

引用格式:

周花艳, 杨泽曹, 张虹亮, 艾佳人, 李志才, 王水莲, 王栋. 发酵中草药复合物对奶牛抗氧化和繁殖性能的影响[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2021, 47(4): 455-461.

ZHOU H Y, YANG Z C, ZHANG H L, AI J R, LI Z C, WANG S L, WANG D. Effects of fermented Chinese herbal compounds on antioxidant and reproductive performance of China Holstein[J]. Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences), 2021, 47(4): 455-461.

投稿网址: <http://xb.hunau.edu.cn>



## 发酵中草药复合物对奶牛抗氧化和繁殖性能的影响

周花艳<sup>1</sup>, 杨泽曹<sup>1</sup>, 张虹亮<sup>1</sup>, 艾佳人<sup>1</sup>, 李志才<sup>2</sup>, 王水莲<sup>1\*</sup>, 王栋<sup>3\*</sup>

(1.湖南农业大学动物医学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省畜牧兽医研究所, 湖南 长沙 410131; 3.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100091)

**摘要:** 利用酿酒酵母菌和枯草芽孢杆菌发酵淫羊藿、肉苁蓉、阳起石等9种中草药, 制备中草药复合物, 选用24头健康的荷斯坦青年奶牛, 随机分为3组(8头/组), 分别为对照组(饲喂基础日粮)、1%试验组(饲喂基础日粮+1%中草药复合物)和2%试验组(饲喂基础日粮+2%中草药复合物), 测定和记录各组奶牛的采食量、血清相关指标及繁殖功能指标, 分析中草药复合物对奶牛采食量、抗氧化能力和繁殖性能的影响。结果表明: 除产前第14~7天的2%试验组外, 基础日粮中添加中草药复合物可极显著提高奶牛干物质采食量( $P<0.01$ ); 抗氧化能力方面, 与对照组相比, 1%试验组奶牛血清过氧化氢酶活力在产前第14天、产后第21天显著下降( $P<0.05$ ), 1%试验组奶牛血清丙二醛含量在产前第7天、产犊当天极显著下降( $P<0.01$ ), 产后第14天显著下降( $P<0.05$ ), 2%试验组奶牛血清丙二醛含量在产前第7天显著下降( $P<0.05$ ), 在产犊当天、产后第14天极显著下降( $P<0.01$ ); 生殖激素方面, 与对照组相比, 2%试验组奶牛血清雌二醇含量在产前第21天显著下降( $P<0.05$ )、产前第14天极显著下降( $P<0.01$ )、产前第7天极显著上升( $P<0.01$ ); 奶牛繁殖方面, 与对照组相比, 2%试验组奶牛的子宫内膜炎、胎衣不下发生率低且无乳房炎发生, 产后首次配种时间提前15 d。可见, 在基础日粮中添加益生菌发酵中草药复合物能明显提高奶牛采食量, 降低产后疾病发生率, 促进母牛产后发情, 从而使首次配种时间提前。以基础日粮中添加2%中草药复合物的效果较好。

**关键词:** 中国荷斯坦奶牛; 发酵中草药复合物; 益生菌; 采食量; 抗氧化能力; 生殖激素; 繁殖性能

中图分类号: S823.9<sup>+</sup>1; S816.75 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2021)04-0455-07

## Effects of fermented Chinese herbal compounds on antioxidant and reproductive performance of China Holstein

ZHOU Huayan<sup>1</sup>, YANG Zecao<sup>1</sup>, ZHANG Hongliang<sup>1</sup>, AI Jiaren<sup>1</sup>, LI Zhicai<sup>2</sup>, WANG Shuilian<sup>1\*</sup>, WANG Dong<sup>3\*</sup>

(1.College of Veterinary Medicine, Hunan Agricultural University, Changsha, Hunan 410128, China; 2.Hunan Institute of Veterinary Sciences, Changsha, Hunan 410131, China; 3.Institute of Animal Sciences of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100091, China)

**Abstract:** In this study, nine kinds of Chinese herbal medicines, such as *Epimedium brevicornu* Maxim, *Cistanche deserticola* Ma and actinolite, were fermented by *Saccharomyces cerevisiae* and *Bacillus subtilis* to prepare Chinese herbal compound. 24 healthy young China Holstein were randomly divided into three groups(8 cows each group): control

收稿日期: 2021-02-20

修回日期: 2021-03-19

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFD0502005)、湖南省重点研发计划项目(2017NK2351)、创新平台与人才计划-湖南省科技特派员创新创业项目(2019NK4202)

作者简介: 周花艳(1993—), 女, 湖南长沙人, 硕士研究生, 主要从事动物繁殖疾病与生殖调控研究, 1105134475@qq.com; \*通信作者, 王水莲, 教授, 主要从事动物生殖调控研究, wangshuilian1234@126.com; \*通信作者, 王栋, 教授, 主要从事动物繁殖学研究, wangdong02@caas.cn

group(fed with basic diet), 1% experimental group(fed with basic diet+1% Chinese herbal compound) and 2% experimental group(fed with basic diet+2% Chinese herbal compound) and then were treated with the Chinese herbal compound. The feed intake and serum related indexes of each group were measured, the reproductive function indexes of each group were recorded, and the effects of Chinese herbal compound on feed intake, antioxidant capacity and reproductive performance were analyzed. The results showed that the addition of Chinese herbal compound in the basal diet could significantly increase the dry matter intake of China Holstein( $P<0.01$ ), in addition to the 2% experimental group on the 14th to 7th day before delivery. In the aspect of antioxidant capacity, compared with the control group, the catalase activity in the serum of 1% treatment group decreased obviously at 14 days before delivery and 21 days after delivery( $P<0.05$ ); the malondialdehyde(MDA) content in the serum of 1% treatment group decreased significantly at 7 days before delivery and on the day of calving( $P<0.01$ ) and it decreased obviously on the 14th day after delivery( $P<0.05$ ); the MDA content in the serum of 2% treatment group decreased obviously at 7 days before delivery( $P<0.05$ ) and it decreased significantly at the day of calving and the 14th day after calving( $P<0.01$ ). Regarding to the reproductive hormone, compared with the control group, the estradiol(E2) content in the serum of the 2% experimental group decreased obviously on the 21th day before delivery( $P<0.05$ ), decreased significantly on the 14th day before delivery( $P<0.01$ ), and increased significantly on the 7th day before delivery( $P<0.01$ ). For the cow reproduction, compared with the control group, the incidence of endometritis and retained placenta in the 2% experimental group was lower, and there was no mastitis, and the first mating time were advanced 15 days. It can be seen that adding probiotics fermented Chinese herbal compound in the diet could significantly improve the intake of China Holstein, reduce the incidence of postpartum diseases, promote postpartum estrus of China Holstein, and advance the first breeding time. Adding 2% Chinese herbal compound to basal diet showed optimal effect.

**Keywords:** China Holstein; fermented Chinese herbal compound; probiotics; feed intake; antioxidant capacity; reproductive hormone; reproductive performance

奶牛养殖是中国畜牧业的重要组成部分。奶牛的饲料配置和生长环境对奶牛养殖业的发展都极为重要。中草药可用作天然绿色的饲料添加剂。益生菌能够充分释放中草药成分和提高有效活性,促进生长和繁殖,减少产后疾病,促进奶牛养殖业的发展<sup>[1]</sup>。用益生菌发酵中草药替代抗生素提高奶牛生长性能和繁殖能力是当前中国畜牧业的研究热点之一<sup>[2]</sup>。

戴燊<sup>[3]</sup>将淫羊藿、甘草、黄芪、山楂等中草药经复合益生菌发酵后,能明显提高其营养价值,益生菌能确保中草药的安全性,提高其药效,并增强肠道的吸收。冯亚杰等<sup>[4]</sup>在奶牛日粮中添加当归、甘草、黄芪、柴胡等中草药制成的混合制剂,发现该复合制剂能不同程度地提高超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶活性。彭媛媛<sup>[5]</sup>将党参、当归、益母草、炙黄芪、茯苓等中草药构成的中草药复合物分别添加到围产期前后奶牛基础日粮中,能迅速恢复激素含量,提早产后发情,促进卵泡发育,缩短发情间隔。RIDDELL等<sup>[6]</sup>将芽孢杆菌添加到牛日粮中,提高了犊牛的采食量、饲料转化率和日增重,

改善犊牛生长。胡蕾等<sup>[7]</sup>和廖智慧等<sup>[8]</sup>在饲料中添加乳酸杆菌、芽孢杆菌,能有效提高奶牛生长性能、产奶量和乳品质。中草药或益生菌用于动物生产的研究较多,但有关益生菌发酵的中草药在动物临床中作用效果的研究较少。本研究中,选用益生菌发酵中草药复合物(后简称中草药复合物),将其添加到奶牛基础日粮,分析奶牛采食量、抗氧化能力、繁殖及生殖变化的情况等,旨在为发酵中草药产品的应用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

酿酒酵母菌和枯草芽孢杆菌由湖南农业大学动物医学院动物生殖调控实验室提供。淫羊藿、香附、当归、甘草、菟丝子、益母草、巴戟天、肉苁蓉、阳起石等9种中草药(购自长沙县养天和大药房)用粉碎机打碎成粉末状,与麦麸、玉米粉(购自湖南省畜牧研究所原种奶牛场)混合,并置于50℃烘箱中烘干,粉碎,过内径0.425 mm筛,备用。

## 1.2 试验设计

选择 24 头妊娠 7 月的健康荷斯坦青年母牛(体重 $(250\pm 10)$  kg), 随机分为 3 组(每组 8 头), 对照组(饲喂基础日粮)、1% 试验组(饲喂基础日粮+1% 中草药复合物)和 2% 试验组(饲喂基础日粮+2% 中草药复合物)。采用 3 间分栏饲养, 自由采食, 准确记录采食前后干物质质量。试验周期共 127 d(其中预试验 7 d)。试验于 2019 年 7—11 月在湖南省德人牧业西湖基地奶牛场内进行。每天分别于 07:20 和 17:20 饲喂基础日粮或添加了中草药复合物的基础日粮。基础日粮参照 NRC(2001) 配制。

## 1.3 样品的采集和前处理

### 1.3.1 发酵种子液的制备

在无菌条件下, 分离鉴定保存的酿酒酵母菌和枯草芽孢杆菌, 后挑取单个菌落接种于盛有 20 mL 培养基的锥形瓶中, 分别在摇床(180 r/min)中 30、37 °C 下培养 12 h, 在摇床上培养好的菌液即为制备的种子液, 4 °C 保存, 备用。将种子液接种于平板中进行计数。计数结果分别为  $3.65\times 10^7$ 、 $5.25\times 10^7$  cfu/mL。

### 1.3.2 中草药复合物的制备

将活化培养好的酿酒酵母菌和枯草芽孢杆菌以体积 1 : 3 的比例混合, 并以 20% 接种量接种于以中草药粉和麦麸、玉米等为主的固体培养基并混合均匀, 然后再加入 80% 马铃薯汤充分拌匀装盘。在 28~32 °C 的生化培养箱中静止培养 3~5 d, 于 45 °C 烘干后, 即为供试中草药复合物。每隔 12 h 称取 6 g 发酵样品装入盛有 54 mL 去离子水的锥形瓶, 过滤, 测定 pH 值, 观察发酵样品的气味、颜色、质地等。

### 1.3.3 血液的采集与保存

在产前第 21 天(-21 d)、产前第 14 天(-14 d)、产前第 7 天(-7 d)、产犊当天(0 d)、产后第 7 天(+7 d)、产后第 14 天(+14 d)、产后第 21 天(+21 d)上午饲喂前对所有试验牛进行尾静脉采血 20 mL, 放入离心机(3000 r/min)离心 15 min, 吸取血清分装于 0.5 mL 离心管中, -20 °C 保存, 备用。

## 1.4 抗氧化指标的检测

利用南京建成生物工程研究所的试剂盒测定

血清样品, 检测奶牛抗氧化能力指标: 采用可见光法、比色法、WST-1 法、TBA 法、ABTS 法分别测定过氧化氢酶(CAT)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)、超氧化物歧化酶(SOD)活力、丙二醛(MDA)含量、总抗氧化能力(T-AOC)。

## 1.5 生殖激素的检测

由北京北方生物研究所采用放射免疫法测定母牛血清中雌二醇( $E_2$ )、促卵泡生成素(FSH)、促黄体生成素(LH)、孕酮( $P_4$ )的含量。

## 1.6 母牛生殖指标及疾病记录

准确记录各组母牛产后首次配种时间和繁殖疾病发生情况。

## 1.7 数据处理与统计分析

利用 Excel 16 进行初始数据整理后, 运用 SPASS 13.0 对整理后的数据进行方差分析(ANOVA), 并选用 Duncan 法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 中草药复合物的 pH 和感官性状

由表 1 可知, pH 值先上升, 12 h 时, pH 值达到最高, 随后 pH 值逐渐下降, 72 h 时, pH 值降到最低, 益生菌的产酸环境发生改变, 说明底物利用完毕完成发酵。经酿酒酵母菌和枯草芽孢杆菌发酵的中草药复合物呈黄色, 具酸香味、松散、柔软等特性, 且在发酵过程中产生热量。

表 1 发酵过程中中草药复合物的 pH 值

时间/h	pH 值	时间/h	pH 值
0	6.07	48	5.55
12	7.07	60	5.48
24	6.07	72	5.16
36	5.55	84	5.31

### 2.2 中草药复合物对奶牛干物质采食量的影响

从表 2 可知, 除产前第 14~8 天的 2% 试验组外, 试验组奶牛干物质采食量均极显著高于对照组的 ( $P<0.01$ ); 产前第 14~8 天, 1% 试验组奶牛干物质采食量比对照组高 1.71 kg/d, 上升 11.11%; 产前第 7 天至产犊当天, 1% 试验组和 2% 试验组奶牛干物质采食量比对照组分别提高 3.28、3.86 kg/d, 分别上升 25.99%、30.59%; 产犊后第 1 天至产后第 7

表2 基础日粮中添加中草药复合物的奶牛的干物质采食量

Table 2 Dry matter intake of China Holstein fed the basal diet supplemented with Chinese herbal compounds

时间/d	干物质采食量/(kg·d <sup>-1</sup> )		
	对照组	1%试验组	2%试验组
-14~-8	(15.39±0.41)B	(17.10±0.71)A	(15.49±0.30)B
-7~0	(12.62±1.02)B	(15.90±1.69)A	(16.48±0.43)A
1~7	(12.33±0.46)C	(14.74±0.62)B	(16.41±0.29)A
8~14	(11.76±0.51)C	(14.66±0.42)B	(16.54±0.16)A

同行不同字母示组间的差异极显著( $P<0.01$ )。

天, 1%试验组和2%试验组奶牛干物质采食量比对照组分别提高2.41、4.08 kg/d, 分别上升19.55%、33.09%; 产后第7~14天, 1%试验组和2%试验组奶牛干物质采食量比对照组分别提高2.90、4.78 kg/d, 分别上升24.66%、40.65%。可见, 在基础日粮中添加中草药复合物能有效提高奶牛的干物质

采食量。

### 2.3 中草药复合物对奶牛血清抗氧化能力的影响

从表3可知, 奶牛血清SOD、GSH-PX1活力在各处理间的差异均无统计学意义( $P>0.05$ ); 与对照组相比, 1%试验组奶牛血清CAT活力在产前第14天、产后第21天显著下降( $P<0.05$ ); 1%试验组奶牛血清MDA含量在产前第7天、产犊当天极显著下降( $P<0.01$ ), 在产后第14天显著下降( $P<0.05$ ); 2%试验组奶牛血清MDA含量在产前第7天和产后第14天显著下降( $P<0.05$ ), 在产犊当天极显著下降( $P<0.01$ ); 2%试验组奶牛血清T-AOC在产后第14天显著下降( $P<0.05$ ), 在产后第21天极显著下降( $P<0.01$ )。

表3 基础日粮中添加中草药复合物的奶牛血清的抗氧化能力

Table 3 Serum antioxidant indexes of China Holstein fed the basal diet supplemented with Chinese herbal compounds

时间/d	过氧化氢酶活力/(U·mL <sup>-1</sup> )			谷胱甘肽过氧化物酶/(U·mL <sup>-1</sup> )			超氧化物歧化酶活力/(U·mL <sup>-1</sup> )		
	对照组	1%试验组	2%试验组	对照组	1%试验组	2%试验组	对照组	1%试验组	2%试验组
-21	1.62±0.37	1.17±0.37	1.66±0.35	140.47±16.80	137.78±31.58	152.53±16.43	65.37±4.38	66.26±8.61	68.26±9.75
-14	(1.73±0.66)a	(0.86±0.44)b	(1.50±0.44)ab	130.89±24.23	108.14±17.17	126.32±14.59	61.70±2.91	66.17±10.10	65.06±7.51
-7	1.62±0.44	2.04±0.82	1.34±0.29	130.44±20.18	139.54±40.51	144.33±15.31	69.35±7.27	62.55±5.96	66.29±6.97
0	1.48±0.32	1.28±0.26	1.52±0.39	130.17±18.74	142.33±21.57	135.88±18.83	71.38±7.89	71.85±5.49	72.13±9.65
7	1.74±0.35	1.74±0.46	1.85±0.47	151.45±24.77	146.71±18.89	177.68±27.06	75.24±6.20	72.29±12.54	68.71±12.34
14	1.55±0.52	1.00±0.33	1.35±0.45	176.55±24.18	142.23±19.56	162.00±32.52	67.69±2.99	70.82±9.44	73.05±4.16
21	(1.98±0.35)a	(1.32±0.40)b	(1.58±0.39)ab	171.14±21.58	148.72±30.68	173.35±35.71	68.24±5.72	64.44±5.72	62.64±7.14

  

时间/d	丙二醛含量/(nmol·mL <sup>-1</sup> )			总抗氧化能力/(U·mL <sup>-1</sup> )		
	对照组	1%试验组	2%试验组	对照组	1%试验组	2%试验组
-21	2.77±0.79	2.55±0.54	2.83±0.56	1.23±0.04	1.27±0.05	1.22±0.09
-14	2.83±0.76	2.15±0.48	2.98±0.68	1.25±0.03	1.28±0.06	1.23±0.06
-7	(5.40±1.48)Aa	(2.08±0.81)B	(3.32±0.50)b	1.22±0.10	1.26±0.03	1.26±0.11
0	(7.41±3.10)A	(3.69±1.48)B	(3.08±0.96)B	1.30±0.06	1.24±0.10	1.23±0.09
7	5.39±3.58	2.05±0.34	2.78±0.67	1.22±0.06	1.24±0.05	1.20±0.08
14	(5.31±1.58)a	(3.01±1.70)b	(3.52±2.27)b	(1.27±0.04)a	(1.24±0.05)ab	(1.22±0.04)b
21	4.58±1.62	4.09±2.11	3.12±1.33	(1.27±0.06)A	(1.26±0.04)a	(1.19±0.06)Bb

同一指标, 同行不同小写和大写字母分别示组间的差异显著( $P<0.05$ )和极显著( $P<0.01$ )。

### 2.4 中草药复合物对奶牛血清中激素的影响

由表4可知, 奶牛血清中P<sub>4</sub>、FSH含量在各组间差异均无统计学意义( $P>0.05$ ); 2组试验组奶牛血清E<sub>2</sub>含量在产前第21天均显著低于对照组的( $P<0.05$ ), 2%试验组奶牛血清E<sub>2</sub>含量在产前第14天极显著低于对照组和1%试验组的( $P<0.01$ ), 而在

产前第7天极显著高于对照组和1%试验组的( $P<0.01$ ); 1%试验组奶牛血清的LH含量在产前第21、7天均显著低于2%试验组的( $P<0.05$ ), 而2组试验组的奶牛血清的LH含量与对照组间的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。

表 4 基础日粮中添加中草药复合物的奶牛血清的激素含量

时间/d	雌二醇含量/(pg·mL <sup>-1</sup> )			孕酮含量/(ng·mL <sup>-1</sup> )		
	对照组	1% 试验组	2% 试验组	对照组	1% 试验组	2% 试验组
-21	(46.13±10.37)a	(33.42±8.53)b	(38.02±13.79)b	0.59±0.18	0.49±0.14	0.50±0.20
-14	(86.60±15.61)A	(87.47±15.23)A	(57.11±17.56)B	0.53±0.14	0.38±0.05	0.45±0.05
-7	(164.35±35.29)B	(124.70±18.95)B	(233.64±28.1)A	0.36±0.19	0.34±0.13	0.40±0.10
0	17.81±9.13	15.05±6.14	18.84±8.91	0.21±0.06	0.13±0.06	0.22±0.10
7	23.13±7.09	18.15±9.53	21.60±9.31	0.20±0.09	0.19±0.09	0.16±0.06
14	21.17±7.32	17.09±6.08	21.93±10.45	0.16±0.04	0.23±0.11	0.20±0.06
21	18.20±7.31	18.47±4.77	22.80±4.30	0.14±0.04	0.20±0.06	0.28±0.09

  

时间/d	促黄体生成素含量/(mIU·mL <sup>-1</sup> )			促卵泡生成素含量/(mIU·mL <sup>-1</sup> )		
	对照组	1% 试验组	2% 试验组	对照组	1% 试验组	2% 试验组
-21	(6.97±1.23)ab	(5.67±1.36)b	(7.83±2.25)a	2.38±0.54	1.87±0.47	2.20±0.62
-14	6.26±1.18	6.41±1.35	7.66±1.76	1.98±0.78	1.94±0.46	2.11±0.78
-7	(5.33±1.32)ab	(4.47±0.62)b	(5.99±1.65)a	1.95±0.34	1.86±0.43	2.03±0.38
0	5.15±1.08	4.54±0.75	5.64±0.95	2.23±0.51	2.03±0.35	2.09±0.66
7	5.97±1.58	6.33±2.04	5.80±1.73	2.25±0.43	2.32±0.62	2.28±0.47
14	5.67±1.39	6.70±1.30	6.10±1.81	2.36±0.70	2.39±0.47	2.26±0.41
21	5.58±1.31	6.38±1.58	5.89±1.37	2.35±0.29	2.49±0.79	2.13±0.57

同一指标, 同行不同小写和大写字母分别示组间的差异显著( $P<0.05$ )和极显著( $P<0.01$ )。

## 2.5 中草药复合物对奶牛产后首次配种时间的影响

由表 5 可知, 2% 试验组的奶牛产后首次配种时间极显著小于对照组的( $P<0.01$ ), 产后首次配种时间提前 15 d 左右; 1% 试验组的奶牛产后首次配种时间显著小于对照组的( $P<0.05$ )。

表 5 基础日粮中添加中草药复合物的奶牛产后首次配种时间和疾病发病率

Table 5 Time of postpartum first assortment and disease incidence of China Holstein fed the basal diet supplemented with Chinese herbal compounds

分组	产后首次配种时间/d	发病率/%		
		胎衣不下	子宫内膜炎	乳房炎
对照组	(90.25±9.64)Aa	50.0a	25.0a	12.5a
1% 试验组	(86.75±5.19)Ab	25.0b	12.5b	12.5a
2% 试验组	(74.60±5.68)B	37.5b	12.5b	0.0b

同列不同小写和大写字母分别示组间的差异显著( $P<0.05$ )和极显著( $P<0.01$ )。

## 2.6 中草药复合物对奶牛产后疾病的影响

由表 5 可知, 试验组奶牛的产后疾病发病率明显降低。其中, 对照组奶牛胎衣不下病例高达 50.0%; 1% 试验组奶牛的 3 种疾病(胎衣不下、子宫内膜炎、乳房炎)均有发生, 发生率分别为 25.0%、12.5%、12.5%; 2% 试验组对奶牛乳房炎的预防效

果最佳, 其发病率为 0.0%。可见, 在基础日粮中添加中草药复合物能降低奶牛产后疾病的发生。

## 3 结论与讨论

不同微生物适合生长的 pH 环境不同。在适宜的 pH 环境下确定微生物发酵的时长有利于微生物的生长繁殖和营养代谢, 发酵时间过长或过短都会影响中草药复合物的营养物质<sup>[9]</sup>。王少欢<sup>[10]</sup>用酵母菌、芽孢杆菌、乳酸菌发酵 3 种中草药药渣发现, 发酵过程中 pH 呈先下降后上升的趋势, 且在第 5 天前下降至最低点, 说明在第 5 天时已经完成发酵。本研究中, 利用枯草芽孢杆菌和酵母菌发酵中草药, pH 在 12 h 后开始下降, 在第 3 天时 pH 降至最低, 这可能是由于前期益生菌的作用, 利用底物产生了一些酸性物质, 降低了发酵环境的 pH 值, 为发酵净化了环境, 减少杂菌的生长<sup>[11]</sup>。

中草药中富含的多种营养物质和生物活性成分, 能改善和提高药物活性, 能够维持瘤胃内环境, 促进动物机体对饲料营养物质的消化和吸收<sup>[8]</sup>。DESNOYERS 等<sup>[12]</sup>研究表明, 在犊牛基础日粮中添加酵母产品, 能够显著增加犊牛的干物质摄入量和平均日增重, 从而提高犊牛的生长性能。本研究中, 除产前第 14~8 天的 2% 试验组外, 试验组的奶牛干

物质采食量均极显著高于对照组的( $P < 0.01$ )。这是由于益生菌通过发酵去除或减弱了中药的苦味,在改善口感的同时也不影响药效的发挥,产生多种消化酶,提高动物的采食量及饲料转化率<sup>[13]</sup>。

动物血清中的过氧化氢酶、丙二醛、超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶等都是抗氧化能力的重要指标,判断动物抗氧化能力的重要依据。孙跃博<sup>[14]</sup>研究表明,在奶牛基础日粮中添加当归、淫羊藿、黄芪、茯苓等组成复方制剂,可提高奶牛血清中的抗氧化酶活性,降低MDA含量。胡永灵等<sup>[15]</sup>研究表明,在奶牛基础日粮中添加益母草、菟丝子等组成的复方制剂,能提高奶牛血清中的GSH-PX和CAT活力,改善奶牛机体的抗氧化性能。中草药中的黄酮类化合物、多糖类物质、多酚类物质和生物碱类物质,可通过清除机体自由基、与活性氧结合等方式提高机体免疫能力,提高抗氧化能力。本研究中,在基础日粮中添加中草药复合物对荷斯坦奶牛血清中的抗氧化能力影响不明显。这可能是由于选取的荷斯坦奶牛是青年牛,机体的免疫力较强,自由基维持平衡状态;也有可能是益生菌发酵中草药降低药物的毒性和毒副作用,提高中草药活性的同时,也会使中草药的有效成分和非有效成分发生异构化、甲基化等,产生新的活性物质与微生物发生协同作用或抑制作用,从而影响中草药的黄酮类化合物、多糖类物质与机体内游离自由基、活性氧的结合<sup>[16-17]</sup>。在后期的研究中将进一步开展单个中草药对奶牛抗氧化能力的影响研究。

本研究中,2%试验组奶牛临近分娩时的 $E_2$ 和LH含量均高于对照组的,且产后首次配种时间比对照组的提前15d左右,说明供试中草药复合物有助于分娩的启动和分娩过程,有利于促进产后发情,提早配种,从而提高奶牛的繁殖性能。这些与赵小伟等<sup>[18]</sup>、艾国良<sup>[19]</sup>等中草药能提高畜禽的繁殖性能的报道一致。

奶牛在围产期的多发疾病(胎衣不下、子宫内膜炎和乳房炎等)将影响子宫恢复时间和生产时间,造成经济损失<sup>[20]</sup>。目前,在胎衣不下、子宫内膜炎和乳房炎治疗初期多选用抗生素,导致耐药菌株的出现,存在巨大的负面影响<sup>[21]</sup>。郭亚男等<sup>[22]</sup>将当归、益母草、党参和黄芪等中草药混合后在奶牛产犊当天给药,降低了奶牛胎衣不下和乳房炎发生率。本

研究中,益生菌发酵中草药复合物能减少胎衣不下、子宫内膜炎的发病率,2%试验组奶牛乳房炎发病率为0.0%。说明该配方可减少产后疾病,在疾病防护和治疗方面有较好的效果。

本研究中,在奶牛基础日粮中添加益生菌发酵中草药复合物,可明显提高奶牛的采食量,减少产后疾病的发生,促进母牛产后发情,首次配种时间提前,提高奶牛生殖性能。以基础日粮中添加2%中草药复合物的效果较好。

#### 参考文献:

- [1] 王静涵,张斯童,滕利荣,等. 益生菌发酵中药的研究现状及产品开发[J]. 食品工业科技, 2020, 41(14): 337-343.  
WANG J H, ZHANG S T, TENG L R, et al. Research status and product development of probiotic fermentation of traditional Chinese medicine[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(14): 337-343.
- [2] LIEN T F, LIAO C M, LIN K J. Effects of supplemental Chinese traditional herbal medicine complex on the growth performance, carcass characteristics, and meat quality of male Holstein calves[J]. Journal of Applied Animal Research, 2014, 42(2): 222-227.
- [3] 戴燊. 中草药混菌发酵生产新型生物制剂的研究[D]. 合肥:安徽农业大学, 2013.  
DAI S. Study on the fermentation of Chinese herbal medicine with mixed bacteria to produce new biologics[D]. Hefei: Anhui Agricultural University, 2013.
- [4] 冯亚杰,王二耀,施巧婷,等. 中草药添加剂对热应激奶牛产奶性能和血液生化指标的影响[J]. 中国饲料, 2018(8): 66-69.  
FENG Y J, WANG E Y, SHI Q T, et al. Effects of Chinese herbal medicine additives on milk performance and blood biochemical index of dairy cows under heat stress[J]. China Feed, 2018(8): 66-69.
- [5] 彭媛媛. 复方中草药添加剂对围产期奶牛生产性能的影响研究[D]. 长沙:湖南农业大学, 2016.  
PENG Y Y. Study on the effect of Chinese herbal medicine prescriptions on the productive performance dairy cows[D]. Changsha: Hunan Agricultural University, 2016.
- [6] RIDDELL J B, GALLEGOS A J, HARMON D L, et al. Addition of a *Bacillus* based probiotic to the diet of preruminant calves: Influence on growth, health, and blood parameters[J]. International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine, 2008, 8(1): 78-85.
- [7] 胡蕾,刘冬,丁兆忠,等. 复合益生菌制剂对奶牛泌乳性能及乳品质的影响[J]. 中国饲料, 2019(17): 76-78.  
HU L, LIU D, DING Z Z, et al. Effects of complex

- probiotics on milk performance and milk quality of Holstein dairy cows[J]. *China Feed*, 2019(17): 76–78.
- [8] 廖智慧, 赵晓静, 陈志军, 等. 不同水平复合益生菌制剂添加对奶牛生产性能、乳品质及体细胞数量的影响[J]. *中国饲料*, 2020(1): 49–52.
- LIAO Z H, ZHAO X J, CHEN Z J, et al. Effects of different levels of compound probiotics on production performance, milk quality and somatic cells of dairy cows. *China Feed*, 2020(1): 49–52.
- [9] 吕战旗, 常娟, 宁长申, 等. 益生菌发酵中草药的特性及在动物生产中的应用[J]. *中国饲料*, 2019(13): 66–69.
- LYU Z Q, CHANG J, NING C S, et al. Characteristics of probiotics fermented Chinese herbal medicine and its application in animal production[J]. *China Feed*, 2019(13): 66–69.
- [10] 王少欢. 三种复配中草药药渣专用复合菌剂发酵条件的优化及效果研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- WANG S H. The study of optimization of fermentation conditions and fermentation effect on three kinds of compound Chinese herbal medicine dregs[D]. Yangling, China: Northwest A & F University, 2019.
- [11] 陈柯源, 高艳, 郝宝成, 等. 益生菌发酵中药研究进展[J]. *动物医学展*, 2019, 40(12): 74–78.
- CHEN K Y, GAO Y, HAO B C, et al. Progress on probiotic fermentation traditional Chinese medicine[J]. *Progress in Veterinary Medicine*, 2019, 40(12): 74–78.
- [12] DESNOYERS M, GIGER-REVERDIN S, BERTIN G, et al. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants[J]. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92(4): 1620–1632.
- [13] ZHANG R, ZHOU M, TU Y, et al. Effect of oral administration of probiotics on growth performance, apparent nutrient digestibility and stress-related indicators in Holstein calves[J]. *Journal of Animal Physiology & Animal Nutrition*, 2016, 100(1): 33–38.
- [14] 孙跃博. 中药方剂对围产期奶牛免疫功能和泌乳性能影响的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2015.
- SUN Y B. Study on the impact of immune function and lactation performance using Chinese prescription of perinatal cows[D]. Shihezi, China: Shihezi University, 2015.
- [15] 胡永灵, 叶世莉, 罗佳捷. 中草药制剂对热应激奶牛泌乳性能、抗氧化能力及免疫功能的影响[J]. *草业学报*, 2015, 24(1): 132–140.
- HU Y L, YE S L, LUO J J. Effect of Chinese herbal medicine on milk production, antioxidant capacity and immunity of dairy cows[J]. *Acta Prataculturae Sinica*, 2015, 24(1): 132–140.
- [16] 李秋月, 林连兵, 杨雪娇, 等. 微生物发酵中草药的研究现状[J]. *微生物学通报*, 2021, 48(6): 2232–2244.
- LI Q Y, LIN L B, YANG X J, et al. Research status of microbial fermentation of Chinese herbal medicine[J]. *Microbiology China*, 2021, 48(6): 2232–2244.
- [17] 刘洋, 金顺义, 常娟, 等. 复合益生菌发酵中草药前后活性成分变化[J]. *安徽农业科学*, 2017, 45(34): 123–125.
- LIU Y, JIN S Y, CHANG J, et al. Changes of active ingredients before and after compound probiotic fermented Chinese herbs[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2017, 45(34): 123–125.
- [18] 赵小伟, 程广龙, 杨永新, 等. 中草药添加剂对奶牛生产性能及免疫机能影响的研究进展[J]. *中国畜牧兽医*, 2013, 40(2): 88–90.
- ZHAO X W, CHENG G L, YANG Y X, et al. Progress research on effect of Chinese herbal on production performance and immune function in dairy cows[J]. *China Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2013, 40(2): 88–90.
- [19] 艾国良. 中草药饲料添加剂提高母猪繁殖性能的研究[J]. *湖南农业大学学报(自然科学版)*, 2007, 33(2): 196–199.
- AI G L. Study on improving reproductive performance of sow with Chinese herb[J]. *Journal of Hunan Agricultural University(Natural Sciences)*, 2007, 33(2): 196–199.
- [20] 张国军. 浅谈牛产后常见疾病的诊断与防治[J]. *山东畜牧兽医*, 2019, 40(8): 33–34.
- ZHANG G J. Diagnosis and prevention of common postpartum diseases of cattle[J]. *Shandong Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, 2019, 40(8): 33–34.
- [21] OLIVER S P, MURINDA S E, JAYARAO B M. Impact of antibiotic use in adult dairy cows on antimicrobial resistance of veterinary and human pathogens: a comprehensive review[J]. *Foodborne Pathogens & Disease*, 2011, 8(3): 337–355.
- [22] 郭亚男, 曹思婷, 王静, 等. 自制复方中草药片剂对奶牛产后机能恢复和免疫功能的影响[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2017(3): 201–203.
- GUO Y N, CAO S T, WANG J, et al. Effects of self-made compound Chinese herbal medicine tablets on postpartum functional recovery and immune function of dairy cows[J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2017(3): 201–203.

责任编辑: 邹慧玲

英文编辑: 柳正