

魏元浩, 陈誉华, 王敬林, 等. 大蒜素对泌乳奶牛生产性能、乳成分、瘤胃发酵参数和血清生化的影响[J]. 江苏农业学报, 2022, 38(3): 714-720.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2022.03.017

大蒜素对泌乳奶牛生产性能、乳成分、瘤胃发酵参数和血清生化的影响

魏元浩¹, 陈誉华¹, 王敬林¹, 王阔鹏¹, 潘旻¹, 赵国琦^{1,2,3}, 黄倩倩¹

(1.扬州大学动物科学与技术学院, 江苏 扬州 225009; 2.扬州大学农业科技发展研究院, 江苏 扬州 225009; 3.扬州大学教育部农业与农产品安全国际合作联合实验室, 江苏 扬州 225009)

摘要: 为探究在泌乳奶牛日粮中添加大蒜素对奶牛生产性能、乳成分、瘤胃发酵参数和血清生化指标的影响, 本研究选择生理状态相近的中国荷斯坦泌乳奶牛 32 头, 随机分为 4 组, 每天分别补充大蒜素 0 g、50 g、100 g 和 150 g, 测定生产性能、乳成分、瘤胃发酵参数和血清生化指标。结果表明, 添加大蒜素提高了奶牛采食量 ($P < 0.05$), 150 g/d 组在正饲期 60 d 时产奶量提高 ($P < 0.05$), 100 g/d 组在正饲期 30 d 时乳脂率显著增加 ($P < 0.05$); 添加大蒜素降低了体细胞数和碱性磷酸酶含量 ($P < 0.05$), 提高了总挥发性脂肪酸含量 ($P < 0.05$) 和免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G 含量 ($P < 0.05$)。100 g/d 组血清中总蛋白和球蛋白含量显著升高 ($P < 0.05$)。综上, 大蒜素改善了奶牛生产性能、乳品质, 提高了免疫机能。

关键词: 大蒜素; 泌乳奶牛; 生产性能; 乳成分; 瘤胃发酵参数; 血清生化

中图分类号: S823.9⁺1 文献标识码: A 文章编号: 1000-4440(2022)03-0714-07

Effects of allicin on production performance, milk composition, rumen fermentation parameters and serum biochemistry of lactating dairy cows

WEI Yuan-hao¹, CHEN Yu-hua¹, WANG Jing-lin¹, WANG Kuo-peng¹, PAN Min¹, ZHAO Guo-qi^{1,2,3}, HUANG Qian-qian¹

(1. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Institutes of Agricultural Science and Technology Development, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 3. Joint International Research Laboratory of Agriculture and Agri-Product Safety, the Ministry of Education of China, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: In order to explore the effects of allicin on the production performance, milk composition, rumen fermentation parameters and serum biochemical indices of lactating dairy cows, 32 Chinese Holstein lactating dairy cows with similar physiological status were randomly divided into four groups. Allicin 0 g, 50 g, 100 g and 150 g were supplemented every day to determine the production performance, milk composition, rumen fermentation parameters and serum biochemical indices. The results showed that the addition of allicin increased the feed intake of dairy cows ($P < 0.05$), the milk yield of 150 g/d group increased during the 60 days formal feeding period ($P < 0.05$), and the milk fat rate of 100 g/d group increased significantly during the 30 days formal feeding period ($P < 0.05$). Allicin decreased the number of somatic cells and the content of alkaline phosphatase ($P < 0.05$), increased the content of total volatile fatty acid ($P < 0.05$) and the contents of immunoglobulin A and immunoglobulin G ($P < 0.05$). The contents of total protein

收稿日期: 2021-09-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(31902191); 现代农业产业技术体系专项(CARS-36)

作者简介: 魏元浩(1996-), 男, 河南郑州人, 硕士研究生, 研究方向为反刍动物营养等。(E-mail) weiyuanhao1911@163.com

通讯作者: 黄倩倩, (E-mail) huangq0315@126.com

increased significantly during the 30 days formal feeding period ($P < 0.05$). Allicin decreased the number of somatic cells and the content of alkaline phosphatase ($P < 0.05$), increased the content of total volatile fatty acid ($P < 0.05$) and the contents of immunoglobulin A and immunoglobulin G ($P < 0.05$). The contents of total protein

and globulin in serum increased significantly in 100 g/d group ($P<0.05$). In conclusion, allicin can improve the production performance, milk quality and immune function of dairy cows.

Key words: allicin; lactating cows; production performance; milk composition; rumen fermentation parameters; serum biochemistry

随着畜牧业的快速发展,消费者更注重畜牧产品质量,2020年农业农村部规定禁止使用饲用抗生素,“无抗”养殖成为发展趋势。大蒜素,是一种含硫化合物^[1],在动物生产中常作添加剂使用,可以改善饲料风味、提高采食量和生产性能^[2]。大蒜素也是一种广谱抗菌药,安全高效、无残留、不易产生耐药性,可以提高机体抗病能力、抑菌、减少疾病、促生长^[3]。在如今规模化养殖中需要使用合适的添加剂来保证经济效益和畜产品质量的双增长,所以添加剂的研究成为畜牧业发展的重点,大蒜素在奶牛养殖中使用的研究较少。本试验通过在泌乳奶牛日粮中添加不同量的大蒜素探究其在奶牛养殖中的应用效果,为大蒜素在奶牛养殖中的开发应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

大蒜素,河南白云牧港生物科技有限公司产品。

1.2 试验方法

试验在上海忆南农牧场进行,选择32头栓系式饲养的中国荷斯坦泌乳奶牛(体质量668 kg、已经泌乳30 d、产犊3~4胎、日平均泌乳量35.81 kg),每天4:30、9:30和16:30使用全混合日粮(表1)饲喂,自由采食和饮水,在每天早晨4:30喂料时将大蒜素手动混匀在全混合日粮中饲喂奶牛,根据每天每头奶牛饲喂大蒜素质量的不同,将试验分为4组,分别为0 g/d组、50 g/d组、100 g/d组和150 g/d组,每组8头奶牛,预饲7 d,正饲63 d。

1.3 样品采集与指标测定

1.3.1 饲料营养水平的测定 饲料样品参考王锦荣^[4]和巩帅^[5]的方法测定饲料样品干物质含量(DM)、粗蛋白质含量(CP)、粗灰分含量(Ash)、中性洗涤纤维含量(NDF)、酸性洗涤纤维含量(ADF)、钙含量(Ca)、磷含量(P)。

1.3.2 采食量 干物质采食量(DMI)=(喂料量-余料量)×DM,从正饲期第1 d开始连续3 d、第30 d开始连续3 d、第60 d开始连续3 d,每天3次记录

每头奶牛的平均喂料量和余料量,饲料转化率=产奶量×(0.4+15×乳脂率)/DMI^[5]。

表1 基础日粮组成及营养水平(干物质基础)

Table 1 Composition and nutritional level of basal diet

项目	组成(%)
混合粉	23.37
膨化豆粕	2.19
大豆皮	2.19
全棉籽	4.39
苜蓿草	3.95
燕麦草	3.29
青贮苜蓿	6.58
青贮玉米	47.61
糖蜜	2.19
酵母	0.07
脂肪粉	0.66
赖氨酸	0.02
小苏打	0.64
食盐	1.21
蛋氨酸	0.07
尿素	0.18
预混料 I	1.32
预混料 II	0.05
预混料 III	0.04
粗蛋白质	20.31
中性洗涤纤维	36.78
酸性洗涤纤维	21.25
粗灰分	8.56
钙	0.71
磷	16.50

每1 kg混合粉含有玉米700 g、豆粕300 g。每1 kg预混料 I 含有维生素 A 180 000 IU、维生素 D 45 000 IU、维生素 E 1 400 000 IU、蛋氨酸铜150 mg、蛋氨酸锌700 mg、蛋氨酸羟基类似物10 g、酵母硒20 mg、Cu 360 mg、Mn 910 mg、Fe 170 mg、Zn 680 mg、Se 6 mg、I 20 mg、Co 4 mg。每1 kg预混料 II 含有 Zn 57.2 g、Mn 28.6 g、Cu 5.0 g、Co 1.4 g。每1 kg预混料 III 含有维生素 C 10 g、Mg 20 g、K 5 g、Ca 2 g、Fe 10 g、Zn 10 g、Mn 1 g、纤维素酶150 000 IU、木聚糖酶200 000 IU。产奶净能为7.48 MJ/Kg(计算值)。

1.3.3 产奶量及乳成分 记录每头奶牛每天的产奶量。在正饲期第 1 d、第 30 d、第 60 d 每天 2:00、9:00 和 16:00 时 3 次采集牛奶样品,每次连续 2 d,将 1 d 内采集的牛奶样品分别取 20 ml、15 ml、15 ml 加入盛有重铬酸钾的试管中摇匀^[5],送至上海光明牧业有限公司检测乳成分(乳脂率、乳蛋白率、非脂固形物含量、乳糖率、尿素氮、体细胞数)含量,4% 标准乳产量(FCM)=产奶量 \times ($0.4+0.15\times$ 乳脂率)。

1.3.4 瘤胃液样品的采集与处理 正饲期第 1 d、30 d、60 d,在晨饲 2~3 h 后采集 100 ml 瘤胃液,测定 pH 值后用 4 层纱布过滤,然后按照杨宏波等^[6]的方法测定铵态氮(NH_4^+-N)和挥发性脂肪酸(VFA)浓度。

1.3.5 血液样品采集 正饲期第 1 d、30 d、60 d,在晨饲 2~3 h 后进行奶牛尾静脉采血,制备血清,用全自动生化分析仪检测葡萄糖(GLU)、总胆固醇(CHO)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、总蛋白(TP)、白蛋白(ALB)、球蛋白(GLO)^[7]、免疫球蛋白 A(IgA)、免疫球蛋白 G(IgG)、免疫球蛋白 M(IgM)、谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶(AST)、碱性磷酸酶(ALP)含量^[4]。

1.4 数据统计分析

采集的数据采用 Excel 2019 整理后用 SPSS 25.0 进行显著性分析^[5]。

2 结果与分析

2.1 添加大蒜素对奶牛生产性能的影响

由表 2 可知,试验组 50 g/d 组、100 g/d 组、150 g/d 组在正饲期第 1 d、第 30 d、第 60 d 时采食量都显著高于 0 g/d 组(对照组)($P<0.05$),其中 150 g/d 组增加最多,且随着饲喂大蒜素时间的延长,采食量逐渐增加,增幅逐渐减小;50 g/d 组、100 g/d 组、150 g/d 组在正饲期第 1 d、第 30 d 时产奶量和 4% 标准乳产量差异均不显著($P>0.05$),150 g/d 组在正饲期第 60 d 时产奶量和 4% 标准乳产量均显著增加($P<0.05$)。

2.2 添加大蒜素对奶牛乳成分的影响

由表 3 可知,与 0 g/d 组(对照组)相比,100 g/d 组在正饲期第 30 d 时乳脂率显著升高($P<0.05$);150 g/d 组在正饲期第 30 d、第 60 d 时乳蛋白含量显著增加($P<0.05$);50 g/d 组、100 g/d 组、150 g/d 组在正饲期第 60 d 时尿素氮含量显著增加($P<0.05$);在正饲期第 30 d、第 60 d 时,50 g/d 组、100 g/d 组、150 g/d 组

均显著降低了体细胞数($P<0.05$);大蒜素对乳糖含量、非脂固形物含量影响均不显著($P>0.05$)。

表 2 添加大蒜素对奶牛生产性能的影响

Table 2 Effects of allicin on production performance of dairy cows

项目	时间 (d)	组别			
		0 g/d	50 g/d	100 g/d	150 g/d
采食量(Kg)	1	23.61c	23.86b	24.64a	24.77a
	30	23.41d	26.41c	27.03b	27.68a
	60	24.93b	27.90a	27.85a	27.84a
产奶量(Kg)	1	36.96a	36.77a	36.40a	36.94a
	30	35.17a	35.94a	36.27a	36.04a
	60	35.81c	37.02bc	40.02ab	41.98a
4%标准乳产量(kg/d)	1	32.80a	33.02a	31.30a	35.43a
	30	33.48a	35.99a	37.41a	35.28a
	60	34.08c	37.46bc	38.39ab	39.59a
饲料转化率	1	1.39a	1.38a	1.27a	1.43a
	30	1.43a	1.36a	1.38a	1.27a
	60	1.37a	1.34a	1.38a	1.42a

同一行数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$),相同字母表示处理间差异不显著($P>0.05$)。

表 3 添加大蒜素对奶牛乳成分的影响

Table 3 Effects of allicin on milk composition of dairy cows

项目	时间 (d)	组别			
		0 g/d	50 g/d	100 g/d	150 g/d
乳脂率(%)	1	3.25a	3.32a	3.40a	3.40a
	30	3.68b	4.01ab	4.21a	3.86ab
	60	3.86a	4.08a	3.73a	3.62a
乳蛋白含量(%)	1	3.19a	3.19a	3.25a	3.29a
	30	3.16c	3.37bc	3.53b	3.93a
	60	3.30b	3.28b	3.20b	3.91a
乳糖含量(%)	1	5.20a	5.20a	5.11a	5.68a
	30	5.11a	5.11a	5.16a	5.13a
	60	5.14a	5.16a	5.18a	5.21a
尿素氮含量(mg/ml)	1	17.50a	17.24a	17.69a	17.96a
	30	17.00a	17.69a	17.01a	17.71a
	60	16.79b	18.67a	18.73a	18.03a
非脂固形物含量(%)	1	12.62a	12.32a	12.65a	11.86a
	30	12.77a	12.42a	13.41a	13.14a
	60	13.01a	12.89a	12.82a	12.93a
体细胞数(10^4 个,1 ml)	1	37.80a	37.41a	37.49a	37.03a
	30	38.42a	29.59b	28.19b	31.55b
	60	37.16a	28.23b	21.96b	23.61b

同一行数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$),相同字母表示处理间差异不显著($P>0.05$)。

2.3 添加大蒜素对瘤胃发酵参数的影响

由表4可知,与0 g/d组(对照组)相比,100 g/d组和150 g/d组在正饲期第30 d时瘤胃液pH显著降低($P<0.05$);100 g/d组在正饲期第30 d时乙酸含量显著提高($P<0.05$);50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第30 d时总挥发性脂肪酸含量均高于对照组($P<0.05$);50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第0 d、30 d、60 d时铵态氮含量、丙酸含量、异丁酸含量、丁酸含量、异戊酸含量、戊酸含量以及乙酸/丙酸(A/P)差异不显著($P>0.05$)。

2.4 添加大蒜素对血清生化指标的影响

由表5可知,与0 g/d组(对照组)相比,100 g/d组在正饲期第30 d、第60 d时总蛋白含量和球蛋白含量均显著升高($P<0.05$);100 g/d组和150 g/d组在正饲期第30 d时白蛋白含量显著升高($P<0.05$),150 g/d组白蛋白含量在正饲期第60 d显著升高($P<0.05$);50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第30 d、第60 d时碱性磷酸酶含量均显著降低($P<0.05$);50 g/d、100 g/d、150 g/d在正饲期第30 d、第60 d时免疫球蛋白A含量均显著高于对照组($P<0.05$);100 g/d组、150 g/d组在正饲期第30 d时免疫球蛋白G含量显著升高($P<0.05$),50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第60 d时免疫球蛋白G含量显著升高;免疫球蛋白M各组间差异不显著($P>0.05$);50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第0 d、第30 d、第60 d时葡萄糖含量、甘油三酯含量、总胆固醇含量、高密度脂蛋白含量、低密度脂蛋白含量、谷草转氨酶含量、谷丙转氨酶含量差异均不显著($P>0.05$)。

3 讨论

3.1 添加大蒜素对奶牛生产性能的影响

奶牛干物质采食量是奶牛生产中重要的指标,其大小决定了产奶量、产奶效率和乳品质,也影响奶牛生长发育^[8]。关于大蒜素对奶牛干物质采食量影响的研究较少,莫慧诚等^[9]研究发现,用大蒜油和肉桂醛饲喂奶牛提高了奶牛的干物质采食量。张勇等^[10]在肉牛日粮中添加大蒜油,肉牛的干物质采食量提高了4.1%。本试验中,与对照组相比,50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第1 d、第30 d、第60 d时DMI均显著提高($P<0.05$),赵倩芸等^[11]和侯玉洁^[2]指出,大蒜素有特殊的香味,刺激胃肠蠕动和消化酶分泌,使饲料的适口性增加,从而

提高采食量,本试验中采食量可能也是因此而提高。

表4 添加大蒜素对奶牛瘤胃发酵参数的影响

Table 4 Effects of allicin on rumen fermentation parameters of dairy cows

项目	时间 (d)	组别			
		0 g/d	50 g/d	100 g/d	150 g/d
pH	1	6.76a	6.78a	6.86a	6.84a
	30	6.77a	6.73a	6.59b	6.47b
	60	6.82a	6.74a	6.72a	6.73a
铵态氮含量 (mg/dl)	1	9.14a	9.95a	9.50a	9.58a
	30	9.80a	10.34a	10.66a	10.30a
	60	9.85a	9.89a	9.96a	10.34a
乙酸含量 (mmol/L)	1	60.21a	60.19a	60.14a	60.22a
	30	61.32c	62.49b	63.04a	62.47b
	60	61.49a	61.97a	61.71a	61.46a
丙酸含量 (mmol/L)	1	15.35a	15.64a	15.37a	15.30a
	30	15.57a	15.91a	15.78a	15.46a
	60	15.55a	16.21a	16.02a	16.38a
异丁酸含量 (mmol/L)	1	0.41a	0.47a	0.42a	0.42a
	30	0.41a	0.42a	0.41a	0.51a
	60	0.42a	0.43a	0.44a	0.59a
丁酸含量 (mmol/L)	1	12.26a	12.19a	12.13a	12.20a
	30	12.31a	12.23a	12.17a	12.91a
	60	11.36a	11.39a	11.76a	11.55a
异戊酸含量 (mmol/L)	1	1.35a	1.35a	1.37a	1.34a
	30	1.32a	1.36a	1.30a	1.36a
	60	1.35a	1.32a	1.32a	1.33a
戊酸含量 (mmol/L)	1	1.21a	1.21a	1.22a	1.22a
	30	1.20a	1.21a	1.22a	1.21a
	60	1.21a	1.22a	1.22a	1.25a
总挥发性脂肪酸含量 (mmol/L)	1	90.79a	91.05a	90.65a	90.70a
	30	92.13b	93.62a	93.92a	93.92a
	60	91.38a	92.54a	92.47a	92.56a
乙酸/丙酸	1	3.92a	3.85a	3.91a	3.94a
	30	3.93a	3.92a	3.99a	4.04a
	60	3.95a	3.82a	3.85a	3.75a

同一行数据后不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$),相同字母表示处理间差异不显著($P>0.05$)。

表 5 添加大蒜素对奶牛血清生化指标的影响

Table 5 Effects of allicin on serum biochemistry of dairy cows

项目	时间 (d)	组别			
		0 g/d	50 g/d	100 g/d	150 g/d
葡萄糖含量 (mmol/L)	1	3.02a	3.08a	3.07a	3.06a
	30	3.15a	3.09a	3.11a	3.17a
	60	3.20a	3.18a	3.21a	3.22a
甘油三酯含量 (mmol/L)	1	0.12a	0.10a	0.12a	0.11a
	30	0.10a	0.08a	0.09a	0.08a
	60	0.11a	0.08a	0.10a	0.08a
总胆固醇含量 (mmol/L)	1	5.61a	5.64a	5.59a	5.71a
	30	5.55a	5.63a	5.71a	5.67a
	60	5.71a	5.76a	5.68a	5.69a
高密度脂蛋白含量 (mmol/L)	1	2.76a	2.86a	2.84a	2.84a
	30	2.81a	2.79a	2.81a	2.90a
	60	2.76a	2.75a	2.79a	2.83a
低密度脂蛋白含量 (mmol/L)	1	0.65a	0.71a	0.68a	0.64a
	30	0.62a	0.59a	0.64a	0.66a
	60	0.66a	0.68a	0.69a	0.69a
总蛋白含量 (g/L)	1	64.47a	62.95a	61.36a	63.36a
	30	69.68b	71.03b	87.09a	73.52b
	60	71.04b	68.42b	83.22a	74.69b
白蛋白含量 (g/L)	1	26.86a	29.30a	28.67a	30.51a
	30	32.55c	35.59b	37.73a	37.01a
	60	33.63b	31.57b	34.45b	37.23a
球蛋白含量 (g/L)	1	37.61a	33.65a	32.69a	32.85a
	30	37.13b	35.44b	49.36a	36.51b
	60	37.41b	36.85b	48.77a	37.46b
谷丙转氨酶含量 (IU/L)	1	27.03a	27.65a	27.62a	27.03a
	30	27.96a	27.99a	27.17a	27.16a
	60	27.35a	27.04a	26.75a	26.77a
谷草转氨酶含量 (IU/L)	1	65.47a	66.79a	65.75a	65.17a
	30	65.17a	65.83a	65.31a	66.00a
	60	66.71a	65.45a	65.03a	65.12a
碱性磷酸酶含量 (IU/L)	1	73.75a	72.40a	78.83a	73.80a
	30	71.57a	54.87b	55.50b	41.75c
	60	78.66a	51.24b	51.03b	50.00b
免疫球蛋白 A 含量 (g/L)	1	0.73a	0.71a	0.76a	0.69a
	30	0.77b	0.87a	0.84a	0.81a
	60	0.70b	0.89a	0.93a	0.95a
免疫球蛋白 G 含量 (g/L)	1	9.36a	9.70a	9.12a	10.01a
	30	10.04b	10.36b	11.14a	11.24a
	60	10.11b	10.90a	11.02a	11.52a
免疫球蛋白 M 含量 (g/L)	1	2.45a	2.24a	2.56a	2.61a
	30	2.56a	2.42a	2.51a	2.60a
	60	2.61a	2.65a	2.59a	2.65a

同一行数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$), 相同字母表示处理间差异不显著 ($P > 0.05$)。

牛奶被称为“液态黄金”, 奶牛产奶量的高低直接影响着奶牛养殖的经济效益, 全世界都在探索如何提高产奶量。而产奶量不仅受到遗传因素、个体差异的影响, 更受到精准饲养管理、乳腺组织发育和激素调节等因素的影响^[12]。吴雪利等^[13]研究发现, 饲喂大蒜素可以显著提高奶牛产奶量; 刘敏等^[14]用 25 % 大蒜素饲喂奶牛 30 d 时产奶量显著高于对照组。本试验中饲喂大蒜素 150 g/d 组在正饲期第 60 d 时可以使产奶量显著升高 ($P < 0.05$), 朱雯等^[15]指出大蒜素促进反刍动物采食和改善免疫功能是提高生产性能的关键因素, 本试验中产奶量的升高可能也是此原因。

3.2 添加大蒜素对奶牛乳成分的影响

产奶量和乳品质是衡量奶牛经济价值的硬性指标, 而乳品质取决于乳中的乳脂含量、乳糖含量、乳蛋白含量、体细胞数等指标, 这些指标的优劣主要由营养管理决定^[16]。本试验中, 100 g/d 组在正饲期第 30 d 时乳脂率显著升高 ($P < 0.05$), 试验组在正饲期第 0 d、第 30 d、第 60 d 非脂固形物含量差异均不显著 ($P > 0.05$), 与金萍等^[17]的研究结果一致。有研究发现, 乳糖含量与体细胞数呈负相关^[12], 试验各组在各个时间点的乳糖含量差异不显著, 可能是试验各组的体细胞数变化小导致的。在试验中, 饲喂大蒜素 150 g/d 组在正饲期第 30 d、第 60 d 时乳蛋白含量显著增加 ($P < 0.05$), 也许是饲喂大蒜素能提高机体蛋白质的合成与利用的代谢效率导致的^[18]。试验组在正饲期第 60 d 时尿素氮含量均显著增加 ($P < 0.05$), 有研究发现, 当乳蛋白含量 $> 3.0\%$ 时, 乳蛋白含量和尿素氮含量呈负相关, 乳蛋白含量 $< 3.0\%$ 时, 呈正相关^[19], 本试验中试验组随着饲喂天数的增加, 乳蛋白含量和尿素氮含量都逐渐升高, 原因可能是干物质采食量的增加加大了饲料蛋白质的摄入, 使机体对氮的利用率增加, 从而使尿素氮含量增加。乳中体细胞数常被作为重要标准来评价奶牛机体和乳品质状况, 研究发现饲喂大蒜素可以降低奶牛体细胞数^[16]。朱雯等^[15]指出, 大蒜素具有抑菌、杀菌和抗炎作用, 可以降低乳房炎的感染率, 从而使乳中体细胞数降低。本试验中 50 g/d 组、100 g/d 组、150 g/d 组在正饲期第 30 d、第 60 d 时体细胞含量均显著降低 ($P < 0.05$)。

3.3 添加大蒜素对奶牛瘤胃发酵参数的影响

瘤胃液 pH 是反映瘤胃发酵情况和微生物生长

情况的重要生理指标之一,适宜的 pH 值保证了瘤胃微生物的正常生长、繁殖和瘤胃的发酵活动^[20]。瘤胃液 pH 值与唾液分泌量及唾液中缓冲盐的含量、食糜中挥发性脂肪酸、乳酸含量有关。柏东星^[21]研究发现,用大蒜氧化物饲喂山羊显著降低了 pH ($P<0.05$)。本试验中,50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在各个时间点瘤胃 pH 值均为6.47~6.86,在连续饲喂 30 d 后,100 g/d组和 150 g/d组 pH 显著降低($P<0.05$),结果与柏东星一致。

铵态氮反映了日粮中蛋白质的脱氨基过程和碳骨架通过氨化生成氨基酸进而合成微生物蛋白质过程的动态平衡关系^[22],Wanapat 等^[23]和 Pongchompu 等^[24]研究发现,铵态氮的正常含量范围为5~30 mg/dl,过高会导致氮的损失,过低会影响瘤胃中菌体蛋白质的合成。本试验中 50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组铵态氮含量没有差异,介于9.14~10.66 mg/dl,在正常范围内,说明添加不同量的大蒜素不影响奶牛对蛋白质的吸收。

挥发性脂肪酸作为瘤胃内发酵的终产物,可以用来衡量瘤胃内的发酵情况^[25],也是反刍动物生命活动的主要能源,可提供约 75 %的能量^[26]。Wisitiporn 等^[27]研究发现,在泌乳奶牛日粮中添加大蒜素对挥发性脂肪酸含量没有影响。Busquet 等^[28]研究发现,在奶牛日粮中添加大蒜油可以使瘤胃中总挥发性脂肪酸含量和乙酸含量降低,丙酸含量和丁酸含量增加。本试验中,试验组 50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第 30 d 时总挥发性脂肪酸含量增加,瘤胃液 pH 有可能因此降低;100 g/d组在正饲期第 30 d 时乙酸含量显著增加($P<0.05$);其余挥发性脂肪酸组成部分随着饲喂时间的增加试验组与对照组差异不显著,与 Busquet 的研究结果不一致,原因可能是试验原料不同。

3.4 添加大蒜素对泌乳奶牛血清生化指标的影响

血糖通常情况下指的是血液中的葡萄糖,它是能够反映机体能量代谢的指标^[29]。总胆固醇是机体细胞膜的构成之一,也是胆汁酸和维生素 D 合成的重要原料^[30]。甘油三酯是由长链脂肪酸以及甘油形成的脂肪分子^[31],组织可以利用甘油三酯为机体提供能量。本试验中 50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组葡萄糖含量、总胆固醇含量、高密度脂蛋白含量、低密度脂蛋白含量与对照组没有差异,说明添加大蒜素对泌乳奶牛的能量代谢没有负面影响。

血清中白蛋白和球蛋白总和为总蛋白,能够参与机体蛋白质代谢和相关的免疫反应^[16],能够维持血浆胶体渗透压^[32]。机体感染病菌时会造成总蛋白含量和白蛋白含量升高,所以这 2 个指标可以用来判定动物健康状况。本试验中,100 g/d组在正饲期第 30 d、第 60 d 时总蛋白含量和球蛋白含量均显著提高($P<0.05$),150 g/d组在正饲期第 30 d、第 60 d 时白蛋白含量显著提高($P<0.05$),刘敏等^[14]用大蒜素饲喂哈萨克羊,发现羊血清中球蛋白含量增加,与本试验研究结果一致,说明添加大蒜素能够在一定程度上提高奶牛的免疫机能。

谷丙转氨酶、谷草转氨酶、碱性磷酸酶存在于肝脏中,可以用来判断肝脏的健康状况,当肝脏受到损坏时,谷丙转氨酶、谷草转氨酶、碱性磷酸酶会被大量分泌从而使它们在血液中的含量升高^[33]。本试验中 50 g/d组、100 g/d组、150 g/d组在正饲期第 30 d、第 60 d 时均显著降低了碱性磷酸酶的含量($P<0.05$),说明添加大蒜素对奶牛肝脏有一定的保护作用,可以降低肝脏的损伤。免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G、免疫球蛋白 M 由 B 淋巴细胞产生,具有抗菌、消炎、抗病毒等作用^[34],能够反映机体免疫水平。本试验中 100 g/d组、150 g/d组在正饲期第 30 d、第 60 d 时均能显著提高免疫球蛋白 A、免疫球蛋白 G 含量($P<0.05$),说明大蒜素可在一定水平上改善奶牛机体免疫功能。

本研究结果表明,添加 100 g/d、150 g/d大蒜素在正饲期第 30 d、第 60 d 时可以提高奶牛生产性能、改善乳品质、调节瘤胃发酵环境和提高免疫机能。从提高生产效益和提高产品质量的角度考虑,建议在奶牛日粮中添加大蒜素 100~150 g/d,连续饲喂 60 d 以上。

参考文献:

- [1] 宋 阳,沈维军,万发春,等. 大蒜素生理功能及在反刍动物上的应用[J].中国畜牧兽医,2020,47(11):3518-3527.
- [2] 侯玉洁. 大蒜素的生物学活性及在动物生产中的应用[J].饲料与畜牧,2011,4(12):29-31.
- [3] MIRON T, LISTOWSKY I, WILCHEK M. Reaction mechanisms of allicin and allyl-mixed disulfides with proteins and small thiol molecules[J].European Journal of Medicinal Chemistry, 2010, 45(5):1912-1918.
- [4] 王锦荣,赵国琦,姜茂成,等. 甜菜粕颗粒对泌乳奶牛泌乳性能、血液生化指标的影响[J].中国畜牧杂志,2019,55(7):106-110.

- [5] 巩 帅. 不同水平互花米草提取物对泌乳奶牛生产性能、瘤胃发酵及血清生化指标的影响[D].扬州:扬州大学,2020.
- [6] 杨宏波,刘 红,占今舜,等. 不同精粗比颗粒饲料对断奶公犊牛瘤胃发酵参数和微生物的影响[J].草业学报,2015,24(12):131-138.
- [7] 刘祥圣,冀 飞,宁丽丽,等. 不同水平铜源对奶牛生产性能、抗氧化能力和铜代谢的影响[J].中国农业大学学报,2021,26(2):70-78.
- [8] 郭晨阳. 植物复合提取物对奶牛瘤胃发酵、产奶性能和细菌区系的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2020.
- [9] 莫慧诚,杨燕宁,林 鸿. 大蒜油和肉桂醛复合物对奶牛物质体外消化率、血清尿素氮以及葡萄糖的影响[J].中国饲料,2018(2):34-37.
- [10] 张 勇,高 原,朱宇旌,等. 大蒜油和肉桂酸复合物对奶牛生产性能及营养物质消化的影响[J].中国饲料,2012(5):17-20,23.
- [11] 赵倩芸,刘锰钰,张 娜,等. 大蒜素的功效及在动物生产中的应用[J].广东饲料,2017,26(6):28-29.
- [12] 何立宁,吕 洁,赵兴鑫,等. 复方中草药添加剂对围产期奶牛泌乳性能和初乳品质的影响[J].中国饲料,2018(4):50-54.
- [13] 吴雪利,席 凯. 大蒜素的生物学活性及在畜牧生产中的应用[J].畜牧兽医杂志,2010,29(1):63-64.
- [14] 刘 敏,张志军,马光辉,等. 大蒜素对荷斯坦奶牛生产性能的影响[J].新疆农业科学,2012,49(3):555-559.
- [15] 朱 雯,刘天伟,孙昕昕,等. 大蒜素的生物学功能及其在反刍动物生产中的应用研究进展[J].动物营养学报,2021,33(11):6009-6016.
- [16] 侯林彤. “牛益康”对围产期奶牛生产性能和血液生化指标的影响[D].大庆:黑龙江八一农垦大学,2020.
- [17] 金 萍,秦希杰. 乳牛日粮中添加大蒜素对乳品质和产奶率的效果观察[J].现代畜牧兽医,2009(7):22-24.
- [18] 杨德英,曹随忠,余树民,等. 奶牛隐性乳房炎对牛奶品质的影响[J].湖北农业科学,2009,48(1):132-134.
- [19] 朱小瑞. 泌乳早期中国荷斯坦牛乳中尿素氮含量和脂蛋白比对泌乳性能及部分疾病的影响[D].扬州:扬州大学,2016.
- [20] 冯志华. 蒺藜皂苷对奶牛瘤胃发酵、甲烷产量、抗氧化功能及免疫功能的影响[D].保定:河北农业大学,2013.
- [21] 柏冬星. 大蒜氧化物对山羊瘤胃消化代谢及激素水平的影响[D].扬州:扬州大学,2010.
- [22] 冯志华. 蒺藜皂苷对奶牛瘤胃发酵、甲烷产量、抗氧化功能及免疫功能的影响[D].保定:河北农业大学,2013.
- [23] WANAPAT M, FOIKLANG S, ROWLINSON P, et al. Effect of carbohydrate sources and cotton seed meal in the concentrate: II. Feed intake, nutrient digestibility, rumen fermentation and microbial protein synthesis in beef cattle[J].Tropical Animal Health & Production, 2012, 44(1):35-42.
- [24] POUNGCHOMPU O, WANAPAT M, WACHIRAPAKORN C, et al. Manipulation of ruminal fermentation and methane production by dietary saponins and tannins from mangosteen peel and soapberry fruit[J]. Archives of Animal Nutrition, 2009, 63(5):389.
- [25] 刘 敏. 大蒜素对绵羊瘤胃发酵、血清生化指标和对奶牛生产性能的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2012.
- [26] 姜茂成. 甜叶菊颗粒料的瘤胃降解特性及对泌乳奶牛生产性能的影响[D].扬州:扬州大学,2019.
- [27] WISITIPORN S, ATITTHAN N, CHAYAPOL M, et al. Feed degradability, rumen fermentation and blood metabolites in response to essential oil addition to fistulated non-lactating dairy cow diets[J].Animal Science Journal, 2017, 88(9):1346-1351.
- [28] BUSQUET M, CALSAMIGLIA S, FERRET A, et al. Effect of garlic oil and four of its compounds on rumen microbial fermentation[J].Journal of Dairy Science, 2005, 88(12):4393-4404.
- [29] 王文娟,杨维仁,宋恩亮,等. 瘤胃灌注大豆小肽对鲁西黄牛营养物质消化代谢的影响[J].中国畜牧杂志,2011,47(17):22-26.
- [30] 耿光瑞,刘海斌,刘 云. 塞北乌骨鸡血液理化指标的测定[J].黑龙江畜牧兽医,2012(15):152-154.
- [31] 康 蓉. 不同日粮模式对泌乳中期奶牛生产性能、血液生化指标及泌乳相关激素的影响[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2014.
- [32] 杨宏波,刘 红,余同水,等. 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[J].中国农业大学学报,2015,20(5):201-208.
- [33] LOOR J J, EVERTS R E, BIONAZ M, et al. Nutrition-induced ketosis alters metabolic and signaling gene networks in liver of periparturient dairy cows[J].Physiological Genomics,2007,32(1):105-116.
- [34] 刘 杨,郭玉新,赵凯科,等. 王不留行提取物对泌乳中期奶牛血清生化指标、泌乳相关激素及免疫功能的影响[J].中国畜牧兽医,2015,42(11):2999-3003.

(责任编辑:陈海霞)