

王应归, 杨献康, 李鹏程, 等. 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2024, 40(3): 500-507.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2024.03.012

## 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响

王应归<sup>1</sup>, 杨献康<sup>2</sup>, 李鹏程<sup>2</sup>, 訾云秀<sup>1</sup>, 赵旺生<sup>2</sup>, 朱江江<sup>1</sup>

(1. 青藏高原动物遗传资源保护与利用四川省重点实验室/西南民族大学, 四川 成都 610041; 2. 西南科技大学生命科学与工程学院, 四川 绵阳 621010)

**摘要:** 本研究旨在探究山羊日粮中添加不同比例啤酒糟对育肥山羊生长性能、血清生化指标、屠宰性能和肉品质的影响。随机选取 24 只身体状况良好、体质量相近的 3 月龄简州大耳羊羯羊, 分为 4 组, 分别饲喂添加 0、42.90%、48.00%、53.00% 啤酒糟的日粮。试验周期为 70 d, 其中预饲期 14 d, 正式期为 56 d。结果表明, 与对照相比, 在日粮中添加 48.00% 啤酒糟处理的山羊只均经济利润显著提高, 并且该处理对血清生化指标、屠宰性能和内脏指标无不利影响, 还在一定程度上改善了山羊肉品质。综上所述, 本研究条件下, 在简州大耳羊羯羊日粮中添加啤酒糟的最适比例为 48.00%。

**关键词:** 啤酒糟; 简州大耳羊; 屠宰性能; 肉品质; 血清生化指标; 生长性能

**中图分类号:** S827 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2024)03-0500-08

## Effects of adding different proportions of brewer's grains on growth performance, serum biochemical indices, slaughter performance and meat quality of fattening goats

WANG Ying-gui<sup>1</sup>, YANG Xian-kang<sup>2</sup>, LI Peng-cheng<sup>2</sup>, ZI Yun-xiu<sup>1</sup>, ZHAO Wang-sheng<sup>2</sup>, ZHU Jiang-jiang<sup>1</sup>

(1. Qinghai-Tibetan Plateau Animal Genetic Resource Reservation and Utilization Key Laboratory of Sichuan Province/Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China; 2. School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

**Abstract:** The aim of this study was to investigate the effects of different proportions of brewer's grains on growth performance, serum biochemical indices, slaughter performance and meat quality of fattening goats. Twenty-four 3-month-old Jianzhou Da'er goats with good body condition and similar body weight were divided into four groups and fed with diets supplemented with 0, 42.90%, 48.00% and 53.00% brewer's grains, respectively. The experiment lasted for 70 days, with a pre-feeding period of 14 days and a formal period of 56 days. The results showed that compared with the control, the average economic profit per goat was significantly increased by adding 48.00% brewer's grains to the diet. This treatment had no adverse effects on serum biochemical indices, slaughter performance, and visceral indices, and improved the meat quality of goats to a certain extent.

In conclusion, under the conditions of this study, the optimum proportion of brewer's grains added to the feed of Jianzhou Da'er goat was 48.00%.

**Key words:** brewer's grains; Jianzhou Da'er goat; slaughter performance; meat quality; serum biochemical indices; growth performance

收稿日期: 2024-01-18

基金项目: 四川省科技计划项目(2021YFYZ0003); 浙江省科技计划项目(2022C04017); 西南民族大学研究生创新型科研项目(ZD2022726)

作者简介: 王应归(1998-), 男, 贵州丹寨人, 硕士研究生, 主要从事动物遗传育种相关研究。(E-mail) yingguiwang326@163.com

通讯作者: 朱江江, (E-mail) zhujiang4656@hotmail.com

随着饮食观念的改变, 羊肉作为调节膳食结构

的动物蛋白深受消费者青睐<sup>[1]</sup>。近年来饲料原料价格上涨以及饲料品质参差不齐等因素制约了肉羊产业的发展<sup>[2]</sup>。中国虽然是羊存栏量最多和羊肉生产量最大的国家<sup>[3]</sup>,但肉羊的进口量依然逐年增长<sup>[4]</sup>,羊肉需求量大于供应量。

啤酒糟是工业酿造啤酒过程中最主要的副产物,它主要包含不溶性蛋白质、脂肪、麦芽皮壳、半纤维素和少量未分解淀粉等<sup>[5]</sup>。中国每年因为酿造啤酒约产生 $1 \times 10^7$  t 啤酒糟<sup>[6]</sup>,但是新鲜的啤酒糟容易腐烂且不易保存,经常被丢弃,容易造成环境污染<sup>[7]</sup>。啤酒糟产量大、成本低、营养价值高且适口性好,适用于反刍动物的饲喂<sup>[8]</sup>。日粮中添加啤酒糟可以促进奶牛生长发育,显著提高奶牛的产奶量<sup>[9]</sup>,还可以增加育肥猪的养殖效益<sup>[10]</sup>,但啤酒糟的过量添加会降低饲料能量,影响饲喂动物体质量的增加<sup>[11]</sup>。Radzik-Rant 等<sup>[12]</sup>在日粮中添加 35% 啤酒糟饲喂波兰地毯羊可以增加羔羊日增质量。李文杨等<sup>[13]</sup>用啤酒糟替代 1/3 精料处理的效果最优,在不影响其生长和健康的同时还能促进湖羊采食。可见,在反刍动物养殖过程中,通过在日粮中添加啤酒糟可以增加家养动物育肥效率,降低养殖成本,获得更高的经济效益。

作为中国自主培育的第二个肉用山羊品种,简州大耳羊因具有生长发育快、体型大、肌肉品质好、适应性强等特点被广泛推广<sup>[14]</sup>。四川省是中国啤酒的重要产区之一,啤酒糟产量大。然而,目前啤酒糟在山羊养殖中的应用较少,日粮中添加啤酒糟对简州大耳羊的短期育肥效果以及啤酒糟的最适添加水平还不明确。为了充分利用啤酒糟的饲养价值,提升肉用山羊养殖效益,本研究拟在育肥简州大耳羊的基础日粮中添加不同比例啤酒糟,探究不同比例啤酒糟对育肥山羊生产性能、血清生化指标、屠宰性能以及羊肉品质的影响,筛选出最适添加量,以期啤酒糟在肉用山羊生产中的开发应用提供依据,也为推动肉用山羊养殖及山羊产业的发展提供技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

在羊场中随机选取体况良好且体质量 $[(20 \pm 2)$  kg]相近的 3 月龄简州大耳羊羯羊共 24 只,将这些羊随机分为 4 组,每组 6 只羊,每组设置 3 个重复,每个重复 2 只羊。对照(CK)饲喂羊场自配料(购自四川

恒丰饲料有限公司),剩余 3 组分别饲喂添加 42.90%、48.00%、53.00% 啤酒糟(购自简阳市国东山羊养殖专业合作社)的羊场自配料,即 T1 处理、T2 处理、T3 处理。参照《饲料分析及饲料质量检测技术》<sup>[15]</sup>测定啤酒糟的营养水平,测定结果见表 1。啤酒糟和羊场自配料原料的营养成分主要参考《中国饲料成分及营养价值表》(2021 年第 32 版,续)<sup>[16]</sup>,本试验所使用的基础日粮及营养水平见表 2。

表 1 饲料原料及啤酒糟营养成分

Table 1 Nutritional components of feed ingredients and brewer's grains

项目	苜蓿草粉	啤酒糟
水分含量(%)	9.100	75.000
干物质含量(%)	90.900	25.000
粗灰分含量(%)	24.100	3.750
粗蛋白含量(%)	10.090	30.105
粗脂肪含量(g/kg)	22.000	122.500
总磷含量(%)	0.140	0.715
钙含量(%)	1.930	0.199
粗纤维含量(%)	29.900	15.000
中性洗涤纤维含量(%)	62.310	68.010
酸性洗涤纤维含量(%)	45.200	20.050
饲料总能量(cal/g)	3 386.000	5 159.500

表 2 山羊基础日粮及营养水平(干物质)

Table 2 Basal diet of goats and nutritional level (dry matter)

项目	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理
豆粕含量(%)	26.00	6.87	7.00	6.00
菜粕含量(%)	7.70	4.53	0	0
小苏打含量(%)	1.00	1.03	1.00	1.00
食盐含量(%)	1.00	1.03	1.00	1.00
玉米粉含量(%)	50.00	29.23	28.68	24.70
预混料含量(%)	2.56	2.57	2.56	2.55
苜蓿草粉含量(%)	11.74	11.84	11.76	11.75
啤酒糟含量(%)	0	42.90	48.00	53.00
消化能(MJ/kg)	12.71	11.27	11.16	10.99
粗蛋白质含量(%)	19.65	21.24	21.03	21.77
粗脂肪含量(g/kg)	4.99	56.43	62.56	68.52
粗纤维含量(%)	7.11	11.58	11.79	12.39
中性洗涤纤维含量(%)	17.41	41.32	43.76	46.63
酸性洗涤纤维含量(%)	10.66	16.27	16.50	17.28
粗灰分含量(%)	5.58	5.56	5.41	5.48
钙含量(%)	0.37	0.37	0.35	0.36
磷含量(%)	0.39	0.49	0.48	0.50

CK: 饲喂羊场自配料; T1~T3 处理: 分别饲喂添加 42.90%、48.00%、53.00% 啤酒糟的羊场自配料。

## 1.2 饲养管理

本试验在成都西点农业科技有限责任公司简州大耳羊养殖基地进行,试验开始前对羊只进行免疫驱虫,试验过程中遵循羊场消毒规程执行其他免疫消毒。每个饲栏饲喂 2 只羊,采用全混合日粮饲喂模式进行饲喂,于每日 9:00 和 18:00 添加饲料,并确保饲槽内尚有残料,根据饲喂量和剩余量计算干物质采食量,每天调整进食量观察羊只进食情况,确保水槽水量足够。整个试验共持续 70 d,预饲期 14 d,正式期 56 d。

## 1.3 样品采集和指标测定

1.3.1 生长性能测定 饲养正式期开始当天、第 14 d、第 28 d、第 42 d、第 56 d 时测定活羊体质量和采食量,并计算平均干物质采食量(DMI)、平均净增质量、平均日增质量。

1.3.2 血清生化指标测定 饲养正式期结束当天,采集空腹山羊颈静脉处静脉血 10 ml,收集于 15 ml 离心管中,室温斜面静置 15 min,4 280 g 离心 10 min。吸取上清液(血清)于 EP 管中,-80 ℃ 条件下保存。参照商业试剂盒(购自南京建成生物工程研究所)说明书对血清中的总胆固醇(TC)、白蛋白(ALB)、尿素氮(UN)、葡萄糖(GLU)、总蛋白质(TP)含量进行测定。

1.3.3 屠宰性能测定 饲养正式期开始第 56 d 时每组随机选取 4 只羊进行屠宰试验,早上空腹测量屠宰前活体质量,屠宰后测量胴体质量、头质量、毛皮质量、骨质量、屠宰率、花油质量、腹脂质量、肠系腹脂质量、胴体长、胴体后腿围、胴体胸深、胴体深、

胸肌厚度、眼肌面积、肋肉厚等。分割山羊胴体,测定羊颈部、前小腿、胸部、臀部、后小腿、腰腹部质量等胴体分割指标。快速采集心、肝、脾、肺、肾、小肠、大肠、四胃、胰腺、背最长肌、股二头肌和臂三头肌等组织样品并测量其质量,另外还要测量小肠和大肠的长度。

1.3.4 山羊肉品质的测定 采取山羊股二头肌、臂三头肌和背最长肌这 3 个部位的肌肉样本进行嫩度(剪切力)、色差[亮度( $L^*$ )、红度( $a^*$ )、黄度( $b^*$ )]和 pH 值的测定,测定方法参照《畜禽肉质的测定》(NY/T 1333-2007)<sup>[17]</sup>。

## 1.4 数据统计分析

测定的数据首先用 Excel 2010 进行初步整理和统计,并用 SPSS18.0 进行显著性分析。

# 2 结果与分析

## 2.1 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊生长性能及经济效益的影响

表 3 显示,CK、T1、T2、T3 处理间的平均净增质量(ANG)和平均日增质量(ADG)差异不显著( $P>0.05$ ),T2 处理的平均净增质量、平均日增质量分别为(9.64±1.49) kg、(172.14±26.61) g。CK 和 T2 处理的平均干物质采食量(DMI)显著高于 T1、T3 处理( $P<0.05$ ),T1、T3 处理的只均饲料成本均显著低于 CK ( $P<0.05$ )。T1、T2、T3 处理的只均经济利润均显著高于 CK ( $P<0.05$ ),其中 T2 处理的只均经济利润为(210.38±44.23)元。

表 3 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊生长性能的影响

Table 3 Effects of adding different proportions of brewer's grains on the growth performance of fattening goats

项目	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理
平均净增质量(kg)	9.13±1.25a	8.57±2.50a	9.64±1.49a	8.52±2.81a
平均日增质量(g)	163.04±22.32a	153.04±44.64a	172.14±26.61a	152.14±50.18a
平均干物质采食量(kg)	69.34±4.04a	45.46±1.32b	57.32±12.06a	46.55±11.23b
只均增质量效益(元)	365.20±50.00a	342.80±100.00a	385.60±59.60a	340.80±112.40a
只均饲料成本(元)	246.53±14.36a	138.96±4.03b	175.22±36.86a	142.30±34.32b
只均经济利润(元)	118.79±11.23b	203.84±35.83a	210.38±44.23a	198.50±55.23a

同行数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。CK:饲喂羊场自配料;T1~T3 处理:分别饲喂添加 42.90%、48.00%、53.00%啤酒糟的羊场自配料。

## 2.2 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊血清生化指标的影响

表 4 显示,T2 处理的血清白蛋白含量显著高于

其他处理( $P<0.05$ )。添加不同比例啤酒糟对育肥山羊血清总胆固醇、尿素氮、葡萄糖、总蛋白质含量无显著影响。

表 4 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊血清生化指标的影响

Table 4 Effects of adding different proportions of brewer's grains on serum biochemical indices of fattening goats

项目	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理
总胆固醇含量 (mmol/L)	3.27±0.91a	3.06±0.61a	3.45±1.17a	2.95±1.11a
白蛋白含量 (g/L)	34.80±2.81b	33.83±4.30b	40.31±1.78a	35.10±1.78b
尿素氮浓度 (mmol/l)	1.11±0.27a	1.13±0.15a	1.44±0.32a	1.25±0.64a
葡萄糖浓度 (mmol/L)	4.64±0.56a	4.21±0.40a	4.59±1.16a	4.46±1.29a
总蛋白质含量 (g/L)	78.74±5.32a	85.33±10.61a	92.66±24.47a	78.52±8.27a

同行数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P<0.05$ )。CK: 饲喂羊场自配料; T1~T3 处理: 分别饲喂添加 42.90%、48.00%、53.00% 啤酒糟的羊场自配料。

### 2.3 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊屠宰性能的影响

表 5 显示, 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊的胴体质量、屠宰率、肠系脂肪质量、胴体长、胴体深、胴体后腿围、胸肌厚度、眼肌面积没有显著影响。T1 处理的胴体胸深显著高于 CK ( $P<0.05$ ), 花油质量、腹脂

质量、肋肉厚显著高于 T3 处理 ( $P<0.05$ )。T2 处理的头质量显著高于 CK ( $P<0.05$ ), 骨质量显著高于 T3 处理 ( $P<0.05$ )。添加不同比例啤酒糟对山羊胸部质量没有显著影响, T2 处理的前小腿、臀部、后小腿质量显著高于 CK ( $P<0.05$ )。与 CK 相比, T1 处理的颈部质量显著增加 ( $P<0.05$ )。

表 5 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊屠宰性能的影响

Table 5 Effects of adding different proportions of brewer's grains on slaughter performance of fattening goats

项目	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理
胴体质量 (kg)	12.66±1.47a	14.39±1.12a	15.15±1.76a	13.94±1.74a
骨质量 (kg)	2.51±0.35ab	2.81±0.17ab	2.92±0.12a	2.45±0.39b
屠宰率 (%)	47.50±0.58a	45.75±1.50a	47.75±0.96a	46.75±1.89a
毛皮质量 (kg)	1.59±0.19b	1.88±0.23ab	2.16±0.17a	1.98±0.47ab
头质量 (kg)	1.69±0.16b	1.93±0.10ab	2.08±0.26a	1.99±0.34ab
花油质量 (kg)	0.61±0.23ab	0.84±0.15a	0.58±0.27ab	0.45±0.05b
腹脂质量 (kg)	0.27±0.19ab	0.41±0.16a	0.31±0.15ab	0.15±0.06b
肠系脂肪质量 (kg)	0.39±0.17a	0.32±0.04a	0.29±0.09a	0.33±0.06a
胴体长 (cm)	62.00±2.16a	63.00±1.63a	63.50±1.91a	60.75±2.25a
胴体深 (cm)	25.63±1.89a	27.88±1.44a	26.75±1.32a	27.25±0.96a
胴体胸深 (cm)	24.25±2.22b	26.91±1.43a	26.38±0.63ab	26.08±1.37ab
胴体后腿围 (cm)	11.13±0.25a	11.00±0.33a	11.30±0.57a	10.78±0.55a
胸肌厚度 (cm)	1.05±0.11a	1.10±0.20a	1.14±0.07a	1.11±0.32a
肋肉厚 (cm)	0.96±0.09ab	1.19±0.19a	1.16±0.17ab	0.95±0.05b
眼肌面积 (cm <sup>2</sup> )	8.88±3.18a	7.55±1.93a	8.26±1.51a	8.02±3.94a
颈部质量 (kg)	0.91±0.10b	1.20±0.10a	1.05±0.09ab	1.04±0.13ab
胸部质量 (kg)	3.61±0.35a	4.14±0.54a	4.52±0.78a	3.99±0.60a
前小腿质量 (kg)	0.47±0.04b	0.50±0.26ab	0.57±0.04a	0.55±0.11ab
腰腹部质量 (kg)	1.55±0.29ab	1.66±0.15a	1.33±0.24ab	1.25±0.09b
臀部质量 (kg)	1.31±0.34b	1.61±0.45ab	1.92±0.45a	1.78±0.25ab
后小腿质量 (kg)	0.59±0.11b	0.61±0.08ab	0.76±0.10a	0.70±0.02ab

同行数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著 ( $P<0.05$ )。CK: 饲喂羊场自配料; T1~T3 处理: 分别饲喂添加 42.90%、48.00%、53.00% 啤酒糟的基础日粮。



## 2.4 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊胴体分割指标和内脏指标的影响

表 6 显示,添加不同比例啤酒糟处理的育肥山羊大肠长度、心质量、大肠净质量差异不显著。T2

处理的肝质量、脾质量、肾质量、胰腺质量均显著高于 CK ( $P<0.05$ )。T3 处理的小肠净质量和小肠长度均显著高于 CK ( $P<0.05$ )。

表 6 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊胴体分割指标和内脏指标的影响

Table 6 Effects of adding different proportions of brewer's grains on carcass segmentation indices and visceral indices of fattening goats

项目	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理
心质量(kg)	3.610±0.350a	4.140±0.540a	4.520±0.780a	3.990±0.600a
肝质量(kg)	0.470±0.040b	0.498±0.260ab	0.570±0.040a	0.550±0.110ab
脾质量(kg)	1.310±0.340b	1.610±0.450ab	1.920±0.450a	1.780±0.250ab
肺质量(kg)	1.550±0.290ab	1.660±0.150a	1.330±0.240ab	1.250±0.090b
肾质量(kg)	0.080±0.010b	0.095±0.010ab	0.100±0.010a	0.100±0.010a
胰腺质量(kg)	0.590±0.110b	0.610±0.080ab	0.760±0.100a	0.700±0.020ab
四胃净质量(kg)	3.610±0.350a	4.140±0.540a	4.520±0.780a	3.990±0.600a
小肠净质量(kg)	0.480±0.040b	0.660±0.060ab	0.720±0.070ab	0.770±0.120a
大肠净质量(kg)	0.390±0.150a	0.500±0.140a	0.540±0.120a	0.480±0.050a
小肠长度(cm)	1 904.750±546.970b	2 288.500±101.640ab	2 287.000±191.890ab	2 398.250±136.960a
大肠长度(cm)	536.230±75.900a	545.250±85.910a	595.000±86.310a	573.000±48.300a

同行数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。CK:饲喂羊场自配料;T1~T3 处理:分别饲喂添加 42.90%、48.00%、53.00%啤酒糟的基础日粮。

## 2.5 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊肉品质的影响

表 7 显示,添加不同比例啤酒糟对育肥山羊股二头肌嫩度指标没有显著影响,T1 处理的背最长肌剪切力显著高于 T3 处理( $P<0.05$ ),T1 处理臂三头肌的剪切力显著高于 CK ( $P<0.05$ )。在色差指标中,T3 处理股二头肌和臂三头肌的亮度( $L^*$ )最高,T1 处理臂三头肌和股二头肌的  $L^*$  显著低于 CK ( $P<0.05$ )。T2 处理和 T3 处理背最长肌红度( $a^*$ )显著高于 T1 处理( $P<0.05$ ),T3 处理臂三头肌的  $a^*$  显著高于 CK 和 T1 处理( $P<0.05$ )。T2 处理股二头肌的  $a^*$  显著高于 CK ( $P<0.05$ )。T1 处理和 T2 处理臂三头肌的黄度( $b^*$ )显著低于 CK 和 T3 处理( $P<0.05$ )。T1 处理背最长肌的 pH 值显著低于 T3 处理( $P<0.05$ ),股二头肌的 pH 值显著高于 CK 和 T3 处理( $P<0.05$ ),T3 处理臂三头肌的 pH 值显著低于其他 3 个处理( $P<0.05$ )。

## 3 讨论

### 3.1 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊生长性能及经济性状的影响

啤酒糟是啤酒正常生产过程中的主要副产物,

富含粗纤维、蛋白质和脂肪等物质,是反刍动物优质且价廉的饲料<sup>[18]</sup>。周永平<sup>[19]</sup>研究发现,在育肥奶牛日粮中添加啤酒糟可以降低饲料成本,达到提升经济效益的目的。杨世平等<sup>[20]</sup>在 BMY 牛的日粮中添加 35.00%、50.00%啤酒糟,牛的平均干物质采食量(DMI)和平均日增质量(ADG)随着啤酒糟添加比例的增加呈下降趋势,饲料成本随着啤酒糟添加比例的增加而降低。陆俊致等<sup>[21]</sup>研究发现,在山羊日粮中添加啤酒糟能增加 ADG,并节约饲料成本。本研究结果表明,与 CK 相比,添加 48.00%啤酒糟处理没有显著改变山羊的 DMI,但啤酒糟添加量为 42.90%和 53.00%时显著降低了 DMI,说明啤酒糟添加量过高或者过低会降低山羊的平均干物质采食量,适当添加啤酒糟不会显著影响山羊的 DMI。在山羊日粮中添加 42.90%、53.00%啤酒糟能够降低山羊养殖的只均饲料成本,添加 42.90%、48.00%、53.00%啤酒糟均能够提高育肥山羊的只均经济利润。表明添加啤酒糟饲喂山羊能够提高养殖山羊的经济利润,但适宜的添加量才能获得最高的经济利润。综上所述,在简州大耳羊基础日粮中添加适宜比例的啤酒糟不会对山羊的平均干物质采食量造成

显著影响,可以增加只均经济利润,啤酒糟添加比例为 48.00%时效果最优。

表 7 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊肉品质的影响

Table 7 Effects of adding different proportions of brewer's grains on the meat quality of fattening goats

项目	组织	CK	T1 处理	T2 处理	T3 处理
剪切力(N)	背最长肌	76.75±20.77ab	104.54±24.78a	86.09±15.77ab	66.61±9.45b
	股二头肌	79.88±14.84a	80.47±21.01a	81.48±12.17a	78.83±10.50a
	臂三头肌	75.19±13.19b	88.76±17.79a	83.72±12.65ab	84.65±14.26ab
<i>L</i> *	背最长肌	37.86±0.85a	38.26±1.80a	36.03±1.18b	37.77±1.42a
	股二头肌	38.31±1.31ab	36.46±0.87c	37.99±2.43b	39.50±1.64a
	臂三头肌	39.47±1.15ab	37.10±1.22c	38.39±1.17b	39.98±2.09a
<i>a</i> *	背最长肌	17.38±1.16ab	17.09±0.34b	17.64±0.75a	17.48±0.82a
	股二头肌	17.70±0.78bc	18.29±0.72ab	18.66±1.02a	18.16±0.30abc
	臂三头肌	18.70±1.01bc	18.02±1.17c	19.34±1.55ab	19.74±1.09a
<i>b</i> *	背最长肌	3.93±0.25ab	3.73±0.23b	3.84±0.58ab	4.06±0.53a
	股二头肌	4.09±0.50ab	3.96±0.19ab	3.90±0.38b	4.24±0.35a
	臂三头肌	4.64±0.63a	3.65±1.04b	3.97±0.84b	4.94±0.65a
pH 值	背最长肌	6.50±0.26ab	6.32±0.31b	6.46±0.12ab	6.59±0.24a
	股二头肌	6.58±0.26b	6.80±0.21a	6.69±0.24ab	6.57±0.22b
	臂三头肌	6.64±0.16a	6.77±0.13a	6.67±0.29a	6.39±0.20b

同行数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P<0.05$ )。CK:饲喂羊场自配料;T1~T3 处理:分别饲喂添加 42.90%、48.00%、53.00%啤酒糟的羊场自配料。*L*\*:亮度;*a*\*:红度;*b*\*:黄度。

### 3.2 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊血清生化指标的影响

血清生化指标是反映动物机体组织器官机能状态及物质代谢情况的重要指标<sup>[22]</sup>,总胆固醇含量能反映机体能量平衡和脂代谢情况,葡萄糖含量可以反映机体的糖代谢情况,血清总蛋白质含量和尿素氮含量可以反映机体的氨基酸、蛋白质代谢情况<sup>[23]</sup>。本研究结果表明,在育肥山羊日粮中添加啤酒糟没有显著改变山羊血清中总胆固醇、尿素氮、葡萄糖含量,表明日粮中添加啤酒糟不会显著改变山羊的能量代谢和糖代谢。血清中总蛋白质、白蛋白含量可以反映日粮中的蛋白质水平和动物的消化吸收程度<sup>[22,24]</sup>。添加 48.00%啤酒糟的处理显著增加了血清中白蛋白含量,没有显著改变血清中总蛋白质的含量。在一定范围内,机体血清中白蛋白含量会随着啤酒糟添加比例的增加而先增加后降低。与我们的研究结果相似,徐倩等<sup>[25]</sup>的研究结果表明,饲料中添加 12.00%、24.00%、36.00%的啤酒糟不会显著改变闽东山羊血清中葡萄糖、尿素氮、总胆固醇、甘油三酯等的含量。总体而言,在育肥山羊基础日粮中添加不同比例的啤酒糟不会显著改变山羊大多数血清生化指标,对机体物质代谢没有不利影响,

适合的添加比例有助于机体吸收和合成白蛋白,当啤酒糟添加比例为 48.00%时效果最好。

### 3.3 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊屠宰性能的影响

屠宰性能作为评价肉用动物生长性能和衡量经济效益的关键指标<sup>[26]</sup>,受到日粮组成和营养水平的影响<sup>[27]</sup>。徐镀涵<sup>[28]</sup>的研究结果表明饲喂白酒糟可以增加肉牛的胴体质量和屠宰率,但没有显著差异,这与我们的研究结果相似。此外,在本研究中,与 CK 相比,添加 48.00%啤酒糟处理显著增加毛皮质量、头质量、前小腿质量、臀部质量和后小腿质量,表明在山羊基础日粮中添加 48.00%啤酒糟对山羊屠宰性能没有不利影响,甚至部分指标显著优于对照。

### 3.4 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊内脏器官质量的影响

动物内脏器官的质量是反映机体发育情况的重要指标<sup>[29]</sup>。本研究中,添加 48.00%啤酒糟处理下育肥山羊肝、脾、肾、胰腺的质量均显著高于 CK,添加 53.00%啤酒糟处理下育肥山羊的小肠净质量、小肠长度显著高于 CK。综上所述,在育肥山羊日粮中添加适量啤酒糟可增加内脏器官的质量,利于内脏器官发育和吸收营养物质,从而促进山羊生长发育。总体

而言,添加 48.00%啤酒糟处理的效果最优。

### 3.5 添加不同比例啤酒糟对育肥山羊肉品质的影响

肉类品质一般通过嫩度、色差和 pH 值等指标进行评价<sup>[30-32]</sup>。动物肌肉嫩度受到品种、年龄、性别、营养状况及饲养方式的影响<sup>[33]</sup>。在本研究中关于嫩度指标的分析结果表明,除添加 42.90%啤酒糟处理下育肥山羊臀三头肌的剪切力显著高于 CK 外,T1~T3 处理下其他指标与 CK 相比没有显著差异。表明添加低比例啤酒糟可以增大肉的剪切力,从而影响山羊肉的嫩度。肉色是影响肉品质的指标之一<sup>[34]</sup>,通常用  $L^*$ 、 $b^*$ 、 $a^*$  表示, $L^*$ 、 $b^*$  值越小, $a^*$  值越大,肉色越好<sup>[35]</sup>。在本研究中,添加 48.00%啤酒糟处理下育肥山羊背最长肌的  $L^*$  以及臀三头肌的  $b^*$  显著低于 CK。此外,添加 48.00%啤酒糟处理下育肥山羊股二头肌的  $a^*$  显著高于 CK,添加 53.00%啤酒糟处理下育肥山羊臀三头肌的  $a^*$  显著高于 CK,表明添加啤酒糟可以改善肉色。综合分析,添加 48.00%啤酒糟处理增加了  $a^*$ ,降低了  $L^*$ 、 $b^*$ ,效果最好。与本研究的结果相似,杨建平等<sup>[36]</sup>的研究结果表明,固态发酵啤酒糟可以提高杂交皖西白鹅肉的  $a^*$ 。pH 能影响肉的风味、嫩度等,是评价肉品质的重要指标<sup>[37]</sup>。在本试验中,添加 42.90%啤酒糟处理下育肥山羊股二头肌的 pH 值显著高于 CK,添加 53.00%啤酒糟处理下育肥山羊臀三头肌的 pH 值显著低于 CK,表明添加过高或者过低比例的啤酒糟可能会改变肉的 pH 值,但是添加适当比例(48.00%)啤酒糟不会对肌肉 pH 值产生显著影响。综上所述,日粮中添加啤酒糟会改变山羊肉的嫩度、肉色和 pH 值,最适的添加比例为 48.00%。

## 4 结 论

在山羊日粮中添加适量啤酒糟可以提高育肥山羊的只均经济利润,促进内脏器官发育,对血清生化指标、屠宰性能无不利影响,一定程度上改善了山羊的肉品质。综合分析,本研究建议在日粮中添加啤酒糟的比例为 48.00%。

### 参考文献:

- [1] 成升魁,董纪昌,刘秀丽,等. 新时代中国国民营养与粮食安全研究中的关键科学问题——第 249 期“双清论坛”综述[J]. 中国科学基金,2021,35(3):426-434.
- [2] 武震钢,李风华,张志勇,等. 不同饲料配方对肉羊育肥和经济效益的影响[J]. 粮食与饲料工业,2023(4):49-52.
- [3] 王建国,赵宝玉. 世界及我国奶山羊产业发展现状及趋势分析[J]. 中国畜牧杂志,2021,57(3):180-186.
- [4] 李若琦,付文阁. 中国羊肉进口需求——基于产品属性的视角[J]. 中国农业大学学报,2021,26(9):266-276.
- [5] 张磊,徐杨,潘孝青,等. 啤酒糟发酵饲料研究进展[J]. 饲料研究,2022,45(3):154-156.
- [6] 陈娜. 啤酒糟在食品加工中的利用现状[J]. 食品界,2019(2):155.
- [7] 彭昱雯,吴冬梅. 酒糟发酵生物饲料的生产及其对动物生产性能的影响[J]. 饲料研究,2022,45(2):158-160.
- [8] 石绘陆,庞伟英,李俐,等. 啤酒糟在肉牛育肥中的应用[J]. 养殖与饲料,2011(12):47-48.
- [9] CHIOU P W S, CHEN C R, CHEN K J, et al. Wet brewers' grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows[J]. Animal Feed Science and Technology, 1998,74(2):123-134.
- [10] MUKASAFARI M A, AMBULA M K, KAREGE C, et al. Effects of substituting sow and weaner meal with brewers' spent grains on the performance of growing pigs in Rwanda[J]. Tropical Animal Health and Production,2017,50(2):393-398.
- [11] 谢永生. 啤酒糟育肥肉牛的试验[J]. 畜牧兽医科技信息,2012(1):52.
- [12] RADZIK-RANT A, RANT W, NIZNIKOWSKI R, et al. The effect of the addition of wet brewers grain to the diet of lambs on body weight gain, slaughter value and meat quality[J]. Archives Animal Breeding,2018,61(2):245-251.
- [13] 李文杨,王迎港,吴贤锋,等. 啤酒糟替代饲料中不同比例精料对湖羊生长性能、营养物质表观消化率、氮代谢和血清生化指标的影响[J]. 动物营养学报,2022,34(10):6539-6549.
- [14] 熊朝瑞,俄木曲者,张林,等. 简州大耳羊新品种培育史况[J]. 四川畜牧兽医,2021,48(11):33-34.
- [15] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 北京:中国农业大学出版社,2007.
- [16] 熊本海,罗清尧,赵峰,等. 中国饲料成分及营养价值表(2021年第32版)(续)[J]. 中国饲料,2021(24):66-71.
- [17] 中华人民共和国农业部. 畜禽肉质的测定:NY/T 1333-2007[S]. 北京:中国农业出版社,2007:1-4.
- [18] 王双头. 浅谈奶牛长期饲喂啤酒糟所致疾病及其防治[J]. 南京农学报,1999(3):54-56.
- [19] 周永平. 应用啤酒糟育肥奶牛技术研究[J]. 黑龙江畜牧兽医,2016(10):81-82.
- [20] 杨世平,王安奎,杨国荣,等. 不同啤酒糟比例的全混日粮育肥 BMU 牛试验[J]. 养殖与饲料,2010(11):5-10.
- [21] 陆俊致,李叶红,曾俊,等. 啤酒糟混合统糠微贮饲料饲喂山羊的效果探究[J]. 当代畜禽养殖业,2023,43(1):5-7.
- [22] XIE J, KALWAR Q, YAN P, et al. Effect of concentrate supplementation on the expression profile of miRNA in the ovaries of yak during non-breeding season[J]. Animals, 2020,10(9). DOI:10.3390/ani10091640.
- [23] 杨璐玲,吕永艳,孙国强. 啤酒糟对奶牛产奶性能及血液生化

- 指标的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2014, 50(13): 51-56.
- [24] 张青青. 饲料蛋氨酸水平对仔猪生产性能和血液生化指标的影响[J]. 广东饲料, 2015, 24(2): 25-27.
- [25] 徐倩, 张富, 吴贤锋, 等. 饲料发酵啤酒糟水平对闽东山羊生长性能、消化代谢、血清生化指标及瘤胃发酵的影响[J]. 动物营养学报, 2024, 36(1): 416-427.
- [26] YU J, YANG H M, WAN X L, et al. Effects of cottonseed meal on slaughter performance, meat quality, and meat chemical composition in Jiangnan White goslings[J]. Poultry Science, 2020, 99(1): 207-213.
- [27] 王泽仁, 李勇, 赵庆枫, 等. 巨菌草发酵饲料对绵羊生长性能、屠宰性能、肉品质和血清生化指标的影响[J]. 饲料研究, 2022, 45(24): 22-26.
- [28] 徐鍈涵. 酒糟饲喂水平对肉牛生长性能、屠宰性能、牛肉品质和血液生化特性的影响[D]. 贵阳: 贵州大学, 2022.
- [29] 罗阳, 何芳, 孙麋, 等. 中草药渣对湘东黑山羊生长性能、内脏器官发育、肉品质及脂肪酸的影响[J]. 饲料研究, 2023, 46(5): 5-9.
- [30] ZHENG X, CHEN L, LI X, et al. Non-destructive detection of meat quality based on multiple spectral dimension reduction methods by near-infrared spectroscopy[J]. Foods, 2023, 12(2). DOI: 10.3390/foods12020300.
- [31] 李金玲, 白昊鑫, 马晶晶, 等. 肉鹅制品中松香酸和脱氢松香酸残留的高效液相色谱检测方法[J]. 江苏农业科学, 2023, 51(11): 174-178.
- [32] 张秀花, 杨光, 杨波. 过热蒸汽处理对猪肉品质及氧化稳定性的影响[J]. 生物加工过程, 2023, 21(1): 98-106.
- [33] 曹宪福, 杨志成, 姜廷波, 等. 肌肉嫩度的影响因素分析[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2016(21): 60-63.
- [34] 张英华. 肉的品质及其相关质量指标[J]. 食品研究与开发, 2005(1): 39-42.
- [35] QIAO M, FLETCHER D L, SMITH D P, et al. The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity[J]. Poultry Science, 2001, 80(5): 676-680.
- [36] 杨建平, 姚国佳, 姬向波, 等. 固态发酵啤酒糟对杂交皖西白鹅生长性能、免疫器官指数及肉质的影响[J]. 中国畜牧杂志, 2016, 52(16): 93-98.
- [37] 狄雨晗, 廖博群, 李加慧, 等. 宰后肌肉嫩度检测技术研究进展[J]. 肉类研究, 2023, 37(7): 52-59.

(责任编辑: 王妮)