

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2018-0418

韩建成, 蔺红玲, 江汉青, 贾汝敏, 汪春, 周汉林, 贺军军, 江杨, 李海亮, 陈永辉, 李秀芬. 砂仁茎叶对雷州黑山羊生长性能及血液生化指标的影响. 草业科学, 2019, 36(6): 1634-1640.

HAN J C, LIN H L, JIANG H Q, JIA R M, WANG C, ZHOU H L, HE J J, JIANG Y, LI H L, CHEN Y H, LI X F. Effect of stems and leaves of *Amomum villosum* on growth performance and blood biochemical indexes of Leizhou black goats. Pratacultural Science, 2019, 36(6): 1634-1640.



砂仁茎叶对雷州黑山羊生长性能 及血液生化指标的影响

韩建成^{1,2}, 蔺红玲^{1,2}, 江汉青^{1,2}, 贾汝敏⁴, 汪春², 周汉林³, 贺军军^{1,2},
江杨^{1,2}, 李海亮², 陈永辉^{1,2}, 李秀芬⁴

(1. 中国热带农业科学院湛江实验站, 广东 湛江 524091; 2. 中国热带农业科学院亚热带作物研究所, 广东 湛江 524091;
3. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海南 儋州 571737; 4. 广东海洋大学农学院, 广东 湛江 571101)

摘要: 为分析日粮中添加不同比例新鲜砂仁 (*Amomum villosum*) 茎叶对雷州黑山羊生长性能和血液生化指标的影响, 本研究选择 20 只雷州黑山羊, 随机分为 4 组 (CK、I、II、III), 每组 5 只; 对照组饲喂基础饲料, 试验 I 组、试验 II 组、试验 III 组在基础饲料中分别用 5%、10% 和 20% 的新鲜砂仁茎叶等量替代日粮王草, 试验期 60 d。结果表明: 试验 I 和试验 II 组雷州黑山羊的平均日采食量 (average daily feed intake, ADFI)、平均日增重 (average daily gain, ADG) 均显著高于 CK 组和试验 III 组 ($P < 0.05$), CK 和试验 III 组差异不显著 ($P > 0.05$); 试验 II 组的料重比 (Feed to gain, F/G) 显著低于对照组和其他试验组 ($P < 0.05$); 除了试验 III 组谷丙转氨酶 (glutamic-pyruvic transaminase, ALT)、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP) 显著高于 CK 组 ($P < 0.05$), 其他血液生化指标在各组间差异均不显著 ($P > 0.05$)。以上结果说明, 新鲜砂仁茎叶作为一种中草药粗饲料在雷州黑山羊日粮中适宜添加比例为 10%, 这为砂仁茎叶饲料化开发利用提供理论基础。

关键词: 砂仁茎叶; 雷州黑山羊; 生长性能; 血液生化指标

中图分类号: S816.32 文献标志码: A 文章编号: 1001-0629(2019)06-1634-07

Effect of stems and leaves of *Amomum villosum* on growth performance and blood biochemical indexes of Leizhou black goats

HAN Jiancheng^{1,2}, LIN Hongling^{1,2}, JIANG Hanqing^{1,2}, JIA Rumin⁴, WANG Chun², ZHOU Hanlin³,
HE Junjun^{1,2}, JIANG Yang^{1,2}, LI Hailiang², CHEN Yonghui^{1,2}, LI Xiufen⁴

(1. Zhanjiang Experimental Station of Chinese Academy of Tropical Sciences, Zhanjiang 524091, Guangdong, China;
2. South Subtropical Crops Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Zhanjiang 524091, Guangdong, China;
3. Tropical crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Sciences, Danzhou 571737, Hainan, China;
4. College of Agronomy, Guangdong Ocean University, Zhanjiang 571101, Guangdong, China)

收稿日期: 2018-07-10 接受日期: 2019-01-16

基金项目: 中国热带农业科学院基本科研业务费专项资金“热带饲料作物与畜牧产业化技术集成”创新团队项目; 草畜一体化循环养殖养殖技术集成示范 (1630102017005); 粤西草畜一体化循环养殖与旱作节水技术集成与示范 (1630102018002); 农村综合改革示范试点重点专项“草畜一体化试验示范基地建设”(1630102016007)

第一作者: 韩建成 (1982-), 男, 甘肃武威人, 副研究员, 硕士, 主要从事热带草畜一体化循环养殖及热带饲料资源开发利用等研究。
E-mail: hanjiancheng810@163.com

通信作者: 蔺红玲 (1986-), 女, 甘肃靖远人, 助理研究员, 硕士, 主要从事热带草畜一体化循环养殖、中兽药饲料添加剂、兽医药理和毒理学等研究。E-mail: lhl122446@126.com

Abstract: To study the effects of different proportions of stems and leaves of *Amomum villosum* in the diet of Guangdong Leizhou black goats on growth performance and blood biochemical indexes, 20 goats were selected and randomly divided into 4 groups (CK, I, II, and III), with 5 black goats per group. The control group (CK) was fed with a standard premixed diet. The test I, II, and III groups were fed with 5%, 10%, and 20% of King grass, respectively, which was replaced by an equal quantity of fresh *A. villosum* along with a constant basal diet. The trial period was 60 days. It was found that there was a significantly higher average daily feed intake (ADFI) and average daily gain (ADG) in the test I and II and CK groups than in the test III group ($P < 0.05$), but there was no significant difference between the CK and test III group ($P > 0.05$). Feed to gain of the test II group was significantly lower than that of the control and other test groups ($P < 0.05$). The glutamic-pyruvic transaminase (ALT) and alkaline phosphatase (ALP) of the test III group was significantly higher than that of the CK group ($P < 0.05$); other blood biochemical indexes were not significantly different in the other test groups ($P > 0.05$). In summary, 10% was the optimal proportion of stems and leaves of *A. villosum*, as a Chinese herbal medicine and source of roughage, in the daily diet of Leizhou black goats. The results will provide a theoretical basis for the development and utilization of the stems and leaves of *A. villosum* as forage.

Keywords: *Amomum villosum*; Leizhou black goats; growth performance; blood biochemical indexes

Corresponding author: LIN Hongling E-mail: lh1122446@126.com

砂仁 (*Amomum villosum*) 是姜科豆蔻属常绿本草植物, 主要分布在广东、广西、福建、云南等地, 其花、果、茎、叶、根均可入药, 主要以果实入药, 是我国四大南药之一^[1-2]。砂仁具有益气健脾、除湿降燥、调气理血等功效, 主要治疗脾胃气滞、噎膈呕吐、宿食不消、腹痛痞胀、寒泻、冷痢、先兆性流产等病症^[3-5]。砂仁叶中的挥发性成分与砂仁果实中的相似, 均以乙酸龙脑酯和樟脑为主, 非挥发性成分主要包括黄酮类、甾醇类、单糖类、脑苷类、脂肪酸类, 但其发挥药理作用的主要是挥发性成分, 具有强烈的行气消胀、健胃止呕等功效^[6-9]。在采摘果实后产生了大量的砂仁茎叶, 因其药用价值低, 大部分被遗弃田间而腐败, 造成了资源浪费和环境污染。李乔仙等^[10]对砂仁茎叶的营养成分和品质进行了初步的研究, 发现新鲜砂仁茎叶的粗脂肪和粗蛋白含量较高, 粗纤维含量较低, 也是一种消化率高、营养价值全面的优质饲料资源。

雷州黑山羊是我国国家级优良地方品种, 分布在广东省雷州半岛一带, 由于长年高温高湿气候条件, 造成黑山羊体内湿热疾病高发和季节性饲料短缺等产业发展问题, 因此寻求开发新的饲料资源迫在眉睫。而广东是我国砂仁种植的主产区之一^[11], 如果将废弃的砂仁茎叶开发成为可被草食动物所利用的药用饲料资源, 既能减少资源浪费和环境污染, 又可为大量草食动物提供优质粗

饲料, 还可降低抗生素的使用。本研究以新鲜砂仁茎叶替代基础饲料王草, 探讨日粮中添加不同比例砂仁茎叶对雷州黑山羊生长性能和血液生化指标的影响, 以期对砂仁茎叶饲料化开发利用提供试验依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验黑山羊、砂仁茎叶均为中国热带农业科学院湛江实验站黑山羊养殖场和林下砂仁种植基地提供, 按照试验设计, 每天采集新鲜砂仁茎叶后用粉碎机切成2~3 cm长度投喂。

1.2 试验设计及日粮组成

选取20只月龄相近、体重为 (17.25 ± 0.32) kg、体质健康的断奶雷州黑山羊, 随机分成4组, 即: 对照组CK、试验I组、试验II组和试验III组, 每组5只。在试验期间, 对照组和试验组羊精料投放量相同, 试验I组、试验II组和试验III组粗饲料在精料相同的基础上, 分别用5%、10%、20%的新鲜砂仁茎叶等量替代新鲜王草 (*Pennisetum sinense*)。具体试验羊日粮组成、精料配方及营养水平如表1所列。

1.3 试验期及饲养管理

饲喂试验在中国热带农业科学院湛江实验站黑山羊养殖基地进行。试验黑山羊全部在圈养舍饲

表1 试验羊日粮组成及营养水平
Table 1 Dietary composition and nutrient levels of the feed

原料 Ingredient	精料日粮组成 Composition/%	营养水平 Nutritional level			
		营养指标 Nutrition index	精料 Ingredient	王草 King grass	砂仁茎叶 <i>Amomum villosum</i> leaves and stem
玉米 Corn	72.3	干物质 Dry matter/%	89.56	20.59	31.46
豆粕 Soybean meal	15.0	消化能 Digestible energy/%	13.70	—	—
麸皮 Wheat meal	10.0	粗蛋白质 Crude protein/%	16.20	9.51	10.13
预混料 Premix	1.0	中性洗涤纤维 Neutral detergent fibre/%	22.41	54.60	45.51
石粉 Stone dust	0.2	酸性洗涤纤维 Acid detergent fibre/%	12.60	35.07	28.56
食盐 Salt	1.5	钙 Calcium/%	1.01	0.25	1.53
合计 Total	100	磷 Phosphorus/%	0.51	0.15	0.18

表中各营养物均以干物质计, 其中预混料为每千克日粮提供: VA 15 000 IU, VD 5 000 IU, VE 50 mg, 铁9 mg, 铜12.5 mg, 锌100 mg, 锰130 mg, 硒0.3 mg, 碘1.5 mg, 钴0.5 mg。

The dietary composition and nutrient levels were calculated based on air dried matter. The premix provides the following per kg of diet: VA 15 000 IU, VD 5 000 IU, VE 50 mg, Fe 9 mg, Cu 12.5 mg, Zn 100 mg, Mn 130 mg, Se 0.3 mg, I 1.5 mg, Co 0.5 mg。

条件下完成, 预试期 10 d, 正式试验 60 d。预试期开始前, 将试验黑山羊进行驱虫, 对养殖区域及饲喂工具等进行彻底的消毒处理。对照组在试验前后均饲喂基础日粮, 试验组在预试期添加新鲜砂仁茎叶时采用逐渐添加原则, 防止一次性换料给黑山羊带来身体机能紊乱等不良影响, 造成试验误差。预试期过后, 进行为期 60 d 的正式试验, 每天饲喂 3 次, 分别是 07:00、12:00 和 17:00, 先精料, 后粗料, 自由饮水, 每天称重食槽内剩余的草料, 稍有剩余为准, 并做好记录。每天清扫羊舍 1 次, 每周对整个圈舍全面消毒 1 次, 以防传染病的发生。

1.4 样品采集及测定

1.4.1 平均日采食量和平均日增重的测定

饲喂试验正式开始第 1 天, 清晨、空腹对各组试验羊进行称重, 并记录为初重量。然后每天对各组精料和粗饲料的投喂量和剩余量进行称重, 做好记录并计算平均日采食量。试验结束后, 清晨对黑山羊进行空腹称重, 并记录为末重, 计算平均日采食量 (average daily feed intake, ADFI, $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$) 和平均日增重量 (average day gain, ADG, $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$)。

1.4.2 血液生化指标测定

试验结束当天清晨, 对所有试验黑山羊进行空腹颈静脉采血, 每只采血 5 mL, 将采集的血液置于 4 °C 冰箱。用迈瑞 Mindray 全自动生化分析仪

(型号 BS-220) 测定血液中的谷丙转移酶 (glutamic-pyruvictransaminase, ALT)、总蛋白 (total protein, TP)、白蛋白 (albumin, ALB)、球蛋白 (globulin, GLB)、碱性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、尿素氮 (blood ureanitrogen, BUN)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、总胆固醇 (total cholesterol, TC) 和葡萄糖 (glucose, GLU)。

1.5 数据分析

试验数据用 Excel 2010 进行统计分析, 用 SAS9.0 软件的 ANOVA 程序对 ADG、ADFI、F/G 和主要的血液生化指标进行了方差分析, 结果以“平均值 ± 标准差”表示; 用 Excel 2010 对 ADFI 制图。各组数据的结果差异显著性用 Duncan 氏法分析比较, 以 $P > 0.05$ 为差异不显著, $P < 0.05$ 为差异显著判断标准。

2 结果与分析

2.1 日粮中添加不同比例砂仁茎叶对雷州黑山羊平均日采食量的影响

随着日粮中新鲜砂仁茎叶替代王草比例的不断增加, 各试验组 ADFI 均有所增加 (图 1); 其中, 添加 10% (试验组 II) 的平均日采食量 (ADFI) 最高, 添加 5% (试验组 I) 和 10% 的 ADFI 显著高于 CK 组和添加 20% (试验组 III) 的试验组 ($P < 0.05$); CK 和试验 III 组差异不显著 ($P > 0.05$), 试验 III 组的 ADFI

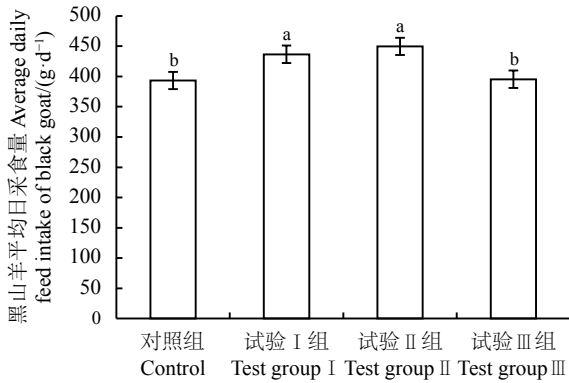


图 1 日粮中添加不同比例砂仁茎叶对雷州黑山羊 ADFI 的影响

Figure 1 Effect of different proportions of stems and leaves of *Amomum villosum* on ADFI of Leizhou black goats

不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Different lowercase letters indicate significant difference between the treatments at the 0.05 level.

相比试验 I 组和试验 II 组低。

2.2 日粮中添加不同比例的砂仁茎叶对雷州黑山羊平均日增重和料重比的影响

在日粮中添加一定比例的新鲜砂仁茎叶后, 添加 5%、10% 和 20% 的黑山羊的平均日增重 (ADG) 分别达到了 71.53、75.33 和 55.55 $\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$, 较 CK 均有增加的趋势, 添加 5% 和 10% 的 ADG 均显著高于 CK 组和添加 20% 的试验组 ($P < 0.05$), CK 与添加 20% 组差异不显著 ($P > 0.05$) (表 2)。以添加 10% 的新鲜砂仁茎叶增重效果最明显, 添加 5% 的效果次之, 当添加比例增加至 20% 时, 雷州黑山羊的 ADG 较添加 5% 和 10% 试验组有下降的趋势。

3 个试验组的料重比 (F/G) 均低于对照组, 其中添加 10% 的显著低于对照组和添加 20% 组 ($P < 0.05$), 添加 5% 和 10% 的差异不显著 ($P > 0.05$)。添加

20% 和对照组差异不显著 ($P > 0.05$) (表 2)。

2.3 日粮中添加不同比例的砂仁茎叶对雷州黑山羊主要血液指标的影响

饲喂试验结束后, 血液生化指标结果显示, 除了试验 III 组谷丙转移酶 (ALT)、碱性磷酸酶 (ALP) 显著高于 CK 组外 ($P < 0.05$), 其他血液生化指标在各组间差异均不显著 ($P > 0.05$) (表 3)。因此, 日粮中添加 10% 的新鲜砂仁茎叶对雷州黑山羊血液生化指标无显著影响, 但新鲜砂仁茎叶的比例增加至 20% 时, 雷州黑山羊血液中 ALT、ALP 显著升高, 对黑山羊肝脏正常代谢产生了一定的影响。

3 讨论

3.1 新鲜砂仁茎叶对雷州黑山羊的日采食量、日增重和料重比的影响

砂仁茎叶中的挥发油成分以乙酸龙脑酯和樟脑为主, 其中樟脑具有强烈的行气消胀、健胃止呕等功效, 能够兴奋消化道副交感神经和扩张心肌血管的作用, 对胃黏膜具有刺激效应及调节胃肠功能活动的作用^[12-14]。本研究在雷州黑山羊日粮中添加不同比例的新鲜砂仁茎叶, 发现添加比例小于 20% 时, 随着日粮中其比例的增加, 雷州黑山羊的 ADFI 逐渐增加, 并且消化吸收功能也逐渐增强; 当新鲜砂仁茎叶的添加比例升至 20% 时, 雷州黑山羊的 ADFI 和 ADG 较添加比例为 5% 和 10% 有下降的趋势。这可能与砂仁茎叶的有效成分对胃肠道的双向调节作用有关, 过量添加导致了砂仁茎叶对胃肠功能起到负反馈抑制作用, 从而造成了雷州黑山羊采食量下降, 进而导致 ADG 降低, 这与万绵杰等^[15]研究发现砂仁叶对胃肠功能具有

表 2 砂仁茎叶对雷州黑山羊平均日增重 (ADG) 和料重比 (F/G) 的影响

Table 2 Effect of stems and leaves of *Amomum villosum* on daily average weight gain (ADG) and ratio of feed and gain (F/G) in Leizhou black goats

处理 Treatment	试验初重 Initial weight/kg	试验末重 Final weight/kg	总增重 Total weight/kg	平均日增重 Average daily weight/($\text{g}\cdot\text{d}^{-1}$)	料重比 Ratio of feed and gain
对照组 Control	17.22 ± 0.06a	20.43 ± 0.38b	3.21 ± 0.15b	53.50 ± 0.42b	7.35 ± 0.35a
试验 I 组 Test I	17.10 ± 0.04a	21.39 ± 0.49a	4.29 ± 0.31a	71.53 ± 0.90a	6.10 ± 0.21b
试验 II 组 Test II	17.76 ± 0.44a	22.28 ± 0.67a	4.52 ± 0.53a	75.33 ± 1.46a	5.97 ± 0.14b
试验 III 组 Test III	16.93 ± 0.71a	20.26 ± 0.96b	3.33 ± 0.08b	55.55 ± 0.02b	7.03 ± 0.56a

同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Different lowercase letters within the same column indicate significant difference at the 0.05 level.

表3 日粮中添加不同比例的砂仁茎叶对雷州黑山羊主要血液指标的影响
Table 3 Effect of different proportions of stems and leaves of *Amomum villosum* in diets on main blood biochemical indexes of Leizhou black goats

指标 Item	对照组 Control	试验 I 组 Test group I	试验 II 组 Test group II	试验 III 组 Test group III
碱性磷酸酶 Alkaline phosphatase/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	148.33 ± 16.33b	152.33 ± 1.77b	150.52 ± 2.01b	320.02 ± 2.01a
谷丙转氨酶 Glutamic-pyruvic transaminase/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	25.47 ± 0.54b	26.80 ± 3.31b	27.07 ± 3.72b	53.40 ± 3.21a
总蛋白 Total protein/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	69.63 ± 2.34a	70.23 ± 1.34a	70.40 ± 3.02a	69.55 ± 2.12a
白蛋白 x-protein/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	27.63 ± 1.42a	26.50 ± 2.51a	26.03 ± 1.33a	28.23 ± 1.23a
球蛋白 Globulin/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	42.00 ± 3.55a	43.73 ± 2.14a	42.37 ± 1.56a	43.10 ± 2.59a
尿素氮 Blood urea nitrogen/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	8.27 ± 0.32a	7.97 ± 1.06a	8.62 ± 0.54a	8.22 ± 0.63a
甘油三酯 Triglyceride/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	0.59 ± 0.09a	0.58 ± 0.04a	0.57 ± 0.03a	0.63 ± 0.13a
总胆固醇 Total cholesterol/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	2.95 ± 0.02a	2.89 ± 0.09a	3.02 ± 0.05a	3.00 ± 0.03a
葡萄糖 Glucose/($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	1.80 ± 0.17a	1.91 ± 0.12a	1.87 ± 0.31a	1.85 ± 0.23a

同行不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Different lowercase letters within the same row indicate significant difference at the 0.05 level.

调节作用的研究结果一致。

料重比 (F/G) 是指饲料的消耗量与总增重的比值, 反映了饲料的质量与饲喂效果, 料重比越低, 饲料转化率越高。研究表明, 新鲜砂仁茎叶替代量低于 20% 时, 雷州黑山羊 ADFI、ADG 依次增加, F/G 逐渐降低, 其中试验 II 组降低的最低。说明试验 II 组的饲料转化率最高。

3.2 新鲜砂仁茎叶对雷州黑山羊血液生化指标的影响

谷丙转氨酶 (ALT) 是动物肝脏功能是否正常的一项重要指标^[16]。无论是哪种因素引起血液中 ALT 浓度的升高, 均可作为动物机体出现异常的重要表现^[17-18], 添加比例为 20% 的砂仁茎叶时, 其血液中的 ALT 的含量与其他试验组的差异显著, 说明高添加量的砂仁茎叶对雷州黑山羊的肝脏功能产生了一定的负面影响, 这可能是过量添加的砂仁叶中的乙酸龙脑酯和樟脑等活性成分抑制了山羊肝脏 I 和 II 相解毒酶的活性所致^[19-20]。

碱性磷酸酶 (ALP) 是经肝胆道外排的一种酶, 从某种程度上说, 也是反映肝脏功能正常与否的一项重要指标^[21]。试验 III 组的 ALP 显著高于 CK、试验 I 组、试验 II 组, 且 CK 和试验 I 组、试验 II 组差异不显著。进一步说明高添加量的砂仁茎叶对雷州黑山羊的肝功能有一定的影响, 至于砂仁茎叶引起血液中 ALP 的升高原因还有待于进一步研究。

血液中的总蛋白 (TP) 是白蛋白 (ALB) 和球蛋白 (GLB) 的总和, 反映动物机体消化利用蛋白质的程度^[22]。研究表明, 各试验雷州黑山羊血液中 TP、ALB 和 GLB 含量差异不显著, 说明在日粮中新鲜砂仁茎叶添加比例低于 20% 时, 对雷州黑山羊的蛋白质消化和吸收未产生明显的影响。

血液中尿素氮 (BUN) 能够反映动物体内蛋白质代谢和氨基酸平衡状况, 也与动物采食蛋白质的量以及对蛋白质的利用率有关。血清 BUN 浓度较低表明氨基酸平衡较好, 机体蛋白质合成率较高^[23]。当动物采食蛋白质的量少或者蛋白质利用率高时, 血清中 BUN 水平会下降, 相反则会升高^[24]。研究表明, 各试验羊之间 BUN 差异不显著, 说明试验羊体内氨基酸平衡较好, 对蛋白质能够进行充分的利用。

甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (TC) 和血液葡萄糖 (GLU) 的能够反映动物脂肪代谢、肝脏功能和糖代谢状况^[25]。各试验组的 TG、TC 含量和血糖水平无显著差异性, 说明本研究设置的添加比例为 5%、10% 时对雷州黑山羊脂肪代谢、糖代谢不会产生不良影响, 而且对雷州黑山羊的生产性能具有显著的提升作用, 可以作为保健性粗饲料加以推广应用。

4 结论

本研究通过添加不同比例砂仁茎叶替代粗饲料王草, 发现 10% 的新鲜砂仁茎叶的添加比例, 可促

进雷州黑山羊胃肠消化吸收功能, 可以显著增加舍饲雷州黑山羊的 ADFI 和 ADG, 有效改善雷州黑山羊的生长性能, 并对机体血液生理生化指标不会产生不良影响。

参考文献 References:

- [1] 国家药典委员会. 中国药典 (I 部). 北京: 化学工业出版社, 2010: 236-237.
STATE PHARMACOPOEIA COMMISSION. Chinese Pharmacopoeia (Part I). Beijing: Chemical Industry Press, 2010: 236-237.
- [2] 陈彩英, 詹若挺, 王小平. 砂仁的药用文献研究与开发利用. 新中医, 2009(9): 110-115.
CHEN C Y, ZHAN R T, WANG X P. Research and development of medical literature of *Amomum villosum*. The New Chinese Medicine, 2009(9): 110-115.
- [3] DENG C H, WANG A Q, SHEN S. Rapid analysis of essential oil from *Fructus amomi* by pressurized hot water extraction followed by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 2005, 38(2): 382-331.
- [4] KANG W. Application of gas chromatography-quadrupole-time-of-flight-mass spectrometry for post-target analysis of volatile compounds in *Fructus amomi*. European Journal of Mass Spectrometry, 2013, 19(2): 103-110.
- [5] XUE X, YANG D, WANG D, XU X, ZHU L, ZHAO Z. Solidification of floating organic drop liquid-phase microextraction cell fishing with gas chromatography-mass spectrometry for screening bioactive components from *Amomum villosum* Lour. Biomedical Chromatography, 2015, 29(4): 26-32.
- [6] HUANG Q, DUAN Z, YANG J, MA X, ZHAN R, XU H, CHEN W. SNP typing for germplasm identification of *Amomum villosum* Lour. based on DNA barcoding markers. PLoS One, 2014, 9(12): e114940.
- [7] 陈红, 程再兴, 范振东. 不同提取方法提取长泰砂仁中两种黄酮苷的对比研究. 时珍国医国药, 2013, 24(10): 2387-2388.
CHEN H, CHENG Z X, FAN Z D. Contrastive study on the extraction of two flavonoids from *Amomum villosum* by different extraction methods. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2013, 24(10): 2387-2388.
- [8] 樊亚鸣, 黄晓兰, 陈永亨, 廖子英, 林海清. 春砂仁多糖的提取及组分分析. 广州大学学报, 2006, 5(4): 30-32.
FAN Y M, HUANG X L, CHENG Y H, LIAO Z Y, LIN H Q. Extraction and component analysis of polysaccharide from *Amomum villosum* L. Journal of Guangzhou University, 2006, 5(4): 30-32.
- [9] YING H, LIU J, DU Q. Analysis and determination of oestrogen-active compounds in *Fructus amomi* by the combination of high-speed counter-current chromatography and high performance liquid chromatography. Journal of Chromatography B, 2014, 958: 36-42.
- [10] 李乔仙, 高月娥, 亏开兴, 刘建勇, 黄必志, 王安奎, 王馨, 杨国荣. 砂仁茎叶饲用营养价值评定. 畜牧与兽医, 2016, 48(10): 61-63.
LI Q X, GAO Y E, QU K X, LIU J Y, HUANG B Z, WANG A K, WANG X, YANG G R. Evaluation of nutritional value of *Amomum villosum* for forage. Animal Husbandry and Veterinary vets, 2016, 48(10): 61-63.
- [11] 李世杰, 张丹雁, 严娅娟, 曹曼. 响应面法优化阳春砂多糖的超声辅助提取工艺. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(22): 47-51.
LI S J, ZHANG D Y, YAN Y J, CAO M. Response surface method to optimize ultrasonic assisted extraction process of polysaccharides from Yangchun Sand. Chinese Journal of Experimental Formulations, 2013, 19(22): 47-51.
- [12] HE X Y, WANG H, YANG J F, DENG K, WANG T. RNA sequencing on *Amomum villosum* Lour. induced by MeJA identifies the genes of WRKY and terpene synthases involved in terpene biosynthesis. Genome, 2018, 61(2): 91-102.
- [13] XUE X, YANG D P, WANG D M, XU X J, ZHU L P, ZHAO Z M. Solidification of floating organic drop liquid-phase microextraction cell fishing with gas chromatography-mass spectrometry for screening bioactive components from *Amomum villosum* Lour. Biomedical Chromatography, 2015, 29(4): 626-632.
- [14] ZHANG D Y, LI S J, XIONG Q P, JIANG C X, LAI X P. Extraction characterization and biological activities of polysaccharides from *Amomum villosum*. Carbohydrate Polymers, 2013, 5(11): 114-122.
- [15] 万锦杰. 砂仁叶油化学成分分析及初步药理研究. 广州: 广州中医药大学硕士论文, 2017.
WAN M J. Preliminary study on the pharmacological activities of *Amomum villosum* leaf oil. Master Thesis. Guangzhou: Guangzhou

University of Chinese Medicine, 2017.

- [16] 李改英, 廉红霞, 孙宇, 傅彤, 高腾云. 青贮紫花苜蓿对奶牛生产性能、尿素氮和血液生化指标的影响. *草业科学*, 2015, 32(8): 1329-1336.
LI G Y, LIAN H X, SUN Y, FU T, GAO T Y. Effects of alfalfa silage on production performance, urea nitrogen and blood biochemical index in dairy cow. *Pratacultural Science*, 2015, 32(8): 1329-1336.
- [17] LI Z, SUGINO T S, OBITSU T, TANIGUCHI K. Effects of dietary combination of corn and rice as whole crop silage and grain sources on carbohydrate digestion and nitrogen use in steers. *Animal Science Journal*, 2014, 85(2): 127-134.
- [18] ZHOU H, WANG C, YE J, CHEN H, TAO R. Effects of dietary supplementation of fermented *Ginkgo biloba* L.residues on growth performance, nutrient digestibility, serum biochemical parameters and immune function in weaned piglets. *Animal Science Jourary*, 2015, 86(8): 790-799.
- [19] HUANG Z Q, CHEN P, SU W W, WANG Y G, WU H, PENG W, LI P B. Antioxidant activity and hepatoprotective potential of quercetin 7-rhamnoside in vitro and in vivo. *Molecules*, 2018, 23(5): 34-43.
- [20] HAMDEN K, ALI B M, BEN A, NJIMA N, SELMI M, ACHOUR B. Phytoestrogens inhibit key-enzymes linked to obesity, type 2 diabetes and liver-kidney toxicity in high fructose-fat diet in mice. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 2018.
- [21] DONG X Q, ZHANG D M, CHEN Y K, WANG Q J, YANG Y Y. Effects of antimicrobial peptides (AMPs) on blood biochemical parameters, antioxidant activity, and immune function in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Fish Shellfish Immunology*, 2015, 47(1): 429-434.
- [22] 谢荣菊, 刘宁, 王建平, 张飞可. 日粮添加乡土草可改善獭兔生产性能及血液指标. *草业科学*, 2017, 34(5): 1107-1112.
XIE R J, LIU N, WANG J P, ZHANG F K. Supplementation with native grass improves performance and serum biochemical indexes in rex rabbit. *Pratacultural Science*, 2017, 34(5): 1107-1112.
- [23] 汪水平, 王文娟, 龚月生, 谭支良, 王加启. 日粮精粗比对泌乳奶牛瘤胃纤维降解酶活性及血液指标的影响. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2007, 35(5): 57-62.
WANG S P, WANG W J, GONG Y S, TAI Z L, WANG J Q. Effects of dietary concentrate/crude ratio on rumen fibrinolytic enzyme activity and blood index in lactating cows. *Journal of Northwest University of Agriculture and Forestry Science and Technology(Natural Science Edition)*, 2007, 35(5): 57-62.
- [24] HE J M, KIM J C, HANSEN C F, MULLAN B P, HAMPSON D J, PLUSKEI J R. Effects of feeding low protein diets to piglets on plasma urea nitrogen, faecal ammonia nitrogen, the incidence of diarrhoea and performance after weaning. *Archives of Animal Nutrition*, 2008, 62(5): 343-358.
- [25] FREJNAGEL S, WROBLEWSKA M. Comparative effect of green tea, chokeberry and honeysuckle polyphenols on nutrients and mineral absorption and digestibility in rats. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2010, 56(3): 163-169.

(责任编辑 武艳培)