

谷氨酸渣对秦川肉牛常见饲料瘤胃降解特性的影响

宋 钰¹, 夏志军¹, 咎林森^{1,2*}

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 国家肉牛改良中心, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: [目的] 研究谷氨酸渣对秦川肉牛瘤胃发酵指标、饲料瘤胃有效降解率(ED)的影响。[方法] 以5头秦川肉牛为试验动物, 试验共120 d, 期间测定瘤胃发酵指标和6种粗饲料DM、CP、NDF、ADF的ED。[结果] 谷氨酸渣可提高瘤胃pH, 降低 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度($P < 0.05$), 提高MCP含量、丙酸相对含量($P < 0.05$); 降低乙酸与丙酸比($P < 0.05$); 提高多种饲料的 ED_{DM} 、 ED_{CP} 、 ED_{NDF} 、 ED_{ADF} ($P < 0.05$)。[结论] 综上, 谷氨酸渣可降低瘤胃 $\text{NH}_3\text{-N}$, 提高MCP含量, 降低乙酸与丙酸比; 增强碱性磷酸酶的活性; 提高多种饲料DM、CP、NDF、ADF的ED。

关键词: 秦川肉牛; 谷氨酸渣; 瘤胃有效降解率; 瘤胃发酵指标

中图分类号: S823

文献标识码: A

文章编号: 1001-9111(2020)02-0013-07

随着现代畜牧业的快速发展, 蛋白质资源紧缺逐渐成为我国饲料产业难题。因此, 开发新型蛋白质饲料对我国畜牧业的良好发展具有重要意义^[1]。作为浓缩糖蜜发酵液(CMS)的固体颗粒, 谷氨酸渣中含有丰富的菌体蛋白和腐殖酸。富含蛋白质、氨基酸、维生素等多种营养成分, 具有作为畜禽蛋白质饲料的潜力。

刁其玉等^[2]研究表明, 在仔猪日粮中添加2%的CMS可以改善仔猪的饲料转化率, 提高其日增重, 同时降低饲料成本。毛江等^[3]认为在奶牛日粮中添加部分CMS代替豆粕能够提高奶牛的生产性能和粗蛋白表观消化率, 增加经济效益。Hannon等^[4]认为, CMS可以部分代替尿素, 促进瘤胃内微生物群落的生长。林教一等^[5]认为, 添加CMS可以提高奶牛日粮的适口性, 同时提高牛奶中乳蛋白的

含量。

段鹏杰等^[6]研究表明, 在日粮中添加谷氨酸渣代替部分豆粕可以显著提高秦川肉牛的采食量、平均日增重和饲料利用率。然而, 谷氨酸渣对西北农林科技大学选育的秦川牛肉用新品系(以下简称“秦川肉牛”)常见粗饲料的瘤胃降解情况影响还鲜有报道。本试验通过在秦川肉牛日粮中添加不同水平的谷氨酸渣, 研究其对秦川肉牛对6种常见粗饲料的瘤胃降解特性的影响, 为谷氨酸渣饲料化推广应用和秦川肉牛健康、高效养殖提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验所用谷氨酸渣由厦门丹联商贸有限公司提供, 呈黑褐色颗粒状, 其主要营养成分含量见表1。

表1 谷氨酸渣主要营养成分含量(干物质水平)

营养成分	水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	粗灰分	无氮浸出物	钙	磷
含量	1.40	65.04	0.20	5.10	26.10	2.16	2.54	0.15

1.2 试验动物及试验设计

试验在西北农林科技大学国家肉牛改良中心良繁场进行。选取体况良好、体重相近的5头装有瘤胃瘘管的秦川肉牛成年公牛。试验持续120 d, 共分为4期, 每期30 d, 其中预饲期15 d, 正试期15 d, 每

30 d为一个饲养阶段, 每个饲养阶段5头牛饲喂同一谷氨酸渣添加量水平的日粮。第1期对照组的日粮不添加谷氨酸渣, 3个试验组在对照组日粮的基础上在精料中分别添加1.5%、3.0%、4.5%的谷氨酸渣替代豆粕。

收稿日期: 2019-10-16 修回日期: 2019-10-23

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD0501700); 国家肉牛牦牛产业技术体系项目(CARS-37); 陕西省农业科技创新转化项目(NYKJ-2018-YL09)

作者简介: 宋钰(1995—), 男, 河南南阳人, 硕士, 主要从事肉牛高效养殖研究。E-mail: 565260854@qq.com

* 通讯作者: 咎林森(1963—), 男, 陕西扶风人, 教授, 博士生导师, 主要从事肉牛奶牛遗传改良、繁殖育种、健康养殖以及动物生长发育调控方面研究。E-mail: zanlinsen@163.com

根据中国肉牛饲养标准(NY/T 815—2004)中的营养需要量及实际饲喂的要求进行日粮配置,以等能等氮为原则调整日粮配方,试验牛日粮配方及营养成分见表 2 和表 3。粗饲料以玉米青贮为主。

表 2 试验牛精料组成 %

项目	对照组	试验 I 组	试验 II 组	试验 III 组
玉米	54	54.34	54.86	55.33
麸皮	10	10.34	10.51	10.73
豆粕	25.00	22.82	20.63	18.44
棉粕	3.0	3.0	3.0	3.0
菜粕	3.0	3.0	3.0	3.0
谷氨酸渣	0	1.5	3.0	4.5
食盐	0.4	0.4	0.4	0.4
磷酸氢钙	0.6	0.6	0.6	0.6
预混料	4.0	4.0	4.0	4.0
合计	100.0	100.0	100.0	100.0

表 3 试验牛精料营养成分(干物质水平)

项目	对照组	试验 I 组	试验 II 组	试验 III 组
粗蛋白 CP/% DM	19.16	19.16	19.16	19.16
消化能 DE/(MJ·kg ⁻¹)	11.63	11.64	11.64	11.65
粗纤维 CF/% DM	3.69	3.87	4.05	4.23
粗脂肪 EE/% DM	2.82	2.82	2.81	2.80
钙/% DM	0.13	0.15	0.17	0.19
磷/% DM	0.46	0.44	0.43	0.43

注:每 1 kg 饲料中预混料含维生素 A 2 640 IU,维生素 D 340 IU,维生素 E 26 mg,铁 60 mg,铜 12 mg,锌 48 mg,锰 48 mg,钴 0.12 mg,碘 0.3 mg,硒 0.36 mg。

1.3 饲养管理

试验牛采取拴系饲喂,每天饲喂 2 次(6:30 和 15:30),保证饮水充足。饲喂时,将精料和粗料混匀,各组试验牛精料按照平均体重的 1.5% 添加,统一饲喂,保证每头牛每天 5%~10% 的剩料量。试验开始前,对牛舍进行消毒,对所有试验牛进行驱虫处理。试验期间,每天观察牛的卫生状况;同时按照牛场的正规程序,定期对牛舍进行消毒。

1.4 瘤胃发酵相关指标测定

1.4.1 样品采集与 pH 测定 分别在试验期第 15~20 天,采集晨饲 2 h 后的瘤胃液(上、下、左、右四方位),充分混匀,测定其 pH。

1.4.2 氨态氮和挥发性脂肪酸(VFA)含量测定

NH₃-N 浓度采用冯宗慈等^[7]的方法进行测定,VFA 浓度按照胡伟莲^[8]的方法进行测定。

1.4.3 微生物蛋白(MCP) 参照夏其昌^[9]中所阐述的光吸收法测定。

1.5 日粮瘤胃降解率测定

选取 6 种肉牛常用粗饲料(苜蓿干草、小麦麦

秸、玉米秸秆、玉米青贮、谷草、稻草),采样后通过“四分法”获取样品,65℃条件下烘干 24 h,然后称质量备用^[10]。准确称取 5 g 样品放入尼龙袋(孔径 38 μm,面积 80 mm×120 mm)中,将尼龙袋放入牛瘤胃中发酵。发酵时间设 6,12,24,36,48 h 5 个时间段,每个时间处理同一试验牛放 3 个重复袋。发酵结束后快速取出尼龙袋,用自来水冲洗至澄清为止,65℃烘干至恒重。然后,将尼龙袋内的残余物粉碎,过 1 mm 孔筛,备用。采用常规营养成分分析法测定瘤胃降解前、后饲料中常规营养成分干物质(DM)、粗蛋白(CP)、中性洗涤纤维(NDF)的含量。CP 含量的测定采用凯氏定氮法,NDF 含量的测定采用范氏纤维分析法^[11]。不同时间点饲料养分降解率(p)计算公式为:

$$p = (\text{样品养分含量} - \text{某时间点残余物中该养分含量}) / \text{样品养分含量} \times 100\% \quad (1)$$

6 种饲料 DM、CP、NDF 的有效降解率(ED)根据文献[12]计算:

$$p = a + b(1 - e^{-ct}) \quad (2)$$

式中: p 为不同时间点饲料养分降解率(%); a 为快速降解部分(%); b 为慢速降解部分(%); c 为慢速降解部分的降解速率(%/h); t 为降解时间(h)。

根据公式(2)求出 a 、 b 的值,代入公式(3)求出 ED。

$$ED = a + b \times c / (c + k) \quad (3)$$

式中:ED 为有效降解率(%); k 为饲料的瘤胃外流速度(%/h)。参照 Duinkerken 的观点,本试验 k 值按照 $k = 0.00139 + 0.1775c$ 来计算。

1.6 数据统计分析

用 SPSS19.0 软件进行数据分析,用 one-way ANOVA 进行方差分析,并用 LSD 法进行多重比较。以 $P < 0.05$ 为差异显著性判断标准,试验结果以平均值 ± 标准差表示。

2 结果与分析

2.1 谷氨酸渣对秦川肉牛采食量的影响

由表 4 可知,试验 II 组秦川肉牛的日采食量显著高于对照组($P < 0.05$)。

表 4 谷氨酸渣对秦川肉牛采食量的影响 kg/d

试验处理	对照组	试验 I 组	试验 II 组	试验 III 组
采食量	20.14 ± 0.65 ^b	20.98 ± 2.50 ^{ab}	21.72 ± 0.92 ^a	21.09 ± 2.03 ^{ab}

2.2 谷氨酸渣对秦川肉牛瘤胃发酵指标的影响

由表 5 可知,随着谷氨酸渣添加量的增加,牛瘤胃液的 pH 升高,且试验 III 组显著高于其他 3 组(P

<0.05);NH₃-N 浓度降低,且对照组显著高于试验Ⅱ、Ⅲ组;MCP 含量增加,且试验Ⅱ、Ⅲ组显著高于对照组和试验Ⅰ组,试验Ⅱ组显著高于试验Ⅲ组;丙酸含量试验Ⅱ、Ⅲ组显著高于对照组($P<0.05$),

试验Ⅱ组显著高于试验Ⅲ组($P<0.05$);乙酸与丙酸比试验Ⅱ组显著低于其他 3 组($P<0.05$),试验Ⅲ组显著低于对照组($P<0.05$)。

表 5 谷氨酸渣对秦川肉牛瘤胃发酵指标的影响

项目	对照组	试验Ⅰ组	试验Ⅱ组	试验Ⅲ组
pH	6.33±0.04 ^b	6.45±0.14 ^b	6.49±0.05 ^b	6.60±0.12 ^a
NH ₃ -N 含量/(mg·dL ⁻¹)	13.89±0.37 ^a	13.50±0.22 ^{ab}	13.28±0.15 ^b	13.06±0.66 ^b
微生物蛋白 MCP/(mg·dL ⁻¹)	1.598±0.034 ^c	1.616±0.011 ^c	1.701±0.012 ^a	1.666±0.019 ^b
乙酸/(A,mmol·L ⁻¹)	62.80±2.31	64.11±1.59	63.69±1.66	63.84±2.58
丙酸/(P,mmol·L ⁻¹)	9.30±1.12 ^c	10.24±1.32 ^{bc}	12.42±1.03 ^a	10.75±1.03 ^b
丁酸/(mmol·L ⁻¹)	7.86±0.55	8.77±0.81	7.53±1.26	8.36±1.07
乙酸与丙酸比	6.75±0.33 ^a	6.26±0.24 ^{ab}	5.13±0.21 ^c	5.94±0.11 ^b

2.3 谷氨酸渣对秦川肉牛对粗饲料瘤胃降解情况的影响

2.3.1 谷氨酸渣对秦川肉牛常用饲料 DM 瘤胃降解的影响 由表 6 可知,谷氨酸渣可不同程度提高苜蓿干草、玉米青贮、谷草、稻草的 ED。苜蓿干草试验Ⅱ组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$)。玉米秸

秆试验Ⅰ组 ED 显著低于其他 3 组($P<0.05$)。玉米青贮试验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组 ED 显著高于对照组($P<0.05$),试验Ⅱ组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$)。谷草试验Ⅱ、Ⅲ组 ED 显著高于对照组和试验Ⅰ组($P<0.05$)。稻草试验Ⅱ组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$)。

表 6 谷氨酸渣对不同粗饲料 DM 瘤胃降解率的影响

粗饲料	组别	瘤胃降解参数			
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	ED
苜蓿干草	对照组	37.26±0.14	47.82±0.74	0.029±0.001	62.80±0.68 ^b
	Ⅰ	36.68±0.15	45.89±1.73	0.035±0.004	63.32±1.78 ^b
	Ⅱ	39.06±2.31	58.88±1.09	0.021±0.000	65.77±0.76 ^a
	Ⅲ	37.54±1.77	49.21±2.46	0.029±0.001	63.82±0.54 ^b
小麦麦秸	对照组	8.83±0.11	91.17±0.68	0.020±0.010	49.08±0.23
	Ⅰ	9.42±0.07	90.58±1.67	0.020±0.002	49.41±0.66
	Ⅱ	10.27±0.25	89.73±1.35	0.020±0.003	49.89±0.38
	Ⅲ	9.50±0.16	90.50±2.86	0.020±0.001	49.46±0.27
玉米秸秆	对照组	8.09±0.72	91.91±1.67	0.016±0.005	43.70±0.60 ^a
	Ⅰ	7.46±0.69	92.54±1.84	0.015±0.003	41.90±1.26 ^b
	Ⅱ	8.57±1.12	91.43±3.32	0.016±0.002	43.99±0.34 ^a
	Ⅲ	7.59±0.91	92.41±0.79	0.016±0.010	43.39±0.13 ^a
玉米青贮	对照组	7.09±0.27	92.91±0.85	0.019±0.010	46.94±0.33 ^c
	Ⅰ	8.36±0.30	91.65±2.33	0.019±0.000	47.67±0.34 ^b
	Ⅱ	9.68±0.52	90.32±1.64	0.019±0.016	48.42±0.25 ^a
	Ⅲ	8.96±1.40	91.04±0.09	0.019±0.001	48.01±0.41 ^b
谷草	对照组	20.35±0.35	79.65±0.27	0.014±0.003	48.72±0.57 ^b
	Ⅰ	21.57±1.37	78.43±2.12	0.013±0.015	48.19±1.33 ^b
	Ⅱ	22.20±0.79	77.80±1.70	0.014±0.019	49.92±1.48 ^a
	Ⅲ	21.33±1.04	78.67±0.52	0.014±0.001	49.35±1.97 ^a
稻草	对照组	7.89±0.72	66.00±1.46	0.019±0.002	36.20±0.18 ^b
	Ⅰ	8.42±1.85	70.18±3.20	0.017±0.008	36.62±0.22 ^{ab}
	Ⅱ	8.36±0.92	66.88±1.09	0.019±0.002	37.04±0.31 ^a
	Ⅲ	8.17±0.53	68.33±1.37	0.018±0.003	36.58±0.70 ^{ab}

2.3.2 谷氨酸渣对秦川肉牛常用饲料 CP 瘤胃降解的影响 由表 7 可知,谷氨酸渣可不同程度提高苜蓿干草、小麦麦秸、玉米青贮、谷草的 ED。苜蓿干草试验 II 组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$)。小

麦麦秸试验 III 组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$)。玉米青贮试验 II 组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$)。谷草试验 II 组 ED 显著高于对照组($P<0.05$)。

表 7 谷氨酸渣对不同粗饲料 CP 瘤胃降解率的影响

粗饲料	组别	瘤胃降解参数			
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	ED
苜蓿干草	对照组	37.77 ± 0.74	44.18 ± 1.00	0.069 ± 0.014	70.10 ± 1.22 ^b
	I	38.88 ± 0.63	43.66 ± 1.49	0.066 ± 0.005	70.44 ± 1.34 ^b
	II	40.91 ± 0.28	43.61 ± 1.85	0.059 ± 0.012	71.43 ± 1.76 ^a
	III	39.76 ± 1.34	43.65 ± 1.63	0.062 ± 0.003	70.76 ± 0.51 ^b
小麦麦秸	对照组	28.77 ± 0.40	71.23 ± 1.77	0.005 ± 0.002	40.52 ± 1.77 ^b
	I	26.94 ± 2.35	41.29 ± 0.48	0.013 ± 0.001	40.95 ± 1.75 ^b
	II	27.80 ± 0.36	70.73 ± 1.72	0.006 ± 0.014	41.36 ± 1.15 ^b
	III	29.50 ± 0.78	70.50 ± 0.43	0.006 ± 0.004	43.01 ± 0.78 ^a
玉米秸秆	对照组	29.71 ± 0.61	70.29 ± 1.33	0.013 ± 0.005	53.57 ± 0.43
	I	29.59 ± 1.32	70.41 ± 0.65	0.013 ± 0.002	53.49 ± 0.47
	II	29.84 ± 1.06	70.16 ± 0.64	0.013 ± 0.005	53.65 ± 0.62
	III	29.65 ± 2.05	70.35 ± 2.10	0.013 ± 0.008	53.53 ± 0.57
玉米青贮	对照组	23.63 ± 0.94	76.37 ± 0.49	0.019 ± 0.013	56.38 ± 0.44 ^b
	I	23.72 ± 0.52	76.28 ± 0.48	0.019 ± 0.013	56.44 ± 0.75 ^b
	II	25.55 ± 0.98	74.45 ± 0.76	0.019 ± 0.006	57.48 ± 2.04 ^a
	III	24.35 ± 0.39	75.65 ± 1.28	0.019 ± 0.004	56.80 ± 1.57 ^b
谷草	对照组	34.15 ± 0.46	38.13 ± 1.60	0.026 ± 0.024	53.48 ± 2.58 ^b
	I	34.68 ± 0.81	37.09 ± 1.57	0.027 ± 0.005	53.83 ± 1.48 ^{ab}
	II	34.91 ± 0.78	35.78 ± 1.74	0.030 ± 0.004	54.32 ± 0.33 ^a
	III	33.75 ± 0.52	36.95 ± 1.84	0.030 ± 0.018	53.80 ± 0.26 ^{ab}
稻草	对照组	21.90 ± 0.78	78.10 ± 1.53	0.008 ± 0.018	40.66 ± 0.45
	I	21.85 ± 1.31	78.15 ± 0.35	0.008 ± 0.008	40.62 ± 0.89
	II	22.02 ± 1.24	77.98 ± 1.22	0.008 ± 0.001	40.75 ± 1.24
	III	22.41 ± 1.79	58.38 ± 1.55	0.012 ± 0.005	41.19 ± 0.37

2.3.3 谷氨酸渣对秦川肉牛常用饲料 NDF 瘤胃降解的影响 由表 8 可知,谷氨酸渣可不同程度提高小麦麦秸、玉米秸秆、玉米青贮、稻草的 ED。小麦麦秸试验 II、III 组 ED 显著高于对照组和试验 I 组($P<0.05$)。玉米秸秆试验 II 组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$),试验 I 组 ED 显著高于对照组和试验 III 组($P<0.05$)。玉米青贮试验 II 组 ED 显著高于对照组($P<0.05$)。稻草试验 I、II、III 组 ED 显著高于对照组($P<0.05$)。

2.3.4 谷氨酸渣对秦川肉牛常用饲料 ADF 瘤胃降

解的影响 由表 9 可知,谷氨酸渣可不同程度提高苜蓿干草、小麦麦秸、玉米秸秆、玉米青贮、谷草的 ED。苜蓿干草试验 II 组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$),试验 I、III 组 ED 显著高于对照组($P<0.05$)。小麦麦秸试验 I、II、III 组 ED 显著高于对照组($P<0.05$)。玉米秸秆试验 I、II、III 组 ED 显著高于对照组($P<0.05$)。玉米青贮试验 I、II、III 组 ED 显著高于对照组($P<0.05$)。谷草试验 II 组 ED 显著高于其他 3 组($P<0.05$)。

表 8 谷氨酸渣对不同粗饲料 NDF 瘤胃降解率的影响

粗饲料	组别	瘤胃降解参数			
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	ED
苜蓿干草	对照组	8.96 ± 0.62	40.62 ± 0.66	0.049 ± 0.004	35.75 ± 0.67
	I	8.44 ± 0.14	40.65 ± 1.05	0.052 ± 0.005	35.79 ± 0.39
	II	9.50 ± 0.15	40.48 ± 1.87	0.050 ± 0.004	36.38 ± 0.85
	III	7.77 ± 1.15	40.70 ± 0.32	0.060 ± 0.013	36.40 ± 0.46
小麦麦秸	对照组	8.81 ± 0.87	91.19 ± 1.72	0.014 ± 0.014	41.29 ± 0.23 ^b
	I	9.34 ± 0.25	79.69 ± 1.95	0.017 ± 0.008	41.37 ± 0.34 ^b
	II	9.18 ± 0.57	90.82 ± 1.03	0.015 ± 0.018	42.98 ± 1.05 ^a
	III	9.22 ± 0.18	90.00 ± 0.42	0.015 ± 0.005	42.72 ± 1.00 ^a
玉米秸秆	对照组	4.75 ± 0.24	81.26 ± 1.41	0.014 ± 0.002	33.70 ± 1.22 ^c
	I	5.06 ± 0.39	92.56 ± 1.84	0.012 ± 0.014	34.84 ± 0.58 ^b
	II	5.56 ± 0.38	94.44 ± 1.65	0.012 ± 0.013	35.94 ± 0.84 ^a
	III	4.93 ± 0.43	85.03 ± 0.42	0.013 ± 0.015	33.79 ± 1.57 ^c
玉米青贮	对照组	2.76 ± 0.15	97.24 ± 0.70	0.016 ± 0.016	40.43 ± 1.00 ^b
	I	2.44 ± 0.21	97.56 ± 0.69	0.017 ± 0.001	41.65 ± 1.15 ^{ab}
	II	3.27 ± 0.11	96.73 ± 1.03	0.017 ± 0.008	42.14 ± 0.60 ^a
	III	2.19 ± 0.15	97.81 ± 1.95	0.017 ± 0.002	41.50 ± 1.61 ^{ab}
谷草	对照组	0.83 ± 0.05	99.18 ± 0.92	0.018 ± 0.012	42.06 ± 1.38
	I	1.42 ± 0.06	98.58 ± 0.98	0.018 ± 0.001	42.40 ± 0.71
	II	1.76 ± 0.10	98.24 ± 0.57	0.018 ± 0.020	42.60 ± 2.25
	III	1.08 ± 0.14	98.92 ± 2.45	0.018 ± 0.013	42.20 ± 1.94
稻草	对照组	1.37 ± 0.61	98.63 ± 3.06	0.010 ± 0.014	29.31 ± 0.99 ^b
	I	1.41 ± 0.13	98.58 ± 0.47	0.011 ± 0.013	31.28 ± 0.71 ^a
	II	1.60 ± 0.08	98.40 ± 0.85	0.011 ± 0.002	31.42 ± 0.82 ^a
	III	1.46 ± 0.01	98.54 ± 0.79	0.011 ± 0.005	31.32 ± 1.74 ^a

表 9 谷氨酸渣对不同粗饲料 ADF 瘤胃降解率的影响

粗饲料	组别	瘤胃降解参数			
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	ED
苜蓿干草	对照组	10.30 ± 1.10	41.37 ± 0.55	0.041 ± 0.003	35.88 ± 0.18 ^c
	I	10.93 ± 1.21	42.28 ± 1.45	0.039 ± 0.024	36.57 ± 0.68 ^b
	II	12.07 ± 0.96	42.10 ± 1.63	0.039 ± 0.002	37.60 ± 1.79 ^a
	III	10.65 ± 0.66	40.96 ± 2.69	0.044 ± 0.014	36.66 ± 0.86 ^b
小麦麦秸	对照组	8.52 ± 0.87	91.48 ± 1.75	0.014 ± 0.009	41.11 ± 0.55 ^b
	I	8.04 ± 0.58	91.96 ± 0.61	0.015 ± 0.014	42.27 ± 0.03 ^a
	II	8.52 ± 0.97	91.48 ± 1.54	0.015 ± 0.002	42.57 ± 0.88 ^a
	III	8.00 ± 0.30	92.00 ± 1.67	0.015 ± 0.013	42.24 ± 0.29 ^a
玉米秸秆	对照组	2.79 ± 0.26	97.21 ± 0.97	0.01 ± 0.013	30.33 ± 0.71 ^b
	I	2.80 ± 0.15	97.20 ± 1.72	0.011 ± 0.004	32.25 ± 1.48 ^a
	II	2.75 ± 0.44	97.25 ± 3.31	0.011 ± 0.005	32.22 ± 0.27 ^a
	III	2.66 ± 0.43	97.34 ± 1.73	0.011 ± 0.004	32.16 ± 0.35 ^a
玉米青贮	对照组	1.47 ± 0.24	98.53 ± 1.84	0.014 ± 0.015	36.57 ± 0.33 ^b
	I	1.21 ± 0.45	98.79 ± 2.05	0.015 ± 0.005	37.98 ± 0.29 ^a
	II	1.23 ± 0.59	98.77 ± 1.96	0.015 ± 0.002	37.99 ± 0.41 ^a
	III	1.04 ± 0.79	98.96 ± 3.85	0.015 ± 0.005	37.87 ± 0.61 ^a
谷草	对照组	1.67 ± 0.57	98.33 ± 1.76	0.017 ± 0.002	41.19 ± 0.18 ^b
	I	1.67 ± 0.73	98.33 ± 3.04	0.017 ± 0.001	41.19 ± 1.97 ^b
	II	0.98 ± 0.02	99.02 ± 1.15	0.018 ± 0.014	42.14 ± 0.57 ^a
	III	1.34 ± 0.22	98.66 ± 0.93	0.017 ± 0.013	40.99 ± 0.63 ^b
稻草	对照组	2.67 ± 0.21	63.53 ± 2.30	0.023 ± 0.024	32.92 ± 1.21
	I	2.65 ± 0.10	63.42 ± 3.21	0.023 ± 0.002	32.85 ± 1.16
	II	2.44 ± 0.40	61.96 ± 1.67	0.026 ± 0.001	33.84 ± 1.14
	III	3.01 ± 0.19	63.67 ± 0.69	0.023 ± 0.002	33.33 ± 0.52

3 讨 论

3.1 日粮中添加谷氨酸渣对秦川肉牛采食量的影响

饲料种类、外界环境、饲料的适口性等都对肉牛采食量有影响^[13]。本试验中,添加谷氨酸渣替代豆粕后肉牛采食量显著增加,可能与谷氨酸渣保留有糖蜜的香味,适口性较好有关,这与孙宇等^[14]的结论相一致。

3.2 日粮中添加谷氨酸渣对秦川肉牛发酵指标的影响

瘤胃液的 pH 是衡量瘤胃是否处于正常发酵环境的重要参数,是瘤胃发酵过程的综合反映。王庆丽等^[15]发现:日粮种类、日粮精粗比、日粮干物质含量、采食量、饲喂方法等因素都可以影响瘤胃液 pH。本试验中,瘤胃液 pH 随着谷氨酸渣添加量的增加而有升高的趋势,且试验Ⅲ组显著高于其他 3 组,但都处于 6.33~6.60 之间,属于适宜范围(5.5~6.8),说明在日粮中用 1.5%~4.5% 谷氨酸渣替代豆粕可以显著提高瘤胃 pH,且对瘤胃健康无不良影响。这和毛江^[16]等人的研究成果不一致。原因可能是试验动物的不同及饲养饲料配方的差异。

瘤胃液 $\text{NH}_3\text{-N}$ 是日粮蛋白质、瘤胃中非蛋白氮和动物机体蛋白质的降解产物,也是瘤胃微生物合成菌体蛋白所用的原料,其浓度可以反映瘤胃内蛋白质降解和蛋白质合成之间达成的平衡状态^[17]。在本试验中,添加谷氨酸渣后 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度显著降低,表明在添加谷氨酸渣代替部分豆粕可以显著降低瘤胃液 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度,使其更多地被瘤胃微生物用于合成菌体蛋白^[18]。

MCP 含量是反映瘤胃内蛋白质合成情况的指标^[19]。本试验中,添加谷氨酸渣后试验Ⅱ、Ⅲ组微生物蛋白含量显著高于对照组,这与瘤胃液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度的降低相一致,说明日粮中添加谷氨酸渣促进了瘤胃微生物利用瘤胃液中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 合成微生物蛋白,且 3.0% 的添加量效果最好。

反刍动物瘤胃微生物将瘤胃内纤维物质分解为多种 VFA(乙酸、丙酸、丁酸等)。通常根据乙酸、丙酸、丁酸相对比例将瘤胃发酵分为乙酸型发酵,丙酸型发酵和丁酸型发酵 3 种类型。丙酸是葡萄糖合成的主要前体,丙酸型发酵能够为机体提供更多能量,降低甲烷的生成,降低机体能量消耗^[20]。一般用乙酸含量和丙酸含量的比来表示瘤胃发酵模式的改变。在本试验中,添加谷氨酸渣替代豆粕后,丙酸含量显著增加,乙酸和丙酸比显著降低。说明添加谷氨酸渣替代豆粕可以促进瘤胃的丙酸型发酵,这和

马群山等^[21]的结论相一致。

3.3 日粮中添加谷氨酸渣对秦川肉牛瘤胃降解情况的影响

饲料 DM、CP、NDF、ADF 的有效降解率(ED)是评价饲料降解情况的重要指标之一。本试验结果表明,在日粮中添加谷氨酸渣有利于提高秦川肉牛对多种常见饲料(苜蓿干草、玉米青贮、谷草、稻草)DM 的 ED,且其中添加 3.0% 谷氨酸渣的试验组效果最好;有利于提高秦川肉牛对多种常见饲料(苜蓿干草、小麦麦秸、玉米青贮、谷草)CP 的 ED;有利于提高秦川肉牛对多种饲料(小麦麦秸、玉米秸秆、玉米青贮、稻草)NDF 的 ED;有利于提高多种饲料(苜蓿干草、小麦麦秸、玉米秸秆、玉米青贮、谷草)ADF 的 ED。

这可能与谷氨酸渣显著提高了秦川肉牛瘤胃中丙酸含量,促进了秦川肉牛的丙酸型发酵有关^[22]。同时,谷氨酸渣可以满足瘤胃内微生物的能量需求,促进瘤胃内微生物的良性生长,提高秦川肉牛对饲料的降解情况。这与本试验中微生物蛋白含量增加的结果相一致。本试验中添加谷氨酸渣提高了秦川肉牛对多种饲料 CP 的有效降解率,这与 Liu 和 McMeniman 等^[23]的结论相一致,但与关意寅等^[22]的结论不一致,原因可能是因为试验动物的不同和试验环境的不同。

4 结 论

添加谷氨酸渣替代日粮中部分豆粕可以显著提高秦川肉牛的采食量;可以显著降低瘤胃内氨态氮浓度,显著提高微生物蛋白含量,提升丙酸含量,降低乙酸与丙酸比,改善瘤胃内环境;可以显著提高多种常用饲料 DM、CP、NDF、ADF 瘤胃有效降解率,其中以 3.0% 谷氨酸渣添加量为最佳。

参考文献:

- [1] 刘明美. 蛋白质饲料的开发利用现状[J]. 江西饲料, 2012(6): 17-19.
- [2] 武书庚, 刁其玉, 朱文志. 浓缩糖蜜发酵液对仔猪生产性能的影响[J]. 中国畜牧兽医文摘, 2005(3): 28.
- [3] 毛江. 浓缩糖蜜发酵液对奶牛瘤胃发酵和生产性能的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2015.
- [4] HANNON K, TRENKLE A. Evaluation of condensed molasses fermentation solubles as a nonprotein nitrogen source for ruminants[J]. Journal of Animal Science, 1990, 68(9): 2634-2641.
- [5] 林教一, 黄坤勇, 王立红, 等. CMS 使用于乳牛饲料添加之研究[J]. 动物科学与动物医学, 2003, 20(1): 49-52.
- [6] 段鹏杰, 王淑辉, 曹阳春, 等. 谷氨酸渣对秦川肉牛生长发育和血液生化指标的影响[J]. 中国畜牧兽医, 2017, 44(8): 2295-2302.
- [7] 冯宗慈, 高民. 通过比色测定瘤胃液氨氮含量方法的改进[J].

- 畜牧与饲料科学,2010,31(6/7):37.
- [8] 胡伟莲,王佳堃,吕建敏,等.瘤胃体外发酵产物中的甲烷和有机酸含量的快速测定[J].浙江大学学报(农业与生命科学版),2006,32(2):217-221.
- [9] 夏其昌.蛋白质化学研究技术与进展[M].北京:科学出版社,1997:105-107.
- [10] 冯仰廉.反刍动物营养学[M].北京:科学出版社,2004:332-333.
- [11] 张丽英.饲料分析与饲料质量检测技术[M].北京:中国农业大学出版社,2010.
- [12] QRSKOV E R, MCDONALD I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage[J]. The Journal of Agricultural Science, 1979, 92(2):499-503.
- [13] 张兵,俞春山.影响反刍动物干物质采食量的因素[J].饲料博览,2010(7):21-22.
- [14] 孙宇,时合灵,付彤,等.日粮中添加味精菌体蛋白对奶牛生产性能的影响[J].中国畜牧兽医,2010,37(2):37-39.
- [15] 王庆丽,田兰英,赵仁义,等.影响奶牛瘤胃 pH 值得因素[J].河南畜牧兽医,2008,29(10):36-37.
- [16] 毛江,杜云,王雅晶,等.浓缩糖蜜发酵液对泌乳牛生产性能、瘤胃发酵和血清指标的影响[J].动物营养学报,2015,27(10):3198-3206.
- [17] 卢德勋.系统动物营养学导论[M].北京:中国农业出版社,2004.
- [18] HRISTOV A N, POPP J K, HUNT C W. Effect of barley and its amylopectin content on ruminal fermentation and bacterial utilization of ammonia-N in vitro[J]. Animal Feed Science and Technology, 2002, 99(1):25-36.
- [19] 赵鹏,吴文旋,吴佳海,等.过瘤胃胆碱对陕北麻羊瘤胃发酵及血浆生化指标的影响[J].动物营养学报,2017,29(1):333-338.
- [20] GADO H M, SALEM A Z M, ROBINSON P H, et al. Influence of exogenous enzymes on nutrient digestibility, extent of ruminal fermentation as well as milk production and composition in dairy cows[J]. Animal Feed Science & Technology, 2009, 154(1/2):36-46.
- [21] 马群山,陈勇,张爱忠,等.饲料中添加大豆糖蜜对肉羊瘤胃发酵的影响[J].饲料营养,2009,45(15):33-36.
- [22] 关意寅,文秋燕,黄锋,等.补饲糖蜜-尿素舔砖对秸秆营养成分在水牛瘤胃中降解率的影响[J].畜牧与兽医,2001,33(3):15-16.
- [23] LIU Z J, McMENIMAN N P. Effect of supplementation with a by-product of molasses fermentation or non-protein nitrogen/mineral mix on feed intake and microbial protein supply in sheep consuming chopped oat (*Avena sativa*) [J]. Small Ruminant Research, 2001, 41:229-233.

Effects of Glutamate Residue on Rumen Degradation Characteristics of Common Feed of Qinchuan Beef Cattle

SONG Yu¹, XIA Zhi-jun¹, ZAN Lin-sen^{1,2*}

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100;

2. National Beef Cattle Improvement Center, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract: [Objective] To study the effect of glutamate residue on effective rumen degradation rate (ED) of rumen fermentation index feed of Qinchuan beef cattle. [Method] Five Qinchuan beef cattle were selected as experimental animals. The ED results of six kinds of rumen fermentation index DM CP NDF ADF were measured during the 120 d period. [Result] The ratio of acetic acid to propionic acid was reduced ($P < 0.05$). [Conclusion] In summary, glutamate residue can reduce the rumen $\text{NH}_3 - \text{N}$, increase the content of MCP, and reduce the ratio of acetic acid to propionic acid. To enhance the activity of alkaline phosphatase; improve the ED of DM CP NDF ADF in a variety of feeds.

Key words: Qinchuan beef cattle; glutamic acid residue; effective rumen degradation rate; rumen fermentation index