



甜高粱青贮替代玉米青贮对肉羊血液生理生化及抗氧化指标的影响

王斐 何振富 陈平 谢建鹏 贺春贵

Effect of sweet sorghum silage replacing maize silage on blood physiology, serum biochemical, and serum antioxidant indexes of sheep

WANG Fei, HE Zhenfu, CHEN Ping, XIE Jianpeng, HE Chungui

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0329>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

饲用甜高粱青贮对肉羊养分利用的影响

Effect of forage sweet sorghum silage on nutrient utilization in mutton sheep

草业科学. 2018, 12(5): 1240 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0545>

柠条、沙柳颗粒饲料对小尾寒羊血清生化、抗氧化和免疫指标的影响

Effects of *Caragana korshinskii* and *Salix psammophila* pellet feeds on serum biochemical, antioxidant, and immune indexes of Small-tailed Han sheep

草业科学. 2021, 38(6): 1165 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0658>

葛叶粉对肉鸡生长性能及血清生化、抗氧化和免疫指标的影响

Effects of kudzu leaf meal on growth performance and the biochemical, antioxidant, and immune indexes for serum from broilers

草业科学. 2021, 38(3): 590 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2020-0420>

饲用甜高粱青贮对小尾寒羊瘤胃代谢参数的影响

Effect of forage sweet sorghum silage on the metabolic parameters in the rumen of small-tailed han sheep

草业科学. 2018, 12(5): 1232 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0483>

砂仁茎叶对雷州黑山羊生长性能及血液生化指标的影响

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

草业科学. 2019, 36(6): 1634 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2018-0418>

养分异质条件下连接和断开结缕草克隆分株抗氧化酶及丙二醛的生理整合

Physiological integration of antioxidant enzymes and malondialdehyde in connected and disconnected *Zoysia japonica* clonal ramet under nutrient heterogeneity

草业科学. 2018, 12(2): 341 <https://doi.org/10.11829/j.issn.1001-0629.2017-0270>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0329

王斐, 何振富, 陈平, 谢建鹏, 贺春贵. 甜高粱青贮替代玉米青贮对肉羊血液生理生化及抗氧化指标的影响. 草业科学, 2023, 40(9): 2363-2372.

WANG F, HE Z F, CHEN P, XIE J P, HE C G. Effect of sweet sorghum silage replacing maize silage on blood physiology, serum biochemical, and serum antioxidant indexes of sheep. Pratacultural Science, 2023, 40(9): 2363-2372.



甜高粱青贮替代玉米青贮对肉羊血液 生理生化及抗氧化指标的影响

王 斐, 何振富, 陈 平, 谢建鹏, 贺春贵

(甘肃省农业科学院畜牧与绿色农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以 50 只健康小尾寒羊为研究对象, 随机分为 5 组, 每组 10 头, 分别以 0 (对照组)、25%、50%、75%、100% (以干物质计) 甜高粱 (*Sorghum bicolor*) 青贮替代玉米 (*Zea mays*) 青贮, 饲喂 90 d 后测定其生长性能、血液生理生化指标及血清抗氧化指标, 旨在探明甜高粱青贮以不同比例替代玉米青贮对肉羊健康水平的影响。结果显示: 1) 以甜高粱替代不同比例玉米青贮对肉羊平均日增重和日均采食量无显著影响 ($P > 0.05$)。2) 不同处理对各组肉羊血液生理指标无显著影响; 经 90 d 试验期后各组的中性粒细胞比率和中间细胞比率、25% 组的白细胞总数、对照组和 25%~75% 组的小血小板总数及 75% 组的小血小板比容均较第 1 天显著降低 ($P < 0.05$)。对照组、25% 组和 75% 组的淋巴细胞比率及 25% 组和 50% 组的红细胞总数均较第 1 天显著升高。3) 各组血清谷草转氨酶和碱性磷酸酶活性均高于参考范围值; 对照组的谷草转氨酶活性显著高于其他组且其他组间差异不显著; 对照组的碱性磷酸酶活性显著高于 50% 组和 100% 组; 75% 组的白蛋白显著低于 25% 组, 但肌酐含量显著高于 25% 组; 其他指标各组间均无显著差异。4) 50% 组的过氧化氢酶活性、100% 组的超氧化物歧化酶活性和 75% 组的总抗氧化能力均显著高于对照组; 各组的谷胱甘肽过氧化物酶活性和丙二醛水平无显著差异。综上所述, 以甜高粱青贮替代玉米青贮能够在一定程度上改善血清生化指标, 有效保护其肝脏和肾脏, 同时可提高肉羊机体抗氧化能力。

关键词: 甜高粱; 肉羊; 血常规检查; 谷草转氨酶; 碱性磷酸酶; 总抗氧化能力; 丙二醛

文献标识码: A 文章编号: 1001-0629(2023)09-2363-10

Effect of sweet sorghum silage replacing maize silage on blood physiology, serum biochemical, and serum antioxidant indexes of sheep

WANG Fei, HE Zhenfu, CHEN Ping, XIE Jianpeng, HE Chungui

(Animal Husbandry-Pasture and Green Agriculture Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: This study investigated the effects of substituting sweet sorghum silage with maize silage in different proportions on sheep health. Fifty healthy sheep were randomly divided into five groups with 10 sheep in each group. Maize silage was replaced with 0 (control), 25%, 50%, 75%, and 100% sweet sorghum silage. Blood physiology and serum biochemical and antioxidant indices of the sheep were determined after feeding for 90 d. The results showed that: 1) substituting sweet sorghum silage with maize silage had no significant effect on daily weight gain and average daily feed intake in sheep, and 2) different treatments had no significant negative effect on the blood physiological indexes of sheep. After 90 d of the

收稿日期: 2022-04-20 接受日期: 2022-09-06

基金项目: 甘肃省现代农业科技支撑体系区域创新中心重点科技项目 (2020GAAS05); 甘肃省农业科学院农业科技创新专项 (2021GAAS45); 嘉峪关市科技计划项目 (21-24); 甘肃省青年科技人才托举工程项目 (2020-05)

第一作者: 王斐 (1987-), 女, 甘肃兰州人, 助理研究员, 硕士, 主要从事草食畜健康及饲草料利用研究。E-mail: wangfei@gsagr.cn

通信作者: 何振富 (1985-), 男, 甘肃会宁人, 副研究员, 硕士, 主要从事饲草栽培及利用研究。E-mail: gshezhenfu@163.com

experiment, neutrophil ratio(NEUT%) and intermediate cell ratio(MID%) in all groups, white blood cell(WBC) in the 25% group, platelet(PLT) in the control group and 25% group, and platelet hematocrit(PCT) in 25%, 50%, and 75% groups, respectively, were significantly lower than those at the beginning, while lymphocyte ratio(LYM%) in the control group, 25%, and 75% groups, as well as red blood cell(RBC) of 25% and 50% groups, were significantly increased. 3) Serum aspartate transaminase(AST) and alkaline phosphatase(ALP) levels were significantly higher than normal. AST activity in the control group was significantly higher than that in the other groups, with no significant differences among the groups, and the lowest AST activity was observed in the 75% group. The ALP levels in the control group were significantly higher than those in the 50% and 100% groups, and the lowest AST activity was observed in the 100% group. albumin(ALB) and creatinine(CRE) levels in the 75% group were significantly different from those in the 25% group. There were no significant differences in other indices among the groups. 4) The catalase activity(CAT) in the 50% group, total superoxide dismutase(T-SOD) activity in the 100% group, and total antioxidant capacity (T-AOC) in the 75% group were significantly higher than those in the control group. There were no significant differences in the glutathione peroxidase activity(GSH-Px) or malonaldehyde (MDA) content between the groups. In conclusion, substituting corn silage with sweet sorghum silage can improve serum biochemical indices to a certain extent, effectively protect the liver and kidneys, and improve the antioxidant capacity of mutton sheep.

Keywords: sweet sorghum meet; sheep; blood routine examination; glutamic-oxalacetic transaminase; alkaline phosphatase; total antioxidant capacity; malondialdehyde

Corresponding author: HE Zhenfu E-mail: gshezhenfu@163.com

优质饲用甜高粱 (*Sorghum bicolor*) 具有抗旱、耐贫瘠、生物产量高、光合作用高、适口性佳的特性, 美国、俄罗斯、澳大利亚和日本等畜牧业发达的国家对其十分重视, 大量应用于奶牛、肉牛及肉羊的养殖中^[1-2]。利用青贮发酵能够充分发挥甜高粱茎秆中丰富的蔗糖、果糖和半乳糖等糖分的作用、提高其饲喂效果, 而且与玉米 (*Zea mays*)、苜蓿 (*Medicago sativa*) 混合青贮后亦表现良好^[2-6]。与玉米青贮相比, 甜高粱青贮有利于提高动物机体的氮利用率、增加蛋白质合成, 能够在一定程度上降低饲喂过程中的安全风险^[7-8]。但此前的研究多集中于甜高粱青贮与玉米青贮对肉羊生长性能、营养物质消化率、瘤胃发酵参数等方面的影响, 对肉羊血清相关指标的研究较少; 且针对不同比例甜高粱青贮替代玉米青贮饲喂效果的研究多集中于奶牛和肉牛^[9-12]。因此, 本研究以不同比例甜高粱青贮替代玉米青贮饲喂肉羊, 对肉羊血液生理指标、血清生化指标及血清抗氧化指标进行测定和分析, 以期探明甜高粱青贮对肉羊机体健康的影响, 筛选最佳替代比例, 为甜高粱青贮在肉羊养殖业中的进一步推广和应用提供基础数据和理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2021 年 8 月 1 日—10 月 30 日在甘肃省临夏回族自治州东乡族自治县甘肃优尔塔农牧业农民专业合作社养殖基地开展。按照体重、年龄、胎次相近原则, 选择体重相近 $[(24.69 \pm 2.68) \text{ kg}]$ 的 3~4 月龄健康小尾寒羊作为试验备选, 并进行编号, 进行 14 d 的预试验期, 期间完成驱虫、健胃等前期工作, 并观察肉羊的健康状况、采食量、粪尿情况和适应性等, 选择其中表现正常一致的 50 只进入试验期。随机分为 5 组, 每组 12 只, 雌雄各半, 分别以不同比例甜高粱青贮替代玉米青贮 (以干物质 (DM) 计) [I 组 (对照组): 0, II 组: 25%, III 组: 50%, IV 组: 75%、V 组: 100%] 作为粗料, 营养水平如表 1 所列。精料按《肉羊饲养标准》(NY/T 816—2004) 配制, 同时为了防止天气炎热导致饲料腐败, 并考虑到肉羊育肥营养需求的变化, 精料分三批配制, 组成及营养水平如表 2 所列。预混料由甘肃德华生物股份有限公司提供。

1.2 饲养管理

试验羊只全部采用单栏饲喂, 自由饮水, 每日

表 1 青贮饲料营养水平 (风干基础)
Table 1 Nutrient level of the silage roughage (air-dried basis)

营养水平 Nutrient level	玉米青贮 Silage maize	甜高粱青贮 Silage sorghum
消化能 Diet energy/(MJ·kg ⁻¹)	11.71	10.69
干物质 Dry matter/%	32.10	27.70
粗蛋白 Crude protein/%	10.40	7.65
粗脂肪 Ether extract/%	3.23	3.31
粗灰分 Ash/%	10.9	5.4
酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber/%	22.5	38.5
中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber/%	36.2	55.9

消化能为计算值, 计算方法参考NRC (2007); 其余为实测值。下同。
The DE was a calculated value referenced from the NRC (2007), whereas the other values were measured. This is applicable for the following figures and tables as well.

饲喂前清扫饲槽, 每周对饲槽及圈舍进行清理与消毒。精料饲喂量按羊只体重的 3% 供给, 每天饲喂 3 次 (08:00、12:00、20:00), 试验期间每 30 d 进行称重并调整饲喂量。粗料自由采食, 每天饲喂 4 次 (07:30、11:00、17:00、22:00)。预试验期 14 d, 试验期 90 d。

1.3 血样采集与处理

于试验期最后一天对所有羊只经颈静脉采血 12 mL 分别置于抗凝剂采血管 (2 mL)、无抗凝剂采血管 (10 mL)。抗凝血样 4 ℃ 保存, 于 1 h 内测定血液生理指标; 无抗凝血样室温静置 45 min 后离心 (3 000 r·min⁻¹, 15 min), 取上层血清, -20 ℃ 保存待测。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生长性能

试验期第 1 天和最后一天称重并记录羊只体重, 计算平均日增重 (ADG); 每次称重均在早晨饲喂前空腹进行, 连续称重两次取平均值。每日记录粗饲料和精料投喂量及剩余量, 计算日均采食量 (ADFI) (以 DM 计)。根据 ADG 和 ADFI 计算料重比 (F/G), 各指标计算公式如下:

$$ADG = (\text{末重} - \text{初重}) / \text{试验天数};$$
$$ADFI = \text{总采食量} / \text{试验天数};$$
$$F/G = ADFI / ADG.$$

1.4.2 血液生理指标测定

白细胞数 (WBC)、中性粒细胞数 (NEUT)、中性

表 2 不同批精饲料组成及营养水平 (风干基础)
Table 2 Composition and nutrient level of the concentrate feed (air-dried basis)

原料 Ingredient	第1批 First batch	第2批 Second batch	第3批 Third batch
饲料配方 Dietary formula			
玉米 Corn/%	34.00	38.00	65.00
麸皮 Bran/%	6.00	8.85	3.88
菜籽粕 Rapeseed meal/%	5.00	9.00	4.00
豆粕 Soybean meal/%	28.00	15.00	12.50
次粉 Wheat middling/%	20.85	23.00	8.50
小苏打 NaHCO ₃ /%	1.00	1.00	1.00
食盐 NaCl/%	0.15	0.15	0.12
预混料 Premix/%	5.00	5.00	5.00
合计 Total	100.00	100.00	100.00

营养水平 Nutrient levels			
粗蛋白质 Crude protein/%	22.60	23.90	17.20
粗脂肪 Ether extract/%	2.31	1.69	2.11
粗灰分 Ash/%	6.02	9.97	6.29
酸性洗涤纤维 Acid detergent fiber/%	7.60	10.60	6.40
中性洗涤纤维 Neutral detergent fiber/%	14.20	18.40	13.00
消化能 Diet energy/(MJ·kg ⁻¹)	14.08	12.95	14.55

预混料为每千克精料提供: 维生素A, 80 000~120 000 IU; 维生素D₃, 10 000~80 000 IU; 维生素E, 150~1 500 mg; 碘, 8~35 mg; 硒, 3~10 mg; 钴, 2~20 mg; 锰, 150~800 mg; 铁, 200~2 000 mg; 锌, 600~2 400 mg; 铜, 70~300 mg; 钙, 6%~24%; 磷, 1.5%~5.0%; 氯化钠, 6%~24%; 水分 ≤ 10%。

The premix provided the following per kg of the concentrate feed: VA, 80 000~120 000 IU; VD₃, 10 000~80 000 IU; VE, 150~1 500 mg; I, 8~35 mg; Se, 3~10 mg; Co, 2~20 mg; Mn, 150~800 mg; Fe, 200~2 000 mg; Zn, 600~2 400 mg; Cu, 70~300 mg; Ca, 6%~24%; P, 1.5%~5.0%; NaCl, 6%~24%; moisture ≤ 10%.

粒细胞比率 (NEUT%)、淋巴细胞数 (LYM)、淋巴细胞比率 (LYM%)、中间细胞数 (MID)、中间细胞比率 (MID%)、红细胞数 (RBC)、血红蛋白 (HGB)、红细胞比容 (HCT)、红细胞平均体积 (MCV)、平均血红蛋白含量 (MCH)、平均血红蛋白浓度 (MCHC)、红细胞分布宽度 SD (RDW-SD)、红细胞分布宽度 CV (RDW-CV)、血小板总数 (PLT)、血小板平均体积 (MPV) 及血小板比容 (PCT) 利用美国爱德士全自动动物血细胞分析仪 (IDEXX ProCyte Dx) 测定。

1.4.3 血清生化指标测定

血清总蛋白 (TP)、白蛋白 (ALB)、球蛋白 (GLOB)、葡萄糖 (GLU)、钙 (Ca)、磷 (P)、总胆固醇 (TCHO)、尿素氮 (UN)、肌酐 (CREA) 含量与谷丙转氨酶 (ALT)、谷草转氨酶 (AST)、碱性磷酸酶 (ALP) 活性采用广州市番禺区华鑫科技有限公司生产的试剂盒, 利用日本希森美康全自动生化分析仪 (BX3010) 进行测定, 操作步骤按照试剂盒说明书进行。

1.4.4 血清抗氧化指标测定

血清超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 和过氧化氢酶 (CAT) 活性、丙二醛 (MDA) 浓度及总抗氧化能力 (T-AOC) 利用美国雷杜酶标仪 (Rayto RT-6100) 进行测定, 试剂盒购自

南京建成生物工程研究所, 按试剂盒说明进行测定。

1.4.5 数据统计与处理

试验数据采用 DPS v9.50 软件进行统计分析, 以平均值 $\pm$ 标准差表示, 数据进行单因子方差分析 (one-way ANOVA, LSD), 采用 Duncan 多重比较检验进行组间的多重比较, $P < 0.05$ 为差异显著。

2 结果

2.1 生长性能

结果显示 (表 3), 各组末重、ADG 及 ADFI 在不同处理间均无显著差异 ($P > 0.05$); 但 V 组 F/G 显著 ($P < 0.05$) 低于 II 组。

表 3 肉羊不同育肥阶段日增重
Table 3 Average daily gain of sheep in different fattening stages

项目 Item	组别 Group				
	I	II	III	IV	V
初重 Original weight/kg	23.69 $\pm$ 2.24	25.98 $\pm$ 1.58	26.81 $\pm$ 1.48	23.75 $\pm$ 2.35	23.20 $\pm$ 3.24
末重 Terminal weight/kg	41.78 $\pm$ 3.16	43.68 $\pm$ 1.29	46.25 $\pm$ 1.54	42.06 $\pm$ 3.12	42.35 $\pm$ 4.36
日增重 ADG/(g·d ⁻¹)	217.92 $\pm$ 12.08	213.25 $\pm$ 13.50	234.19 $\pm$ 13.92	220.63 $\pm$ 10.94	230.72 $\pm$ 15.74
日均采食量/(g·d ⁻¹)	1232.84 $\pm$ 113.88	1267.32 $\pm$ 26.11	1236.43 $\pm$ 97.50	1166.68 $\pm$ 128.52	1186.67 $\pm$ 116.24
料重比 (F/D)	5.65 $\pm$ 0.24ab	5.97 $\pm$ 0.50a	5.29 $\pm$ 0.42ab	5.28 $\pm$ 0.34ab	5.15 $\pm$ 0.40b

I、II、III、IV 和 V 分别表示以 0%、25%、50%、75% 和 100% 甜高粱青贮替代玉米青贮处理; 同行不同小写字母表示不同组别间差异显著 ($P < 0.05$)。下表同。

ADF, daily weight gain; ADFI, average daily feed intake; F/D: feed to gain ratio; I, II, III, IV, and V indicated the treatment that maize silage were replaced with 0, 25%, 50%, 75%, and 100% sweet sorghum silage. Different lowercase letters within the same row indicate significant differences among different groups at the 0.05 level; this is applicable for the following tables as well.

2.2 血液生理指标

结果显示 (表 4), 仅 III 组 PLT 显著 ($P < 0.05$) 高于其他各组, 但各组均在参考范围值内; 其余指标各组别间均无显著差异 ($P > 0.05$), 其中 III 组和 IV 组的 HGB、II 组~V 组的 MCV 及 II 组的 MCHC 均高于参考范围值, 各组 RBC 均低于参考范围值。

2.3 血清生化指标

结果显示 (表 5), I 组和 II 组的 ALB 均高于参考范围, 且 I 组和 II 组显著高于 ($P < 0.05$) IV 组; 各组 AST 均高于参考范围, 其中以 I 组最高 (151.25 U·L⁻¹) 且显著 ($P < 0.05$) 高于其他各组; 各组 ALP 均远高于参考范围, 其中以 I 组最高 (441.00 U·L⁻¹), 超出参考范围上限 2.83 倍, 与 III 组和 V 组差异显著

($P < 0.05$), 且 II 组显著高于 V 组 ($P < 0.05$); IV 组的 CREA 显著高于 ($P < 0.05$) II 组, 且 II 组略低于参考范围。其他各项指标处理间均差异不显著 ($P > 0.05$), 其中 I 组的 UN 略低于参考范围, P 略高于参考范围; II 组的 TP 和 GLU 高于参考范围, UN 略低于参考范围; III 组的 GLU 高于参考范围; IV 组的 GLU 和 P 高于参考范围; V 组的 UN 和 GLU 低于参考范围, P 高于参考范围。

2.4 血清抗氧化指标

结果显示 (表 6), II 组和 III 组的 CAT 均显著高于 I 组和 IV 组, 其中以 III 组最高, 较 I 组和 IV 组分别高 49.76% 和 42.13%; V 组 SOD 显著 ($P < 0.05$) 高于其他各组, 分别较 I 组高 28.57%、较 II 组高 40.74%、

表 4 各组肉羊血液生理指标
Table 4 Blood physiological indexes of sheep in different groups

项目 Item	组别 Group					参考范围 ^[13] Reference range ^[13]
	I	II	III	IV	V	
白细胞数(WBC) White blood cell count/($\times 10^9$ 个 $\cdot L^{-1}$)	6.53 $\pm$ 1.13	6.97 $\pm$ 0.46	7.97 $\pm$ 0.76	7.56 $\pm$ 2.84	5.32 $\pm$ 1.77	4~12
中性粒细胞数(NEUT) Neutrophil count/($\times 10^9$ 个 $\cdot L^{-1}$)	4.83 $\pm$ 1.80	5.40 $\pm$ 2.10	5.70 $\pm$ 0.65	5.85 $\pm$ 1.79	3.73 $\pm$ 1.50	0.7~6
中性粒细胞比率(NEUT%) Neutrophilic granulocyte percentage/%	12.08 $\pm$ 1.89	11.88 $\pm$ 2.37	15.33 $\pm$ 2.44	14.98 $\pm$ 4.57	13.25 $\pm$ 2.55	10~50
淋巴细胞(LYM) Lymphocyte count/($\times 10^9$ 个 $\cdot L^{-1}$)	5.48 $\pm$ 0.91	5.90 $\pm$ 0.24	6.32 $\pm$ 0.44	6.00 $\pm$ 2.25	4.43 $\pm$ 1.56	2~9
淋巴细胞比率(LYM%) Lymphocyte percentage/%	63.85 $\pm$ 2.23	63.98 $\pm$ 2.85	60.13 $\pm$ 2.87	59.03 $\pm$ 3.73	62.73 $\pm$ 2.80	40~75
中间细胞数(MID) Intermediate cell count/($\times 10^9$ 个 $\cdot L^{-1}$)	1.68 $\pm$ 0.21	1.25 $\pm$ 0.25	1.53 $\pm$ 0.51	1.68 $\pm$ 0.39	1.75 $\pm$ 0.31	0~2.05
中间细胞比率(MID%) Intermediate cell percentage/%	4.08 $\pm$ 0.83	4.23 $\pm$ 0.53	5.88 $\pm$ 1.01	6.00 $\pm$ 2.35	4.03 $\pm$ 0.46	0~19
红细胞(RBC) Red cell count/($\times 10^{12}$ 个 $\cdot L^{-1}$)	7.38 $\pm$ 0.96	7.89 $\pm$ 0.50	7.94 $\pm$ 0.56	7.89 $\pm$ 0.57	7.52 $\pm$ 0.94	9~15
血红蛋白(HGB) Hemoglobin/(g $\cdot L^{-1}$)	14.15 $\pm$ 1.39	14.98 $\pm$ 0.69	15.85 $\pm$ 2.33	15.03 $\pm$ 0.90	14.20 $\pm$ 1.63	9~15
红细胞比容(HCT) Hematocrit value/%	29.45 $\pm$ 4.42	32.08 $\pm$ 7.57	32.00 $\pm$ 6.19	31.93 $\pm$ 2.60	30.45 $\pm$ 6.70	27~45
红细胞平均体积(MCV) Mean corpuscular volume /fL	39.98 $\pm$ 0.78	40.58 $\pm$ 1.22	40.25 $\pm$ 0.98	40.50 $\pm$ 0.47	40.48 $\pm$ 0.71	28~40
平均血红蛋白含量(MCH) Mean hemoglobin content/pg	10.25 $\pm$ 2.07	10.58 $\pm$ 4.29	10.95 $\pm$ 1.06	10.13 $\pm$ 2.54	10.33 $\pm$ 3.42	8~12
平均血红蛋白浓度(MCHC) Mean corpuscular hemoglobin/(g $\cdot L^{-1}$)	324.75 $\pm$ 60.15	375.50 $\pm$ 93.47	338.50 $\pm$ 35.35	313.75 $\pm$ 66.07	319.75 $\pm$ 92.67	310~340
红细胞分布宽度-SD(RDW-SD) Red blood cell distribution width-SD/fL	39.05 $\pm$ 0.90	39.55 $\pm$ 1.83	38.55 $\pm$ 0.10	38.53 $\pm$ 0.15	39.50 $\pm$ 1.04	37~54
红细胞分布宽度-CV(RDW-CV) Red blood cell distribution width-CV/%	12.98 $\pm$ 0.45	13.13 $\pm$ 0.85	12.60 $\pm$ 0.33	12.53 $\pm$ 0.15	13.15 $\pm$ 0.79	11~15.5
血小板总数(PLT) Platelet count/($\times 10^9$ 个 $\cdot L^{-1}$)	353.50 $\pm$ 40.58b	301.25 $\pm$ 30.67b	515.00 $\pm$ 28.30a	294.00 $\pm$ 94.36b	357.00 $\pm$ 44.28b	250~750
血小板平均体积(MPV) Mean platelet volume/fL	8.60 $\pm$ 2.23	7.80 $\pm$ 2.27	9.88 $\pm$ 1.73	7.28 $\pm$ 1.35	8.33 $\pm$ 2.10	7~12
血小板比容(PCT) Platelet hematocrit/%	0.34 $\pm$ 0.28	0.28 $\pm$ 0.37	0.54 $\pm$ 0.36	0.23 $\pm$ 0.21B	0.31 $\pm$ 0.40	0.1~9.99

较Ⅲ组高 17.39%、较Ⅳ组高 28.57%，且Ⅰ组、Ⅲ组、Ⅳ组显著 ($P < 0.05$) 高于Ⅱ组；Ⅳ组 T-AOC 显著 ($P < 0.05$) 高于Ⅰ~Ⅲ组，分别高 28.30%、14.55% 和 12.50%；各组 GSH-Px 差异不显著 ($P > 0.05$)，其中以Ⅴ组最高，较其他各组分别高 15.02%、11.46%、3.93% 和 2.00%；各组 MDA 差异不显著，其中以Ⅰ组最高，较其他各组分别高 15.32%、5.45%、3.44% 和 23.74%。

3 讨论

3.1 对肉羊生长性能的影响

生长性能是养殖业中用于评价动物个体品质最有意义的指标，尤其在针对某种饲料开展饲喂效果评价试验中，日增重、日采食量及料重比是最为重要的生长性能指标。此前的研究中，由于相较于玉

表 5 各组肉羊血清生化指标
Table 5 Serum biochemical indexes of sheep in different groups

项目 Item	组别 Group					参考范围 ^[13] Reference range ^[13]
	I	II	III	IV	V	
总蛋白(TP) Total protein/(g·L ⁻¹)	74.95 ± 2.71	78.20 ± 7.53	74.65 ± 6.20	72.10 ± 10.80	71.60 ± 3.67	59~78
白蛋白(ALB) Albumin/(g·L ⁻¹)	37.38 ± 1.30a	38.05 ± 2.21a	35.63 ± 2.87ab	34.50 ± 1.65b	35.28 ± 1.48ab	27~37
球蛋白(GLOB) Globulin/(g·L ⁻¹)	37.58 ± 1.68	40.15 ± 5.72	39.03 ± 4.25	37.60 ± 9.73	36.33 ± 4.83	32~50
谷丙转氨酶(ALT) Glutamic-pyruvic transaminase/(U·L ⁻¹)	17.75 ± 3.50	15.00 ± 4.40	19.00 ± 2.71	17.75 ± 2.75	18.75 ± 1.71	15~44
谷草转氨酶(AST) Glutamic oxalacetic transaminase/(U·L ⁻¹)	151.25 ± 19.72a	134.50 ± 7.77b	136.00 ± 7.87b	126.50 ± 4.36b	130.00 ± 7.75b	49~123
碱性磷酸酶(ALP) Alkaline phosphatase/(U·L ⁻¹)	441.00 ± 65.94a	415.00 ± 54.63ab	317.00 ± 59.25bc	354.50 ± 83.00abc	298.25 ± 73.72c	27~156
总胆固醇(TCHO) Total cholesterol/(mmol·L ⁻¹)	2.00 ± 0.48	1.70 ± 0.35	2.01 ± 0.65	1.85 ± 0.28	1.70 ± 0.39	1.1~2.3
尿素氮(UN) Urea nitrogen/(mmol·L ⁻¹)	3.65 ± 0.83	3.19 ± 0.40	4.34 ± 0.72	3.93 ± 0.91	3.68 ± 0.88	3.7~9.3
肌酐(CREA) Creatinine/(μmol·L ⁻¹)	83.49 ± 3.81ab	77.57 ± 17.75b	87.87 ± 9.45ab	100.06 ± 7.58a	83.72 ± 2.81ab	79.5~176.8
葡萄糖(GLU) Glucose/(mmol·L ⁻¹)	4.46 ± 0.15	5.00 ± 0.64	4.77 ± 0.24	4.76 ± 0.65	4.50 ± 0.18	2.4~4.5
钙(Ca) Calcium/(mmol·L ⁻¹)	2.75 ± 0.09	2.76 ± 0.15	2.71 ± 0.20	2.67 ± 0.09	2.59 ± 0.07	2.3~2.9
磷(P) Phosphorus/(mmol·L ⁻¹)	2.52 ± 0.71	2.32 ± 0.67	2.19 ± 0.15	3.22 ± 1.41	2.73 ± 0.40	1.3~2.4

表 6 血清抗氧化指标
Table 6 Serum antioxidant indexes

项目 Item	组别 Group				
	I	II	III	IV	V
过氧化氢酶(CAT) Catalase/(U·mL ⁻¹)	2.05 ± 0.07c	2.69 ± 0.14a	3.07 ± 0.11a	2.16 ± 0.17bc	2.59 ± 0.72ab
超氧化物歧化酶(SOD) Superoxide dismutase/(U·mL ⁻¹)	0.21 ± 0.01b	0.16 ± 0.02c	0.23 ± 0.01b	0.21 ± 0.01b	0.27 ± 0.01a
总抗氧化能力(T-AOC) Total antioxidant capacity/(U·mL ⁻¹)	0.53 ± 0.05c	0.55 ± 0.03bc	0.56 ± 0.05bc	0.68 ± 0.03a	0.63 ± 0.03ab
谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px) Glutathione peroxidase/(IU)	72.12 ± 28.58	74.42 ± 14.88	79.81 ± 11.35	81.32 ± 7.93	82.95 ± 23.65
丙二醛(MDA) Malonaldehyde/(nmol·mL ⁻¹)	2.71 ± 0.95	2.35 ± 0.38	2.57 ± 0.98	2.62 ± 0.43	2.19 ± 0.35

米,甜高粱淀粉含量低、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维含量高,在肉羊育肥试验中表现为采食量较低、育肥效果不理想^[8]。但在本研究中,不同处理间的 ADG 和 ADFI 并没有显著的差异,说明甜高粱青贮能够满足肉羊育肥的正常需求。同时,在全部饲喂甜高粱青贮时,F/C 显著低于替代 25% 玉米青贮,说明在肉羊育肥时,以甜高粱青贮作为粗饲料

相较于玉米青贮饲喂能够在一定程度上降低饲喂成本。

3.2 对肉羊血液生理指标的影响

临床血液学检查是评定血液细胞成分的数量及形态,利用结果进行疾病的诊断和检测,其中血液生理指标主要为白细胞、红细胞和血小板(凝血细胞)相关指标。白细胞分为中性粒细胞、淋巴细胞

和中间细胞,引起中性粒细胞增多的主要原因包括炎症、细菌感染和急性应激等;而淋巴细胞数量增加多为生理性,显著增加时可能提示白血病。本研究发现,在所有处理中,WBC、NEUT、LYM、LYM%和MID%均以100%甜高粱处理组最低,NEUT%和MID均以25%甜高粱处理组最低,但各处理间差异并不显著,且各指标均在参考范围内,说明饲喂甜高粱青贮对肉羊白细胞无明显影响,同时对肉羊炎症、细菌感染和急性应激等可能有一定的改善作用,还需要进一步的研究验证。红细胞总数、红细胞比容及血红蛋白浓度是红细胞常规检验项目,由于这3个指标的相互关系各不相同,故应进一步计算平均红细胞体积和平均血红蛋白浓度。本研究表明,红细胞总数为 $7.38\sim 7.94\times 10^{12}$ 个 $\cdot\text{L}^{-1}$,低于参考范围和阿依古丽·艾买尔^[14]($12.78\sim 13.43\times 10^{12}$ 个 $\cdot\text{L}^{-1}$)的研究结果,但与部分研究结果相似,如侯明杰等^[15]以青贮玉米和青贮甜高粱饲喂杜泊羊和小尾寒羊时,羊只红细胞总数为 $4.81\sim 7.03\times 10^{12}$ 个 $\cdot\text{L}^{-1}$,王婷^[3]以甜高粱与葡萄籽混合饲喂小尾寒羊时,羊只红细胞总数为 $5.09\sim 7.85\times 10^{12}$ 个 $\cdot\text{L}^{-1}$,可能与试验羊只的品种及年龄有关。同时,部分组的HGB、MCV及MCHC稍高于参考范围,但均与其他各处理无显著差异,说明可能与采血不畅、溶血等有关。血小板可以维持内皮细胞的完整性、参与凝血过程并确保血块的机械强度。本研究表明,尽管血小板总数在各试验组均表现一定的显著差异,但基本均在参考范围内。因此可以看出,添加不同比例的甜高粱青贮饲喂肉羊对其血液生理指标无显著负面影响。

3.3 对肉羊血清生化指标的影响

利用对血清中的基底物质、酶和激素等含量高低或水平波动进行分析,是兽医临床生化检验的基础诊断与检测手段之一,基于不同指标的变化,通过模式识别过程分别为指向不同疾病提供可靠的信息。本研究通过对肉羊以不同比例甜高粱青贮替代玉米青贮饲喂90 d后,检测了14个血清生化指标,其中仅AST和ALP表现明显高于正常值且存在处理间差异,具有较为重要的临床意义;通常AST升高主要见于肌肉和肝脏损伤或甲状腺机能减退,ALP升高主要见于骨质沉积增加、肝脏损伤、甲状腺机能亢进、胆管疾病或全身性组织损伤。因此可以看出,饲喂青贮饲料可能会对动物肝脏有不

利的影响;同时研究发现,添加甜高粱青贮的各处理组其AST和ALP均低于玉米青贮组,其中,25%~100%甜高粱处理组AST均显著低于玉米青贮组,50%和100%甜高粱处理组ALP显著低于玉米青贮组,100%甜高粱青贮组其ALP低于玉米青贮组32.37%,这与张霞等^[8]的研究结果一致,甜高粱青贮较玉米青贮对动物肝脏的不利影响更小。这可能与甜高粱中活性物质对高血脂的抑制有正向作用有关^[16]。Shen等^[17]在高脂饮食的小鼠日粮中添加高粱浸提物,能够显著改善肝细胞肥大、窦间隙扩张、炎性细胞浸润和球囊变性等肝脏损伤情况,甜高粱青贮饲喂肉羊可能也有类似的效果,还需进一步开展病理组织学检验予以验证。此外,临床上通常会将AST和ALT同时作为肝脏功能的评价参考,但在本研究中,尽管各组肉羊的AST超出了正常范围上限的2.85%~22.97%,但ALT均在正常范围内,可能与AST对肝脏损伤的敏感性高于ALT^[18]及甜高粱青贮可能有抑制甲状腺功能的作用有关^[19]。ALB升高常见于慢性炎症等,本研究发现,除25%甜高粱青贮组略高于玉米青贮组外,其他各甜高粱处理组均低于玉米青贮组,其中75%甜高粱青贮组显著低于玉米青贮组,说明可能与甜高粱青贮对肉羊慢性炎症有一定的预防作用有关,还需要进一步的研究验证。血清CREA是评定肾脏功能的常规指标之一,同时也可以反映肾脏的损伤程度,超出正常值,说明肾功能受损^[20],本研究中75%甜高粱添加组显著高于青贮玉米组,但各组均在参考范围内,说明长期饲喂甜高粱青贮对育肥羊肾脏无不良影响。

3.4 对肉羊血清抗氧化指标的影响

动物机体在新陈代谢的过程中不可避免地会产生生活性氧(ROS),也相应地存在广泛的抗氧化防御机制。对于养殖业,增强动物机体的抗氧化能力不仅与动物性食品品质息息相关,也是提升养殖动物健康水平、提高养殖经济效益的有效途径之一。T-AOC能够综合反映动物机体清除ROS的总能力,低T-AOC代表可能存在氧化应激或动物机体的氧化损伤易感性增加。SOD催化超氧阴离子自由基生成过氧化氢,再由其他抗氧化酶如GSH-Px和CAT作用生成 H_2O 以清除其对细胞的毒害作用。MDA是细胞膜脂质过氧化的终产物之一,测其水

平可间接估计脂质过氧化程度。此前的大部分相关研究中认为在日粮中添加高粱及其提取物或加工产物能够提高试验动物机体的抗氧化能力,但各指标表现不一。如张霞等^[8]对比玉米青贮和甜高粱青贮对肉羊血清抗氧化指标的影响时发现,尽管血清 MDA 浓度并无显著变化,但饲喂甜高粱裹包青贮的肉羊血清 T-AOC 和 SOD 活性均显著增加;玉霞^[11]分别用 0、25% 和 50% 甜高粱青贮替代全株玉米青贮,尽管随着甜高粱青贮替代比例的增加,奶牛血清 T-AOC 极显著降低,但替代 25% 时 SOD 活性显著高于全株玉米青贮组,且替代 50% 时 MDA 浓度显著高于其他两组;闫慧诗等^[21]在育肥猪的日粮中添加高粱原花青素后,血清 CAT、T-AOC、SOD 和 GSH-Px 活性在育肥阶段均随添加剂量增加而升高,且血清 MDA 随之降低;宋献艺等^[22]用高粱替代 65% 和 100% 的玉米后,育肥猪的 T-SOD 活性分别提高 32.4% 和 38.7%,MDA 浓度分别降低 25.7% 和 27.9%;Martinez 等^[18]的研究结果显示饲喂高粱或高粱 + 藜麦 (*Chenopodium quinoa*) 能够提高大鼠 T-AOC 活性;Shen 等^[17]对比了正常日粮、单纯高脂日粮及高脂 + 51% 高粱日粮对小鼠抗氧化

指标的影响,结果显示添加高粱能够改善单纯高脂日粮对小鼠机体的氧化损伤,其血清 T-AOC、CAT、SOD、GSH-Px 活性均显著高于,MDA 浓度显著低于单纯高脂日粮小鼠且与正常日粮小鼠相似。本研究结果与前人研究相似,日粮中的玉米青贮被甜高粱青贮替代后,肉羊的 CAT、T-SOD 和 T-AOC 活性显著升高,其中 T-SOD 和 T-AOC 活性以替代 100% 时最高,有随替代比例增加而升高的趋势;而各组 CAT 活性以替代 50% 时最高,与替代比例的相关性不明显,这可能与甜高粱中多酚类物质含量有关,含量过高的单宁酚类化合物对动物部分抗氧化指标表现为抑制作用^[23],需要进一步开展相关试验。研究还表明,GSH-Px 和 MDA 虽未表现出组间差异,但甜高粱添加组均高于玉米青贮组,同时有随着替代比例增加而升高的趋势,说明甜高粱青贮确实能够在提高试验动物机体抗氧化能力方面发挥一定的作用。

综上所述,利用甜高粱青贮替代玉米青贮对肉羊健康无明显负面影响,且能够在一定程度上改善血清生化指标,有效保护其肝脏和肾脏,同时降低肉羊对氧化应激的敏感性、提高机体抗氧化能力。

参考文献 References:

- [1] BCELOE C A, MAEDAA R N, ANNA L S, PWEREIRA N. Sweet sorghum as a whole-crop feedstock for ethanol production. *Biomass & Bioenergy*, 2016, 94 (11): 46-56.
- [2] HANNA W W, MONSON W G, GAINES T P. IVDMD, total sugars, and lignin measurements of normal and brown midrib (bmr) sorghums at various stages of development. *Agronomy Journal*, 1981, 73(6): 1050-1052.
- [3] 王婷. 甜高粱饲草和葡萄籽对肉羊养分利用、瘤胃微生物区系及肉质性能的影响. 兰州: 兰州大学硕士学位论文, 2019.
WANG T. Effects of sweet sorghum forage grass and grape seed on nutrient utilization, rumen microflora and meat quality of mutton sheep. Master Thesis. Lanzhou: Lanzhou University, 2019.
- [4] 马先锋, 周泉佚. 苜蓿干草与裹包青贮甜高粱混合饲喂肉羊育肥效果试验研究. *畜牧兽医杂志*, 2018, 37(5): 60-62, 65.
MA X F, ZHOU Q Y. Experimental study on fattening effects of alfalfa hay and mixed silage sweet sorghum. *Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2018, 37(5): 60-62, 65.
- [5] KUMARI N N, REDDY Y R, BLÜMMEL M, NAGALAKSHMI D, MONICA T. Effect of feeding sweet sorghum bagasse silage with or without chopping on nutrient utilization in Deccani sheep. *Animal Nutrition & Feed Technology*, 2013, 13(2): 243-249.
- [6] ZHANG S J, CHAUDHRY A S, OSMAN A, SHI C Q, EDWARDS G R, DEWHURST R J, CHENG L. Associative effects of ensiling mixtures of sweet sorghum and alfalfa on nutritive value, fermentation and methane characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 2015, 206(5): 29-38.
- [7] 侯明杰. 青贮型饲粮育肥肉羊的胃肠道微生态及健康性能研究. 兰州: 兰州大学硕士学位论文, 2018.
HOU M J. Research on the gastrointestinal micro ecology and health performance of sheep fed silage dietary. Master Thesis. Lanzhou: Lanzhou University, 2018.
- [8] 张霞, 付晓悦, 王虎成, 侯明杰, 尚占环. 饲用甜高粱裹包青贮料对肉羊生产性能及血清指标的影响. *动物营养学报*, 2018, 30(5):

- 1771-1780.
- ZHANG X, FU X Y, WANG H C, HOU M J, SHANG Z H. Effects of packaging forage sweet sorghum silage on performance and serum indexes of mutton sheep. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2018, 30(5): 1771-1780.
- [9] 王浩, 王聪, 刘强, 霍文婕, 柳青山, 白文斌. 高粱替代玉米对肉牛生产性能和血液指标的影响. *饲料工业*, 2016, 37(19): 24-27.
- WANG H, WANG C, LIU Q, HUO W J, LIU Q S, BAI W B. Effects of replacement corn grain with sorghum grain on production performance and blood parameter of Jinnan beef cattle. *Feed Industry Magazine*, 2016, 37(19): 24-27.
- [10] 陈凯, 朱新强, 王永刚, 王晓力, 冷非凡. 青贮饲用高粱对肉牛生长性能及血液指标的影响. *华北农学报*, 2019, 34(S1): 366-371.
- CHEN K, ZHU X Q, WANG Y G, WANG X L, LENG F F. Effects of silage forage sorghum on growth performance, digestion and blood parameters of beef cattle. *ACTA Agriculturae Boreali-Sinica*, 2019, 34(S1): 366-371.
- [11] 玉霞. 甜高粱青贮对奶牛生产性能、血液生化指标及瘤胃功能的影响. 通辽: 内蒙古民族大学硕士学位论文, 2020.
- YU X. Effects of sweet sorghum silage on the performance, blood biochemical indexes and rumen function of dairy cows. Master Thesis. Tongliao: Inner Mongolia University For Nationalities, 2020.
- [12] 李珊珊. 甜高粱营养价值评定及其在奶牛生产中的应用研究. 兰州: 兰州大学硕士学位论文, 2018.
- LI S S. Evaluation of nutritional value of sweet sorghum and application in dairy production. Master Thesis. Lanzhou: Lanzhou University, 2018.
- [13] KAHN C M, LINE S. 默克兽医手册. 张仲秋, 丁伯良, 译. 北京: 中国农业出版社, 2015.
- KAHN C M, LINE S. The Merck Veterinary Manual. ZHANG Z Q, DING B L, (trans.). Beijing: China Agriculture Press, 2015.
- [14] 阿依古丽·艾买尔. 甜高粱与苜蓿混贮对卡羊生长性能、血液生化及肉质的影响. 阿拉尔: 塔里木大学硕士学位论文, 2020.
- Ayiguli·Aimaier. Effects of sweet sorghum and alfalfa mixed storage on growth performance, blood biochemistry and meat quality of karakul sheep. Master Thesis. Alaer: Tarim University, 2020.
- [15] 侯明杰, 周恩光, 付晓悦, 尚占环, 王虎成. 饲用甜高粱青贮对绵羊血常规及血清内毒素浓度的影响. *中国兽医杂志*, 2018, 54(10): 36-39.
- HOU M J, ZHOU E G, FU X Y, SHANG Z H, WANG H C. Effects of sweet sorghum silage on the blood routine and the concentration of lipopolysaccharide in sheep. *Chinese Journal of Veterinary Medicine*, 2018, 54(10): 36-39.
- [16] ORTÍZ C R A, CÁRDENAS L J L, GONZÁLEZ A G A, ASTIAZARÁN G H, GORINSTEIN S, CANETT R R, ROBLES S M. Influence of sorghum kafirin on serum lipid profile and antioxidant activity in hyperlipidemic rats (*In Vitro* and *In Vivo* Studies). *BioMed Research International*, 2015, 47: 164725.
- [17] SHEN Y B, SONG X, CHEN Y S, LI L, SUN J, HUANG C H, OU S Y, ZHANG H. Effects of sorghum, purple rice and rhubarb rice on lipids status and antioxidant capacity in mice fed a high-fat diet. *Journal of Functional Foods*, 2017, 39(12): 103-111.
- [18] MAERINEZ M O D, TOLEDO L R C, QUEIROZ V V A, PIROZI M, MATTINO D H, SAUGUSTO R. Mixed sorghum and quinoa flour improves protein quality and increases antioxidant capacity in vivo. *LWT-Food Science and Technology*, 2020, 129(7): 109597.
- [19] 王斐, 何振富, 陈平, 贺春贵. 青贮甜高粱替代不同比例甜高粱青干草对德州驴驹生长性能、营养物质消化率及血清生化指标的影响. *动物营养学报*, 2021, 33(8): 4560-4568.
- WANG F, HE Z F, CHEN P, HE C G. Effects of sweet sorghum hay replacement by different proportions of sweet sorghum silage on growth performance, nutrient digestibility and serum biochemical indexes of Dezhou donkey foals. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2021, 33(8): 4560-4568.
- [20] 杨宝钰, 陈凤, 柏梁耀, 王娇, 阿依古丽·艾买尔, 许贵善, 张苏江, 单安山. 甜高粱与苜蓿混合青贮对育肥羊生长性能、血清生理生化指标及抗氧化能力的影响. *饲料工业*, 2022, 43(5): 21-28.
- YANG B Y, CHEN F, BAI L Y, WANG J, Ayiguli·Aimaier, XU G S, ZHANG S J, SHAN A S. Effects of mixed silage of sweet sorghum and alfalfa on growth performance, blood physiological and biochemical indexes and antioxidant capacity of fattening sheep. *Feed Industry*, 2022, 43(5): 21-28.
- [21] 闫慧诗, 高俊杰, 高文伟, 李清宏, 郝瑞荣. 高粱原花青素对生长育肥猪抗氧化、免疫以及养分消化率的影响. *中国粮油学报*, 2018, 33(10): 84-90.
- YAN H S, GAO J J, GAO W W, LI Q H, HAO R R. Effects of sorghum procyanidins (SPC) on antioxidant property, immunity and

- nutrient digestibility in growing-finishing pigs. *Journal of the Chinese Cereals and Oils Association*, 2018, 33(10): 84-90.
- [22] 宋献艺, 杜丽英, 贾丽军, 张凯. 高粱替代玉米对育肥猪生长性能、血液生化指标、抗氧化性能和免疫力的影响. *中国畜牧杂志*, 2019, 55(11): 116-120.
- SONG X Y, DU L Y, JIA L J, ZHANG K. Effect of sorghum replacing corn on growth performance, serum biochemical parameters, antioxidant trait and immune function of finishing pigs. *Chinese Journal of Animal Science*, 2019, 55(11): 116-120.
- [23] 胡贵丽, 叶小飞, 王玉诗, 范志勇, 张石蕊, 贺喜. 不同来源高粱替代玉米对黄羽肉鸡生长性能、肠道黏膜形态结构和血清指标的影响. *动物营养学报*, 2017, 29(7): 2325-2334.
- HU G L, YE X F, WANG Y S, FAN Z Y, ZHANG S R, HE X. Effects of different sources of sorghum to replace corn on growth performance, intestinal mucosal morphological structure and serum indices of yellow-feathered broilers. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2017, 29(7): 2325-2334.

(责任编辑 苟燕妮)

2023 年 8 月国际市场主要畜产品与饲料价格分析

8 月份国际饲料价格除高粱、豆粉和苜蓿粉外, 其他饲料价格均下降; 畜产品市场价格除瘦肉猪下降, 欧盟鸡肉、牛肉和欧盟猪肉价格与 7 月份持平, 其他畜产品价格上涨。

一、国际饲料价格除高粱、豆粉和苜蓿粉外, 其他饲料价格均下降

8 月份, 高粱、豆粉和苜蓿粉的平均价格分别 283.02、432.63 和 413.46 USD·t⁻¹, 环比分别上涨 4.18%、0.80% 和 2.48%。玉米、大豆、豆粕、菜籽和棉籽饼的平均价格为 173.92、506.30、463.00、610.45 和 402.77 USD·t⁻¹, 环比分别下降 13.87%、9.04%、3.31%、1.85% 和 0.27%。

二、畜产品市场价格除瘦肉猪外, 欧盟鸡肉、牛肉和欧盟猪肉价格与 7 月持平, 其他畜产品价格上涨

8 月份, 瘦肉猪的市场价格为 1.98 USD·kg⁻¹, 环比下降 10.62%。欧盟鸡肉、牛肉和欧盟猪肉的平均价格为 2.05、5.62 和 1.69 USD·kg⁻¹, 价格与 7 月持平。育肥牛和牛奶市场价格分别为 5.45 和 0.37 USD·kg⁻¹, 环比分别上涨 0.56% 和 3.62%。

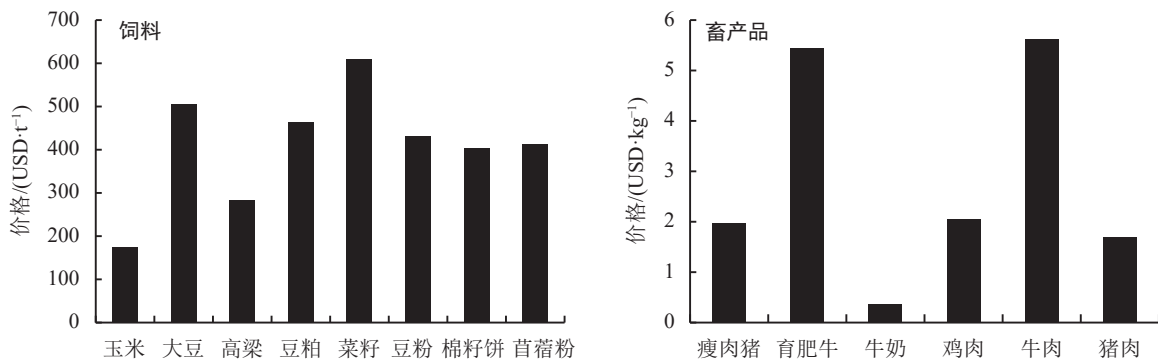


图 1 2023 年 8 月国际市场主要饲料与畜产品价格

数据来源: 国际市场商品价格网 <http://price.mofcom.gov.cn/>; 鸡肉 <http://www.indexmundi.com/>; 牛肉 <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=beef>; 猪肉 <http://www.thepigsite.com/>; 货币汇率 <http://qq.ip138.com/hl.asp>。

(兰州大学草地农业科技学院 谢凯丽 整理)