

外源寡糖对奶山羊血清生化指标和抗氧化指标的影响

肖宇¹ 王利华¹ 孙国强¹ 程明² 汪文鑫² 张孝凯² 祁茹¹ 褚永康¹ 林英庭^{1*}

(1. 青岛农业大学动物科技学院, 青岛 266109; 2. 青岛市畜牧兽医研究所, 青岛 266100)

摘要: 为研究外源寡糖对奶山羊血清生化指标和抗氧化指标的影响, 试验选用体况良好、年龄相近、体重(32.80 ± 2.45) kg 的崂山奶山羊 6 只, 采用分期分组试验设计, 分别饲喂添加 1% (以有效含量计) 甘露寡糖、半乳甘露寡糖、果寡糖、寡木糖和异麦芽寡糖的试验饲料, 另设不添加寡糖的对照组。试验共分为 4 期, 每期 35 d, 其中预试期 7 d, 正试期 28 d。结果表明: 与对照组相比, 果寡糖可显著降低血清丙二醛和低密度脂蛋白胆固醇含量 ($P < 0.05$), 显著提高血清中总蛋白和球蛋白含量 ($P < 0.05$); 甘露寡糖可显著降低血清丙二醛含量和谷丙转氨酶活性 ($P < 0.05$), 提高血清中球蛋白和血清磷含量 ($P < 0.05$); 半乳甘露寡糖可显著提高血清中总蛋白 ($P < 0.05$)、球蛋白 ($P < 0.01$)、高密度脂蛋白胆固醇 ($P < 0.05$) 和血清磷含量 ($P < 0.05$), 增强血清总超氧化物歧化酶活性 ($P < 0.05$), 降低血清丙二醛 ($P < 0.01$)、尿素氮 ($P < 0.05$)、甘油三酯 ($P < 0.05$) 和低密度脂蛋白胆固醇 ($P < 0.05$) 含量, 降低血清谷丙转氨酶活性 ($P < 0.05$)。各种寡糖对奶山羊血清谷草转氨酶、谷胱甘肽过氧化物酶活性和白蛋白、葡萄糖、总胆固醇、血清钙含量无显著影响 ($P > 0.05$)。综上所述, 饲料中添加不同寡糖能够在一定程度上提高奶山羊的抗氧化能力, 改善机体脂质代谢、蛋白质合成以及钙、磷的吸收, 且对肝脏和心脏无损害, 建议在奶山羊饲料中添加的寡糖种类有果寡糖、甘露寡糖和半乳甘露寡糖, 其中半乳甘露寡糖为首选。

关键词: 寡糖; 奶山羊; 抗氧化指标; 血清生化指标

中图分类号: S816.7; S826

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2012)02-0342-07

随着社会和经济的发展, 人们对无公害动物源性产品(肉、蛋、奶类等)的需求日益迫切, 其中如何解决抗药性、药物残留, 改善畜禽产品品质等问题成为目前营养界研究的热点。寡糖作为抗生素替代品, 不能被消化道内源酶消化, 也不能被有害菌利用, 却能够选择性地促进一种或几种消化道有益菌(如双歧杆菌、乳酸杆菌)的生长繁殖, 从而增强动物机体的抵抗力。近年来国内外对果寡糖(FOS)、甘露寡糖(MOS)、异麦芽寡糖(IMO)、半乳甘露寡糖(GMOS)、壳聚糖等功能性寡糖替代抗生素对单胃动物和水生动物生长性能和血清

生化指标影响的研究报道较多^[1-4], 寡糖对反刍动物血清生化指标的影响却鲜有报道。本研究探讨了奶山羊饲料中添加不同寡糖对血清生化指标和抗氧化指标的影响, 筛选和确定适宜于作为奶山羊饲料添加剂的寡糖种类, 旨在为寡糖在奶山羊领域的合理利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

寡木糖(XOS), 山东龙力生物科技股份有限公司提供, 纯度为 70%; IMO, 保龄宝生物股份有

收稿日期: 2011-08-19

基金项目: 山东省自然科学基金项目(ZR2009DM021); 青岛市应用基础研究[11-2-4-5-(1)-jch]

作者简介: 肖宇(1986—), 女, 山东烟台人, 硕士研究生, 从事反刍动物营养与饲料科学研究。E-mail: xy100123@163.com

* 通讯作者: 林英庭, 教授, 硕士生导师, E-mail: lyt0701@yahoo.com.cn

限公司提供,纯度为 90%;FOS,保龄宝生物股份有限公司提供,纯度为 90%;GMOS,购于山东仁和生物有限公司,纯度为 80%;MOS,购于武汉远程科技发展有限公司,纯度为 50%。

1.2 试验动物及分组

选用体况良好、年龄相近、体重(32.80 ±

2.45) kg 的 6 月龄去势崂山奶山羊 6 只,采用分期分组试验设计,每期中 5 只羊饲喂以混合精料为基础,分别添加 1% (以有效含量计) 不同外源寡糖的试验饲料,另外 1 只饲喂不添加寡糖的对照饲料(CT)。试验共分 4 期,每期 35 d,其中预试期 7 d,正试期 28 d。试验动物及分组见表 1。

表 1 试验动物及分组

Table 1 Experimental animals and groups

期数 Stages	羊只 Dairy goat					
	1	2	3	4	5	6
1	FOS	MOS	GMOS	XOS	IMO	CT
2	MOS	XOS	FOS	IMO	CT	GMOS
3	GMOS	FOS	CT	MOS	XOS	IMO
4	XOS	CT	IMO	GMOS	MOS	FOS

1.3 混合精料组成及营养水平

试验混合精料组成及营养水平见表 2。

表 2 混合精料组成及营养水平(风干基础)

Table 2 Composition and nutrient levels of mixed concentrate (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	50
麸皮 Wheat bran	14
豆粕 Soybean meal	30
食盐 NaCl	1
预混料 Premix ¹⁾	5
合计 Total	100
营养水平 Nutrient levels ²⁾	
干物质 DM	81.88
粗蛋白质 CP	19.75
消化能 DE/(MJ/kg)	13.05
中性洗涤纤维 NDF	14.62
酸性洗涤纤维 ADF	6.05
钙 Ca	1.12
磷 P	0.85

¹⁾ 每千克预混料提供 Provided per kg of premix: Cu 160 mg, Fe 1 000 mg, Mn 960 mg, Zn 160 g, Na 54 g, VA 200 000 IU, VD 40 000 IU, VE 2 000 000 IU, 烟酸 nicotinic acid 400 mg, P 80 g, Ca 200 g。

²⁾ 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.4 饲养管理

试验期间奶山羊单笼饲养,每日 07:00 和

17:00 分 2 次等量饲喂,先精后粗,精料 425 g/d,粗料 1 000 g/d (全株玉米青贮:花生蔓为 1:2),精粗比约 30:70,自由饮水,各组间饲养管理完全一致。

1.5 测定指标与方法

1.5.1 血清抗氧化指标的测定

正试期第 14、28 天晨饲前,6 只奶山羊分别静脉采血 10 mL,37 °C 水浴锅静置 1~2 h,3 500 r/min 离心 15 min,取上层血清于 -80 °C 冰箱中保存。采用南京建成生物工程研究所试剂盒测定血清中总超氧化物歧化酶(T-SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性及丙二醛(MDA)含量。

1.5.2 血清生化指标的测定

正试期第 28 天晨饲前,6 只奶山羊分别静脉采血 10 mL,37 °C 水浴锅静置 1~2 h,3 500 r/min 离心 15 min,取上层血清于 -80 °C 冰箱中保存。采用 OLYMPUS AU2700 全自动生化分析仪测定血清中总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLB)、葡萄糖(GLU)、尿素氮(UN)、甘油三酯(TG)、总胆固醇(T-CHO)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、钙(Ca)、磷(P)含量以及谷丙转氨酶(GPT)、谷草转氨酶(GOT)活性。

1.6 数据处理与统计分析

试验数据采用 Excel 软件整理,SPSS 17.0 软件 One-way ANOVA 进行方差分析,LSD 法进行组间差异显著性检验。试验数据以“平均值 ± 标准差”表示。

2 结果

2.1 饲料中不同寡糖对奶山羊抗氧化指标的影响

由表3可知,正试期第14天,各试验组的T-SOD和GSH-Px活性与对照组相比无显著差异($P > 0.05$);FOS组和GMOS组的MDA含量分别

比对照组降低了18.66% ($P < 0.05$)和21.53% ($P < 0.01$)。正试期第28天,各组间GSH-Px活性差异均不显著($P > 0.05$);FOS组、MOS组、GMOS组的MDA含量分别比对照组降低了25.00% ($P < 0.05$)、26.22% ($P < 0.05$)、30.49% ($P < 0.01$);GMOS组的T-SOD活性比对照组提高14.30% ($P < 0.05$)。

表3 饲料中不同寡糖对奶山羊抗氧化指标的影响

Table 3 Effects of different dietary oligosaccharides on antioxidant indices of dairy goats

时间 Time	项目 Items	对照组 Control group	低聚木糖组 XOS group	异麦芽 寡糖组 IMO group	果寡糖组 FOS group	甘露寡糖组 MOS group	半乳甘露 寡糖组 GMOS group
第14天 Day 14	丙二醛 MDA/(nmol/mL)	2.09 $\pm 0.26^a$	1.95 $\pm 0.20^{abc}$	1.91 $\pm 0.27^{abc}$	1.70 $\pm 0.22^b$	1.86 $\pm 0.11^{abc}$	1.64 $\pm 0.21^c$
	总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	74.38 ± 6.47	76.74 ± 4.62	74.93 ± 7.27	81.17 ± 9.74	80.63 ± 4.26	81.17 ± 9.60
	谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(μ mol/L)	368.67 ± 30.56	375.90 ± 27.28	373.43 ± 39.46	378.07 ± 14.12	388.17 ± 22.21	389.40 ± 22.23
	丙二醛 MDA/(nmol/mL)	1.64 $\pm 0.30^a$	1.40 $\pm 0.15^{abc}$	1.39 $\pm 0.27^{abc}$	1.23 $\pm 0.16^{bc}$	1.21 $\pm 0.12^{bc}$	1.14 $\pm 0.25^c$
第28天 Day 28	总超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)	93.48 $\pm 7.42^b$	98.80 $\pm 4.57^{ab}$	95.47 $\pm 8.22^{ab}$	102.95 $\pm 7.23^{ab}$	100.61 $\pm 6.01^{ab}$	106.85 $\pm 4.16^a$
	谷胱甘肽过氧化物酶 GSH-Px/(μ mol/L)	416.39 ± 29.58	421.08 ± 29.76	423.25 ± 27.51	430.60 ± 11.73	435.54 ± 24.26	429.79 ± 27.28

同行数据肩标相邻字母表示差异显著($P < 0.05$),相间字母表示差异极显著($P < 0.01$),相同字母或无字母表示差异不显著($P > 0.05$)。下表同。

In the same row, values with adjacent letter superscripts mean significantly different ($P < 0.05$), and with alternate letter superscripts mean significantly different ($P < 0.01$), while with the same or no letter superscripts mean not significantly different ($P > 0.05$). The same as below.

2.2 饲料中不同寡糖对奶山羊血清生化指标的影响

由表4可知,饲料中不同寡糖对奶山羊血清ALB、GLU、T-CHO、Ca含量和GOT活性影响不显著($P > 0.05$)。各试验组的TP和GLB含量都有提高的趋势,FOS组和GMOS组的TP含量分别比对照组提高了7.69% ($P < 0.05$)和7.22% ($P < 0.05$);FOS组、MOS组和GMOS组的GLB含量分别比对照组提高了7.24% ($P < 0.05$)、7.49% ($P < 0.05$)、9.12% ($P < 0.01$)。饲料中添加不同寡糖后,各试验组的UN、TG含量均有降低趋势,GMOS组分别比对照组降低了12.71% ($P < 0.05$)和19.05% ($P < 0.05$)。FOS组和GMOS组的LDL-C含量分别比对照组降低了21.95% ($P < 0.05$)和23.17% ($P < 0.05$);GMOS组的HDL-C含量分别比对照组和XOS组提高了

23.30% ($P < 0.05$)和18.69% ($P < 0.05$)。MOS组和GMOS组的血清P含量分别比对照组提高了14.56% ($P < 0.05$)和17.09% ($P < 0.05$)。MOS组和GMOS组的GPT活性分别比对照组降低11.76% ($P < 0.05$)和12.75% ($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 饲料中不同寡糖对血清抗氧化指标的影响

抗氧化是机体免受自由基损伤的一种自我保护机制。自由基是一类非常活跃的化学物质,是具有不成对电子的原子或分子。自由基中最主要的是氧自由基,如果沉积在血管壁上,会使血管发生纤维性病变,导致动脉管硬化、高血压、心肌梗塞;沉积在脑细胞时,会引起神经官能不全^[5]。

表 4 饲料中不同寡糖对奶山羊血清生化指标的影响

Table 4 Effects of different dietary oligosaccharides on serum biochemical indices of dairy goats

项目 Items	对照组 Control group	低聚木糖组 XOS group	异麦芽寡糖组 IMO group	果寡糖组 FOS group	甘露寡糖组 MOS group	半乳甘露寡糖组 GMOS group
总蛋白 TP/(g/L)	57.20 ± 0.65 ^b	58.28 ± 3.09 ^{ab}	59.40 ± 2.20 ^{ab}	61.60 ± 1.27 ^a	60.33 ± 3.78 ^{ab}	61.33 ± 3.06 ^a
球蛋白 GLB/(g/L)	32.03 ± 1.52 ^c	32.98 ± 1.66 ^{abc}	33.85 ± 1.38 ^{abc}	34.35 ± 0.61 ^{ab}	34.43 ± 1.83 ^{ab}	34.95 ± 1.05 ^a
白蛋白 ALB/(g/L)	25.18 ± 1.44	25.30 ± 1.94	25.55 ± 1.57	27.25 ± 1.54	25.90 ± 3.53	26.38 ± 2.30
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	2.40 ± 0.28	2.41 ± 0.24	2.42 ± 0.18	2.48 ± 0.13	2.58 ± 0.24	2.53 ± 0.23
尿素氮 UN/(mmol/L)	6.53 ± 0.26 ^a	6.40 ± 0.66 ^{ab}	6.38 ± 0.63 ^{ab}	5.93 ± 0.64 ^{ab}	5.95 ± 0.52 ^{ab}	5.70 ± 0.29 ^b
甘油三酯 TG/(mmol/L)	0.63 ± 0.05 ^a	0.60 ± 0.05 ^{ab}	0.61 ± 0.09 ^a	0.57 ± 0.03 ^{ab}	0.58 ± 0.08 ^{ab}	0.51 ± 0.06 ^b
总胆固醇 T-CHO/(mmol/L)	2.63 ± 0.24	2.57 ± 0.18	2.51 ± 0.14	2.39 ± 0.13	2.45 ± 0.17	2.37 ± 0.15
低密度脂蛋白胆固醇 LDL-C/(mmol/L)	0.82 ± 0.12 ^a	0.78 ± 0.16 ^{ab}	0.76 ± 0.13 ^{ab}	0.64 ± 0.05 ^b	0.74 ± 0.13 ^{ab}	0.63 ± 0.08 ^b
高密度脂蛋白胆固醇 HDL-C/(mmol/L)	1.03 ± 0.09 ^b	1.07 ± 0.12 ^b	1.13 ± 0.08 ^{ab}	1.20 ± 0.15 ^{ab}	1.15 ± 0.15 ^{ab}	1.27 ± 0.17 ^a
钙 Ca/(mmol/L)	2.42 ± 0.23	2.45 ± 0.04	2.46 ± 0.31	2.54 ± 0.21	2.53 ± 0.15	2.56 ± 0.24
磷 P/(mmol/L)	3.16 ± 0.13 ^b	3.37 ± 0.19 ^{ab}	3.21 ± 0.26 ^b	3.48 ± 0.38 ^{ab}	3.62 ± 0.33 ^a	3.70 ± 0.10 ^a
谷丙转氨酶 GPT/(U/L)	25.50 ± 1.73 ^a	24.25 ± 2.50 ^{ab}	24.00 ± 1.83 ^{ab}	23.00 ± 1.63 ^{ab}	22.50 ± 2.38 ^b	22.25 ± 1.26 ^b
谷草转氨酶 GOT/(U/L)	108.75 ± 5.32	110.50 ± 9.33	108.25 ± 6.70	105.25 ± 4.65	106.50 ± 5.74	105.00 ± 8.60

超氧化物歧化酶(SOD)能够有效清除超氧阴离子自由基,可以催化氧自由基链中的第1个自由基·O₂⁻生成H₂O₂,从而阻止·O₂⁻启动的自由基连锁反应^[6],其活性反映了机体清除氧自由基的能力。GSH-Px能够清除H₂O₂,并将脂质过氧化物ROOH还原成相应醇,使活性氧减少,从而减轻细胞膜多不饱和脂肪酸的过氧化作用,降低不饱和脂肪酸和脂类被氧化的机会及ROOH分解产物引起的细胞损伤^[7]。由此看出,SOD和GSH-Px彼此之间相互协调共同完成机体的抗氧化功能。MDA是体内脂质过氧反应链中的终产物,其含量高低反映了机体脂质过氧化的程度及细胞膜过氧化的程度,间接反映细胞损伤的程度^[8]。本试验结果显示,饲料中添加寡糖可通过提高血清相关抗氧化物的活性来增强奶山羊的抗氧化功能,具体表现为FOS、MOS、GMOS可显著降低血清MDA含量,GMOS显著提高T-SOD活性。这与车向荣等^[2]在仔猪上的试验,商常发等^[9]在乳房炎奶牛中的试验结果一致。由此可见,添加寡糖能够在一定程度上改善奶山羊的抗氧化机能,增强机体抵抗力。

3.2 饲料中不同寡糖对血清蛋白质代谢的影响

血清中TP、ALB、GLB和UN的含量变化反映了动物机体蛋白质的吸收和代谢情况。血清中TP由ALB与GLB组成,其含量升高是蛋白质代

谢旺盛的体现,有利于机体对蛋白质的吸收和利用,从而降低饲料消耗^[10]。本试验中,GMOS和FOS能够显著提高血清TP含量,说明寡糖对奶山羊的蛋白质沉积和合成具有一定的促进作用。血清GLB主要由机体免疫器官分泌,它能与外来的特异性抗原起免疫反应而保护机体,其含量的高低影响机体的免疫力,GMOS、MOS、FOS能够显著提高血清GLB含量,说明寡糖可以增强奶山羊的免疫力,与本试验中相关抗氧化指标的改善相一致。血清ALB也是机体蛋白质的一个来源,它能够增加血容量和维持血浆胶体渗透压,同时有运输和解毒的作用,其促使组织蛋白和血浆蛋白之间的相互转化,是衡量肝脏功能和机体营养状况的重要指标。奶山羊饲喂不同寡糖的饲料后ALB含量变化不显著但均有升高趋势。血清UN反映了动物体内蛋白质代谢和氨基酸的平衡情况,当其含量下降时,说明机体蛋白质合成率较高、氨基酸平衡良好^[11-12];当其含量过高时,则会使氮以尿素或气体的形式排出体外,降低饲料中氮的利用率。本试验中各试验组均降低了血清UN含量,说明添加不同种类寡糖可以改善奶山羊体内的蛋白质代谢和氨基酸平衡,加强动物对营养物质的吸收,提高饲料利用率,这与本试验中寡糖能够提高TP、ALB、GLB含量的结果相一致。

3.3 饲料中不同寡糖对血清血糖和脂类代谢的影响

GLU 主要指血液中的葡萄糖,它是所有动物体内不可缺少的营养物质,不仅是动物代谢(大脑神经系统、肌肉、脂肪组织、乳腺等)的唯一能源,而且还是合成脂肪代谢所必须的还原性辅酶(NADPH)以及合成乳糖和乳脂的前提物。本试验中各试验组 GLU 含量较对照组有升高趋势,可能是因为添加的寡糖经瘤胃微生物发酵产生的丙酸产量提高,而丙酸是糖异生的主要前体,有增强机体肝脏组织糖异生能力的作用,从而提高奶山羊 GLU 含量。

血清 TG 和总胆固醇(TC)含量反映了体内脂质代谢的状况,它们含量的上升往往引起肾脏、心血管和脑血管方面的疾病,就现代畜牧产业发展情况以及人类对畜产品的需求来看,如何降低机体脂肪和胆固醇的含量成为目前畜禽生产亟待解决的问题。胡彩虹等^[13]研究表明,肉仔鸡饲料中添加 FOS 可以增加血清 HDL-C 含量,0.6% 和 0.8% FOS 可以显著降低血清 TC、LDL-C 含量和 LDL-C/HDL-C 值,0.8% FOS 可以显著降低血清极低密度脂蛋白胆固醇(VLDL-C)含量。高常发等^[14]连续饲喂奶牛 6 g/d 的壳聚糖 3~5 周时,试验组奶牛血清胆固醇含量分别比对照组显著降低了 21.24%、21.82% 和 28.96%,并且各组胆固醇含量有随饲喂壳聚糖时间的增加而逐渐下降的趋势。孙茂红等^[15]研究表明,600 mg/d 壳聚糖可显著降低犍牛血清 TC 含量,并有降低 TG 含量的趋势。上述研究与本试验结果基本一致,分析其作用机理可能有以下几点:1)功能性寡糖不易被动物消化吸收,属水溶性膳食纤维,具有膳食纤维的部分生理功能^[16],通过结合、黏附等作用调节机体的脂类代谢,从而降低血脂和胆固醇,改善血糖生成;2)寡糖可以减少肝脏分泌的低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白,并降低脂肪酸合成酶的活性及其基因表达^[17];3)在寡糖产生的挥发性脂肪酸中,丙酸是肝脏糖、脂、胆固醇合成过程中多种酶的抑制剂,长期服用可影响酶活性而调节糖、脂、胆固醇代谢^[18];4)寡糖能促进双歧杆菌等有益菌的增殖,而双歧杆菌、乳酸杆菌对胆汁盐有同化和共沉积作用,降低肠道胆汁酸浓度,增加胆汁酸和胆固醇在粪中的排出量,同时胆汁酸浓度的降低导致肠道内脂肪酶的活性下降,使饲料中脂肪的

乳化解分解减弱,吸收减少^[13,19]。

3.4 饲料中不同寡糖对血清 Ca、P 的影响

本试验结果表明,不同寡糖有提高血清 Ca 含量的趋势,GMOS 和 MOS 显著提高了奶山羊的血清 P 含量。分析以上结果认为:一方面可能因为寡糖经细菌发酵产生有机酸,如乙酸、丙酸和丁酸,从而降低消化道 pH,增强肠道溶解不溶性 Ca 盐、镁(Mg)盐的能力,从而促进 Ca、P、Mg 等离子体的吸收;另一方面,Ohta 等^[20]报道,大肠中 Ca 的吸收率与 Ca 结合蛋白的含量呈正相关,小肠中 Ca 的吸收与 Ca 结合蛋白含量呈负相关,补充 FOS 后增加了大肠中而减少了小肠中 Ca 结合蛋白的含量,所以 FOS 可能通过转细胞途径促使大肠中 Ca 离子的吸收。肖明松等^[21]在中华幼鳖饲料中添加 200、400、1 000 mg/kg FOS 和糖萜素,结果发现,随着饲料中 FOS 和糖萜素水平的提高,Ca、P 的表观消化率显著提高,而粪便中氮、P、Ca 的含量显著降低。黄纪明等^[22]研究表明,IMO 能够提高大鼠在模拟失重状态下对 Ca 的吸收,提高其血清骨钙素含量,从而促进其骨骼钙化。李晓丽等^[10]报道 0.9% FOS 能显著提高 21 日龄固始鸡血清钙含量。目前有关寡糖对动物血清矿物质代谢的研究主要集中在单胃动物上,对反刍动物矿物质代谢的影响及作用机理鲜有报道,仍有待于进一步研究。

3.5 饲料中不同寡糖对血清 GPT、GOT 活性的影响

GPT 和 GOT 广泛存在于动物肝细胞内,其活性变化是反映肝细胞和心脏细胞受损的 2 个重要指标。正常情况下,GPT 和 GOT 活性是相对稳定的,当心脏和肝脏组织细胞发生炎症、坏死、中毒等,造成细胞受损或在热冷应激状态下时,转氨酶便会释放到血液里,使血清转氨酶活性升高^[23-24]。本试验中,各试验组血清 GOT 活性与对照组相比有降低趋势,MOS 组和 GMOS 组血清 GPT 活性显著低于对照组。由此可以说明寡糖对奶山羊肝脏和心脏无损害,这为寡糖在生产中的应用提供了依据。

4 结论

① FOS、MOS 和 GMOS 显著降低奶山羊血清 MDA 含量,GMOS 显著提高 T-SOD 活性。

② FOS 显著提高 TP 和 GLB 含量,显著降低

LDL-C 含量;MOS 显著提高 GLB 和 P 含量,显著降低 GPT 活性;GMOS 显著提高 TP、GLB、HDL-C 和 P 含量,显著降低 UN、TG、LDL-C 含量和 GPT 活性。

③ 奶山羊饲料中添加的寡糖种类有 FOS、MOS 和 GMOS,其中 GMOS 为首选。

参考文献:

- [1] 王彬,黄瑞林,印遇龙,等.半乳甘露寡糖取代金霉素对育肥猪血清生化指标和激素水平的影响[J].华北农学报,2006,21(1):76-79.
- [2] 车向荣,岳文斌,臧建军,等.功能性低聚糖对断奶仔猪腹泻的防治及生产性能的影响[J].中国兽医学报,2003,23(3):292-294.
- [3] 庞丽姣,吴志新,熊娟,等.低聚木糖对草鱼非特异性免疫功能的影响[J].动物营养学报,2010,22(6):1687-1693.
- [4] 熊沈学.饲料中添加低聚木糖对异育银鲫增重率、消化酶活性及免疫性能的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2005.
- [5] 冯静.低聚果糖和低聚木糖对荣昌断奶仔猪生产性能和血液理化指标的影响[D].硕士学位论文.重庆:重庆大学,2010.
- [6] 李彦,杨在宾,杨维仁,等.日粮维生素 A 和维生素 E 水平对肉鸡抗氧化和免疫性能的影响[J].动物营养学报,2008,20(4):417-422.
- [7] 张瑜,许建海,朱晓萍,等.日粮不同铜、钼水平对辽宁绒山羊机体抗氧化性能的影响[J].中国畜牧杂志,2010,46(17):30-33.
- [8] 杨保收,陈越,龚伟,等.氧自由基致损伤的分子生物学机制[J].中国兽医杂志,1999,25(1):41-45.
- [9] 商常发,陈会良,金光明,等.壳聚糖对乳房炎奶牛血清自由基代谢的影响[J].中国草食动物,2006,26(3):44-46.
- [10] 李晓丽,董淑丽,何万领,等.果寡糖对不同生长阶段固始鸡血液生化指标的影响[J].中国粮油学报,2010,25(4):43-55.
- [11] MALMOLF K. Amino acid in farm animal nutrition metabolism, partition and consequences of imbalance [J]. Swedish Journal of Agriculture Research, 1988, 18(4):191-193.
- [12] COMA J, CARRION D, ZIMMERMAN D R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirements of pigs[J]. Journal of Animal Science, 1995, 73(2):472-481.
- [13] 胡彩虹,占秀安,许梓荣.果寡糖对肉仔鸡肌肉中胆固醇水平的影响及其作用机理探讨[J].畜牧兽医学报,2003,34(4):349-355.
- [14] 商常发,陈会良,刘世清,等.壳聚糖对奶牛血清胆固醇和蛋白质的影响[J].中国草食动物,2006,26(5):20-22.
- [15] 孙茂红,岳春旺,穆秀明,等.壳聚糖对犊牛脂肪代谢的影响[J].河北北方学院学报:自然科学版,2008,24(5):33-35.
- [16] 勇强,徐勇,余世袁,等.低聚木糖在饲料工业中的应用[J].饲料研究,2004(4):17-19.
- [17] DELZENNE N M, ROBERFROID M R. Physiological effects of non-digestible oligosaccharides [J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 1994, 27(1):1-6.
- [18] WILLIAMS C M. Effects of inulin on lipid parameters in humans[J]. The Journal of Nutrition, 1999, 129(7):1471-1473.
- [19] GILLILAND S E, NELSON C R, MAXWELL C. Assimilation of cholesterol by lactobacillus acidophilus [J]. Applied and Environmental Microbiology, 1985, 49(2):337-381.
- [20] OHTA A, OHTSUKI M, BABA S, et al. Calcium and magnesium absorption from the colon and rectum are increased in rats fed fructooligosaccharides [J]. The Journal of Nutrition, 1995, 125(9):2417-2424.
- [21] 肖明松,王志耕,孙玉军,等.饲料中添加果寡糖和糖萜素对中华鳖消化酶活力的影响[J].中国畜牧兽医,2004,31(2):10-13.
- [22] 黄纪明,白树民,朱德兵,等.低聚异麦芽糖对模拟失重大鼠肠道益生菌以及钙代谢和骨矿盐密度影响的初步研究[J].中国微生态学杂志,2002,14(4):189-191.
- [23] 魏尊.海藻粉对蛋鸡生产性能、蛋品质及血液理化指标的影响[D].硕士学位论文.保定:河北农业大学,2006.
- [24] 段铭,高宏伟,梁鸿雁.吡啶羧酸铬对肉仔鸡血清生化指标及肝脏中相关酶基因表达的影响[J].畜牧兽医学报,2003,34(4):336-339.

Different Exogenous Oligosaccharides Affect Serum Biochemical Indices and Antioxidant Indices of Dairy Goats

XIAO Yu¹ WANG Lihua¹ SUN Guoqiang¹ CHENG Ming² WANG Wenxin²
ZHANG Xiaokai² QI Ru¹ CHU Yongkang¹ LIN Yingting^{1*}

(1. College of Animal Science and Veterinary Medicine, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2. Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine of Qingdao, Qingdao 266100, China)

Abstract: Effects of different exogenous oligosaccharides on serum biochemical indices and antioxidant indices of dairy goats were studied in this experiment. Six healthy dairy goats with an average body weight of (32.80 ± 2.45) kg and similar age were used in a staging and grouping experimental design. Goats in the experimental groups were fed diets supplemented with 1% mannan oligosaccharides (MOS), galactomannan oligosaccharides (GMOS), fructooligosaccharide (FOS), xylooligosaccharide (XOS) and isomalt oligosaccharides (IMO), respectively. The goat in the control group was fed a basal diet without oligosaccharides. The trial consisted of 4 stages. Each stage lasted for 35 days (7-day pretrial period and 28-day trial period). The results showed that compared with the control group, FOS significantly decreased the contents of malonaldehyde (MDA) and low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) in serum ($P < 0.05$), and significantly increased the contents of total protein (TP) and globulin (GLB) in serum ($P < 0.05$); MOS significantly decreased MDA content and glutamic pyruvic transaminase (GPT) activity in serum ($P < 0.05$), and increased the contents of GLB and phosphorus in serum ($P < 0.05$); GMOS significantly increased the contents of TP ($P < 0.05$), GLB ($P < 0.01$), high density lipoprotein cholesterol ($P < 0.05$), phosphorus ($P < 0.05$) and total superoxide dismutase activity in serum ($P < 0.05$), and decreased the contents of MDA ($P < 0.01$), urea nitrogen ($P < 0.05$), triglyceride ($P < 0.05$), LDL-C ($P < 0.05$) and GPT activity ($P < 0.05$), while oligosaccharides had no significant effects on the activities of glutamic oxalacetic transaminase, glutathione peroxidase, and the contents of albumin, glucose, total cholesterol and calcium in serum ($P > 0.05$). In conclusion, oligosaccharides can enhance the antioxidant ability to a certain extent, improve lipid and protein metabolism, promote the absorption of calcium and phosphorus, and have no liver and heart damage in dairy goats. Therefore, it is suggested that FOS, MOS, GMOS can be used to supplement diets for dairy goats, and the GMOS is preferred. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 24(2):342-348]

Key words: oligosaccharides; dairy goats; antioxidant indices; serum biochemical indices