

2019, 45(1): 0116-0121

ISSN 0257-4799; CN 32-1115/S

DOI: 10.13441/j.cnki.cykx.2019.01.017

## 发酵桑叶对新晃黄牛生长性能、血液生化指标、屠宰性能和肉品质的影响

肖建中<sup>1</sup> 刘耕<sup>1</sup> 李一平<sup>1</sup> 罗阳<sup>2</sup> 艾均文<sup>1</sup> 易康乐<sup>2</sup>(<sup>1</sup>湖南省蚕桑科学研究所,长沙 410127; <sup>2</sup>湖南省畜牧兽医研究所,长沙 410131)

**摘要** 在饲料中添加不同水平发酵桑叶,考察桑叶对新晃育肥黄牛生长性能、血液生化指标、屠宰性能和肉品质的影响。选取 25 头 22~26 月龄、初始体重(229.41±12.32)kg 健康无病的新晃黄牛,随机分为 5 组,对照组饲喂基础日粮,4 个试验组分别在对照组日粮基础上添加质量分数分别为 10%、20%、30% 和 35% 的发酵桑叶,替代部分玉米秸秆、豆粕及酒糟等。结果表明,饲料中添加发酵桑叶对新晃黄牛日增体质量、日干物质采食量和料肉比均无显著影响( $P>0.05$ );与对照组相比,饲料中添加 30% 发酵桑叶可显著提高新晃黄牛眼肌面积且肌肉剪切力显著降低( $P<0.05$ );饲料中添加发酵桑叶对新晃黄牛脂质代谢无显著影响( $P>0.05$ );饲料中添加发酵桑叶可改善新晃黄牛抗氧化能力。综上所述,在饲料中添加 30% 发酵桑叶饲喂新晃黄牛,对其生长性能和脂质代谢无显著影响,但肉品质和机体免疫能力得到改善。

**关键词** 发酵桑叶; 新晃黄牛; 生长性能; 屠宰性能; 肉品质; 血液生化指标

中图分类号 S823.8<sup>+</sup>1; S816.11; S886.9 文章编号 0257-4799(2019)01-0116-06

## Effects of Adding Fermented Mulberry Leaf to Diet on Growth Performance, Blood Biochemical Indices, Slaughtering Performance and Meat Quality of Xinhuang Yellow Cattle

Xiao Jianzhong<sup>1</sup> Liu Geng<sup>1</sup> Li Yiping<sup>1</sup> Luo Yang<sup>2</sup> Ai Junwen<sup>1\*</sup> Yi Kangle<sup>2\*</sup>(<sup>1</sup>Sericulture Research Institute of Hunan Province, Changsha 410127, China; <sup>2</sup>Hunan Institute of Animal and Veterinary Science, Changsha 410131, China)

**Abstract** The effects of mulberry leaf on growth performance, slaughter performance, blood biochemical indices and meat quality of Xinhuang yellow cattle in the fattening period were investigated by adding fermented mulberry leaf at different levels to diet. Twenty-five healthy Xinhuang yellow cattles aged from 22 to 26 months and weighted (229.41±12.32) kg were selected and randomly divided into 5 groups. The control group was fed on basal diet, and 4 experimental groups were fed on basal diet adding 10%, 20%, 30% and 35% fermented mulberry leaf respectively, replacing

part of corn straw, soybean meal and distilled grains, etc. Results showed that the addition of fermented mulberry leaf had no significant effect on the daily weight gain, daily dry matter intake and feed conversion ratio of Xinhuang yellow cattle ( $P>0.05$ ). Compared with the control group, adding 30% fermented mulberry leaf in diet could significantly increase the loin eye area of Xinhuang yellow cattle and reduce the muscle shear force significantly ( $P<0.05$ ). Addition of fermented mulberry leaf had no significant effect on lipid metabolism in Xinhuang yellow cattle ( $P>0.05$ ). Adding fermented

收稿日期:2018-06-14 接受日期:2018-06-30

资助项目:现代农业产业技术体系建设专项(No.CARS-18),湖南省科技计划项目(No.2016NK2168),湖南省重点研发项目(No.2016NK2171),种质资源多元化应用研发创新团队(No.2017XC01)。

第一作者信息:肖建中(1962—),男,高级农艺师。

E-mail:669166724@qq.com

通信作者信息:艾均文,博士,研究员。

E-mail:aijunwen718@sina.com

易康乐,博士,研究员。

E-mail:yikangle@yeah.net

\* Corresponding author. E-mail:aijunwen718@sina.com

E-mail:yikangle@yeah.net

mulberry leaf could improve the antioxidant capacity of Xinhuang yellow cattle. In conclusion, adding 30% fermented mulberry leaf to diet of Xinhuang yellow cattle had no significant effect on the growth performance and lipid metabolism, but could improve meat quality and immunity of cattle.

**Keywords** Fermented mulberry leaf; Xinhuang yellow cattle; Growth performance; Slaughtering performance; Meat quality; Biochemical index of blood

我国种植桑树历史悠久。近几年随着多用途桑树人工栽培品种的问世,其利用方向已扩展到果用型、生态型及牧草型等<sup>[1]</sup>。桑叶不仅具有良好的适口性,而且其营养价值高于苜蓿和羊草,与一些精饲料相当<sup>[2]</sup>。桑叶中的氨基酸种类丰富,包含17种氨基酸,其中必需氨基酸占总氨基酸的34.7%左右,桑叶蛋白的氨基酸比值系数为69.71,因此桑叶是蛋白品质较高的植物资源<sup>[3]</sup>。桑叶富含多种生物活性物质,可影响机体多种糖代谢酶如 $\alpha$ -葡萄糖苷酶、己糖激酶和丙酮酸激酶等的活性,调节机体血糖含量<sup>[4]</sup>;桑叶黄酮和桑叶多酚类物质,可提高机体抗氧化水平,增强机体的耐力,提高其抗病能力<sup>[5]</sup>。桑叶作为动物饲料已得到广泛应用,高效合理开发利用桑叶饲料资源有利于缓解饲料短缺,避免资源浪费。郭建军等<sup>[6]</sup>报道日粮中添加桑叶可提高肉牛生长性能,节约养牛的饲料成本。

湖南省新晃县地处武陵山脉,气候湿润,水系众多,当地适宜种植多年生桑树。新晃黄牛因其肉质细嫩、香味浓郁深受消费者喜爱,现已被列入国家地理标志保护产品。本试验将桑叶进行青贮发酵处理,研究在传统黄牛饲料中添加不同水平发酵桑叶对新晃黄牛生长性能、血液生化指标、屠宰性能和肉质性状的影响,以期为新晃黄牛提供新的饲料资源,为当地合理利用桑叶养牛提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物

选取25头月龄相近(22~26月龄),初始体质量(229.41±12.32)kg,发育正常、健康无病、体质量相当的新晃黄牛,按照体质量相近的原则,将试验黄牛分为5组,每组5头,单栏饲喂。

### 1.2 日粮配方与饲养管理

**1.2.1 发酵桑叶制备** 所用饲料桑由长沙县金昌蚕桑专业合作社提供,品种为农桑14,收获时间为2017年7月中旬。将收获的桑叶及嫩枝用青切机切碎,在装袋过程中添加微生物制剂青贮宝(乳酸

片球菌、植物乳杆菌及其代谢产物,按1:10<sup>5</sup>质量比添加)和2%白砂糖,装满袋后排尽空气用麻绳将口扎紧,扎口后的青贮袋放倒并叠放在阴凉干燥处。经过约40d青贮后,桑叶色泽呈黄绿色、酸香而无异味,即可开袋饲喂。经测定,其水分质量分数为71.3%,蛋白质质量分数为15.3%。

**1.2.2 各组日粮设计** 参照美国NRC肉牛营养需要量标准(2000版)进行全混合日粮配制,桑叶干物质按照质量分数10%、20%、30%和35%的梯度进行添加,零添加为试验对照组。发酵桑叶替代部分酒糟、豆粕和青贮玉米秸秆(表1)。

**1.2.3 饲养管理** 试验牛单栏拴系饲喂,自由饮水。预试期7d,正试期93d。在预试期,给试验牛驱虫和打耳标。试验期间每天早晚2次饲喂由人工混合的精粗混合料。在正试期,每天准确记录牛只采食量和健康状况。分别对各组日粮采样,测定饲料中干物质含量。试验结束当天,通过尾静脉采血,置于采血管中,静置2h后3000r/min离心15min,取血清冰冻保存,以备测定血液生化指标相关数据。每组分别选取3头新晃黄牛开展屠宰性能及肉品质试验。

### 1.3 测定指标与方法

**1.3.1 生产性能指标** 预试期结束后于早晨饲喂前称空腹体质量作为牛只的初始体质量,正试期结束称空腹体质量作为终体质量。根据测定每组饲料中干物质含量,计算干物质采食量。试验记录计算各组的平均日干物质采食量、平均日增体质量和料肉比。

**1.3.2 血液生化指标** 在正试期结束后,每组5头肉牛均通过尾静脉采血,取6mL血液置于10mL离心管中,室温静置2h后3000r/min离心15min,取上清血清,并保存于-20℃冰箱待测。用迈瑞BS-200全自动生化分析仪测定血清中高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、甘油三酯、总胆固醇、尿素氮和血糖含量。用美国Thermo Fisher公司生产的酶标仪测定血清中丙二醛含量、总抗氧化能力、过氧化氢酶活性和超氧化物歧化酶活性。所有指标严格按照

相关试剂盒说明书进行操作。

**1.3.3 屠宰性能与肉质指标** 正试期结束前一天晚上饲喂后,停止给食,只给予饮水,第2天早晨每组随机选取3只新晃黄牛进行屠宰。参照《畜禽生产学实验教程》<sup>[7]</sup>进行屠宰性能和肉质指标测定,分别计算屠宰率和眼肌面积。屠宰率=(屠体质量/活体质量)×100%。眼肌面积:在第12至第13

肋骨间,用小泉 KP-90N 求积仪测定该处背最长肌横截面的面积。取屠宰后的新鲜背最长肌肌肉样品,分别测定肌肉 pH、剪切力和熟肉率。

#### 1.4 数据统计与分析

所有测定数据采用 Excel 2007 软件进行初步整理分析,用 SPSS 19.0 软件进行单因素方差分析,采用 Duncan's 法进行差异显著性多重比较。

表 1 日粮配方与营养水平

Table 1 Composition and nutrition levels of the diet

		[质量分数 / (% , $m_d$ ) Mass fraction]				
项目 Item		I 组 (对照组) Group I (control group)	II 组 (10%发酵桑叶) Group II (10% fermented mulberry leaf)	III 组 (20%发酵桑叶) Group III (20% fermented mulberry leaf)	IV 组 (30%发酵桑叶) Group IV (30% fermented mulberry leaf)	V 组 (35%发酵桑叶) Group V (35% fermented mulberry leaf)
原料 Ingredients	玉米 Corn	36.45	38.88	39.00	40.12	41.02
	豆粕 Soybean meal	6.07	5.50	4.50	3.50	2.00
	酒糟 Distilled grain	19.44	16.70	14.14	13.21	11.20
	发酵桑叶 Fermented mulberry leaf	0	10.00	20.00	30.00	35.00
	青贮玉米秸秆 Corn stalk silage	23.09	14.58	9.60	1.17	0
	稻草 Rice straw	12.15	11.54	10.00	9.32	8.15
	食盐 Salt	0.61	0.61	0.60	0.58	0.59
	小苏打 Baking soda	0.49	0.49	0.48	0.47	0.48
	预混料 Premix	1.70	1.70	1.68	1.63	1.56
	合计 Total	100	100	100	100	100
营养水平 Nutrition level	增重净能 / ( $\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) Net energy gain	4.73	4.64	4.56	4.39	4.27
	粗蛋白 Crude protein	13.98	14.02	14.07	14.04	13.99
	钙 Calcium	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15
	磷 Phosphorus	0.36	0.37	0.36	0.36	0.36

每千克预混料中含:维生素 A 2 062.5~2 100.0  $\mu\text{g}$ , 维生素 D<sub>3</sub> 212.5~225.0  $\mu\text{g}$ , 维生素 E 3 136.93 mg, 铁 15.5~17.5 g, 铜 30~50 g, 锰 6.25~10.00 g, 锌 9~10 g, 碘 150~200 mg, 钴 31.25 mg, 硒 31.25~35.00 mg。

Contents in premix per kilogram: vitamin A 2 062.5~2 100.0  $\mu\text{g}$ , vitamin D<sub>3</sub> 212.5~225.0  $\mu\text{g}$ , vitamin E 3 136.93 mg, Fe 15.5~17.5 g, Cu 30~50 g, Mn 6.25~10.00 g, Zn 9~10 g, I 150~200 mg, Co 31.25 mg, Se 31.25~35.00 mg.

## 2 结果与分析

### 2.1 添喂发酵桑叶对新晃黄牛生产性能的影响

如表 2 所示,饲喂含发酵桑叶日粮的 4 个试验组新晃黄牛的日均干物质采食量均高于对照组,但无显著差异 ( $P>0.05$ ); 4 个试验组日均增体质量均高于对照组,但差异不显著 ( $P>0.05$ ), 其中 II、III、IV 和 V 试验组日均增体质量分别比对照组提高 9.09%、4.04%、13.13% 和 2.02%; II 和 IV 试验组料肉比较对照组降低,但差异不显著 ( $P>0.05$ )。

### 2.2 添喂发酵桑叶对新晃黄牛血液生化指标的影响

**2.2.1 对抗氧化指标的影响** 表 3 显示,添饲 30% 发酵桑叶 (IV 试验组) 血清中的丙二醛浓度显著低于其他试验组及对照组 ( $P<0.05$ ); 4 个试验组新晃黄牛的总抗氧化能力较对照组有所提高,但差异不显著 ( $P>0.05$ ); 添饲 10% 发酵桑叶和 30% 发酵桑叶 (II 和 IV 试验组) 血清中的过氧化氢酶活性显著提高 ( $P<0.05$ ); 饲喂含发酵桑叶日粮的 II、III、IV 和 V 试验组新晃黄牛的血清超氧化物歧化酶活性均高于对照组,但无显著差异 ( $P>0.05$ )。

**2.2.2 对脂质代谢的影响** 如表 4 所示,饲喂高比率发酵桑叶(Ⅳ和Ⅴ试验组)新晃黄牛血清中总胆固醇浓度较对照组略有降低( $P>0.05$ );饲喂发酵桑叶各试验组(Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ试验组)新晃黄牛血清中的高密度脂蛋白和低密度脂蛋白浓度均较对照组有所提高,但差异不显著( $P>0.05$ );在黄牛日粮中添加发酵桑叶均可降低血清中甘油三酯浓度,但差异不显著( $P>0.05$ );饲喂含发酵桑叶日粮的Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ试验组新晃黄牛的血糖浓度均高于对照组,但无显著差异( $P>0.05$ );添饲 10% 发酵桑叶(Ⅱ试验组)的新晃黄牛血清尿素氮浓度较对照组降低,其他添饲发酵桑叶(Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ试验组)的新晃黄牛血清尿素氮浓度较对照组提高。

### 2.3 添喂发酵桑叶对新晃黄牛屠宰性能和肉品质的影响

由表 5 所示,添加不同比率发酵桑叶的Ⅳ和Ⅴ试验组新晃黄牛的屠宰率均高于对照组,但差异不显著( $P>0.05$ );饲喂高比率桑叶组(Ⅳ和Ⅴ试验组)新晃黄牛的眼肌面积显著高于对照组( $P<0.05$ ),较饲喂低比率桑叶组(Ⅱ和Ⅲ试验组)有所提高( $P>0.05$ );各组肌肉 pH 较为相近无显著差异( $P>0.05$ );饲喂高比率桑叶组(Ⅳ和Ⅴ试验组)新晃黄牛的肌肉剪切力显著低于对照组( $P<0.05$ ),较对照组分别降低了 48.80% 和 54.16%;饲喂含发酵桑叶日粮Ⅱ、Ⅳ和Ⅴ试验组新晃黄牛的熟肉率高于对照组,但差异不显著( $P<0.05$ )。

表 2 饲料中添加不同比率发酵桑叶对新晃黄牛生长性能的影响

Table 2 Effect of different ratios of fermented mulberry leaf in diet on growth performance of Xinhuang yellow cattle

项目 Item	I 组 (对照组) Group I (control group)	II 组 (10% 发酵桑叶) Group II (10% fermented mulberry leaf)	III 组 (20% 发酵桑叶) Group III (20% fermented mulberry leaf)	IV 组 (30% 发酵桑叶) Group IV (30% fermented mulberry leaf)	V 组 (35% 发酵桑叶) Group V (35% fermented mulberry leaf)
初始体质量 / kg Initial weight	226.00±16.67	230.00±18.00	234.17±36.76	229.67±43.56	230.66±45.11
最终体质量 / kg Ultimate weight	304.83±13.89	316.67±20.44	317.00±47.33	319.00±47.33	321.67±45.77
平均日干物质采食量 / kg Average daily intake of dry matter	8.58±0.98	8.95±0.35	8.87±0.61	9.22±0.89	9.02±1.01
平均日增体质量 / kg Average daily weight gain	0.99±0.21	1.08±0.36	1.03±0.17	1.12±0.16	1.01±0.23
料肉比 Feed conversion ratio	8.66±0.54	8.29±0.37	8.61±0.51	8.23±0.71	8.93±0.79

表 3 饲料中添加不同比率发酵桑叶对新晃黄牛血液抗氧化指标的影响

Table 3 Effect of different ratios of fermented mulberry leaf in diet on antioxidant index in blood of Xinhuang yellow cattle

项目 Item	I 组 (对照组) Group I (control group)	II 组 (10% 发酵桑叶) Group II (10% fermented mulberry leaf)	III 组 (20% 发酵桑叶) Group III (20% fermented mulberry leaf)	IV 组 (30% 发酵桑叶) Group IV (30% fermented mulberry leaf)	V 组 (35% 发酵桑叶) Group V (35% fermented mulberry leaf)
丙二醛浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) Malondialdehyde concentration	8.32±0.90 <sup>A</sup>	7.58±0.25 <sup>AB</sup>	8.53±2.05 <sup>A</sup>	6.39±0.29 <sup>C</sup>	7.02±2.14 <sup>B</sup>
总抗氧化能力 / (U·mL <sup>-1</sup> ) Total antioxidant capacity	0.18±0.01	0.20±0.01	0.19±0.05	0.25±0.03	0.21±0.02
过氧化氢酶活力 / (U·mL <sup>-1</sup> ) Catalase activity	2.48±0.91 <sup>A</sup>	4.13±1.02 <sup>B</sup>	2.14±0.54 <sup>A</sup>	4.37±0.84 <sup>B</sup>	3.25±0.36 <sup>AB</sup>
超氧化物歧化酶活力 / (U·mL <sup>-1</sup> ) Superoxide dismutase activity	12.26±0.44	13.83±0.70	12.65±0.35	13.18±0.65	13.08±0.36

同行数据后的小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),大写字母不同表示差异极显著( $P<0.01$ )。表 3~5 同。

In the same row, different lowercase letters mean significant difference ( $P<0.05$ ), and different uppercase letters mean extremely significant difference ( $P<0.01$ ). The same in Table 3 to 5.

表4 饲料中添加不同比率发酵桑叶对新晃黄牛脂质代谢的影响

Table 4 Effect of different ratios of fermented mulberry leaf in diet on lipid metabolism of Xinhuang yellow cattle

项目 Item	I组 (对照组) Group I (control group)	II组 (10%发酵桑叶) Group II (10% fermented mulberry leaf)	III组 (20%发酵桑叶) Group III (20% fermented mulberry leaf)	IV组 (30%发酵桑叶) Group IV (30% fermented mulberry leaf)	V组 (35%发酵桑叶) Group V (35% fermented mulberry leaf)
总胆固醇浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) Total cholesterol concentration	2.47±0.36	2.45±0.27	2.51±0.25	2.38±0.34	2.49±0.19
高密度脂蛋白浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) High density lipoprotein concentration	1.11±0.25	1.51±0.29	1.16±0.34	1.95±0.40	1.32±0.14
低密度脂蛋白浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) Low density lipoprotein concentration	3.25±0.85	4.32±0.18	3.29±0.53	5.54±1.10	4.12±1.03
甘油三酯浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) Triglycerides concentration	0.82±0.03	0.78±0.02	0.76±0.03	0.77±0.01	0.68±0.06
血糖浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) Blood glucose concentration	3.61±0.15	4.03±0.30	3.88±0.13	3.97±0.20	3.87±0.21
尿素氮浓度 / (mmol·L <sup>-1</sup> ) Blood urea nitrogen concentration	3.42±0.91	3.16±0.36	3.89±0.17	4.88±1.40	3.79±0.26

表5 饲料中添加不同比率发酵桑叶对新晃黄牛屠宰性能和肉品质的影响

Table 5 Effect of different ratios of fermented mulberry leaf in diet on slaughter performance and meat quality of Xinhuang yellow cattle

项目 Item	I组 (对照组) Group I (control group)	II组 (10%发酵桑叶) Group II (10% fermented mulberry leaf)	III组 (20%发酵桑叶) Group III (20% fermented mulberry leaf)	IV组 (30%发酵桑叶) Group IV (30% fermented mulberry leaf)	V组 (35%发酵桑叶) Group V (35% fermented mulberry leaf)
屠宰率 / % Slaughter rate	58.21±2.14	57.89±3.21	58.07±3.74	61.32±2.87	60.41±2.74
眼肌面积 / cm <sup>2</sup> Loin eye area	89.45±4.21 <sup>A</sup>	91.66±1.32 <sup>AB</sup>	92.87±2.21 <sup>AB</sup>	94.42±3.21 <sup>B</sup>	93.23±2.71 <sup>B</sup>
pH <sub>45 min</sub>	6.56±0.11	6.53±0.17	6.42±0.08	6.65±0.14	6.51±0.19
剪切力 / (kg·cm <sup>-2</sup> ) Shear force	46.58±2.11 <sup>a</sup>	44.98±1.26 <sup>a</sup>	32.18±2.03 <sup>b</sup>	23.85±2.18 <sup>c</sup>	21.35±1.25 <sup>c</sup>
熟肉率 / % Cooked meat rate	32.33±4.12	33.77±5.10	32.87±3.89	35.72±4.87	34.14±3.99

### 3 讨论

#### 3.1 添喂发酵桑叶对新晃黄牛生产性能的影响

日粮中添加发酵桑叶后,新晃黄牛平均日干物质采食量和平均日增体质量均有提高。牛对酸甜味饲料喜爱度很高,这种气味的刺激会刺激下丘脑两侧的外侧区摄食中枢兴奋,牛只食欲旺盛<sup>[8]</sup>。桑叶鲜嫩多汁,经青贮发酵后具有浓郁的酸香气味,同时适口性得到改善。仔细观察新晃黄牛采食发现,试验组(添喂发酵桑叶组)采食速度明显快于对照组。冯兴龙等<sup>[9]</sup>在饲料中分别添加青贮桑叶、青贮麦草和青贮苜蓿饲喂秦川肉牛,发现添喂青贮桑叶试验组肉牛日增体质量明显高于其他各组。刘爱君

等<sup>[10]</sup>在20~24月龄西门塔尔牛育肥料中添加10%和20%桑叶粉,不仅可以改善牛只毛色,而且平均日增体质量较对照组提高16.1%和9.1%。TAN等<sup>[11]</sup>用10%桑叶尿素秸秆颗粒饲料饲喂肉牛时,能显著提高干物质采食量、瘤胃氨氮浓度和纤维分解菌含量,改善了瘤胃内环境。相对于我国北方,南方地区的高品质蛋白牧草秸秆饲草资源较匮乏。因此,在肉牛日粮中添加一定比率适口性良好、高蛋白含量的发酵桑叶饲料,可显著提高肉牛的采食量和食物蛋白消化率。本试验在我国南方地区采用青贮桑叶饲喂肉牛,试验组在采食量和日增体质量等指标方面都高于对照组,但未达到显著差异,可能和饲喂时间较短、试验动物数量有限有关。

### 3.2 添喂发酵桑叶对新晃黄牛屠宰性能和肉质性状的影响

肉牛眼肌面积与屠宰率和净肉率直接相关,眼肌面积越大产肉性能越高<sup>[12]</sup>。剪切力反映动物肌肉的嫩度,剪切力越小,肌肉越嫩。李伟玲等<sup>[13]</sup>在肉羊饲料中添加桑叶可提高蒙古羯羊屠宰性能和眼肌面积,同时肌肉剪切力较对照组大幅减少。贾亚洲等<sup>[14]</sup>报道在日粮中添加部分发酵桑叶和桑叶粉可改善肉羊肉品质。以上试验与本试验结果一致。本试验数据显示,饲料中添加30%发酵桑叶可显著增加新晃黄牛眼肌面积( $P<0.05$ ),并显著降低背最长肌剪切力( $P<0.05$ )。说明在日粮中添加一定比率的发酵桑叶,可以提高肉牛的产肉率,增加肉质的嫩度。我们推测,发酵桑叶可以促进瘤胃内原虫与其他益生菌的增殖,提高整体日粮的消化率和采食量,也促进了蛋白质和脂肪的消化、吸收及转化,从而加快肌肉组织的生成和脂肪的沉积。肌肉组织的生成和脂肪的沉积增加最直接的体现即为眼肌面积的增加和剪切力的下降。

### 3.3 添喂发酵桑叶对新晃黄牛血液生理生化指标的影响

抗氧化防御系统是保护机体组织和细胞免受由自由基产生的氧化损伤,其主要指标为总抗氧化能力(T-AOC)、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化氢酶(CAT)等。本试验结果表明,高桑叶比率组新晃黄牛(IV和V试验组)抗氧化能力显著提高。这可能与桑叶中多种生物活性物质本身具有抗氧化能力<sup>[15]</sup>有关。CHEONG等<sup>[16]</sup>报道在饲料中添加10%发酵桑叶饲喂韩牛,牛只背最长肌中SOD、CAT、谷胱甘肽过氧化物酶和谷胱甘肽-S-转移酶等抗氧化酶活性提高。桑叶中黄酮类物质、1-脱氧野尻霉素(DNJ)和芦丁等生物活性物质通过调节胰岛素和胰岛素敏感指数调控血糖,影响机体脂质代谢<sup>[17]</sup>。丁鹏等<sup>[18]</sup>报道在日粮中添加发酵桑叶可降低宁乡花猪血清中胆固醇和血糖含量。在本试验中,发酵桑叶对新晃黄牛脂质代谢作用不明显。吴配全等<sup>[19]</sup>报道发酵桑饲料对生长育肥牛血液低密度脂蛋白和高密度脂蛋白浓度无影响,本试验结果与之相同。这有可能与反刍动物瘤胃微生物分解改变桑叶生物活性物质有关,具体作用机制应进一步验证。

#### 参考文献 (References)

[1] 黄先智.我国蚕桑产业转型问题研究[D].重庆:西南大学,2013

- [2] 王雯熙,杨红建,薄玉琨,等.不同品种桑叶营养成分分析与代谢能值评定研究[J].中国畜牧杂志,2012,48(3):41-45
- [3] 王芳,乔璐,张庆庆,等.桑叶蛋白氨基酸组成分析及营养价值评价[J].食品科学,2015,36(1):225-228
- [4] NAOWABOOT J, PANNANGPETCH P, KUKONGVIRIYAPAN V, et al. Antihyperglycemic, antioxidant and antiglycation activities of mulberry leaf extract in streptozotocin-induced chronic diabetic rats [J]. Plant Food Hum Nutr, 2009, 64(2): 116-121
- [5] KIM G N, JANG H D. Flavonol content in the water extract of the mulberry (*Morus alba* L.) leaf and their antioxidant capacities [J]. J Food Sci, 2011, 76(6): 869-873
- [6] 郭建军, 李晓滨, 齐雪梅, 等. 饲料中添加桑叶对育肥牛增重的影响[J]. 当代畜牧, 2010(9): 31-32
- [7] 周贵. 畜禽生产学实验教程[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 57-59
- [8] 院东. 添喂陈皮、酸甜剂、丙谷胺对荷斯坦奶牛采食量、产奶量、乳成分及血清生化指标的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2015
- [9] 冯兴龙, 赵春平, 焦锋, 等. 不同粗饲料对秦川肉牛生长发育及血液生化指标的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2016, 44(9): 10-16
- [10] 刘爱君, 李素霞, 房金武, 等. 添加鲜桑叶对肉牛增重效果的观察[C]//中国畜牧兽医学学会. 中国畜牧兽医学学会2009学术年会论文集(下册). 石家庄: 中国畜牧兽医学学会, 2009: 1
- [11] TAN N D, WANAPAT M, URIYAPONGSON S, et al. Enhancing mulberry leaf meal with urea by pelleting to improve rumen fermentation in cattle [J]. Asian-Aust J Anim Sci, 2012, 25(4): 452-461
- [12] 肖玉琪, 张有法, 杨若飞, 等. 绵羊眼肌面积近似计算公式法初探[J]. 中国草食动物, 2003(增刊1): 117-118
- [13] 李伟玲. 桑叶对肉羊生产性能、血液生化指标、免疫抗氧化功能和肉品质的影响[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012
- [14] 贾亚洲, 宜光辉, 王国军, 等. 桑叶饲料对绒山羊羊生产性能及肉品质的影响[J]. 家畜生态学报, 2017, 38(11): 27-31
- [15] 李冠楠, 夏雪娟, 赵欢欢, 等. 桑叶提取物泡腾片制备工艺及其抗氧化活性研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2015, 37(4): 132-137
- [16] CHEONG S H, KIM K H, JEON B T, et al. Effect of mulberry silage supplementation during late fattening stage of Hanwoo (*Bos taurus coreanae*) steer on antioxidative enzyme activity within the longissimus muscle [J]. Anim Prod Sci, 2012, 52(4): 240-247
- [17] KIM J Y, CHOI B G, JUNG M J, et al. Mulberry leaf water extract ameliorates insulin sensitivity in high fat or high sucrose diet induced overweight rats [J]. J Korean Soc Appl Biol Chem, 2011, 54(4): 612-618
- [18] 丁鹏, 李霞, 丁亚南, 等. 发酵饲料桑粉对宁乡花猪生长性能、肉品质和血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报, 2018, 30(5): 1950-1957
- [19] 吴配全, 任丽萍, 周振明, 等. 饲喂发酵桑叶对生长育肥牛生长性能、血液生化指标及经济效益的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2011, 47(23): 43-46