动物营养学报 2021,33(8):4533-4540
Chinese Journal of Animal Nutrition

doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2021.08.033

茶多酚对奶山羊生产性能、血液指标和抗氧化功能的影响

肖红艳[1] 屈金涛[1,2] 凌 浩[1] 张紫阳[1] 何幼宽[1] 刘懿慧[1] 张佩华[1*]

(1.湖南农业大学动物科学技术学院,长沙 410128;2.城步犇牧牧业有限公司,邵阳 422500)

摘 要: 本试验旨在研究茶多酚对奶山羊生产性能、血液指标和抗氧化功能的影响。选择24只体重、泌乳日龄、产奶量、胎次相近的健康西农萨能奶山羊,随机分成2组,每组4个重复,每个重复3只羊。对照组饲喂全混合日粮,试验组在全混合日粮中添加5.71 g/kg茶多酚。预试期10 d,正试期42 d。结果表明:1)饲粮中添加茶多酚对奶山羊的干物质采食量和产奶量无显著影响($P>0.05$)。2)第21天和第42天,茶多酚组的乳中体细胞数显著低于对照组($P<0.05$);第21天,茶多酚组的乳中尿素氮含量显著高于对照组($P<0.05$)。3)第21天,茶多酚组的血清丙二醛含量显著低于对照组($P<0.05$),血清总超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性显著高于对照组($P<0.05$)。第42天,与对照组相比,茶多酚组的血清GSH-Px活性有提高的趋势($P=0.065$)。4)第42天,与对照组相比,茶多酚组的血清谷草转氨酶活性有提高的趋势($P=0.067$)。5)第42天,茶多酚组的血液中嗜酸性粒细胞数量显著低于对照组($P<0.05$)。综上所述,在本试验条件下,饲粮中添加茶多酚能降低乳中体细胞数,提高奶山羊的抗氧化功能。

关键词: 茶多酚;奶山羊;生产性能;抗氧化功能;血细胞指标;血清生化指标

中图分类号:S826 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-267X(2021)08-4533-08

随着抗生素长期使用带来的细菌耐药性和药物残留等问题,国家农业农村部发出公告,自2020年1月1日起,退出除中草药外的所有促生长类药物饲料添加剂品种[1]。因此,寻找更为安全的绿色饲料添加剂已成为目前的研究热点。茶多酚是从茶叶及茶叶副产品中提取的多酚类物质,是一种天然的抗氧化剂,主要成分包括儿茶素、黄酮类和酚酸类等有机化合物[2]。茶多酚具有抗菌、抗氧化、改善肉品质、提高动物的生产性能及机体免疫力等功能[3-6]。Wang等[5]研究表明,饲粮中添加200 mg/kg的茶多酚可提高蛋鸡产蛋性能,改善料蛋比、蛋品质以及内脏形态。Zou等[7]研究发现,饲粮中添加0.06 g/kg BW的茶多酚可以改善黄羽肉鸡的肉品质,促进肠道有益菌的生长,对生产性能没有影响。Ahmed等[8]研究发现,饲粮中添加绿茶提取物能够提高山羊的日增重,改善其肉品质和营养成分,改变羊肉脂肪酸的组成,提高肉的氧化稳定性。目前国内外关于茶多酚在畜禽上的研究主要集中在猪、家禽等方面,而在反刍动物特别是奶山羊方面研究鲜见报道。因此,本试验旨在研究茶多酚对奶山羊生产性能、血液指标和抗氧化能力的影响,探讨其在奶山羊上的应用效果,为茶多酚在奶山羊养殖中的应用提供理论依据。

收稿日期:2021-01-25

基金项目:湖南省自然科学基金项目(2019JJ50279);南方奶山羊高效养殖新产品研制项目

作者简介:肖红艳(1997—),女,湖南邵阳人,硕士研究生,从事反刍动物营养学研究。E-mail: 2461680614@qq.com

*通信作者:张佩华,副教授,硕士生导师,E-mail: zhang1970@hunau.edu.cn

1 材料与方法

1.1 试验地址和试验材料

试验于2020年6—7月在湖南省邵阳市城步苗族自治县某牧场进行,试验动物为西农萨能奶山羊。茶多酚为湖南某公司生产,提取原料为绿茶叶,主要成分及含量为:茶多酚50%,水分5%,咖啡碱6.84%,茶多糖3.5%。

1.2 试验设计

选择24只体重[(55.04±8.22) kg]、泌乳天数[(180±4) d]、产奶量[(1.50±0.16) kg]、胎次(2~3胎)相近的健康西农萨能奶山羊作为试验动物,随机分成2组,每组4个重复,每个重复3只羊。对照组饲喂全混合日粮(TMR),试验组在TMR中添加5.71 g/kg茶多酚(参考张培军[9]、洪兴华等[10]、陈明等[11]、Ma等[12]的研究结果确定茶多酚添加量)。试验期52 d,其中预试期10 d,正试期42 d。

1.3 基础饲粮与饲养管理

基础饲粮参照NRC(2007)奶山羊的营养需要配制,其组成及营养水平见表1。奶山羊采用小栏饲养,每天08:00和16:00各饲喂1次TMR,保证每栏有5%的剩料。自由采食、自由饮水。每天07:00和18:00进行挤奶。其他饲养管理按照羊场的原有规定进行。

表1 基础饲粮组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (DM basis) %

原料 Ingredients	含量 Content	营养水平 Nutrient levels[2)]	含量 Content
燕麦草 Oat	28.00	干物质 DM	55.17
苜蓿干草 Alfalfa hay	28.00	泌乳净能 NE_L/(MJ/kg)	5.61
玉米 Corn	28.50	粗蛋白质 CP	16.25
豆粕 Soybean meal	11.87	中性洗涤纤维 NDF	44.53
麸皮 wheat bran	2.00	酸性洗涤纤维 ADF	24.96
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.40	粗脂肪 EE	4.49
小苏打 $NaHCO_3$	0.30	粗灰分 Ash	8.82
石粉 Limestone	0.49	钙 Ca	0.62
预混料 Premix[1)]	0.44	总磷 P	0.35
合计 Total	100.00		

1)每千克预混料含 One kg of premix contained the following: VC 10 000 mg,Fe 10 000 mg,Mg 20 000,K 5 000 mg,Ca 2 000 mg,Zn 10 000 mg,Mn 1 000 mg,纤维素 cellulose 150 000 U,木聚糖酶 xylanase 200 000 U。

2)泌乳净能为计算值,参照NRC(2007),其余为实测值。NE_L was a calculated value according to NRC (2007), while the others were measured values.

1.4 样品采集与指标测定

1.4.1 生产性能的测定

正试期每天记录每只羊的产奶量;每天准确记录饲喂量和剩料量,测定饲粮中的干物质含量,以栏为单位计算每只羊的干物质采食量。

1.4.2 奶样的采集与测定

在正试期第21天和第42天每头羊按早、晚产奶量=6:4(体积比)的比例采集奶样100 mL,添加防腐剂,混匀后分装至50 mL离心管,用于乳成分测定。乳糖率、乳脂率、乳蛋白率以及乳中非乳脂固体和尿素氮含量使用FOSS乳成分分析仪(Milko can™ FT6000)测定,乳中体细胞数使用利拉伐DCC体细胞计数仪测定。

1.4.3 血样的采集与测定

在正试期第21天和第42天晨饲前从颈部静脉采集血液,使用不含抗凝剂的5 mL真空采血管收集血液,633×*g*离心15 min后,吸取血清分装于1.5 mL离心管中,-80 ℃保存备用。使用科华卓越450全自动生化分析仪检测血清中总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)含量和谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)活性。使用试剂盒测定血清抗氧化指标,包括总抗氧化能力(T-AOC)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)、总超氧化物歧化酶(T-SOD)活性和丙二醛(MDA)含量,试剂盒购自

南京建成生物工程研究所。

1.4.4　血细胞指标的测定

在正试期第 21 天和第 42 天晨饲前使用乙二胺四乙酸(EDTA)抗凝管从颈部静脉采集血液 5 mL,于采血后 2 h 内采用全自动五分类血细胞分析仪(光电 MEK-7222K)测定血细胞指标。包括白细胞(white blood cell, WBC)、中性粒细胞(neutrophils, NEUT)、淋巴细胞(lymphocyte, LYM)、单核细胞(monocyte, MONO)、嗜酸性粒细胞(eosinophils, EO)、嗜碱性粒细胞(basophils, BASO)、红细胞(red blood cell, RBC)数量。

1.4.5　饲粮营养水平的测定

正试期每周采用四分法收集饲粮样 500 g,称重后在 65 ℃烘箱中烘 48 h,计算初水分含量后粉碎,过 40 目筛用于饲粮营养水平的测定。饲粮中的干物质含量根据 GB/T 6435—2006 测定,粗蛋白质含量根据 GB/T 6432—2018 测定,粗脂肪含量根据 GB/T 6433—2006 测定,粗灰分含量根据 GB/T 6438—2007 测定,钙含量根据 GB/T 6436—2018 测定,磷含量根据 GB/T 6437—2018 测定,中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维含量根据 GB/T 6434—2006 测定。

1.5　数据统计分析

试验数据先用 Excel 2010 进行初步统计整理,然后用 SPSS 24.0 软件进行数据分析,先对数据进行正态性检验,然后采用独立样本 *t* 检验方法进行数据分析,结果以平均值±标准差表示。$P<0.05$为差异显著,$0.05\leqslant P<0.10$ 为有差异趋势。

2　结　果

2.1　茶多酚对奶山羊生产性能的影响

由表 2 可知,对照组和茶多酚组之间奶山羊的干物质采食量和产奶量无显著差异($P>0.05$)。

表 2　茶多酚对奶山羊生产性能的影响

Table 2　Effects of tea polyphenols on performance of dairy goats　　kg/d

项目 Items	对照组 Control group	茶多酚组 Tea polyphenol group	*P* 值 *P*-value
干物质采食量 DMI	1.92±0.04	1.90±0.06	0.552
产奶量 Milk yield	1.53±0.24	1.58±0.42	0.737

2.2　茶多酚对奶山羊乳成分的影响

由表 3 可知,第 21 天,茶多酚组的乳中尿素氮含量显著高于对照组($P<0.05$),乳中体细胞数显著低于对照组($P<0.05$);第 42 天,茶多酚组的乳中体细胞数显著低于对照组($P<0.05$),乳中尿素氮含量与对照组相比无显著差异($P>0.05$)。对照组和茶多酚组之间乳脂率、乳蛋白率、乳糖率和乳中非乳脂固体含量在第 21 天和第 42 天均差异不显著($P>0.05$)。

2.3　茶多酚对奶山羊血清抗氧化指标的影响

由表 4 可知,第 21 天,茶多酚组的血清 MDA 含量显著低于对照组($P<0.05$),茶多酚组的血清 T-SOD 和 GSH-Px 活性显著高于对照组($P<0.05$),对照组和茶多酚组之间血清 T-AOC 无显著差异($P>0.05$)。第 42 天,与对照组相比,茶多酚组的血清 GSH-Px 活性有提高的趋势($P=0.065$),对照组和茶多酚组之间血清 T-SOD、T-AOC 活性和 MDA 含量无显著差异($P>0.05$)。

2.4　茶多酚对奶山羊血清生化指标的影响

由表 5 可知,第 21 天,对照组和茶多酚组之间血清 TP、ALB 含量及 AST、ALP 活性无显著差异($P>0.05$)。第 42 天,与对照组相比,茶多酚组的血清 AST 活性有提高的趋势($P=0.067$),对照组和茶多酚组之间血清 TP、ALB 含量及 ALP 活性无显著差异($P>0.05$)。

2.5　茶多酚对奶山羊血细胞指标的影响

由表 6 可知,对照组和茶多酚组之间血液白细胞、中性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞、嗜碱性粒细胞和红细胞数量在第 21 天和第 42 天均无显著差异($P>0.05$)。第 42 天,茶多酚组的血液中嗜酸性粒细胞数量显著低于对照组($P<0.05$)。

表 3 茶多酚对奶山羊乳成分的影响

Table 3 Effects of tea polyphenols on milk composition of dairy goats

项目 Items	对照组 Control group	茶多酚组 Tea polyphenol group	*P* 值 *P*-value
第 21 天 Day 21			
乳脂率 Milk fat percentage/%	3.55±0.93	4.13±0.95	0.145
乳蛋白率 Milk protein percentage/%	2.94±0.42	2.82±0.24	0.406
乳糖率 Lactose percentage/%	4.37±0.10	4.29±0.15	0.148
非乳脂固体含量 SNF content/%	8.01±0.47	7.75±0.25	0.112
尿素氮含量 UN content/(mg/dL)	35.84±3.08	38.82±3.64	0.042
体细胞数 SCC/($\times10^4$ 个/mL)	128.42±7.09	107.02±27.19	0.028
第 42 天 Day 42			
乳脂率 Milk fat percentage/%	3.28±0.85	3.37±0.70	0.784
乳蛋白率 Milk protein percentage/%	2.98±0.44	2.82±0.25	0.301
乳糖率 Lactose percentage/%	4.34±0.14	4.31±0.13	0.596
非乳脂固体含量 SNF content/%	8.00±0.42	7.76±0.31	0.129
尿素氮含量 UN content/(mg/dL)	36.18±3.18	36.78±3.80	0.683
体细胞数 SCC/($\times10^4$ 个/mL)	139.48±14.93	105.00±32.00	0.003

表 4 茶多酚对奶山羊血清抗氧化指标的影响

Table 4 Effects of tea polyphenols on serum antioxidant indexes of dairy goats

项目 Items	对照组 Control group	茶多酚组 Tea polyphenol group	*P* 值 *P*-value
第 21 天 Day 21			
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	5.08±1.52	3.26±0.92	0.002
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	117.61±6.23	125.05±7.63	0.016
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	290.32±61.23	545.32±217.14	0.002
总抗氧化能力 T-AOC/(U/L)	13.18±6.96	12.90±3.41	0.902
第 42 天 Day 42			
丙二醛 MDA/(nmol/mL)	5.07±2.14	3.96±1.47	0.161
总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	122.42±4.07	124.71±6.69	0.322
谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(U/mL)	244.16±88.13	316.11±88.55	0.065
总抗氧化能力 T-AOC/(U/L)	12.15±3.21	13.01±2.84	0.495

表 5 茶多酚对奶山羊血清生化指标的影响

Table 5 Effects of tea polyphenols on serum biochemical indexes of dairy goats

项目 Items	对照组 Control group	茶多酚组 Tea polyphenol group	*P* 值 *P*-value
第 21 天 Day 21			
总蛋白 TP/(g/L)	78.50±4.38	79.20±1.55	0.614
白蛋白 ALB/(g/L)	47.67±2.10	47.67±3.55	1.000
谷草转氨酶 AST/(U/L)	91.17±12.45	86.73±16.22	0.468
碱性磷酸酶 ALP/(U/L)	89.45±19.78	77.25±19.71	0.154
第 42 天 Day 42			
总蛋白 TP/(g/L)	80.83±4.45	80.75±5.41	0.968
白蛋白 ALB/(g/L)	48.67±2.90	48.67±3.20	1.000
谷草转氨酶 AST/(U/L)	89.09±10.40	101.27±17.78	0.067
碱性磷酸酶 ALP/(U/L)	83.55±16.19	70.08±24.60	0.140

表 6　茶多酚对奶山羊血细胞指标的影响

Table 6　Effects of tea polyphenols on blood cell indexes of dairy goats

项目 Items	对照组 Control group	茶多酚组 Tea polyphenol group	*P* 值 *P*-value
第 21 天 Day 21			
白细胞 WBC/(×10^9 个/L)	13.40±3.07	14.30±1.20	0.372
中性粒细胞 NEUT/(×10^9 个/L)	1.04±0.98	1.51±0.46	0.257
淋巴细胞 LYM/(×10^9 个/L)	10.52±2.71	9.72±1.85	0.457
单核细胞 MONO/(×10^9 个/L)	1.29±0.83	1.13±0.50	0.629
嗜酸性粒细胞 EO/(×10^9 个/L)	0.15±0.09	0.09±0.08	0.734
嗜碱性粒细胞 BASO/(×10^9 个/L)	0.05±0.03	0.06±0.02	0.382
红细胞 RBC/(×10^{12}个/L)	1.54±0.37	1.45±0.27	0.537
第 42 天 Day 42			
白细胞 WBC/(×10^9 个/L)	12.43±1.78	11.52±2.76	0.353
中性粒细胞 NEUT/(×10^9 个/L)	0.85±0.77	1.09±0.47	0.414
淋巴细胞 LYM/(×10^9 个/L)	10.68±2.66	8.96±2.54	0.128
单核细胞 MONO/(×10^9 个/L)	0.99±0.66	0.86±0.51	0.607
嗜酸性粒细胞 EO/(×10^9 个/L)	0.15±0.07	0.06±0.04	0.008
嗜碱性粒细胞 BASO/(×10^9 个/L)	0.06±0.03	0.06±0.01	0.765
红细胞 RBC/(×10^{12}个/L)	1.81±0.33	1.68±0.39	0.413

3　讨　论

3.1　茶多酚对奶山羊生产性能的影响

茶多酚作为一种绿色饲料添加剂,在畜禽饲粮中适量添加可改善动物的生产性能,提高产品品质[13]。Wang 等[5]研究报道,饲粮中添加茶多酚对蛋鸡的平均日采食量无显著影响。Gessner 等[14]在奶牛上的研究发现,饲粮中添加绿茶提取物不会影响奶牛的干物质采食量。本试验中,饲粮中添加茶多酚对奶山羊干物质采食量无显著影响,造成这种结果的原因可能是由于茶多酚具有苦涩味,并且含有单宁、咖啡碱、鞣酸等物质,影响了饲粮的适口性[13,15],进而影响了奶山羊的采食量。产奶量是反映奶山羊生产性能的重要指标。Winkler 等[16]研究结果显示,饲粮中添加绿茶和姜黄素提取物有提高奶牛产奶量的趋势,并能显著提高奶牛的能量校正乳。Ma 等[12]研究报道,饲粮中添加茶多酚可以改善高酮血症奶牛的产奶量和健康状况。本试验中,饲粮中添加茶多酚对奶山羊产奶量无显著影响,可能原因是试验动物不同,具体原因还有待进一步研究。

3.2　茶多酚对奶山羊乳成分的影响

乳中体细胞数可以反映奶山羊乳房的健康状况和生鲜乳的质量。本试验中,饲粮中添加茶多酚显著降低了乳中体细胞数,说明茶多酚对奶山羊乳房健康有积极作用。Ma 等[17]研究表明,茶多酚能够抑制活性氧(ROS)和 MDA 产生,提高抗氧化酶的活性,保护牛乳腺上皮细胞免受氧化损伤。同时,茶多酚具有较强的抗炎、抗菌和免疫调节作用[13]。因此,推测茶多酚可能是通过提高机体的抗氧化能力和免疫力,降低乳中体细胞数。乳中尿素氮含量可以反映出动物对蛋白质的利用效率。本试验中,饲粮中添加茶多酚提高了乳中尿素氮含量,推测茶多酚可能促进了瘤胃微生物对饲粮粗蛋白质的降解。

3.3　茶多酚对奶山羊血清抗氧化指标的影响

体内 ROS 的生成与抗氧化酶的产生是一种动态平衡关系,当平衡被打破时,就会产生大量的自由基,造成氧化应激,从而引起多种疾病的发生[13]。T-AOC 是评定机体抗氧化能力的综合指标,超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和 GSH-Px 等抗氧化酶在保护机体免受氧化损伤方面起着重要作用,在一定范围内活性越高表明机体的抗氧化能力越强[18]。MDA 是脂质氧化的终产物,血清中 MDA 含量越低,机体受到的氧化损伤就越小。张培军[9]研究表明,饲粮中添加茶多酚能显著提高奶牛血清 T-AOC 和 GSH-Px 活性,显著降低血清 MDA 含量。Shah 等[6]研究报道,

饲喂 4%茶树的枝叶(BLTT)能显著提高南江黄山羊血清 SOD 和 GSH-Px 活性,降低血清 MDA 含量。本试验中,饲粮中添加茶多酚可显著提高血清中 GSH-Px 和 T-SOD 活性,降低血清 MDA 含量,与前人的研究结果基本一致。其原因可能是饲粮中添加茶多酚后,提高了血清中抗氧化酶的活性,降低机体的脂质过氧化水平,进而提高了奶山羊的抗氧化功能[2]。

3.4 茶多酚对奶山羊血清生化指标的影响

血清生化指标的变化能够评估机体的健康水平及营养物质的代谢情况。血清 AST 活性是反映机体肝脏功能的重要指标[19]。AST 能够调节机体内蛋白质的代谢,当蛋白质代谢水平提高或肝脏功能受损时,血清 AST 活性升高[19]。本试验中,茶多酚组奶山羊血清 AST 活性有提高的趋势,但处于正常范围内[20],推测茶多酚组血清 AST 活性的升高并不是肝功能受到损伤,而是促进了机体内蛋白质的代谢。李桦等[21]研究表明,茶多酚具有调节机体蛋白质代谢的作用。血清 ALP 也是检测肝脏功能的一个重要指标,当肝脏受到损伤时,肝细胞膜通透性加大,从而导致血清 ALP 活性升高[22]。本试验中,饲粮中添加茶多酚对奶山羊血清 AST 和 ALP 活性无显著影响,说明饲粮中添加茶多酚不会对奶山羊的肝功能产生负面影响。

3.5 茶多酚对奶山羊血细胞指标的影响

血细胞作为血液中最基本的检查指标,可通过血液中细胞的增多或减少来反映机体的健康状况和预测疾病的发生[23]。血细胞中的白细胞是体内重要的免疫细胞,主要包括单核细胞、中性粒细胞、嗜酸性和嗜碱性粒细胞、淋巴细胞,在抵抗异物入侵机体、产生抗体、介导免疫应答方面发挥重要作用[24]。嗜酸性粒细胞在白细胞中的比例较小,通常存在于呼吸道和消化道内,在介导变态反应、寄生虫感染和免疫调节等方面发挥重要作用[25]。研究表明,当机体感染寄生虫时,体内嗜酸性粒细胞数量增多[26]。Zhong 等[27]研究表明,茶多酚能够抑制捻转血矛线虫的感染,提高宿主的抵抗力。本试验中,饲粮中添加茶多酚降低了血液中嗜酸性粒细胞的数量,对其他血细胞指标无显著影响,说明茶多酚对动物的健康无负面影响。目前,茶多酚对血细胞指标影响的研究较少,具体机制还有待进一步研究。

4 结 论

在本试验条件下,饲粮中添加茶多酚能提高奶山羊的抗氧化功能,降低乳中体细胞数。

参考文献:

[1] 中华人民共和国农业农村部公告 第 194 号[EB/OL].(2019-07-10).http://www.xmsyj.moa.gov.cn/zcjd/201907/t20190710_6320678.htm.
Announcement No.194 of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China [EB/OL].(2019-07-10).http://www.xmsyj.moa.gov.cn/zcjd/201907/t20190710_6320678.htm.(in Chinese)

[2] YAN Z M,ZHONG Y Z,DUAN Y H,et al.Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits[J].Animal Nutrition,2020,6(2):115-123.

[3] KHAN N,MUKHTAR H.Tea polyphenols in promotion of human health[J].Nutrients,2018,11(1):39.

[4] DING X Q,LI H Y,WEN Z W,et al.Effects of fermented tea residue on fattening performance,meat quality,digestive performance,serum antioxidant capacity,and intestinal morphology in fatteners[J].Animals,2020,10(2):185.

[5] WANG X C,WANG X H,WANG J,et al.Dietary tea polyphenol supplementation improved egg production performance,albumen quality,and magnum morphology of Hy-Line brown hens during the late laying period[J].Journal of Animal Science,2018,96(1):225-235.

[6] SHAH A M,CAI Y M,ZOU H W,et al.Effects of supplementation of branches and leaves trimmed from tea plant on growth performance,rumen fermentation and meat composition of nanjiang yellow goats[J].Animals,2019,9(9):590.

[7] ZOU X Z,XIAO R,LI H L,et al.Effect of a novel strain of *Lactobacillus brevis* M8 and tea polyphenol diets on performance,meat quality and intestinal microbiota in broilers[J].Italian Journal of Animal Science,2017,17(2):396-407.

[8] AHMED S T,LEE J W,MUN H S,et al.Effects of supplementation with green tea by-products on growth performance,meat quality,blood metabolites and immune cell proliferation in goats[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2015,99(6):1127-1137.

[9] 张培军.茶多酚对奶牛酮病、氧化/抗氧化指标和生产性能的影响[D].硕士学位论文.南宁:广西大学,2017.

ZHANG P J.Effects of feeding tea polyphenols on ketosis, oxidation/antioxidation indexe and production performance of dairy cows[D].Master's Thesis.Nanning:Guangxi University,2017.(in Chinese)

[10] 洪兴华,孟慧,孙长勉,等.日粮中添加茶多酚对山羊抗氧化性能的影响[J].中国畜牧杂志,2009,45(21):29-31.
HONG X H,MENG H,SUN C M,et al.Effects of dietary tea polyphenols on antioxidant capacity of goats[J].Chinese Journal of Animal Science,2009,45(21):29-31.(in Chinese)

[11] 陈明,李明谕,任善茂,等.茶多酚对苏姜育肥猪生长性能及肉品质的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2019(24):114-117.
CHEN M,LI M Y,REN S M,et al.Effects of tea polyphenols on growth performance and meat quality of Sujiang finishing pigs[J].Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine,2019(24):114-117.(in Chinese)

[12] MA Y F,FENG Y,SONG L W,et al.Green tea polyphenols supplementation alters immunometabolism and oxidative stress in dairy cows with hyperketonemia[J].Animal Nutrition,2020,7(1):206-215.

[13] 闫昭明,郭秋平,仲银召,等.茶多酚的生物学特性及其在畜牧生产中的应用[J].动物营养学报,2019,31(4):1525-1532.
YAN Z M,GUO Q P,ZHONG Y Z,et al.Tea polyphenols functions and their application in animal production[J].Chinese Journal of Animal Nutrition,2019,31(4):1525-1532.(in Chinese)

[14] GESSNER D K,BROCK C,HOF L M,et al.Effects of supplementation of green tea extract on the milk performance of peripartal dairy cows and the expression of stress response genes in the liver[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2020,11:57.

[15] 何俊金.茶多酚对蛋鸡生产性能、蛋品质和机体健康的影响[D].硕士学位论文.成都:四川农业大学,2017.
HE J J.Effects of tea polyphenols on laying performance,egg quality and health of laying hens[D].Master's Thesis.Chengdu:Sichuan Agricultural University,2017.(in Chinese)

[16] WINKLER A,GESSNER D K,KOCH C,et al.Effects of a plant product consisting of green tea and curcuma extract on milk production and the expression of hepatic genes involved in endoplasmic stress response and inflammation in dairy cows[J].Archives of Animal Nutrition,2015,69(6):425-441.

[17] MA Y F,ZHAO L,COLEMAN D N,et al.Tea polyphenols protect bovine mammary epithelial cells from hydrogen peroxide-induced oxidative damage *in vitro* by activating NFE2L2/HMOX1 pathways[J].Journal of Dairy Science,2019,102(2):1658-1670.

[18] 李宁,袁梅,王之盛,等.活性干酵母对犊牛生长性能及血清生化、抗氧化和免疫指标的影响[J].动物营养学报,2020,32(11):5448-5457.
LI N,YUAN M,WANG Z S,et al.Effects of active dry yeast on growth performance and serum biochemical,antioxidant and immune indexes of calves[J].Chinese Journal of Animal Nutrition,2020,32(11):5448-5457.(in Chinese)

[19] 占今舜,刘远,占咏平,等.饲粮蛋白质水平对广丰山羊肉品质、血清酶活性、瘤胃发酵和肠道发育的影响[J].动物营养学报,2021,33(3):1493-1502.
ZHAN J S,LIU Y,ZHAN Y P,et al.Effects of dietary protein level on meat quality,serum enzyme activity and intestinal develpment of *Guangfeng* goats[J].Chinese Journal of Animal Nutrition,2021,33(3):1493-1502.(in Chinese)

[20] 刘建柱.动物临床诊断学[M].北京:中国林业出版社,2013.
LIU J Z.Animal clinical diagnosis[M].Beijing:China Forestry Press,2013.(in Chinese)

[21] 李桦,杨梅梅,屈倩,等.绿茶多酚对热应激肉鸡血生化指标和抗氧化能力的影响[J].中国兽医学报,2016,36(5):801-803,813.
LI H,YANG M M,QU Q,et al.Effect of green tea phenols on blood biochemistry and antioxidant capacity in heat stress broiler[J].Chinese Journal of Veterinary Science,2016,36(5):801-803,813.(in Chinese)

[22] 贺绍君,吴明明,宋凯,等.短期冰水刺激对犬血常规、血清生化和免疫指标的影响[J].动物营养学报,2019,31(11):5142-5150.
HE S J,WU M M,SONG K,et al.Effects of short-term ice water stimulation on blood routine,serum biochemical and immune indexes of canines[J].Chinese Journal of Animal Nutrition,2019,31(11):5142-5150.(in Chinese)

[23] SU Q L,LI B,LIANG J X,et al.Detection and analysis of routine blood indexes in guike pig[J].Agricultural Biotechnology,2018,7(3):95-98.

[24] 宋明彤,祝倩,马文强,等.饲粮添加甜菜碱对巴马香猪血常规指标和器官生长的影响[J].动物营养学报,2020,32(4):1908-1915.
SONG M T,ZHU Q,MA W Q,et al.Effects of dietary betaine addition on blood routine indexes and organ growth of bama mini-pigs[J].Chinese Journal of Animal Nutrition,2020,32(4):1908-1915.(in Chinese)

[25] 李靓雯,杨光.嗜酸性粒细胞与消化道及其免疫平衡关系的研究进展[J].国际消化病杂志,2019,39(3):181-184.
LI L W,YANG G.Advances in research on the relationship between eosinophils and digestive tract and their

immune balance[J]. International Journal of Digestive Diseases, 2019, 39(3): 181-184. (in Chinese)
[26] ROGERIO A P, SÁ-NUNES A, FACCIOLI L H. The activity of medicinal plants and secondary metabolites on eosinophilic inflammation[J]. Pharmacological Research, 2010, 62(4): 298-307.
[27] ZHONG R Z, LI H Y, FANG Y, et al. Effects of dietary supplementation with green tea polyphenols on digestion and meat quality in lambs infected with *Haemonchus contortus*[J]. Meat Science, 2015, 105: 1-7.

Effects of Tea Polyphenols on Performance, Blood Indexes and Antioxidant Function of Dairy Goats

XIAO Hongyan[1] QU Jintao[1,2] LIN Hao[1] ZHANG Ziyang[1] HE Youkuan[1]
LIU Yihui[1] ZHANG Peihua[1*]
(1. *College of Animal Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha* 410128, *China*; 2. *Chengbu Shanmu Animal Husbandry Co., Ltd., Shaoyang* 422500, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of tea polyphenols on performance, blood indexes and antioxidant function of dairy goats. Twenty-four healthy *Xinong* Saanen dairy goats with similar parity, lactation age, milk yield and body weight were randomly divided into 2 groups with 4 replicates in each group and 3 goats in each replicate. Goats in the control group was fed a total mixed ration, and others in the tea polyphenols group were fed a total mixed ration supplemented with 5.71 g/kg tea polyphenols. The pre feeding period was 10 days and the formal experimental period was 42 days. The results showed as follows: 1) dietary tea polyphenols had no significant effects on dry matter intake and milk yield of dairy goats ($P>0.05$). 2) On day 21 and day 42, the milk somatic cell count of tea polyphenols group was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$); on day 21, the milk urea nitrogen content of tea polyphenols group was significantly higher than that of the control group ($P<0.05$). 3) On day 21, the serum malondialdehyde (MDA) content of tea polyphenols group was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$), and the activities of total superoxide dismutase and glutathione peroxidase (GSH-Px) in serum were significantly higher than those of the control group($P<0.05$). On day 42, compared with the control group, the serum GSH-Px activity of tea polyphenols group had a tendency to increase ($P=0.065$). 4) On day 42, compared with the control group, the serum glutamic-oxalacetic transaminase activity of tea polyphenols group had a tendency to increase ($P=0.067$). 5) On day 42, the blood eosinophils number of tea polyphenols group was significantly lower than that of the control group ($P<0.05$). In conclusion, dietary tea polyphenols can decrease the milk somatic cell count and increase the antioxidant function of dairy goats under the conditions of this study. [***Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2021, 33(8): 4533-4540**]

Key words: tea polyphenols; dairy goats; performance; antioxidant function; blood cell indexes; serum biochemical indexes

* Corresponding author, professor, E-mail: zhang1970@hunau.edu.cn

(责任编辑 武海龙)