

# 不同酵母培养物对绵羊瘤胃体外发酵参数的影响

刘明波<sup>1</sup>, 付晓然<sup>1</sup>, 王文盼<sup>2</sup>, 张刚娟<sup>3</sup>, 辛亚平<sup>4,\*</sup>

(1. 乐亭县综合职业技术学校, 河北 乐亭 063600; 2. 西安鑫汉宝生物科技有限公司;  
3. 杨凌瑞祺生物科技有限公司; 4. 西北农林科技大学动物科技学院)

**摘要:**为验证不同类型及比例的酵母培养物(YC)对绵羊瘤胃体外发酵参数的影响。采用全因子试验设计,在发酵底物条件下分别添加不同类型及比例的YC,一个对照组、4个试验组,测定体外发酵参数浓度;发现YC-3能极显著降低培养液pH和丙酸浓度,显著增加异丁酸浓度和乙丙比。在体外条件下添加1%、2%YC均能显著增加培养液中乙酸浓度,添加4%YC能极显著降低异戊酸的浓度。YC不同来源和不同水平影响绵羊瘤胃体外发酵pH、丙酸及乙丙比等发酵参数,用于指导畜牧生产实际。

**关键词:**酵母培养物;绵羊;瘤胃;体外发酵

[中图分类号] S816.6 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6704(2023)04-0004-04

## Effects of Different Yeast Cultures on Rumen Fermentation Parameters of Sheep in Vitro

LIU Mingbo<sup>1</sup>, FU Xiaoran<sup>1</sup>, WANG Wenpan<sup>2</sup>, ZHANG Gangjuan<sup>3</sup>, XIN Yaping<sup>4,\*</sup>

(1. *Leting County Comprehensive Vocational and Technical School of Hebei, Leting Hebei 063600, China*;  
2. *Xian Xinhuanbao Biotechnology Co., Ltd.*; 3. *Yangling Ruiqi Biotechnology Co., Ltd.*;  
4. *College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University*)

**Abstract:** This study was to verify the effects of different types and proportions of yeast culture (YC) on the rumen fermentation parameters of sheep in vitro. This experiment adopts a full factorial design, and different types and proportions of YC are added under the condition of fermentation substrate. The experiment was divided into a control group and 4 test groups and the concentrations of in vitro fermentation parameters were determined. It was found that YC-3 can significantly reduce the pH and propionic acid concentration of the culture medium, and significantly increase the isobutyric acid concentration and ethylene-propylene ratio. Adding 1% and 2% YC can significantly increase the concentration of acetic acid in the culture medium under in vitro conditions, and adding 4% YC can significantly reduce the concentration of isovaleric acid. The different sources and different levels of YC will affect the fermentation parameters such as pH, propionate and ethylene-propylene ratio of sheep rumen in vitro fermentation. These results are expected to be used to guide livestock production practice.

**Key words:** yeast culture; sheep; rumen; in vitro fermentation

酵母培养物是酵母菌新陈代谢的繁殖菌体,经过发酵和干燥等工艺制成的含有酵母活菌和细胞代

谢产物的安全、无污染、无残留的反刍动物饲料添加剂。其有刺激瘤胃纤维素菌和乳酸菌繁殖,改变瘤胃发酵模式,降低瘤胃氨浓度,提高瘤胃微生物蛋白含量和饲料消化率等作用。其营养丰富,适口性好,包括氨基酸、维生素、微量元素、矿物质、消化酶和未知促生长因子。在绵羊日粮中添加酵母培养物可有效提高饲料粗蛋白质、粗纤维、矿物质、维生素等营养物质及能量的消化吸收率,预防和治疗消化系统疾病,促进胃肠道发育和保持有机体健康,增强机体

[收稿日期] 2023-01-23

[基金项目] 西安市农业技术研发项目(XA2020-NYJSYF-0005)资助

[作者简介] 刘明波(1967-),男,河北乐亭人,本科,高级讲师,长期从事畜牧兽医教学及生产基地实践指导工作。E-mail:1148280830@qq.com。

\*[通信作者] 辛亚平(1965-),男,陕西扶风人,博士,副教授,主要从事动物生产研究。E-mail: xinyaping@126.com

的免疫力和抗病力,提高反刍动物生产性能。

## 1 材料与方法

### 1.1 采用全因子试验设计

在精粗比为 60:40 的 0.9 g 发酵底物条件下

表 1 酵母培养物组合添加量设计 (%)添加量

mg/90 mL

处理组	生产工艺	添加量		
		1%	2%	4%
CON	无高浓度	0.9+0	0.9+0	0.9+0
YC-1	—	0.9+10	0.9+20	0.9+40
YC-2	正常量	0.9+10	0.9+20	0.9+40
YC-3	调整培养基	0.9+10	0.9+20	0.9+40
YC-4	添加芽孢杆菌	0.9+10	0.9+20	0.9+40

体外发酵缓冲液的配置参考 Menke et al. (1979)。准确量取 A 液 998 mL, B 液 10 mL C 液 2 mL 充分混合,持续通入 CO<sub>2</sub> 至无色,并恒温水浴预热至 39°C。选取 3 只体况良好,体重相近(60±5 kg)、安装有永久性瘤胃瘦管的去势湖羊供采集瘤胃液。全混合日粮颗粒料饲喂,单栏饲养,每天分别在上午 8:00 和下午 18:00 饲喂两次,保证自由采食和饮水。晨饲前 2 h,通过瘤胃的不同部位收集食糜,挤压获取瘤胃液,经 4 层纱布过滤除去瘤胃液中的杂质颗粒,将其保存在预先通有 CO<sub>2</sub> 且预热过的保温瓶中,迅速转移至实验室,放置于 39°C 水浴锅中待用。将瘤胃液与两倍体积的缓冲液混合,分别量取 30 mL 瘤胃液和 60 mL 缓冲液共 90 mL 加入 250 mL 发酵瓶中,同时加入经烘干至恒重的装有发酵底物的尼龙袋,通入 CO<sub>2</sub> 5 min,盖好丁基胶塞、封严,保证厌氧环境,放入 39°C 水浴锅中培养。

发酵的第 12 h 和 24 h 用 300 mL 注射器(使用前用凡士林润滑活塞)测定气体产量,并采用双阀铝销采气袋收集发酵气体。发酵 24 h 后,用便携式 pH 仪测定发酵液 pH 值。收集发酵液于 10 mL 冻存管 80°C 保存,用于挥发性脂肪酸(VFA)、乳酸测定。发酵完成后,将装有发酵底物的尼龙袋置于 65°C 恒温干燥箱烘干 72 h 后恒重(即在实验室较稳定的环境条件下,对要测量的物质与天平放置于同一室温,连续测量 3 次,3 次测量值小于 0.1%,即认为恒重),计算干物质消失率。

分别添加不同类型及比例的 YC,试验分为一个对照组(CON)、4 种不同 YC 组。酵母培养物由酿酒酵母、活性单糖、淀粉、小肽和蛋白胨所组成,试验用 YC 由西安鑫汉宝生物科技有限公司提供。

## 2 结果

### 2.1 不同来源酵母培养物对绵羊瘤胃体外发酵参数的影响

不同酵母培养物对绵羊体外发酵参数的影响(表 2),不同来源酵母培养物 YC-1、YC-2、YC-3、YC-4 对酵母水平、总产量、乙酸、丙酸、丁酸、异丁酸、戊酸、异戊酸、TUFA、乙丙比、乳酸浓度平均值分别为 272.4、6.25、55.48、20.18、16.79、2.02、1.62、3.92、86.94、2.76、0.23。不同来源及不同水平 YC 在体外条件下对绵羊瘤胃发酵总产气量、TVFA、乙酸、丁酸、戊酸、乳酸浓度均无显著影响( $P>0.05$ )。发现 YC-3 能极显著降低培养液 pH ( $P<0.01$ )和丙酸浓度(20.37、20.32、19.57、20.44,  $P<0.01$ ); YC-3 显著增加异丁酸浓度(1.93、1.99、2.25、1.93,  $P<0.05$ )和乙丙比(2.73、2.74、2.84、2.73,  $P<0.05$ )。

### 2.2 不同水平酵母培养物对绵羊瘤胃体外发酵参数的影响

在体外条件下添加 1%、2%YC 均能显著增加培养液中乙酸浓度( $P<0.05$ ),添加 4%YC 能极显著降低异戊酸的浓度( $P<0.01$ )。YC-3 可显著降低丙酸比例及 pH,且有增加乳酸的趋势, YC-1 乳酸浓度较低,有利于瘤胃健康。YC 添加水平影响乙酸、异丁酸及异戊酸比例,随着 YC 添加水平提高有降低乳酸浓度的趋势,1%和 2%YC 添加可提高异戊酸比例,有提高瘤胃纤维分解菌潜力。随着添加量的增加,丁酸和乳酸浓度有降低的趋势。不同来源及不同水平 YC 对异丁酸浓度存在交互作用。

表 2 不同酵母培养物对绵羊体外发酵参数的影响

酵母来源	酵母水平	总产气量	pH	乙酸	丙酸	丁酸	异丁酸	戊酸	异戊酸	TVFA	乙丙比	乳酸浓度
		278.8	6.27	55.66	20.34	16.60	1.90	1.63	3.87	81.28	2.74	0.25
YC-1	1%	263.4	6.26	55.41	20.64	16.62	1.92	1.5	3.92	88.12	2.69	0.20
	2%	268.2	6.26	55.45	20.45	16.78	1.91	1.54	3.86	95.29	2.71	0.21
	4%	262.8	6.22	55.86	20.01	16.8	1.95	1.65	3.72	80.23	2.79	0.17
	1%	266.4	6.23	55.08	20.38	16.91	1.99	1.67	3.99	90.45	2.71	0.25
YC-2	2%	266.2	6.29	55.56	20.05	16.74	2.04	1.62	3.99	85.71	2.78	0.24
	4%	270.2	6.25	55.95	20.54	16.15	1.95	1.71	3.69	73.34	2.73	0.20
	1%	292.0	6.21	55.33	19.4	17.62	2.22	1.48	4.21	98.39	2.89	0.33
YC-3	2%	278.2	6.17	55.61	19.61	16.89	2.51	1.61	4.23	95.59	2.82	0.19
	4%	264.6	6.24	55.83	19.97	16.67	2.04	1.71	3.78	93.77	2.80	0.23
	1%	287.0	6.28	55.39	20.33	16.72	1.97	1.56	4.03	81.25	2.73	0.24
YC-4	2%	278.2	6.27	55.11	20.61	16.82	1.94	1.68	3.85	79.67	2.67	0.25
	4%	271.4	6.25	55.60	20.39	16.69	1.84	1.73	3.75	81.45	2.73	0.24
酵母来源	YC-1	264.8	6.25ab	55.57	20.37b	16.74	J.93a	1.56	3.83	87.88	2.73a	0.19
	YC-2	267.6	6.25ab	55.53	20.32b	16.60	J.99a	1.67	3.89	83.16	2.73	0.23
	YC-3	278.3	6.21ia	55.44	19.57	17.06	2.25b	1.60	4.07	95.91	2.84b	0.25
	YC-4	278.9	6.27b	55.36	20.44b	16.74	1.923	1.66	3.88	80.79	2.71	0.24
酵母水平		278.8	6.27	55.66	20.34	16.60	1.90a	1.63	3.87ab	81.28	2.74	0.25
	1%	277.2	6.25	55.30	20.12	16.97	2.023b	1.55	4.04b	89.55	2.75	0.26
	2%	272.7	6.25	55.32	20.18	16.81	2.10b	1.61	3.98b	89.06	2.75	0.22
	4%	267.3	6.24	55.81	20.23	16.58	J.95a	1.70	3.743	82.19	2.76	0.21

### 3 讨论

#### 3.1 酵母菌及其培养物对瘤胃微生物的作用

酵母菌是单细胞兼氧性真菌,其结构简单,种类繁多。饲料工业中广泛使用的酵母包括产啤酒酵母、热带假丝酵母、阮假丝酵母、红酵母、拟内孢霉菌等。酵母培养物是酵母菌经过厌氧发酵后所得,刺激瘤胃纤维分解菌、乳酸利用菌、氨合成细菌、蛋白质合成细菌增殖,改善瘤胃发酵方式,稳定瘤胃 pH,提高纤维分解率、粗纤维消化率以及合成菌体蛋白率。酵母菌通过滋养和刺激胃肠道内的微生物菌群、促进微生物区系的相对平衡,调整微生态环境,使反刍动物从饲料中吸收更多的养分;改善消化吸收功能;提高饲料的适口性和利用率。

酵母菌进入胃肠道后繁殖生长,活力不断增强,其与病原微生物菌群生存竞争,阻止有害菌在胃肠道黏膜附着以及毒素和废物的吸收,清除毒素及其代谢产物,抑制病原微生物的繁殖,提高有机体免疫力和抗病力,有效提高动物的健康水平;酵母菌通过改善胃肠道环境和菌群结构,调控反刍动物胃肠

发酵,减少乳酸盐的产生,保持 pH 值高而稳定,促进有益菌群繁殖,增加乳酸菌、纤维素菌等有益菌的有效浓度,促进胃肠道对营养物质的分解、消化、吸收、合成和利用,改善反刍动物对饲料的消化吸收利用率。

#### 3.2 酵母培养物的营养作用

酵母在特定培养基中深度厌氧发酵,可产生小肽、寡糖、核苷酸、多种生长因子、氨基酸和维生素;酵母培养物通过刺激瘤胃纤维素菌和乳酸菌等有益微生物的繁殖生长,改进瘤胃发酵模式,降低瘤胃氨浓度,提高瘤胃微生物蛋白合成率和饲料消化率,酵母培养物的菌浓越高越好。在日粮中添加酵母培养物后,能量饲料中的一些纤维成分更好的消化吸收,不仅增长率和饲料报酬提高,而且有益代谢产物中的低级醇、酸和芳香物质形成了利菌肽独特的发酵香味,增加了反刍动物采食量,同时有机酸、醇和醛可以调节肠道酸碱平衡,提高上皮细胞结构的完整性,促进肠道健康。发酵底物中的植物蛋白经发酵,最大限度的转化为优质菌体蛋白、更易吸收利用的小肽和氨基酸,避免了动物因年幼、应激或者疾病等

各种因素导致的饲料粗蛋白吸收率差,营养价值低的弊端,减少了在肠道中的异常发酵;饲料中的植物大分子抗原经高温熟化和深度发酵后,降解为无抗原性的小分子物质,避免了动物因免疫源性反应导致的消化不良和腹泻;饲料中的无机矿物元素经发酵转化为更易吸收的有机矿物元素,提高了饲料的吸收转化率和营养价值。酵母的高密度液态发酵和特有的细胞壁破壁降解技术,使产品富含功能性甘露寡糖。

### 3.3 酵母培养物的保健作用

酵母细胞壁是天然的免疫增强剂,能有效吸附、吞噬、破坏细菌、霉菌和病毒等有害物质,达到提高免疫力的作用,是饲料中的天然解毒剂。另外,酵母细胞壁中的甘露寡聚糖,是肠道微生物菌群的改良剂,能有效阻止肠道中致病菌等病原微生物在肠粘膜定植,促进动物免疫系统发育,提高免疫力,减少发病率,促进生长,适宜添加量在 5% 左右。

## 4 结论

YC 来源显著影响 pH、丙酸及乙丙比,其中 YC-3 可显著降低丙酸比例及 pH,且有增加乳酸的趋势。YC 添加水平影响乙酸、异丁酸及异戊酸比例,随着 YC 添加水平提高有降低乳酸浓度的趋势,1% 和 2% YC 添加可提高异戊酸比例。

### 参考文献:

[1] 成思源,马涛,杨东,等.甜菜糖蜜发酵饲料对肉羊生长、屠宰性能、肉品质以及表观消化率的作用[J].饲料工业,2022,43(19):7-13.

[2] 蔡大亮,彭清洁,周迪.酵母培养物对湖羊体外瘤胃发酵特性、采食量和生长性能的影响[J].中国饲料,2022,19:144-151.

[3] 孙俊峰.日粮添加不同水平的酵母培养物对肉牛屠宰性能的影响[J].畜牧兽医杂志,2022,41(5):47-50.

[4] 马冬伍,王文盼,张刚娟,等.酿酒酵母培养物奶醇益对奶牛生产性能和健康状况的影响[J].畜牧兽医杂志,2023,42(1):90-92.

[5] 张弦,章亭洲,瞿明仁.活性干酵母及酵母培养物在反刍动物中的研究进展与应用[J].动物营养学报,2022,34(1):20-29.

[6] 贺凤亭.不同水平酵母硒对肉羊生长性能的影响[J].特种经济动植物,2022,25(10):13-17.

[7] 王学主,朱冠虹,尹万林,等.宝鸡市畜禽种质资源现状及对策[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):40-42.

[8] 魏利平.论饲草饲料价格上涨对庆城县畜牧业生产的影响及应对措施[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):43-44,51.

[9] 贾红勋,安加俊,王健伟.咸阳市奶山羊产业发展的思考[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):52-54.

[10] 张眉,王晓川,贾永宏,等.柞水县大河生猪养殖示范村粪污全量收集还田模式[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):55-58.

[11] 高生云,谭凤喜,高伟宝,等.金塔县“十三五”羊产业发展情况存在问题及建议[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):62-65.

[12] 魏利平.谈庆城县“粮改饲”工作现状问题及对策[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):88-90.

[13] 李帅英,刘娜,吕卫华,等.“课程思政”视域下《饲料分析与检测》教学改革探索[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):76-78,81.

[14] 袁玖.双语教学在本科专业课程中的探索与实践——实现非英语专业学生口语自由化[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):82-84.

[15] 高文辉,王伟,张虹虹等.肉牛全混合日粮育肥技术推广效果的报告[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):91-94.

[16] 王兴珍.一次羊布鲁氏菌病流行病学调查及处置[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):106-108.

[17] 王喜军.绵羊脑包虫病的防治技术[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):123-125.

[18] 陈先忠,周孝敏,陈先章.镇巴县牛皮肤性结节病的防治体会[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):126-127.

[19] 肖娟,程涛,柏昌辉,等.岚皋县畜禽养殖及生态渔业产业发展情况调研[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):72-75.

[20] 王伟华,刘桂梅,李娟娟,等.高职畜牧兽医专业扩招学生学情调查分析[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):69-71.

[21] 朱云芸,李莹,范昕琳等.一例非洲灰鹦鹉颅内出血死亡病理观察[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):109-112.

[22] 陈晓兰,罗军,左海萍,等.42种中草药提取物对产气荚膜梭菌体外抑菌作用比较[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):1-3.

[23] 李小红,张亚锋,张潇,等.不同高效液相色谱-串联质谱仪测定猪肉中环丙沙星和恩诺沙星残留量的不确定度评定[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):4-9,18.

[24] 周刚,吴非凡,王礼伟等.不同物种肌生成素(MyoG)密码子使用模式分析[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):10-18.

[25] 黄耀华,唐春霞.青贮玉米育肥肉牛效果试验研究[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):19-20.

[26] 赵俊皓,王志龙,李奋军,等.绵羊肺腺瘤致家兔相关肿瘤因子变化特征的分析[J].畜牧兽医杂志,2022,41(6):21-23,27.