

# 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔生长性能、器官指数和血清生化指标的影响

熊忙利<sup>1,2</sup>, 吴旭锦<sup>1,2</sup>, 朱小甫<sup>1,2</sup>, 张文娟<sup>1,2</sup>

(1.咸阳职业技术学院畜牧兽医研究所;  
2.咸阳市动物疫病分子生物学诊断技术研究重点实验室; 陕西 咸阳 712000)

**摘要:** 本试验旨在研究饲料中添加不同比例苹果渣对关中奶山羊公羔生长性能、器官指数和血清生化指标的影响。选取体重[(25.87±1.83)kg]相近或一致的健康关中奶山羊公羔40只, 随机分成4组, 每组10只羊, 每只羊为1个重复。各组苹果渣添加比例分别为0% (对照)、9%、18%和27%。试验预试期10d, 正试期60d。结果表明: 18%组的宰前活重最大, 且9%和18%组的宰前活重(SBW)显著高于0%和27%组(P<0.05), 18%组的平均日增重(ADG)、平均日采食量(ADG)显著高于其它组(P<0.05), 各组间的料重比差异不显著(P>0.05); 27%组的肝脏指数、肾脏指数显著高于其它组(P<0.05), 9%、18%和27%组的小肠指数、大肠指数显著高于0%组(P<0.05); 0%组的动脉粥样硬化指数(AI)显著高于其它组(P<0.05), 27%组的谷草转氨酶(AST)、谷丙转氨酶(ALT)、乳酸脱氢酶(LDH)均显著高于其它组(P<0.05), 0%组的总抗氧化能力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、超氧化物歧化酶(SOD)均显著低于其它组(P<0.05), 27%组的血清肌酐(CRE)含量显著高于其它组(P<0.05)。由此可见, 关中奶山羊公羔饲料中苹果渣的添加水平为18%效果最佳。

**关键词:** 苹果渣; 关中奶山羊; 公羔; 生长性能; 器官指数; 血清生化指数

**中图分类号:** S827.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 94047-(2020)01-053-07

苹果渣是指鲜苹果经压榨榨汁后剩余的残渣, 主要由果核、果皮和残余果肉等成分组成。我国苹果年产量已超过4000万t, 苹果渣年产量约达800万t<sup>[1]</sup>, 其中陕西省苹果渣年产量近200万t。研究发现, 苹果渣主要含有酚类、鞣质类、糖类、苷类、萜醌、内酯、香豆素、氨基酸、多肽和蛋白质、挥发油、油脂、生物碱、黄酮以及有机酸等营养物质<sup>[2-4]</sup>。苹果渣因其具有产量多、营养丰富和价格低的特点, 已被广泛应用到畜禽饲料中<sup>[5-7]</sup>。

关中奶山羊是利用莎能奶山羊和陕西关中地区土山羊杂交选育的乳用山羊品种, 主要分布在陕西省陇县、泾阳县、三原县、富平县、以及淳化县等关中地区。关中奶山羊具有耐粗放、抗逆性强, 繁殖率高以及产奶量高等优点<sup>[8]</sup>。目前, 陕西省关中奶山羊母羊存栏量已达200万只。按关中奶山羊母羊每年每只产一胎, 每胎产两只羔羊计算, 平均50%为公羔, 每年就可获得约200万只关中奶山羊

公羔。据调查, 关中奶山羊公羔出生后除极少数留作种用外, 绝大多数公羔在出生后30天内未经育肥就被宰杀, 根本没有发挥关中奶山羊公羔的价值。同时, 有关饲料中添加苹果渣对奶山羊公羔生长性能、器官指数和血清生化指标的研究鲜见报道。因此, 本试验通过在关中奶山羊公羔饲料中添加不同比例的苹果渣, 研究其对关中奶山羊公羔生长性能、器官指数和血清生化指标的影响, 对提高关中奶山羊养殖的经济、社会与生态效益, 促进农民增收和生态农业发展, 加快产业结构调整和地方经济发展具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

本试验所用苹果渣由陕西省咸阳市恒业果汁厂提供, 其苹果原料来自陕西省咸阳当地。苹果渣的营养成分由咸阳职业技术学院动物营养与饲料分析

收稿日期: 2019-12-22

基金项目: 陕西省西安市科技计划项目(20193036YF024NS024)。

作者简介: 熊忙利(1978—), 男, 陕西咸阳市人, 硕士, 副教授, 从事畜牧兽医专业的教学与研究工作。

实验室测定, 其营养水平见表1。试验基础饲料参考NRC (2007) 体重25kg、平均日增重为200g的公山羊饲养标准并根据关中奶山羊公羔实际需要进行配制。各组苹果渣添加比例分别为0% (对照)、9%、18%和27%, 各组饲料营养水平基本保持一致, 试验饲料组成及营养水平见表2, 以全混合日

粮形式进行饲喂。

试验采用单因子随机区组试验设计。试验选取体重 $[25.87 \pm 1.83]$  kg相近或一致的健康关中奶山羊公羔40只, 随机分成4组, 每组10只羊, 每只羊为1个重复。各组羊只分别饲喂0% (对照)、9%、18%和27%的苹果渣试验饲料。

表1 苹果渣干渣营养成分含量  
Table 1 Nutrient component of apple pomace %

干物质 DM	粗蛋白质 CP	粗脂肪 EE	粗纤维 CF	钙 Ca	磷 P	中性洗涤纤维 NDF	酸性洗涤纤维 ADF
92.35	6.62	5.53	14.48	0.07	0.07	39.03	20.78

表2 试验饲料原料组成成分及营养物质含量 (干物质基础)  
Table 2 Raw material composition and nutrient content of the experiment diet(DM basis) %

项目 (Items)	苹果渣水平 apple pomace level %			
	0%	9%	18%	27%
原料 Raw material				
苹果渣 Apple pomace	0	9	18	27
玉米 Corn	28.5	25.5	23.5	23.5
豆粕 Soybean meal	14.5	14.10	13.70	13.70
麦麸 Wheat bran	4	4	4	4
苜蓿干草 Dry alfalfa hay	48.00	42.40	35.80	30.40
石粉 Limestone	0.35	0.35	0.35	0.35
磷酸氢钙 $\text{CaHPO}_4$	0.15	0.15	0.15	0.15
食盐 NaCl	0.50	0.50	0.50	0.50
预混料 premix <sup>1)</sup>	4	4	4	4
合计 Total	100	100	100	100
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>				
消化能 DE/(MJ/kg)	10.50	11.03	11.23	11.36
粗蛋白 CP	13.28	13.31	13.35	13.56
中性洗涤纤维 NDF	41.17	41.25	41.28	41.27
酸性洗涤纤维 ADF	29.41	29.38	29.32	29.43
钙 Ca	0.35	0.32	0.30	0.34
磷 P	0.38	0.37	0.38	0.36

1) 预混料为每千克含量Per kilogram the Premix content: VA 117000 IU, VE 150mg, Co 11mg, Fe 550 mg, Cu 250 mg, Zn 650 mg, Mn 750 mg, Se 10 mg, I 35 mg.

2) 消化能是计算值, 其它是实际测量值。DE was a calculated value, while the others were measured values.

## 1.2 饲养管理

试验于2018年9月至2018年11月在陕西省咸阳市兴盛奶山羊养殖合作社进行。试验期70d, 试验预试期10d, 正试期60d。试验开始前, 对羊舍进行清扫和消毒处理, 对羊只进行驱虫和防疫检疫。试验羊只采取单栏饲养, 每天定人定时 (07:00、12:00、16:00) 饲喂羊只, 羊只自由采食和饮水。每天检查羊只健康情况, 各组羊只饲养管理按照常

规进行。

## 1.3 测定指标和方法

1.3.1 生长性能 试验开始后, 每天喂料前记录投喂量, 喂料后统计剩余料量, 并在1h内测定剩余料量的水分含量, 计算饲料中干物质的采食量; 试验开始第1天和最后1天早晨饲喂前对所有试验羊只进行空腹称重, 记录初始体重和宰前活重, 并计算平均日增重; 根据干物质的采食量和体重计算料重比,

料重比是指动物消耗的饲料总量 (kg) 与动物增加的体重 (kg) 之间的比值。

1.3.2 器官指数 将屠宰后的羊只瘤胃、网胃、瓣胃、皱胃、小肠、大肠、心脏、肺脏、肾脏、肝脏和脾脏等器官进行分离、清洗、称重、记录, 并计算各器官指数。器官指数 (mg/kg) 是指各器官的重量 (mg) 与宰前体重 (kg) 的比值。

1.3.3 血清生化指标测定 试验结束时, 采集空腹羊只颈静脉血液10ml, 静置1h待血液凝固后, 5000转/分离心10 mins, 收集血清于-20℃保存。血清生化指标采用试剂盒法进行测定, 试剂盒购自南京建成

生物工程研究所。

1.4 数据处理

试验数据采用SPSS 15.0统计软件进行分析, 采用最小显著极差法 (LSD) 进行多重比较, 结果以平均值 ± 标准差形式表示, 采用t检验法进行显著性检验, 以P<0.05为差异显著性判断标准。

2 结果

2.1 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔生长性能的影响

表3 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔生长性能影响

Table 3 Effects of different apple pomace levels on growth performance of Guanzhong dairy goat in male kids

项目 (Items)	苹果渣水平 apple pomace level %			
	0%	9%	18%	27%
初始体重 IBW/kg	26.40 ± 0.24	26.30 ± 0.35	26.49 ± 0.37	26.36 ± 0.44
宰前活重 SBW/kg	37.44 ± 1.72 <sup>b</sup>	38.44 ± 0.71 <sup>a</sup>	38.84 ± 0.63 <sup>a</sup>	36.70 ± 0.69 <sup>b</sup>
平均日增重 ADG/(g/d)	239.69 ± 14.97 <sup>b</sup>	241.81 ± 21.76 <sup>b</sup>	261.82 ± 20.82 <sup>a</sup>	242.51 ± 22.89 <sup>b</sup>
平均日采食量 ADG/(g/d)	1521.01 ± 73.88 <sup>b</sup>	1558.42 ± 225.75 <sup>b</sup>	1826.81 ± 96.03 <sup>a</sup>	1538.91 ± 175.94 <sup>b</sup>
料重比 F/G	7.06 ± 0.21	7.41 ± 0.25	7.66 ± 0.26	7.54 ± 0.24

注: 同行数据相同小写字母肩标表示差异不显著 (P>0.05), 不同小写字母肩标表示差异显著 (P<0.05)。下表同。

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

由表3可知, 各组试验羊只的初始体重差异不显著 (P>0.05)。18%组的宰前活重最大, 且18%组比0%、27%组分别高3.74%、5.83% (P<0.05), 18%组与9%组之间的宰前活重差异不显著 (P>0.05)。18%组的平均日增重比0%、9%、27%组分别高9.23%、8.28%、7.96%

(P<0.05)。18%组的平均日采食量比0%、9%、27%组分别高20.11%、17.22%、18.72% (P<0.05)。各组之间的料重比差异不显著 (P>0.05)。

2.2 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔器官指数的影响

表4 不同苹果渣水平对关中奶山羊器官指数的影响

Table 4 Effects of different apple pomace levels on organ indexes of Guanzhong dairy goat in male kids mg/kg

项目 (Items)	苹果渣水平 apple pomace level %			
	0%	9%	18%	27%
心脏指数(Heart index)	4.74 ± 0.12	4.78 ± 0.21	4.81 ± 0.22	4.89 ± 0.17
肝脏指数(Liver index)	17.30 ± 0.86 <sup>b</sup>	17.29 ± 0.89 <sup>b</sup>	17.06 ± 0.72 <sup>b</sup>	18.52 ± 0.98 <sup>a</sup>
脾脏指数(Spleen index)	1.46 ± 0.09	1.57 ± 0.22	1.52 ± 0.33	1.93 ± 0.42
肺脏指数(Lung index)	11.21 ± 1.34	11.31 ± 2.24	11.71 ± 1.35	11.87 ± 1.36
肾脏指数(Kidney index)	2.69 ± 0.21 <sup>b</sup>	2.72 ± 0.26 <sup>b</sup>	2.60 ± 0.23 <sup>b</sup>	3.08 ± 0.19 <sup>a</sup>
瘤胃指数(Rumen index)	15.97 ± 1.31	15.60 ± 2.07	16.20 ± 1.77	16.20 ± 1.15
网胃指数(Reticulum index)	2.80 ± 0.24	2.71 ± 0.36	2.79 ± 0.21	2.75 ± 0.18
瓣胃指数(Omasum index)	3.29 ± 0.36	3.20 ± 0.37	3.28 ± 0.31	3.51 ± 0.52
皱胃指数(Abomasum index)	5.36 ± 0.89	5.54 ± 0.81	5.49 ± 1.01	5.52 ± 1.04
小肠指数(Small intestine index)	20.11 ± 1.32 <sup>b</sup>	24.03 ± 1.56 <sup>a</sup>	24.66 ± 1.45 <sup>a</sup>	24.11 ± 1.95 <sup>a</sup>
大肠指数(Large intestine index)	15.28 ± 1.22 <sup>b</sup>	24.71 ± 1.37 <sup>a</sup>	27.41 ± 1.73 <sup>a</sup>	26.44 ± 1.98 <sup>a</sup>

由表4可知, 各组之间的心脏指数、脾脏指数、肺脏指数、瘤胃指数、网胃指数、瓣胃指数以及皱胃指数均无显著差异 ( $P>0.05$ )。18%组的肝脏指数最小, 且27%组的肝脏指数比0%、9%、18%组分别高7.05%、7.11%、8.56% ( $P<0.05$ ), 0%、9%、18%组之间的肝脏指数差异不显著 ( $P>0.05$ )。18%组的肾脏指数最小, 且27%组的肾脏指数比0%、9%、18%组分别高14.50%、13.24%、18.46% ( $P<0.05$ ), 0%、9%、18%组之间的肾脏指数差异不显著 ( $P>0.05$ )。18%组的小

肠指数最大, 且0%组的小肠指数比9%、18%、27%组分别低16.31%、18.54%、16.59% ( $P<0.05$ ), 9%、18%、27%组之间的小肠指数差异不显著 ( $P>0.05$ )。18%组的大肠指数最大, 且0%组的大肠指数比9%、18%、27%组分别低38.16%、44.25%、42.21% ( $P<0.05$ ), 9%、18%、27%组之间的大肠指数差异不显著 ( $P>0.05$ )。

### 2.3 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔血清生化指标的影响

表5 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔血清生化指标的影响

Table 5 Effects of different apple pomace levels on serum biochemical indices of Guanzhong dairy goat in male kids

项目 (Items)	苹果渣水平 apple pomace level %			
	0%	9%	18%	27%
总蛋白 TP/(g/l)	43.02 ± 15.63	44.61 ± 12.89	42.45 ± 8.18	41.34 ± 11.38
白蛋白 ALB/(g/l)	20.89 ± 8.35	19.91 ± 6.42	18.85 ± 3.67	20.09 ± 5.67
尿素氮 UN/(mmol/L)	5.57 ± 1.52	4.98 ± 0.96	5.41 ± 1.03	5.62 ± 1.21
总胆固醇 TC/(mmol/L)	1.09 ± 0.11	1.04 ± 0.12	1.01 ± 0.10	0.98 ± 0.12
甘油三酯 TG/(mmol/l)	0.28 ± 0.03	0.27 ± 0.02	0.27 ± 0.04	0.26 ± 0.05
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	3.65 ± 0.26	3.78 ± 0.46	3.68 ± 0.54	3.65 ± 0.29
动脉粥样硬化指数 AI	2.64 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.95 ± 0.13 <sup>b</sup>	1.52 ± 0.19 <sup>b</sup>	1.78 ± 0.11 <sup>b</sup>
谷草转氨酶 AST/(U/L)	230.73 ± 37.52 <sup>a</sup>	224.78 ± 36.35 <sup>a</sup>	206.39 ± 41.51 <sup>a</sup>	271.73 ± 38.54 <sup>b</sup>
谷丙转氨酶 ALT/(U/L)	141.72 ± 21.36 <sup>a</sup>	135.89 ± 24.85 <sup>a</sup>	134.36 ± 14.81 <sup>a</sup>	192.32 ± 31.06 <sup>b</sup>
碱性磷酸酶 ALP/(U/L)	190.31 ± 48.87	189.88 ± 49.86	182.74 ± 51.35	180.38 ± 47.68
乳酸脱氢酶 LDH/(U/L)	431.56 ± 50.36 <sup>a</sup>	437.45 ± 58.18 <sup>a</sup>	419.88 ± 51.35 <sup>a</sup>	690.27 ± 52.35 <sup>b</sup>
谷氨酰转氨酶 G-GT/(U/L)	29.92 ± 10.35	22.84 ± 10.87	23.76 ± 9.05	31.35 ± 11.28
总抗氧化能力 T-AOC/(U/mL)	9.01 ± 0.19 <sup>a</sup>	9.89 ± 0.39 <sup>b</sup>	9.91 ± 0.46 <sup>b</sup>	9.78 ± 0.51 <sup>b</sup>
过氧化氢酶 CAT/(U/mL)	22.87 ± 7.89	24.68 ± 8.97	23.87 ± 7.07	23.91 ± 7.89
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	942.83 ± 95.87 <sup>a</sup>	1011.29 ± 81.39 <sup>b</sup>	1043.36 ± 79.87 <sup>b</sup>	1002.81 ± 82.37 <sup>b</sup>
超氧化物歧化酶 SOD/(U/mL)	66.89 ± 2.35 <sup>a</sup>	70.43 ± 3.02 <sup>b</sup>	71.36 ± 4.82 <sup>b</sup>	70.86 ± 3.85 <sup>b</sup>
肌酐 CRE/(μmol/L)	48.85 ± 18.71 <sup>a</sup>	40.76 ± 12.83 <sup>a</sup>	37.43 ± 10.35 <sup>a</sup>	54.78 ± 10.13 <sup>b</sup>
肌酐激酶 CK/(U/L)	250.67 ± 28.77	252.89 ± 37.66	246.77 ± 46.33	237.54 ± 50.36

由表5可知, 各组之间的血清总蛋白、血清白蛋白、血清尿素氮、血清总胆固醇、血清甘油三酯、血清葡萄糖、血清碱性磷酸酶、血清谷氨酰转氨酶、血清过氧化氢酶、血清肌酐激酶指标均无显著性差异 ( $P>0.05$ )。18%组的血清动脉粥样硬化指数最小, 且0%组的血清动脉粥样硬化指数比9%、18%、27%组分别高35.38%、48.31%、73.68% ( $P<0.05$ ), 9%、18%、27%组的血清动脉粥样硬化指数差异不显著 ( $P>0.05$ )。18%组的谷草转氨酶、谷丙转氨酶、乳酸脱氢酶的活性指标最低, 且27%组的谷草转氨酶、谷丙转氨酶、乳酸

脱氢酶的活性指标均高于0%、9%、18%组 ( $P<0.05$ ), 0%、9%、18%组间的谷草转氨酶、谷丙转氨酶、乳酸脱氢酶的活性指标差异不显著 ( $P>0.05$ )。18%组的总抗氧化能力、谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶的活性指标最高, 且0%组的总抗氧化能力、谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶的活性指标均低于9%、18%、27%组 ( $P<0.05$ ), 9%、18%、27%组间的总抗氧化能力、谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶的活性指标差异不显著 ( $P>0.05$ )。18%组的血清肌酐含量最低, 且27%组的血清肌酐含量均高于0%、

9%、18%组 ( $P<0.05$ )，0%、9%、18%组间的血清肌酐含量差异不显著 ( $P>0.05$ )。

### 3 讨论

#### 3.1 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔生长性能的影响

果汁类饲料中含有大量的易消化吸收的碳水化合物与蛋白质，富含有益活性成分，可以提高动物的生长性能。高印等<sup>[5]</sup>研究表明，仔猪日粮中添加6%的益生菌发酵苹果渣可以显著提高断奶仔猪的平均日增重和采食量。李巨秀等<sup>[6]</sup>研究发现，羊、猪对发酵果渣干粉特别喜食，且饲喂后增重效果显著 ( $P<0.05$ )。杨福有等<sup>[7]</sup>研究发现用苹果渣代替5%、10%、15%的麸皮饲喂生长猪，结果表明各组间的料重比均无明显差异，15%苹果渣组与麸皮组在平均日增重、采食量方面表现差异显著 ( $P<0.05$ )。卢珍珍等<sup>[8]</sup>报道，饲料中添加适量的葡萄皮渣能显著提高羔羊的平均日增重和采食量 ( $P<0.05$ )。杨志峰等<sup>[10]</sup>研究发现，饲料中添加发酵苹果渣可显著提高犊牛的平均日增重14.14% ( $P<0.05$ )。刁小高等<sup>[11]</sup>研究发现，饲料中添加16%的沙棘果渣可显著提高育肥羊的平均日增重、干物质采食量和宰前活重 ( $P<0.05$ )，各组间料重比无显著差异 ( $P>0.05$ )。辛晓斌等<sup>[12]</sup>研究发现，饲料中添加10%—20%的沙棘果渣能显著提高杂交公羊的平均日增重 ( $P<0.05$ )。本试验结果与上述研究相似，说明苹果渣丰富的营养物质和特殊的果味能提高关中奶山羊公羔的生长性能，且添加水平为18%效果较好。

#### 3.2 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔器官指数的影响

器官指数大小反映了动物生长发育的快慢、营养物质吸收的多少、环境适应能力的强弱等特点<sup>[13-14]</sup>。育肥羔羊生长发育快、采食量较大、摄取的营养物质高、增重速度快，这些特点加重了内脏器官的承受能力，容易导致内脏器官损伤。本试验研究发现，饲料中添加不同水平的苹果渣对关中奶山羊公羔心脏指数、脾脏指数、肺脏指数、瘤胃指数、网胃指数、瓣胃指数以及皱胃指数均未造成影响，而27%组的肝脏指数、肾脏指数明显高于其它组，说

明27%组在提高关中奶山羊公羔生长性能的同时对肝脏、肾脏有损伤的风险，而9%、18%组的肝脏指数、肾脏指数与0%组无显著性差异，说明饲料中添加9%—18%苹果渣对关中奶山羊公羔肝脏和肾脏没有损伤风险。这可能与苹果渣中含有的果油对机体肝脏和肾脏具有保护作用有关，其作用机理还需要进一步研究。

胃肠道的健康发育能够促进幼龄反刍动物的生长性能，也能影响反刍动物成年后的采食、消化以及吸收能力。研究发现，沙棘果油中的抗氧化物质能被小肠有效吸收，明显改善肠道环境和形态<sup>[15-16]</sup>。Jing等<sup>[17]</sup>研究发现，沙棘果油对急性肠道损伤有明显的修复和保护作用。本实验中，饲料中添加苹果渣后，关中奶山羊公羔的小肠指数和大肠指数均显著高于0%组（对照组），且18%组的小肠指数和大肠指数最大，说明添加18%的苹果渣对关中奶山羊公羔肠道发育最有益。这可能与苹果渣果油中的抗氧化物质（多酚、总三萜、根皮苷<sup>[19-20]</sup>）能够增强胃肠道的抗氧化能力，防止胃肠道损伤有关，其作用机理还需要进一步研究。

#### 3.3 不同苹果渣水平对关中奶山羊公羔血液生化指标的影响

本试验中，各组之间的血清总蛋白、血清白蛋白、血清尿素氮、血清总胆固醇、血清甘油三酯以及血清葡萄糖差异不显著，说明饲料中添加苹果渣对关中奶山羊公羔的蛋白质、脂类以及糖代谢状况没有影响，这与舒曦等<sup>[20]</sup>在奶牛上研究一致。

血清动脉粥样硬化指数是衡量动物动脉硬化程度的一项关键性指标，当机体血清动脉粥样硬化指数升高时，表示动物患动脉硬化的可能性变大<sup>[21]</sup>。本试验中，添加苹果渣组的血清动脉粥样硬化指数显著低于0%组，且18%组的血清动脉粥样硬化指数，说明饲料中添加18%的苹果渣对预防关中奶山羊公羔动脉硬化效果最好。

血清中谷丙转氨酶和谷草转氨酶是检验机体肝脏功能的两大重要指标，是判断肝脏细胞损伤程度比较灵活的两大酶类<sup>[22-23]</sup>，当肝脏受到损伤时，血清中谷丙转氨酶和谷草转氨酶含量升高<sup>[24-25]</sup>。乳酸脱氢酶主要存在于肾脏，当机体肾脏受损时，血清中的乳酸脱氢酶和肌酐含量升高<sup>[26-27]</sup>。本实验中，

苹果渣水平为27%时, 血清中谷丙转氨酶、谷草转氨酶、乳酸脱氢酶、肌酐含量明显高于0%、9%和18%组, 说明饲料中添加27%的苹果渣容易引起关中奶山羊公羔肝脏和肾脏受到损伤, 也是间接导致肝脏和肾脏指标偏大的原因。关于苹果渣的过量添加导致关中奶山羊公羔肝脏和肾脏受损的研究尚未见报道。

血清中总抗氧化能力、过氧化氢酶、谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶的活性指标是反映机体抗氧化水平最直观的指标<sup>[28]</sup>。Rodriguezmuela等<sup>[29]</sup>研究发现, 饲料中添加一定比例的发酵苹果渣能够提高羔羊的血清抗氧化能力, 宋献艺等<sup>[30]</sup>研究发现, 饲料中添加20%苹果渣能够提高獭兔血液总抗氧化能力。本试验结果表明, 饲料中添加苹果渣的各组关中奶山羊公羔血清中的总抗氧化能力、谷胱甘肽过氧化物酶、超氧化物歧化酶的活性指标都有不同程度提高, 且18%组的数值最高, 说明苹果渣具有较好的抗氧化能力, 这与上述报道一致。

#### 4 结论

饲料中添加苹果渣可以提高关中奶山羊公羔的宰前活重、平均日增重以及平均采食量等生长性能指标, 能够促进胃肠道的发育, 提高血清的抗氧化功能, 预防动脉硬化。可见, 苹果渣作为关中奶山羊的新型饲料资源可以开发利用, 且在本试验中, 饲料中苹果渣的添加水平为18%时效果最佳。

#### 参考文献

- [1]赵玉山.我国苹果市场新特点及2015年产销预测[J].果农之友,2015(8):3-4.
- [2]张凯,路佩瑶,宋献艺,等.苹果渣作为饲料资源的研究与应用进展[J].饲料研究,2015(15):5-7.
- [3]GAZALLI H,MALIK A H,SOFI A H,et al.Nutritional value and physiological effect of apple pomace[J].International Journal of Food Nutrition and Safety,2014,5(1):11-15.
- [4]邵丽玮,赵国先,冯志华,等.苹果渣作为饲料资源开发利用的研究[J].饲料广角,2015(18):41-44.
- [5]高印,王国军,来航线,等.益生菌发酵苹果渣对断奶仔猪生长性能、血清生化指标和粪便微生物菌群的影响[J].动物营养学报,2016,28(5):1515-1524.
- [6]李巨秀,李志西,杨明泉,等.果渣资源的综合利用[J].西北农林科技大学学报(自然科学版).2002,30:103-106.
- [7]杨福有,祁周约,李彩凤,等.苹果渣代替麸皮饲喂猪试验[J].西北农业学报,2000,9(2):25-26.
- [8]陈艳瑞.1~90日龄关中奶山羊蛋白质营养需要量研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2010.
- [9]卢珍珍,郑琛,李发弟,等.葡萄渣对羔羊生产性能、屠宰性能和养分消化代谢的影响[J].草业学报,2015,24(4):114-120.
- [10]杨志峰,李作明,李爱华.日粮中添加发酵苹果渣对犊牛生长性能的影响[J].农业科学研究,2016,37(1):93-96.
- [11]刁小高,郝小燕,赵俊星,等.饲料中添加沙棘果渣对育肥羊生长性能、屠宰性能、肉质及消化道内容物PH的影响[J].动物营养学报,2018,30(8):3258-3266.
- [12]辛晓斌,赵俊星,金亚倩,等.沙棘果渣对育肥羔羊生长性能、器官指数、血清生化指标和肌内脂肪酸组分的影响[J].动物营养学报,2017,29(10):3676-3686.
- [13]王斯琴塔娜.探讨饲料品质对犊牛消化道组织形态及内脏组织器官发育的影响[D].硕士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2007:24-34.
- [14]桂林生,答林森,梁大勇,等.不同饲养水平对荷斯坦公牛网胃和瓣胃器官发育及组织形态的影响[J].动物营养学报,2009,21(5):792-797.
- [15]李新平,郝亚楠,刘宁,等.沙棘籽油对大鼠溃疡性结肠炎组织的保护作用及其机制[J].营养学报,2012,34(4):349-352.
- [16]申雪丽,袁勇,黄川生,等.沙棘总黄酮的大鼠肠吸收特性考察[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(18):61-64.
- [17]SHI J,WANG L,LU Y,et al,Protective effects of seabuckthorn pulp and seed oils against radiation-induced acute intestinal injury[J].Journal of Radiation Research,2017,58(1):24-32.
- [18]张爽.苹果渣总三萜提取及其抗氧化保肝作用研究[D].杨凌:西北农林科技大学.2015.
- [19]刘迪,尚华,宋晓宇.苹果渣根皮苷提取工艺优化及其抗氧化性分析[J].西安工程大学学报,2013,27(4):477-482.
- [20]舒曦.苹果渣对泌乳牛羊生产性能和血液生化指标的影响[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2010.
- [21]JULBRICHT T L V,SOUTHGATE D A T.Coronary heart disease: seven dietary factor[J].The Lancet,1991,338(8773):985-992.
- [22]马建爽.沙棘黄酮调控肉仔鸡肌内脂肪沉积的研究[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2015.
- [23]周晓玲.血标本静置时间对常规生化检验的影响[J].护理研究,2003,17(4):398-399.
- [24]邱惠芳,李金花,杨文君,等.慢性乙型肝炎感染谷丙转氨酶持续正常患者肝脏病理相关因素分析[J].中华医院感染学杂志,2015,25(17):3893-3895.

- [25]钟曼华.谷丙转氨酶持续正常及持续或间断升高的慢性乙型肝炎患者肝脏硬度的无创评估[D].硕士学位论文.广州:南方医科大学,2014.
- [26]李金鹏,石丛丛,宋金龙,等.血清LDH的水平与肝癌介入治疗预后的关系[J].中国肿瘤临床,2013,40(6):332-335.
- [27]姚泰.生理学(英文版)[M].北京:人民卫生出版社,2008.
- [28]金亚倩,郝松华,赵俊星,等.日粮中添加葡萄皮渣对绵羊生长性能、器官指数及血液生化指标的影响[J].中国畜牧兽医2016,43(9):2326-2332.
- [29]Hui M,Teng Z, Li R, et al.Apple pomace improves the quality of pig manure aerobic compost by reducing emissions of NH<sub>3</sub> and N<sub>2</sub>O[J].Sci Rep, 2017,7(1):870.
- [30]宋献艺,张宁,刘洋,等.发酵苹果渣对獭兔生长性能、被毛品质、血液抗氧化指标以及血清生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,59(8):87-90.

[责任编辑 王军利]

## xOn Effects of Varied Apple Residue Levels on Growth Performance, Organ Indexes and Serum Biochemical Indices in Male Lambs of Guanzhong Dairy Goat

XIONG Mang-li<sup>1,2</sup> WU Xu-jin<sup>1,2</sup> ZHU Xiao-fu<sup>1,2</sup> ZHANG Wen-Juan<sup>1,2</sup>

(1.Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Xianyang Vocational & Technical College, Xianyang, Shaanxi 712000;

2.Key Laboratory of Molecular Biology Diagnosis of Animal Epidemic Disease of Xianyang City, Xianyang, 712000, China)

**Abstract:** This experiment was to investigate the effects of different apple residue levels on growth performance, organ indices and serum biochemical indices in male lambs of Guanzhong dairy goat. Forty healthy male lambs of Guanzhong dairy goat with similar weight[(25.87 ± 1.83)kg] were assigned to 4 groups with 10 goats per group and one male kids of Guanzhong dairy goat per replicate. These male kids of Guanzhong dairy goat in the four groups were fed the experimental diets which were 0%、9%、18%and 27% apple residue.The pre-experiment lasted for 10days, and the formal experiment lasted for 60 days. The results show as follows:the slaughter body weight of 9% and 18% groups was significantly higher than that of 0% and 27% groups(P<0.05); the average daily gain and the average daily feed intake of 18% group were significantly higher than that of other groups(P<0.05); there were no significantly differences in the ratio of feed to gain among all groups(P>0.05);the liver index and kidney index of 27% group were significantly higher than that of other groups(P<0.05); the small intestine index and large intestine index of 9%、18%、27% groups were significantly higher than that of 0% group(P<0.05). the atherosclerosis index of 0% group was significantly higher than that of other groups(P<0.05); the activities of aspartate transaminase, alanine aminotransferase, lactate dehydrogenase of 27% group were significantly higher than that of other groups(P<0.05); the total antioxidant capacity, activities of glutathione peroxidase, superoxide dismutase of 0% group was significantly lower than that of other groups(P<0.05); the contents of creatinine of 27% group was significantly higher than that of other groups(P<0.05). In conclusion, the suitable supplementary feeding level of apple residue in male lambs of Guanzhong dairy goat is 27%.

**Key words:** apple residue, Guanzhong dairy goat, male lamb, growth performance, organ indexes, Serum biochemical indices