



同/异型乳酸菌对白酒糟发酵全混合日粮 营养价值和发酵品质的影响

莫丽芬¹, 陈少梅¹, 宣泽义¹, 杨膺白², 唐泔岁³,

孙俊丽¹, 吴柱月¹, 黄明光¹, 曹艳红^{1*}

(1. 广西壮族自治区畜牧研究所, 广西家畜遗传改良重点实验室, 南宁 530001; 2. 广西大学动物科技学院, 南宁 530005;
3. 广西都安瑶族自治县农业农村局, 广西 都安 530700)

摘要: [目的] 研究旨在探究同/异型乳酸菌对白酒糟发酵全混合日粮 (FTMR) 营养价值和发酵品质的影响, 为白酒糟应用于牛羊养殖提供参考。 [方法] 试验通过真空袋法添加布氏乳杆菌 (LB, 0.4 g/kg) 和植物乳杆菌 (LP, 0.2 g/kg) 调制酒糟 TMR, 在第 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 天检测饲料营养成分和发酵品质的变化规律。 [结果] 结果表明, 密封发酵 10 d 后, LB 组和 LP 组的 pH 值分别下降至 3.49 和 3.72, 随后保持相对稳定。在整个发酵过程中, 乳酸和乙酸含量均逐渐升高, LP 组乳酸含量显著高于 LB 组, LB 组乙酸含量显著高于 LP 组。两组的氨态氮/总氮比例低, 粗脂肪含量逐渐升高。粗蛋白、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗纤维含量保持相对稳定。LB 组可溶性糖含量保持相对稳定, 而 LP 组可溶性糖含量逐渐下降。 [结论] 综上所述, 添加 0.4 g/kg 布氏乳杆菌和 0.2 g/kg 植物乳杆菌均能提高白酒糟 FTMR 的发酵品质。

关键词: 白酒糟; 发酵全混合日粮; 布氏乳杆菌; 植物乳杆菌; 发酵品质

中图分类号: S816.32

文献标识码: A

文章编号: 1001-9111(2021)04-0001-04

广西河池是典型的大石山区, 不仅缺乏足够的草地面积, 而且交通不便, 饲料缺乏是制约河池地区牛羊产业发展的主要因素。因此, 开发非常规饲料是解决这一困境的有效途径。广西酿酒历史悠久, 有丹泉酒厂、德胜酒厂、全州酒厂等大型企业, 还有许多酿制白酒的个体户, 每年产大量白酒糟。白酒糟是以高粱、小麦、玉米、糯米等为原料, 经过发酵生产白酒后剩余的残渣。若是作为废弃物排放, 则浪费资源, 污染环境。酒糟中含有丰富的粗蛋白、氨基酸和维生素等营养成分, 其中粗蛋白含量可达 12% ~ 18%, 是一种高营养价值的农副产品, 非常适合反刍动物饲料的开发与利用^[1]。研究表明, 酒糟饲料可以提高幼牛的生产性能、养分消化率和瘤胃发酵参数^[2-3]。目前白酒糟饲料化利用主要有鲜酒糟直接饲用、烘干饲用和微生物发酵后饲用等方式。王建等^[4]发现, 利用 50% 白酒糟替代部分青贮饲料直接饲喂肉羊, 取得良

好的育肥效果。汪成等^[5]研究不同类型白酒糟对西杂牛生长性能、养分表观消化率、血清生化指标及瘤胃发酵参数的影响, 发现与添加 4.8% 干酒糟相比, 饲料中添加等量发酵酒糟可提高西杂牛采食量、瘤胃发酵、养分表观消化率及饲料报酬, 表明发酵酒糟对西杂牛的促生长效果优于干酒糟。

发酵全混合日粮 (fermented total mixed ration, FTMR) 是利用低水分青贮原理, 将调制的 TMR 压实密封, 利用乳酸菌发酵形成的营养均衡且能长期保存的日粮^[6]。与常规 TMR 相比, FTMR 的有氧稳定性高, 便于长途运输; 营养价值全面, 适口性好, 饲料利用率高; 可充分利用酒糟、豆腐渣等非常规饲料, 降低饲料成本。酒糟含有丰富的粗蛋白, 若用其替代部分精料中的玉米, 既降低了饲料成本, 又充分利用了当地食物副产品, 变废为宝, 减少资源浪费, 解决环境污染问题。研究发现, 利用稻草、玉米秸

收稿日期: 2021-04-02 修回日期: 2021-04-29

基金项目: 广西创新驱动发展专项 (桂科 AA18118041); 广西畜牧研究所自选项目 (桂牧研自选 2020-06); 广西农业科技自筹经费项目 (Z201945); 桂牧研自选项目 (2018-08)

作者简介: 莫丽芬 (1993—), 女, 硕士, 主要从事动物遗传育种与繁殖研究。

* 通讯作者: 曹艳红 (1983—), 女, 博士, 高级畜牧师, 主要从事牛羊遗传育种与饲料研究。

秆、啤酒糟、豆腐渣、蒸玉米片和矿物混合物为原料,通过添加农副产品附生乳酸菌发酵剂青贮,可制成发酵品质良好的 FTMR 饲料^[7]。乳酸菌的种类和性质对发酵饲料的影响很大。本研究主要探讨布氏乳杆菌 (*Lactobacillus brucei*, LB) 和植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*, LP) 对以白酒糟替代部分精料的 FTMR 营养价值和发酵品质的影响,为白酒糟在牛羊养殖中科学应用提供可靠的参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

TMR 配方如表 1 所示。粗饲料为“桂牧一号”象草和稻草,精料由玉米粉、豆粕、麦麸、预混料、尿素、糖蜜和食盐组成,采用 15% 酱香型白酒糟(广西丹泉酒业)替代部分玉米粉。布氏乳杆菌粉剂购自山东宝来利来生物工程股份有限公司,植物乳杆菌粉剂由中科院微生物研究所赠送。

表 1 TMR 配方

原料	含量	%
“桂牧一号”象草	55.775	
稻草	5	
玉米粉	12	
白酒糟	15	
豆粕	3	
麦麸	5	
预混料	2	
尿素	0.5	
糖蜜	2	
食盐	0.225	

1.2 试验方法

试验设置 2 个试验组:0.4 g/kg 布氏乳杆菌 (LB)、0.2 g/kg 植物乳杆菌 (LP)。将象草和稻草用铡刀切成 1~2 cm 后,按照 TMR 配方将青贮原料混匀,将水分调至 65% 左右,随后按照试验用量分别加入不同菌剂,混匀后称取 1 kg 装入聚乙烯袋,每组装 7 袋,用真空包装机抽真空封袋。在发酵第 0、10、20、30、40、50、60、70 天分别送饲料检测所检测饲料营养成分和发酵品质。

2 结果与分析

2.1 不同类型乳酸菌对白酒糟 FTMR 发酵品质的影响

利用 15% 白酒糟替代部分玉米粉,密封发酵第 10 天, LB 组 pH 值迅速下降至 3.49, LP 组 pH 值迅速下降至 3.72, 随后 pH 值保持相对稳定。LB 和 LP 组乳酸含量呈逐渐升高的趋势,且在整个发酵过程中, LP 组乳酸水平显著高于 LB 组。LB 和 LP 组乙酸含量呈逐渐升高的趋势,且在整个发酵过程中, LB 组乙酸水平显著高于 LP 组。LB 和 LP 组的丙酸含量和氨态氮/总氮均较低,且无丁酸产生(表 2)。

2.2 不同类型乳酸菌对白酒糟 FTMR 营养价值的

添加 15% 白酒糟替代部分玉米粉,相较于发酵前, LB 和 LP 组在粗脂肪含量总体呈上升趋势,在第 60 天粗脂肪含量分别提高了 34.63% 和 33.83%。发酵前, LB 和 LP 组粗蛋白含量分别为 13.37% 和 13.75%。整个发酵过程中,粗蛋白、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维、粗纤维含量在发酵过程中保持相对稳定。LB 组可溶性糖含量保持相对稳定,而 LP 组可溶性糖含量呈下降趋势(表 3)。

表 2 不同类型乳酸发酵白酒糟 TMR 的 pH、乳酸、乙酸含量变化

指标	组别	发酵天数/d								% 鲜样
		0	10	20	30	40	50	60	70	
pH	LB	4.76	3.49	3.83	3.92	3.78	3.86	3.88	3.93	
	LP	4.51	3.72	3.76	3.81	3.82	4.04	3.83	3.84	
乳酸	LB	—	1.60	1.72	1.74	1.93	2.09	2.40	2.54	
	LP	—	3.90	4.42	5.57	5.04	5.85	6.17	6.48	
乙酸	LB	—	1.11	1.33	1.50	1.54	1.65	1.62	1.45	
	LP	—	0.91	1.02	1.06	1.14	1.12	1.21	1.44	
丙酸	LB	0	0.03	0.05	0.05	0.07	0.07	0.08	0.06	
	LP	0	0.03	0.05	0.03	0.06	0.05	0.06	0.06	
丁酸	LB	0	0	0	0	0	0	0	0	
	LP	0	0	0	0	0	0	0	0	
氨态氮/总氮	LB	0	0.04	0.06	0.06	0.04	0.07	0.06	0.07	
	LP	0	0.05	0.05	0.07	0.06	0.05	0.07	0.07	

表 3 不同类型乳酸菌发酵白酒糟 TMR 的营养物质的动态变化规律 % DM

指标	组别	发酵天数/d							
		0	10	20	30	40	50	60	70
粗脂肪	LB	2.05	2.07	2.29	2.17	2.61	2.39	2.76	2.56
	LP	2.01	2.27	2.09	2.37	2.62	2.59	2.69	2.51
粗蛋白	LB	13.37	13.75	14.20	13.83	14.34	13.83	14.04	14.03
	LP	13.75	15.66	13.85	14.62	14.01	14.02	13.99	14.10
中性洗涤纤维	LB	55.28	54.96	54.92	53.82	54.59	52.62	53.37	50.51
	LP	55.94	54.20	53.83	53.26	53.32	52.91	53.17	53.16
酸性洗涤纤维	LB	35.48	38.14	34.99	35.65	33.63	35.80	34.63	35.13
	LP	35.94	35.26	34.52	33.97	35.44	35.40	33.87	34.85
粗纤维	LB	23.30	22.61	22.51	22.67	22.92	22.73	22.51	22.21
	LP	23.82	23.76	22.43	23.14	23.03	21.56	21.51	21.52
可溶性糖	LB	—	0.86	0.77	0.74	0.87	0.77	0.78	0.74
	LP	—	1.64	1.25	1.30	1.12	1.28	1.27	0.73

3 讨 论

酒糟与牧草、精料、矿物质和维生素等混合青贮,可获得营养均衡、发酵品质好、有氧稳定性高的 FTMR 饲料。Sakai 等^[8]利用啤酒糟替代传统精料制作 FTMR,发现含有啤酒糟的 FTMR 具有更高的干物质、酸性洗涤纤维和中性洗涤纤维消化率,且饲喂 1.2% 啤酒糟的水牛产奶量显著提高。原现军等^[9]研究发现,添加 10% 的青稞酒糟显著提高箭筈豌豆与苇状羊茅混合青贮的乳酸含量,降低 pH 值,提高发酵品质。贾春旺等^[10]在紫花苜蓿和多年生黑麦草混合青贮过程中添加不同水平的酒糟,发现添加 20% 青稞酒糟可以显著降低混合青贮饲料的 pH 值、氨态氮和丁酸含量,显著增加乳酸含量,降低水溶性碳水化合物损失,提高混合青贮饲料的发酵品质。由此可知,通过将酒糟与含水量较低的秸秆、稻草等混合青贮来处理酒糟类饲料,是酒糟饲料资源化利用的重要途径之一。

乳酸含量影响发酵过程中 pH 值的变化,是评价发酵饲料品质的一个重要指标。乳酸含量越高,越有利于长期保存。在本研究中,添加布氏乳杆菌和植物乳杆菌的酒糟 FTMR 在发酵过程中乳酸含量均逐渐升高,表明发酵品质好。不同类型的乳酸菌发酵特性不同。植物乳杆菌是同型乳杆菌,消耗能量低,能迅速提高青贮饲料的乳酸含量、降低 pH 值,并可有效降低乙醇和氨态氮含量,提高乳酸乙酸比。布氏乳杆菌是异型发酵菌,发酵后产生乳酸和乙酸。乙酸含量的增加能够抑制青贮饲料中酵母的生长繁殖,防止二次发酵,提高青贮饲料的有氧稳定性。苗芳等^[11]对比同/异型乳酸菌对全株玉米青贮特性、营养品质及有氧稳定性的影响,发现同型乳酸

菌组 pH 值低于异型乳酸菌组,异型乳酸菌组乙酸含量高于同型乳酸菌组,说明异型乳酸菌组有氧稳定性更高。本研究发现在白酒糟 FTMR 中,无论是添加布氏乳杆菌还是植物乳杆菌均能使青贮料中的乙酸含量不断提高,而且布氏乳杆菌组的乙酸含量明显高于植物乳杆菌组,与布氏乳杆菌的特性和上述研究结果一致,说明了添加同/异型乳杆菌均有利于 FTMR 的保存,而布氏乳杆菌对于提高青贮饲料的有氧稳定性的作用更大,对白酒糟 FTMR 的发酵品质、长期保存和长途运输具有重要意义。

酒糟青贮料发酵过程中,植物乳杆菌等微生物的繁殖代谢需要消耗大量的糖类物质,导致青贮饲料的可溶性糖含量明显下降。刘晓风等^[12]研究发现,添加 3% 植物乳杆菌处理酒糟青贮饲料粗蛋白高达 19.51%,脂肪含量下降至 5.1%,总糖含量比发酵前有所下降,乳酸含量升高至 3.96%,显著提高酒糟青贮饲料的品质。本研究添加植物乳杆菌处理后酒糟 FTMR 的粗蛋白含量最高达到 14.34%,在发酵过程中保持相对稳定,但可溶性糖含量不断下降,发酵前为 1.64%,发酵 70 d 后下降到 0.73%,与刘晓风等的研究结果一致,说明了添加 0.2 g/kg 植物乳杆菌能显著提高 FTMR 的青贮品质。

酒糟中含有大量的谷壳,在发酵过程中难以降解,是影响动物消化吸收和饲料利用率的主要原因^[13]。在本研究中酒糟 FTMR 的纤维含量有所降解,但是总含量仍然较高。因此,解决木质素高的问题仍是酒糟饲料资源化利用亟待解决的关键问题,可以在青贮之前进行脱壳、粉碎等加工处理。

4 结 论

在含有 15% 白酒糟 FTMR 中添加 0.2 g/kg 植

物乳杆菌或 0.4 g/kg 布氏乳杆菌进行发酵, 均能提高白酒糟 FTMR 的乳酸和乙酸含量、降低 pH 值, 使粗脂肪含量有所提高, 粗蛋白、酸性洗涤纤维、中性洗涤纤维、粗纤维含量保持相对稳定, 提高酒糟 FTMR 的发酵品质。

参考文献:

- [1] 周招洪, 肖竺宏, 肖礼华, 等. 白酒糟营养价值及贮藏品质控制和饲喂措施[J]. 当代畜牧, 2018(30): 15-17.
- [2] REIS V, REIS R A, ARAUJO T L, et al. Performance, beef quality and expression of lipogenic genes in young bulls fed low-fat dried distillers grains[J]. Meat Science, 2019, 160: 107962.
- [3] 周志宇, 王之盛, 胡瑞, 等. 不同类型白酒糟对奶公牛生长性能、养分表观消化率、血清生化指标和瘤胃发酵参数的影响[J]. 动物营养学报, 2020, 32(8): 3708-3716.
- [4] 王健, 龚高全, 麻小凤. 白酒糟替代部分青贮料饲喂肉羊效果比较试验[J]. 畜牧兽医杂志, 2018, 37(3): 6-8.
- [5] 汪成, 王之盛, 胡瑞, 等. 不同类型白酒糟对西杂牛生长性能、养分表观消化率、血清生化指标和瘤胃发酵参数的影响[J]. 动物营养学报, 2021, 33(2): 913-922.
- [6] 徐生阳, 吴哲, 玉柱. 发酵全混合日粮青贮技术研究进展[J]. 饲料工业, 2020, 41(9): 40-43.
- [7] YANTI Y, KAWAI S, YAYOTA M. Effect of total mixed ration silage containing agricultural by-products with the fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria on rumen fermentation and nitrogen balance in ewes[J]. Tropical Animal Health and Production, 2019, 51(5): 1141-1149.
- [8] SAKAI T, DEVKOTA N R, OISHI K, et al. Evaluation of total mixed ration silage with brewers grains for dairy buffalo in Tarai, Nepal[J]. Animal Science Journal, 2015, 86(10): 884-890.
- [9] 原现军, 余成群, 夏坤, 等. 添加青稞酒糟对西藏箭筈豌豆与苇状羊茅混合青贮发酵品质的影响[J]. 畜牧兽医学报, 2012, 43(9): 1408-1414.
- [10] 贾春旺, 原现军, 李君凤, 等. 青稞酒糟对紫花苜蓿和多年生黑麦草混合青贮发酵品质的影响[J]. 南京农业大学学报, 2016, 39(2): 275-280.
- [11] 苗芳, 张凡凡, 唐开婷, 等. 同/异质型乳酸菌添加对全株玉米青贮发酵特性、营养品质及有氧稳定性的影响[J]. 草业学报, 2017, 26(9): 167-175.
- [12] 刘晓凤, 邢军梅, 任海伟, 等. 植物乳杆菌对鲜酒糟青贮饲料营养价值的影响[J]. 酿酒科技, 2017(2): 113-117.
- [13] 周松文, 方江平. 糯米白酒糟发酵工艺的研究[J]. 食品工业, 2014, 35(2): 121-123.

Effect of Homofermentative and Heterofermentative Lactic Bacteria on the Nutritional Value and Fermentation Quality of Fermented Total Mixed Ration Containing Distiller's Grains

MO Li-fen¹, CHEN Shao-mei¹, XUAN Ze-yi¹, YANG Ying-bai², TANG Gan-sui³,
SUN Jun-li¹, WU Zhu-yue¹, HUANG Ming-guang¹, CAO Yan-hong^{1*}

(1. Institute of Animal Husbandry of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Guangxi Key Laboratory of Livestock Genetic Improvement, Nanning 530001;

2. College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005;

3. Agricultural and Rural Bureau of Du'an Yao Autonomous County, Du'an, Guangxi 530700)

Abstract: [Objective] This study was aimed to explore the effect of adding homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria on the nutritional value and fermentation quality of fermented total mixed ration containing distiller's grains, which would provide reference for the application of mutton sheep breeding. [Methods] *Lactobacillus brucei* (LB, 0.4 g/kg) and *Lactobacillus plantarum* (LP, 0.2 g/kg) were added to total mixed ration containing distiller's grains and sealed in a vacuum bag. The changes of nutritional components and fermentation quality were detected after 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 and 70 days of ensiling. [Results] The results showed that the pH in LB and LP group decreased rapidly to 3.49 and 3.72 on the 10th day of ensiling and then remained relatively stable. Lactic acid and acetic acid content increased gradually during fermentation process. The lactic acid content in LP group was higher than that in LB group and the acetic acid content in LB group was higher than that in LP group. The ratio of ammonia nitrogen/total nitrogen in both groups was low and the content of crude fat increased gradually. The content of crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and crude fiber remained relatively stable. The soluble sugar content of LB group remained relatively stable, while that of LP group decreased gradually. [Conclusion] In conclusion, fermentation quality of FTMR containing distiller's grains was improved by adding 0.4 g/kg *Lactobacillus brucei* or 0.2 g/kg *Lactobacillus plantarum*.

Key words: distiller's grains; fermented total mixed ration; *Lactobacillus brucei*; *Lactobacillus plantarum*; fermentation quality