

日粮能量水平对圩猪生产性能·血清生化指标和肉质的影响

孙建武¹, 杨小婷², 李吕木^{2*}, 丁维民³, 丁小玲², 许发芝² (1. 安徽省青阳县动物疫病预防与控制中心, 安徽青阳 242800; 2. 安徽农业大学动物科技学院, 安徽合肥 230036; 3. 安徽安泰农业集团, 安徽广德 242200)

摘要 [目的]探讨不同消化能(DE)水平日粮对圩猪生长性能、肉质和血清生化指标的影响,确定圩猪适宜的DE水平。[方法]选用24头体重为(38.7±4.91)kg的健康圩猪,随机分为高能组、中能组和低能组3个处理组,饲养于采食量和体重可实时自动记录的自动饲喂系统内,每组8个重复,每个重复公母比例3:1。试验期分为生长期(35~60 kg)和育肥期(60~80 kg)2个阶段。生长期日粮粗蛋白(CP)为16%,高能组、中能组和低能组的DE水平分别为13.54、12.93和12.32 MJ/kg,肥育期日粮CP为14%,3组的DE水平分别为13.66、13.04和12.43 MJ/kg。试验期耗料和体重实时自动记录,试验结束时,每组选取6头(4♂2♀)体重相近猪屠宰,测定其屠宰性能和肉质,同时全部试猪实行前腔静脉采血以进行血液生化指标的测定。[结果]在生长期,高能组平均日增重(ADG)和料重比(F/G)显著高于低能组($P<0.05$),中能组平均日增重(ADG)显著高于低能组($P<0.05$),但二者的F/G差异不显著($P>0.05$),各组间平均日采食量(ADFI)和增重成本差异均不显著($P>0.05$)。肥育期日粮不同水平DE对ADG和F/G的影响与生长期相同,2个时期各组间平均日采食量和增重成本差异均不显著($P>0.05$)。高能组背膘厚显著低于中能组($P<0.05$),虽然也低于低能组,但差异不显著($P>0.05$),各组的屠宰率、pH_{1h}、pH_{24h}和剪切力均没有显著差异($P>0.05$)。日粮DE水平对9,12-十八碳二烯酸含量的影响与对背膘厚的影响相同,显著低于中能组($P<0.05$),虽然也低于低能组,但差异不显著($P>0.05$)。高能组的十六碳-顺-9-烯酸含量显著低于低能组($P<0.05$),高能组的单不饱和脂肪酸的含量显著低于中能和低能组($P<0.05$),多不饱和脂肪酸的含量显著高于中能组($P<0.05$)。日粮DE水平对血清生化指标和肌肉中肌苷酸和氨基酸的含量均无显著影响($P>0.05$)。[结论]当CP为16%时,圩猪生长期日粮DE水平以13.54 MJ/kg为宜;当CP为14%时,圩猪育肥期日粮DE水平以13.66 MJ/kg为宜。

关键词 圩猪;消化能;生长性能;肉质;血清生化指标

中图分类号 S828 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)10-134-04

Effect of Dietary Digestible Energy Levels on Growth Performance, Meat Quality Trait and Serum Biochemical Parameter in Wei Pigs

SUN Jian-wu¹, YANG Xiao-ting², LI Lv-mu^{2*} et al (1. Qiangyang Animal Disease Prevention and Control Center, Qingyang, Anhui 242800; 2. School of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036)

Abstract [Objective] The study aimed to investigate the effect of digestible energy levels of on growth performance, meat quality and serum biochemical parameter so as to find the suitable digestible energy level of Wei pig. [Method] 24 healthy Wei pigs with 38.7±4.91 kg were randomly allotted to 3 groups, and each group had 8 replicates, male: female is 3:1. The pigs were fed by the automatic feeding system, and the consumption of feed was recorded immediately. The trial was divided into two stages (growing period: 35-60 kg; finishing period: 60-80 kg). The diet digestible energy (DE) level of growing period of treatment 1, treatment 2 and treatment 3 was 13.54, 12.93 and 12.32 MJ/kg respectively. The DE level of the finishing period was 13.66 MJ/kg, 13.04 and 12.43 MJ/kg respectively. Diet CP of growing period and finishing period is 16% and 14% respectively. All the pigs were drawn blood by vacuum tubes so as to determine the serum biochemical parameter and some endocrine hormones. Meanwhile, six pigs were selected to determine the slaughter performance and meat quality. Three treatment groups have the consistent content of other nutrients except the digestible energy. [Result] The results showed as follows: in 35-60 kg stage, ADG and F/G of treatment 1 was significantly higher and lower than that of treatment 3 ($P<0.05$). ADG of treatment 2 was also significantly higher than that of treatment 3 ($P<0.05$), but F/G of treatment 2 was not significantly lower than that of treatment 3 ($P>0.05$). Diet DE effected on ADG and F/G of finishing period was same as growing period. And backfat thickness of treatment 1 was significantly lower than that of treatment 2 ($P<0.05$), was also lower than that of treatment 3. DE level effected on content of 9,12-octadecadienoic acid was like as on backfat thickness. Content of palmitoleic acid of treatment 1 was significantly lower than that of treatment 3 ($P<0.05$). PUFA content of treatment 1 was significantly higher than that of treatment 2 and treatment 3 ($P<0.05$). Opposition, MUFA content of treatment 1 was significantly lower than that of treatment 2 and treatment 3 ($P<0.05$). Dietary digestible energy had no significantly effect on amino acid content of meat, endocrine hormone and serum biochemical indices ($P>0.05$). [Conclusion] In conclusion, when the dietary CP was 16%, the appropriate digestible energy level of growing period for Wei Pig was 13.54 MJ/kg. When the dietary CP was 14%, the appropriate digestible energy level of finishing period for Wei pig was 13.66 MJ/kg.

Key words Wei pigs; Digestible energy; Growth performance; Meat quality; Serum biochemical indicators

圩猪产于安徽省沿江和皖南圩区,主要分布于宣城、芜湖一带,是安徽省优良的地方猪种之一,具有耐粗饲、抗逆性强、肉质品质性状优良和繁殖性能高等特点。圩猪肌肉脂肪含量丰富,肉质细嫩味美,在腌制原料特性方面与金华猪非常相似^[1]。然而,长期以来,圩猪的饲养主要采用传统的饲养模式,对其日粮适宜的营养水平缺乏深入系统的研究,使其

优良的肉质性状未得到科学合理利用。日粮DE水平是调控猪生长、体成分及肉质的重要因素,DE水平除影响动物的生长性能、胴体性状和胴体成分外,还对肉质和饲料成本有一定影响^[2-3]。为此,笔者研究了不同DE水平日粮对圩猪生长性能、肉质性状和血清生化指标的影响,以期确定其适宜的DE需要。

1 材料与方法

1.1 试验设计 试验以日粮的DE水平为试验因子,选取24头体重(38.7±4.91)kg的健康圩猪,公母比例3:1,随机分为高能组、中能组和低能组3组,每组8个重复。试猪设2个阶段,即生长期(35~60 kg)和育肥期(60~80 kg),生长期

基金项目 国家星火计划重点项目(2014GA710002);安徽省生猪产业技术体系(2014)。

作者简介 孙建武(1961-),男,安徽马鞍山人,高级畜牧师,从事动物健康研究等方面的研究。*通讯作者,研究员,博士,博士生导师,从事动物营养与饲料等方面的研究。

收稿日期 2015-02-28

日粮 CP 为 16% ,高能组、中能组和低能组的 DE 水平分别为 13.54、12.93 和 12.32 MJ/kg, 肥育期日粮 CP 为 14% ,3 组日粮的 DE 水平分别为 13.66、13.04 和 12.43 MJ/kg。生长期 54 d, 肥育期 53 d, 试验期共 107 d。

1.2 试验日粮 参照《中国饲料成分及营养价值表》(2007)、NRC(1998)和《中国地方猪不同阶段饲养标准》配制 3 种不同 DE 梯度的玉米-豆粕型日粮。日粮配方和营养水平见表 1~2。

表 1 日粮配方

| 生长阶段 | 组别 | 日粮组成//% | | | | | | 成本 元/kg |
|------|-----|---------|-------|-------|------|-------|------|------------|
| | | 玉米 | 麦麸 | 豆粕 | 豆油 | L-赖氨酸 | 预混料 | |
| 生长期 | 高能组 | 62.00 | 12.90 | 21.08 | 1.48 | 0.04 | 2.50 | 3.21 |
| | 中能组 | 55.00 | 22.42 | 19.23 | 0.80 | 0.05 | 2.50 | 3.05 |
| | 低能组 | 48.78 | 31.13 | 17.52 | 0.00 | 0.07 | 2.50 | 2.89 |
| 肥育期 | 高能组 | 66.40 | 13.25 | 15.70 | 2.10 | 0.05 | 2.50 | 3.16 |
| | 中能组 | 61.25 | 21.02 | 14.10 | 1.05 | 0.08 | 2.50 | 2.99 |
| | 低能组 | 56.22 | 28.74 | 12.45 | 0.00 | 0.08 | 2.50 | 2.82 |

注:生长猪预混料每千克提供 V_A 16.9 × 10⁴ IU、 VD_3 7.5 × 10⁴ IU、 V_E 330 mg、 VK_3 133 mg、 VB_1 31 mg、 VB_2 88 mg、 VB_6 55 mg、 VB_{12} 0.32 mg、生物素 5.5 mg、泛酸 165 mg、烟酸 275 mg、叶酸 8.8 mg、赖氨酸 1.5%、Cu 3 360 mg、Fe 3 200 mg、Zn 2 600 mg、Mn 750 mg、I 16.5 mg、Se 8 mg、钙 130 g/kg、总磷 22 g/kg、食盐 102 g/kg; 育肥猪预混料每千克提供 V_A 13.4 × 10⁴ IU、 VD_3 6.5 × 10⁴ IU、 V_E 275 mg、 VK_3 133 mg、 VB_1 8.8 mg、 VB_2 33 mg、 VB_6 11 mg、 VB_{12} 0.2 mg、生物素 1.4 mg、泛酸 135 mg、烟酸 220 mg、叶酸 6.6 mg、赖氨酸 120 g/kg、Cu 550 mg、Fe 2 200 mg、Zn 2 600 mg、Mn 650 mg、I 16.5 mg、Se 6 mg、钙 130 g/kg、总磷 20 g/kg、食盐 95 g/kg。

表 2 日粮的营养水平

| 生长阶段 | 组别 | 消化能 DE | 粗蛋白 CP | 赖氨酸 Lys | 蛋氨酸 Met | 蛋氨酸 + 胱氨酸 | 苏氨酸 Thr | 色氨酸 Trp |
|------|-----|--------|--------|---------|---------|--------------|---------|---------|
| | | MJ/kg | % | % | % | Met + Cys//% | % | % |
| 生长期 | 高能组 | 13.54 | 16.00 | 0.82 | 0.23 | 0.49 | 0.59 | 0.18 |
| | 中能组 | 12.93 | 16.00 | 0.81 | 0.22 | 0.48 | 0.58 | 0.18 |
| | 低能组 | 12.32 | 16.00 | 0.82 | 0.21 | 0.48 | 0.56 | 0.19 |
| 肥育期 | 高能组 | 13.66 | 14.00 | 0.69 | 0.21 | 0.44 | 0.51 | 0.15 |
| | 中能组 | 13.04 | 14.00 | 0.71 | 0.20 | 0.43 | 0.50 | 0.15 |
| | 低能组 | 12.43 | 14.00 | 0.70 | 0.19 | 0.43 | 0.49 | 0.16 |

1.3 饲养管理 试验在安徽省畜牧生物工程研究中心试验基地进行。参试猪群饲养于同一栋猪舍, 采用美国奥斯本公司种猪自动饲喂系统饲喂, 每头猪的体重和采食量实时自动记录, 每组饲喂于同一猪圈。免疫、清洁和消毒工作按照常规程序进行, 保持圈舍通风、卫生、干燥, 试猪自由采食和饮水, 各组饲养管理条件一致。

1.4 检测指标与方法

1.4.1 生长性能测定。 试验开始和结束时, 试猪空腹 12 h 称重, 试验结束时计算各阶段试验猪的平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADFI)和料重比(F/G)。

1.4.2 屠宰性能测定。 试验结束后, 从每组选取 6 头体重相近的猪(4 ♂ 2 ♀), 参照种猪性能测定规程 NY/T822-2004 屠宰, 测定并计算胴体重、屠宰率和背膘厚等指标。

1.4.3 肉品质测定。 取左侧背最长肌用于肉质指标测定, 测定内容包括 pH、嫩度、肌苷酸、脂肪酸和氨基酸等指标, 测定方法采用杨小婷等方法^[4]。

1.4.4 血清生化指标测定。 饲养试验结束时, 全部试猪用真空采血管于前腔静脉采血约 10 ml, 室温下倾斜放置 30 min 后, 3 500 r/min 离心 15 min, 分离血清于 -20 ℃ 保存备用。采用化学发光免疫分析法(ADVIA Centaur XP 全自动化学发光免疫分析仪)测定血清中皮质醇、促肾上腺皮质激素

含量, 所用试剂盒购自北京科美东雅生物技术有限公司。葡萄糖(GLU)含量采用氧化酶法测定, 总蛋白(TP)含量采用双缩脲法测定; 血清总甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)采用试剂盒(上海北海生物技术工程有限公司)测定。

1.5 数据处理 试验结果用平均值 ± 标准差表示, 采用 SAS 程序对试验数据进行单因素方差分析与显著性检验, $P < 0.05$ 和 $P < 0.01$ 分别表示差异显著和差异极显著。

2 结果与分析

2.1 日粮 DE 水平对生长肥育猪生长性能的影响 从表 3 可以看出, 在生长期, 高能组 ADG 和 F/G 显著高于低能组 ($P < 0.05$), 中能组 ADG 显著高于低能组 ($P < 0.05$), 各组间 ADFI 和增重成本差异不显著 ($P > 0.05$); 在肥育期, 高能组 ADG 极显著高于低能组 ($P < 0.01$), 高能组 F/G(4.08:1) 比低能组低 16.39% ($P < 0.01$), 各组间平均日采食量和增重成本差异不显著 ($P > 0.05$)。从全期来看, 日粮 DE 水平对 ADFI 影响的变化趋势与 ADG 相同, ADG 和 ADFI 均在高能组达到最大值。

2.2 日粮 DE 水平对肥育猪屠宰性能与肉质性状的影响 由表 4 可知, 高能组背膘厚显著高于中能组 ($P < 0.05$), 随着 DE 水平的增高, 屠宰率有逐渐增高的趋势; 各组的屠宰率、pH₁、pH₂₄ 和剪切力均没有显著差异 ($P > 0.05$)。

表 3 日粮能量水平对生长肥育猪生长性能的影响

| 生长阶段 | 组别 | 平均日增重 ADG//g | 平均日采食量 ADFI//g | 料重比 F/G | 增重成本//元/kg |
|------|--------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| 生长期 | 高能组 HE | 536.30 ± 7.93a | 2 070 ± 308 | 3.88 ± 0.41b | 12.45 ± 1.32 |
| | 中能组 ME | 484.44 ± 4.85a | 2 120 ± 149 | 4.41 ± 0.41ab | 13.44 ± 1.23 |
| | 低能组 LE | 393.33 ± 8.44b | 1 944 ± 220 | 5.08 ± 0.91a | 14.69 ± 2.63 |
| 育肥期 | 高能组 HE | 525.28 ± 57.63A | 2 123 ± 132 | 4.08 ± 0.44B | 12.88 ± 1.38 |
| | 中能组 ME | 457.36 ± 46.02AB | 2 090 ± 154 | 4.58 ± 0.18AB | 13.70 ± 0.53 |
| | 低能组 LE | 397.74 ± 65.61B | 1 919 ± 165 | 4.88 ± 0.42A | 13.75 ± 1.18 |

注:同列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 4 日粮能量水平对肥育猪屠宰性能和肉质性状的影响

| 组别 | 屠宰率//% | pH ₁ | pH ₂₄ | 背膘厚//mm | 剪切力//N |
|--------|--------------|-----------------|------------------|----------------|--------------|
| 高能组 HE | 76.83 ± 2.56 | 5.78 ± 0.19 | 5.42 ± 0.10 | 38.39 ± 4.50b | 16.91 ± 1.58 |
| 中能组 ME | 75.42 ± 1.61 | 5.89 ± 0.10 | 5.36 ± 0.05 | 47.10 ± 3.57a | 15.73 ± 3.89 |
| 低能组 LE | 75.14 ± 1.21 | 5.87 ± 0.16 | 5.37 ± 0.14 | 40.65 ± 8.24ab | 19.04 ± 4.55 |

2.3 日粮 DE 水平对肥育猪肌肉中脂肪酸含量的影响 由表 5 可知,随着日粮 DE 水平的提高,高能组十六碳-顺-9-烯酸的含量显著低于低能日粮组($P < 0.05$),9,12-十八碳

二烯酸的含量显著高于中能和低能组($P < 0.05$)。高能组的单不饱和脂肪酸的含量显著低于中能和低能组($P < 0.05$),多不饱和脂肪酸的含量显著高于中能组($P < 0.05$),其他各

表 5 日粮能量水平对肥育猪肌肉中脂肪酸含量的影响

| 组别 | 十四烷酸 | 十六碳-顺-9-烯酸 | 十六烷酸 | 十七烷酸 | 9,12-十八碳二烯酸 | 十八碳-顺-9-烯酸 | 十八烷酸 | 全顺-5,8,11,14-二十碳四烯酸 | 7,10,13-二十碳三烯酸 | 10,13-二十碳二烯酸 | 11-二十二碳烯酸 | 二十烷酸 | 饱和脂肪酸 | 不饱和脂肪酸 | 单不饱和脂肪酸 | 多不饱和脂肪酸 |
|--------|-------------|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|---------------------|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 高能组 HE | 1.10 ± 0.26 | 2.25 ± 0.56b | 24.70 ± 1.32 | 0.17 ± 0.06 | 5.64 ± 4.28a | 47.15 ± 3.10 | 16.20 ± 0.73 | 1.02 ± 0.50 | 0.13 ± 0.07 | 0.29 ± 0.12 | 0.83 ± 0.17 | 0.24 ± 0.05 | 42.42 ± 1.72 | 57.58 ± 1.72 | 50.51 ± 3.57b | 7.07 ± 4.92a |
| 中能组 ME | 1.12 ± 0.21 | 3.08 ± 0.65ab | 24.66 ± 1.55 | 0.16 ± 0.05 | 1.63 ± 2.02b | 50.61 ± 3.08 | 15.80 ± 1.51 | 0.67 ± 0.31 | 0.10 ± 0.04 | 0.20 ± 0.05 | 0.76 ± 0.18 | 0.21 ± 0.05 | 42.95 ± 2.70 | 57.05 ± 2.70 | 54.45 ± 2.98a | 2.60 ± 2.25b |
| 低能组 LM | 1.00 ± 0.14 | 3.35 ± 0.22a | 25.44 ± 0.69 | 0.16 ± 0.06 | 3.17 ± 2.23ab | 50.26 ± 2.04 | 14.27 ± 0.95 | 0.78 ± 0.23 | 0.10 ± 0.03 | 0.26 ± 0.14 | 0.89 ± 0.34 | 0.31 ± 0.13 | 41.17 ± 1.27 | 58.83 ± 1.27 | 54.51 ± 1.97a | 4.32 ± 2.46ab |

注:表中结果以各脂肪酸甲酯对应的峰面积占总离子流色谱图中总脂肪酸甲酯峰面积的百分比表示。同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

脂肪酸均无显著差异($P > 0.05$)。

影响 由表 6 可知,日粮 DE 水平对肌肉中肌苷酸和氨基酸的含量无显著影响($P > 0.05$)。

2.4 日粮 DE 水平对肥育猪肌肉中肌苷酸和氨基酸含量的

表 6 日粮能量水平对肥育猪肌肉中肌苷酸和氨基酸含量的影响

| 组别 | 肌苷酸含量 mg/g | 天冬氨酸 Asp % | 苏氨酸 Thr % | 丝氨酸 Ser % | 谷氨酸 Glu % | 甘氨酸 Gly % | 丙氨酸 Ala % | 半胱氨酸 Cys % | 缬氨酸 Val % | 蛋氨酸 Met % | 异亮氨酸 Ile % | 亮氨酸 Leu % | 酪氨酸 Tyr % | 苯丙氨酸 Phe % | 赖氨酸 Lys % | 组氨酸 His % | 精氨酸 Arg % | 脯氨酸 Pro % | 必需氨基酸 EAA % | 非必需氨基酸 NEAA % |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| 高能组 HE | 2.56 ± 0.31 | 1.60 ± 0.19 | 0.79 ± 0.10 | 0.67 ± 0.08 | 2.58 ± 0.30 | 0.73 ± 0.09 | 1.01 ± 0.11 | 0.12 ± 0.02 | 0.81 ± 0.08 | 0.49 ± 0.05 | 0.82 ± 0.09 | 1.53 ± 0.18 | 0.57 ± 0.06 | 0.73 ± 0.07 | 1.57 ± 0.18 | 0.83 ± 0.09 | 1.03 ± 0.13 | 0.60 ± 0.07 | 6.73 ± 0.75 | 9.76 ± 1.12 |
| 中能组 ME | 2.52 ± 0.17 | 1.59 ± 0.22 | 0.79 ± 0.11 | 0.67 ± 0.09 | 2.57 ± 0.37 | 0.72 ± 0.08 | 1.00 ± 0.14 | 0.12 ± 0.02 | 0.79 ± 0.11 | 0.47 ± 0.07 | 0.79 ± 0.11 | 1.49 ± 0.19 | 0.55 ± 0.07 | 0.69 ± 0.10 | 1.54 ± 0.20 | 0.82 ± 0.12 | 1.02 ± 0.13 | 0.60 ± 0.08 | 6.57 ± 0.88 | 9.67 ± 1.30 |
| 低能组 LE | 2.45 ± 0.21 | 1.61 ± 0.09 | 0.80 ± 0.04 | 0.68 ± 0.03 | 2.58 ± 0.16 | 0.73 ± 0.04 | 1.00 ± 0.06 | 0.11 ± 0.01 | 0.81 ± 0.04 | 0.50 ± 0.01 | 0.81 ± 0.03 | 1.54 ± 0.07 | 0.59 ± 0.02 | 0.73 ± 0.03 | 1.59 ± 0.08 | 0.84 ± 0.05 | 1.05 ± 0.06 | 0.58 ± 0.03 | 6.77 ± 0.29 | 9.75 ± 0.54 |

2.5 日粮 DE 水平对肥育猪血清生化指标的的影响 由表 7 可知,日粮 DE 对圩猪血清皮质醇、促肾上腺皮质激素、总

蛋白、葡萄糖、甘油三酯和总胆固醇的含量无显著影响($P > 0.05$)。

表 7 日粮能量水平对肥育猪血清生化指标的影响

| 组别 | 皮质醇 COR nmol/L | 促肾上腺皮质激素 ACTH//pg/ml | 总蛋白 TP g/L | 葡萄糖 GLU mmol/L | 甘油三酯 TG mmol/L | 总胆固醇 T - CH mmol/L |
|-----|----------------|----------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|
| 低能组 | 215.1 ± 101.41 | 70.38 ± 38.07 | 89.62 ± 3.58 | 3.99 ± 0.68 | 0.46 ± 0.12 | 2.51 ± 0.42 |
| 高能组 | 219.5 ± 37.48 | 52.85 ± 25.55 | 85.62 ± 1.33 | 4.53 ± 0.95 | 0.37 ± 0.10 | 2.64 ± 0.26 |
| 低能组 | 268.5 ± 73.58 | 95.97 ± 39.57 | 86.35 ± 5.82 | 4.03 ± 1.91 | 0.38 ± 0.16 | 2.58 ± 0.16 |

3 讨论与结论

3.1 日粮 DE 水平对生长肥育猪生长性能的影响 除环境和遗传等因素外,日粮的能量和蛋白等营养水平是影响动物生产性能重要因素。在对大白猪的研究中,当日粮 DE 浓度从 8.8 MJ/kg 提高到 13.8 MJ/kg 时,其采食量降低^[5]。杜长大三元杂交猪的日粮 DE 水平从 12.05 MJ/kg 提高至 14.38 MJ/kg 时,采食量也有所降低^[6]。这与该研究中生长期 DE 由 12.93 MJ/kg 提高到 13.54 MJ/kg 时 ADFI 的变化趋势一致。周招洪等^[7]和郑红霞等^[8]研究发现,饲喂高 DE 日粮水平,杜长大三元杂交猪和荣昌猪的料重比显著降低。这与该研究中饲喂高 DE 日粮的圩猪比饲喂低 DE 日粮的圩猪有更低的料重比基本一致。Smith 等^[9]和 De La Llata 等^[10]研究表明,降低日粮 DE 水平(从 14.34 MJ/kg 降至 13.30 MJ/kg),杜长大三元杂交猪的 DE 摄入减少,进而导致生产性能降低。在该研究中,随着日粮 DE 水平的降低,ADG 与 ADFI 表现出相同的降低趋势,均达到显著水平。这说明随着日粮 DE 水平在一定范围内提高,如果圩猪有能力增加采食量,将能改善其增重。

3.2 日粮 DE 水平对背膘厚和肌肉中脂肪酸含量的影响

在蛋白质水平一定的条件下,随着日粮 DE 水平的提高,背膘厚和屠宰率均有上升趋势。但是,在该研究中出现高能组背膘厚均低于中能组和低能组,这可能是由于高能组豆油添加量高于其他 2 组造成的,因为豆油中富含不饱和脂肪酸,而有研究表明添加不饱和脂肪酸可以抑制体脂的合成^[11]。

脂肪酸的组成是构成肉类特有风味的基础,肌肉中不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比例影响肉质。研究表明,猪肉脂肪中多不饱和脂肪酸的含量超过 40%~60%,猪肉感官性能差,易氧化,肉品质下降。此外,猪肉中饱和脂肪酸与单不饱和脂肪酸的含量与其嫩度、多汁性、香味评分值相关^[12]。从肉质的角度考虑,不饱和脂肪酸含量高的脂肪质地柔软且油腻,易发生氧化和产生异味。该研究中,日粮 DE 浓度由 12.43 MJ/kg 提高到 13.66 MJ/kg 时,单不饱和脂肪酸含量显著降低,说明随着日粮 DE 水平的提高将有利于提高肉品质。由于多不饱和脂肪酸主要是必需脂肪酸,在体内不能合成,只能来自于日粮,因此,机体脂质合成主要是一些饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸(C16:0、C16:1、C18:0 和 C18:1)^[13]。这与该试验中肌肉内含量最丰富的 4 种脂肪酸依次是 C18:1 > C16:0 > C18:0 > C18:2 基本一致。

猪肉脂肪酸的组成在很大程度上受日粮脂肪酸种类的影响,饲喂不饱和脂肪酸可增加胴体不饱和脂肪酸的含量^[14]。该试验中高能组 9,12-十八碳二烯酸的含量显著高于中能组。这可能是由于试验主要通过增加豆油的添加量来提高日粮的 DE 水平所致,因为豆油中富含 PUFA,特别是 C18:2 的含量高达 60%。

3.3 日粮 DE 水平对肌肉中肌苷酸和氨基酸含量的影响 肉制品鲜味主要取决于肌苷酸和氨基酸,其中鲜味最强的是肌苷酸^[15],甘氨酸、天冬氨酸、丝氨酸、丙氨酸、谷氨酸等风味氨基酸也影响肉的风味^[16],尤其是谷氨酸具有形成肉

鲜味和缓冲咸与酸等味道的特殊功效。谷氨酸、天冬氨酸、丙氨酸、甘氨酸除本身是一类重要鲜味呈味物质,它们与肌苷酸的协同作用可显著增强鲜味口感。该试验中,日粮 DE 在 12.43~13.66 MJ/kg 范围内,对肥育猪肌肉肌苷酸和氨基酸的含量无影响。因此,在肥育期,日粮 DE 在 12.43~13.66 MJ/kg 范围内,对圩猪肉鲜味的提升无促进作用。

3.4 日粮 DE 水平对血清生化指标的的影响 该试验结果表明,日粮 DE 水平对圩猪血清 TC 和 TG 的浓度无显著影响,这与晁金^[17]在肥育猪上的研究结果基本一致。皮质醇(Cor)是一种具有免疫功能的类固醇激素,具有抑制动物生长和葡萄糖氧化的作用,此外它还能促进机体组织蛋白的分解和糖元的异生,其合成和分泌受促肾上腺皮质激素(ACTH)的调节,血清皮质醇浓度的增加可以刺激肾上腺皮质层的发育。该试验中,各组间 Cor 和 ACTH 含量差异均不显著,表明日粮 DE 在 12.43~13.66 MJ/kg 范围内的改变不会降低糖的利用率。

综合考虑生长性能、肉质和血清生化指标,当圩猪生长期粗蛋白为 16% 时,日粮 DE 水平以 13.54 MJ/kg 为宜;当育肥期日粮粗蛋白为 14% 时,日粮 DE 水平以 13.66 MJ/kg 为宜。

参考文献

- [1] 国家畜禽遗传资源委员会. 中国畜禽遗传资源志 - 猪志 [M]. 北京:中国农业出版社,2011:113-116.
- [2] ZENG Z, YU B, MAO X B, et al. Effects of dietary digestible energy concentration on growth, meat quality, and PPAR gamma gene expression in muscle and adipose tissues of Rongchang piglets [J]. Meat Science, 2012, 90(1): 67-70.
- [3] HINSON R B, WIEGAND B R, RITTER M J, et al. Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs [J]. Journal of Animal Science, 2011, 89(11): 3572-3579.
- [4] 杨小婷, 李吕木, 许发芝, 等. 日粮蛋白水平对圩猪生长性能、肉质和血清生化指标的影响 [J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2013, 41(10): 1-8.
- [5] BEE G, GEBERT S, MESSIKOMMER R. Effect of dietary energy supply and fat source on the fatty acid pattern of adipose and lean tissues and lipogenesis in the pig [J]. Journal of Animal Science, 2002, 80(6): 1564-1574.
- [6] BEAULIEU A D, LEVESQUE C L, PATIENCE J F. The effects of dietary energy concentration and weaning site on weanling pig performance [J]. Journal of Animal Science, 2006, 84(5): 1159-1168.
- [7] 周招洪, 陈代文, 郑萍, 等. 饲粮能量和精氨酸水平对育肥猪生长性能、胴体性状和肉品质的影响 [J]. 中国畜牧杂志, 2013, 49(15): 40-44.
- [8] 郑红霞. 饲料消化能水平对 CRP 配套系商品代猪肉品质的影响 [D]. 重庆:西南大学, 2007.
- [9] SMITH J W, TOKACH M D. Effects of dietary energy density and lysine:calorie ratio on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs [J]. Journal of Animal Science, 1997, 75(11): 3007-3015.
- [10] DE LA LLATA M, DRITZ S S, TOKACH M D, et al. Effect of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing - finishing pigs reared in a commercial environment [J]. Journal of Animal Science, 2001, 79(10): 2643-2650.
- [11] 张克英, 陈代文, 胡祖禹. 影响猪肉品质的主要因素 [J]. 四川农业大学学报, 2002, 20(1): 67-74.
- [12] CAMERON N D, ENSERM B. Genotype with nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pig meat [J]. Meat Science, 2000, 55(2): 187-195.
- [13] WOOD J D, ENSER M, FISHER A V, et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review [J]. Meat Science, 2008, 78(4): 343-358.

如狗尾草(*Setaria viridis*)群落、狗牙根(*Cynodon dactylon*)群落、荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)群落等。这些植物类群伴生出现的小型昆虫及其他食物资源,构成了飞行区内隼形目、雀形目等鸟类类群的主要觅食场所^[12]。机场内栽种的行道树多为悬铃木、雪松、女贞等,在局部区域蔓生了大量乔木、灌木以及杂草,加上人为活动干扰相对较小,为雀形目等中小型鸟类形成了适宜的营巢和繁殖生境。因此,在鸟类繁殖期时,在机场内(飞行区除外)尤其是局部区域通常以雀形目的鸟类为主^[13]。裸露的排洪渠及局部凹凸不平土道面的积水则是湿地鸟类经常光顾的地方。据统计,主要分布该区域的鸟类 36 种,占总种数的 24.48%。

B 区,该区域主要以村庄和农业生态系统环境为主,自然景观多样化程度最高。紧邻的村庄有边防村、西蒋村、瓦刘沟、岩村、丁家大堡、龙枣树村、韩家村、张李村、王村等,村庄内居民住房为典型的院落式宅屋,房屋四周以及院落中通常栽培高大的泡桐、白杨等树种,形成独特的林岛生境,是附近鸟类的集中栖息和隐蔽场所。村庄中的主要鸟类常以雀形目鸟类、鸠鸽类、及其他中小型鸟类(如灰椋鸟、斑鸠、家鸽、戴胜、麻雀、家燕、白头鹎等)。由于村庄周围广泛分布农田,因此随着农时农事的更替发生,农田生态系统环境成为食谷鸟类的集中分布地。B 区主要分布的鸟类种数 94 种(占总种数的 63.95%),主要类群有雀形目大多数鸟类种类、雉科鸟类、隼形目鸟类及部分湿地鸟类,它们表现的主要分布特征为:随机性分布几率大;集群性明显;经常性穿越机场飞行区上空或直接进入飞行区。基于这些特点而成为机场内活动的主要鸟源。

C 区,该区域除有部分农田外,植被大都是非地带性植被,大多是单优势种群落,群落的优势种和建群种以草本植物为主,包括水生植物、湿生植物和陆地中生植物,按照生活型划分,以地面芽植物、地下芽植物和一年生植物为主。植被类型主要有灌丛沼泽、草丛沼泽、浅水湿地植物群落等。另外,还有加拿大杨树林、刺槐林、白羊草群落等非天然植被。在这种生境条件下^[14],分布有大量的湿地鸟类,种数达 53 种之多(占总种数的 36.05%),如鹭类、雁鸭类、鹤类和鹳类。这些鸟类的主要特点是个体大,具有明显的集群习性,其中大部分为长途迁徙鸟类。虽然该区域距离机场有一定距离,但是春、冬季迁徙时常穿越机场上空。通过调研可以确定渭河沿岸是距离西安咸阳国际机场最近的鸟源地。

3.2 鸟类的居留型决定种群数量的年活动格局变化 西安咸阳国际机场及周边区域全年主要鸟种和个体数量的变化趋势基本一致,即 2 月和 10 月分别出现 2 个高峰期,从 8 月开始鸟类种群和个体数量基本呈上升趋势,至 10 月达到最高值。出现这 2 种峰值的原因可能包括以下方面:①鸟类种群自身生物学特性所决定。在咸阳国际机场,2 月机场及周边鸟类群落的组成中既有留鸟和冬候鸟,还有一些早迁来的夏候鸟,而 10 月机场及周边鸟类群落的组成中既有留鸟和夏候鸟,同时还有一些冬候鸟的到来,所以会出现高峰期。②生态环境。在机场周边区域,9~10 月是当地的秋收季节,农田存在散落的种子比比皆是,加上野生植物种子的散落均为鸟类提供了丰富的食物资源,因此也是导致鸟类种群出现高峰期的原因之一。

3.3 突出重点区域、重要时段鸟害防治工作是机场野鸟管理工作的根本 机场鸟类种群动态规律是机场鸟害防治工作的依据,防控的重点是整治机场围界内的生态环境,预防和督促外围生态环境的综合治理。全年防控的重点时间是每年 2 月、10 月左右。机场鸟击防范工作从每年 5 月就应开始加强驱鸟的工作力度和强度,以应对机场飞行区鸟类种类和个体数量逐渐增加这一突出问题。

参考文献

- [1] 中国民航科学研究院. 2011 年中国民航鸟击航空器事件数据分析报告[R]. 北京, 2012; 3-4.
- [2] 胡伟, 陆健健. 陕西渭河平原地区鸟类物种多样性研究[J]. 生物多样性, 2001(4): 345-351.
- [3] 胡伟, 陆健健. 渭河平原地区夏季鸟类群落结构[J]. 动物学研究, 2002, 23(4): 351-355.
- [4] 李涛, 瞿学建, 马小春. 咸阳国际机场鸟撞鸟撞事件评估及预防对策[J]. 野生动物, 2011(4): 208-213.
- [5] 李永民, 姜双林, 聂传朋, 等. 阜阳机场鸟类多样性及其危险性[J]. 应用生态学报, 2011, 22(7): 1914-1920.
- [6] 李敏, 杨贵生, 邢璞, 等. 内蒙古乌海民航机场鸟类多样性与鸟撞防范[J]. 生态学杂志, 2011, 30(8): 1678-1685.
- [7] 郑作新. 中国鸟类系统检索[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2002.
- [8] 郑元美. 中国鸟类分类与分布名录[M]. 北京: 科学出版社, 2011.
- [9] 郑作新. 中国鸟类种和亚种分类名录大全[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [10] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [11] 谭丽凤. 柳州城市园林不同微栖息地类型冬季鸟类群落结构研究[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(1): 134-138.
- [12] 李晓娟, 周材权, 景望春, 等. 机场植被管理与鸟击灾害防范的研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2010, 6(1): 78-82.
- [13] 李晓娟, 周材权, 金立广. 四川南充高坪机场秋冬季节鸟类多样性与鸟撞预防[J]. 动物学研究, 2011, 28(6): 615-625.
- [14] 闫慧, 李敏, 杨贵生. 内蒙古白银库伦鸟类多样性研究[J]. 四川动物, 2011, 30(3): 424-428.
- [15] 杨凤. 动物营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 73-75.
- [16] 曹振辉, 杨林楠, 葛长荣, 等. 畜禽肌肉肌苷酸的研究进展[J]. 动物科学与动物医学, 2003, 20(12): 34-35.
- [17] 李丽, 李学伟, 帅素容, 等. 大河猪与大河乌猪的肌肉营养成分分析[J]. 中国畜牧杂志, 2008, 44(7): 6-9.
- [18] 晁金. 日粮能量浓度对肥育猪脂肪组织中脂肪沉积相关指标的影响[D]. 武汉: 武汉工业大学, 2009.

(上接第 137 页)