

## 蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛腹泻、血液生化及抗氧化性能的影响

解祥学<sup>1,2</sup> 杜红方<sup>2</sup> 陈书琴<sup>2</sup> 汪兴玉<sup>1,2</sup> 刘萍<sup>1</sup> 陈东理<sup>2</sup> 王敏<sup>2</sup> 孟庆翔<sup>1\*</sup>

(1. 中国农业大学 动物科学技术学院/动物营养学国家重点实验室,北京 100193;

2. 广东溢多利生物科技股份有限公司,广东 珠海 519060)

**摘要** 为研究蒸汽压片玉米及膨化大豆混合日粮对荷斯坦公犊牛腹泻情况、血液生理、生化指标的影响,选择 39 头荷斯坦公犊牛随机分为 3 组,分别饲喂代乳粉(MR)、一半代乳粉+蒸汽压片玉米与膨化大豆的混合精料(HMCS)、蒸汽压片玉米与膨化大豆的混合精料(CS),饲养 150 d,记录犊牛腹泻情况,测定犊牛血液指标。研究发现,MR 组的腹泻情况最为严重,腹泻指数为 59.74%,其次是 HMCS 组,为 15.13%,CS 组最低,为 1.03%;犊牛血液抗氧化指标表现为,CS 组犊牛的过氧化氢酶、谷胱氨肽过氧化物酶、总抗氧化能力均是最高。MR 组丙二醛的含量显著高于 CS 组( $P<0.05$ ),与 HMCS 组差异不显著( $P>0.05$ );MR 处理组犊牛血清中一氧化氮含量显著高于 CS 组( $P<0.05$ ),HMCS 组的含量处于二者之间;血细胞分析结果为 3 个处理的白细胞、嗜中性粒细胞、淋巴细胞及单核细胞差异均不显著( $P>0.05$ ),但 CS 组犊牛的血细胞数、淋巴细胞及单核细胞数在数值上均是最高;血清生化指标结果为,MR 处理组犊牛血清的总胆固醇含量显著高于 CS 组( $P<0.05$ ),而 CS 组犊牛血清的尿素氮、总蛋白及胰岛素含量显著高于 MR 组。CS 组的谷草转氨酶活性、谷丙转氨酶的活性最高;CS 组的 IgM 浓度显著高于另外 2 组( $P<0.05$ )。低密度脂蛋白、极低密度脂蛋白及高密度脂蛋白的含量在 3 个处理间差异不显著( $P>0.05$ ),但 CS 组的数值均是最高。研究表明蒸汽压片玉米及膨化大豆可以减少犊牛腹泻发生,提高犊牛血液抗氧化和免疫水平,并促进血液总蛋白合成。

**关键词** 犊牛;蒸汽压片玉米;膨化大豆;血液;抗氧化;免疫

中图分类号 S823; S816.43

文章编号 1007-4333(2017)05-0057-09

文献标志码 A

## Effects of steam-flaked corn and extruded soybeans on diarrhea and blood parameters in veal calves

XIE Xiangxue<sup>1,2</sup>, DU Hongfang<sup>2</sup>, CHEN Shuqin<sup>2</sup>, WANG Xingyu<sup>1,2</sup>, LIU Ping<sup>1</sup>,  
CHEN Dongli<sup>2</sup>, WANG Min<sup>2</sup>, MENG Qingxiang<sup>1\*</sup>

(1. College of Animal Science and Technology/State Key Laboratory of Animal Nutrition, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Guangdong VTR BIO-TECH CO., LTD, Zhuhai 519060, China)

**Abstract** The objective of this study was to investigate the effects of the mixture of steam-flaked corn and extruded soybeans on diarrhea and blood parameters in veal calves. Calves ( $n=39$ ) were randomly divided into three treatment groups with 13 calves in each group. Group 1, milk replacer (MR) group; Group 2, half of the amount of MR in treatment one plus other half of mixture of steam-flaked corn and extruded soybeans (HMCS); Group 3, mixture of steam-flaked corn and extruded soybeans (CS). All the calves were fed for 150 d, and their diarrhea and blood parameters were studied. The results showed that: Calves fed CS had the lowest incidence of diarrhea (1.03%) that calves fed HMCS (15.13%) and CS (59.74%); Compared to calves in HMCS and MR treatments, calves in CS treatment had the greatest activities of Catalase, GSH-PX, TAC; MR calves had the greatest values of MDA than HMCS and CS calves;

收稿日期: 2016-05-20

基金项目: 农业部公益性行业(农业)专项(201503134)

第一作者: 解祥学, 高级工程师, 博士, 主要从事反刍动物营养与饲料加工研究, E-mail: 282935225@qq.com

通讯作者: 孟庆翔, 教授, 主要从事反刍动物营养与饲料加工研究, E-mail: qxmeng@cau.edu.cn

Calves fed with MR had the greatest values of NO than in calves fed with CS, with HMCS calves taking the intermediate value; Calves fed with MR had the greatest values of Cholesterol than calves fed with CS. However, CS calves had the greatest values of serum urea nitrogen, total protein, and INS than MR calves; Compared to HMCS and MR calves, calves fed with CS had the greatest activities of GOP and GPT; The values of IgM in CS calves was greatest than in other calves. These data suggested that a mixture of steam-flaked corn and extruded soybeans provided ad libitum in better animal feed for improving blood antioxidant, immunity, and positively contributes to blood biochemistry indexes in veal calves.

**Keywords** calve; steam-flaked corn; extruded soybeans; blood parameters; antioxidant; immunity

犊牛健康是生产优质犊牛肉的基础。在国际上,代乳粉仍然是生产犊牛肉的主要日粮,但由于断奶早期犊牛消化系统及免疫系统发育不完全,体质较弱,抵抗力较差,犊牛往往易发生腹泻等疾病<sup>[1]</sup>。另外在犊牛育肥后期,饲喂代乳粉的犊牛瘤胃有一定程度发育,瘤胃微生物活动开始增强,犊牛进食代乳粉后,在瘤胃迅速发酵,犊牛易发生胀气等疾病。这不仅影响了犊牛健康,而且给犊牛生产带来了严重损失。因此如何通过营养调控的方式减少犊牛疾病的发生,是现代犊牛生产的重要研究课题之一。

血液生理生化指标是反应动物机体生理状况的重要指标,是进行饲料加工营养调控和疾病诊断的重要依据,在饲养管理和兽医临床上具有重要的意义<sup>[2]</sup>。在代乳粉中添加一定比例的粗饲料或者精饲料有助于改善犊牛健康状况<sup>[3]</sup>。蒸汽压片玉米及膨化大豆因去除了抗营养因子、改善了饲料消化率<sup>[4-5]</sup>,可能会对断奶犊牛健康状况及血液生理生化指标产生影响。目前尚未有关于蒸汽压片玉米及膨化大豆混合日粮对犊牛健康的报道,因此本试验拟研究蒸汽压片玉米及膨化大豆混合日粮对荷斯坦公犊牛腹泻率、血液生理、生化的影响,旨在为科学饲养公犊牛提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验动物及处理

选择健康吃足初乳的荷斯坦公犊牛((2±1)日龄)39头(北京首都农业集团三元绿荷奶牛养殖中心提供),初始体重为(41.2±0.5)kg。随机分为3组,每组13头犊牛,第1组饲喂代乳粉(MR),第2组饲喂第1组代乳粉量的一半加混合精料(HMCS),第3组饲喂混合精料(CS)。

### 1.2 饲粮及饲养管理

代乳粉是商业产品,具体原料组成及营养成分见表1。混合精料由蒸汽压片玉米及膨化大豆及其他原料直接混合构成,未制粒,原料比例及营养成分

见表1。其中蒸汽压片玉米由河北凯特饲料集团有限公司提供,容重为390g/L,水分为9%左右。膨化大豆由北京首都农业集团三元绿荷奶牛养殖中心提供,属于干法膨化产品,水分含量为8%左右。

公犊牛吃足初乳后,运至中国农业大学肉牛教学与实践基地(大兴)。实行单栏饲养,每头犊牛饲养在一个((1.5×2.5)m)木栏里。相邻的2头牛可以相互接触到。所有的犊牛在第1个月均饲喂鲜奶,从第2个月开始逐步替换为试验日粮,每次替换20%,5d全部替换成试验日粮,饲养至5个月(150d)时屠宰。

每天饲喂3次,分别在06:30、14:30和20:30饲喂。每天定时清扫犊牛栏,并定期消毒。鲜奶直接用奶盆饲喂,代乳粉用热水冲开后,调整代乳粉和水的质量比例约为1:6,混匀后用奶盆饲喂。液体饲料饲喂前调节温度至39~40℃。混合精料放置在单独食槽内供其自由采食。自由饮用温水,牛舍温度与室外气温相同,自然光照。

### 1.3 采样及测定指标

腹泻率测定:参照Lee等<sup>[1]</sup>的方法,对粪便评分。1分,正常形状;2分,软并松散;3分,松散呈水样;4分,水样、粘液、少量血丝;5分,水样、粘液、大量血丝。当粪便被评为3分及以上时记为腹泻。

$$\text{腹泻指数} = \frac{\sum (\text{每组牛腹泻头数} \times \text{腹泻天数})}{(\text{试验牛头数} \times \text{试验期}) \times 100}$$

血样采集:饲养试验结束前1周,清晨饲喂前颈静脉采血,每头牛采集2份血液,一份为非抗凝血,用于分离血清,测定相关指标,另一份为肝素钠抗凝血,用于血常规测定。

血清抗氧化指标,非抗凝血液凝固离心后采用黄嘌呤氧化法测定超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢还原法测定过氧化氢酶(Catalase)、还原性谷胱甘肽消耗法测定谷光氨肽过氧化物酶(GSH-PX)、Fe<sup>3+</sup>还原法测定总抗氧化能力(TAC)及硫代巴比妥酸法测定丙二醛(MDA)。

表1 代乳粉、蒸汽压片玉米及膨化大豆混合精料的原料组成及营养水平

Table 1 Ingredients and nutrient composition of milk replacer and mixed concentrate of steam-flaked corn and extruded soybean

项目 Item	代乳粉 Milk replacer	混合精料 Mixed diet
原料 Ingredient, DM		
$\omega$ (脱脂牛奶)/% Skim milk power	34.6	—
$\omega$ (乳清粉)/% Whey powder	25.5	—
$\omega$ (乳清蛋白)/% Whey protein	6.0	—
$\omega$ (猪油)/% Lard	10.0	—
$\omega$ (牛油)/% Tallow	8.8	—
$\omega$ (小麦淀粉)/% Wheat starch	7.7	—
$\omega$ (卵磷脂)/% Lecithin	0.6	0.6
$\omega$ (苜蓿)/% Alfalfa	5.0	5.0
$\omega$ (蒸汽压片玉米)/% Steam-flaked corn	—	62.1
$\omega$ (全脂膨化大豆)/% Extruded full fat soybeans	—	30.5
$\omega$ (预混料) <sup>①</sup> /% Premix	1.0	1.0
$\omega$ (食盐)/% NaCl	0.3	0.3
$\omega$ (石粉)/% Calcium	0.5	0.5
合计 Total	100	100
营养成分 Nutrient composition, DM		
$\omega$ (干物质)/% DM	96.8	90.4
$\omega$ (粗蛋白质)/% Crude protein	21.7	18.5
$\omega$ (粗脂肪)/% Crude fat	19.5	8.6
$\omega$ (灰分)/% Ash	5.8	3.9
$\omega$ (非纤维性碳水化合物) <sup>②</sup> /% Nonfibrous carbohydrate	50.6	61.5
$\omega$ (中性洗涤纤维)/% Neutral detergent fiber	2.3	7.5
$\omega$ (酸性洗涤纤维)/% Acid detergent fiber	1.3	2.8
$\omega$ (钙)/% Calcium	0.6	0.6
$\omega$ (磷)/% Phosphorus	0.5	0.4
铁/(mg/kg) Ferrum	152.0	77.0

注：①预混料：每千克干物质含，VA 4 650 IU，钴 0.15 mg，铜 20 mg，碘 0.5 mg，锰 50 mg，锌 40 mg。

②非纤维性碳水化合物：100 - (中性洗涤纤维 + 粗蛋白质 + 粗脂肪 + 灰分)。

Note: ①The premix was formulated to provide 4,650 IU of vitamin A, 0.15 mg of cobalt, 20 mg of copper, 0.5 mg of iodine, 50 mg of manganese, and 40 mg of zinc per kilogram of DM.

②Nonfibrous carbohydrate content was calculated as follows: 100 - (Neutral detergent fiber + CP + Crude fat + Ash).

血细胞指标, 血细胞指标送往北京西苑医院测定, 包括白细胞 (White blood cell)、红细胞 (Red

blood cell)、血红蛋白 (Hemoglobin)、嗜中性粒细胞 (Neutrophilic granulocyte) 和淋巴细胞 (Lymphocyte)、

单核细胞(Monocyte)。

血生化指标,采用试剂盒法测定一氧化氮(NO)、尿素氮(BUN)、葡萄糖(Glucose)、胆固醇(Cholesterol)、总蛋白(Total protein)、谷草转氨酶(GOT)、谷丙转氨酶(GPT)、胰岛素(INS)、IgA、IgM、IgG、低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)、极低密度脂蛋白(VLDL)。

#### 1.4 数据统计

所有数据用 Excel 整理,运用 SAS 软件(For Windows Version 8.0)对试验数据进行单因素 GLM 方差分析和 Duncan 多重比较。

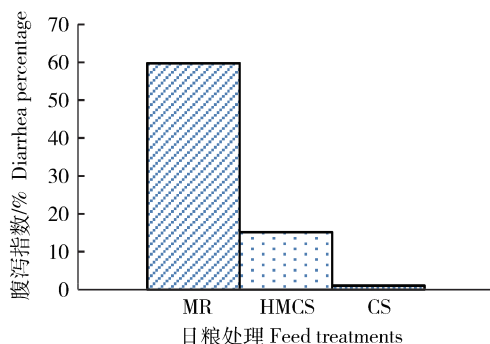
## 2 结果分析

### 2.1 对犊牛腹泻情况的影响

本试验前期犊牛均未发现腹泻现象,从 120 日龄后,腹泻情况逐渐严重,因此记录最后 30 d 各组腹泻情况,图 1 为蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛腹泻情况的影响,从图中可以看出 MR 组的腹泻情况最为严重,达到了 59.74%,其次为 HMCS 组,腹泻指数为 15.13%,最低为 CS 组,为 1.03%。说明蒸汽压片玉米和膨化大豆可以显著改善犊牛健康减少腹泻发生。

### 2.2 对犊牛血清抗氧化能力的影响

表 2 为蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛血清抗氧化能力的影响,可以看出蒸汽压片玉米及膨化大豆对荷斯坦公犊牛血液抗氧化能力有着较为显著的



MR 为代乳粉; HMCS 为第一组代乳粉量的一半加混合精料; CS 为混合精料,主要由蒸汽压片玉米及膨化大豆构成。下同。

MR, milk replacer; HMCS, half of the amount of MR in treatment 1 plus a mixture concentrate of steam-flaked corn and extruded soybeans; CS, mixture of steam-flaked corn and extruded soybeans. The same as below.

图 1 蒸汽压片玉米和膨化大豆对荷斯坦公犊牛腹泻指数的影响

Fig. 1 Effect of steam-flaked corn and extruded soybeans on diarrhea in veal calves

影响,除超氧化物歧化酶在 3 个处理间差异不显著( $P=0.345$ )外,过氧化物酶、谷胱氨肽过氧化物酶、总抗氧化能力均是 CS 组的活性最高。丙二醛的含量为 MR 组最高,其次为 HMCS 组,CS 组含量最低;MR 处理组犊牛血清的一氧化氮含量显著高于 CS 组( $P<0.05$ ),HMCS 组的含量处于二者之间;说明蒸汽压片玉米及膨化大豆混合精料对犊牛保持良好的抗氧化性能有着积极作用。

表 2 蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛血液抗氧化能力的影响

Table 2 Least squares means of blood antioxidant ability in the different groups

指标 Index	处理 Feeding treatment			SEM	P
	MR	HMCS	CS		
超氧化物歧化酶/(U/mL) SOD	87.91	80.85	85.88	3.655	0.345
过氧化氢酶/(U/mL) Catalase	2.16 ab	1.30 b	2.66 a	0.422	0.032
谷胱甘肽过氧化物酶/(U/mL) GSH-PX	88.11 b	104.71 b	192.36 a	28.710	0.028
总抗氧化能力/(U/mL) TAC	4.33	4.94	5.78	0.855	0.471
丙二醛/(nmol/mL) MDA	4.85 a	3.25 a	2.54 b	0.612	0.032
一氧化氮/( $\mu$ mol/L) NO	47.94 a	36.26 b	30.73 b	2.133	$<0.001$

注:同行小写字母不同,表示差异显著( $P<0.05$ )。下表同。

Note: Values with different lowercase letters within the same row represent significantly different at  $P<0.05$ . The same as below.

### 2.3 对犊牛血细胞指标的影响

由表 3 反映了蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛血细胞的影响,可以看出白细胞、嗜中性粒细胞、淋巴细胞及单核细胞在 3 个处理之间均不显著( $P>0.05$ ),但 CS 组犊牛的血细胞数、淋巴细胞

及单核细胞数在数值上均是 3 组中最高的,说明蒸汽压片玉米及膨化大豆组的犊牛有着较好的机体免疫抵抗力。MR 组红细胞数、血红蛋白含量均显著高于 CS 组( $P<0.05$ ),HMCS 组的含量居中。

表 3 蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛血细胞指标的影响

Table 3 Least squares means of blood hematological index in different treatments

指标 Index	处理 Feeding treatment			SEM	P
	MR	HMCS	CS		
白细胞/( $10^9$ /L) White blood cell	10.47	12.86	12.83	1.187	0.287
红细胞/( $10^{12}$ /L) Red blood cell	9.27 a	8.76 ab	8.22 b	0.232	0.016
血红蛋白/(g/L) Hemoglobin	132.50 a	125.25 a	115.12 b	3.153	0.003
嗜中性粒细胞/( $10^9$ /L) Neutrophilic granulocyte	0.92	0.62	0.73	0.087	0.831
淋巴细胞/( $10^9$ /L) Lymphocyte	7.31	7.69	8.77	0.931	0.526
单核细胞/( $10^9$ /L) Monocyte	1.16	1.31	1.71	0.205	0.177

### 2.4 对犊牛血液生化指标的影响

蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛血液生化指标的影响见表 4,可以看出 MR 处理组犊牛血清的总胆固醇含量显著高于 CS 组( $P<0.05$ ),HMCS 组的含量处于二者之间;而 CS 组犊牛血清的尿素氮、总蛋白及胰岛素含量显著高于 MR 组。CS 组的谷

草转氨酶活性、谷丙转氨酶的活性最高;CS 组的 IgM 质量浓度显著高于另外 2 组( $P<0.05$ ),而 IgA、IgG 的质量浓度在 3 个处理间差异不显著( $P>0.05$ )。低密度脂蛋白、极低密度脂蛋白及高密度脂蛋白的含量在 3 个处理间差异不显著( $P>0.05$ ),但 CS 组的数值均是最高。

表 4 蒸汽压片玉米及膨化大豆对犊牛血清生化指标的影响

Table 4 Least squares means of blood biochemical parameters in different treatments

指标 Index	处理 Feeding treatment			SEM	P
	MR	HMCS	CS		
葡萄糖/(mmol/L) Glucose	5.00	5.47	5.66	0.227	0.134
胰岛素/(mU/L) INS	6.49 c	7.46 ab	7.89 a	0.353	0.031
胆固醇/(mmol/L) Cholesterol	3.33 a	3.16 a	2.42 b	0.251	0.040
尿素氮/(mmol/L) BUN	1.55 b	2.23 a	2.62 a	0.187	0.002
总蛋白/(g/L) Total protein	48.63 b	61.03 a	61.42 a	2.517	0.001
谷草转氨酶/(卡门氏单位/mL) GOT	9.15 ab	7.99 b	10.99 a	0.912	0.025
谷丙转氨酶/(卡门氏单位/mL) GPT	4.12	4.62	4.67	0.336	0.455
IgA/( $\mu$ g/mL)	127.50	121.18	136.93	8.834	0.460
IgM/( $\mu$ g/mL)	172.06 b	175.89 b	193.21 a	5.092	0.018
IgG/( $\mu$ g/mL)	93.19	90.06	86.73	2.827	0.292
低密度脂蛋白/(mmol/L) LDL	0.668	0.732	0.774	0.050	0.340
高密度脂蛋白/(mmol/L) HDL	0.214	0.224	0.229	0.139	0.741
极低密度脂蛋白/(mmol/L) VLDL	0.417	0.405	0.442	0.026	0.594

## 3 讨论

### 3.1 对犊牛腹泻情况的影响

犊牛腹泻是鲜奶或代乳粉公犊牛育肥生产过程中最为严重的疾病之一<sup>[6]</sup>。影响犊牛腹泻的因素很多,如饲养管理方式、环境设施、营养合理性以及犊牛自身免疫力等因素,其中营养是关键因素之一。研究发现在代乳粉中添加一定比例的粗饲料<sup>[3]</sup>或者精饲料<sup>[7]</sup>能改善犊牛健康。相对于未处理玉米,蒸汽压片玉米具有良好的营养组分消化率,能提高奶牛、肉牛的生产性能,并改善机体健康<sup>[8]</sup>。同时膨化大豆因去除了胰蛋白酶抑制剂、凝集素等抗营养因子<sup>[9]</sup>,也能减少犊牛腹泻的发生<sup>[10]</sup>。本研究发现,蒸汽压片玉米和膨化大豆的混合精料组犊牛健康状况最好,腹泻率最低。HMCS组虽然也饲喂了蒸汽压片玉米和膨化大豆,腹泻发生率仍然较高,推测可能是由于犊牛生长后期,瘤胃发育逐步完善,犊牛采食代乳粉和混合精料后,在瘤胃内迅速发酵,引起发酵异常,机体处于亚健康状态,易产生腹泻。MR组只喂代乳粉,随着犊牛生长,推测可能食管沟反射逐步消失,大量代乳粉在瘤胃内就开始发酵,同样引起发酵异常,导致犊牛产生腹泻。

### 3.2 对犊牛血液抗氧化指标的影响

动物机体的生命过程中都有自由基的产生,在正常的生理状态下,机体本身对自由基的产生、利用以及清除都处于一个动态平衡的过程,如果动态平衡被打破,会引起动物机体的氧化应激,导致机体以及各种生命活动失去稳定性,产生一系列疾病。犊牛自身机体免疫力较低,易发生各种应激反应,导致机体产生过氧化反应。有研究表明,可以通过营养手段,改善动物机体的过氧化应激,包括调整日粮营养配方<sup>[11-13]</sup>,添加植物提取物<sup>[14-15]</sup>和维生素<sup>[16]</sup>等。本研究中发现CS组的总抗氧化能力、过氧化氢酶、谷胱甘肽过氧化物酶的活性高于其他2组。这几种酶是动物机体重要的抗氧化酶系,谷胱甘肽过氧化物酶作用的底物是谷胱甘肽和过氧化物,能够使过氧化物还原成无害的羟基化合物。过氧化氢酶可以将体内的过氧化氢分解生成水和氧,降低过氧化氢的危害。总抗氧化能力反应了机体抗氧化水平的状态,是机体抗氧化能力的标志<sup>[17]</sup>。MDA是自由基对不饱和脂肪酸引发的脂质过氧化作用的最终分解产物,自由基不仅能通过生物膜中多不饱和脂肪酸的过氧化引起细胞损伤,而且能通过脂质过氧化物

的分解产物MDA引起细胞损伤,血清MDA含量可反映机体脂质过氧化的程度,也间接地反映出细胞损伤的程度<sup>[17]</sup>。CS组犊牛这几种关键的抗氧化酶系含量均较高,所以CS组的MDA含量是最低的,说明CS组犊牛有着良好抗氧化体系。

NO是典型的气体小分子自由基,作为重要生物信使,广泛参与细胞间与细胞内的信息传递,是血管舒张的生理调节剂和神经递质;另外,NO还参与机体的抗感染、抗炎症、抗肿瘤等多种防御机制<sup>[18-19]</sup>,但若NO生成过多,则其将通过与机体内蛋白质、脂肪、核酸等生物分子相互作用损伤组织细胞,对机体产生毒性作用。本研究发现MR组NO含量最高,可能是自身抗氧化能力不足,无法及时清除多余的NO,导致了NO的积累,这种过高的血液NO浓度,可能会造成犊牛机体损伤。

### 3.3 对犊牛血细胞指标的影响

白细胞是动物机体对抗疾病的主要免疫细胞,白细胞的增加有利于动物免疫力的提高,增加动物机体免疫力和抗病力,其中中性粒细胞、单核细胞具有很强的细菌吞噬能力,本试验中虽然各组的免疫细胞差异不显著,但CS组的含量在数值上是最高的,说明饲喂蒸汽压片玉米及膨化大豆可以提高机体的免疫力,有利于动物保持健康。

红细胞主要功能是参与O<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>的运输,并对机体所产生的酸碱物质起到缓冲作用,红细胞的功能主要由血红蛋白来实现。有研究表明血液红细胞及血红蛋白数量与动物的生长速度呈正相关<sup>[20-22]</sup>。本试验中虽然MR组后期的红细胞及血红蛋白含量高于CS组,但MR组犊牛的生长速度并没有CS组高,推测可能由于各组机体的血液及血红蛋白含量均处于正常的生理范围,此指标并不是影响生长性能的关键因素。同时研究表明由于铁元素是合成血红蛋白的重要原料,而胴体肉色与铁元素相关,所以血液中血红蛋白的含量与胴体肉色呈正相关作用<sup>[23]</sup>。本研究也得到相似的结论,详细内容将在另外一篇研究论文中有阐述。

### 3.4 对犊牛血液生化指标的影响

反刍动物进食含氮日粮后,瘤胃微生物迅速分解含氮日粮成氨,一部分作为微生物氮来源,另外一部分吸收至体内,经肝脏代谢为尿素氮,这些尿素氮一部分经动物排泄掉,一部分重新进入消化道,供动物利用<sup>[24]</sup>。同时动物机体自身蛋白质降解也会产生尿素氮,所以血液中尿素氮可以较准确的反映动

物体内粗蛋白质的代谢情况和日粮氨基酸的平衡情况,虽然CS组的尿素氮含量最高,但处于正常值范围内,推测可能是由于犊牛后期采食大量的混合精料,CS组犊牛进食的蛋白质量要高于另外2组,使得血液内会有更多的尿素氮。

成年反刍动物不能从消化道获得足够葡萄糖,主要靠糖异生作用合成葡萄糖,而幼龄反刍动物可以像单胃动物一样从消化道获得葡萄糖,研究同时发现犊牛血液葡萄糖的含量易受到日粮淀粉或者可溶性碳水化合物含量的影响<sup>[25]</sup>。本研究中,虽然CS组犊牛每日进食的碳水化合物要高于MR组犊牛的进食量,但葡萄糖含量并没有显著高于MR组,推测可能是由于MR组犊牛虽然进食量低于CS组,但由于碳水化合物没有或者很少在瘤胃降解,可以直接通过肠道吸收葡萄糖,提高了碳水化合物的利用率。CS组犊牛因瘤胃发育较为完善,采食的碳水化合物在瘤胃被降解为挥发酸,最后经糖异生途径再合成葡萄糖,降低了利用率。

在正常的血清胆固醇含量范围内,进食是引起血清胆固醇水平变化的重要因素<sup>[26]</sup>,本研究中MR组犊牛血清胆固醇含量显著高于CS组,推测可能是代乳粉中油脂含量较高且较为易消化引起的,这种现象与Lee等<sup>[1]</sup>的结果相似。同时有研究表明添加苜蓿青干草可以降低肉牛血清胆固醇含量<sup>[27]</sup>,这种效果与其含有的黄酮类物质有关。而大豆中富含黄酮类物质,这些物质被动物机体吸收后,转运到肝脏,提高了胆固醇7 $\alpha$ 羟化酶的活性,使血液中的胆固醇向胆汁酸转化的速度加快,胆汁酸可以通过肠道排出体外,降低了体内胆固醇的含量<sup>[27]</sup>,这也可能是CS组犊牛血清胆固醇含量低的另一个因素。第三方面可能由于CS组的高密度脂蛋白含量高,而高密度脂蛋白能通过载脂蛋白把组织中胆固醇逆向运转至肝脏生成胆汁酸,最后通过肠道排出体外,降低了胆固醇的含量<sup>[28]</sup>。低密度脂蛋白和极低密度脂蛋白在血浆中都起到转运内源性胆固醇及胆固醇脂的作用,且极低密度脂蛋白可以转化为低密度脂蛋白,血液内胆固醇含量超过正常值时,这2种脂蛋白含量较高<sup>[29]</sup>,本研究中各组的血浆胆固醇含量处于正常值内,导致体内这2种脂蛋白含量差异不显著。

胰岛素是调节血糖的重要激素,能促进血糖的合成代谢,当血糖升高时,血液胰岛素浓度也会相应升高以降低血糖。胰岛素同时能够促进蛋白质的合

成代谢,提高动物生长性能<sup>[29]</sup>。谷草转氨酶与谷丙转氨酶是动物机体重要的氨基酸转移酶,在正常范围内,这2种酶对机体蛋白质代谢起到关键作用,能够促进蛋白质合成,减少蛋白质分解<sup>[30]</sup>。本研究也得到相似结论,CS组的胰岛素、谷草转氨酶与谷丙转氨酶含量最高,同时CS组犊牛的血浆总蛋白、后期生长速度均高于其他组。在3种免疫球蛋白中,CS组的IgM高于其他组,其余2个免疫球蛋白在3个处理间差异不明显,说明CS组犊牛有着较好免疫特性,这个可能与CS组犊牛各个器官发育较为完善有关。

## 4 小 结

蒸汽压片玉米及膨化大豆能够提高机体抗氧化能力和免疫水平,改善血清生化指标,促进血液蛋白质合成代谢,减少犊牛腹泻发生,改善犊牛健康状况。

## 参考文献 References

- [1] Lee H J, Khan M A, Lee W S, Yang S H, Kim S B, Ki K S, Kim H S, Ha J K, Choi Y J. Influence of equalizing the gross composition of milk replacer to that of whole milk on the performance of Holstein calves [J]. *Journal of Animal Science*, 2009, 87: 1129-1137
- [2] 王栋才, 张喜忠, 陈剑波, 李军, 杨效民, 靳光, 郭新荣. 西门塔尔太行类群牛血液生理生化指标的测定研究[J]. *草食家畜*, 2012 (3): 23-26  
Wang D C, Zhang X Z, Chen J B, Li J, Yang X M, Jin G, Guo X R. Blood physiological and biochemical indexes study on Taihang group Simmental [J]. *Grass Feeding Livestock*, 2012 (3): 23-26 (in Chinese)
- [3] Morisse J P, Huonnic D, Cotte J P, Martrenchar A. The effect of four fibrous feed supplementations on different welfare traits in veal calves [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2000, 84: 129-136
- [4] 刘萍, 孟庆翔, 解祥学, 李锡智, 赵金维, 崔振亮, 任丽萍. 蒸汽压片玉米及膨化大豆对奶公犊生长和屠宰性能的影响[J]. *中国农业大学学报* 2013, 18(2): 124-129  
Liu P, Meng Q X, Xie X X, Li X Z, Zhao J W, Cui Z L, Ren L P. Effects of steam-flaked corn and extruded soybean on the growth and slaughter performance of dairy bull calves [J]. *Journal of China Agricultural University*, 2013, 18(2): 124-129 (in Chinese)
- [5] 李瑞景. 蒸汽压片玉米对肉牛生长性能和肉品质的影响[D]. 保定: 河北农业大学, 2011

- Li J R. Effects of steam-flaked corn on growth performance and meat quality in beefcattle [D]. Baoding: Hebei Agricultural University, 2011 (in Chinese)
- [6] Timmerman H M, Mulder L, Everts H, van Espen D C, van der Wal E, Klaassen G, Rouwers S M G, Hartemink R, Rombouts F M, Beynen A C. Health and growth of veal calves fed milk replacers with or without probiotics [J]. *Journal of Dairy Science*, 2005, 88: 2154-2165
- [7] Prevedello P, Brscic M, Schiavon E, Cozzi G, Gottardo F. Effects of the provision of large amounts of solid feeds to veal calves on growth and slaughter performance and intravital and postmortem welfare indicators [J]. *Journal of Animal Science*, 2012, 90: 3538-3546
- [8] 辛杭书, 许曾曾, 张跃文, 孟庆翔. 蒸汽压片技术对玉米营养价值及奶牛饲用效果的影响 [J]. *中国畜牧杂志*, 2006, 42(10): 57-60
- Xin H S, Xu Z Z, Zhang Y W, Meng Q X. Effects of technology of steam-flake on corn nutritive value and feeding effect in dairy [J]. *Chinese Journal of Animal Science*, 2006, 42(10): 57-60 (in Chinese)
- [9] Nwabueze T U. Effect of process variables on trypsin inhibitor activity (TIA), phytic acid and tannin content of extruded African breadfruit-corn-soy mixtures: A response surface analysis [J]. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 2007, 40: 21-29
- [10] Zhang Y Q, Ch D, Meng Q X. Effect of a mixture of steam-flaked corn and soybeans on health growth, and selected blood metabolism of Holstein calves [J]. *Journal of Dairy Science*, 2010, 93: 2271-2279
- [11] 侯志高, 王振勇, 柴同杰, 贾玉东, 巩庆亮, 马健, 王允田. 不同精粗比日粮对奶牛机体氧化应激和瘤胃内环境稳定性的影响 [J]. *畜牧兽医学报*, 2008, 39(4): 455-459
- Hou Z G, Wang Z Y, Chai T J, Jia Y D, Gong Q L, Ma J, Wang Y T. Effects of forage to concentrate ratio on homeostasis of rumen and oxidative stress in cows [J]. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2008, 39(4): 455-459 (in Chinese)
- [12] Luciano G, Monahan F J, Vasta V, Pennisi P, Bella M, Priolo A. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate [J]. *Meat Science*, 2009, 82: 193-199
- [13] Högberg A, Pickova J, Babol J, Andersson K, Dutta P C. Muscle lipids, vitamins E and A, and lipid oxidation as affected by diet and RN genotype in female and castrated male Hampshire crossbreed pigs [J]. *Meat Science*, 2002, 60: 411-420
- [14] Pazos M, Gallardo J M, Torres J L, Medina I. Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle [J]. *Food Chemistry*, 2005, 92: 547-557
- [15] Bao H N D, Shinomiya Y, Ikeda H, Ohshima T. Preventing discoloration and lipid oxidation in dark muscle of yellowtail by feeding an extract prepared from mushroom (*Flammulina velutipes*) cultured medium [J]. *Aquaculture*, 2009, 295: 243-249
- [16] 邓磊. 代乳粉及维生素 E 对小白牛肉生产、肉品质的影响研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2006
- Deng L. Study on the growth performance and meat quality between milk-fed and special-fed veal [D]. Beijing: *China Agricultural University*, 2006 (in Chinese)
- [17] 刘汝祥, 侯明海, 李彦芹, 王玲玲, 宋杰, 仲跻峰, 李文立. 不同水平维生素 A 对荷斯坦种公牛血清指标的影响 [J]. *畜牧与兽医*, 2008, 40(10): 37-39
- Liu R X, Hou M H, Li Y Q, Wang L L, Song J, Zhong J F, Li W L. Effects of different levels of vitamin A on serum index in Holstein bulls [J]. *Animal Husbandry & Veterinary Medicine*, 2008, 40(10): 37-39 (in Chinese)
- [18] Moncada S, Higgs A. The L-arginine-nitric oxide pathway [J]. *The New England Journal of Medicine*, 1993, 329: 2002-2012
- [19] 郭小权, 黄克和, 曹华斌, 胡国良, 李浩棠, 张彩英. 高钙饲料对青年蛋鸡血清一氧化氮浓度和抗氧化功能的影响 [J]. *动物营养学报*, 2012, 4(5): 933-938
- Guo X Q, Huang K H, Cao H B, Hu G L, Li H T, Zhang C Y. High calcium diet affects serum nitric oxide concentration and antioxidant function of pullets [J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 4(5): 933-938 (in Chinese)
- [20] Klontz R E, Barnier V M H, Smulders F J M, Van Dijk A, Hoving-Bolink A H, Eikelenboom G. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics [J]. *Meat Science*, 1999, 53: 195-202
- [21] Andrighetto I, Gottardo F, Andreoli D, Cozzi G. Effect of type of housing on veal calf growth performance, behaviour and meat quality [J]. *Livestock Production Science*, 1999, 57: 137-145
- [22] Wilson L L, Egan C L, Drake T R. Blood, growth, veal calves in and other characteristics of special-fed private cooperator herds [J]. *Journal of Dairy Science*, 1994, 71: 2477-2485
- [23] Wilson L L, Egan C L, Henning W R, Mills E W. Effects of live animal performance and hemoglobin level on special-fed veal carcass characteristics [J]. *Meat Science*, 1995, 41(1): 89-96
- [24] Lapierre H, Lobley G E. Nitrogen recycling in the ruminant: A review [J]. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84(S): E223-E236
- [25] Martin L M, Wood K M, McEwen P L, Smith T K, Mandell I B, Yannikouris A, Swanson K C. Effects of feeding corn naturally contaminated with *Fusarium mycotoxins* and/or a modified yeast cell wall extract on the performance, immunity and carcass characteristics of grain-fed veal calves [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2010, 159: 27-34
- [26] 赵连成, 周北凡, 李莹, 张红叶, 武阳丰. 人群血清胆固醇水平与膳食营养的关系 [J]. *中国慢性病预防与控制*, 1996, 4(5): 195-199



- Zhao L C, Zhou B F, Li Y, Zhang H Y, Wu Y F. Association of serum total cholesterol to dietary factors among populationsamples [J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Non-communicable Diseases*, 1996, 4(5): 195-199 (in Chinese)
- [27] 王成章, 李晓东, 史莹华, 李振田. 苜蓿青干草对肉牛胆固醇代谢和肉品质的影响[C]//第三届中国苜蓿发展大会论文集, 北京: 中国草学会, 中国畜牧业协会, 2009: 538-546
- Wang C Z, Li X D, Shi Y H, Li Z T. Effects of alfalfa hay on cholesterol and meat quality in beef[C]. In: Proceedings of the Third China Alfalfa Development Conference. Beijing: China Grass Association, China Animal Husbandry Association, 2009: 538-546 (in Chinese)
- [28] 董继斌, 吴满平. 高密度脂蛋白(HDL)抗动脉粥样硬化研究进展[J]. *复旦学报: 医学版*, 2012, 39(4): 414-417
- Dong J B, Wu M P. Research advances in anti-atherosclerosis of high-density lipoprotein[J]. *Fudan University Journal of Medical Science*, 2012, 39(4): 414-417 (in Chinese)
- [29] 戴辉, 任丽萍, 孟庆翔. 玉米蒸汽压片和活性酵母添加对奶牛产奶性能及血液指标的影响[J]. *中国农业大学学报*, 2010, 15(1): 50-54
- Dai H, Ren L P, Meng Q X. Effects of corn steam-flaking and supplemental live yeast on lactating performance and blood parameters in dairy cows[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2010, 15(1): 50-54 (in Chinese)
- [30] 信富钰, 侯明海, 李文立, 李彦芹, 王玲玲, 宋杰, 仲跻峰. 不同锌水平对荷斯坦种公牛血液理化指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2007, 19(5): 627-630
- Xin F Y, Hou M H, Li W L, Li Y Q, Wang L L, Song J, Zhong Q F. Effect of different levels of Zinc on blood physiological and biochemical parameters in stud Holstein bulls[J]. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2007, 19(5): 627-630 (in Chinese)

责任编辑: 苏燕