

构树叶对育肥猪生产性能、肉品质及营养物质表观消化率的影响

杨青春¹, 陈绍红², 刘 铀^{2*}

(1. 广东海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088; 2. 广东海洋大学 现代生化中心, 广东 湛江 524088)

摘要: 为探究日粮中添加构树叶粉对育肥猪生产性能、肉品质及营养物质表观消化率的影响, 将 30 头日龄相近、体质量约为 60 kg 的杜×长×大三元杂交猪随机分成 2 组(对照组和试验组), 对照组饲喂基础日粮, 试验组在基础日粮中添加 10% 的构树叶粉, 分别测定生产性能、屠宰性能、肉品质及对营养物质的表观消化率。结果显示, 与对照组相比, 试验组平均日增体质量降低了 2.06%, 平均日采食量提高了 0.78%, 料重比提高了 2.89%, 差异均不显著; 背膘厚度显著降低 28.57%, 眼肌面积显著提高 9.96%; 肌内脂肪含量、谷氨酸钠含量分别显著提高 20.40%、13.62%; 粗蛋白、干物质、钙及总能的表观消化利用率分别显著降低 5.01%、5.61%、15.27%、5.72%, 磷的表观消化率显著提高了 10.90%。可见, 添加适量构树叶粉, 不影响育肥猪生产性能, 可改善肉品质。

关键词: 构树叶; 育肥猪; 生产性能; 肉品质; 屠宰性能; 表观消化率

中图分类号: S816.5⁺1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2014)07-0133-05

The Effect of *Broussonetia papyrifera* Leaf on the Production Performance, Meat Quality and Apparent Digestibility of Fattening Pigs

YANG Qing-chun¹, CHEN Shao-hong², LIU You^{2*}

(1. College of Agriculture, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China;

2. Modern Biochemical Center, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 524088, China)

Abstract: The present study was aimed to investigate the effect of the production performance, meat quality and apparent digestibility of fattening pigs by dietary supplementation of *Broussonetia papyrifera* leaf meal. Thirty crossbred Duroc×Landrace×Yorkshire(DLY) growing pigs which weighed about 60 kg and similar-day-old were selected and divided into two groups randomly(the control and experimental groups). The control group was fed with basal diet, the experimental group was fed with diet which comprised with 10% *Broussonetia papyrifera* leaf and 90% basal diet. The growth and slaughter performance, meat quality and apparent digestibility were measured respectively. The results showed that, compared with the control group, the AGD of experimental group was decreased by 2.06% and the ADFI and F/G were increased by 0.78% and 2.89%. The eye muscle area, the IMF and the sodium glutamate content of the experimental group were significantly increased by 9.96%, 20.40% and 13.62% respectively and the back-fat thickness was significantly decreased by 28.57%. The apparent digestibility of CP, DM, Ca and

收稿日期: 2014-02-20

基金项目: 广东省农业厅项目(0809035)

作者简介: 杨青春(1989-), 女, 内蒙古乌兰察布人, 在读硕士研究生, 研究方向: 动物营养与免疫。

E-mail: 466424628@qq.com

* 通讯作者: 刘 铀(1966-), 男, 湖南湘乡人, 教授, 博士, 主要从事动物传染病学的教学和研究。

E-mail: liuy6254282@163.com

CE of experimental group were significantly decreased by 5.01%, 5.61%, 15.27% and 5.72%, and the P was apparently increased by 10.90%. In conclusion, the proper proportion addition of *Broussonetia papyrifera* leaf meal in the diet of fattening pigs had positive effect to improve the meat quality, while had no negative effects on production performance.

Key words: *Broussonetia papyrifera* leaf; fattening pigs; growth performance; meat quality; slaughter performance; apparent digestibility

构树(*Broussonetia papyrifera* Vent)是一种落叶乔木,原名楮树,为桑科构属类。其适应性强,耐干冷、湿热,容易成活,山间地头随处可见,不占用耕地。构树在我国华北、华中、华东、华南、西北、西南等地区分布广泛,南方地区极为常见^[1-3]。构树全身是宝,其已被广泛应用于造纸、制药、制皂等行业,经济价值较高^[4]。研究^[5-6]发现,构树叶的营养成分非常丰富,蛋白质含量为其干质量的24%,仅次于大豆,是玉米、小麦等常规饲料中蛋白质含量的2~3倍,且脂肪、无氮浸出物及矿物质钙的含量也很高。很早就有用构树叶饲喂畜禽的实践,民间素有“家有五棵构,养猪不发愁”的说法。构树叶产量高,1株5a以上的构树,年产鲜叶100kg以上。较高的产量为构树叶替代常规饲料原料,解决饲料紧张、人畜争粮问题奠定了基础。近年来,在饲料紧缺、动物性蛋白饲料价格飙升的养殖行业中,构树叶作为非常规饲料原料的应用和研究成为热门课题^[7-9]。目前,尚未见关于构树叶按比例替代常规全价饲料对三元杂交商品肉猪的生产性能、肉质影响的报道。为此,以杜×长×大三元杂交猪生长育肥猪为研究对象,深入探索构树叶替代部分常规饲料对其肥育效果的影响,为构树叶在饲料领域的进一步开发及利用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 构树叶粉

本试验所用构树叶采自广东海洋大学后山动物系实习基地。所采摘的新鲜构树叶用自来水冲洗后,晾干,用粉碎机打粉后过0.425mm筛,备用。常规方法测得其营养成分:粗蛋白20.587%,粗纤维13.506%,粗脂肪3.115%,粗灰分13.644%,水分11.298%,无氮浸出物37.841%。

1.2 试验动物与试验设计

本试验选用日龄相近、体质量相当(约60kg)、体况健康的杜×长×大三元杂交猪30头(公母比例3:2,公猪已去势),按公母比例随机分为对照组和试验组,每组3个重复,每个重复5头猪;对照组供

试猪饲喂基础日粮,试验组饲喂以10%构树叶粉替代等质量基础日粮的试验饲料。预饲7d后进行为期60d的正式饲养试验,正式试验结束后,于每重复随机挑出2头猪,其中1头用来进行屠宰试验,另外1头进行为期4d的消化试验。

1.3 日粮配方与饲养管理

试验所用的基础日粮为玉米-豆粕型,参照NRC(1998)标准,按育肥阶段猪的营养需求量进行配置,基础日粮组成和营养水平见表1。在7d预饲期中,试验组前4d在原来饲料中逐渐按比例混入试验饲料,后3d全部换为试验饲料。预饲期结束及试验结束后对所有试验猪空腹称质量1次,并记录相关数据。试验期为60d,饲养管理、免疫等按猪场正常程序进行,每天观察猪的食欲、粪便、健康状况并做详细记录。饲喂试验结束后,将用于做消化试验的供试猪放于消化代谢笼中进行代谢试验,试验期间每天9:00、17:00各投料1次,自由饮水,每次投料要注意少喂勤添,添加量以料槽内略有剩余为准,如饲料有剩余或浪费,称量并作详细记录。试验期内各组、各重复试验动物饲养管理条件一致。

表1 基础日粮配比与营养水平

日粮组成	含量/%	营养水平	含量
玉米粉	62.50	粗蛋白/%	18.49
豆粕	23.50	粗脂肪/%	2.98
麸皮	10.00	粗纤维/%	2.81
预混料*	4.00	无氮浸出物/%	57.10
共计	100.00	钙/%	0.68
		总磷/%	0.53
		消化能/(MJ/kg)	13.10

注:预混料是由佛山市顺德区喜得宝企业有限公司提供。4%预混料产品成分(每千克预混料中含量):维生素A≥200 000 IU,维生素D₃≥38 000 IU,维生素E≥375 IU,维生素K₃≥48 mg,维生素B₁≥35 mg,维生素B₂≥100 mg,维生素B₆≥75 mg,维生素B₁₂≥0.50 mg,胆碱≥5.0 mg,泛酸≥375 mg,烟酸≥375 mg,叶酸≥15.0 mg,生物素≥2.5 mg,Fe≥2 750 mg,Cu≥2 500 mg,Mn≥1 000 mg,I≥10.0 mg,Se≥2.5 mg,Zn≥3 000 mg,NaCl 7.0%~13.0%,水分≤10%,钙11.0%~18.0%,总磷1.5%~6.0%。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 生产性能 记录试验育肥猪起始体质量、结束体质量、每天采食量和总采食量并计算平均日增

体质量、平均日采食量和料重比。

1.4.2 屠宰性能 饲养试验结束后,从试验组、对照组中各选取 3 头(每个重复 1 头)体质量适中的参试猪进行屠宰试验,测定其胴体性状指标。

屠宰率:屠宰前称取供试猪空腹体质量,屠宰后称取供试猪的热胴体质量,计算屠宰率。

宰后将左半胴体分割,分离各块的骨、瘦肉、脂肪、皮和皮脂,分别称质量和汇总,所得结果用于计算瘦肉率、骨率、皮脂率、后腿比例、背膘厚度和眼肌面积^[10]。

1.4.3 肉质 采集右半胴体胸腰部结合处背最长肌用于肉质检测分析。

滴水损失:于屠宰后 45 min 取第 3~6 腰椎处背最长肌,修整为长 1.5 cm、宽 1 cm、高 0.5 cm 的肉块,称质量(W_1),用细铁丝垂直悬挂于密闭塑料袋内,肉块不要接触袋壁,置于 4℃冰箱内保存 24 h 后取出,吸干肉块表面汁液后称质量(W_2)。

$$\text{滴水损失} = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$$

剪切力:剪切力直接反映出肉品的嫩度,取第 1~2 腰椎处背最长肌,除净脂肪、筋膜,将其修整成沿肌纤维方向 1 cm,垂直于肌纤维方向 1.5 cm,厚 1 cm 的肉块,用肌肉嫩度仪测定其嫩度。

肉色:在屠宰后 1~2 h 内用目测评分的方法对背最长肌的横断面的肉色评分,评分标准见表 2。

表 2 肌肉肉色评分标准

1 分	2 分	3 分	4 分	5 分
灰白色 (异常肉色)	轻度灰白 (倾向异常肉色)	正常鲜红色	正常紫红色	色暗黑色 (异常肉色)

熟肉率:熟肉率所用肉样(100 g)取自左侧胴体的腰大肌,仔细剥离并清除肉样外膜附着的脂肪组织后准确称量,得到初始质量(W_3),开水煮 45 min,捞出挂晾 30 min 后称质量(W_4)。

$$\text{熟肉率} = W_4 / W_3 \times 100\%$$

肉样 pH 值测定:屠宰后 1 h,采用 pH 计直接测量法测定胸腰段背最长肌肉样中心处的 pH 值。

肌肉常规营养成分分析:于宰后 2~3 h 内,取背最长肌中心部位约 100 g,以常规营养成分测定方法分别测定肌肉中水分、粗脂肪(肌肉脂肪)、粗蛋白

以及粗灰分含量。

游离氨基酸和谷氨酸钠含量分别采用 GB/T 12143.2—1989 和 GB/T 5009.43—2003 测定。

1.4.4 表观消化率 样品收集:记录试验猪的采食量、剩料量、排粪量。采用全收粪法收集粪样,并将每天收集的粪样进行充分混合,采用四分取样法,取每天总粪量 1/10 的粪样,按照粪样质量 5% 的比例加入 10% 盐酸固氮,再加几滴甲苯防腐,于 4℃保存,待消化试验结束后将各处理组的粪样混匀,于 65℃烘箱中烘干,回潮 25 h,备用。

饲料原料和粪样成分指标测定:粗脂肪采用索氏抽提法测定(GB/T 6433—2006);粗纤维采用纤维测定仪测定(GB 6434—94);粗蛋白含量采用凯氏定氮法测定(GB/T 5009.5—2003);水分含量的测定采用直接干燥法(GB/T 5009.3—2003);粗灰分含量的测定采用直接灰分法(GB/T 5009.4—2003);能量采用氧弹式热量测定仪测定(美国 PARR-1281 型);钙含量采用 EDTA 络合滴定法(GB 6436—2002)测定;磷含量采用磷-钒-钼酸铵法(GB 6437—2002)测定^[11-12]。无氮浸出物的含量按以下公式计算:

$$\text{无氮浸出物} = [100 - (\text{水分} + \text{粗灰分} + \text{粗蛋白} + \text{粗脂肪} + \text{粗纤维}) \text{含量}] \times 100\%$$

$$\text{计算表观消化率,表观消化率} = (\text{饲料营养物质含量} - \text{粪样营养物质含量}) / \text{饲料营养物质含量} \times 100\%$$

1.5 数据统计与分析

所有试验数据均先用 Excel 2003 进行处理,再用 SPSS 13.0 软件进行统计分析,LSD 法进行多重比较,试验结果用平均数±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 构树叶对育肥猪生产性能的影响

由表 3 可看出,与对照组相比,平均日增体质量降低了 2.06%,平均日采食量、料重比分别提高了 0.78%、2.89%($P > 0.05$)。前人^[13-15]研究结果表明,饲料中添加适量的构树叶粉,不会对猪的生产性能造成显著的负面影响。这与本试验结果一致,初步论证了构树叶粉替代常规饲料的可行性。

表 3 构树叶对育肥猪生产性能的影响

组别	初始体质量/kg	结束体质量/kg	平均日增体质量/g	平均日采食量/kg	料重比
对照组	59.67±6.31	100.23±8.91	676.00±15.50	2.57±0.17	3.80±0.13
试验组	59.62±1.24	99.34±0.47	662.05±12.50	2.59±0.14	3.91±0.09

2.2 构树叶对育肥猪屠宰性能的影响

由表 4 可以看出,与对照组相比,试验组背膘厚度显著降低 28.57%,眼肌面积显著提高 9.96%,瘦肉率提高 2.45%,皮脂率降低 11.87%。这表明饲料中添加构树叶粉可以有效降低生长猪的脂肪沉积量。另外,试验组的骨率与对照组相比提高了 6.73% ($P>0.05$),说明饲喂构树叶对生长猪钙、磷等矿物质的沉积有积极作用。

表 4 构树叶粉对育肥猪屠宰性能的影响

项目	对照组	试验组
宰前活体质量/kg	105.00±6.11a	104.33±3.71a
屠宰率/%	71.97±1.95a	69.58±1.55a
后腿比例/%	31.92±1.24a	32.67±1.24a
骨率/%	11.59±0.53a	12.37±0.48a
瘦肉率/%	67.86±1.93a	69.52±2.62a
皮脂率/%	20.55±2.25a	18.11±2.88a
背膘厚/mm	17.50±1.55a	12.50±0.29b
眼肌面积/cm ²	40.27±3.72b	44.28±5.36a

注:同行数据标注不同字母表示差异显著 ($P<0.05$),表 5 同。

2.3 构树粉对育肥猪肉品质的影响

从表 5 可以看出,与对照组相比,试验组中的肌内脂肪含量、谷氨酸钠含量分别显著提高了 20.40%、13.62%。肌内脂肪含量与肉的香味、多汁和口感有直接的正相关关系^[16],饲料中添加构树叶粉对生长猪的脂肪沉积有积极影响;谷氨酸钠极具鲜味,会使肉质味道更加鲜美。另外,试验组中的 pH 值、游离

氨基酸含量、肉色值分别比对照组提高了 3.04%、8.25%、19.00%,熟肉率提高了 1.27%,肌肉剪切力、滴水损失降低了 7.62% 和 1.52%,差异均不显著。

表 5 饲料中添加构树叶粉对育肥猪肉品质的影响

项目	对照组	试验组
剪切力/(kg·f)	1.05±0.11a	0.97±0.14a
熟肉率/%	58.92±2.10a	59.67±1.23a
滴水损失/%	3.95±0.32a	3.89±0.14a
肉色	2.79±0.31a	3.32±0.13a
pH	6.25±0.09a	6.44±0.21a
水分/%	71.81±0.05a	72.14±0.11a
粗蛋白/%	83.84±0.41a	83.49±0.43a
肌内脂肪/%	3.48±0.67b	4.19±0.62a
粗灰分/%	4.93±0.12a	5.12±0.19a
谷氨酸钠/(mg/g)	4.92±0.56b	5.59±0.32a
游离氨基酸/($\times 10^{-2}$ g/g)	16.48±1.46a	17.84±2.54a

2.4 构树叶对育肥猪表观消化率的影响

由表 6 可知,与对照组相比,试验组的粗蛋白、干物质、钙、总能的表现消化率分别显著降低 5.01%、5.61%、15.27%、5.72%,说明构树叶中的部分营养物质不易被猪消化利用。而构树叶添加组磷的表现消化率显著升高 10.90%,表明构树叶有效磷含量较高。

表 6 构树叶营养物质的表观消化率

组别	粗蛋白	粗纤维	干物质	无氮浸出物	钙	磷	总能
对照组	87.25±1.31a	57.21±0.54a	87.73±0.23a	90.24±0.12a	73.41±0.06a	63.88±0.37b	87.93±0.12a
试验组	82.88±1.37b	54.20±3.26a	82.81±0.62b	93.59±0.03a	62.20±0.77b	70.84±0.70a	82.90±0.64b

注:同列数据标注不同字母表示差异显著 ($P<0.05$)。

3 结论与讨论

构树叶含有丰富的粗蛋白、无氮浸出物、钙、磷等多种微量元素和矿物质,是优质的非常规饲料原料,但其粗纤维含量相对较高,对单胃动物来说过量的构树叶不易消化。何国英^[17]在基础日粮中使用 20% 构树叶粉,采用肛门收粪法计算出生长猪对各指标的表现消化率明显偏小,这也说明日粮中构树叶添加量太高,会阻碍营养成分的消化吸收。另外,本试验结果还表明,构树叶中粗蛋白、粗纤维、干物质等部分营养物质不易被动物消化利用。因此,今后的研究可以考虑将构树叶进行益生菌发酵等预处理后,再添加到动物日粮中。

本研究结果表明,构树叶对供试猪的生产性能无明显影响;构树叶组瘦肉率、肌内脂肪含量提高,背膘厚度、皮脂率降低。肌内脂肪的增加有助于改善肉品香味和多汁性^[17-19]。这一方面可能是因为构树叶打粉后直接用作饲料,其中纤维素含量较高,能量水平相对较低,不利于脂肪的沉积;另一方面也有可能是因为构树叶中的某些成分有促进肌内脂肪沉积而抑制皮脂和背膘形成的作用,但具体的作用机制还有待进一步研究。构树叶组谷氨酸钠、游离氨基酸含量提高。谷氨酸钠极具鲜味,会使肉质味道更加鲜美;肌肉中的游离氨基酸与机体内还原糖之间可发生美拉德反应,是形成熟肉制品风味最重要途径之一^[20]。构树叶

组生产性能及部分屠宰性能有下降的趋势,这可能与构树叶饲料只是经过初步加工粉碎,营养成分不易被机体利用,构树饲料粗纤维含量较高有关。屠宰试验结果表明,构树叶组的胴体骨率以及肌肉中的粗灰分含量提高,这可能与构树叶中含有较多的微量元素有直接关系^[21]。此外,唐亮^[18]研究发现,构树叶添加组中除无氮浸出物外,各种主要指标的表观消化率均低于或显著低于基础日粮对照组,但生产性能等无显著差异,与本研究结果一致。由此可见,添加10%构树叶粉替代基础日粮基本可行,但配合了构树叶粉的基础日粮中应适当调低粗蛋白、磷、总能等添加水平,这样才能使构树叶的营养成分得到充分利用,不至于造成养分浪费,但具体配方调整方案有待进一步试验研究。

综上所述,日粮中添加构树叶对育肥猪的生产性能无不良影响,且可以提高屠宰性能、改善肉质。构树叶可以用作一种优质的非常规饲料原料添加到基础日粮中,从而节省饲料成本。

参考文献:

- [1] 杨祖达,陈华,叶要妹,等. 构树叶资源利用潜力的初步研究[J]. 湖北林业科技, 2002(1): 1-3.
- [2] 张秋玉,李远发,梁芳. 构树资源研究利用现状及其展望[J]. 广西农业科学, 2009, 40(2): 217-220.
- [3] 魏会琴,刘忠华,万文. 构树研究概况及展望[J]. 福建林业科技, 2008, 35(4): 261-266.
- [4] 孙建昌,胡彬,方小平. 构树综合开发与利用[J]. 贵州林业科技, 2006, 34(4): 61-64.
- [5] 侯改凤,李瑞,陈达图,等. 构树叶的生物学功能及其在畜禽生产中的应用[J]. 中国饲料, 2013(12): 11-13.
- [6] 夏中生,何国英,廖志超,等. 构树叶粉用作生长肥育猪饲料的营养价值评价[J]. 粮食与饲料工业, 2008(12): 37-38.
- [7] 党晓鹏. 非常规蛋白质原料替代原则与加工工艺[J]. 广东饲料, 2014, 22(2): 41-43.
- [8] 盛清凯,李会荣,孙延军,等. 利用非常规饲料原料发酵湿喂技术增加生猪养殖效益[J]. 饲料广角, 2013(21): 39-40.
- [9] 王勇生. 单细胞蛋白饲料的营养及其在养殖业中的应用[J]. 山东饲料, 2002(8): 3-4.
- [10] 陈代文,李学伟. 有机铬添加剂对猪生产性能和肉质的影响[J]. 四川农业大学学报, 2002, 20(1): 49-52.
- [11] 杨春雷,杨裕,巩振华. 复合酶制剂对断奶仔猪生长性能和营养物质消化的影响[J]. 山西农业科学, 2013, 41(10): 1122-1124.
- [12] 曾佩玲,张常明,王修启,等. 日粮不同赖氨酸水平对生长猪养分表观消化率、血清氨基酸含量和生化指标的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(增刊): 116-120.
- [13] 吴健平,卢雪芬,夏中生,等. 饲料中使用构树叶粉饲喂良凤花肉鸡的效果[J]. 畜牧与兽医, 2010, 42(12): 51-55.
- [14] 孙华,李海军,彭先文,等. 构树叶粉饲用价值的初步评价[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(31): 19222-19223.
- [15] 唐亮,夏中生,白剑飞,等. 饲料中构树叶粉对生长肥育猪生产性能、血清生化指标及养分消化率的影响[C]//中国畜牧兽医学会动物营养学分会第十次学术研讨会论文集, 2008.
- [16] Castell J D, Bell J G, Tocher D R, et al. Effects of purified diets containing different combinations of arachidonic and docosahexaenoic acid on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) [J]. Aquaculture, 1994, 128(3): 315-333.
- [17] 何国英. 非常规饲料——构树叶(LBP)的营养价值评定研究[D]. 南宁: 广西大学, 2005.
- [18] 唐亮. 饲料中构树叶粉对生长肥育猪生产性能、胴体品质、血清生化指标及养分消化率的影响[D]. 南宁: 广西大学, 2008.
- [19] DeVol D L, McKeith F K, Bechtel P J, et al. Variation in composition and palatability traits and relationships between muscle characteristics and palatability in a random sample of pork carcasses [J]. Journal of Animal Science, 1988, 66: 385-395.
- [20] 杨龙江,常泓. 肉与肉制品风味形成的研究进展[J]. 肉类工业, 2001(5): 17-21.
- [21] 屠焰,习其玉,张蓉,等. 杂交构树叶的饲用营养价值分析[J]. 草业科学, 2009, 26(6): 136-139.