

马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛瘤胃内环境及血清生化指标的影响

王典^{1,2} 李发弟¹ 张养东² 卜登攀² 孙鹏² 周凌云^{2*}

(1. 甘肃农业大学动物科技学院, 兰州 730070; 2. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 动物营养学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要: 本试验旨在研究马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛瘤胃内环境及血清生化指标的影响。选择4头平均体重(455.00 ± 19.50) kg的健康秦川杂交肉牛, 随机分配到 4×4 拉丁方试验设计中。4组分别为: 1) 对照组, 40%精料+60%玉米秸秆黄贮料; 2) S25组, 40%精料+45%玉米秸秆黄贮料+15%马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料; 3) S50组, 40%精料+30%玉米秸秆黄贮料+30%马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料; 4) S75组, 40%精料+15%玉米秸秆黄贮料+45%马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料。结果表明: 各组肉牛平均日增重、干物质采食量和蛋白质摄入量均差异不显著($P > 0.05$)。S25、S50和S75组肉牛瘤胃液氨态氮浓度均高于对照组($P > 0.05$), 分别提高了58.96%、36.35%、26.17%。各组乙酸、丙酸、丁酸、戊酸、总挥发性脂肪酸浓度和乙酸、丙酸、丁酸、戊酸比例及乙酸/丙酸、(乙酸+丁酸)/丙酸均无显著差异($P > 0.05$)。各组间血清总蛋白、尿素氮和葡萄糖含量均无显著差异($P > 0.05$)。由此可知, 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料替代部分玉米秸秆黄贮料能提高肉牛瘤胃液氨态氮浓度, 对瘤胃液挥发性脂肪酸含量和血清生化指标无影响。马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料可以替代肉牛饲料中75%的玉米秸秆黄贮料。

关键词: 马铃薯淀粉渣; 肉牛; 瘤胃内环境; 血清生化指标

中图分类号: S816.5⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1006-267X(2012)07-1361-07

马铃薯淀粉渣(potato pulp)是在马铃薯淀粉生产过程中产生的一种主要成分是水、细胞碎片和残余淀粉颗粒的副产物。鲜马铃薯淀粉渣水分含量高达90%, 自带菌多达33种, 不易储存、运输, 腐败变质后产生恶臭, 易造成环境污染^[1-3]。马铃薯淀粉渣中含有大量的淀粉、纤维素、半纤维素、果胶等可利用成分, 同时含有少量蛋白质, 可作为发酵培养基, 具有很高的开发利用价值和重要研究意义。但目前国外只有Okine等^[4]和Zunong等^[5]研究报道饲喂马铃薯淀粉渣青贮饲料未对奶牛的干物质摄入量、乳产量和乳成分产生影响, 国内只有闫晓波^[6]研究报道马铃薯淀粉渣

和玉米秸秆混合青贮可以完全替代全株玉米青贮饲喂奶牛, 尚未见更多报道, 并且马铃薯淀粉渣的利用和开发问题一直也没有得到更好的解决。本研究将马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮后用于饲喂肉牛, 通过其饲喂效果来对马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料品质进行评价, 确定马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料在肉牛上适宜的饲喂量, 为生产实践提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

马铃薯淀粉渣(水分含量89.0%)由甘肃凯

收稿日期: 2012-02-17

基金项目: 现代农业产业技术体系专项资金资助(nycytx-04-01)

作者简介: 王典(1978—), 男, 湖北襄阳人, 博士研究生, 从事反刍动物营养研究。E-mail: liantian99904@sohu.com

* 通讯作者: 周凌云, 助理研究员, E-mail: anyal977@263.net

龙淀粉有限公司提供,玉米秸秆(水分含量 23.4%)从甘肃省定西市陇西县购买。常规营养成分的测定参照《饲料分析及饲料质量检测技

术》^[7],青贮剂购自台湾亚芯生物科技开发有限公司,由活性乳酸菌、纤维素酶及营养物质等组成,乳酸菌 $\geq 1 \times 10^{11}$ CFU/g。

表 1 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆营养水平(干物质基础)

Table 1 Nutrient levels of potato pulp and corn straw (DM basis)

%

项目 Items	马铃薯淀粉渣 Potato pulp	玉米秸秆 Corn straw
干物质 DM	11.00	76.60
粗蛋白质 CP	8.65	5.15
粗脂肪 EE	11.35	9.02
中性洗涤纤维 NDF	29.40	65.47
酸性洗涤纤维 ADF	13.52	36.93
灰分 Ash	4.50	5.92

1.2 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料制备

将玉米秸秆切割成 1~2 cm 长小段,然后与马铃薯淀粉渣按照 1:(4~5) 比例混合,最后将稀释好的青贮剂均匀喷洒在混合料上,装袋、压实、密封,保证混合青贮料的水分含量为 65%~75%。判断水分的方法:用手抓一把青贮料,用力挤压,可以挤出水珠,但不掉落,表明水分含量在 65%~75%。室温条件下青贮发酵 45 d,发酵后的青贮料呈黄色,无任何异味,无霉变,无粘手现象,有强烈的酸香味,为品质优良。

1.3 方法设计与饲养管理

试验采用 4×4 拉丁方设计,4 组分别为:1) 对照组,40% 精料 + 60% 玉米秸秆黄贮料;2) S25 组,40% 精料 + 45% 玉米秸秆黄贮料 + 15% 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料;3) S50 组,40% 精料 + 30% 玉米秸秆黄贮料 + 30% 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料;4) S75 组,40% 精料 + 15% 玉米秸秆黄贮料 + 45% 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料。每个试验期 16 d,其中预试期 10 d,正试期 6 d,4 期共 64 d。试验饲料组成及营养水平见表 2,饲料设计参照我国农业部颁发的 2004 年版《肉牛饲养标准》^[8]。粗料为青贮料,精粗比均为 40:60。试验牛采取舍饲栓系饲喂,每日 07:00、14:00 和 19:00 各饲喂 1 次。试验期中第 16 天晨饲前颈静脉采集血样,第 16 天晨饲后 2 h 通过口腔采集瘤胃液样品。试验期第 14~16 天晨饲前收集剩料称重并采样。

1.4 测定指标

1.4.1 饲料及剩料

每个试验期第 14~16 天晨饲前收集剩料并

称重,称重后通过 4 分法采集剩料样,并在 65 ℃ 烘干,测定干物质、粗蛋白质等指标。

1.4.2 瘤胃内环境

每个试验期第 16 天时,在清晨饲喂 2 h 后通过口腔采集瘤胃液样品,测定 pH、氨态氮(NH₃-N)和挥发性脂肪酸(VFA)浓度。

1.4.3 血清生化指标

在每个试验期第 16 天早上(08:00)对 16 头牛空腹颈静脉无菌采血 10 mL,并于 3 500 r/min 离心 15 min 制备血清,血清样品放入 -20 ℃ 冰箱中保存。测定血清总蛋白(total protein, TP)、尿素氮(urea nitrogen, UN)、葡萄糖(glucose, GLU)含量。

1.5 统计分析

原始数据经 Excel 2003 初步处理后,采用 SAS 8.0 软件包中 one-way ANOVA 对试验数据进行单因子方差分析。并用 LSD 法和 Duncan 氏法进行多重比较。结果用“平均值±标准差”表示, $P<0.05$ 为显著性标准。

2 结 果

2.1 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛生长性能影响

从表 3 中可以看出,S25、S50 和 S75 组平均日增重较对照组差异不显著($P>0.05$),但在数值上都有一定增加;S25、S50 和 S75 组干物质采食量和蛋白质摄入量较对照组差异不显著($P>0.05$),可能是马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料的适口性较玉米秸秆黄贮料的适口性好,使肉牛的干物质采食量和蛋白质摄入量有一定增加。

表2 试验饲粮组成及营养水平(干物质基础)

Table 2 Composition and nutrient levels of experimental diets (DM basis)

%

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Control	S25	S50	S75
原料 Ingredients				
玉米 Corn	22.0	22.0	22.0	22.0
小麦麸 Wheat bran	4.8	4.8	4.8	4.8
胡麻饼 Benne cake	3.2	3.2	3.2	3.2
预混料 Premix ¹⁾	10.0	10.0	10.0	10.0
玉米秸秆黄贮料 Corn straw silage	60.0	45.0	30.0	15.0
混合青贮料 Mixed silage		15.0	30.0	45.0
合计 Total	100.0	100.0	100.0	100.0
营养水平 Nutrient levels ²⁾				
综合净能 NEmf/(MJ/kg)	7.89	7.91	7.92	7.93
粗蛋白质 CP	12.90	12.92	12.94	12.96
中性洗涤纤维 NDF	56.87	56.86	56.85	56.84
酸性洗涤纤维 ADF	22.43	22.42	22.41	22.40
钙 Ca	0.77	0.77	0.76	0.76
总磷 TP	0.31	0.31	0.31	0.30

¹⁾ 预混料为每千克饲粮提供 The premix provides the following per kg of diet; VA 150 000 IU, VD 21 000 IU, VE 200 IU, Cu (as copper sulfate) 300 mg, Zn (as zinc sulfate) 1 500 mg, Co (as cobalt sulfate) 2.5 mg, Mn (as manganese sulfate) 2 000 mg, Fe (as ferrous sulfate) 1 000 mg, Se (as selenium sulfate) 1.5 mg。

²⁾ 粗蛋白质、中性洗涤纤维和酸性洗涤纤维为实测值,其他营养水平为计算值。综合净能 = 维持的净能需要量 + 日增重的净能需要量^[9]。CP, NDF, ADF are measured values, while other nutrient levels are calculated values. NEmf = NEm + NEf^[9]。

表3 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛生长性能的影响

Table 3 Effects of mixed silages of potato pulp and corn straw on growth performance of beef cattle

项目 Items	组别 Groups				SEM	P 值 P-value
	对照 Control	S25	S50	S75		
平均日增重 ADG/(kg/d)	0.54 ± 0.04	0.58 ± 0.05	0.61 ± 0.05	0.56 ± 0.07	0.05	0.73
干物质采食量 DMI/(kg/d)	8.75 ± 0.19	8.89 ± 0.16	8.95 ± 0.26	8.85 ± 0.21	0.21	0.47
蛋白质摄入量 Protein intake/(kg/d)	1.13 ± 0.08	1.17 ± 0.11	1.21 ± 0.09	1.18 ± 0.10	0.10	0.58
料重比 F/G	16.20	15.33	14.67	15.80		

2.2 马铃薯淀粉渣玉米秸秆混合青贮对肉牛瘤胃液pH和NH₃-N浓度的影响

从表4中可以看出,S25、S50和S75组与对照组瘤胃液pH较相近($P>0.05$);S25、S50和S75组瘤胃液NH₃-N浓度较对照组有一定提高,分别提高了58.96%、36.35%、26.17%,但差异不显著($P>0.05$)。

2.3 马铃薯淀粉渣玉米秸秆混合青贮对肉牛瘤胃液VFA浓度的影响

从表5中可以看出,各组间乙酸、丙酸、丁酸、戊酸、总挥发性脂肪酸(TVFA)浓度和乙酸、丙酸、丁酸、戊酸比例及乙酸/丙酸、(乙酸+丁酸)/丙酸均无显著差异($P>0.05$)。

表 4 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛瘤胃液 pH 和 NH₃-N 浓度的影响

Table 4 Effects of mixed silages of potato pulp and corn straw on rumen pH and NH₃-N concentration of beef cattle

项目 Items	组别 Groups				SEM	P 值 P-value
	对照 Control	S25	S50	S75		
pH	6.43 ±0.73	6.47 ±0.61	6.49 ±0.97	6.48 ±0.69	0.97	0.74
氨态氮 NH ₃ -N/(mg/dL)	9.82 ±3.70	15.61 ±2.98	13.39 ±2.98	12.39 ±4.28	4.41	0.08

表 5 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛瘤胃液挥发性脂肪酸浓度的影响

Table 5 Effects of mixed silages of potato pulp and corn straw on rumen VFA concentration of beef cattle

项目 Items	组别 Groups				SEM	<i>P</i> 值 <i>P</i> -value
	对照 Control	S25	S50	S75		
挥发性脂肪酸浓度 VFA concentration/(mmol/L)						
乙酸 Acetate	37.09 ±6.68	33.29 ±2.75	37.30 ±1.64	30.16 ±0.96	4.25	0.46
丙酸 Propionate	10.90 ±2.89	8.94 ±0.90	11.78 ±1.90	8.65 ±1.73	1.92	0.33
丁酸 Butyrate	2.61 ±0.75	2.18 ±0.03	2.88 ±0.50	1.97 ±0.19	0.34	0.16
戊酸 Valerate	2.14 ±1.23	2.18 ±0.17	1.94 ±0.55	1.48 ±0.28	0.53	0.59
总挥发性脂肪酸 TVFA	52.75 ±11.73	46.59 ±4.60	53.90 ±4.61	42.25 ±3.38	6.43	0.41
挥发性脂肪酸组成 VFA composition/%						
乙酸 Acetate	71.26 ±1.77	69.94 ±3.13	70.92 ±2.06	71.48 ±2.03	2.70	0.65
丙酸 Propionate	20.37 ±2.72	22.32 ±2.93	19.14 ±1.08	19.14 ±1.35	2.40	0.24
丁酸 Butyrate	5.14 ±0.89	5.62 ±0.71	4.63 ±0.39	4.29 ±0.36	0.78	0.42
戊酸 Valerate	3.23 ±1.59	2.12 ±0.28	5.31 ±0.92	5.09 ±0.66	1.14	0.42
乙酸/丙酸 Acetate/propionate	3.51 ±0.51	3.76 ±0.27	3.28 ±0.50	3.67 ±0.58	0.47	0.23
(乙酸 + 丁酸)/丙酸 (Acetate + butyrate)/propionate	3.76 ±0.53	4.01 ±0.30	3.53 ±0.50	3.91 ±0.59	0.49	0.25

2.4 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛血清生化指标的影响

从表 6 中可以看出,各组间血清总蛋白、尿素氮和葡萄糖含量均无显著差异($P>0.05$)。S50 和 S75 组血清葡萄糖含量较对照组降低,但差异

不显著($P>0.05$);S25 和 S75 组血清尿素氮含量较对照组升高,但差异不显著($P>0.05$);S50 和 S75 组血清葡萄糖含量较对照组升高,但差异不显著($P>0.05$)。

表 6 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮对肉牛血清生化指标的影响

Table 6 Effects of mixed silages of potato pulp and corn straw on serum biochemical parameters of beef cattle

项目 Items	组别 Groups				SEM	P 值 P-value
	对照 Control	S25	S50	S75		
总蛋白 TP/(g/L)	9.56 ±0.64	9.76 ±0.96	8.93 ±1.22	9.41 ±0.47	0.87	0.28
尿素氮 BUN/(mmol/L)	13.75 ±2.25	14.13 ±2.70	12.88 ±2.36	14.88 ±2.47	2.45	0.44
葡萄糖 GLU/(mmol/L)	1.44 ±0.70	1.21 ±0.56	1.69 ±0.55	1.88 ±0.29	0.55	0.10

3 讨论

3.1 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛生长性能的影响

Okine 等^[4]和 Zunong 等^[5]研究表明,直接用

马铃薯淀粉渣制作青贮原料,添加不同的发酵剂后制作成青贮饲料,并且制备的青贮饲料可以直接作为反刍动物饲粮原料。将含有 150 g/kg 马铃薯淀粉渣青贮料的饲粮饲喂放牧的奶牛,结果表明饲喂马铃薯淀粉渣青贮料未对奶牛的干物质摄

入量、乳产量和乳成分有一定影响。而国内闫晓波^[6]研究表明,当玉米秸秆粉碎至 2~3 cm,玉米秸秆和马铃薯淀粉渣的混合比例为 1:3,水分含量为 65% 时,制作出的马铃薯淀粉青贮料品质优良。其进一步用马铃薯淀粉渣青贮料替代 25%、50% 和 100% 的玉米青贮料饲喂奶牛,发现马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料可以完全替代全株玉米青贮料饲喂奶牛。赵萍等^[10]和邵淑丽等^[11]报道,微生物发酵可改善马铃薯淀粉渣粗纤维结构,产生淡淡的香味,适口性得到了很好改善,将发酵生产的蛋白质饲料部分替代肉兔饲料可提高肉兔的平均日增重,且不影响肉品质和免疫功能。以上结果表明,马铃薯淀粉渣含有丰富的营养,其发酵产生的乙酸可增加动物的采食量。本研究中 3 个试验组的干物质采食量均高于对照组,说明马铃薯淀粉渣与玉米秸秆混合青贮后,其适口性有所提高,在动物的饲料中添加适量的含有马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料可提高动物的采食量。

3.2 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛瘤胃内环境的影响

pH 是反映瘤胃发酵水平的综合指标。瘤胃纤维分解菌对瘤胃 pH 的变化比较敏感,当瘤胃 pH 低于 6.2 时其生长将会受到抑制^[12]。本试验中各组间瘤胃平均 pH 无显著差异,且各组瘤胃平均 pH 都高于 6.2,瘤胃内微生物生长未受到抑制。

NH₃-N 是瘤胃内饲料蛋白质、氨基酸、尿素等分解的终产物,同时又是微生物合成微生物蛋白质(MCP)的原料,其在瘤胃液中的浓度直接影响着瘤胃 MCP 的产量^[13]。NH₃-N 浓度反映蛋白质降解与合成之间所达到的平衡状况,瘤胃微生物生长需要有适宜的 NH₃-N 浓度,其最佳浓度范围为 6.3~27.5 mg/dL^[14]。本试验中 NH₃-N 浓度在 9.82~15.61 mg/dL 之间,与前人的报道结果一致^[15-17],基本上满足了瘤胃微生物生长的需要。NH₃-N 浓度过低会影响微 MCP 的合成量,而 NH₃-N 浓度过高,则说明瘤胃微生物降解氮源释放氨气(NH₃)的速率超过了微生物利用 NH₃ 合成 MCP 的速率,会增加瘤胃氮循环中氮素的损失^[18]。本试验中各组 NH₃-N 浓度相对于对照组都有一定的提高,原因可能是本试验是在饲喂 2 h 后采集的瘤胃液样品,而此时瘤胃内 NH₃-N 浓度正处于最大值。马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青

贮替代玉米秸秆黄贮料后各组瘤胃 NH₃-N 浓度较对照组有一定的提高,说明马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料替代玉米秸秆黄贮料后可以为瘤胃微生物提供更多的 NH₃ 合成 MCP,有利于动物生长性能的提高。

饲料中的碳水化合物被瘤胃微生物利用生产乙酸、丙酸以及丁酸等 VFA,瘤胃液中 VFA 浓度和组成是反映瘤胃消化代谢活动的重要指标,瘤胃发酵产生的 VFA 也是反刍动物重要的能量来源,占反刍动物能量吸收总量的 70%~80%,评定 VFA 产量及比例,对进一步提高反刍动物能量利用率具有重要意义^[19]。本试验中各组间乙酸、丙酸、丁酸、戊酸、TVFA 浓度和乙酸、丙酸、丁酸、戊酸比例及乙酸/丙酸、(乙酸+丁酸)/丙酸均无显著差异。

3.3 马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料对肉牛血清生化指标的影响

血清中各种生化成分是动物体生命活动的物质基础,其含量及其变化规律是动物体重要的生物学特征^[20]。血清蛋白指标是机体蛋白质合成代谢的一个重要指标,其中血清总蛋白含量高是蛋白质代谢旺盛的表现,有利于促进动物的生长和提高饲料转化率^[21]。本试验中各组间血清总蛋白含量无显著差异,说明马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料替代不同比例玉米秸秆黄贮料饲喂肉牛后对肉牛血清总蛋白含量没有影响,在肉牛饲料中马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料可以替代 75% 的玉米秸秆黄贮料。

正常情况下,血糖含量变化是机体对糖吸收、运转和代谢的动态平衡的反映^[22]。血糖水平升高刺激机体释放胰岛素,低血糖促进胰高血糖素的释放,而胰高血糖素升高有助于葡萄糖转运进入细胞,降低细胞中环-磷酸腺苷的浓度,加强了糖原的合成。本试验中 S50 和 S75 组较其他组有所下降,说明马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料替代玉米秸秆黄贮料饲喂肉牛有利于糖原合成。

陈会良等^[23]、王文娟等^[24]、汪水平等^[25]指出,血清尿素水平可以较准确地反映体内蛋白质的代谢状况和饲料氨基酸的平衡情况,蛋白质代谢良好时,血清尿素氮含量较低,说明机体对饲料蛋白质的利用率提高。本试验中各组血清尿素氮含量无显著差异,但 S25 和 S75 组血清尿素氮有一定升高,与瘤胃液中 NH₃-N 浓度呈正相关。

4 结 论

在本试验条件下,马铃薯淀粉渣和玉米秸秆混合青贮料可以替代肉牛饲料中 75% 的玉米秸秆黄贮料。

参考文献:

- [1] 王卓,顾正彪,洪雁. 马铃薯渣的开发与利用[J]. 中国粮油学报,2007,22(2):133-136.
- [2] 王拓一,张杰,吴耘红,等. 马铃薯渣的综合利用研究[J]. 农产品加工:学刊,2008,142(7):103-105.
- [3] 袁惠君,赵萍,李志忠. 马铃薯渣的开发利用价值及前景[J]. 甘肃科技纵横,2004,33(6):67-68.
- [4] OKINEA A, HANADA A, AIBIBULA Y, et al. Ensiling of potato pulp with or without bacterial inoculants and its effect on fermentation quality, nutrient composition and nutritive value [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2005, 121(3/4):329-343.
- [5] ZUNONG M, TUERHONG T, OKAMOTO M, et al. Effects of a potato pulp silage supplement on the composition of milk fatty acids when fed to grazing dairy cows [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2009, 152(1/2):81-91.
- [6] 闫晓波. 马铃薯渣和秸秆混合青贮对奶牛生产性能的影响[D]. 硕士学位论文. 兰州:甘肃农业大学, 2009.
- [7] 张丽英. 饲料分析及饲料质量检测技术[M]. 2 版. 北京:中国农业大学出版社, 2003:43-75.
- [8] 中华人民共和国农业部. NY/T 815—2004 肉牛饲养标准[S]. 北京:中国农业出版社, 2004.
- [9] 杨露,杨亮,熊本海. 肉牛日粮营养需要量及日粮配制指南概述[J]. 饲料工业, 2011, 32(17):19-25.
- [10] 赵萍,张珍. 马铃薯渣生料发酵饲料生产[J]. 食品与发酵工业, 2000, 27(3):82-84.
- [11] 邵淑丽,刘兴军,邵会祥,等. 马铃薯渣发酵饲料对兔肉质、免疫功能的影响[J]. 生物技术, 2002, 12(1):24-26.
- [12] 姜艳美,王加启,邓露芳,等. 酵母培养物对瘤胃发酵的影响[J]. 动物营养学报, 2008, 20(1):92-97.
- [13] 王加启,李树聪. 不同日粮类型对奶牛营养代谢影响的研究[A]//动物营养研究进展. 北京:中国农业科技出版社, 2004:124-133.
- [14] ALLISON M N, SMITH R H. Biosynthesis of amino acids by ruminal microorganisms[J]. *Journal of Animal Science*, 1967, 29:797-807.
- [15] KLEVESAH E A, COCHRAN R C, TITGEMEYER E C, et al. Effect of a wide range in the ratio of supplemental rumen degradable protein to starch on utilization of low quality, grass hay by beef steers[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2003, 105:5-20.
- [16] ARROQUY J I, COCHRAN R C, VILLARREAL M, et al. Effect of level of rumen degradable protein and type of supplemental non-fiber carbohydrate on intake and digestion of low quality grass hay by beef cattle [J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2004, 115:83-99.
- [17] WICKERSHAM T A, TITGEMEYER E C, COCHRAN R C, et al. Effect of rumen-degradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming low-quality forage [J]. *Journal of Animal Science*, 2008, 86:3079-3088.
- [18] HRISTOV A N, ROPP 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] 孙满吉,刘彩娟,张永根,等. 直接饲喂酵母培养物对奶牛瘤胃发酵的影响[J]. 动物营养学报, 2010, 22(5):1390-1395.
- [20] 汪张贵. 日粮核黄素添加水平对新扬州仔鸡免疫机能和血液生化指标影响的研究[D]. 硕士学位论文. 扬州:扬州大学, 2005.
- [21] 李冬梅,耿忠诚,于亚洲. 日粮中添加半胱胺对肉羊血液生化指标及胴体品质的影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2007, 19(5):58-61.
- [22] 严学兵,刘圈炜,王成章,等. 苜蓿青饲对波尔山羊生长性能及血液生理生化指标的影响[J]. 草地学报, 2010, 18(3):456-451.
- [23] 陈会良,商常发,周岩,等. "麦松散"对肉牛增重和血清生化指标的影响[J]. 黄牛杂志, 2005, 31(3):23-25.
- [24] 王文娟,汪水平,左福元. 反刍动物淀粉消化与葡萄糖吸收研究进展[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2008, 36(5):27-34.
- [25] 汪水平,王文娟,左福元,等. 中药复方对夏季肉牛的影响:Ⅱ. 血气指标、血清代谢产物浓度及免疫和抗氧化功能参数[J]. 畜牧兽医学报, 2011, 42(5):734-741.

Mixed Silage of Potato Pulp and Corn Straw Affects Rumen Environment and Serum Biochemical Parameters of Beef Cattle

WANG Dian^{1,2} LI Fadi¹ ZHANG Yangdong² BU Dengpan² SUN Peng² ZHOU Lingyun^{2*}

(1. College of Animal Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China;

2. State Key Laboratory of Animal Nutrition, Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: This study was conducted to determine the effects of mixed silage of potato pulp and corn straw on rumen environment and serum biochemical parameters of beef cattle. Four healthy Qinchuan cross beef cattle with an average body weight of (455.00 ± 19.50) kg were randomly assigned in a 4×4 Latin squares design. Four groups included: 1) control group, 40% basal diet + 60% yellow corn silage; 2) S25 group, 40% basal diet + 45% yellow corn silage + 15% mixed silage of potato pulp and corn straw; 3) S50 group, 40% basal diet + 30% yellow corn silage + 30% mixed silage of potato pulp and corn straw; 4) S75 group, 40% basal diet + 15% yellow corn silage + 45% mixed silage of potato pulp and corn straw. The results showed that there was no significant difference in ADG, DMI and CP intake among all groups ($P > 0.05$). The ammonia nitrogen concentration was increased by 58.96%, 36.35% and 26.17% in groups S25, S50 and S75 than that in the control group ($P > 0.05$), respectively. No significant differences were observed in concentrations of acetate propionate, butyrate, valerate, volatile fatty acid and percentage of acetate, propionate, butyrate, valerate, and the ratios ratios of acetate to propionate and acetate to propionate and butyrate ($P > 0.05$). No significant differences were observed in contents of total protein, urea nitrogen and glucose in serum ($P > 0.05$). In conclusion, the mixed silage of potato pulp and corn straw can increase the ammonia nitrogen concentration in rumen fluids and do not affect the growth performance, volatile fatty acid content and serum biochemical parameters of beef cattle. Therefore, the study suggests that it is feasible when mixed silage of potato pulp and corn straw replaced 75% yellow corn silage in the beef cattle diet. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2012, 24(7):1361-1367]

Key words: potato pulp; beef cattle; rumen environment; serum biochemical parameters