

## 不同添加水平半胱胺对奶牛泌乳性能和血清生化指标的影响

杨宏波 刘红 余同水 陈志远 朱隆基 陈银岳 赵国琦\*

(扬州大学 动物科学与技术学院,江苏 扬州 225009)

**摘要** 为研究不同添加水平半胱胺盐酸盐(Cysteamine hydrochloride, CSH)对中国荷斯坦奶牛泌乳性能和血液生化指标的影响,选用40头产奶量、泌乳日龄和胎次相近的奶牛,随机分为5组,每组8头,每组日粮中CSH添加量分别为:0(对照组)、15、30、75和150 g/头。预试期2周,正试期8周。结果表明:9~10周时150 g处理组的干物质采食量显著低于15~75 g处理组;5~8周15 g处理组产奶量显著高于其他各处理组( $P<0.05$ ),9~10周75和150 g处理组产奶量显著低于0~30 g处理组;5~10周15 g处理组4%标准乳产量显著高于75~150 g处理组( $P<0.05$ );5~8周150 g处理组及9~10周75和150 g处理组饲料转化率最低,且显著低于0~30 g处理组( $P<0.05$ )。1~4周时75 g处理组乳脂率及乳总固形物显著高于对照组( $P<0.05$ );3~4周时各试验组乳尿素氮浓度与对照组相比显著降低( $P<0.05$ )。1~2周75 g处理组白蛋白浓度显著低于其他各处理组( $P<0.05$ ),3~4周30 g处理组白蛋白浓度最高,且显著高于其他各处理组( $P<0.05$ );9~10周时75~150 g处理组尿素氮浓度较高,且75 g处理组显著高于对照组( $P<0.05$ )。综上所述,在中国荷斯坦奶牛日粮中CSH的适宜添加量以每天每头15~30 g为宜。

**关键词** 奶牛;半胱胺盐酸盐;泌乳性能;血清生化指标

中图分类号 S 823.9<sup>+</sup>1; S 816.73

文章编号 1007-4333(2015)05-0201-08

文献标志码 A

## Effects of different cysteamine hydrochloride supplement on milk production and serum biochemical indicators of lactating dairy cows

YANG Hong-bo, LIU Hong, YU Tong-shui, CHEN Zhi-yuan,

ZHU Long-ji, CHEN Yin-yue, ZHAO Guo-qi\*

(College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

**Abstract** The objective of this study was to study the effects of different cysteamine hydrochloride supplementation on milk production and serum biochemical indices of lactating Holstein dairy cows. Forty healthy Holstein lactating cows, which are similar in milk yield, days in lactation and parity, were randomly separated into 5 groups containing with 8 cows in each group. Cysteamine hydrochloride was added to the basal Total mixed ration at doses of 0 (Control), 15, 30, 75 and 150 g/d. The experiment was conducted for 10 weeks period, including 2 weeks for adaptation and 8 weeks for data collection. The results showed that: The Dry matter intake of 150 g/d treatment was significantly lower than 15-75 g/d treatments ( $P<0.05$ ) in 9-10<sup>th</sup> week. The milk yield of 15 g/d treatment was significantly higher than the other treatments in 5-6<sup>th</sup> week ( $P<0.05$ ), and the milk yield of 75-150 g/d treatments were lower than 0-30 g/d treatment in 9-10<sup>th</sup> week ( $P<0.05$ ). The 4% Fat corrected milk of 15 g/d group was significantly greater than 75-150 g/d treatments in 5-10<sup>th</sup> week ( $P<0.05$ ). The feed efficiency of 150 g/d treatment in 5-8<sup>th</sup> week and 75-

收稿日期: 2014-12-30

基金项目: 农业部畜牧业质量安全监管项目

第一作者: 杨宏波, 硕士研究生, E-mail: yanghongbo333@outlook.com

通讯作者: 赵国琦, 教授, 博士生导师, 主要从事微生态营养与分子营养研究, E-mail: jszhaoguoqi@sohu.com

150 g/d treatments in 9–10<sup>th</sup> week were lower than 0–30 g/d treatments ( $P<0.05$ ). Milk fat and milk total solids percentage of 75 g/d group were higher than control in 1–4<sup>th</sup> week ( $P<0.05$ ). Milk urea nitrogen concentration of 15–150 g/d treatments were lower than control in 3–4<sup>th</sup> week ( $P<0.05$ ). Serum albumin concentration of 75 g/d was significantly lower than the other treatments in 1–2<sup>th</sup> week ( $P<0.05$ ), and it of 30 g/d group was the highest in 3–4<sup>th</sup> week of 30 g/d treatment group ( $P<0.05$ ). Blood urea nitrogen concentration of 75 g/d treatment was higher than control in 9–10<sup>th</sup> week ( $P<0.05$ ). In conclusion, the appropriate dosage of adding CSH into Chinese Holstein dairy cows feed is 15–30 g per day.

**Key words** cows; cysteamine hydrochloride; lactation performance; serum biochemical indicators

提高奶牛的产奶量是提高养殖业生产效益的重要措施。研究表明,饲喂脂肪酸、谷物日粮或微量矿物元素可提高奶牛中后期奶产量<sup>[1]</sup>,但是,长期使用脂肪酸导致采食量降低;饲喂高谷物日粮会引起瘤胃酸化、乳脂下降、蹄病等<sup>[2]</sup>;并且微量元素滥用导致的环境危害也在不断日益加重<sup>[3]</sup>。因此,在提高奶牛生产性能的同时兼顾奶牛健康是亟需解决的问题。

半胱胺(Cysteamine,CS)是构成辅酶A分子的有效成分,同时也是动物机体内的生理活性物质<sup>[4]</sup>。CS是动物体内的生理调节剂<sup>[5-6]</sup>,它主要作用机体的内分泌、免疫和消化系统而引起生理调节作用。有报道称,通过生长轴来改善泌乳奶牛的产奶性能是一个高效的方法<sup>[7]</sup>。有研究表明,CS可以降低生长抑素对内分泌系统、特别是对生长激素、胰岛素样生长因子(IGF-I)的抑制作用<sup>[8]</sup>,而GH是调节体内营养物质分配和乳腺活动的主要激素<sup>[9-10]</sup>,从而添加CS通过调控机体内分泌系统和营养物质代谢,最终能有效提高动物的生产性能。市场上CS产品主要为包被颗粒的CSH,因此,本试验通过研究不同半胱胺盐酸盐(Cysteamine hydrochloride,CSH)添加水平对泌乳奶产奶性能、奶中乳成分以及血液生化指标的影响,找出CSH在泌乳奶牛饲料中的安全限量,旨在为在泌乳奶牛上安全应用及农业部制定相关规则提供科学的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验所用半胱胺盐酸盐购自上海华扩达生化科技有限公司,主要用环状糊精进行包被,其中半胱胺的含量为30%。该产品添加方便,无需注射,对动物及其产品安全无害。

### 1.2 试验设计

选择40头胎次为(1.33±0.56)、泌乳天数为(155±26)d、试验前5d平均日产奶量为(30.44±

4.42)kg的健康荷斯坦奶牛,采用完全随机区组设计,分为5组,每组8头。根据文献<sup>[11]</sup>,分别在饲粮中添加0(对照组)、15、30、75和150g的CSH,每日分3次饲喂(07:30、14:30和20:30)。试验于2013年6月—2013年8月在扬州大学实验农牧场进行,预试期2周,正试期8周。

### 1.3 饲养管理

基础饲粮参照文献<sup>[12]</sup>配制,其具体组成及营养成分见表1。饲粮每天配制,以TMR形式饲喂。所有试验牛集中于同一牛舍中,舍饲分栏拴系饲养,设饮水槽和舍外运动场。每天挤奶3次(08:00、15:00和21:00),自由饮水,并保持牛舍卫生。

### 1.4 指标测定与检测方法

#### 1.4.1 采食量

每日记录每头奶牛喂料量与剩料量,并且每周采集一次喂料及剩料,测定日粮中干物质含量,计算平均日采食量。营养物质含量按照实验室常规方法分析<sup>[13]</sup>。

#### 1.4.2 产奶量及乳成分

每天记录每头奶牛产奶量,计算平均日产奶量。预饲期后每隔两周连续2d按照早(08:00):中(15:00):晚(21:00)=4:3:3的比例共采集乳样100mL,然后按每天每头牛乳样混合加入到预先装有防腐剂的奶样管中摇匀。样品立即送到上海光明DHI测试中心测定乳常规指标,包括乳糖率、乳脂率、乳蛋白率、乳总固形物和乳尿素氮。

#### 1.4.3 血液样品采集与分析

正试期开始后的第2、4、6、8和10周于晨饲后3h利用真空采血管进行尾根静脉采血,采集量为5mL,不加抗凝剂。静置30min后于3500r/min离心15min,制备血清样品,置于-80℃冰箱保存。用全自动生化分析仪测定血清中总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLOB)、尿素氮(UN)和肌酐(CRE)等浓度。

表 1 基础饲粮组成和营养成分(干物质基础)

Table 1 Composition and nutrients in the basal diet (dry matter basis)

w/%

项目 Item	含量 Content	项目 Item	含量 Content
原料 Ingredients		小苏打 Sodium bicarbonate	0.33
玉米 Corn	15.83	酵母培养物 Yeast culture	0.11
玉米压片 Flaked corn	5.72	预混料 Premix <sup>①</sup>	0.18
豆粕 Soybean meal	3.52	苜蓿 Alfalfa	4.00
棉籽粕 Cottonseed meal	2.86	玉米青贮 Corn silage	43.00
玉米胚芽粕 Corn germ meal	2.50	合计 Total	100.00
甜菜粕 Beet pulp	4.00	营养水平 Nutrient levels	
干酒糟及其可溶物 DDGS	5.68	粗蛋白 CP16.66	
啤酒糟 Brewer grains	2.46	中性洗涤纤维 NDF34.23	
大豆皮 Soybean hull	5.80	酸性洗涤纤维 ADF15.59	
棉籽 Cottonseed	3.00	钙 Ca0.81	
碳酸钙 CaCO <sub>3</sub>	0.35	磷 P0.40	
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.44	泌乳净能/(MJ/kg) <sup>②</sup> NE <sub>L</sub>	6.91
食盐 NaCl	0.22		

注：①预混料为每千克饲粮含 Premix provided the following per kilogram of the diet: VA 3 000 IU, VD<sub>3</sub> 1 400 IU, VE 30 IU, Fe 100 mg, Cu 10 mg, Zn 35 mg, Mn 20 mg, I 0.3 mg, Se 0.1 mg, Co 0.08 mg。②泌乳净能为计算值,其余为实测值。

Note: ①Pre-mixed feed per kilogram contains: VA 3 000 IU, VD<sub>3</sub> 1 400 IU, VE 30 IU, Fe 100 mg, Cu 10 mg, Zn 35 mg, Mn 20 mg, I 0.3 mg, Se 0.1 mg, Co 0.08 mg; ②NE<sub>L</sub> was a calculated value, while the others were measured values.

### 1.5 数据处理与统计分析

试验数据采用 SPSS 软件进行统计分析,差异显著者采用 Duncan 氏法进行多重比较,以  $P < 0.05$  作为差异显著的判断标准,试验结果以平均值 ± 标准误表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 CSH 对奶牛产奶性能的影响

由表 2 可知,1~8 周时各处理组间干物质采食量无显著差异 ( $P > 0.05$ ),但随着试验的进行,9~10 周时 150 g 处理组的干物质采食量显著低于 15~75 g 处理组。前 4 周各处理组产奶量差异不显著 ( $P > 0.05$ ),5~8 周 15 g 处理组产奶量最高,且均显著高于其他各处理组 ( $P < 0.05$ ),9~10 周 75 和 150 g 处理组产奶量最低,且显著低于 0~30 g 处理组。前 4 周各处理组 4% 标准乳产量差异不显著 ( $P > 0.05$ ),5~10 周 15 g 处理组 4% 标准乳产量最

高,且显著高于 75 和 150 g 处理组 ( $P < 0.05$ )。前 4 周各处理组饲料转化率差异不显著 ( $P > 0.05$ ),5~8 周 150 g 处理组饲料转化率最低,且显著低于其他各处理组 ( $P < 0.05$ ),9~10 周 75 和 150 g 处理组饲料转化率最低,且显著低于 0~30 g 处理组 ( $P < 0.05$ )。

### 2.2 CSH 对奶牛乳成分的影响

由表 3 可知,1~4 周时对照组乳脂率最低,且显著低于 75 g 处理组 ( $P < 0.05$ )。5~10 周各处理组间乳脂率差异不显著 ( $P > 0.05$ )。此外,整个试验期各处理组间乳蛋白率和乳糖率均无显著差异 ( $P > 0.05$ )。1~4 周时 75 g 处理组乳总固形物最高,且显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ),6~10 周各处理组间乳总固形物差异不显著 ( $P > 0.05$ )。3~4 周时各试验组乳尿素氮浓度与对照组相比显著降低 ( $P < 0.05$ ),1~2 周和 5~10 周各处理组间乳尿素氮浓度差异不显著 ( $P > 0.05$ )。

表2 不同半胱胺盐酸盐添加水平对奶牛生产性能的影响

Table 2 Effects of different CSH supplement on production performance of dairy cows

项目 Items	时间/周 Time	半胱胺盐酸盐添加量/(g/d) CSH supplementation levels				
		0	15	30	75	150
干物质采食量/(kg/d)	2	12.74±0.66	12.45±0.53	12.44±0.13	12.21±0.35	12.07±0.34
DMI	4	12.80±0.82	12.60±0.65	12.85±0.76	12.10±0.82	12.51±0.78
	6	13.39±1.09	12.91±1.15	12.69±0.95	12.47±0.42	12.61±0.98
	8	12.72±0.31	12.85±0.43	12.39±0.36	12.48±0.69	11.95±0.54
	10	12.44±0.29 ab	13.19±0.30 a	13.03±0.43 a	13.04±0.24 a	11.45±0.53 b
	产奶量/(kg/d)	2	25.58±1.01	24.54±1.39	24.91±1.20	23.43±1.17
Milk yield	4	22.31±0.76	22.11±0.66	22.16±1.04	21.49±0.75	21.18±0.65
	6	20.91±0.40 bc	24.08±0.83 a	21.98±0.51 b	20.91±0.91 bc	19.66±0.58 c
	8	19.05±0.82 bc	22.88±0.87 a	20.25±0.85 b	19.04±0.85 bc	16.70±0.43 c
	10	21.60±0.60 a	22.64±0.88 a	22.01±0.66 a	19.20±0.84 b	18.08±0.62 b
	4%标准乳产量/(kg/d)	2	24.01±1.00	25.28±1.28	24.22±1.04	24.24±1.73
4% FCM yield <sup>①</sup>	4	19.70±0.92	20.64±1.13	19.86±0.86	21.08±1.32	18.93±1.06
	6	20.35±0.96 ab	22.37±1.10 a	21.03±0.95 ab	21.02±1.19 ab	18.48±0.67 b
	8	19.42±0.91 ab	22.07±0.93 a	19.66±1.51 ab	18.72±0.97 b	15.51±0.71 c
	10	21.35±1.31 ab	23.93±1.02 a	21.45±0.67 ab	18.87±1.07 bc	17.69±0.80 c
	饲料转化率/%	2	1.59±0.04	1.70±0.04	1.64±0.04	1.61±0.05
Feed efficiency	4	1.66±0.16	1.73±0.18	1.55±0.04	1.71±0.09	1.63±0.13
	6	1.61±0.10 a	1.71±0.07 a	1.60±0.09 a	1.59±0.07 a	1.34±0.03 b
	8	1.56±0.05 c	1.80±0.07 ab	1.95±0.09 a	1.61±0.06 bc	1.28±0.08 d
	10	1.72±0.06 a	1.72±0.06 a	1.79±0.09 a	1.40±0.04 b	1.33±0.05 b

注:同行数据相同小写字母表示差异不显著( $P>0.05$ ),不同字母表示差异显著( $P<0.05$ ),下表同。① $FCM = 0.4M + 15F$ ,式中:FCM为乳脂校正乳的重量; $M$ 为非标准乳的重量; $F$ 为非标准乳的含脂量。

Note: Within a column, the same lowercase letters represent no significant difference among all treatments ( $P>0.05$ ), while different letters represent significant difference ( $P<0.05$ ). The same as in the following tables. ①  $FCM = 0.4M + 15F$ , where FCM is fat-corrected milk,  $M$  is non-standard milk, and  $F$  is fat content of non-standard milk.

表3 不同半胱胺盐酸盐添加水平对奶牛乳成分的影响

Table 3 Effects of different CSH supplement on milk compositions of dairy cows

项目 Items	时间/周 Time	半胱胺盐酸盐添加量/(g/d) CSH supplementation levels				
		0	15	30	75	150
乳脂率/%	2	3.60±0.15 b	4.17±0.13 a	3.83±0.08 ab	4.23±0.16 a	3.90±0.22 ab
Milk fat Percentage	4	3.26±0.15 b	3.31±0.11 b	3.32±0.07 b	3.85±0.19 a	3.29±0.09 b
	6	3.54±0.13	3.54±0.16	3.73±0.13	3.88±0.20	3.60±0.13
	8	3.80±0.22	3.78±0.14	3.61±0.09	3.88±0.10	3.54±0.17
	10	3.92±0.11	3.98±0.14	3.86±0.17	3.94±0.16	3.79±0.30

表 3(续)

项目 Items	时间/周 Time	半胱胺盐酸盐添加量/(g/d) CSH supplementation levels				
		0	15	30	75	150
乳蛋白率/% Milk protein percentage	2	3.00±0.06	2.97±0.09	2.95±0.06	2.98±0.10	2.94±0.07
	4	3.14±0.05	2.98±0.11	2.97±0.03	3.00±0.08	2.97±0.04
	6	2.97±0.06	2.97±0.10	2.93±0.04	3.01±0.10	3.01±0.06
	8	3.24±0.08	3.20±0.10	3.09±0.06	3.22±0.11	3.18±0.07
	10	3.20±0.10	3.25±0.13	3.14±0.06	3.40±0.15	3.29±0.08
乳糖率/% Lactose percentage	2	5.00±0.05	5.02±0.06	5.00±0.06	5.02±0.04	5.04±0.07
	4	4.75±0.19	4.97±0.08	4.93±0.07	4.89±0.08	4.97±0.09
	6	4.89±0.07	5.01±0.09	4.96±0.09	4.91±0.09	4.95±0.08
	8	4.87±0.05	4.97±0.09	4.99±0.11	4.81±0.08	4.94±0.10
	10	4.90±0.07	4.96±0.10	4.99±0.08	4.81±0.10	4.84±0.07
乳总固形物/% Milk total solids percentage	2	12.29±0.21 b	12.89±0.20 ab	12.64±0.17 ab	13.09±0.25 a	12.59±0.25 ab
	4	11.79±0.20 b	11.91±0.21 b	11.96±0.08 b	12.51±0.11 a	11.89±0.11 b
	6	12.71±0.27	12.84±0.32	12.97±0.24	13.39±0.40	12.89±0.24
	8	13.44±0.35	13.50±0.23	13.20±0.13	13.52±0.20	13.10±0.23
	10	13.38±0.22	13.73±0.37	13.47±0.28	13.74±0.23	13.36±0.47
乳尿素氮质量 浓度/(mg/dL) Milk urea nitrogen concentration	2	18.69±0.64	17.94±0.57	16.88±0.87	17.69±0.55	17.63±0.68
	4	20.28±0.93 a	15.75±0.85 b	15.79±0.79 b	15.29±0.82 b	15.85±0.83 b
	6	15.66±0.46	15.60±0.69	16.04±0.68	16.58±0.87	16.05±0.95
	8	14.58±0.43	14.90±0.59	15.04±0.65	16.24±0.77	14.40±0.86
	10	15.80±0.34	16.85±0.58	17.04±0.89	16.35±0.74	15.35±0.69

2.3 CSH 对奶牛血清生化指标的影响

由表 4 可知,3~4 周时 150 g 处理组总蛋白浓度最低,且显著低于 30 g 组( $P < 0.05$ ),1~2 周和 5~10 周时各处理组间均无显著差异( $P > 0.05$ )。1~2 周 75 g 处理组白蛋白浓度最低,且显著低于其他各处理组( $P < 0.05$ ),3~4 周 30 g 处理组白蛋白浓度最高,且显著高于其他各处理组( $P < 0.05$ ),5~10 周各处理组间白蛋白浓度均无显著差异( $P >$

0.05)。9~10 周时 75~150 g 处理组尿素氮浓度较高,且 75 g 处理组显著高于对照组( $P < 0.05$ )。此外,在整个试验期各处理组间白球比和球蛋白水平均无显著差异( $P > 0.05$ )。1~2 周和 9~10 周时 150 g 处理组肌酐浓度最高,且显著高于 30 g 处理组( $P < 0.05$ ),4~8 周各处理组间肌酐浓度无显著差异( $P > 0.05$ )。

表4 不同半胱胺盐酸盐添加水平对奶牛血清生化指标的影响

Table 4 Effects of different CSH supplement on serum biochemical indicators of dairy cows

项目 Items	时间/周 Time	半胱胺盐酸盐添加水平/(g/d) CSH supplement levels				
		0	15	30	75	150
总蛋白/(g/L)	2	77.70±3.13	79.83±3.32	79.97±0.15	80.43±3.83	81.33±4.31
TP	4	71.43±3.09 ab	74.67±4.87 ab	81.30±2.37 a	74.03±2.34 ab	68.97±3.82 b
	6	74.03±3.25	76.10±2.26	71.23±2.04	73.33±1.03	72.83±1.56
	8	77.83±2.75	76.43±1.12	76.23±1.50	74.90±1.39	77.10±0.76
	10	73.83±3.14	73.10±4.14	74.40±2.56	74.03±2.70	67.40±0.50
	白蛋白/(g/L)	2	27.17±0.98 ab	28.40±0.53 a	29.43±0.98 a	25.23±0.71 b
ALB	4	26.03±0.23 b	25.77±1.34 b	29.27±0.32 a	26.30±1.05 b	26.25±0.25 b
	6	27.50±0.26	25.93±0.85	26.90±1.03	28.50±0.65	26.67±1.31
	8	35.73±0.85	36.67±0.97	36.23±1.90	37.50±1.40	35.93±1.31
	10	36.47±1.74	36.17±1.90	35.03±1.11	37.17±0.88	36.13±0.58
	球蛋白/(g/L)	2	50.53±4.11	51.43±3.84	50.53±1.12	55.20±3.42
GLOB	4	45.40±3.22	48.90±5.67	52.03±2.08	47.73±3.26	44.65±5.45
	6	46.53±3.15	50.17±3.10	44.33±1.11	44.83±0.71	46.17±2.87
	8	42.10±3.48	39.77±1.57	40.00±3.38	37.40±1.31	41.17±1.97
	10	37.37±4.65	36.93±6.04	39.37±3.63	36.87±2.34	31.27±1.01
	白蛋白/球蛋白	2	0.55±0.06	0.56±0.05	0.59±0.03	0.46±0.03
A/G	4	0.58±0.04	0.55±0.09	0.57±0.02	0.56±0.06	0.60±0.07
	6	0.60±0.04	0.52±0.05	0.61±0.01	0.64±0.01	0.59±0.06
	8	0.86±0.09	0.93±0.05	0.93±0.12	1.01±0.06	0.88±0.07
	10	1.02±0.17	1.05±0.21	0.91±0.12	1.02±0.07	1.16±0.06
	尿素氮/(mmol/L)	2	6.53±0.35	6.67±0.24	6.40±0.40	6.20±0.46
BUN	4	5.47±0.43	4.70±0.57	5.37±0.63	6.47±0.15	5.80±0.69
	6	4.77±0.41	5.65±0.36	4.68±0.26	5.66±0.45	5.77±0.26
	8	5.73±0.54	5.23±0.45	5.20±0.61	6.37±0.30	6.40±0.42
	10	4.97±0.44 bc	4.60±0.53 c	4.77±0.46 bc	6.43±0.20 a	6.00±0.31 ab
	肌酐/(mmol/L)	2	67.00±1.73 ab	67.00±6.43 ab	58.00±5.29 b	68.33±3.18 ab
CREA	4	68.67±2.85	62.00±0.85	68.00±6.86	71.33±4.91	76.33±2.19
	6	69.76±8.95	67.95±4.61	66.05±8.07	78.63±1.88	74.46±9.97
	8	67.33±3.48	66.67±2.03	66.33±4.41	70.00±4.04	72.33±1.76
	10	70.33±4.67 ab	77.67±5.36 ab	62.33±7.22 b	73.67±2.67 ab	82.33±3.84 a

### 3 讨论

#### 3.1 CSH对奶牛产奶性能的影响

有研究发现,在日粮中添加CSH可有效提高动物的生产性能。杨佳栋等<sup>[14]</sup>研究表明,给育肥公牛每天饲喂5g的CS,不仅没有降低采食量而且能显著提高日增重。Liu等<sup>[15]</sup>研究认为,给育肥猪日粮中添加70mg/d的CSH,平均日增重和采食量分

别比对照组提高了19.5%和15.4%。Dunshea<sup>[16]</sup>也发现,给育肥猪饲喂0.7g/kg的CSH,能显著提高胴体重和日增重。CS可显著提高产奶量,并改善乳品质。王艳玲等<sup>[17]</sup>采用自身对照试验设计,研究发现半胱胺试验组奶牛日产奶量比对照期提高7.6%。刘德义等<sup>[18]</sup>报道添加CS的奶牛产奶量显著提高,乳脂率无显著变化。崔立等<sup>[19]</sup>在奶牛日粮中添加不同水平的CS,结果提高了产奶量、标准乳日

产奶量和乳蛋白合成量,但乳蛋白浓度稍有降低,而乳脂率没有显著变化。夏中生等<sup>[20]</sup>研究发现,CS提高泌乳水牛的产奶量,但乳蛋白率和乳脂率稍有降低。沈赞明等<sup>[21]</sup>研究CSH对泌乳20~42周奶牛产奶性能的影响,结果表明:CSH可提高泌乳中后期高产奶牛泌乳量,改善乳品质。Shen等<sup>[22]</sup>研究了在高温条件下CS对高产奶牛产奶量及血清激素水平的影响,结果发现:与对照组相比,CS处理组奶牛的常乳、标准乳、饲料转化率及乳脂率均显著提高,乳蛋白量倾向增加,体细胞数趋于降低。夏伦志等<sup>[23]</sup>在研究半胱胺补饲模式对奶牛生产性能影响的试验中,分别在两组奶牛精料中每日添加20 g/头与隔日添加40 g/头CS添加剂,结果表明:隔日添加等量的半胱胺较每日添加可提高奶牛产奶量和乳蛋白含量。

本研究表明,奶牛日粮中CSH添加量为15~30 g时,5~10周时奶牛有较高的干物质采食量、产奶量、4%标准乳产量和饲料转化率。然而当在日粮中添加150 g/d CSH时,5~10周时奶牛的采食量、产奶量、4%标准乳产量及饲料转化率均下降。分析高剂量CSH导致奶牛生产性能下降的原因,可能是因为CSH带有特殊的气味以及对奶牛的适口性差等,随着试验的进行而影响采食量,导致产奶量下降。

### 3.2 CSH对奶牛乳成分的影响

本研究中,CSH对奶牛乳中的乳蛋白和乳糖率无显著影响,但前4周各处理组的乳脂率和乳总固形物比对照组略有提高,且75 g处理组的乳脂率和乳总固形物均显著高于对照组。Wang等<sup>[24]</sup>指出,奶牛4%FCM与乳蛋白产量可能与日粮中小肠可吸收蛋白及可吸收微生物蛋白有关。张荣飞等<sup>[25]</sup>研究表明,高温季节给泌乳奶牛添加30 g/d CSH,对乳蛋白率无显著影响,但使产奶量提高17.1%,乳脂率提高12.6%,与对照组差异显著。本试验添加30 g CSH对乳品质并没有显著影响,可能是由于日粮、环境和动物等综合因素造成的结果。

乳中尿素氮能反映奶牛营养状况和生产性能。本试验结果表明,在3~4周时各试验组乳尿素氮浓度与对照组相比都有显著的降低,这可能是CSH通过调节相关激素的分泌,在GH、IGF等生长因子参与下,导致机体内营养物质重新分配利用,提高了物质和能量代谢以及蛋白质的合成,同时促进了氮素的沉积,进而引起乳中尿素氮浓度下降。而后期乳尿素氮浓度与对照组相比无显著变化,这从侧面

说明,可能随着试验的进行奶牛对CSH的敏感性降低,而导致CSH对分泌调节乳尿素氮浓度的相关激素作用的减弱。

### 3.3 CSH对奶牛血清生化指标的影响

日粮的营养水平及生长发育阶段等因素都会影响动物机体的血液生化指标,血液生化指标不仅能反映机体内营养物质的沉积状况,同时也能反映某些组织的器官机能变化和物质代谢情况<sup>[26]</sup>。由白蛋白和球蛋白组成的总蛋白是血清中含量最多的一类固体物质,并且同时具有维持血管内胶体正常渗透压、酸碱度以及运输多种代谢物的功能<sup>[27]</sup>。机体血清白蛋白水平能反映动物蛋白质合成代谢的情况,并且高浓度的血清总蛋白能促进动物生长和提高饲料转化率<sup>[28-29]</sup>。本研究发现,奶牛日粮中添加不同水平的CSH对血清中总蛋白和白蛋白含量无显著影响,说明CSH对奶牛机体蛋白质合成代谢影响不大。血清球蛋白主要由单核巨噬细胞产生,其水平在一定程度上能反映动物的生理状况和免疫水平。白球比不仅能反映脾脏的功能状况,而且能作为衡量机体免疫机能的一项指标。白球比值减小,反映了机体特异性免疫应答水平的增强,提高了抗病能力<sup>[30]</sup>。此外,有研究认为<sup>[31]</sup>,给小鼠注射高剂量的CS能导致其消化道的溃疡,不同研究结果的差异可能是不同物种对半胱胺耐受性程度的高低而引起的。本研究结果表明,日粮中添加不同水平的CSH对奶牛血清白球比和球蛋白水平无显著影响,这说明CSH对奶牛机体的免疫力不会造成不良影响。血清中肌酐水平是衡量肾脏功能的重要指标<sup>[32-34]</sup>,当肾脏机能受损时而阻碍了肌酐的正常排泄,导致血清中肌酐含量升高。与对照组相比,在9~10周时150 g处理组的血清肌酐水平较高,且显著高于30 g处理组,这说明随着试验的进行,持续采食高剂量的CSH会对奶牛的肾脏功能产生不利的影响,因此,奶牛日粮中CSH的添加量不宜超过75 g/d。

## 4 结论

在泌乳奶牛日粮中添加半胱胺盐酸盐能改善泌乳性能和血液生化指标,其中奶牛饲料中半胱胺盐酸盐的安全添加量为75 g/d以内,且添加量为15~30 g时效果较好,但从成本上考虑,推荐用量为15 g/d。

## 参 考 文 献

- [1] Vazquez-Anon M, Bertics S J, Grummer R R. The effect of dietary energy source during mid to late lactation on liver triglyceride and lactation performance of dairy cows[J]. *J Dairy Sci*, 1997, 80(10): 2504-2512
- [2] Russell J B, Hino T. Regulation of lactate production in *Streptococcus bovis*: A spiraling effect that contributes to rumen acidosis[J]. *J Dairy Sci*, 1985, 68: 1712-1721
- [3] Benke M B, Indraratne S P, Hao X, et al. Trace element changes in soil after long-term cattle manure applications[J]. *J Environ Qual*, 2008, 37: 798-807
- [4] Millard W J. Cysteamine-induced deletion of somatostatin and prolactin[J]. *Federation Proceeding*, 1988, 44: 2546-25501
- [5] McLeod K R, Harmon D L, Shillo K K, et al. Cysteamine-induced depletion of somatostatin in sheep: Time course of depletion and changes in plasma metabolites, insulin, and growth hormone[J]. *J Anim Sci*, 1995, 73(1): 77-87
- [6] 艾晓杰, 韩正康, 陈伟华. 口服半胱胺对绵羊血浆中生长抑素和几种代谢激素的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2001, 32(6): 505-509
- [7] Bauman D E. Bovine somatotropin: Review of an emerging animal technology[J]. *J Dairy Sci*, 1992, 175(12): 3432-3451
- [8] 林嘉, 俞坚群, 李建芬, 等. 不同处理的全混合日粮对幼龄湖羊的饲喂效果[J]. *中国畜牧杂志*, 2001, 37(6): 36-38
- [9] Davis S R, Collier R J, McNamara J P, et al. Effects of thyroxine and growth hormone treatment of dairy cows on milk yield, cardiac output and mammary blood flow[J]. *J Anim Sci*, 1988, 66(1): 70-79
- [10] Wallace J M, Milne J S, Aitken R P. Maternal growth hormone treatment from day 35 to 80 of gestation alters nutrient partitioning in favor of uteroplacental growth in the overnourished adolescent sheep[J]. *Biol Reprod*, 2004, 70(5): 1277-1285
- [11] 刘红, 杨宏波, 朱建明, 等. 半胱胺盐酸盐对奶牛营养物质消化率、血清生化及抗氧化指标的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2015, 46(3): 416-423
- [12] 王黎文, 丁健, 张建刚, 等. 霉菌毒素吸附剂蒙脱石对泌乳奶牛生产性能和血清生化指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2013, 25(7): 1595-1602
- [13] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 3版. 北京: 中国农业大学出版社, 2007: 48-96
- [14] 杨佳栋, 李建国, 李英, 等. 半胱胺对肉牛生产性能和养分消化率及血清生化指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2006, 18(4): 261-266
- [15] Liu G M, Wang Z S. Effects of dietary cysteamine supplementation on growth performance and whole-body protein turnover in finishing pigs[J]. *Livest Sci*, 2009, 122(1): 86-89
- [16] Dunshea F R. Porcine somatotropin and cysteamine hydrochloride improve growth performance and reduce back fat in finisher gilts[J]. *Aust J Plant Physiol*, 2007, 47(7): 796-800
- [17] 王艳玲, 李振田, 董秀翎, 等. 半胱胺对奶牛产奶量及血浆生长抑素、生长激素水平的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 1999, 35(6): 14-15
- [18] 刘德义, 周玉传, 陆天水, 等. 半胱胺对奶牛产奶量、乳脂率和饲料转化率的影响[J]. *中国饲料*, 2003, 14: 10-11
- [19] 崔立, 陆天水, 陈锋, 等. 半胱胺制剂对奶牛产奶性能的影响[J]. *上海交通大学学报: 农业科学版*, 2001, 19(4): 271-275
- [20] 夏中生, 李致宝, 王振权, 等. 半胱胺、有机铬和蛋氨酸衍生物对水牛泌乳性能及血清生理生化指标的影响[J]. *畜牧与兽医*, 2005, 37(3): 4-8
- [21] 沈赞明, 张荣飞, 解红梅, 等. 半胱胺盐酸盐对泌乳20~42周奶牛产奶性能和部分免疫指标的影响[J]. *畜牧兽医学报*, 2005, 36(7): 667-673
- [22] Shen Z M, Zhang R F. Effects of cysteamine compound on milk production and hormonal responses of lactating cow during heat stress[J]. *J Anim Feed Sci*, 2004, 13(9): 663-666
- [23] 夏伦志, 蔡东, 熊国远, 等. 半胱胺补饲模式对奶牛生产性能及血清胰岛素水平的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2005, 41(2): 27-29
- [24] Wang C, Liu J, Yuan Z, et al. Effect of level of metabolizable protein on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows[J]. *J Dairy Sci*, 2007, 90(6): 2960-2965
- [25] 张荣飞, 沈赞明. 半胱胺盐酸盐对高温季节奶牛生产性能的影响[J]. *动物营养学报*, 2007, 19(2): 153-156
- [26] 司国利. 不同剂量半胱胺对绵羊消化代谢和生产性能的影响[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2004: 17-37
- [27] 王建红, 刁其玉, 许先查, 等. 饲料 Lys, Met 和 Thr 添加模式对0—2月龄犊牛生长性能、消化代谢与血清生化指标的影响[J]. *中国农业科学*, 2011, 44(9): 1898-1907
- [28] Kwok R P, Cameron J L, Faller D V, et al. Effects of cysteamine administration on somatostatin biosynthesis and levels in rat hypothalamus [J]. *Endocrinology*, 1992, 131(6): 2999-3009
- [29] Vernon R D. Assessment of protein nutritional status (reviews)[J]. *Nutr suppl*, 1990, 120(11): 1496-1501
- [30] 董晓丽, 张乃锋, 周盟. 复合菌制剂对断奶仔猪生长性能、粪便微生物和血清指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2013, 25(6): 1285-1292
- [31] Fukuhara S, Suzuki H. Enhanced ghrelin secretion in rats with cysteamine-induced duodenal ulcers[J]. *Am J Physiol-Gastr L*, 2005, 289: 138-145
- [32] Lever A S, Perrone R D, Madias N E. Serum creatinine and renal function[J]. *Annu Rev Med*, 1988, 39(3): 465-490
- [33] Narayanan S, Appleton H D. Creatinine: A review[J]. *Clin Chem*, 1980, 26(8): 1119-1126
- [34] Spence K. Analytical reviews in clinical biochemistry: The estimation of creatinine [J]. *Ann Clin Biochem*, 1986, 23(1): 1-25