

设计反思不同苹果渣水平对关中奶山羊泌乳性能、养分表观消化率、血清生化指标及瘤胃液pH值的影响

熊忙利^{1,2}, 吴旭锦^{1,2}, 朱小甫^{1,2}, 张文娟^{1,2}

(1.咸阳职业技术学院畜牧兽医研究所, 陕西 西咸新区 712046;

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 西咸新区 712046)

摘要:为研究饲料中添加不同苹果渣水平对关中奶山羊泌乳性能、养分表观消化率、血清生化指标及瘤胃液pH值的影响。选取体重[(50.81±1.53) kg]、胎次(第3胎)、产奶量[(2.15±0.05) kg·d⁻¹]、泌乳日期[(125±2.51) d]相近或一致的健康关中奶山羊50只,随机分成5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%、27%和36%。试验预试期10d,正试期60d。结果表明:18%和27%组的产奶量和4%校正乳产量均极显著高于0(对照)、9%、36%组(P<0.01);各组干物质采食量无显著性差异(P>0.05);各组间乳脂率、乳蛋白率、乳糖率无显著性差异(P>0.05);18%组粗蛋白表观消化率显著高于0(对照)、9%组(P<0.05),18%组中性洗涤纤维表观消化率显著高于0(对照)、27%和36%(P<0.05);各组间血清总蛋白、血清葡萄糖、血清甘油三酯、血清尿素氮无显著性差异(P>0.05);瘤胃液pH值随着苹果渣添加比例的增加而降低,9%、18%、27%、36%组的瘤胃液pH值均显著低于对照(P<0.05)。由此可见,饲料中添加适量苹果渣可以提高关中奶山羊的产奶量,4%校正乳产量,粗蛋白与中性洗涤纤维表观消化率等指标,降低瘤胃液pH值,改善羊乳品质和血清生化指标,苹果渣作为一种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。

关键词:苹果渣;关中奶山羊;泌乳性能;表观消化率;血清生化指数;瘤胃液pH值

中图分类号: S816

文献标识码: A

文章编号: 2019-SY035-(2020)04-007

苹果渣是加工苹果产品所产生的副产品,苹果渣含有大量的酚类、鞣质类、糖类、苷类、萜醌、内酯、香豆素、氨基酸、多肽、挥发油、油脂、生物碱、黄酮以及有机酸等营养物质,是一种潜在的饲料资源^[1-5]。我国苹果渣年产量约800万t,陕西省作为我国苹果的主产区之一,每年苹果渣约200万t^[6]。目前,苹果渣已被广泛应用到畜禽饲料中^[7-9],但在奶山羊中的研究报道很少。李巨秀等^[7]研究发现,猪、羊、兔饲料添加发酵苹果渣干粉常年饲喂无不良反应,且猪、羊对发酵果渣干粉特别喜食,饲喂后增重效果明显。高印等^[8]研究表明,在仔猪的日粮中添加6%的益生菌发酵苹果渣可以明显提高断奶仔猪的生长性能和调节肠道微生物生态平衡,降低粪便中大肠杆菌数量和腹泻率,提高血清中内分泌激素含量,降低尿素氮和胆固醇含量。杨福有等^[9]研究发现,干燥的苹果渣代替5%、10%、15%的麸皮饲喂生长猪,各组间的料重比均无明显差异,

15%苹果渣组的平均日增重、采食量均比麸皮组高,且差异显著(P<0.05)。关中奶山羊是我国优秀的奶山羊品种之一,具有耐粗放、抗逆性强,繁殖率高以及产奶量高等优点^[10]。目前,陕西关中地区的关中奶山羊母羊存栏量约200万只,羊奶产量57万t,羊奶粉销量占全国市场的85%以上,研究关中奶山羊的饲料资源和营养需求,对其进行健康科学饲养,提高品种生产性能具有重要意义。基于苹果渣丰富的营养素、陕西省丰富的苹果渣资源以及陕西关中奶山羊业的迅猛发展,充分利用苹果渣不但可以解决养羊业面临的粗饲料不足问题,而且可以降低生产成本,提高了经济效益,苹果渣在羊生产中的应用必将有广阔的推广价值。因此,本试验以关中奶山羊为研究对象,旨在研究饲料中添加不同比例的苹果渣对关中奶山羊泌乳性能、乳品质、血清生化指标及瘤胃pH的影响,为苹果渣在奶山羊养殖中的应用提供理论依据。

收稿日期: 2020-10-21

作者简介: 熊忙利(1978—),男,陕西咸阳人,副教授,硕士。主要从事畜牧方面的教学与研究工作。

1 材料与方法

1.1 试验时间和地点

试验于2018年9-11月在陕西省咸阳市兴盛奶山羊养殖合作社进行。

1.2 试验设计

试验采用单因子随机区组试验设计。试验选取体重 $[(50.81 \pm 1.53) \text{ kg}]$ 、胎次(第3胎)、产奶量 $[(2.15 \pm 0.05) \text{ kg} \cdot \text{d}^{-1}]$ 、泌乳日期 $[(125 \pm 2.51) \text{ d}]$ 相近或一致的健康关中奶山羊50只,随机分成5组,每组10只羊,每只羊为1个重复。各组羊只分别饲喂含0(对照)、9%、18%、27%和36%的苹果渣试验饲料。试验期70 d,试验预试期10 d,正试期60 d。

1.3 试验饲料

本试验所用苹果渣由陕西省咸阳市恒业果汁厂提供。苹果渣的卫生指标和营养成分由咸阳职业技术学院动物营养与饲料分析实验室测定。经检测,

苹果渣中重金属和农药残留含量分别为:汞(Hg) $0.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、镉(Cd) $0.02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、氟(F) $0.21 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、镉(Hs) $0.17 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、铅(Pb) $0.60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、甲基对硫磷 $0.068 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、对硫磷 $0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,均低于我国饲料卫生标准和食品卫生标准,苹果渣营养成分含量分别为:干物质(DM) 92.35%、粗蛋白质(CP) 6.62%、粗脂肪(EE) 5.53%、粗纤维(CF) 14.48%、钙(Ca) 0.07%、磷(P) 0.07%、中性洗涤纤维(NDF) 39.03%、酸性洗涤纤维(ADF) 20.78%。试验基础饲料参考NRC(2007)^[11]山羊饲养标准并根据关中奶山羊泌乳期实际需要进行配制。根据各组饲料营养水平基本一致的原则,其他饲料分别添加9%、18%、27%和36%的苹果渣,同时调整玉米、豆粕及粗饲料的比例,试验饲料原料组成成分及营养物质含量见表1。

表1 试验饲料原料组成成分及营养物质含量
Table 1 Raw material composition and nutrient content of the experiment diet

项目 Items	苹果渣添加水平 Apple pomace level				
	0	9%	18%	27%	36%
原料 Raw material					
玉米 Corn (%)	28.60	25.70	23.50	21.40	19.30
豆粕 Soybean meal (%)	14	13.50	13.30	12.70	12.40
麦麸 Wheat bran (%)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
苜蓿干草 Dry alfalfa hay (%)	48.40	42.80	36.20	29.90	23.30
石粉 Limestone (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
磷酸氢钙 CaHPO_4 (%)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
食盐 NaCl (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
预混料 premix (%)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
合计 Total	100	100	100	100	100
营养水平 Nutrient levels ¹⁾					
消化能 Digestible energy (DE, $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)	10.52	10.95	11.15	11.24	11.30
粗蛋白 Crude protein (%)	13.50	13.45	13.47	13.46	13.48
中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber (%)	41.28	41.31	41.38	41.37	41.26
酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber (%)	29.50	29.46	29.37	29.58	29.49
钙 Calcium (%)	0.42	0.39	0.45	0.47	0.41
磷 Phosphorus (%)	0.38	0.35	0.34	0.36	0.35

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

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

1.4 饲养管理

试验前对羊舍进行清扫和消毒处理,对试验羊只进行驱虫和防疫检疫。试验羊只采取单栏饲养,

试验期间每日07:00、12:00以及16:00采取全混合日粮(Total mixed rations)形式进行饲喂,自由饮水,每日检查试验羊只健康情况,饲养管理按照常

规进行。

1.5 测定指标及方法

1.5.1 干物质采食量 每天喂料前记录投喂量，喂料后统计剩余料量，计算饲料中干物质的采食量。

1.5.2 产奶量及乳成分指标 试验正试期内每天记录实际产奶量，并转换为标准乳的产量，即标准乳=实际产奶量×(0.4+15×实际乳脂率)。试验结束后统计分析泌乳状况。

试验正试期内每周采集1次鲜羊奶奶样，用取样杯采集各组羊只的早晚羊奶样品分别为10 mL，将相同羊只的早晚奶样品充分混合后加入2滴重铬酸钾防腐剂，立即送往陕西省畜牧技术推广总站奶牛生产性能测定中心测定乳脂率、乳蛋白率以及乳糖率。

1.5.3 养分表观消化率测定 在试验正试期的第58、59和60天，连续收集3d粪便，每天收集3次，每次收集粪样150g，并按照每100g鲜粪中加入10mL10%的稀盐酸用于固氮，-20℃保存，用酸不溶灰分法(Acidinsoluble ash)^[12]测定粪中营养物质含量并计算表观消化率。

1.5.4 血清生化指标测定 试验结束时，采集10 mL空腹羊只颈静脉血液，静置1h待血液凝固后，5000 r·min⁻¹离心10 min，收集血清于-20℃保存，使用UV-2102pCS型紫外光可见分光光度计(上海尤尼克仪器有限公司)测定总蛋白、尿素氮、葡萄糖、和甘油三酯等血清生化指标。采用试剂盒法测定血清生化指标，试剂盒购自北京中生北控生物科技有限公司。

1.5.5 瘤胃液pH值测定 在试验正试期第1天和第60天的早晨，用瘤胃液采集器抽取各组羊只(空腹)瘤胃液进行pH值测定。测定仪器为上海精密仪器仪表有限公司生产的pHS-3型pH值计。

1.6 数据处理

采用SPSS 15.0统计软件进行分析，采用Duncan法进行多重比较，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，P<0.01为差异极显著判断标准。

2 结果与分析

2.1 不同苹果渣水平对关中奶山羊泌乳性能的影响

表2 不同苹果渣水平对关中奶山羊泌乳性能影响
Table 2 Effects of different apple pomace levels on lactation performance of Guanzhong dairy goats

项目 Items	苹果渣添加水平 Apple pomace level				
	0	9%	18%	27%	36%
干物质采食量 Dry matter intake (DMI, kg·d ⁻¹)	2.27±0.61	2.31±0.81	2.34±0.81	2.38±0.81	2.35±0.81
产奶量 Milk yield (MY, kg·d ⁻¹)	1.59±0.10Aa	1.61±0.10Aa	2.22±0.61Bb	2.16±0.15Bb	1.63±0.13Aa
4%校正乳产量 4% Fat corrected milk (FCM, kg·d ⁻¹)	1.58±0.10Aa	1.59±0.10Aa	2.17±0.55Bb	2.09±0.15Bb	1.57±0.12Aa

注：同行相同字母或无字母表示差异不显著(P>0.05)，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)。下表同。Note: In the same row, values with the same or no superscripts mean no significant difference(P>0.05), while values with the different small letter superscripts mean significant difference(P<0.05), and with the different capital letter superscripts mean extremely significant difference(P<0.01). The same below.

由表2可知，随着苹果渣水平的增加，关中奶山羊的产奶量、4%校正乳产量在数值上呈现先上升后下降的趋势，苹果渣水平18%组产奶量和4%校正乳产量最高，产奶量比0、9%、36%组分别高39.62%、37.89%、36.20%(P<0.01)，4%校正乳产量比0、

9%、36%组分别高37.34%、36.48%、38.22%(P<0.01)，18%、27%组的产奶量、4%校正乳产量相比差异不显著(P>0.05)，试验各组的干物质采食量基本保持一致，差异不显著(P>0.05)。

2.2 不同苹果渣水平对关中奶山羊乳品质的影响

表3 不同苹果渣水平对关中奶山羊乳品质的影响
Table 3 Effects of different apple pomace levels on milk quality of Guanzhong dairy goats (%)

项目 Items	苹果渣添加水平 Apple pomace level				
	0	9%	18%	27%	36%
乳脂率 Milk fat percentage	3.99 ± 0.35	3.95 ± 0.23	3.86 ± 0.54	3.78 ± 0.62	3.75 ± 0.33
乳蛋白率 Milk protein percentage	2.78 ± 0.09	2.82 ± 0.12	2.93 ± 0.12	2.89 ± 0.15	2.81 ± 0.09
乳糖率 Lactose percentage	4.42 ± 0.09	4.52 ± 0.04	4.67 ± 0.13	4.50 ± 0.20	4.48 ± 0.18

由表3可知, 随着苹果渣水平的增加, 关中奶山羊乳脂率在数值上呈现下降趋势, 但影响较小, 差异不显著 ($P>0.05$); 而乳蛋白率、乳糖率在数值上呈现先上升后下降趋势, 但差异不显著 ($P>0.05$), 其中18%组的乳蛋白率比其他组分别

高5.40%、3.90%、1.38%、4.27%, 乳糖率比其他组分别高5.66%、3.32%、3.78%、4.24%。

2.3 不同苹果渣水平对关中奶山羊养分表观消化率的影响

表4 不同苹果渣水平对关中奶山羊养分表观消化率的影响

Table 4 Effects of different apple pomace levels on apparent digestibility of nutrients in Guanzhong dairy goats

项目 Items	苹果渣添加水平 Apple pomace level				
	0	9%	18%	27%	36%
干物质 Dry matter	62.35 ± 0.21	62.76 ± 0.22	63.08 ± 0.19	63.36 ± 0.23	63.07 ± 0.19
粗蛋白 Crude protein	54.41 ± 0.42a	56.26 ± 0.54a	59.66 ± 0.56b	59.45 ± 0.43b	58.31 ± 0.39ab
中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber	54.09 ± 4.55a	57.53 ± 2.12b	57.66 ± 2.10b	54.87 ± 3.16a	53.98 ± 4.26a
酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber	51.75 ± 1.51	52.27 ± 1.52	52.47 ± 1.48	51.63 ± 1.53	51.98 ± 1.49
钙 Calcium	53.65 ± 1.71	53.75 ± 1.36	55.78 ± 1.23	55.37 ± 1.24	54.16 ± 1.35
磷 Phosphorus	43.58 ± 2.42	44.63 ± 2.32	45.52 ± 1.39	43.85 ± 2.31	43.51 ± 1.98

由表4可知, 随着苹果渣水平的增加, 关中奶山羊干物质、酸性洗涤纤维、钙、磷的表观消化率差异不显著 ($P>0.05$); 18%组的粗蛋白表观消化率比0%、9%组分别高9.65%、6.06% ($P<0.05$), 18%、27%和36%组的粗蛋白表观消化率差异不显著 ($P>0.05$); 18%组的中性洗涤纤维表观消化率

比0%、27%和36%组分别高6.60%、5.08%、6.82% ($P<0.05$), 18%组和9%组的中性洗涤纤维表观消化率差异不显著 ($P>0.05$)。

2.4 不同苹果渣水平对关中奶山羊血清生化指标的影响

表5 不同苹果渣水平对关中奶山羊血清生化指标的影响

Table 5 Effects of different apple pomace levels on serum biochemical indices of Guanzhong dairy goats

项目 Items	苹果渣添加水平 Apple pomace level				
	0	9%	18%	27%	36%
总蛋白 Total protein (TP, $g \cdot L^{-1}$)	62.41 ± 5.50	63.43 ± 6.11	65.21 ± 5.25	64.21 ± 4.35	63.19 ± 5.14
葡萄糖 Glucose (GLU, $mmol \cdot L^{-1}$)	3.02 ± 0.34	3.14 ± 0.45	3.21 ± 0.43	3.17 ± 0.51	3.19 ± 0.49
甘油三酯 Triglyceride (TG, $mmol \cdot L^{-1}$)	0.30 ± 0.03	0.31 ± 0.04	0.33 ± 0.03	0.32 ± 0.02	0.31 ± 0.34
尿素氮 Urea nitrogen (UN, $mmol \cdot L^{-1}$)	4.66 ± 0.64	4.74 ± 0.53	4.84 ± 0.03	4.75 ± 0.34	4.70 ± 0.49

随着苹果渣水平的增加, 试验各组的血清总蛋白、血清葡萄糖、血清甘油三酯以及血清尿素氮在数值上呈现先上升后下降趋势, 但影响较小差异均

不显著 ($P>0.05$) (表5)。

2.5 不同苹果渣水平对关中奶山羊瘤胃pH的影响

表6 不同苹果渣水平对关中奶山羊瘤胃液pH的影响
Table 6 Effects of different apple pomace levels on the rumen pH of Guanzhong dairy goats

采样日期 Sampling date	苹果渣添加水平 apple pomace level				
	0	9%	18%	27%	36%
试验正试期第1天 experiment lasted the 1 day	6.69 ± 0.02	6.70 ± 0.01	6.68 ± 0.02	6.71 ± 0.03	6.72 ± 0.02
试验正试期第60天 experiment lasted the 60th day	6.71 ± 0.02Aa	6.60 ± 0.01bc	6.48 ± 0.02bc	6.35 ± 0.03Bc	6.25 ± 0.02Bc

由表6可知, 试验正试期第1天, 各组羊只瘤胃液pH值相比较差异不显著 ($P>0.05$)。试验正试期第60天, 随着苹果渣饲喂水平的增加, 关中奶山羊瘤胃液pH值在数值上呈现下降趋势, 9%组和18%的瘤胃液pH值比对照组分别低1.64%、3.43% ($P<0.01$), 27%和36%组的瘤胃液pH值比对照组分别低5.36%、6.86% ($P<0.01$)。

3 讨论

3.1 不同苹果渣水平对关中奶山羊泌乳性能的影响

泌乳性能是奶山羊重要的数量性状(经济性状)之一, 饲料中蛋白质的水平和动物对蛋白率的消化吸收能力是决定产奶量的重要因素。权刚等^[13]认为用适量的苹果渣替代青干草能显著提高关中奶山羊的产奶量。杜娟^[14]通过用苹果干渣替代20%精料能提高西农萨能奶山羊的产奶量。舒曦^[15]研究表明, 饲料中添加20%苹果渣能显著提高泌乳中期荷斯坦牛的产奶量, 而添加35%的苹果渣能降低产奶量。Edwards等^[16]认为饲料中添加苹果渣能提高泌乳后期奶牛的产奶量。本试验结果显示, 饲料中苹果渣水平为18%和27%时可显著提高关中奶山羊的产奶量和4%校正乳产量, 而苹果渣水平为9%和36%时对产奶量影响较小 ($P>0.05$), 说明日粮中适量的苹果渣水平有利于增加关中奶山羊的产奶量, 并有效降低饲养成本, 提高经济效益, 这与上述研究结果基本一致。分析原因可能是在饲料营养水平和饲养管理一致的情况下, 苹果渣水平为18%时粗蛋白的表观消化率最佳, 从而提高了产奶量。

3.2 不同苹果渣水平对关中奶山羊乳品质的影响

乳脂率、乳蛋白率以及乳糖是衡量乳品质的重要指标, 也是影响奶山羊养殖经济效益的重要因素。权刚等^[12]研究发现, 关中奶山羊饲料中添加苹果渣对羊奶的蛋白质、脂肪、糖分、非脂固、灰分等成分无显著影响; 杜娟^[13]研究发现通过用苹果干

渣混合青贮料替代玉米青贮料对西农萨能奶山羊的乳蛋白、乳脂、乳糖和乳固形物均无显著影响; 舒曦^[14]研究表明, 荷斯坦奶牛饲料中添加10%、20%、30%以及35%的苹果渣对奶牛乳脂率、乳蛋白率以及乳糖率均没有显著影响; Bae等^[17]认为饲料中添加39%的鲜苹果渣对荷斯坦奶牛的乳脂率无显著影响。本试验中, 随着苹果渣水平增加, 关中奶山羊乳脂率呈下降趋势, 乳蛋白率和乳糖率呈先上升后下降趋势, 但各组间的乳脂率、乳蛋白率、乳糖率差异不显著, 饲料中不同苹果渣水平对关中奶山羊乳品质无影响, 这可能与各组间的营养物质水平含量、饲养管理水平基本一致有关。

3.3 不同苹果渣水平对关中奶山羊养分表观消化率的影响

饲料原料组成中不同的粗饲料在反刍家畜瘤胃中的降解程度有所不同^[18-19]。中性洗涤纤维(NDF)和酸性洗涤纤维(ADF)的表观消化率反映了反刍家畜对饲料中纤维素利用情况^[20-21]。本试验各组饲料营养水平基本一致, 而粗蛋白和中性洗涤纤维的表观消化率出现显著差异, 其中饲料水平为18%组的粗蛋白表观消化率最高, 分析原因可能是苹果渣中含有的适量单宁能够防止瘤胃内蛋白质降解, 随后在肠道释放, 增加了蛋白质的利用率, 从而提高了关中奶山羊产奶量, 这与李彩凤等^[22]苹果渣中低浓度缩合单宁可以保证绝大多数植物性蛋白到达小肠, 从而增加小肠对蛋白质的吸收的报道一致; 苹果渣水平为18%组的中性洗涤纤维表观消化率最高, 分析其原因可能是苹果渣中富含有益活性物质改善了瘤胃发酵, 促进了粗纤维在瘤胃中的消化, 这有待进一步研究; 当饲料中苹果渣水平超过18%时, 粗蛋白和中性洗涤纤维表观消化率降低, 分析原因可能是随着苹果渣水平的增加, 降低了食糜在消化道内的停留时间, 使得养分不能充分吸收。

3.4 不同苹果渣水平对关中奶山羊血液生化指标的影响

杜娟^[13]通过用苹果干渣替代20%精料对西农萨能奶山羊的血清总蛋白、血清葡萄糖、血清甘油三酯以及血清尿素氮等生化指标无显著影响。孙攀峰^[23]研究发现, 饲料中添加苹果渣对荷斯坦奶牛的血清葡萄糖和血清甘油三酯无显著影响。舒曦^[15]研究表明, 饲料中分别添加10%、20%、30%以及35%的干苹果渣对荷斯坦奶牛血清总蛋白、血清葡萄糖、血清甘油三酯以及血清尿素氮均无显著影响。本试验中各组间的血清总蛋白、血清葡萄糖、血清甘油三酯以及血清尿素氮均无显著变化, 与上述报道一致。分析其原因是泌乳羊血清生化指标主要与饲料中的能量和蛋白质水平有关, 而试验各组的营养水平基本相同, 从而使血清生化指标保持一定的水平且相对稳定。

血清尿素氮是反映体内蛋白质代谢的重要指标, 当血清中尿素氮含量上升表明动物机体消化吸收蛋白质的能力变弱, 说明饲料蛋白质的氮以尿素的形式排出了体外, 从而降低了氮的利用效率^[24]。本试验中各组间血液尿素氮含量均无显著变化, 但含有不同苹果渣水平的各组比对照组均有不同程度下降, 说明苹果渣能提高关中奶山羊对饲料中蛋白质的吸收。

3.5 不同苹果渣水平对关中奶山羊瘤胃液pH的影响

瘤胃液pH值是影响瘤胃健康的一项重要指标, 也是影响饲料消化吸收、泌乳性能以及乳品质的重要因素。瘤胃液pH值大小受饲料结构、饲喂方式、动物唾液分泌量、瘤胃发酵产物利用、缓冲剂添加量以及消化吸收率等因素的影响^[25-26]。瘤胃液pH值的理想酸度在6.4~6.8之间, 当瘤胃液pH值低于6.4会对瘤胃微生物发酵产生负面影响。Manterola等^[27]研究表明, 饲料中添加苹果渣对反刍动物的瘤胃微生物发酵有影响。舒曦^[15]研究表明, 不同苹果渣混合青贮料使关中奶山羊的瘤胃液pH值显著降低。本试验中试验正试期第1天各组羊只瘤胃液pH值在6.7左右, 各组间无显著差异 ($P>0.05$); 但试验正试期第60天含有苹果渣的各组羊只瘤胃液pH值较对照组显著降低 ($P<0.05$), 其中9%、18%组的瘤胃pH值在理想酸度之内, 27%组的瘤胃pH值低于理想酸度值。说明苹果渣降低了关中奶山羊的瘤胃液pH值, 从而影响了瘤胃微

生物对粗纤维的分解过程。

4 结论

饲料中不同苹果渣水平可以提高关中奶山羊的产奶量、4%校正乳产量等泌乳性能指标, 降低瘤胃pH值, 改善羊乳品质和血清生化指标。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, 依据泌乳性能、养分表观消化率、血清生化指标以及瘤胃液pH值的相关数据, 饲料中苹果渣水平为18%时效果最佳。

参考文献

- [1]Zhang K, Lu P Y, Song X Y, et al. Research and application progress of apple pomace as feed resource. *Feed Research*, 2015,15(8): 5-7, 49.
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. *饲料研究*, 2015,15(8):5-7, 49.
- [2]Gazalli H, Mallk A H, Sofi A H, et al. Nutritional value and physiological effect of apple pomace. *International Journal of Food Nutrition and Safety*, 2014, 5(1): 11-15.
- [3]Shao L W, Zhao G X, Feng Z H, et al. Development and utilization of apple pomace as feed resource. *Feed China*, 2015,18(9): 41-44.
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. *饲料广角*, 2015,18(9): 41-44.
- [4]Min B, Bae I Y, Lee H G, et al. Utilization of pectin-enriched materials from apple pomace as a fat replacer in a model food system. *Bioresource Technology*, 2010, 101(14): 5414-5418.
- [5]Chatanta D K, Attri C, Gopal K, et al. Bioethanol production from apple pomace left after juice extraction. *Internet Journal of Microbiology*, 2007, 5(2):46-49.
- [6]Zhao Y S. New characteristics of apple market in China and forecast of production and sales in 2015. *Fruit growers, Friends*, 2015,(8): 3-4, 31.
赵玉山. 我国苹果市场新特点及2015年产销预测. *果农之友*, 2015,(8): 3-4, 31.
- [7]Li J X, Li Z X, Yang M Q, et al. The comprehensive utilization of apple pomace resource. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 2002, 30: 103-106.
李巨秀, 李志西, 杨明泉, 等. 果渣资源的综合利用. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*. 2002, 30: 103-106.
- [8]Gao Y, Wang G J, Lai H X, et al. Probiotic fermented apple pomace affects growth performance, serum

- biochemical indicators and fecal microbial flora of weaned piglets. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2016, 28(5): 1515-1524.
- 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. 动物营养学报, 2016, 28(5): 1515-1524.
- [9]Yang F Y, Qi Z Y, Li C F, et al. Experiment of feeding pig with dried apple pulp to replace wheat bran. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2000, 9(2): 25-27, 32.
- 杨福有, 祁周约, 李彩凤, 等. 苹果渣代替麸皮饲喂猪试验. 西北农业学报, 2000, 9(2): 25-27, 32.
- [10]Chen Y R. Protein requirement for guanzhong dairy lambs at the age of 1-90 days. Yangling: A&F University, 2010. 陈艳瑞. 1-90日龄关中奶山羊蛋白质营养需要量研究. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [11]NRC. Nutrient requirements of nonhuman primates, 2nd ed. Washington, D.C: National academies press, 2007.
- [12]Van Keulen J, Young B A. Evaluation of acidinsoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Journal of animal science, 1977, 44.
- [13]Quan G, Zhu X F, Yin B Y. Effect of apple pomace on feeding Guanzhong dairy goats. Shaanxi Journal of Agricultural Sciences, 2013, 5(9): 89-90.
- 权刚, 朱小甫, 尹宝英. 苹果渣饲喂关中奶山羊实验效果. 陕西农业科学, 2013, 5(9): 89-90.
- [14]Du J. Effects of apple pomace on performance, ruminal fermentation and milk fatty acids composition in Xinong Saanen dairy goat. Yangling: A&F University, 2011.
- 杜娟. 苹果渣饲料对西农萨能奶山羊生产性能、瘤胃发酵和乳脂肪酸组成的影响. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [15]Shu X. Evaluation of feeding value of apple pomace for milk cows and dairy goats. Yangling: A&F University, 2010.
- 舒曦. 苹果渣对泌乳牛羊生产性能和血液生化指标的影响. 陕西杨凌: 西北农林科技大学, 2010.
- [16]Edwards N J, Parker W J. Apple pomace as a supplement to pasture for dairy cows in late lactation. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, 1995, 55(8): 67-69.
- [17]Bae H H, Shin C N. Effect of total mixed ration including apple pomace for lactating cows. Korean Journal of Dairy Science, 1994, 16(4): 295-302.
- [18]Jung H G, Mertens D R, PAYNE A J. Correlation of acid detergent lignin and Klason lignin with digestibility of forage dry matter and neutral detergent fiber. Journal of Dairy Science, 1997, 80(8): 1622-1628.
- [19]Zhang Sh R, Yi X W, He X, et al. Effect of total mixed ration on milk performance, feeding behavior, and serum free amino acid in dairy cows of southern China. Acta Prataculturae Sinica, 2008, 17(3): 23-30.
- 张石蕊, 易学武, 贺喜, 等. 不同精粗比全混合日粮饲养技术对南方奶牛采食行为、产奶性能和血清游离氨基酸的影响. 草业学报, 2008, 17(3): 23-30.
- [20]Lou C, Jiang Ch G, Ma T, et al. Effects of feeding level on digestion and metabolism of meat ewes during pregnancy. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2014, 26(1): 134-143.
- 楼灿, 姜成钢, 马涛, 等. 饲养水平对肉用绵羊妊娠期消化代谢的影响. 动物营养学报, 2014, 26(1): 134-143.
- [21]Fiorentini G, Messana J D, Dian P H M, et al. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. Animal Feed Science and Technology, 2013, 181(1/2/3/4): 26-34.
- [22]Li C F, Yang F Y. Nutrient composition and utilization of apple pomace. Feed Exposition, 2001, 2: 38.
- 李彩凤, 杨福有. 苹果渣的营养成分及利用. 饲料博览, 2001, 2: 38.
- [23]Sun P F. The nutritive evaluation of apple pomace and its effects on feeding dairy cow. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2004.
- 孙攀峰. 苹果渣的营养评价及其饲喂奶牛的效果研究. 郑州: 河南农业大学, 2004.
- [24]Fu Y Y, Bai Y F, Tu Y L, et al. Milk replacer and starter on growth performance, serum biochemical indexes and nutrient apparent digestibility of lambs during mid-late lactation. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2017, 29(3): 1056-1064.
- 付宇阳, 白云峰, 涂远璐, 等. 代乳品和开口料对哺乳中后期羔羊生长性能血清生化指标和营养物质表现