸭和瘦肉型北京鸭在肝脏和外周脂肪组织的脂肪代谢存在明显差异。造成这种差异的原因可能是脂肪型和瘦肉型北京鸭在采食量和肠道吸收能力方面存在差异,但需要进一步研究。

由此可见,1~21日龄脂肪型北京鸭生长性能优于瘦肉型北京鸭,且空肠发育以及血浆代谢物存在差异,表明脂肪型和瘦肉型北京鸭在营养物质吸收和脂质代谢存在明显差异。

参考文献:

- [1] JIANG Y, TANG J, XIE M, et al. Threonine supplementation reduces dietary protein and improves lipid metabolism in Pekin ducks[J]. *British poultry science*, 2017, 58(6): 687-693.
- [2] JIANG Y, LIAO X D, XIE M, et al. Dietary threonine supplementation improves hepatic lipid metabolism of Pekin ducks[J]. *Animal production science*, 2019, 59(4): 673-680.
- [3] JIANG Y, XIE M, FAN W, et al. Transcriptome analysis reveals differential expression of genes regulating hepatic triglyceride metabolism in pekin ducks during dietary threonine deficiency[J]. *Front genet*, 2019, 10: 710.
- [4] 江勇. 苏氨酸对北京鸭脂质代谢的影响及其调控机制[D]. 北京: 中国农业大学, 2018.
JIANG Y. Effects of threonine on lipid metabolism of Beijing duck and its regulatory mechanism[D]. Beijing: China agricultural university, 2018.
- [5] 吉俊玲, 秦豪荣, 魏忠义. 艾维茵(Avine)父母代母鸡内脏器官生长发育规律研究[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2002(5): 11-12.
JI J L, QIN H R, WEI Z Y. Study on the growth and development regularity of the internal organs of surrogate hen parents[J]. *Heilongjiang animal husbandry and veterinary medicine*, 2002(5): 11-12.
- [6] 吴昊, 曾秋凤, 张克英, 等. 不同品种北京鸭消化器官及肠道形态发育规律的比较[J]. *动物营养学报*, 2013, 25(6): 1207-1218.
WU H, ZENG Q F, ZHANG K Y, et al. Comparison of the morphological development of digestive organs and intestines of different breeds of Beijing ducks [J]. *Chinese journal of animal nutrition*, 2013, 25(6): 1207-1218.
- [7] 王曼曼, 陈宝江, 梁陈冲, 等. 樱桃谷雏鸭消化参数变化规律研究[J]. *中国家禽*, 2011, 33(6): 26-29.

- WANG M M, CHEN B J, LIANG C C, et al. Studies on the variation of digestive parameters in cherry-valley ducklings [J]. China poultry, 2011, 33(6): 26-29.
- [8] 冯昕炜, 许贵善, 格明古丽·木哈台, 等. 和田黑鸡与三黄鸡血浆蛋白及血象指标的比较研究[J]. 江西农业大学学报, 2012, 34(3): 572-574.
- FENG X W, XU G S, MUHATAI G M G L, et al. A comparative study on plasma protein and blood image indexes of hotan black chicken and sanhuang chicken [J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2012, 34(3): 572-574.
- [9] 刘亚千, 李春海, 陈华. 三个品系实验用小型猪部分血液生化指标比较[J]. 实验动物科学, 2007(5): 24-26.
- LIU Y Q, LI C H, CHEN H. Comparison of blood biochemical indexes of three experimental miniature pigs [J]. Journal of experimental animal science, 2007(5): 24-26.
- [10] 王磊. 不同品种猪早期胃肠道的发育及养分利用率差异的研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2006.
- WANG L. Study on the Difference of early gastrointestinal tract development and nutrient utilization in pigs of different breeds [D]. Ya'an: Sichuan agricultural university, 2006.
- [11] 宋青龙. 野猪与家猪消化系统及消化机能比较[D]. 长春: 吉林农业大学, 2004.
- SONG Q L. Comparison of digestive system and digestive function between wild boar and domestic pig [D]. Changchun: Jilin agricultural university, 2004.
- [12] YEN J T, NIENABER J A, HILL D A, et al. Potential contribution of absorbed volatile fatty acids to whole-animal energy requirement in conscious swine [J]. Journal of animal science, 1991, 69(5): 2001-2012.
- [13] 秦贵信, 陈鹏, 高中起. 猪消化性能的品种(品系)差异[J]. 养猪, 1994(1): 3-8.
- QIN G X, CHEN P, GAO Z Q. Differences in the digestive performance of pigs [J]. Raising pigs, 1994(1): 3-8.
- [14] MÜLLER E, MOSER G, BARTENSCHILAGER H, et al. Trait values of growth, carcass and meat quality in Wild Boar, Meishan and Pietrain pigs as well as their crossbred generations [J]. Journal of animal breeding and genetics, 2000, 117(3).
- [15] 陈连颐, 黎寿丰, 赵振华. 不同品系肉鸡及其杂交后代消化器官发育和饲料利用率的比较[J]. 中国畜牧杂志, 2014, 50(24): 61-64.
- CHEN L Y, LI S F, ZHAO Z H. Comparison of digestive organ development and feed utilization of broiler chickens of different strains and their hybrid offspring [J]. Chinese journal of animal husbandry, 2014, 50(24): 61-64.
- [16] 庄海滨, 张长海, 张勇, 等. 北京鸭6周龄体尺指标与胸肉率的相关分析及回归研究[J]. 家禽科学, 2007(10): 16-18.
- ZHUANG H B, ZHANG C H, ZHANG Y, et al. Correlation analysis and regression study of body size index and breast meat rate of Beijing ducks at 6 weeks of age [J]. Poultry science, 2007(10): 16-18.
- [17] 张丽, 侯水生, 刘小林, 等. 北京鸭6周龄体重体尺指标与胸肉率的相关分析[C]//中国畜牧兽医学会家禽学分会. 家禽研究最新进展: 第十一次全国家禽学术讨论会论文集. 中国畜牧兽医学会, 2003: 3.
- ZHANG L, HOU S S, LIU X L, et al. Correlation analysis between body weight and breast meat rate of Beijing ducks at 6 weeks of age [C]//Poultry Science Branch of Chinese Society of Animal Husbandry and Veterinary. Recent progress in poultry Research-Proceedings of the 11th national poultry academic symposium. Chinese society of animal husbandry and veterinary, 2003: 3.
- [18] 聂书舫. 商品肉鸭育雏期的饲养管理[J]. 家禽科学, 2017(7): 39-41.
- NIE S F. Feeding and Management of commercial meat ducks during their breeding Period [J]. Poultry science, 2017(7): 39-41.
- [19] 何金武. 北京鸭育雏期的饲养管理[J]. 当代畜牧, 2011(5): 4-6.
- HE J W. Breeding management of Beijing ducks at the breeding stage [J]. Contemporary animal husbandry, 2011(5): 4-6.
- [20] 余德勇. 北京鸭和樱桃谷鸭生长性能、肌肉理化特性比较及填饲对其影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- SHE D Y. Comparison of growth performance, physical and chemical properties of muscles and effects of feeding on Beijing duck and cherry duck [D]. Beijing: China Agricultural University, 2005.

- [21] 林云琴,郭建铭,翁志铿,等.美国枫叶鸭、北京鸭、樱桃谷鸭、法国番鸭四个肉鸭品种生产性能对比试验[J].福建农业科技,1998(S1):3-5.
- LIN Y Q, GUO J M, WENG Z Q, et al. Comparative tests on the production performance of American maple duck, Beijing duck, Cherry Valley duck and French muscovard [J]. Fujian agricultural science and technology, 1998(S1):3-5.
- [22] 刘明杰.姜粉对肉牛营养物质消化吸收和机体抗氧化能力影响的研究[D].泰安:山东农业大学,2011.
- LIU M J. Effect of ginger powder on nutrient digestion and absorption and antioxidant capacity of beef cattle [D]. Tai'an: Shandong Agricultural University, 2011.
- [23] 旺加.小肠消化吸收和胰腺外分泌功能实验在临床中应用[J].西藏医药杂志,2004(3):33-34.
- WANG J. Clinical application of small intestinal digestion and absorption and pancreatic exocrine function [J]. Xizang medical journal, 2004(3):33-34.
- [24] 杨春芳,王玉英.短肠综合征病人的护理体会[J].黑龙江护理杂志,1997(4):62-63.
- YANG C F, WANG Y Y. Nursing experience of patients with short bowel syndrome [J]. Heilongjiang nursing journal, 1997(4):62-63.
- [25] 刘宏伟,王康宁.日粮碳水化合物/蛋白质水平对240日龄不同品种猪肌肉脂肪含量和胃肠道重量、长度及消化酶活性的影响[J].动物营养学报,2009,21(4):447-453.
- LIU H W, WANG K N. Effects of dietary carbohydrate/protein levels on intramuscular fat content, gastrointestinal weight, length, and digestive enzyme activity in 240-day-old pigs of different breeds [J]. Journal of animal nutrition, 2009, 21(4):447-453.
- [26] 胡国保,范新风,于童,等.蛋鸡与肉鸡小肠早期生长发育的差异研究[J].山西农业大学学报(自然科学版),2012,32(4):296-300.
- HU G B, FAN X F, YU T, et al. Early growth and development difference between layer and broiler [J]. Journal of Shanxi agricultural university (natural science edition), 2012, 32(4):296-300.
- [27] HURWITZ S, BAR A, KATZ M, et al. Absorption and secretion of fatty acids and bile acids in the intestine of the laying fowl [J]. (4):543-7.
- [28] JIANG Y, XIE M, TANG J, et al. Effects of genetic selection and threonine on meat quality in Pekin ducks [J]. Poultry science, 2020, 99(5):2508-2518.