

# 一种新型缓释非蛋白氮添加水平对奶山羊泌乳性能及血液生化指标的影响

王会罗军\* 张伟 张天颖 杨地坤

(西北农林科技大学动物科技学院, 杨凌 712100)

**摘要:** 本试验旨在探讨饲料中添加不同水平的一种新型缓释非蛋白氮(srNPN)对奶山羊泌乳性能及血液生化指标的影响。选择2~3胎平均体重约为60 kg的健康西农萨能奶山羊泌乳羊48只,随机分为4组,每组12只。各组饲料srNPN添加水平分别为0(对照组)、0.25%、0.50%、0.75%。预试期1周,正试期16周。结果表明:1)饲料中添加不同水平的srNPN对奶山羊日均采食量无显著影响( $P > 0.05$ )。2)饲料中添加srNPN可显著提高奶山羊日均产奶量( $P < 0.05$ ),且0.50%组日均产奶量显著高于其他各组( $P < 0.05$ )。3)与对照组相比, srNPN显著提高了乳中乳脂含量( $P < 0.05$ ),但试验组间无显著差异( $P > 0.05$ );各组乳中乳蛋白、乳糖及乳非脂固形物含量差异不显著( $P > 0.05$ )。4)饲料中添加srNPN可显著降低血液尿素氮含量( $P < 0.05$ ),其中0.50%组羊血液尿素氮含量最低;各组奶山羊血液甘油三酯、总胆固醇及总蛋白含量差异不显著( $P > 0.05$ )。由此得出,饲料中添加srNPN能够提高奶山羊乳中乳脂含量,降低血液尿素氮含量,添加水平为0.50%时奶山羊日均产奶量最高。

**关键词:** 缓释非蛋白氮;泌乳性能;血液生化指标;奶山羊

中图分类号:S826

文献标识码:A

文章编号:1006-267X(2014)03-0718-07

反刍动物饲料中蛋白质不仅是机体所需氨基酸的重要来源,同时也是瘤胃微生物蛋白合成的重要原料<sup>[1]</sup>。蛋白质资源不足一直是养殖业面临的重大问题之一,而反刍动物可以利用非蛋白氮(NPN)缓解畜牧业发展与蛋白质资源不足的问题,因此,NPN的开发一直是国际反刍动物营养研究的重要领域<sup>[2]</sup>。综合经济性、转化效率等因素,到目前为止尿素仍是反刍动物生产中首选的NPN,但是在瘤胃内尿素水解为氨态氮( $\text{NH}_3\text{-N}$ )的速率较瘤胃细菌利用 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的速率快<sup>[3-5]</sup>,容易引起氨中毒,而不能被细菌利用的氮(N)经尿液排出,造成环境污染,限制了其在生产中的推广和应用<sup>[6-9]</sup>。过去几十年,关于尿素缓(控)释技术的研究日益增多,如物理缓释法、化学缓释法、

抑制脲酶法和近年出现的包被尿素法,以期能使尿素在瘤胃内的降解速率与瘤胃细菌利用 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的速率平衡<sup>[3]</sup>。

奶山羊单产较低是我国奶山羊产业发展的制约因素之一,加强营养,尤其是增加饲料蛋白质水平可以提高奶山羊产奶量,因此,探讨廉价高效NPN资源的合理利用十分必要。本试验采用的缓释非蛋白氮(slow-release NPN, srNPN)是以尿素、大豆油、柠檬酸和二丁基羟甲基苯混合制成的包被尿素,据前人研究报道,利用该srNPN替代奶牛饲料中的尿素可以提高奶山羊产奶量并降低血液尿素氮(urea nitrogen, UN)含量<sup>[9-14]</sup>,但其对奶山羊泌乳性能的影响研究却鲜有报道。本试验选用西农萨能奶山羊,研究饲料中添加不同水平srNPN

收稿日期:2013-09-01

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201103038);陕西省重大科技创新项目(2009ZKC07-01-1)

作者简介:王会(1989—),女,贵州贵阳人,硕士研究生,从事动物遗传育种与繁殖研究。E-mail: wanghui892321@sina.cn

\*通讯作者:罗军,教授,博士生导师,E-mail: luojun6566@sina.com

对奶山羊泌乳性能及血液生化指标的影响,旨在筛选出合适的添加水平,为奶山羊科学养殖提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

srNPN 购自美国 Alltech 公司,是以尿素、大豆油、柠檬酸和二丁基羟基甲苯混合制成的包被尿素,粗蛋白质(CP)含量为 256%。

### 1.2 试验设计与饲养管理

试验采用单因子完全随机等重复试验设计,选择 48 头 2~3 胎、泌乳天数(DIM)( $60 \pm 4$ ) d、体重( $60.00 \pm 8.98$ ) kg 的健康西农萨能奶山羊,

随机分为 4 组,每组 12 只。各组饲粮 srNPN 添加水平分别为 0(对照组)、0.25%、0.50%、0.75%。

试验饲粮设计参考 NRC(2007)山羊饲养标准,其组成及营养水平见表 1。

试验于 2013 年 3 月 2 日开始,2013 年 6 月 29 日结束,共 17 周,其中预试期 1 周,正试期 16 周,于西北农林科技大学萨能羊原种场进行。试验羊按组分别饲养,所有试验羊日喂 2 次(07:00 和 18:00),以体重 60.00 kg 为标准,干物质(DM)饲喂量为体重的 4%,即 2.4 kg/d;剩料在每天 07:00 喂料之前收集称重。试验羊自由饮水、采食和运动。每天 06:30 和 17:30 机器挤奶。观察羊群健康状况及采食情况,做好各项记录。

表 1 试验饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1 Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)

%

项目 Items	缓释非蛋白氮添加水平 srNPN supplemental level/%			
	0	0.25	0.50	0.75
原料 Ingredients				
青贮玉米 Corn silage	62.50	62.50	62.50	62.50
苜蓿干草 Dried alfalfa hay	12.50	12.50	12.50	12.50
玉米 Corn	13.50	13.25	13.75	14.75
豆粕 Soybean meal	5.00	5.00	3.50	2.00
麦麸 Wheat bran	3.75	3.75	4.25	5.00
菜籽粕 Rapeseed meal	1.50	1.75	2.00	1.50
食盐 NaCl	0.25	0.25	0.25	0.25
尿素 Urea	0.25			
缓释非蛋白氮 srNPN		0.25	0.50	0.75
预混料 Premix <sup>1)</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50
磷酸氢钙 CaHPO <sub>4</sub>	0.25	0.25	0.25	0.25
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels <sup>2)</sup>				
干物质 DM	52.01	52.02	51.92	52.07
粗蛋白质 CP	12.96	12.94	12.96	12.95
粗脂肪 EE	2.75	2.76	2.73	2.72
净能 NE/(MJ/kg)	10.44	10.50	10.40	10.38

<sup>1)</sup> 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of diets: VA 100 000 IU, VD<sub>3</sub> 250 000 IU, VE 350 IU, Mn 950 mg, Zn 1 400 mg, Fe 1 320 mg, Cu 300 mg, Co 8 mg, I 30.4 mg, Se 8 mg, Ca 650 mg, P 142.5 mg。

<sup>2)</sup> 实测值 Measured values。

试验期间,每天测定采食量和剩料量,计算日均采食量(ADFI)。试验羊每天机器挤奶 2 次,记录羊产奶量,计算日均产奶量。

每 2 周采集 1 次试验饲粮和剩料样品,每次采集 0.5 kg,置于 -20 ℃ 保存待分析。将试验期间

采集的全部饲粮样品混匀,在 60 ℃ 干燥,称重风干样,冷却后粉碎过 40 目筛,以备 DM、CP、粗脂肪(EE)含量和净能(NE)的测定。饲粮样品于 105 ℃ 烘干 8 h 测得 DM 含量,CP 含量使用全自动凯氏定氮仪(Kjeltec 8400, FOSS 公司)测定,EE

含量使用索氏脂肪提取器测定。

每 4 周采集 1 次乳样, 每只羊早晚各采集 20 mL 制成混合样(共 40 mL), 用全自动乳样分析仪(MilkoScanTMFT-120, FOSS 公司)分析乳常规成分。测定项目: 乳脂(milk fat)、乳蛋白(milk protein)、乳非脂固形物(milk SNF)及乳糖(lactose)。

试验期内每 4 周采集 1 次血样, 清晨空腹颈静脉采血每次 6 mL/只, 置于加有 0.6 mL 柠檬酸钠抗凝剂的离心管中, 在 4 °C 下, 4 300 r/min 离心 10 min, 转移上清液于 2 mL 离心管中, 于 -80 °C 冰箱保存待分析。利用 MTN-658A 半自动生化分析仪测定血液 UN、总蛋白(TP)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)含量, 所用试剂盒均购自中生北控生物科技股份有限公司, 测定方法按照说明书进行。

### 1.3 统计分析

利用 Excel 2010 初步整理数据, 然后使用 SPSS 17.0 软件进行单因素方差分析, 利用 LSD 法与 Duncan 氏法进行多重比较, 结果以“平均值 ± 标准误”表示, 差异显著水平为  $P < 0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 生产性能

由表 2 可知, 各组泌乳羊在整个试验期间 ADFI 无显著差异( $P > 0.05$ )。试验初始(第 0 周)各组间日均产奶量无显著差异( $P > 0.05$ ), 试验组(0.25%组、0.50%组、0.75%组)日均产奶量在第 4、8、12 和 16 周时均显著高于对照组( $P < 0.05$ ), 且 0.50%组显著高于 0.25%组和 0.75%组( $P < 0.05$ ), 0.25%组和 0.75%组在试验期间日均产奶量差异不显著( $P > 0.05$ )。

表 2 rsNPN 添加水平对奶山羊生产性能的影响

项目 Items	时间点 Time point/周	缓释非蛋白氮添加水平 srNPN supplemental level/%				kg/d
		0	0.25	0.50	0.75	P 值 P-value
日均采食量 ADFI	0	3.37 ± 0.02	3.37 ± 0.04	3.38 ± 0.04	3.37 ± 0.04	0.242
	4	3.39 ± 0.01	3.36 ± 0.02	3.38 ± 0.02	3.37 ± 0.01	0.093
	8	3.37 ± 0.01	3.37 ± 0.01	3.40 ± 0.03	3.37 ± 0.01	0.294
	12	3.37 ± 0.01	3.37 ± 0.02	3.40 ± 0.03	3.37 ± 0.01	0.211
	16	3.37 ± 0.01	3.39 ± 0.01	3.38 ± 0.02	3.38 ± 0.02	0.372
日均产奶量 Average daily milk yield	0	2.01 ± 0.02	1.98 ± 0.01	2.01 ± 0.03	1.99 ± 0.01	0.141
	4	1.80 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.96 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.05 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.94 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.000
	8	1.77 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.96 ± 0.01 <sup>b</sup>	2.04 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.95 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.000
	12	1.71 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.86 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.92 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.88 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.000
	16	1.65 ± 0.02 <sup>c</sup>	1.81 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.89 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.83 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.000

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ), 相同或无字母表示差异不显著( $P > 0.05$ )。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference ( $P < 0.05$ ), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference ( $P > 0.05$ ). The same as below.

### 2.2 乳成分

由表 3 可知, 初始乳脂、乳蛋白、乳糖和乳非脂固形物含量无显著差异( $P > 0.05$ )。在第 4、8、12 和 16 周时, 试验组乳脂含量均显著高于对照组( $P < 0.05$ ), 其中, 0.50%组的乳脂含量最高, 但与 0.25%组和 0.75%组差异不显著( $P > 0.05$ )。4 组奶山羊在各时间点的乳蛋白、乳糖及乳非脂固形物含量差异不显著( $P > 0.05$ )。

### 2.3 血液生化指标

由表 4 可知, 试验初始血液 UN、TG、TC 和 TP 含量差异不显著( $P > 0.05$ )。在试验期间, 试验组血液 UN 含量显著低于对照组( $P < 0.05$ ), 各试验组间也差异显著( $P < 0.05$ ), 其中, 0.50%组最低, 显著低于 0.25%组和 0.75%组( $P < 0.05$ )。各组各时间点血液 TG、TC 及 TP 含量差异均不显著( $P > 0.05$ )。

表 3 rsNPN 添加水平对奶山羊乳成分的影响

Table 3 Effects of supplemental level of rsNPN on milk composition of lactating goats

项目 Items	时间点 Time point/周	缓释非蛋白氮添加水平 srNPN supplemental level/%				P 值 P-value
		0	0.25	0.50	0.75	
乳脂 Milk fat	0	4.26 ± 0.08	4.25 ± 0.14	4.22 ± 0.10	4.28 ± 0.19	0.330
	4	4.15 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.23 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.24 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.23 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.006
	8	4.13 ± 0.01 <sup>b</sup>	4.21 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.22 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.21 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.027
	12	4.12 ± 0.02 <sup>b</sup>	4.19 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.22 ± 0.01 <sup>a</sup>	4.20 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.041
	16	4.11 ± 0.04 <sup>b</sup>	4.23 ± 0.04 <sup>a</sup>	4.24 ± 0.02 <sup>a</sup>	4.23 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.011
乳蛋白 Milk protein	0	3.14 ± 0.11	3.15 ± 0.05	3.16 ± 0.10	3.18 ± 0.09	0.357
	4	3.11 ± 0.06	3.10 ± 0.07	3.15 ± 0.07	3.12 ± 0.10	0.165
	8	3.11 ± 0.03	3.13 ± 0.05	3.12 ± 0.06	3.13 ± 0.02	0.407
	12	3.16 ± 0.06	3.17 ± 0.02	3.16 ± 0.02	3.13 ± 0.03	0.531
	16	3.14 ± 0.04	3.17 ± 0.02	3.17 ± 0.02	3.15 ± 0.02	0.487
乳非脂固形物 Milk SNF	0	8.58 ± 0.14	8.54 ± 0.11	8.55 ± 0.10	8.54 ± 0.12	0.458
	4	8.37 ± 0.08	8.32 ± 0.14	8.33 ± 0.12	8.35 ± 0.10	0.377
	8	8.36 ± 0.07	8.32 ± 0.10	8.31 ± 0.06	8.37 ± 0.09	0.170
	12	8.36 ± 0.08	8.32 ± 0.02	8.36 ± 0.10	8.31 ± 0.08	0.686
	16	8.27 ± 0.05	8.30 ± 0.02	8.09 ± 0.22	8.29 ± 0.04	0.303
乳糖 Lactose	0	4.18 ± 0.19	4.26 ± 0.13	4.23 ± 0.11	4.17 ± 0.15	0.153
	4	4.18 ± 0.03	4.17 ± 0.05	4.18 ± 0.05	4.17 ± 0.04	0.503
	8	4.07 ± 0.15	4.11 ± 0.07	4.13 ± 0.14	4.05 ± 0.15	0.235
	12	4.18 ± 0.02	4.14 ± 0.04	4.15 ± 0.06	4.16 ± 0.02	0.636
	16	4.18 ± 0.02	4.16 ± 0.05	4.17 ± 0.04	4.17 ± 0.04	0.863

### 3 讨 论

#### 3.1 srNPN 对采食量的影响

本试验采用的 srNPN 是以尿素、大豆油、柠檬酸和二丁基羟基甲苯混合制成的包被尿素,因其主要成分是尿素,而尿素味苦极浓,奶山羊可能不喜食而影响采食量。本试验通过在西农萨能奶山羊饲料中添加不同水平的 srNPN,发现饲料添加 0.75% 以下的 srNPN 对奶山羊采食量无显著影响。srNPN 在奶牛和肉牛饲料中应用的研究也获得了相似的结果。Bourg 等<sup>[15]</sup>研究表明,在奶牛饲料中添加 0.75% 和 1.50% 的该 srNPN,对奶牛干物质采食量(DMI)无影响。Pinos-Rodriguez 等<sup>[3]</sup>在肉牛饲料中添加 1.1% 的该 srNPN,发现其对肉牛的干物质采食量也无影响。Holder 等<sup>[11]</sup>利用该 srNPN 分别设计了 CP 水平为 12.1% 和 10.9% 的饲料,结果发现其不会影响肉牛干物质采食量。由此推测,包被成功掩盖了尿素的味,本 srNPN 的添加不会影响饲料适口性和采食量。

#### 3.2 srNPN 对泌乳性能的影响

饲料蛋白水平对瘤胃微生物蛋白合成有显著影响,同时也关系动物的生产水平<sup>[16]</sup>。本试验结果显示,添加 srNPN 可显著提高奶山羊日均产奶量,0.25% 组、0.50% 组、0.75% 组日均产奶量在第 4、8、12 和 16 周时均显著高于对照组,而且,0.50% 组日均产奶量在第 4、8、12 和 16 周时显著高于 0.25% 组和 0.75% 组。在奶牛上,也发现使用 srNPN 有提高产奶量的作用。Inostroza 等<sup>[9]</sup>对每头荷斯坦奶牛饲喂 114 g/d 的该 srNPN,结果发现奶牛日均产奶量提高了 0.5 kg/d。据 Tikofsky 等<sup>[14]</sup>研究报道,在奶牛饲料中添加该 srNPN,有提高产奶量的趋势。尿素在瘤胃内降解为 NH<sub>3</sub>-N 的速率快于菌体利用 NH<sub>3</sub>-N 的速率<sup>[3-5]</sup>,而 srNPN 可以使 NH<sub>3</sub>-N 的释放速率更加接近降解速率,从而长时间稳定地为瘤胃微生物提供氮源<sup>[14,17-18]</sup>,使瘤胃内微生物能够大量合成菌体蛋白,从而提高产奶量<sup>[8-9]</sup>。

表3 rsNPN添加水平对奶山羊血液生化指标的影响

Table 3 Effects of supplemental level of rsNPN on blood biochemical indices of lactating goats mmol/L

项目 Items	时间点 Time point/周	缓释非蛋白氮添加水平 srNPN supplemental level/%				P 值 P-value
		0	0.25	0.50	0.75	
尿素氮 UN	0	5.51 ± 0.17	5.45 ± 0.14	5.51 ± 0.10	5.49 ± 0.14	0.261
	4	5.21 ± 0.06 <sup>a</sup>	4.87 ± 0.06 <sup>b</sup>	3.57 ± 0.15 <sup>d</sup>	4.34 ± 0.15 <sup>c</sup>	0.000
	8	5.17 ± 0.08 <sup>a</sup>	4.60 ± 0.14 <sup>b</sup>	2.61 ± 0.18 <sup>d</sup>	3.57 ± 0.10 <sup>c</sup>	0.000
	12	5.75 ± 0.09 <sup>a</sup>	5.22 ± 0.07 <sup>b</sup>	4.04 ± 0.10 <sup>d</sup>	4.89 ± 0.07 <sup>c</sup>	0.000
	16	5.74 ± 0.07 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.09 <sup>b</sup>	3.54 ± 0.15 <sup>d</sup>	4.60 ± 0.10 <sup>c</sup>	0.000
甘油三酯 TG	0	0.34 ± 0.03	0.34 ± 0.02	0.34 ± 0.03	0.34 ± 0.03	0.840
	4	0.25 ± 0.03	0.26 ± 0.04	0.26 ± 0.02	0.27 ± 0.03	0.076
	8	0.26 ± 0.06	0.26 ± 0.04	0.24 ± 0.03	0.25 ± 0.03	0.223
	12	0.20 ± 0.03	0.24 ± 0.02	0.27 ± 0.04	0.26 ± 0.02	0.124
	16	0.16 ± 0.02	0.19 ± 0.03	0.20 ± 0.02	0.16 ± 0.03	0.352
总胆固醇 TC	0	2.38 ± 0.16	2.40 ± 0.20	2.43 ± 0.25	2.47 ± 0.22	0.345
	4	2.08 ± 0.48	2.02 ± 0.43	2.14 ± 0.55	2.06 ± 0.51	0.595
	8	2.28 ± 0.68	2.74 ± 0.79	2.61 ± 0.53	2.56 ± 0.22	0.089
	12	2.52 ± 0.11	2.38 ± 0.18	2.67 ± 0.10	2.26 ± 0.09	0.119
	16	2.62 ± 0.15	2.33 ± 0.09	2.44 ± 0.10	2.29 ± 0.10	0.102
总蛋白 TP	0	69.56 ± 1.74	69.18 ± 2.64	68.70 ± 3.21	68.75 ± 2.30	0.403
	4	68.15 ± 3.28	69.06 ± 2.42	69.15 ± 3.29	68.75 ± 2.30	0.166
	8	67.12 ± 2.55	68.37 ± 2.04	68.34 ± 2.88	68.01 ± 3.36	0.076
	12	63.25 ± 1.91	62.75 ± 1.70	61.98 ± 2.45	63.84 ± 2.01	0.577
	16	56.37 ± 1.08	58.57 ± 1.77	59.54 ± 1.23	63.97 ± 3.55	0.103

Russell 等<sup>[19]</sup>和 Cherdthong 等<sup>[20]</sup>研究表明,瘤胃纤维素分解菌的比例变化将会导致挥发性脂肪酸(VFA)的合成发生变化,从而影响乳脂的合成。当瘤胃液 pH 保持在正常范围内时,乙酸的生成较丙酸容易些,由于乙酸含量的增多,奶牛的产奶量和乳脂率都将得到提高。Grummer 等<sup>[21]</sup>瘤胃灌注氯化铵使瘤胃内 NH<sub>3</sub>-N 浓度由 4.8 mg/dL 升高到 17.3 mg/dL 时,结果总挥发性脂肪酸(TVFA)浓度增加,乙酸比例下降。Song 等<sup>[22]</sup>发现,瘤胃灌注氯化铵时,TVFA 浓度并不受 NH<sub>3</sub>-N 的影响,乙酸比例反而下降。本试验通过在奶山羊饲料中添加不同水平 srNPN,结果表明,0.25%组、0.50%组和 0.75%组乳脂含量相对于对照组显著增加,可能是 srNPN 作为一种缓释蛋白可以降低瘤胃内 NH<sub>3</sub>-N 浓度并使 NH<sub>3</sub>-N 长时间地保持在一个较高的水平,使瘤胃内乙酸比例增加,从而增加乳中乳脂含量。本试验结果表明,srNPN 对乳中乳蛋白含量无显著影响,Inostroza 等<sup>[9]</sup>对每头荷斯坦奶牛饲喂 srNPN 114 g/d 得到了类似的结果,发现 srNPN 对牛奶中乳蛋白含量无显著影响。总的来说,

在饲料中添加 srNPN 提高产奶量的同时也提高了乳汁中乳脂率,为提高我国羊奶品质提供了方向。

### 3.3 srNPN 对血液 UN 含量的影响

血液 UN 是氮代谢在动物机体的终产物。血液 UN 含量主要受瘤胃 NH<sub>3</sub>-N 转运的影响,可以反映饲料 CP 水平和摄入量<sup>[23]</sup>,饲料中如有过多的 CP 未得到充分的利用,则会导致血液 UN 含量升高。Armentano 等<sup>[24]</sup>和 Castillo 等<sup>[25]</sup>研究表明,饲料中可降解氮含量可影响瘤胃内 NH<sub>3</sub>-N 浓度,并影响血液 UN 含量。本试验发现,饲料中添加 srNPN 较对照组血液 UN 含量低。这可能是由于 srNPN 作为一种可降解氮源,通过降低瘤胃中 NH<sub>3</sub>-N 浓度而降低血液 UN 含量。

## 4 结论

饲料中添加 srNPN 能够提高奶山羊乳中乳脂含量,降低血液 UN 含量,添加水平为 0.50% 时奶山羊日均产奶量最高。

### 参考文献:

[1] NOCEK J E, RUSSELL J B. Protein and energy as an

- integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production[J]. *Journal of Dairy Science*, 1988, 71(8):2070-2107.
- [ 2 ] 万伶俐, 王晓阳, 魏炳栋. 尿素缓释技术在反刍动物饲料中应用研究进展[J]. *农业与技术*, 2007, 27(2):71-73.
- [ 3 ] PINOS-RODRIGUEZ J M, PENNA L Y, GONZALEZ-MUNOZ S S, et al. Effects of a slow-release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers[J]. *Italian Journal of Animal Science*, 2010, 9(1):16-19.
- [ 4 ] CHERDTHONG A, WANAPAT M, WACHIRAPAKORN C. Influence of urea-calcium mixtures as rumen slow-release feed on *in vitro* fermentation using a gas production technique[J]. *Archives of Animal Nutrition*, 2011, 65(3):242-254.
- [ 5 ] HUNTINGTON G B, HARMON D L, KRISTENSEN N B, et al. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, 130(3/4):225-241.
- [ 6 ] HIGHSTREET A, ROBINSON P H, ROBISON J, et al. Response of Holstein cows to replacing urea with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein[J]. *Livestock Science*, 2010, 129(1/2/3):179-185.
- [ 7 ] GOLOMBESKI G L, KALSCHUR K F, HIPPEL A R, et al. Slow-release urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2006, 89(11):4395-4403.
- [ 8 ] BRODERICK G A, STEVENSON M J, PATTON R A. Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumen-protected methionine in lactating dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92(6):2719-2728.
- [ 9 ] INOSTROZA J F, SHAVER R D, CABRERA V E, et al. Effect of diets containing a controlled-release urea product on milk yield, milk composition, and milk component yields in commercial Wisconsin dairy herds and economic implications[J]. *The Professional Animal Scientist*, 2010, 26(2):175-180.
- [ 10 ] GARCIA-GONZALEZ R, TRICARICO J M, HARRISON G A, et al. Optigen (R) is a sustained release source of non-protein nitrogen in the rumen[J]. *Journal of Dairy Science*, 2007, 90:98-98.
- [ 11 ] HOLDER V B, EL-KADI S W, TRICARICO J M, et al. The effects of crude protein concentration and slow release urea on nitrogen metabolism in Holstein steers[J]. *Archives of Animal Nutrition*, 2013, 67(2):93-103.
- [ 12 ] ALVAREZ A E, HUNTINGTON G B, BURNS J C. Effects of supplemental urea sources and feeding frequency on ruminal fermentation, fiber digestion, and nitrogen balance in beef steers[J]. *Animal Feed Science and Technology*, 2012, 171(2):136-145.
- [ 13 ] STEWART JR R, TRICARICO J, HARMON D, et al. Influence of Optigen<sup>®</sup> on nitrogen behavior in lactating dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2008, 86(Suppl. 2):491.
- [ 14 ] TIKOFSKY J, HARRISON G A, LYONS T P, et al. Optigen<sup>®</sup> II: improving the efficiency of nitrogen utilization in the dairy cow[C]//Nutritional biotechnology in the feed and food industries: proceedings of Alltech's 22nd annual symposium, Lexington: Alltech UK, 2006:373-380.
- [ 15 ] BOURG B M, TEDESCHI L O, WICKERSHAM T A, et al. Effects of a slow-release urea product on performance, carcass characteristics, and nitrogen balance of steers fed steam-flaked corn[J]. *Journal of Animal Science*, 2012, 90(11):3914-3923.
- [ 16 ] 徐俊, 侯玉洁, 赵国琦, 等. 不同蛋白和中性洗涤剂水平对瘤胃发酵、消化和微生物蛋白合成的影响[J]. *中国畜牧杂志*, 2013, 49(7):43-48.
- [ 17 ] CHALUPA W. Precision feeding of nitrogen to lactating dairy cows a role for Optigen<sup>®</sup> II [J/OL]. Available en. [2007-06-26]. [http://www.engormix.com/rate\\_list.asp](http://www.engormix.com/rate_list.asp).
- [ 18 ] HARRISON G A, MEYER M D, DAWSON K A. Effect of Optigen and dietary neutral detergent fiber level on fermentation, digestion, and N flow in rumen-simulating fermenters[J]. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91(Suppl. 1):489.
- [ 19 ] RUSSELL J B, MUCK R E, WEIMER P J. Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in the rumen[J]. *FEMS Microbiology Ecology*, 2009, 67(2):183-197.
- [ 20 ] CHERDTHONG A, WANAPAT M. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: a review[J]. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2010, 4:2232-2241.
- [ 21 ] GRUMMER R R, CLARK J H, DAVIS C L, et al. Effect of ruminal ammonia-nitrogen concentration on protein degradation *in situ*[J]. *Journal of Dairy Sci-*

ence, 1984, 67(10): 2294–2301.

- [22] SONG M K, KENNELLY J J. Effect of ammoniated barley silage on ruminal fermentation, nitrogen supply to the small intestine, ruminal and whole tract digestion, and milk production of Holstein cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 1989, 72(11): 2981–2990.
- [23] 江兰, 孟庆翔, 任丽萍, 等. 饲粮尿素添加水平对生长育肥牛生长性能和血液生化指标的影响 [J]. *中国农业科学*, 2012, 45(4): 761–767.
- [24] ARMENTANO L E, BERTICS S J, RIESTERER J.

Lack of response to addition of degradable protein to a low protein diet fed to midlactation dairy cows [J]. *Journal of Dairy Science*, 1993, 76(12): 3755–3762.

- [25] CASTILLO A R, KEBREAB E, BEEVER D E, et al. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets [J]. *Journal of Animal Science*, 2001, 79(1): 247–253.

## A New Slow-Release Non-Protein Nitrogen: Effects of Supplemental Level on Lactation Performance and Blood Biochemical Indices of Lactating Goats

WANG Hui LUO Jun\* ZHANG Wei ZHANG Tianying YANG Dikun  
(College of Animal Science and Technology, Northwest A&F University, Yangling 712100, China)

**Abstract:** This experiment was conducted to investigate the effects of different supplemental level of a new slow-release non-protein nitrogen (srNPN) on lactation performance and blood biochemical indices of dairy goats. Forty-eight healthy lactating *Xinong* Saanen dairy goats with 2 to 3 parities and about 60 kg of average body weight were randomly assigned to 4 groups with 12 goats in each group. Goats in the 4 groups were fed diets supplemented with srNPN at 0, 0.25%, 0.50% and 0.75%, respectively. There was a pretrial period of 1 week followed by an experimental period of 16 weeks. The results showed as follows: 1) dietary supplementation of srNPN at different levels did not affect average daily feed intake of lactating goats ( $P > 0.05$ ). 2) The supplementation of srNPN significantly increased average daily milk yield ( $P < 0.05$ ), which in 0.50% group was significantly higher than that in the other groups ( $P < 0.05$ ). 3) Compared with that in control group, milk fat content in experimental groups was significantly increased ( $P < 0.05$ ), but there was no significant difference among experimental groups ( $P > 0.05$ ); besides, the contents of milk protein, lactose and milk solids-non-fat were not significantly affected by the supplementation of srNPN ( $P > 0.05$ ). 4) The supplementation of srNPN could significantly decrease blood urea nitrogen content ( $P < 0.05$ ), and that in 0.50% group was the lowest; the contents of triglyceride, total cholesterol and total protein in blood were not significantly affected by the supplementation of srNPN ( $P > 0.05$ ). In conclusion, dietary supplementation of srNPN can increase milk fat content and reduce blood urea nitrogen content. The average daily milk yield of lactating goats is the highest when srNPN supplemental level is 0.50%. [*Chinese Journal of Animal Nutrition*, 2014, 26(3): 718-724]

**Key words:** srNPN; lactation performance; blood biochemical indices; lactating goats