

网络出版时间:2013-09-22 17:09

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20130922.1709.022.html>

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

杨小婷¹, 李吕木^{1,2}, 许发芝¹, 丁小玲¹, 段明房¹, 丁在亮³, 许世富³

(1 安徽农业大学 动物科技学院, 安徽 合肥 230036; 2 安徽省畜牧生物工程技術研究中心, 安徽 合肥 230031;

3 安徽省兽药饲料监察所, 安徽 合肥 230022)

【摘要】【目的】探讨不同蛋白水平日粮对圩猪生长性能、肉质和血清生化指标的影响, 确定圩猪适宜的蛋白营养水平。【方法】选用平均体质量约为 35 kg 的健康圩猪 24 头, 按照公母比例 1:1 的原则随机分为 3 个处理组, 每组 8 个重复, 采用种猪自动饲喂系统饲喂, 耗料和体质量实时自动记录。试验期共分为 2 个阶段(生长期: 35~60 kg; 肥育期: 60~80 kg)饲养, 1, 2, 3 组生长期粗蛋白水平分别为 180, 160 和 140 g/kg, 肥育期粗蛋白水平分别为 160, 140 和 120 g/kg。3 个处理组除粗蛋白水平不同外, 其他营养水平基本一致。试验结束时, 对全部试猪前腔静脉采血以进行血液生化指标与部分内分泌激素浓度的测定, 同时每组选取 4 头体质量相近的公猪屠宰, 测定其屠宰性能和肉质。【结果】在育肥阶段, 日粮中粗蛋白含量最少的试验 3 组料体质量比极显著高于 1 组和 2 组 ($P<0.01$)。除屠宰后 24 h 肉样的 pH 值和亮度(L)值外, 各组间肉质性状差异均不显著 ($P>0.05$), 1 组屠宰后 24 h 的 pH 值显著低于 2 组 ($P<0.05$), 而 L 值显著高于 2 组 ($P<0.05$); 1 组的肌苷酸含量显著高于 2 组 ($P<0.05$), 不饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸含量极显著高于 3 组 ($P<0.01$), 但均与 2 组差异不显著 ($P>0.05$)。随着日粮蛋白水平的降低, 血清尿素氮浓度下降, 3 组血清尿素氮浓度显著低于试验 1 组和 2 组 ($P<0.05$), 血清甲状腺素 T_3 浓度显著高于 2 组 ($P<0.05$)。【结论】在日粮消化能水平为 12.77 MJ/kg 时, 圩猪生长期和肥育期日粮粗蛋白水平均以 140 g/kg 为宜。

【关键词】 圩猪; 日粮蛋白水平; 生长性能; 肉质; 血清生化指标

【中图分类号】 S816.423.2; S828.8⁺91 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-9387(2013)10-0001-08

Effect of dietary protein levels on growth performance, meat quality trait and serum biochemical parameters in Wei pigs

YANG Xiao-ting¹, LI Lü-mu^{1,2}, XU Fa-zhi¹, DING Xiao-ling¹,
DUAN Ming-fang¹, DING Zai-liang³, XU Shi-fu³

(1 College of Animal Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036, China;

2 Center of Animal Husbandry and Biological Engineering Technology, Hefei, Anhui 230031, China;

3 Institute of Veterinary Medicine Feed, Hefei, Anhui 230022, China)

Abstract: 【Objective】This study aimed to investigate the effect of dietary protein levels on growth performance, meat quality and serum biochemical parameter so as to find the suitable dietary protein levels of Wei pigs. 【Method】24 healthy Wei pigs with weight of 35 kg were randomly split to 3 groups. The pigs were fed by the automatic feeding system, and the consumption was recorded immediately. The trial was divided into two stages (growing period: 35—60 kg and finishing period: 60—80 kg). The crude protein (CP)

【收稿日期】 2012-11-27

【基金项目】 国家星火计划重点项目(2010GA710007)

【作者简介】 杨小婷(1987—), 女, 安徽亳州人, 在读硕士, 主要从事动物营养和饲料科学研究。

【通信作者】 李吕木(1956—), 男, 安徽和县人, 研究员, 博士, 博士生导师, 主要从事动物营养与饲料科学研究。

E-mail: llm56@ahau.edu.cn

levels in growing period of treatments 1, 2 and 3 were 180, 160 and 140 g/kg respectively. The CP levels in finishing period were 160, 140 and 120 g/kg respectively. Blood samples of all pigs were drawn by Vacuum tubes to determine the serum biochemical parameters and endocrine hormones. Meanwhile, 4 pigs were selected to determine the slaughter performance and meat quality. Three treatments had the consistent contents of other nutrients except the crude protein. 【Result】 In 60—80 kg stage, F/G of treatment 3 significantly increased to 7.00 when dietary CP level reduced to 120 g/kg. Carcass trait of each group had no significant difference ($P>0.05$) except pH and L . pH of 24 h after slaughter of treatment 1 was significantly lower than treatment 2 ($P<0.05$), while L_{24h} value was significantly higher than treatment 2 ($P<0.05$). The IMP content of treatment 1 was significantly higher than that of treatment 2 ($P<0.05$), while the contents of unsaturated fatty acid (UFA) and monounsaturated fatty acid (MUFA) were higher than that of treatment 3 ($P<0.01$). With the decrease of dietary CP level, the content of serum urea nitrogen (BUN) descended. The BUN content of treatment 3 was significantly lower than treatment 1 and treatment 2 ($P<0.05$), while thyroid hormone T_3 was significantly higher than treatment 2 ($P<0.05$). 【Conclusion】 When the dietary digestible energy was 12.77 MJ/kg, the appropriate CP level for Wei Pigs was 140 g/kg.

Key words: Wei pigs; dietary protein levels; 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, 是安徽省地方优良猪种之一, 具有耐粗饲、抗逆性强、肉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, 使其优良的品质性状未得到科学合理的利用。日粮蛋白质水平是调控猪肉品质的重要因素。适宜的蛋白质水平除影响动物的生长性能、胴体性状和饲料成本外, 还对肉的风味、嫩度和多汁性等特性有一定影响^[2-3]。为此, 本试验研究不同蛋白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, 以期确定其适宜的蛋白质营养需求。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本试验以日粮的蛋白水平为试验因子, 选取体质量为 35 kg 左右的健康圩猪 24 头, 公母各半, 随机分为 3 组, 每组 8 个重复, 试验各组初始体质量差异不显著 ($P>0.05$)。试猪设 2 个阶段, 即生长期 (35~60 kg) 和肥育期 (60~80 kg), 试验 1、2 和 3 组生长期日粮蛋白水平分别为 180, 160 和 140 g/kg; 肥育期日粮蛋白水平分别为 160, 140 和 120 g/kg。生长期 47 d, 肥育期 53 d, 试验期共 100 d。

1.2 试验日粮

参照中国饲料成分与营养价值表(2007)数据及

NRC(1998)和中国地方猪不同阶段饲养标准, 配制 3 种不同蛋白水平的玉米-豆粕型日粮。日粮配方和营养水平见表 1。

1.3 饲养管理

试验在安徽安泰农业有限公司圩猪保种场进行。参试猪群饲养于同一栋猪舍, 采用奥斯本种猪自动饲喂系统饲喂, 每头猪的体质量和采食量实时自动记录, 每组饲喂于同一圈猪舍。免疫、清洁和消毒工作按猪场常规程序进行, 保持圈舍通风、卫生、干燥, 试猪自由采食和饮水, 各组管理条件一致。

1.4 检测指标与方法

1.4.1 生长性能 试验期内每日传送种猪自动饲喂系统数据到电脑中, 试验开始和结束时, 试猪空腹 12 h 称体质量, 试验结束时记录各阶段试猪的平均日增质量 (ADG)、平均日采食量 (ADFI) 和料体质量比 (F/G)。

1.4.2 屠宰性能 试验结束后, 按照体质量相近的原则, 从每组选取体质量相近的 4 头公猪, 参照种猪性能测定规程 NY/T 822—2004 屠宰后, 测定并计算胴体质量、屠宰率、皮厚、背膘厚等指标。

1.4.3 肉品质 取左侧背最长肌用于肉质指标测定, 内容包括肉色、pH 值、嫩度、大理石纹、系水力、蒸煮损失、压榨损失、肌苷酸、脂肪酸和氨基酸等指标。

肉色: 采用 ADCI-WS1 型白度色度计 (北京辰泰克仪器技术有限公司) 于屠宰后 1 和 24 h 测定眼肌肉色, 其中 L 表示亮度, 取值 0~100, L 值越大,

亮度越大;*A* 表示红度,*B* 表示黄度,根据所测得的 L 、*A* 和 *B* 值判断肉色的差别。

表 1 供试日粮配方和营养水平
Table 1 Ingredient and nutrient compositions of the experimental diets

项目 Item		生长期 Grower phase			肥育期 Finisher phase		
		1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3
原料 Ingredients	玉米/(g·kg ⁻¹) Corn	525.0	583.4	642.4	582.5	641.5	701.0
	麦麸/(g·kg ⁻¹) Wheat bran	178.0	170.3	161.6	172.0	162.5	153.2
	豆粕/(g·kg ⁻¹) Soybean meal	257.0	204.0	151.0	203.5	151.0	98.3
	L-赖氨酸/(g·kg ⁻¹) L-LysoHCl	0.0	1.2	2.5	1.2	2.5	3.9
	DL-蛋氨酸/(g·kg ⁻¹) DL-Met	0.0	0.2	0.5	0.2	0.5	0.7
	苏氨酸/(g·kg ⁻¹) Thr	0.0	0.7	1.5	0.6	1.5	2.3
	色氨酸/(g·kg ⁻¹) Trp	0.0	0.2	0.5	0.0	0.5	0.6
	预混料/(g·kg ⁻¹) Premix	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
	合计/kg Total	1 000.0	1 000.0	1 000.0	1 000.0	1 000.0	1 000.00
成本/(元·kg ⁻¹) Cost		2.82	2.76	2.73	2.74	2.73	2.66
营养水平 Nutrient levels	消化能/(MJ·kg ⁻¹) DE	12.77	12.77	12.77	12.77	12.77	12.77
	粗蛋白质/(g·kg ⁻¹) CP	180.0	160.0	140.0	160.0	140.0	120.0
	赖氨酸/(g·kg ⁻¹) Lys	9.7	9.6	9.5	9.5	9.5	9.6
	蛋氨酸/(g·kg ⁻¹) Met	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	(蛋氨酸+胱氨酸)/(g·kg ⁻¹) Met+Cys	5.5	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2
	苏氨酸/(g·kg ⁻¹) Thr	6.6	6.5	6.6	6.4	6.6	6.6
	色氨酸/(g·kg ⁻¹) Trp	2.1	2.0	2.0	1.8	2.0	1.9

注:生长期每千克预混料所含营养成分为:VA 16.9 万 IU,VD₃ 7.5 万 IU,VE 330 mg,VK₃ 133 mg,VB₁ 31 mg,VB₂ 88 mg,VB₆ 55 mg,VB₁₂ 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 15 mg;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,总磷 22 g,食盐 102 g;肥育期每千克预混料所含营养成分为:VA 13.4 万 IU,VD₃ 6.5 万 IU,VE 275 mg,VK₃ 133 mg,VB₁ 8.8 mg,VB₂ 33 mg,VB₆ 11 mg,VB₁₂ 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,总磷 20 g,食盐 95 g。

Note:The nutrients of per kg of the premix for growing period:VA 16.9 MIU, VD₃ 7.5 MIU,VE 330 mg,VK₃ 133 mg,VB₁ 31mg,VB₂ 88 mg,VB₆ 55 mg,VB₁₂ 0.32 mg,biotin 5.5 mg,D-pantothenic acid 165 mg,nicotinic acid 275 mg, folic acid 8.8 mg,Lys 15 mg,Cu (as copper sulfate) 3 360 mg,Fe (as ferrous sulfate) 3 200 mg,Zn (as zinc sulfate) 2 600 mg,Mn (as manganese sulfate) 750 mg,I (as potassium iodide) 16.5 mg,Se (as sodium selenite) 8 mg,Ca 130 g,Total P 22 g,NaCl 102 g;The nutrients of per kg of the premix for finishing period:VA 13.4 MIU,VD₃ 6.5 MIU,VE 275 mg,VK₃ 133 mg,VB₁ 8.8 mg,VB₂ 33 mg,VB₆ 11 mg,VB₁₂ 0.2 mg,biotin 1.4 mg,D-pantothenic acid 135 mg,nicotinic acid 220 mg,folic acid 6.6 mg,Lys 120 g/kg,Cu (as copper sulfate) 550 mg,Fe (as ferrous sulfate) 2 200 mg,Zn (as zinc sulfate) 2 600 mg,Mn (as manganese sulfate) 650 mg,I (as potassium iodide) 16.5 mg,Se (as sodium selenite) 6 mg,Ca 130 g,total P 20 g,NaCl 95 g.

pH 值:按照 HI-9025 型 pH 计(上海帅宁仪器有限公司)使用说明进行操作。电极直接插入胴体指定部位背最长肌的中部刺孔中,深度应不小于 1 cm,将电极头部完全包埋在肉样中,测定 pH(pH₁)值(精确到 0.01)。将肉样置于 0~4 ℃冰箱中保存 24 h,可测得 pH₂₄值。

嫩度:用剪切力表示。将肉样按与肌纤维呈垂直方向切取宽度为 1.5 cm 的肉片,再用 1.27 cm 直径的圆形取样器顺着肌纤维方向钻切肉样块,共 10 个重复。按 C-LM3 型数显式肌肉嫩度仪(北京朋利驰科技有限公司)使用说明操作,记录 10 个肉块的剪切力值,计算算术平均数。

大理石纹:取胴体胸腰结合处的眼肌横切面,在 4 ℃下存放 24 h 后根据大理石纹评分标准图目测评

分。按 5 分制评定:1 分为脂肪呈极微量分布,2 分为脂肪呈微量分布,3 分为脂肪呈适量分布,4 分为脂肪呈较多量分布,5 分为脂肪呈过量分布。

系水力:用滴水损失表示。将修整好的肉样称质量(*m*₁),放置于充气的塑料袋中。用细铁丝钩住肉样一端,保持肉样垂直向下,不接触食品袋,扎紧袋口,悬吊于冰箱冷藏层,保存 24 h,取出肉样,用洁净滤纸轻轻拭去肉样表层汁液后称质量(*m*₂),按下式计算滴水损失:滴水损失=[(*m*₁−*m*₂)/*m*₁]×100%。

蒸煮损失:精确称量肉样质量(*m*₁),在中心插入温度计,放入保鲜袋,然后于 72 ℃蒸煮,当肉中心温度达到 70 ℃时取出,冷却至室温,轻轻擦干表面水分并称质量(*m*₂)。蒸煮损失=[(*m*₁−*m*₂)/

$m_1]\times 100\%$ 。

压榨损失:按 YYW-2 型应变控制式无侧限压力仪(天津市津安瑞仪器仪表有限公司)使用说明,用取样器取相同大小的柱形肉块,切成相同的厚度(1 cm 厚、直径以模具为基准)称质量(m_1),再用 18 层滤纸包裹,置于压缩仪平台上加压至 30 N 保持 5 min 后称质量(m_2)。压榨损失= $[(m_1-m_2)/m_1]\times 100\%$ 。

肌苷酸:采用 Aiglent1100 高效液相色谱仪(美国 Agilent 公司)测定肌肉中肌苷酸的含量,色谱柱:3.9 mm×30 cm,C18 柱。

脂肪酸:采用 Agilent 6890N 气质联用仪(美国 Agilent 公司)测定肌肉中脂肪酸的含量。毛细管柱型号:Agilent19091S-433, HP-5MS, 0.25 mm×30 m×0.25 μm。

氨基酸:采用 Hitachi835-50 氨基酸自动分析仪(日本日立公司)测定肌肉中氨基酸的含量。

1.4.4 血清生化指标 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)测定血清中胰岛素(Insulin)、甲状腺素 T_3 和 T_4 及促甲状腺激素浓度,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)浓度采用氧化酶法测定,总蛋白(TP)质量浓度采用双缩脲法测定;尿素氮(BUN)浓度使用 GS400 全自动生化分析仪

采用酶偶联速率法测定,试剂盒购自北京中生生物工程高技术公司。

1.5 数据处理

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;试验结果用“平均数±标准差”表示,差异显著性标准为 $P<0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 日粮蛋白水平对圩猪生长性能的影响

由表 2 可知,在生长期,不同蛋白水平日粮对圩猪的平均日增质量、平均日采食量、料体质量比和体质量增加成本影响均不显著($P>0.05$);当日粮蛋白水平为 140 g/kg(3 组)时,体质量增加成本(10.27 元/kg)分别比试验 1 组和 2 组低 9.75%和 11.47%($P>0.05$),因此生长期日粮蛋白水平以低蛋白水平(140 g/kg)为宜。肥育期,当日粮蛋白水平由 160 g/kg(1 组)降到 140 g/kg(2 组)时,料体质量比略有降低,但差异不显著($P>0.05$),当蛋白水平进一步降低到 120 g/kg 时(3 组),料体质量比增加到 7:1,与 1 组和 2 组差异均达极显著水平($P<0.01$);140 g/kg 蛋白组(2 组)的体质量增加成本(14.79 元/kg)分别比 1 组和 3 组低 3.52%和 20.57%,且极显著低于 3 组;日粮蛋白水平对平均日增质量和平均日采食量影响均不显著($P>0.05$)。可见,在生长期和肥育期 2 个阶段,以第 2 组的日粮蛋白水平较为适宜。

表 2 日粮蛋白水平对圩猪生长性能的影响

Table 2 Effect of dietary CP on growth performance of Wei pigs

生长阶段 Stage	组别 Group	平均日增质量/g ADG	平均日采食量/g ADFI	料体质量比 F/G	体质量增加成本/ (元·kg ⁻¹) Feed cost per kg of gain
生长期 Growing phase	1	593±70	2 393±260	4.04±0.39	11.38±1.10
	2	572±119	2 393±436	4.20±0.50	11.60±1.39
	3	595±115	2 235±378	3.76±0.48	10.27±1.32
肥育期 Finishing phase	1	462±163	2 524±698	5.59±0.60 Bb	15.33±1.64 ABb
	2	448±124	2 373±471	5.41±0.58 Bb	14.79±1.59 Bb
	3	391±77	2 696±353	7.00±0.93 Aa	18.62±2.47 Aa

注:数据后标不同小写字母者表示组间差异显著($P<0.05$),标不同大写字母者表示组间差异极显著($P<0.01$)。下表同。
Note:Different lowercase letters indicate significantly different ($P<0.05$) and different uppercase letters indicate high significantly different ($P<0.01$) among the groups. The same below.

2.2 日粮蛋白水平对肥育圩猪屠宰性能与胴体性状的影响

由表 3 可见,各组圩猪的屠宰率、皮厚和背膘厚均没有显著差异($P>0.05$)。随着日粮蛋白水平的降低,皮厚和屠宰率有逐渐下降的趋势。

2.3 日粮蛋白水平对肥育圩猪肉质的影响

由表 4 可知,随日粮蛋白质水平的降低,圩猪屠宰后猪肉 pH₁ 和 pH₂₄ 值均先升高后降低,日粮蛋白水平由 160 g/kg 降至 140 g/kg 时,猪肉 pH₂₄ 值显著升高($P<0.05$);各组间压榨损失、蒸煮损失、滴

水损失、剪切力和大理石纹评分结果差异均不显著 ($P>0.05$); 各组屠宰后 1 和 24 h 的 A 值和 B 值差异均不显著 ($P>0.05$); 2 组屠宰后 24 h 的 L 值显著低于 1 组 ($P<0.05$), 但 1 组与 3 组差异不显著。

说明随着日粮中蛋白水平的降低, 宰后 24 h 猪肉的 pH 值先升高后降低, 而滴水损失和 L 值先降低后升高, 从而影响了肉的色泽和嫩度。

表 3 日粮蛋白水平对肥育圩猪屠宰率和胴体性状的影响

Table 3 Effect of dietary CP levels on dressing percentage and carcass characteristics of Wei pigs in finishing period			
组别 Group	屠宰率/% Dressing percentage	皮厚/mm Skin depth	背膘厚/mm Backfat thickness
1	75.56±2.96	4.82±0.29	34.18±4.18
2	75.55±1.76	4.80±0.59	38.18±1.86
3	74.36±1.33	4.72±0.41	35.96±3.82

表 4 日粮蛋白水平对肥育圩猪肉质性状的影响

Table 4 Effect of dietary CP on meat quality of Wei pigs in finishing period							
组别 Group	pH ₁	pH ₂₄	压榨损失/% Mill loss	蒸煮损失/% Cooking loss	滴水损失/% Drip loss	剪切力/N Shear force	大理石纹评分 Marbling score
1	5.93±0.50	5.53±0.16 b	10.99±2.74	20.88±2.43	1.32±1.11	42.54±25.13	3.25±1.50
2	6.15±0.22	5.91±0.16 a	8.10±5.04	19.38±3.61	0.66±0.22	52.83±33.38	4.25±0.96
3	5.99±0.23	5.64±0.23 ab	8.20±4.05	20.53±1.95	1.49±1.67	38.19±7.27	4.00±0.82
组别 Group	L_1	A_1	B_1	L_{24}	A_{24}	B_{24}	
1	39.53±4.81	7.33±0.98	9.70±0.96	41.73±2.53 a	8.85±1.98	10.46±1.89	
2	33.31±4.25	8.79±2.19	8.20±3.66	35.13±3.33 b	8.06±1.14	7.84±2.11	
3	37.17±3.17	9.80±1.76	8.49±1.79	40.85±4.81 ab	7.69±1.87	10.99±2.09	

注: L 、 A 、 B 表示肉色值, L 表示亮度, A 表示红度, B 表示黄度; 下标 1 和 24 分别表示屠宰后 1 和 24 h 的测定值。

Note: L 、 A and B represent brightness, redness and yellowness, 1 and 24 represent the measured value of postmortem 1 h and 24 h.

2.4 日粮蛋白水平对肥育圩猪肌肉中脂肪酸含量的影响

于 1 组和 2 组 ($P<0.05$), 1 组十八碳-顺-9-烯酸的含量显著高于 3 组 ($P<0.05$), 1 组和 2 组的十六碳-顺-7-烯酸的含量显著高于 3 组 ($P<0.05$), 其他脂肪酸含量在各组间均无显著差异 ($P>0.05$)。

由表 5 可以看出, 试验 3 组圩猪肌肉中十四烷酸的含量显著高于 2 组 ($P<0.05$), 十六碳-顺-9-烯酸、十七烷酸、十八碳烷酸和二十烷酸的含量显著高

表 5 日粮蛋白水平对肥育圩猪肌肉中脂肪酸含量的影响

Table 5 Effect of dietary CP on fatty acids in meat of Wei pigs in finishing period				%
脂肪酸 Fatty acid	1 组 Group 1	2 组 Group 2	3 组 Group 3	
十四烷酸 Tetradecanoic acid	1.36±0.28 ab	1.17±0.18 b	2.05±0.76 a	
十五烷酸 Pentadecanoic acid	0.05±0.01	0.12±0.17	0.05±0.004	
十六碳-顺-9-烯酸 Palmitoleic acid	4.57±1.08 b	4.16±0.89 b	7.02±2.16 a	
十六烷酸 Hexadecanoic acid	24.97±2.11	26.98±3.95	30.38±3.42	
十七烷酸 Heptadecanoic acid	0.28±0.08 b	0.27±0.07 b	0.42±0.08 a	
十八碳-顺-9-烯酸 Oleic acid	4.74±0.74 a	4.54±0.80 ab	3.58±0.32 b	
十八碳烷酸 Octadecanoic acid	14.99±0.60 b	16.04±3.64 b	20.63±2.26 a	
全顺-5,8,11,14-二十碳四烯酸 Arachidonic acid	2.09±0.71	1.87±0.39	1.88±0.51	
二十碳-7,10,13-三烯酸 7,10,13-Eicosatrienoic acid	0.47±0.21	0.40±0.09	0.40±0.03	
二十碳-5,8,11,14,17-五烯酸 cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid	0.27±0.09	0.20±0.05	0.23±0.07	
二十烷酸 Eicosanoic acid	0.40±0.05 b	0.36±0.13 b	0.64±0.17 a	
十六碳-顺-7-烯酸 Cis-7-Hexadecenoic Acid	45.82±5.08 a	43.87±4.64 a	32.73±8.04 b	
饱和脂肪酸 SFA	42.04±2.86 Bb	44.95±4.04 ABb	54.17±6.15 Aa	
不饱和脂肪酸 UFA	57.96±2.86 Aa	55.05±4.04 AaB	45.83±6.15 Bb	
单不饱和脂肪酸 MUFA	55.13±3.36 Aa	52.58±4.16 AaB	43.32±6.41 Bb	
多不饱和脂肪酸 PUFA	2.83±0.96	2.48±0.48	2.50±0.59	

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。

Note: The results are indicated by the percentage of corresponding peak area of the fatty acid methyl ester in the total fatty acid methyl ester peak area of total ion current chromatogram.

随着日粮蛋白水平的降低,圩猪肌肉中饱和脂肪酸含量呈升高趋势,不饱和脂肪酸含量呈下降趋势;3 组饱和脂肪酸含量极显著高于 1 组($P<0.01$),而不饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸含量极显著低于 1 组($P<0.01$),多不饱和脂肪酸含量在各组间无显著差异。

2.5 日粮蛋白水平对肥育圩猪肌肉中肌苷酸和氨基酸含量的影响

从表 6 可以看出,1 组圩猪肌肉中的肌苷酸含量最高,3 组次之,2 组最低,其中 1 组的肌苷酸含

量显著高于 2 组($P<0.05$);各组圩猪肌肉中氨基酸含量差异均不显著($P>0.05$)。2 组肌肉中必需氨基酸的含量高于其他 2 组($P>0.05$)。

2.6 日粮蛋白水平对肥育圩猪血清生化指标的影响

表 7 表明,各组圩猪血清中总蛋白质量浓度和葡萄糖浓度无显著差异($P>0.05$);血清尿素氮浓度随着日粮蛋白水平的降低而减小,3 组的尿素氮浓度显著低于其他 2 组($P<0.05$)。

表 6 日粮蛋白水平对肥育圩猪肌肉中肌苷酸和氨基酸含量的影响

Table 6 Effect of dietary CP on IMP and amino acids in meat of Wei pigs in finishing period

组别 Group	肌苷酸/ ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$) IMP	天冬氨酸/% Asp	苏氨酸/% Th	丝氨酸/% Ser	谷氨酸/% Glu	甘氨酸/% Gly	丙氨酸/% Ala	脯氨酸/% Pro	缬氨酸/% Val	蛋氨酸/% Met
1 组 Group 1	2.23±0.29 a	2.02±0.07	0.97±0.02	0.83±0.02	3.72±0.10	0.87±0.03	1.19±0.04	0.66±0.04	1.08±0.04	0.52±0.03
2 组 Group 2	1.57±0.37 b	2.17±0.10	1.01±0.04	0.87±0.03	3.84±0.18	0.98±0.08	1.26±0.06	0.74±0.07	1.17±0.04	0.50±0.02
3 组 Group 3	2.02±0.15 ab	2.03±0.22	0.98±0.11	0.84±0.09	3.76±0.40	0.91±0.07	1.21±1.13	0.69±0.11	1.11±0.13	0.53±0.09

组别 Group	异亮氨酸/% Ile	亮氨酸/% Leu	酪氨酸/% Tyr	苯丙氨酸/% Phe	组氨酸/% His	赖氨酸/% Lys	精氨酸/% Arg	必需 氨基酸/% EAA	非必需 氨基酸/% NEAA
1 组 Group 1	1.04±0.03	1.78±0.05	0.76±0.02	0.84±0.03	1.13±0.05	1.94±0.05	1.43±0.04	8.16±0.25	12.61±0.25
2 组 Group 2	1.09±0.05	1.86±0.08	0.77±0.04	0.88±0.04	1.24±0.03	2.02±0.07	1.51±0.06	8.51±0.32	13.36±0.58
3 组 Group 3	1.04±0.11	1.79±0.20	0.77±0.11	0.84±0.10	1.19±0.16	1.94±0.21	1.45±0.12	8.22±0.94	12.83±1.39

表 7 日粮蛋白水平对肥育圩猪血清生化指标的影响

Table 7 Effect of dietary CP levels on serum biochemical indicators of Wei pigs in finishing period

组别 Group	总蛋白/($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) Total protein	尿素氮/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) Urea nitrogen	葡萄糖/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) Glucose
1 组 Group 1	78.15±5.05	7.49±0.88 a	4.40±0.90
2 组 Group 2	80.47±2.46	6.87±1.04 a	5.55±2.16
3 组 Group 3	79.65±5.30	5.55±0.59 b	5.25±2.46

2.7 日粮蛋白水平对肥育圩猪甲状腺功能的影响

从表 8 可以看出,各组圩猪甲状腺素 T_4 、胰岛

素和促甲状腺激素浓度无显著差异($P>0.05$),但 2 组甲状腺素 T_3 浓度显著低于 3 组($P<0.05$)。

表 8 日粮蛋白水平对肥育圩猪内分泌功能的影响

Table 8 Effect of dietary CP on endocrine function of Wei pigs in finishing period

组别 Group	甲状腺素 T_3 /($\text{pmol}\cdot\text{L}^{-1}$) Thyroxine T_3	甲状腺素 T_4 /($\text{pmol}\cdot\text{L}^{-1}$) Thyroxine T_4	胰岛素/($\text{pmol}\cdot\text{L}^{-1}$) Insulin	促甲状腺激素/($\text{pmol}\cdot\text{L}^{-1}$) TSH
1 组 Group 1	4.05±1.26 ab	16.42±2.82	72.62±39.65	0.005 3±0.001 2
2 组 Group 2	3.02±0.68 b	14.61±2.37	63.99±28.18	0.005 7±0.001 0
3 组 Group 3	4.71±0.59 a	16.39±1.16	94.66±37.47	0.005 3±0.001 0

3 讨 论

3.1 日粮蛋白水平对圩猪生长性能的影响

很多研究表明,添加合成氨基酸后,降低日粮蛋白质水平并不影响猪的生长性能^[4-5]。本试验结果显示,在补充氨基酸使各组氨基酸水平相同的条件下,蛋白水平对生长猪的生长性能无显著影响,这与 Myer 等^[6]的试验结果相同。但是若日粮蛋白水平过低,则会对生产性能产生影响。Tuitoek 等^[7]研究表明,降低日粮蛋白质水平 4%,即使补充赖氨

酸、苏氨酸、色氨酸、异亮氨酸和缬氨酸,仍会降低平均日增体质量,增加料肉比,这与本试验中肥育期的试验结果一致。本试验中,在生长期和肥育期,140 g/kg 蛋白组圩猪的料体质量比和生产成本均低于其他 2 组。因此,从生产性能和体质量增加成本考虑,日粮蛋白水平以 140 g/kg 为宜。

3.2 日粮蛋白水平对圩猪胴体性状和肉品质的影响

Kerr 等^[8]研究表明,采用按消化能和代谢能配制的低蛋白质补充氨基酸日粮,有使猪胴体变肥的

趋势,这是因为降低日粮中蛋白质含量,补充的必需氨基酸可以减少动物能量损失,减少多余氨基酸的脱氨作用,降低蛋白质周转和动物产热,增加能量在体内的利用率,使多余的能量以脂肪形式沉积下来,从而使胴体变肥。就本试验而言,降低日粮蛋白水平,对屠宰率和背膘厚影响均不显著($P>0.05$)。

适当减少日粮蛋白质的摄入量,可降低胶原蛋白的合成数量,改变胶原蛋白交联结构的形式,从而改善肉的嫩度^[9]。但目前关于日粮蛋白质水平对猪肉品质影响的研究结果并不一致。Goerl 等^[10]研究日粮蛋白质水平对体质量 28~104 kg 猪肉品质的影响,结果发现,提高日粮蛋白质水平可引起猪肌肉大理石纹减少和肉嫩度下降;Tuitoek 等^[7]认为,日粮蛋白质水平对肉的 pH 值、滴水损失、嫩度、肉色和大理石纹无明显影响;但 Ruusunen 等^[11]研究认为,日粮蛋白质水平对滴水损失有显著影响,日粮蛋白质水平的降低可增加滴水损失。本试验结果表明,肥育期日粮蛋白水平由 140 g/kg 升高到 160 g/kg 时,大理石纹减少;日粮蛋白水平由 120 g/kg 升高到 140 g/kg 时,剪切力升高、肉嫩度下降,这与 Wood 等^[9]和 Goerl 等^[10]的研究结果一致。

pH 值的降低是乳酸增加的结果,屠宰后肌肉中底物糖原糖酵解产生乳酸,因此屠宰时肌肉糖原含量越多,产生的乳酸越多,最终 pH 值越低。低蛋白日粮能增加糖酵解的潜力^[11]。本研究中,当日粮蛋白水平由 140 g/kg 降至 120 g/kg 时,糖酵解加剧,pH 值降低,而低的 pH 值会导致肉色苍白和低的系水力,所以随着日粮蛋白水平的增加,宰后 24 h 猪肉的 pH 值先升高后降低,而滴水损失和 L 值先降低后升高。由此可见,圩猪日粮蛋白水平为 140 g/kg 时,肉质最佳。

3.3 日粮蛋白水平对圩猪肌肉中脂肪酸含量的影响

脂肪酸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。有研究表明,多不饱和脂肪酸的含量过高,会产生软脂现象,猪肉感官性能差,易氧化,使肉质下降;肌肉中饱和脂肪酸与单不饱和脂肪酸的含量高,其嫩度、多汁性、香味评分值较高^[12]。尽管消费者喜欢不饱和脂肪酸多的脂肪,但从肉质的角度考虑,这类脂肪质地柔软而且油腻,食用品质和加工品质均下降,且由于不饱和脂肪酸含量高,脂肪发生氧化和产生异味的可能性也大。在本试验中,饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸含量分别以 3 组和 1 组最高,2 组的多

不饱和脂肪酸含量最低,因此从肉品质角度考量,日粮蛋白水平以 140 g/kg 为宜。

3.4 日粮蛋白水平对圩猪肌肉中肌苷酸和氨基酸含量的影响

肌苷酸是肌肉中鲜味的重要物质,影响肌肉肌苷酸含量的主要因素有遗传因素、饲料组成、屠宰方法以及储藏温度等^[13],提高肌肉中肌苷酸的含量可以增加肉质的鲜味。甘氨酸、天冬氨酸、丝氨酸、丙氨酸和谷氨酸属于鲜味氨基酸,是形成肉品香味所必需的前体氨基酸,与肉的风味有直接关系^[14],尤其谷氨酸是最主要的鲜味物质,具有形成肉鲜味和缓冲咸与酸等味道的特殊功效^[15]。谷氨酸、天冬氨酸、丙氨酸、甘氨酸除本身是一类重要的鲜味呈味物质外,其还可与肌苷酸协同作用显著增强肌肉的鲜味口感。本试验中,除酪氨酸和蛋氨酸外,试验 2 组圩猪肌肉中其他各氨基酸含量均高于其他 2 组($P>0.05$)。因此,在肥育期,日粮蛋白水平为 140 g/kg 时,对猪肉鲜味的提升有一定的促进作用。

3.5 日粮蛋白水平对圩猪血清生化指标的影响

血清总蛋白含量反映了机体蛋白质合成代谢的强弱,血清总蛋白质含量的升高可促使其机体向组织蛋白沉积正方向进行,从而促进组织器官的生长和发育^[16]。血清中总蛋白质量浓度和尿素氮浓度与猪的蛋白质营养密切相关。研究认为,血清尿素氮与日粮蛋白质品质呈负相关,氨基酸平衡状况良好时,血清尿素氮浓度下降^[17-18]。尿素氮水平低,说明机体沉积蛋白质的速度加快,从而提高生长性能。本试验中,试验 3 组血清尿素氮浓度最低,因此生长期日增质量最高,生长速度最快。说明肥育期日粮蛋白水平以 120 g/kg 为宜。

3.6 日粮蛋白水平对圩猪甲状腺功能的影响

胰岛素对动物机体的脂肪、蛋白质、糖类、电解质和水代谢都起着不同程度的调控作用。机体摄入蛋白质和氨基酸可刺激胰岛素分泌,且不同氨基酸对胰岛素分泌细胞的刺激效应不同。Papas 等^[19]发现,血清胰岛素浓度随日粮蛋白质水平的增加而升高。本试验中肥育期日粮蛋白质水平由 120 g/kg 提高到 140 g/kg 时,血清胰岛素浓度降低,但日粮蛋白质水平提高到 160 g/kg 时,血清胰岛素浓度又呈升高趋势。这种差异可能由不同的遗传基础所致。

血清中甲状腺素 T_3 、 T_4 水平对甲状腺功能正常与否具有参考意义,甲状腺素 T_3 、 T_4 能调节许多基因的表达,影响酶或蛋白质的合成,进而影响动物

机体内众多重要生理生化代谢过程。本研究发现,当日粮蛋白水平由 140 g/kg 降至 120 g/kg 时,血清中甲状腺素 T_3 浓度显著升高,可能是由于日粮蛋白水平的降低,导致甲状腺激素代谢紊乱,直接或间接影响到丘脑-垂体-甲状腺轴系统功能,使周围组织的 5-脱碘酶的活性受到抑制,进而使甲状腺素 T_4 经外环脱碘产生甲状腺素 T_3 ^[20]。因此,肥育期日粮蛋白水平为 140 g/kg 时,圩猪甲状腺功能较正常。

4 结 论

综合考虑生长性能、肉质和血清生化指标,在日粮消化能水平为 12.77 MJ/kg 时,圩猪生长期和肥育期适宜的粗蛋白水平均以 140 g/kg 为宜。

[参考文献]

- [1] 张伟力,殷宗俊,查 伟. 圩猪概述 [J]. 养猪,2011(3):41-43.
Zhang W L, Yin Z J, Zha W. The summarize of Wei pigs [J]. Raising Pigs, 2011(3):41-43. (in Chinese)
- [2] Almeida E C, Fialho E T, Rodrigues P B, et al. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs [J]. Revista Brasileira Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science, 2010, 39(9):1961-1968.
- [3] Cisneros F, Ellis M, Baker D H, et al. The influence of short-term feeding of amino acid-deficient diets and high dietary leucine levels on the intramuscular fat content of pig muscle [J]. Animal Science, 1996, 63(3):517-522.
- [4] Figueroa J L, Lewis A J, Miller P S, et al. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets [J]. Journal of American Science, 2002, 80(11):2911-2919.
- [5] Zervas S, Zijlstra R T. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pig [J]. Journal of American Science, 2002, 80(12):3247-3256.
- [6] Myer R O, Brendemuhl T H, Barnett R D. Crystalline Lysine and threonine supplementation of soft red winter wheat or triticale, low-protein diets for growing-finishing swine [J]. Journal of American Science, 1996, 74(3):577-583.
- [7] Tuitoek J K, Young L G, Delange C F M, et al. The effect of reducing excess dietary acids on growing-fishing pig performance; An evaluation of the ideal protein concept [J]. Journal of American Science, 1997, 75(6):1575-1583.
- [8] Kerr B J, Southern L L, Bidner T D, et al. Influence of dietary protein level, amno acid supplementation, and dietary energy level, growing-finishing pig performance and carcass composition [J]. Journal of Animal Science, 2003, 81(12):3075-3087.
- [9] Wood J D, Nute G R, Richardson R I, et al. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs [J]. Meat Science, 2004, 67(4):651-667.
- [10] Goerl K F, Eilert S J, Mandigo R W, et al. Pork characteristics as affected by two populations of swine and six crude protein levels [J]. Journal of Animal Science, 1995, 73(12):3621-3626.
- [11] Ruusunen M, Partanen K, Poso R, et al. The effect of dietary protein supply on carcass composition, size of organs, muscle properties and meat quality of pigs [J]. Livestock Science, 2007, 107(2):170-181.
- [12] Cameron N D, Enserm B. Genotypewith nutrition interaction on fatty acid composition of intramuscular fat and the relationship with flavour of pigmeat [J]. Meat Science, 2000(55):187-195.
- [13] Fujimura S, Muramoto T, Katsukawa M. Chemical analysis and sensory evelution of free amino acids and 5'-inosinic acid in meat of Hinai-dori, Japanese native chicken comparison with broilers and layer pullets [J]. Animal Science and Technology, 1994, 65(7):610-618.
- [14] 朱 砺, 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.
Zhu L, Li X W, Shuai S R, et al. The analysis of muscle nutrition components between Da He pig and Wu He pig [J]. Chinese Journal of Animal Science, 2008, 44(7):6-9. (in Chinese)
- [15] Chen H Y, Lewis A J, Miller P S, et al. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts [J]. Journal of Animal Science, 1999, 77(12):3238-3247.
- [16] Sun Z T, Ma Q G, Li Z R, et al. Effect of partial substitution of dietary spray-dried porcine plasma or fishmeal with soybean and shrimp protein hydrolysate on growth performance, nutrient digestibility and serum biochemical parameters of weanling piglets [J]. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 2009, 22(7):1032-1037.
- [17] Chen H Y, Atkinson J L, Saunders J C, et al. Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs with different protein accretion [J]. Journal of Animal Science, 1995, 73:2631-2639.
- [18] Coma J, Zitnmenan D R, Carion D. Relationship of rate of lean tissue growth and other factors to concentration of urea on plasma of pigs [J]. Journal of Animal Science, 1995, 73(9):3649.
- [19] Papas A, Campbell L D, Cansfield P E. The effects of glucosinolate on egg iodine and thyroid status of poultry [J]. Canadian Journal of Animal Science, 1987, 59(2):119-131.
- [20] 黄成虎, 王有涛, 朱大菊, 等. 糖尿病患者血清中甲状腺激素水平变化的意义 [J]. 南阳医学院学报, 2008(4):342-343.
Huang C H, Wang Y T, Zhu D J, et al. The change of serum thyroid hormone in diabetes patients [J]. Journal of Yunyang Medical College, 2008(4):342-343. (in Chinese)