《舍饲牦牛发酵精补料生产技术规范》编制说明

标 准 名 称：舍饲牦牛发酵精补料生产技术规范

项 目 编 号：DB63JH-054-2022

制、修订类型：制定

主要起草单位：青海省畜牧兽医科学院

协 作 单 位：西宁市动物疫病预防控制中心、湟中丰泰种养殖专业合作社、大通县桥头镇畜牧兽医站

归 口 单 位：青海省农业农村厅

起 草 时 间：2022 年 7 月---2022 年 9 月

《舍饲牦牛发酵精补料生产技术规范》地方标准编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

2022 年 07 月 22 日，由青海省畜牧兽医科学院申请地方标准的立项，根据青海省省市场监督管理局下达的《关于印发 2022 年青海省地方标准制修订项目计划的通知》(青市监函〔2022〕119 号)，批准《舍饲牦牛发酵精补料生产技术规范》地方标准的制定（修订）(项目编号 DB63JH-054-2022)。

（二）起草单位、协作单位

起草单位：青海省畜牧兽医科学院

协作单位：西宁市动物疫病预防控制中心、湟中丰泰种养殖专业合作社、大通县桥头镇畜牧兽医站

（三）主要起草人

姓 名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
王　磊	男	副研究员	青海省畜牧兽医科学院	标准申报、起草
吴国芳	女	副研究员	青海省畜牧兽医科学院	方案设计
张剑搏	男	助理研究员	青海省畜牧兽医科学院	数据处理与分析
柴沙驼	男	研究员	青海省畜牧兽医科学院	工作协调
王　迅	男	副研究员	青海省畜牧兽医科学院	现场测定
项　洋	女	助理研究员	青海省畜牧兽医科学院	数据整理

马玉红	女	助理研究员	青海省畜牧兽医科学院	数据整理
马　遥	男	中级经济师	青海省畜牧兽医科学院	财务管理
索宏德	男	中级兽医师	大通县桥头镇畜牧兽医站	现场测定
张成图	男	推广研究员	西宁市动物疫病预防控制中心	现场测定
赵武忠	男	法人	湟中丰泰种养殖专业合作社	饲养管理

二、制定（修订）标准的必要性和意义

牦牛舍饲养殖过程中存在饲草料搭配不合理、饲喂不规范、饲草料质量参差不齐等问题，导致腹泻、消化不良、酸中毒和免疫性疾病频发，抗生素等药物的使用量不断增加，严重影响了牦牛养殖的经济效益和肉品安全。同时，农业农村部已于 2020 年发文饲料端禁抗，如何降低抗生素使用量备受关注。

近年来，受新冠疫情影响，常规饲料原料（玉米、豆粕）价格不断飙升，养殖成本成倍增加，如何降低饲养成本、开发非常规饲料资源迫在眉睫。益生菌发酵可将植物性农副产品等非常规饲料分解成多糖、蛋白质和脂肪等一些大分子物质，生成有机酸、可溶性小肽等小分子物质和大量菌体蛋白。同时，益生菌发酵可消除抗营养因子和毒素，形成营养丰富、适口性好、利用率高的生物饲料，从而降低废气（甲烷、二氧化碳、氨气）和有机物（氮、磷等）排放，削减其对土壤和水体的污染，节本增效，缓解人畜

争粮窘境，替代抗生素，提高畜产品安全水平。

目前，我省生物发酵饲料发展还处于起步阶段，缺乏相应的技术支撑和标准依据，在饲料市场缺乏产品竞争力。因此，迫切需要制定牦牛发酵精补料的生产技术规范和相应的饲喂标准，从而促进我省生物发酵饲料向科学化、健康化、普遍化方向发展，以期指导牦牛养殖业绿色、健康、生态发展，提高其产品市场竞争力，助力我省绿色有机农畜产品输出地建设。

三、主要起草过程

（一）任务分工

标准起草任务下达后，青海省畜牧兽医科学院组织各协作单位及时成立了标准起草工作小组，指定了标准起草总负责人、工作与技术协调员、语言文字格式审查员、数据处理与分析员，对资料收集与整理、法律法规咨询、方案设计、数据处理与分析、撰写初稿、组织专家预审、收集汇总意见建议和修订等工作进行了仔细分工，明确了各自的职责。

（二）资料查阅

首先，项目组查阅了《饲料和饲料添加剂管理条例》、《饲料原料目录》、《饲料添加剂品种目录》等法律法规，明确了发酵生产所用菌种和原料要求；同时查阅了农业农村部《直接饲喂微生物和发酵制品生产菌株鉴定及其安全性评价指南》，明确了直接饲喂微生物、酶制剂、发酵饲料等微生物发酵制品的质量安全要求。然后，查阅了农业农村部、市场监管总局制定发布的《微生

物饲料添加剂通用要求》、《饲料用酶制剂通则》、《饲料添加剂 饲用活性干酵母（酿酒酵母）》、《饲料微生物添加剂 地衣芽孢杆菌》、《饲用微生物制剂中枯草芽孢杆菌的检测》、《发酵饲料技术通则》等多项国家标准、农业行业标准和团体标准，了解了微生物发酵制品的通用技术要求和质量要求。最后，查阅下载了牦牛健康养殖、牦牛生产性能测定、发酵饲料生产、品质鉴定相关的研究性论文文献、专利、技术报告等资料，以确保标准制定的规范性和合规性。

（三）调研和论证

在标准起草前，项目组对青海东部农区和农牧交错区部分中小型养殖户进行了走访调研，详细了解了畜禽养殖规模、设施化水平、饲草料供应、饲养成本、疾病预防、药物使用和对新技术需求情况。养殖户在畜禽养殖过程中主要存在饲料原料价格高、疾病和死亡率高等因素导致的养殖成本过高问题。发酵饲料可以显著提高饲草料品质，降低饲养成本，提高动物机体疾病抵抗力，代替抗生素功效，是目前养殖户急需的产品和技术。同时，发酵饲料的生产简单易行，对设备、设施和环境条件要求不高，仅需购买少量的发酵袋或发酵桶，也可用发酵池，在 20℃～30℃环境中，5～7 天就可完成发酵，可以在中小型养殖户中大面积推广。

首先，项目组以不同发酵温度、湿度、菌种接种量、菌种比例为试验因素，通过对饲料营养品质、发酵品质、微生物菌群多

样性、消化酶活性、霉菌毒素含量、有氧稳定性测定，确立了发酵饲料最优发酵条件。然后，用 10% ~ 20%的发酵精补料（干物质基础）替代牦牛精补料，通过牦牛饲喂试验以及牦牛生产性能、血液生理生化指标、免疫指标、胃肠道微生物菌群多样性和肉品质分析，确定了发酵饲料适宜的饲喂量，为发酵精补料的生产和使用提供了理论基础和技术支撑。

（四）拟稿和审查

2019 ~ 2022 年，项目组首先对试验数据进行了系统整理和统计分析，形成结论性成果，并根据标准相关要求初拟了标准草案。其次从内容、格式、语言、数据等方面，对标准草案进行严格检查、修改和完善。然后，邀请省内相关专家，通过函审方式对标准进行审查，并根据审查意见和建议对标准内容二次修改和完善。最后，由青海省农牧业标准化技术委员会组织相关专家对标准进行进一步审查，并根据审查意见和建议对标准内容进行了最终修改和完善并上报。

四、制定（修订）标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本标准严格按照国家标准 GB/T1.1—2000 规定进行编写，符合一般性原则。

本标准涉及饲草料加工和牦牛绿色高效健康养殖等关键共性技术，简单易行，实用性和适用性强，在全省范围内具有普遍性。

本标准严格遵守《饲料和饲料添加剂管理条例》、《饲料原料目录》、《饲料添加剂品种目录》等国家法律法规条款，与现行的国家法律、法规、标准没有冲突。

本标准密切结合 2021 年 9 月《农业农村部、青海省人民政府共同打造青海绿色有机农畜产品输出地行动方案》重点任务——突出生态优先，着力打造基础稳固的绿色发展支撑体系。同时，本标准密切结合《青海省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要（草案）》重点任务——大力实施乡村振兴战略。符合坚持农业农村优先发展，促进农业高质高效、乡村宜居宜业、农民富裕富足的发展理念。

本标准为新制定标准，不属于地方标准复审确认需要修订的项目。

五、主要条款的说明

（一）发酵饲料发酵最佳条件确定

为探究不同发酵条件对复合益生菌发酵饲料品质的影响，本试验选用 3 株乳酸菌（鼠李糖乳杆菌、乳酸片球菌、干酪乳杆菌）、2 株酵母菌（酿酒酵母菌、毕赤酵母菌），采用 4 因素（接种比例、接种量、水料比、温度）和 3 水平正交设计对发酵条件进行优化，随机分为 9 个组，测定每组饲料中氨态氮（NH_3-N），可溶性糖（SS），淀粉（ST）、pH 以及 3 种霉菌毒素：黄曲霉毒素 B1（AFB1）、玉米赤霉烯酮（ZEN）、呕吐毒素（DON）的含量和微生物菌群变化，用极差分析法找出综合指标最优的组合。测

定饲料中常规营养成分、酶活性、霉菌毒素、以及有氧稳定性，确定最佳发酵时间。

1. 正交设计结果

表 1 饲料营养成分正交结果表

组别		因素				指标			
		A	B	C	D	NH_3-N	SS	ST	pH
G1		1	1	1	1	12.30	4.96	90.18	4.76
G2		1	2	2	2	8.54	3.97	81.77	4.93
G3		1	3	3	3	5.41	4.70	93.82	4.79
G4		2	2	1	2	10.92	5.63	72.65	4.80
G5		2	1	2	3	5.89	2.88	84.46	4.86
G6		2	3	3	1	14.08	4.76	137.93	4.79
G7		3	3	1	3	5.57	2.04	94.13	4.85
G8		3	1	2	1	10.32	2.04	113.19	4.78
G9		3	2	3	2	11.91	3.70	107.18	4.78
NH_3-N	K1	26.25	28.51	28.79	36.70	主次序 D>C>B>A			
	K2	30.89	31.37	24.75	31.37				
	K3	27.80	25.03	31.40	16.87				
	极差 R	4.64	6.34	6.65	19.83				
SS	K1	13.63	9.88	12.63	11.76	主次序 A>C>D>B			
	K2	13.27	13.30	8.89	13.30				
	K3	7.78	11.50	13.16	9.62				
	极差 R	5.85	3.42	4.27	3.68				
ST	K1	265.77	287.83	256.56	341.30	主次序 C>D>A>B			
	K2	295.04	261.60	279.42	261.60				
	K3	314.50	325.88	338.93	272.41				
	极差 R	48.73	38.05	82.37	79.70				
pH	K1	14.48	14.4	14.41	14.33	主次序 C>D>B>A			
	K2	14.45	14.51	14.57	14.51				
	K3	14.41	14.43	14.36	14.50				
	极差 R	0.07	0.11	0.21	0.18				

从表 1 中通过极差分析出的主次序可以看到 NH_3-N 含量受 D 因素的影响最大，并且 D3 水平下的 NH_3-N 含量较低，得到

NH_3-N 的优化组为 G3、G7，SS 含量受 A 因素的影响最大，并且在 A1 和 A2 水平下含量较高，可得 SS 的优化组为 G4、G6，pH 差异不大，因此不需要优化。

表 2 饲料霉菌毒素正交结果表

组别		因素				指标		
		A	B	C	D	AFB1	ZEN	DON
G1		1	1	1	1	24.26	12.75	460.61
G2		1	2	2	2	24.39	19.47	440.96
G3		1	3	3	3	25.89	17.77	463.07
G4		2	2	1	2	26.01	15.06	490.09
G5		2	1	2	3	26.99	16.37	424.16
G6		2	3	3	1	35.72	23.99	650.27
G7		3	3	1	3	22.73	13.93	418.61
G8		3	1	2	1	24.70	19.21	442.29
G9		3	2	3	2	26.57	21.56	580.67
AFB_1	K1	74.54	75.95	73.00	84.68	主次序 A>C>D>B		
	K2	88.72	76.97	76.08	76.97			
	K3	74.00	84.34	88.18	75.61			
	极差 R	18.72	8.39	15.18	9.07			
ZEN	K1	49.99	48.33	41.74	55.95	主次序 C>D>B>A		
	K2	55.42	55.79	55.05	56.09			
	K3	54.70	55.69	63.32	48.07			
	极差 R	5.43	7.36	21.58	8.02			
DON	K1	1364.64	1327.26	1369.31	1553.37	主次序 C>D>B>A		
	K2	1564.52	1511.72	1307.61	1511.72			
	K3	1441.77	1531.95	1694.01	1305.84			
	极差 R	199.88	204.69	386.40	247.53			

同样的方法：得 ST 的优化组为 G6，AFB1 优化组为 G1、

G7，ZEN 优化组为 G1、G7，DON 优化组为 G5、G7，如表 2 所示。由于 G4 组 NH_3-N 含量过高、ST 含量过低，G6 组 NH_3-N、AFB1、DON 含量过高，G5 和 G7 组 SS 含量过低，G1 组 NH_3-N 含量过高，不符合要求，因此 G3 组为最优组。

2. 不同处理对饲料微生物群落的影响

2.1 不同处理对饲料微生物群落 α 多样性和 β 多样性的影响

为了分析饲料中微生物群落的 *α* 多样性，计算 Shannon 指数和 Simpson 指数，并进行指数间差异分析，结果如图 1 所示。从图 1 中可以看到 Shannon 指数，G3 组显著高于 G1、G2、G4、G6、G7、G8、G9 组($P<0.05$)，略高于 G5 组，但差异不显著（$P>0.05$）；Simpson 指数，G3 组显著低于 G1、G2、G4、G6、G7、G8、G9 组($P<0.05$)，略低于 G5 组，但差异不显著（$P>0.05$）。说明 G3 组饲料中的 *α* 多样性高于其他组。

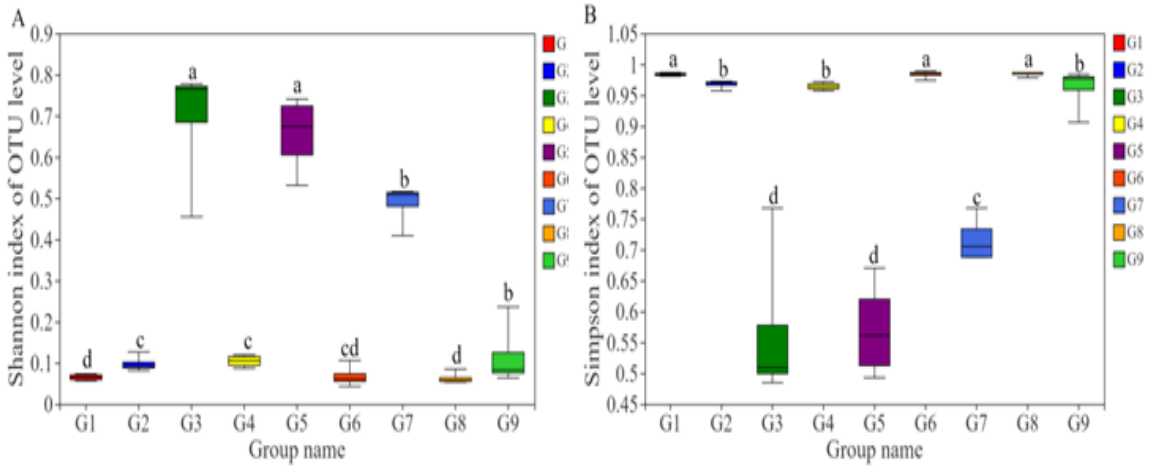

图 1 不同组别 Shannon 指数（图 A）和 Simpson 指数（图 B）

注：相同小写字母表示差异不显著（$P>0.05$），不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)，下同。

在 OTU 水平上，基于 Bray-curtis 距离进行主坐标分析，结

果如图 2 所示，G3、G5、G7 组间分组聚类明显，G1、G2、G4、G6、G8、G9 组间分组聚类不明显，使用 Adonis 方法进行组间差异分析发现，G3 组与 G1、G2、G4、G7、G6、G8、G9 组差异显著(P<0.05)，与 G5 差异不显著（P>0.05）。说明 G3 组饲料中的 β 多样性高于其他组。

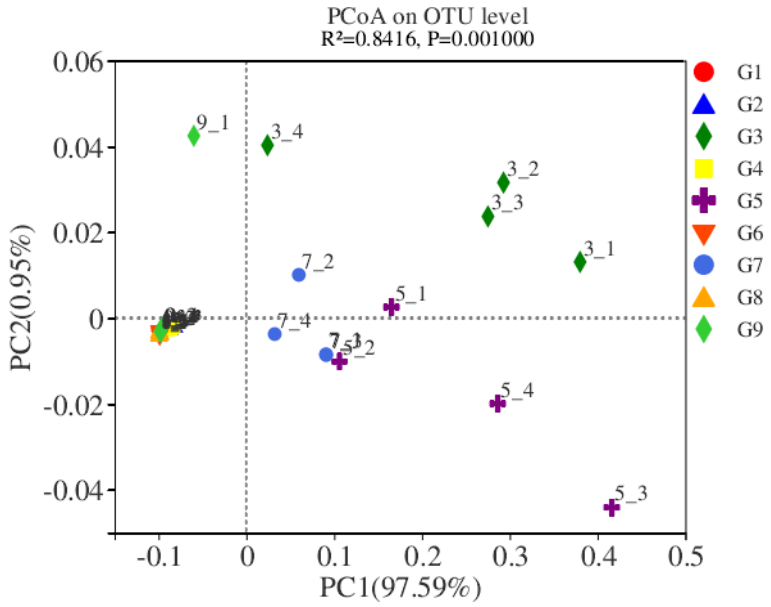

图 2 饲料中细菌基于 Bray-curtis 的 PCoA 分析

2.2 不同处理对饲料微生物群落组成的影响

如图 3 所示，在种水平上，G1、G2、G4、G6、G8、G9 组的优势菌种为 *Lactobacillus_plantarum*，分别占总丰度的 99.20%、98.37%、98.18%，99.20%、99.24%、98.06%。然而，G3、G5、G7 组的优势菌种为 *Lactobacillus_plantarum*、*Lactobacillus_brevis*，其中在 G3 组中 *Lactobacillus_plantarum*、*Lactobacillus_brevis* 分别占总丰度的 65.35%、32.56%；G5 组中 *Lactobacillus_plantarum*、*Lactobacillus_brevis* 分别占总丰度的

65.43%、33.86%；在 G7 组中 *Lactobacillus_plantarum*、*Lactobacillus_brevis* 分别占总丰度的 83.10%、16.34%。G3 组中的 *Lactobacillus_plantarum*、*Lactobacillus_brevis* 与 G1、G2、G4、G6、G8、G9 组差异显著（$P<0.05$），与 G3、G5、G7 差异不显著（$P>0.05$）。此外，G1 组中还有少量的 *Clavibacter_michiganensis*、*Massilia_aurea* 分别占总丰度的 0.0076%、0.0064%；G2 组中有少量的 *Weissella_paramesenteroides*、*Brevundimonas Vesicularis* 分别占总丰度的 0.0038%、0.0041%；G3 组中 *Pediococcus_acidilactici* 占 1.7%，明显高于其他组；G5、G8 组中 *Ralstonia_solanacearum* 各占 0.02%、0.015%；G6 组中 *Clavibacter_michiganensis*、*Massilia_aurea*、*Brevundimonas Vesicularis* 各占 0.0036%、0.0025%、0.0025%。

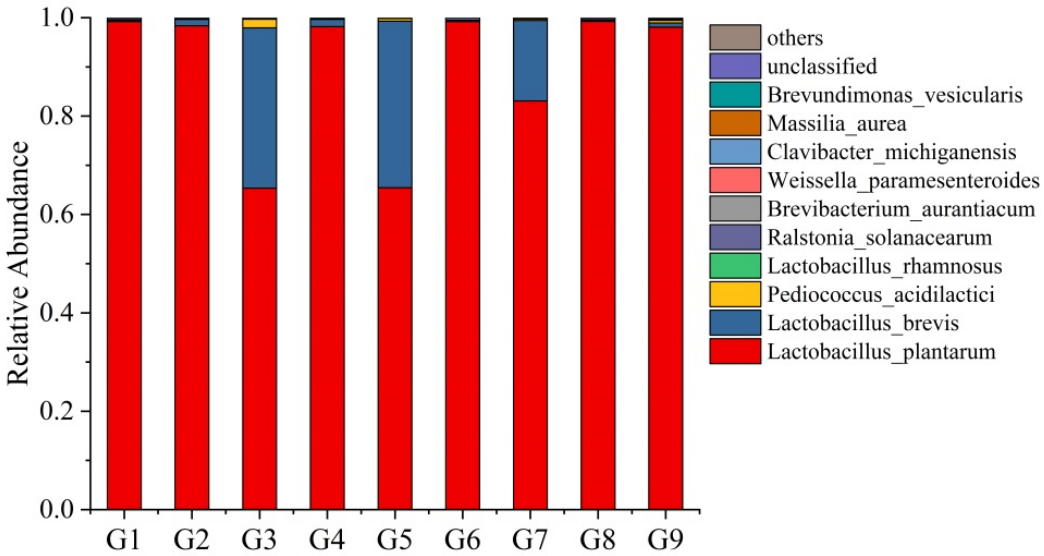

图 3 不同组别饲料 Top10 细菌在种水平上的组成

通过线性判别分析（LEfSe）发现（图 4），G1 组

Staphylococcaceae 、 Staphylococcales 、 Staphylococcus 、 Staphylococcus 为主，G3 组 Pediococcus、Lactobacillus 为主，G4 组 Lactobacillus 为主，G5 组 Lactobacillaceae、Lactobacillus_brevis 为主，G7 组 Lactobacillales、Firmicutes、Bacilli 为主，G8 组 Lactobacillales 、 Lactobacillus_plantarum 为 主 ， G9 组 Lactobacillus_rhamnosus、Leuconostocaceae、Leuconostoc 为主。

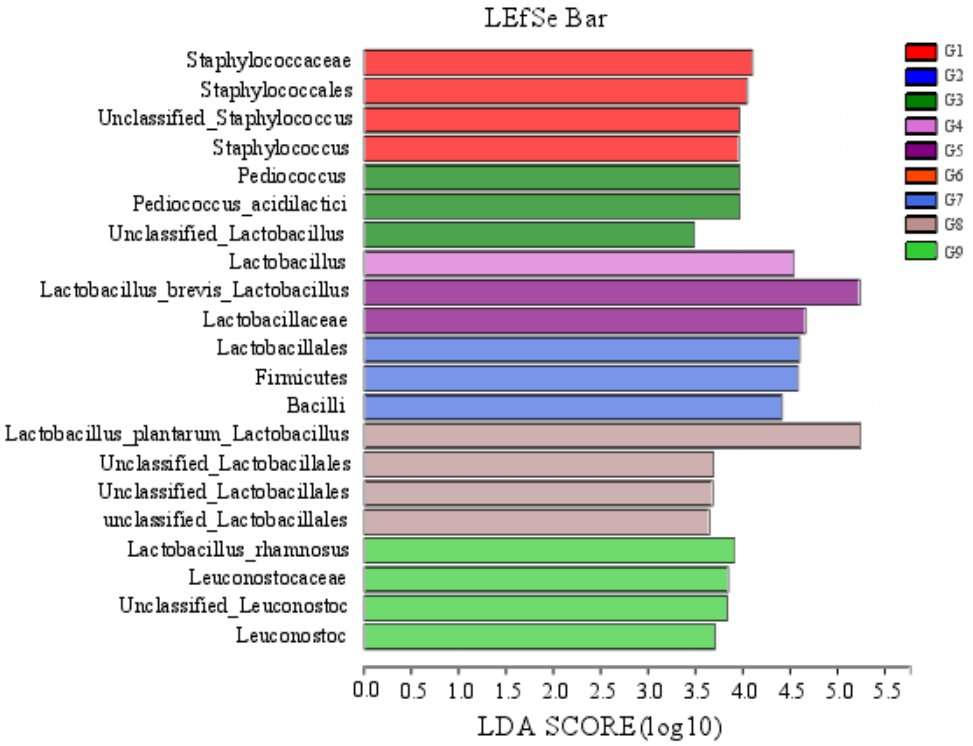

图 4 不同组别饲料中细菌 LEfSe 分析柱状图

2.3 饲料微生物与饲料指标之间的关联性

将饲料中的 AFB1、ZEN、DON、NH_3-N、ST、SS、pH 指标与微生物在属水平上的物种进行关联分析发现（如图 5 所示），AFB1 与 Mitochondria 呈极显著的正相关；ZEN 与 Mitochondria、Leuconostoc 呈显著的正相关；NH_3-N 与

Leuconostoc、Staphylococcus、unclassified_Lactobacillales 呈极显著的正相关；与 Pediococcus 呈极显著的负相关，与 Curtobacterium、Clavibacter、norank_Mitochondria 呈显著的正相关；ST 与 Pantoea、Leuconostoc、Curtobacterium、norank_Mitochondria、unclassified_Lactobacillales 呈极显著的正相关，与 Pseudomonas 呈显著的正相关；SS 与 Staphylococcus 呈显著的正相关；pH 与 Staphylococcus 呈极显著的负相关，与 unclassified_Lactobacillales 呈显著的负相关。

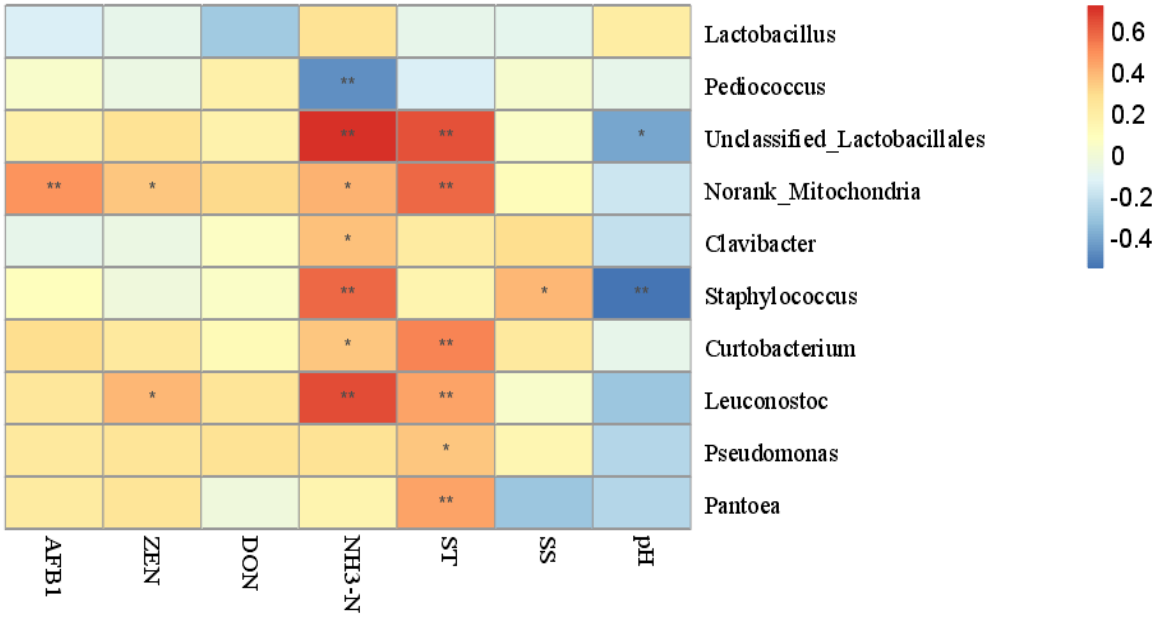

图 5 饲料中细菌与饲料指标关联分析

3. 发酵天数对发酵指标的影响

3.1 发酵天数对饲料 CP、NDF、ADF 的影响

从图 6 可以看出，随着发酵天数的增加，饲料中的 CP 含量均高于发酵第 0d，其中发酵第 3、5、7d 的 CP 含量显著高于发酵第 0d，以发酵第 5d 最高（$P<0.05$），发酵第 1、10、15d 与发

酵第 0d 差异不显著（P>0.05）。饲料中 NDF、ADF 的含量随发酵天数的增加，均显著低于第 0d，以发酵第 5d 最低（P<0.05），第 7d 后，组间差异不显著（P>0.05）。

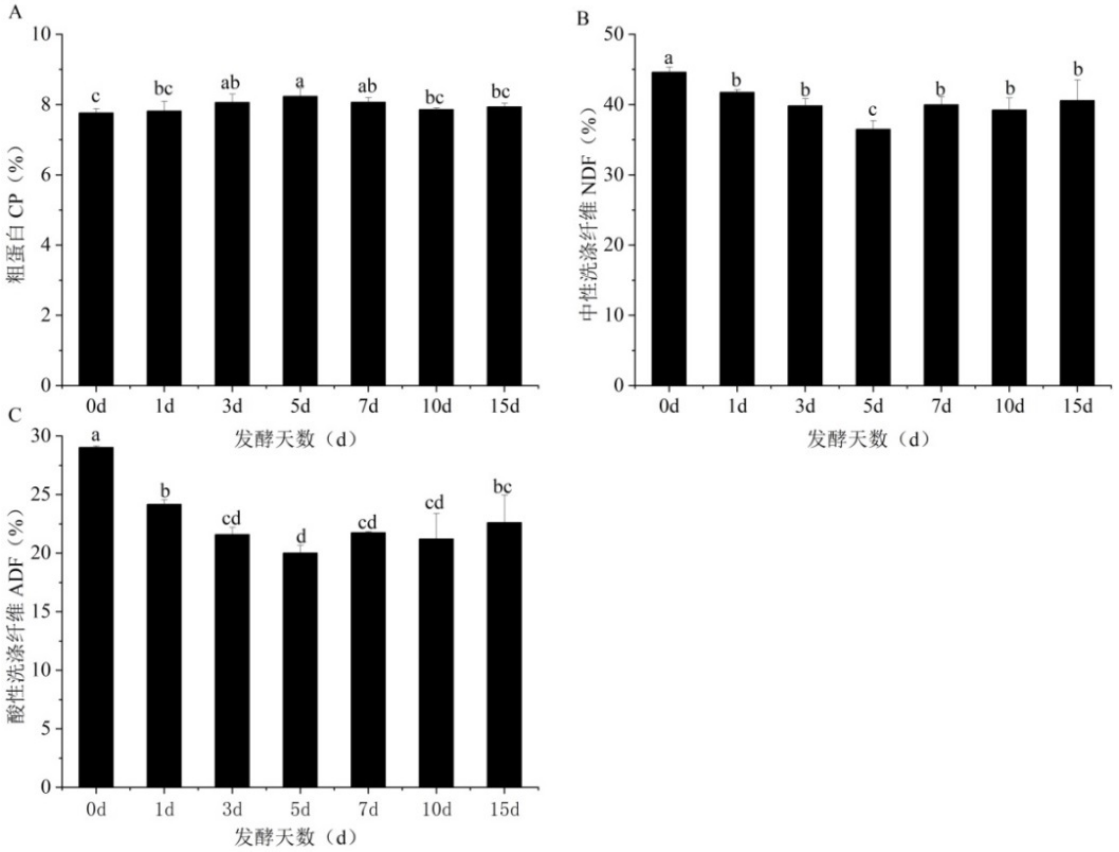

图 6 发酵天数对饲料 CP、NDF、ADF 含量的影响

3.2 发酵天数对饲料 NH3-N、SS、ST 以及 pH 的影响

从图 7 中可以看出饲料中 NH_3-N 的含量在发酵第 3、7、10、15d 显著高于第 0d（P<0.05），第 1d 显著低于第 0d（P<0.05），第 5d 与第 0d 差异不显著（P>0.05），以第 15d 最高，但与第 3、10d 差异不显著（P>0.05）；SS 的含量随着发酵天数的增加，显著低于第 0d（P<0.05）。ST 含量随发酵天数增加呈下降趋势，发酵第 1d 与第 0d 差异不显著（P>0.05），其余天数均显著低于第

0d（P<0.05）。饲料的 pH 随发酵天数的增加均显著低于第 0d（P<0.05），以第 10d 和第 15d 最低，但两者之间差异不显著（P>0.05）。

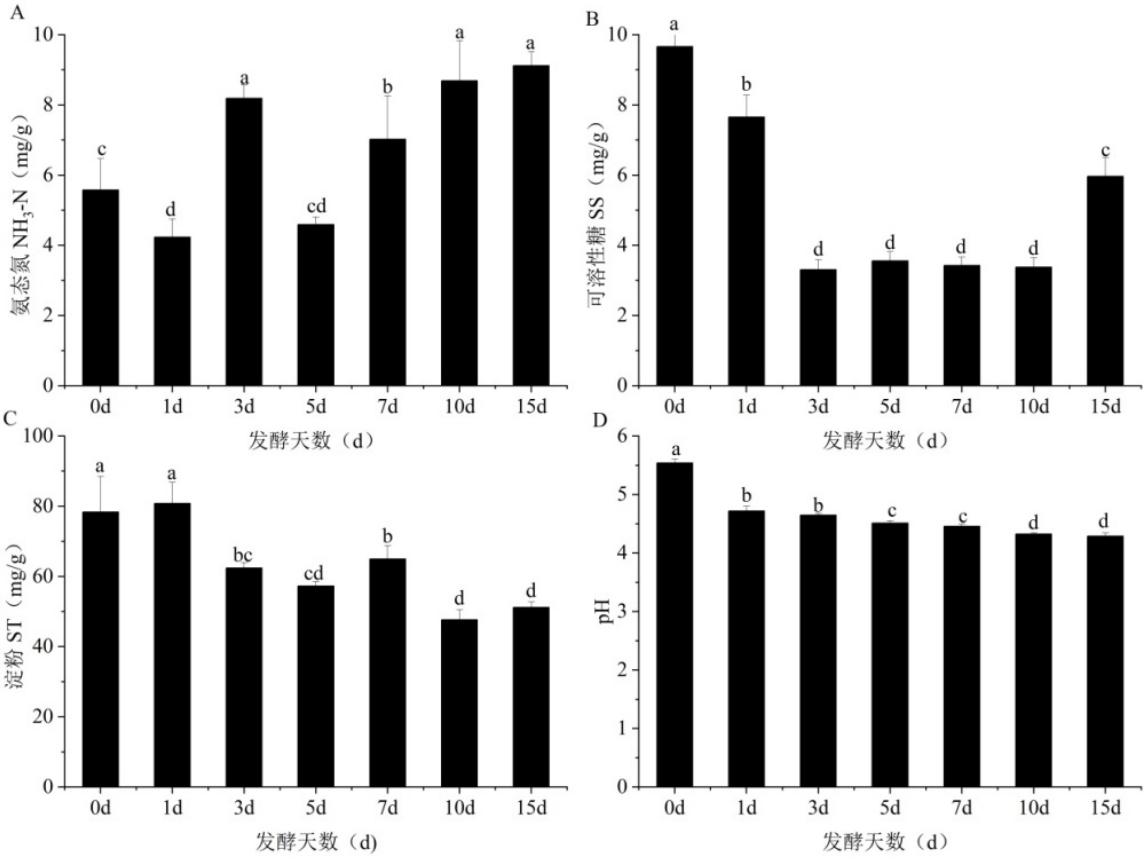

图 7 发酵天数对饲料 NH_3-N、SS、ST 含量、pH 的影响

3.3 发酵天数对饲料中酶活性的影响

从图 8 中可以看到，饲料中的 CL 的酶活力只有发酵在第 5d 时，显著高于第 0d（P<0.05），除第 3d 略有升高外，其余均略有升高，但差异不显著（P>0.05）；LPS 的酶活力随发酵天数的增加，均显著高于第 0d（P<0.05），发酵第 5d 酶活力最高。饲料中 α-AL 的活力在发酵第 1d 和发酵第 5d 时，显著高于第 0d（P<0.05），第 3d 和第 7d 略有升高，但差异不显著（P>0.05），

第 10d 开始显著降低（$P<0.05$）；β-AL 的活力在发酵第 1d 和第 3d 与第 0d 相比略有升高，但差异不显著（$P>0.05$），第 5d 和第 7d 与第 0 天相比略有降低但差异不显著（$P>0.05$），第 10d 开始显著降低（$P<0.05$）。ACP 的活力随发酵天数的增加均显著高于第 0d（$P<0.05$），发酵第 5d 最高。

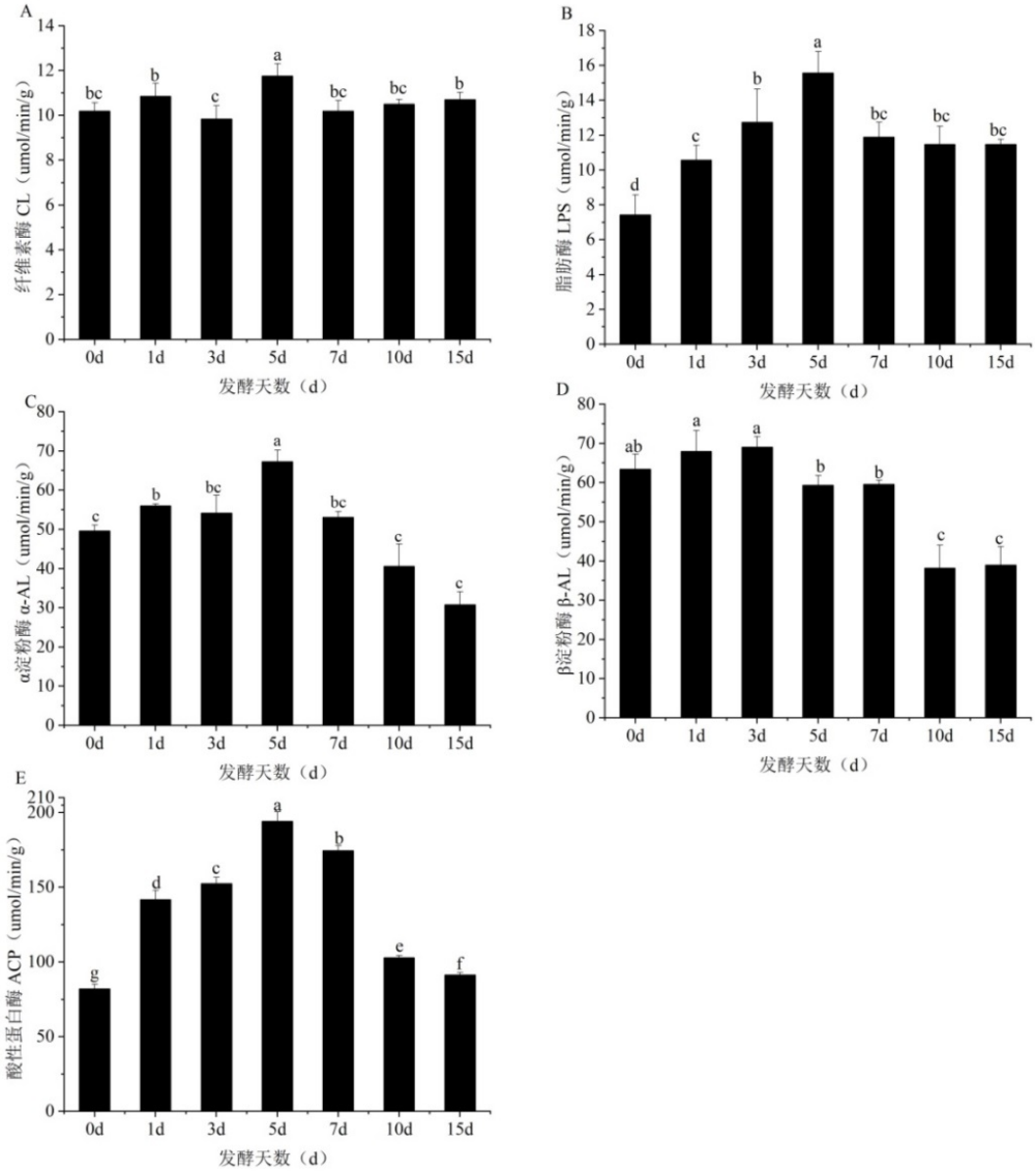

图 8 发酵天数对饲料 CL、LPS、α-AL、β-AL、ACP 的影响

3.4 发酵天数对饲料中毒素含量的影响

从图 9 中可以看到，随着发酵天数的增加，饲料中 AFB1 和 ZEN 的含量均显著低于第 0d 的含量（$P<0.05$），并且均在发酵第 10d 时含量最低。DON 的含量随着发酵天数的增加均显著低于第 0d（$P<0.05$），从发酵第 5d 开始，含量达到最低，以后含量随发酵天数增加差异不显著（$P>0.05$）。

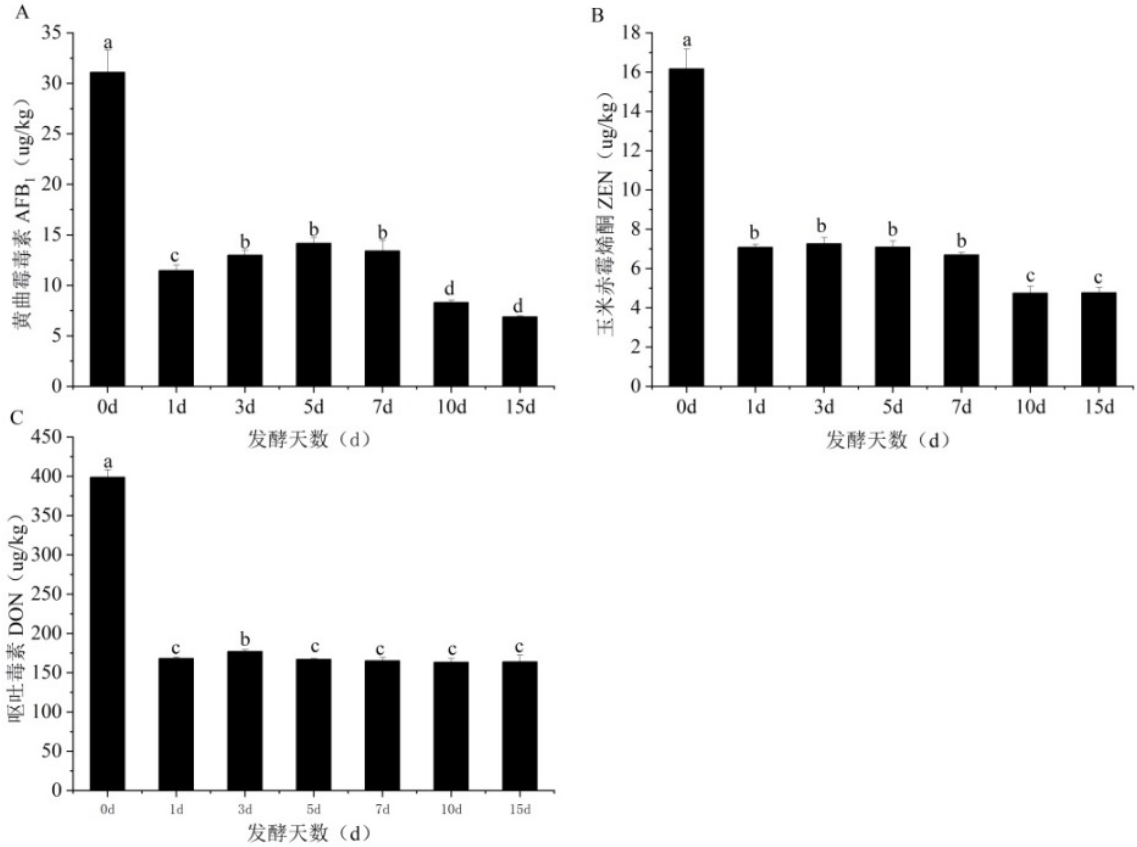

图 9 发酵天数对饲料 AFB1、ZEN、DON 含量的影响

3.5 发酵天数对饲料有氧稳定性的影响

如图 10 所示，随着暴露时间的增加，饲料的中心温度逐步升高，当暴露到第 20d 时，饲料的中心温度高出环境温度 2℃。暴露 0-20d pH 基本在 4.5 以下，与发酵时的 pH 基本保持一致，20 ~ 30d 之间 pH 快速升高，暴露 40d 达到最高，说明 20d 以后

饲料开始腐败，说明饲料的有氧稳定时长为 20d。

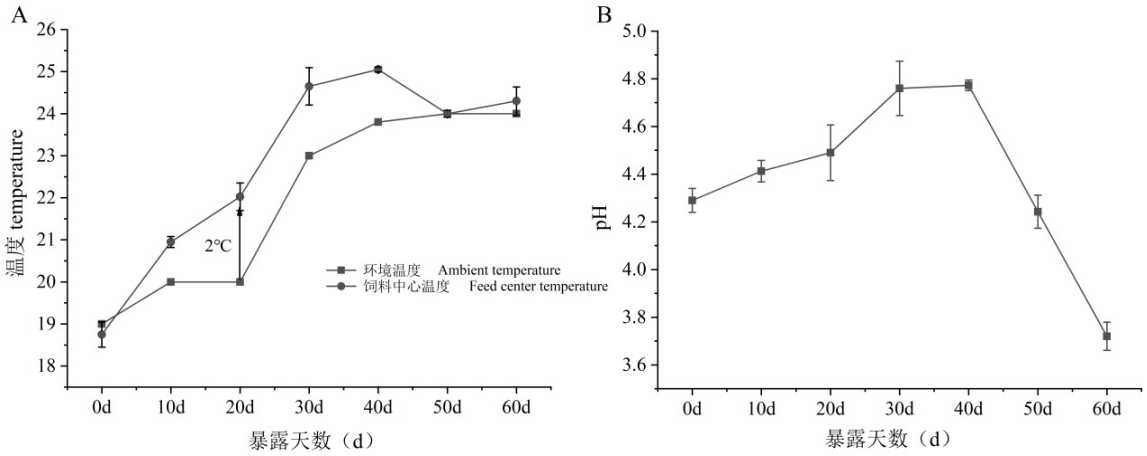

图 10 暴露天数对饲料中心温度和 pH 的影响

（二）牦牛饲喂效果验证

近年来，由于疫情的影响，豆粕、玉米等饲料的价格不断飙升，相比之下肉产品的价格变化幅度较低，企业与养殖户的养殖效益低下。为了寻求肉产品的品质与经济效益的双重提高，最初人们使用青贮饲料对动物进行饲喂，并不能满足生产需求，于是将精料补充料进行发酵，取得了不错的结果。发酵精补料在肉牛、猪、羊、鸡等动物上的饲喂效果已多有报道，而对于青藏高原上的象征性动物——牦牛上的报道较少。因此，本试验在牦牛的基础日粮中添加一定比例的发酵精补料，通过测定牦牛的生产性能、血液生化指标、肉品质、瘤胃及肠道微生物菌群变化、免疫器官中免疫基因的相对表达量来评价发酵饲料对牦牛的饲喂效果，最终确定发酵饲料的最佳饲喂比例，为发酵饲料在动物生产中的应用提供一定的理论依据。

1. 试验设计

选取 24 头公牦牛，随机分为 4 个组，每组 3 个栏，每栏 2 头牛，每组的平均体重接近，在 310 kg 左右。每组饲料饲喂信息如表 5 所示:

表 5 分组饲料饲喂信息

分组	组成
对照组（C 组）	100%精补料+粗料
10%发酵饲料组（M 组）	90%精补料+10%发酵饲料+粗料
20%发酵饲料组（N 组）	80%精补料+20%发酵饲料+粗料
30%发酵饲料组（K 组）	70%精补料+30%发酵饲料+粗料

保证每组的干物质采食量一致。试验预饲期 5 天，正式期 125 天。对照组为 C 组，10%发酵饲料组为 M 组，20%发酵饲料组为 N 组，30%发酵饲料组为 K 组。此外，本试验的基础日粮信息如表 6 所示。

表 6 基础日粮配方及营养水平

原料	干物质配比（%）	营养水平	
玉米	40.04	干物质采食量（kg）	5.00
大豆粕	8.56	总可消化养分（%）	73.18
小麦麸	7.13	粗蛋白（%）	14.59
菜籽粕	7.00	代谢能（MC/kg）	2.64
苜蓿草粉	4.31	钙（%）	0.505
预混料	2.90	总磷（%）	0.388
全株玉米青贮	10.06	干物质中粗料比例（%）	29.25
小麦秸	19.18		
合计	100.00		

2. 发酵饲料对育肥牦牛生产性能的影响

从表 7 中可以看出，与 C 组相比，M、N、K 组对牦牛的末体重、胴体重、平均日干物质采食量、屠宰率影响不显著（$P>0.05$），末体重、胴体重、屠宰率略有升高，平均日干物质采食量略有下降；M、N、K 组牦牛平均日增重显著高于 C 组，以 K 组最高，料重比均显著低于 C 组（$P<0.05$），但 M、N、K 之间差异不显著（$P>0.05$），以 K 组最低，眼肌面积 M、N、K 组均高于 C 组，但差异均不显著（$P>0.05$），以 N 组最高。

表 7 牦牛生产性能测定结果表

测定指标	分组			
	C	M	N	K
初始体重（kg）	310.33±2.93	318.17±9.25	311.00±3.61	312.83±3.33
末体重（kg）	378.58±15.20	385.33±7.01	381.66±10.40	378.33±7.64
胴体重（kg）	203.07±6.11	203.40±1.56	202.33±4.37	205.52±6.08
平均日干物质采食量（kg）	5.03±0.00	4.94±0.04	5.03±0.00	4.94±0.12
平均日增重（kg）	0.47±0.02[b]	0.54±0.01[a]	0.54±0.04[a]	0.55±0.05[a]
屠宰率（%）	52.68±0.37	52.80±1.32	53.04±1.86	54.34±2.10
料重比	10.81:1[a]	9.19:1[b]	8.93:1[b]	8.92:1[b]
眼肌面积（cm^2）	50.99±3.21	52.02±1.77	55.74±3.01	54.32±6.44

3. 发酵饲料对育肥牦牛血清生化指标的影响

从表 8 中可以看到血清生化指标 ALB 含量: C 组均低于 M、N、K 组，但差异不显著（$P>0.05$）; IL-2 含量: C 组显著低于 M、N、K 组（$P<0.05$），M、N、K 组之间，N 组显著高于 M、K 组（$P<0.05$），M、K 组间差异不显著（$P>0.05$）; IL-6 含量: C 组

显著高于 N 组（$P<0.05$），略高于 M、K 组，但差异不显著（$P>0.05$）；IL-10 含量：C 组显著低于 N、K 组（$P<0.05$），略低于 M 组，但差异不显著（$P>0.05$），N 组显著高于 M 组（$P<0.05$），略高于 K 组，N、K 组之间差异不显著（$P>0.05$）；MDA 的含量：C 组显著高于 M、K 组（$P<0.05$），略低于 N 组，差异不显著（$P>0.05$），M、N、K 组之间差异均不显著（$P>0.05$）；SOD 的含量：C 组显著低于 N、K 组，略低于 M 组，差异不显著，M、N、K 组之间差异均不显著（$P>0.05$）；TG 含量：C 组显著高于 M 组，略高于 N、K 组，M、N、K 组之间差异均不显著（$P>0.05$）；CAT 含量：C 组显著低于 N、K 组（$P<0.05$），略低于 M 组，K 组显著高于 M、N 组（$P<0.05$），M、N 之间差异不显著（$P>0.05$）；IgA 含量：C 组显著低于 M、N 组（$P<0.05$），略低于 K 组，M、N 显著高于 K 组（$P<0.05$），M、N 之间差异不显著（$P>0.05$）；IgG 含量：C 组显著低于 M、N、K 组（$P<0.05$），M、N、K 组之间差异不显著（$P>0.05$）；IgM 含量：C 组均低于 M、N、K 组，但差异均不显著（$P>0.05$）；BUN 含量：C 组显著高于 N 组（$P<0.05$），略高于 M、K 组，M、N、K 组之间差异均不显著（$P>0.05$）；GLU、TC 含量：C 组略高于 M、N、K 组，差异均不显著（$P>0.05$）；GLB 含量：C 组均显著高于 M、N、K 组（$P<0.05$），M 组显著高于 N、K 组（$P<0.05$），N、K 组之间差异不显著（$P>0.05$）；TNF-γ、TP 含量：C 组显著低于 K 组（$P<0.05$），略低于 M、N 组，M、N、K 组之间差异均不显著（$P>0.05$）；

Cr 含量：C 组显著低于 MK 组（$P<0.05$），略低于 N 组，K 组显著高于 N 组，MN 组之间差异不显著（$P>0.05$）；T-AOC 含量：C 组略低于 MN 组，略高于 K 组，但差异均不显著（$P>0.05$）。

表 8 发酵饲料对牦牛血清生化指标的影响

指标	分组			
	C	M	N	K
ALB	37.20±3.29	44.14±2.87	37.84±5.45	37.68±5.33
IL-2	202.51±39.76^{c}	205.91±26.80^{b}	259.39±36.43^{a}	214.37±14.86^{ab}
IL-6	184.94±25.45^{a}	168.02±25.45^{ab}	139.40±27.61^{b}	181.66±15.96^{a}
IL-10	94.27±10.28^{c}	119.15±17.37^{bc}	150.54±18.40^{a}	141.21±20.19^{ab}
MDA	7.4±0.92^{a}	5.08±1.55^{b}	5.88±1.83^{ab}	4.93±0.77^{b}
SOD	161.83±19.09^{b}	194.03±30.44^{ab}	241.14±34.87^{a}	241.14±39.85^{a}
TG	6.25±0.67^{a}	4.55±0.64^{bc}	5.12±0.69^{ab}	5.26±1.01^{ab}
CAT	56.20±8.24^{c}	67.49±4.40^{bc}	69.87±11.19^{b}	71.84±8.12^{a}
IgA	179.68±44.04^{b}	297.28±16.69^{a}	286.82±31.81^{a}	205.12±36.85^{b}
IgG	11.31±1.01^{b}	20.19±1.15^{a}	21.22±1.83^{a}	20.82±1.76^{a}
IgM	124.07±16.93	133.17±12.11	142.08±15.64	142.22±17.21
BUN	13.10±1.31^{a}	10.99±2.12^{ab}	10.60±0.85^{bc}	10.74±1.30^{ab}
GLU	34.18±3.52	30.45±5.49	29.33±5.56	28.28±5.82
GLB	28.36±2.95^{a}	23.40±4.61^{b}	18.06±1.92^{c}	17.25±0.89^{c}
TNF-α	155.87±15.02^{bc}	174.05±34.48^{ab}	181.6±17.73^{ab}	197.39±24.85^{a}
TC	4.73±0.93	4.26±1.07	4.66±1.18	3.82±0.56
TP	649.97±33.67^{bc}	708.29±39.85^{ab}	707.84±52.53^{ab}	721.85±44.52^{a}
Cr	25.19±0.62^{c}	31.79±2.30^{ab}	28.81±4.30^{bc}	33.81±1.46^{a}
T-AOC	96.04±7.04	101.39±13.53	98.83±11.60	94.02±4.44

4. 发酵饲料对育肥牦牛肉品质的影响

从表 9 中可以看到牦牛肉的剪切力、滴水损失 M、N、K 组均显著低于 C 组（$P<0.05$），M、N、K 组间差异不显著（$P>0.05$），剪切力以 K 组最低、滴水损失以 N 组最低；熟肉率 M、N、K 组均略高于 C，组间差异不显著（$P>0.05$），以 N 组最高；肉色值中 L 值 M、N、K 组均低于 C，组间差异不显著（$P>0.05$），N 组最高，a 值 M 组和 N 组均显著高于 C（$P<0.05$），K 略高于对照组，M、N、K 组间 N 组显著高于 K 组（$P<0.05$），但略高于 M 组，b 值 N 组和 K 组均显著低于 C 组（$P<0.05$），M 组略低于 C 组，M、N、K 组间 N 组显著低于 M 组（$P<0.05$），略低于 K 组。

表 9 牦牛肉品质测定数据

测定指标		分组			
		C	M	N	K
剪切力		60.37±3.89[a]	56.88±3.55[b]	56.45±1.15[b]	55.67±0.47[b]
滴水损失		5.65±0.50[a]	4.92±0.48[b]	4.20±0.35[b]	4.85±0.79[b]
熟肉率		55.70±4.74	56.00±2.01	58.39±3.14	56.68±1.69
肉色值	L	34.89±1.87	33.75±0.75	33.20±1.47	33.75±1.41
	a	12.76±0.80[c]	14.54±1.12[ab]	16.14±0.57[a]	14.01±2.41[bc]
	b	4.15±0.46[a]	3.77±0.02[ab]	2.81±0.12[c]	3.03±0.77[bc]

六、重大意见分歧的处理依据和结果

2022 年 9 月 12 日，青海省农牧业标准化技术委员会组织青海大学、青海省动植物检疫站、西北农林科技大学、青海省畜牧总站、中国科学院大学西北高原生物研究所 5 家单位 7 位专家对

本标准进行了预审查，征集意见建议共 26 条，其中采纳 25 条，未采纳 1 条。会后，项目组按专家提出的意见和建议对标准进行了修，并经专家组再次审阅和商议无重大意见分歧，同意上报。意见汇总见下表 10。

表 10 专家意见建议及处理结果

序号	标准条款	意见内容	提出意见专家	处理意见和理由
1	前言	加上归口单位 本文件由青海省农业农村部归口	张辉	采纳
2	1	第一句去掉	刘海珍	采纳
3	1	范围中添加采样方法、检验规则、标签、储存、日期。	杨雨鑫	采纳
4	1	范围中“舍饲育肥牦牛”与题目“舍饲牦牛”一致。	张辉、王有志	采纳
5	1	范围中是否要加入对发酵饲料的质量要求（是否采纳待定）。	吴华	采纳
6	1	菌种名称用斜体。	杨雨鑫	采纳
7	2	2.规范性引用文件国标中去掉年份，编号从小到大。以 DB 开头的引用标准改成国标。T/CWSL002-2018、公告、目录去掉。	杨雨鑫、韩学平、刘海珍	采纳
8	3.1	修改为:使用《饲料添加剂品种目录》允许使用的微生物菌种，通过固体发酵工程技术对符合《饲料原料目录》的饲料原料进行发酵所得的合格饲料产品.	杨雨鑫	采纳
9	3.1 3.2 3.3	3 标题后不加英文	韩学平	采纳
10	4.1 4.2	4.1 和 4.2 合并。 4.2 原料要求:加入符合《饲料添加剂品种目录》《饲料原料目录》，不得使用动物源性原料，不得使用国家规定禁用的饲料。	杨雨鑫	采纳

11	4.3	4.3 原料选取:无需具体列出，符合国家《饲料原料目录》即可。	吴华	采纳
12	5.1 5.2	5.1 种类:菌株只命名到菌株名称即可，更具有广泛适用性。 5.2 有效活菌数:有效活菌数放在发酵液制备的后面。	杨雨鑫	采纳
13	5.2	5.2 CFU 改成小写	刘海珍	未采纳（大写 CFU 为国际通用缩写标准）
14	6.2	表 2 放在正文 6.2 发酵原料的处理:需具体步骤，后加符合国家《饲料原料目录》要求，是否可与前面原料要求与处理合并。	刘海珍、吴华	采纳
15	6.3	6.3 温度改成在常温下操作，不超过 37 度，最适温度定义一下。发酵时间一般为 5-7 天中“一般”去掉。将温度、发酵时间、水分含量、添加比例等放置一个表格。	韩学平	采纳
16	6.3	6.3“接种发酵”改成“固态发酵”	韩学平	采纳
17	8	8.气味、质地、pH 值等放置一个表格	刘海珍	采纳
18	9	9.写出本标准具体的霉菌毒素标准，且符合国标。	张辉、杨雨鑫	采纳
19	6.4 10	10.中“桶”改为“容器”，30%改为一定的范围标准。 10 和 6.4 进行合并	吴华、张辉、刘海珍	采纳
20	全文	引用的标准在正文中体现出来、表格的格式需要进行修改	刘海珍、胡林勇	采纳
21	全文	“发酵饲料”与“发酵精补料”统一说法	张辉、王志有、胡林勇	采纳
22	附录 A 表 1	营养水平里代谢能 MC 改为 MJ。	杨雨鑫、张辉	采纳
23	附录 A 表 1	营养水平中代谢两个字去掉。总可消化养分去掉。小数点都改成保留两位。	刘海珍、张辉	采纳
24	附录 A 表 1	附录 A 表 1 中“菜籽饼”改成“菜籽粕”，“苜蓿草粉”去掉，预混料中的食盐、碳酸钙成分表示出来，降低豆粕含量，考虑	王志有	采纳

		一下棉粕，增加菜籽粕含量，按照不同育肥阶段的营养水平给出参考配方。		
25	附录 A 表 1	附录 A 中饲料配方给出主要原料中营养水平需要，再加入参考饲料配方。	吴华	采纳
26	附录 B	附录 B 放在编辑说明。	刘海珍、王志有	采纳

七、采用国际标准或国外先进标准的，说明采标程度，以及国内外同类标准水平的对比情况

无。

八、贯彻实施标准的要求、措施等建议

1. 政、产、学、研有机结合。联合地方畜牧行政部门、科研院所、企业或合作社，科学制定标准实施方案，畅通推广渠道。

2. 聚焦畜牧业绿色发展理念，加大技术创新、集成和供给力度。

3. 加强示范推广，建立集“典型示范+现场观摩+技术讲座+联网交流”为一体的培训模式和服务体系。

九、预期的经济、社会效益，并提出下次复审时间，其他应说明的事项

（一）预期经济效益

饲喂发酵精补料，一头牦牛一个育肥周期平均可增收 1400 元左右，育肥 2000 头，可增加经济效益 280 万元。

（二）预期社会效益

青海省牦牛总数占全国牦牛总数的 34.7%，是拥有牦牛数量最多的省份。牦牛产业是青海省面向全国的优势产业。青海省是

“世界屋脊”青藏高原的重要组成部分，约占其总面积的 31.3%，全省有可利用草原 5 亿多亩，占全省土地总面积的 46.1%，占全国可利用草原面积 15.2%，发展畜牧业具有较大的潜力和优势。

“十三五”期间，青海省通过围绕产业链部署创新链，聚焦特色农牧业发展战略需求、重大产业瓶颈问题、关键限制因素，重点支持实施一批重大科技支撑工程，以打造“世界牦牛之都、中国藏羊之府”区域品牌战略为契机，加快发展有机畜牧业，积极建成有机畜产品生产重点村，有机农畜产品认证监测面积达到 6000 多万亩，认证有机牛羊 378 万头，全国最大的有机畜牧业生产基地初具规模。

发酵精补料的研发和应用，为弥补抗生素的不足、替代抗生素提供了广阔的前景，为人类获得健康安全的食品，开辟了新的途径。发酵精补料不仅为牦牛提供了大量优质的菌体蛋白，而且含有丰富的维生素、生长素、酶和抗病毒物质等免疫活性物质，可增加牦牛营养，提高饲料利用率和生长速度，改善肉的品质，提高产品质量，同时可以在胃肠道内建立优势菌群，恢复动物体内微生态系统的平衡，抑制有害菌群的定植，改善肠道微生物区系微环境，降低幼龄动物的应激反应，增强动物的健康，达到治疗动物疾病的目的，具有使用安全、无残留、不产生抗药性的优点，可降低养殖企业的环保压力，提升牦牛产品的品牌竞争力，提升企业养殖效益。

（三）复审时间

本标准将在执行 5 年后进行复审。

（四）其他应说明的事项

无。

《舍饲牦牛发酵精补料生产技术规范》地方标准起草小组

二○二二年九月二十六日