

不同氮源日粮中添加烟酸对绵羊瘤胃发酵的影响

王菊花^{1a}, 薛秀恒^{1b}, 程建波^{1a}, 卢德勋²

(1 安徽农业大学 a 动物科技学院, b 茶与食品科技学院, 安徽 合肥 230036;

2 内蒙古畜牧科学院 动物营养研究所, 内蒙古 呼和浩特 010030)

【摘要】【目的】研究 3 种不同氮源日粮中添加烟酸对绵羊瘤胃发酵的影响, 为生产实践提供理论依据。【方法】将 9 只装有永久性瘤胃瘘管的绵羊随机分为 3 组, 每组 3 只, 分别饲喂豆粕、麻饼和尿素-麻饼型基础日粮。通过体外培养法研究添加一定量烟酸后, 3 种不同氮源日粮在培养 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 22 h 后, 培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和细菌 N 质量浓度、原虫数、总挥发性脂肪酸(VFA)及乙酸、丙酸浓度和乙酸/丙酸的变化情况。【结果】添加烟酸后, 尿素-麻饼型日粮培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和细菌 N 质量浓度和原虫数均高于豆粕型日粮, 而豆粕型日粮又高于麻饼型日粮, 差异显著性随培养时间而变化; 尿素-麻饼型日粮 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度在培养 2 h 达最高, 之后下降, 在 4 h 后趋于平稳, 而细菌 N 质量浓度在培养 0~12 h 有升高趋势, 12~22 h 又降低, 但差异均不显著($P>0.05$)。豆粕型日粮在培养 2 h 内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度升高, 之后下降, 在培养 4 h 达最低, 4 h 后又缓慢升高; 而细菌 N 质量浓度在 0~8 h 升高, 8~22 h 下降。麻饼型日粮在培养过程中, $\text{NH}_3\text{-N}$ 和细菌 N 质量浓度差异均不显著($P>0.05$)。3 种日粮培养液中原虫数均在培养后 4 h 达最高值, 之后有所下降。不同氮源日粮对总挥发性脂肪酸、乙酸、丙酸浓度及乙酸/丙酸的影响差异均不显著($P>0.05$)。【结论】添加烟酸后, 尿素-麻饼型日粮 $\text{NH}_3\text{-N}$ 利用率较高, 产生较多的细菌和原虫, 饲喂效果优于其他 2 种日粮; 麻饼型日粮饲喂效果最差。

【关键词】 体外培养法; 绵羊; 烟酸; 瘤胃; 日粮氮源

【中图分类号】 S827.4⁺

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)12-0051-06

Study on ruminal fermentation of the sheep in three nitrogen diets supplied niacin *in vitro*

WANG Ju-hua^{1a}, XUE Xiu-heng^{1b}, CHENG Jian-bo^{1a}, LU De-xun²

(1 a College of Animal Science and Technology, b College of Tea and Food Science and Technology,

Anhui Agriculture University, Hefei, Anhui 230036, China; 2 The Institute of Animal Nutrition,

Inner Mongolia Academy of Animal Science, Huhhot, Inner Mongolia 010030, China)

Abstract:【Objective】The research was done to study rumen fermentation in three different nitrogen source diets added niacin *in vitro* to provide a theoretical basis for the practice.【Method】The rumen fluid derived from 9 sheep installed permanent rumen fistula in the experiment were randomly divided into 3 groups, 3 sheep/group, and were fed soybean meal, linseed meal and urea-linseed meal type basic diet, respectively. Then the concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$, bacterial N concentration, protozoa, total volatile fatty acids (VFA) and acetic acid, propionic acid and acetic acid/propionic acid value were studied in the culture medium of the three nitrogen sources after culturing 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 22 h *in vitro* when these diets were added niacin.【Result】After adding nicotinic acid, concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$, bacteria N concentration and protozoan numbers in the culture medium of urea-linseed meal diet were higher than those in soybean meal diet, while the soybean meal diet was higher than linseed meal based diets, significant difference

* [收稿日期] 2010-04-28

[基金项目] 安徽省自然科学基金项目(090411019)

[作者简介] 王菊花(1975—), 女, 内蒙古锡盟人, 副教授, 在读博士, 主要从事反刍动物营养生理研究。E-mail: wjhxh@163.com

[通信作者] 卢德勋(1937—), 男, 内蒙古托县人, 研究员, 博士生导师, 主要从事反刍动物营养研究。E-mail: ludexun@126.com

changed with culture time. The $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration increased to a maximum at 2 h after the culture then decreased,stabiled after 4 h in the medium urea-linseed meal diet;The bacterial N concentration increased 0—12 h after culturing,12—22 h decreased,but no significant difference existed($P>0.05$). The $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration increased 2 h after culturing,decreased to a minimum at 4 h after culturing,then slowly increased;The bacterial N concentration increased in 0—8 h,decreased in 8—22 h in the medium of soybean meal diet. The concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$,bacterial N concentration were not significantly different in the whole culturing process of linseed meal based diet ($P>0.05$). The protozoa numbers in the three kinds of diets reached the maximum in 4 h,respectively,then decreased. The total volatile fatty acids (VFA),acetic acid,propionic acid and acetate/propionate didn't show significant difference in different cultures ($P>0.05$).【Conclusion】After adding nicotinic acid,the utilization of $\text{NH}_3\text{-N}$ was the highest in the medium of urea-linseed meal diet,produced more bacteria and protozoa,hence the urea-linseed meal diet was better than the soybean meal diet,and linseed meal based diet was the worst.

Key words: *in vitro*; sheep; niacin; rumen; nitrogen diet

烟酸是畜禽所必需的维生素之一。一般来说,反刍动物瘤胃微生物能合成足够量的烟酸来满足机体代谢和生产的需要。但随着动物生产性能的提高,动物机体自身合成的烟酸已不能满足其需要,需补加烟酸才能发挥其生产潜能。对于高精料育肥绵羊而言,日粮中不仅需要补加烟酸,而且补加量也存在一个“度”值^[1]。目前的研究表明,在泌乳奶牛、犊牛日粮中添加一定量烟酸后,可缓解奶牛泌乳早期能量亏空,提高产奶量和乳脂率,提高犊牛的采食量和日增质量^[2-3],但也有结论不同的报道^[4],这可能与日粮类型、粗蛋白含量等因素有关^[5]。但关于添加一定量烟酸后,不同日粮类型对育肥绵羊瘤胃发酵的影响,尚未见报道。为此,本试验在前期研究基础上^[1],进一步利用体外法研究不同氮源日粮中添加烟酸(0.45 g/kg)后,在不同培养时间(24 h内),培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、瘤胃细菌 N、原虫数及挥发性脂

肪酸(VFA,包括乙酸、丙酸)浓度的变化趋势,以进一步论证添加烟酸后日粮类型对绵羊瘤胃发酵的影响,为生产实践提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物

选取 9 只健康的装有永久性瘤胃瘘管的内蒙古半细毛羯羊,体质量 35~43 kg,随机分为 3 组,每组 3 只。

1.2 试验日粮

试验羊每日饲喂精料 470 g,青干草 700~800 g,饲粮配制参照中国美利奴羊饲养标准^[6],绵羊的能量维持需要为 450 kJ/(kg·W^{0.75}),按 1.6 倍的饲养水平饲喂,日粮精粗质量比为 45:55。试验基础日粮营养水平见表 1。

表 1 3 种不同氮源基础日粮的营养水平
Table 1 Nutrient level of three different nitrogen sources diets

日粮类型 Diet type	粗蛋白/ (g·kg ⁻¹) CP	代谢能/ (MJ·kg ⁻¹) ME	Ca/ (g·kg ⁻¹)	P/ (g·kg ⁻¹)	酸性洗涤纤维/ (g·kg ⁻¹) ADF	中性洗涤纤维/ (g·kg ⁻¹) NDF
豆粕型 Soybean meal diet	171.40	10.78	8.50	7.00	49.32	172.01
麻饼型 Linseed meal diet	172.30	10.53	8.40	7.20	52.62	191.93
尿素-麻饼型 Urea-linseed meal diet	180.70	10.53	8.50	6.60	48.14	178.65

1.3 体外培养试验

1.3.1 缓冲液的配制 每升缓冲液中各种成分的含量为: NaHCO_3 8.75 g, NH_4HCO_3 1.00 g, Na_2HPO_4 1.43 g, KH_2PO_4 1.55 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.15 g, Na_2S 0.52 g, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.017 g, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0.015 g, $\text{CoCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.002 g, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.012 g 和 1.25 mg 刃天青(指示剂)^[7]。

1.3.2 瘤胃液的采集 试验用瘤胃液分别采自 9 只装有永久性瘤胃瘘管的成年羊,试羊饲喂日粮与体外培养试验的培养底物相对应。于饲喂后 2 h 采集瘤胃液,置于预先充有 CO_2 且温热的保温瓶中,用 4 层纱布过滤,同时充入 CO_2 气体,保持厌氧环境,备用。

1.3.3 培养液的制备 向预先配制好的缓冲液中通入 CO_2 ,调节 pH 值至 6.9~7.0,并在 39℃ 水中

预热约 30 min。取 20 mL 缓冲液和 10 mL 瘤胃液装入培养瓶中(培养瓶为 100 mL 具塞的塑料离心管),培养瓶中预先分别装有豆粕型、麻饼型、尿素-麻饼型培养底物(与每组试羊基础日粮相同),每瓶底物均为 2 g(精粗质量比为 45:55),向每管添加烟酸 0.45 g/kg。然后在每个培养瓶中通入 CO_2 约 1 min,置于 39 °C 水浴摇床上培养。

1.4 培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、细菌 N 质量浓度及原虫数和 VFA 浓度的测定

将含有底物的培养液摇匀后,在水浴摇床上培养,分别在培养后 0,0.5,1,2,4,8,12,16,20 和 22 h 采集 3 个试验组培养液,用双层纱布滤去大块饲料残渣后,获得的滤液用来测定培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、细菌 N 质量浓度及原虫数和 VFA 浓度。

1.4.1 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度 用分光光度计比色法检测^[8]。

1.4.2 细菌 N 质量浓度和原虫数 将滤去饲料残渣的培养液先 1 500 r/min 离心 5 min,弃去沉淀,取上清液 20 mL,20 000 r/min 离心 20 min,弃去上清液,用生理盐水冲洗沉淀,再重复离心 1 次,弃去上清液,将沉淀物用蒸馏水全部冲洗到采样管中,用凯氏定氮法测定细菌 N 质量浓度。瘤胃原虫计数按韩春艳^[9]的方法测定。

1.4.3 VFA 浓度 用日本岛津 GC-7A 气相色谱仪内标法测定。

1.5 数据处理

试验数据利用 SAS(Realeae 6.12)软件包进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度的变化

由图 1 可知,以 3 种不同氮源日粮为培养底物,当添加烟酸后,在整个培养过程中以尿素-麻饼型日粮培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度最高,豆粕型日粮居中,麻饼型日粮最低。尿素-麻饼型日粮 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度在培养 2 h 达最高,在培养 0.5,1,2 h 与其他 2 种日粮差异显著($P<0.05$),在其他培养时间差异不显著;豆粕型和麻饼型日粮在整个培养过程中, $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度差异均不显著($P>0.05$)。豆粕型日粮在培养 2 h 时 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度升高,在培养 2~22 h 内 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度变化趋势与尿素-麻饼型日粮相同。麻饼型日粮在整个培养过程中, $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度变化平稳,差异均不显著($P>0.05$)。

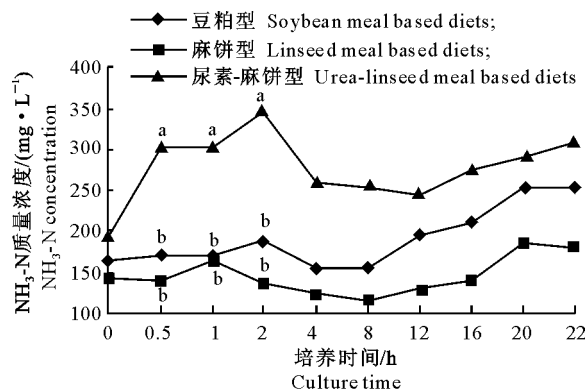


图 1 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度的变化

同一培养时间标相同小写字母表示差异不显著,

标不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),

标不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。图 3 同

Fig. 1 Change of $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in three nitrogen diets supplied niacin

The same lowercase letters mean no significant difference ($P>0.05$), the different lowercase letters mean significant difference in different culture time ($P<0.05$), different capital letters mean significant difference at 0.01 level in different culture time.

The figure 3 is the same

2.2 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中细菌 N 质量浓度和原虫数的变化

由图 2 可知,以 3 种不同氮源日粮为培养底物,添加烟酸后,培养液中细菌 N 质量浓度在整个培养过程中以尿素-麻饼型日粮最高,豆粕型日粮居中,麻饼型日粮最低,但 3 种日粮在各个时间点细菌 N 质量浓度差异均不显著($P>0.05$)。尿素-麻饼型日粮培养液中细菌 N 质量浓度在 0~12 h 呈升高趋势,12~22 h 呈下降趋势,但差异均不显著($P>0.05$)。豆粕型日粮 0~8 h 培养液中细菌 N 质量浓度升高,而在培养 8~22 h 下降,整个培养过程中差异不显著($P>0.05$)。麻饼型日粮在培养 0~4 h 时细菌 N 质量浓度升高,在培养 4~22 h 时趋于稳定,整个培养过程细菌 N 质量浓度差异不显著($P>0.05$)。

由图 3 可知,培养液中原虫数在整个培养过程中以尿素-麻饼型日粮最高,豆粕型日粮居中,麻饼型日粮最低。3 种培养液中原虫数在培养 0.5 h 内均下降,在 0.5~4 h 迅速升高,并于培养 4 h 时达最高值,之后又呈下降趋势。在培养 0~2 h 时,豆粕型日粮与另 2 种日粮培养液中原虫数差异均不显著($P>0.05$),但麻饼型日粮与尿素-麻饼型日粮培养液中原虫数差异显著($P<0.05$);在培养 4 h 时,3 种日粮培养液中原虫数量差异不显著($P>0.05$);

在培养 4~8 h,豆粕型和麻饼型日粮培养液中原虫数迅速下降,而尿素-麻饼型日粮培养液中原虫数下降较慢;在培养 8~12 h 时,尿素-麻饼型日粮培养液中原虫数高于麻饼型日粮,且差异极显著($P<0.01$),而豆粕型日粮与另 2 种日粮培养液中原虫数

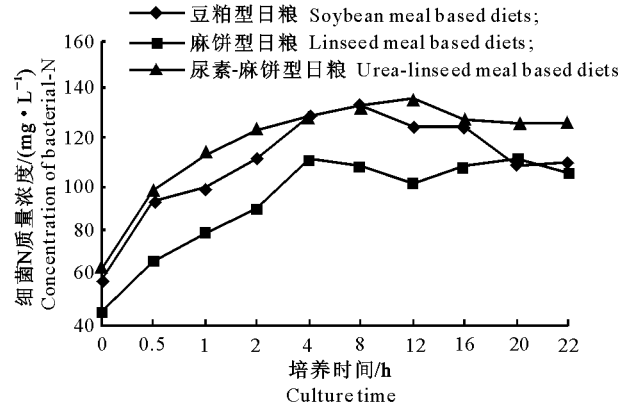


图 2 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中细菌 N 质量浓度的变化

Fig. 2 Change of bacterial-N in three different nitrogen diets supplied niacin

2.3 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中 VFA 浓度的变化

由图 4 可知,3 种日粮在整个培养过程中,培养液中总 VFA 浓度均呈上升趋势,其中麻饼型日粮培养液中总 VFA 浓度最高(除培养 8 h 外),尿素-麻饼型日粮次之,豆粕型日粮最低,但三者差异均不显著($P>0.05$)。

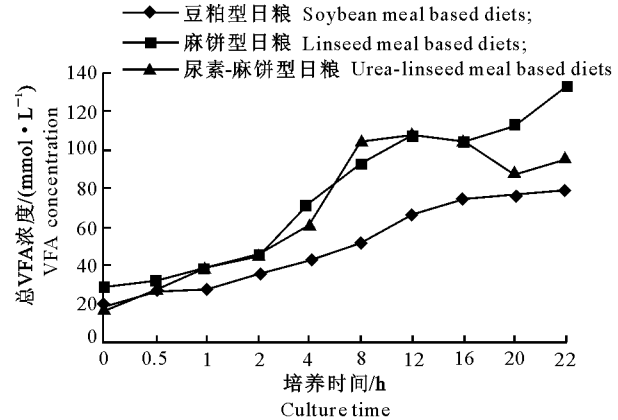


图 4 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中总 VFA 浓度的变化

Fig. 4 Change of total VFA concentration in three different nitrogen diets supplied niacin

由图 6 可知,麻饼型和尿素-麻饼型日粮培养液中丙酸浓度在整个培养过程呈上升趋势,而豆粕型日粮在培养 0~16 h 丙酸浓度增加,16~22 h 迅速下降

差异仍不显著($P>0.05$);在培养 12~22 h,豆粕型和麻饼型日粮培养液中原虫数均达稳定状态,而尿素-麻饼型日粮培养液中原虫数在 20~22 h 逐渐下降,但差异不显著($P>0.05$)。

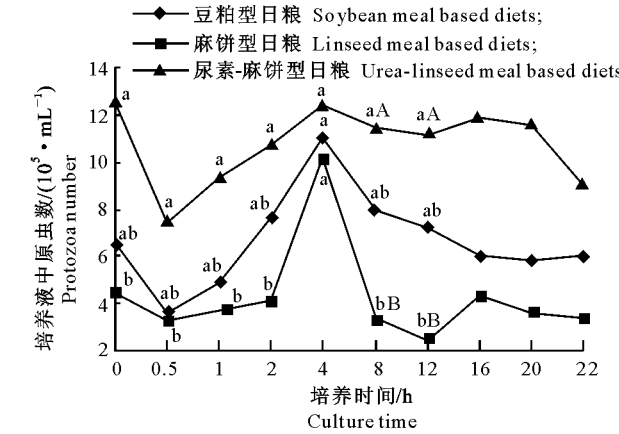


图 3 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中原虫数的变化

Fig. 3 Change of protozoa number in three different nitrogen diets supplied niacin

由图 5 可知,在培养过程中乙酸浓度以麻饼型日粮最高(除培养 1,8 h 外),尿素-麻饼型日粮最低,且这 2 种日粮在整个培养过程中乙酸浓度逐渐增加;而豆粕型日粮乙酸浓度在培养 0~12 h 增加,之后迅速下降至稳态;3 种日粮培养液中乙酸浓度差异不显著($P>0.05$)。

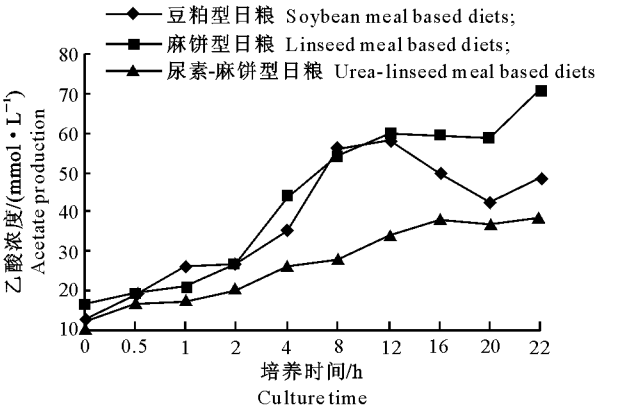


图 5 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中乙酸浓度的变化

Fig. 5 Change of acetate concentration in three different nitrogen diets supplied niacin

至稳态;3 种日粮丙酸浓度差异不显著($P>0.05$)。

图 7 显示,麻饼型日粮乙酸/丙酸在整个培养过程中较稳定,而另 2 种日粮乙酸/丙酸逐渐下降;3

种日粮乙酸/丙酸差异不显著($P>0.05$)。

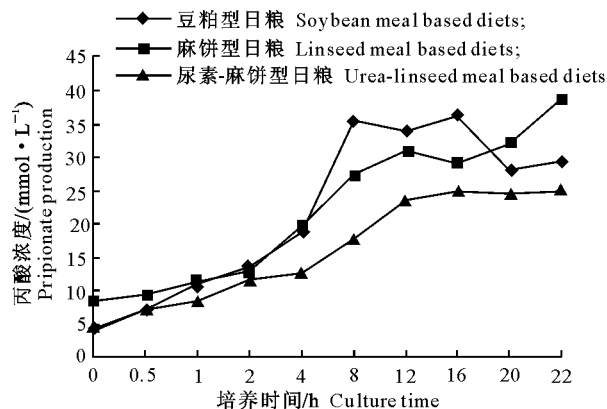


图 6 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中丙酸浓度的变化

Fig. 6 Change of propionate concentration in three different nitrogen diets supplied niacin

3 讨论

氨态氮是瘤胃氮代谢的重要中间产物,由前期试验结果可知,无论日粮中氮源如何,添加烟酸后,都会提高绵羊瘤胃微生物对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的利用率^[1],这与 Ottou 等^[10]的研究结果一致。本试验中,日粮不同氮源培养液中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度有差异,这可能是由于尿素-麻饼型日粮中存在尿素,在瘤胃脲酶的催化下分解产生氨,尽管尿素本身对瘤胃脲酶活性和产量起负反馈作用,但此时脲酶活性已足以分解尿素^[11],从而使 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度升高。豆粕型日粮中 50% 以上的粗蛋白会被瘤胃内的微生物降解并转化成氨^[12]。麻饼型日粮含有较高的油脂,虽然高脂肪日粮可有效地改善反刍动物的能量供应,提高羊日增质量,但其可在不同程度上影响瘤胃发酵,对瘤胃微生物生长及瘤胃蛋白质降解均有不利影响^[13]。Doherty 等^[14]报道,添加脂肪不影响瘤胃微生物发酵^[14],这可能是添加脂肪量较少或添加含饱和性脂肪酸比例高的动物性脂肪的结果。

由前期试验结果可知,3 种日粮培养液中添加烟酸后,细菌 N 质量浓度和原虫数都有升高的趋势^[1],这可能是由于添加烟酸可提高微生物活力,并缓解发酵产物对发酵的抑制作用,从而可使瘤胃微生物获得充足的氮源,以维持其生长需要^[15]。培养液中细菌 N 质量浓度和原虫数在整个培养过程中均以尿素-麻饼型日粮最高,豆粕型日粮居中,麻饼型日粮最低。有研究表明,细菌在繁殖时趋向于利用氨而减少对氨基酸的利用^[11],因为尿素-麻饼型日粮中含有一定量的尿素,而尿素在瘤胃会很快降

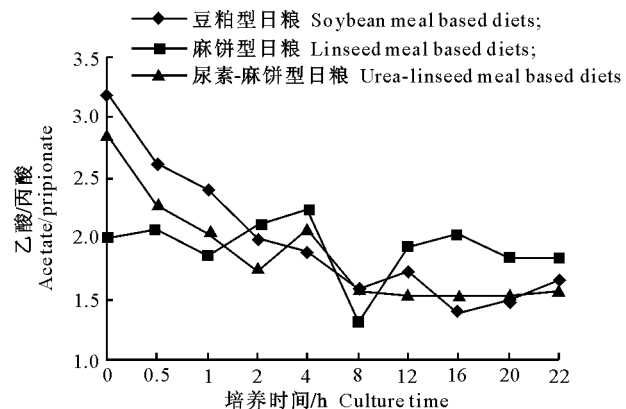


图 7 3 种不同氮源日粮中添加烟酸后培养液中乙酸/丙酸的变化

Fig. 7 Change of acetate/propionate in three different nitrogen diets supplied niacin

解为氨,供细菌繁殖利用,因此其细菌 N 质量浓度高于另 2 种日粮;而瘤胃原虫又以细菌为氮源合成虫体蛋白,充足的细菌 N 是原虫生存的前提,所以在 3 种日粮中,尿素-麻饼型日粮培养液中细菌 N 质量浓度和原虫数最高。麻饼型日粮中由于含有大量油脂,这在一定程度上影响了瘤胃发酵,对瘤胃微生物的生长及瘤胃蛋白质降解产生不利影响^[13],因此麻饼型日粮培养液中细菌 N 质量浓度和原虫数较低。一般而言,饲喂尿素取代大豆饼时,瘤胃微生物数量趋于增加^[16],这与本试验结果一致。本试验中,随着培养时间的延长,细菌和原虫数呈降低趋势,这可能是由于培养液中营养物质逐渐匮乏所致。综上可知,日粮中不同氮源对瘤胃细菌 N 质量浓度和原虫数量有影响,日粮中添加尿素和保证充足的能量供给有助于维持其数量的稳定。

VFA 是反刍动物的主要能量来源,瘤胃液中 VFA 浓度反映了微生物的活性。乙酸是反刍动物代谢所需的主要能源,丙酸是重要的葡萄糖前体,乙酸/丙酸则明显影响能量的利用率^[17]。有研究表明,瘤胃液产生的各种酸的比例随日粮而异,当日粮中含有大量精料时,乙酸比例下降,丙酸比例增加^[10]。本试验在 3 种日粮中添加烟酸,培养液中总 VAF、乙酸、丙酸浓度随日粮结构而变化,且随着培养时间不同,总 VFA、乙酸、丙酸的增加量不同,说明培养底物会影响其产量^[15]。3 种不同氮源日粮在整个培养过程中,培养液中总 VAF、乙酸、丙酸浓度以麻饼型日粮最高,尿素-麻饼型日粮最低,但差异不显著($P>0.05$),这可能是由于各试验组日粮结构相同,因而对产生的总 VFA 中各种脂肪酸的比

例没有显著影响^[18]。总 VFA、乙酸、丙酸浓度在整个培养期内持续升高,这是由于体外培养缺少瘤胃的吸收,致使总 VFA、乙酸、丙酸积聚,说明不同蛋白对总 VFA、乙酸、丙酸浓度和乙酸/丙酸没有显著影响。麻饼型日粮总 VFA、乙酸、丙酸浓度高于其他试验组,这可能与日粮中的碳水化合物含量及其种类有直接关系。

[参考文献]

[1] 王菊花,卢德勋,冯宗慈,等. 利用体外培养研究麻饼型日粮添加烟酸对绵羊瘤胃发酵的影响 [J]. 畜牧与饲料科学,2005,26(1):9-11.
Wang J H,Lu D X,Feng Z C,et al. Effects of niacin supplementation on rumen fermentation in sheep fed a linseed meal based diets by *in vitro* technique [J]. Animal Husbandry and Feed Science,2005,26(1):9-11. (in Chinese)

[2] 李新建,高腾云,常智留,等. 烟酸和烟酸铬对热应激奶牛产奶性能、血液生理生化指标的影响 [J]. 华中农业大学学报,2006,25(4):411-415.
Li X J,Gao T Y,Chang Z L,et al. Effects of niacin and chromium nicotinate on dairy performance and serum hormone levels of heat-stressed dairy cows [J]. Journal of Huazhong Agricultural University,2006,25(4):411-415. (in Chinese)

[3] 李新建,孙 宇,高腾云. 烟酸和烟酸铬对断奶犊牛应激的影响 [J]. 家畜生态学报,2009,30(4):40-43.
Li X J,Sun Y,Gao T Y. Effects of niacin and chromium nicotinate on weaning stressed calves [J]. Acta Ecologiae Animalis Domastici,2009,30(4):40-43. (in Chinese)

[4] Ottou J F,Doreau M,Chilliard Y. Duodenal infusion of rape-seed oil in midlactation cows. 6. Interaction with niacin on dairy performance and nutritional balance [J]. J Dairy Sci,1995,78(6):1345-1352.

[5] Zimmerman C A,Rakes A H,Daniel T E,et al. Influence of dietary protein and supplemental niacin on lactational performance of cows fed normal and low fiber diets [J]. J Dairy Sci,1992,75(7):1965-1978.

[6] 中国美利奴羊饲养标准研究协作组. 中国美利奴羊营养需要量及饲料营养价值 [M]. 北京:中国农业科技出版社,1992:35-38.
Chinese Merino Sheep Breeding Standard Research Collaboration Group. Chinese Merino sheep nutritional requirements and nutritional value [M]. Beijing:China Agricultural Science and Technology Publish,1992:35-38. (in Chinese)

[7] Cone J W,Beuvink J M W,Rodriguez M. Use and applications of an autocnated time related gas production test for the *in vitro* study of fermentation kinetics in the rumen [J]. Rev Prot Zootec,1994(1):25-37.

[8] 冯宗慈,高 民. 通过比色测定瘤胃液氨氮含量方法的改进 [J]. 内蒙古畜牧科学,1993(4):40-41.
Feng Z C,Gao M. Determination of ammonia content of rumen

by colorimetric method [J]. Inner Mongolia Animal Husbandry Science,1993(4):40-41. (in Chinese)

[9] 韩春艳. 控制原虫对日粮中纤维物质和蛋白质在瘤胃降解和利用以及进入十二指肠含氮物质流通量的影响 [D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,1998.
Han C Y. Influence of controlling protozoa on the degradation and utilization of dietary fibre and protein in the rumen and nitrogenous flow and the amino acid pattern in the digesta entering the duodenum of sheep [D]. Huhhot:Inner Mongolia Agriculture University,1998. (in Chinese)

[10] Ottou J F,Doreau M. Influence of niacin on *in vitro* ruminal fermentation and microbial synthesis depending on dietary factors [J]. Anim Feed Sci Technol,1996,58(7):187-199.

[11] 韩正康,陈 杰. 反刍动物瘤胃的消化和代谢 [M]. 北京:科学出版社,1988:84-94.
Han Z K,Chen J. Rumen digestion and metabolism of ruminants [M]. Beijing:Science Publish,1988:84-94. (in Chinese)

[12] 谢选武. 提高添加剂预混料质量和使用效果的几点意见 [J]. 四川粮油科技,1989(1):38-42.
Xie X W. A few points of improving the quality and effect of additive premix [J]. Science and Technology Sichuan Grain and Oil,1989(1):38-42. (in Chinese)

[13] Ivan M,Mir P S,Mir Z,et al. Effects of dietary sunflower seeds on rumen protozoa and growth of lambs [J]. Br J Nutr,2004,92(2):303-310.

[14] Doherty J G,Maynet C S. The effect concentrate type and supplementary lactic of soyaoil milk production characteristics in dairy cows offered grass silage of contrasting fermentation type [J]. Animal Sci,1996(62):187-198.

[15] 王菊花,卢德勋,冯宗慈,等. 麻饼型日粮中添加烟酸对绵羊瘤胃发酵底物降解动力学研究 [J]. 中国饲料,2009(24):16-19.
Wang J H,Lu D X,Feng Z C,et al. Dynamic change of niacin supplements on uminal fermentation under linseed meal based diets [J]. China Feed,2009(24):16-19. (in Chinese)

[16] Brüggemann J,Giesecke D,Walser-Kärst K. Game biology and comparative animal physiology II: Microorganisms in the rumen of red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus apreolus*) [J]. Z Tierphysiol Tierernähr Futtermittelkd,1967,23(3):143-151.

[17] 王潍波,赵国琦,王瑞龙,等. 不同蛋白日粮对山羊瘤胃环境参数的影响 [J]. 饲料工业,2008,29(20):44-48.
Wang W B,Zhao G Q,Wang R L,et al. Effect of different protein diets on rumen fermentation of goats [J]. Feed Industry,2008,29(20):44-48. (in Chinese)

[18] 孙宏选,张 民,王加启. 不同蛋白质来源的日粮对泌乳奶牛瘤胃发酵及微生物蛋白质合成量的影响 [J]. 黑龙江畜牧兽医,2006(12):28-30.
Sun H X,Zhang M,Wang J Q. Effect of dietary protein on lactation rumen fermentation and microbial protein synthesis [J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine,2006(12):28-30. (in Chinese)