

# 烟酸在奶牛中的应用

烟酸又称尼克酸，属 B 族维生素，是重要辅酶烟酰胺腺嘌呤二核苷酸（NAD）与烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸盐（NADP）的直接前体，与畜禽碳水化合物、脂肪及蛋白质代谢密切相关。传统认为，反刍动物瘤胃微生物合成的烟酸可以满足自身代谢和生产需要，但随着奶牛生产性能的提高，对烟酸的需求量增大。

## 1 烟酸的性质

烟酸是嘧啶的衍生物，很容易转变成烟酰胺。烟酸和烟酰胺都是白色无味的针状结晶体，溶于水，耐热。3-乙酰吡啶和吡啶 3-磺酸和抗结核药异烟肼（雷米封）是烟酸的衍生物。

## 2 烟酸的吸收与代谢

饲料或者药物中的烟酸和烟酰胺，均以扩散的方式快速有效地被机体吸收，吸收部位在胃及小肠上段。烟酸在小肠黏膜中可转化为烟酰胺，然后在组织中与蛋白结合成辅酶 NAD 或 NADP，代谢产物主要经尿排出。

## 3 烟酸对瘤胃发酵的影响

Flachowsky（1993）发现日粮添加 6 g/d 烟酸能降低泌乳奶牛体内脂肪分解速度，降低血液中酮体的浓度，升高血糖浓度，同时增加瘤胃丙酸浓度并降低丁酸浓度，促进瘤胃发酵，增加微生物蛋白合成量<sup>[1]</sup>。Erickson 等（1990）给泌乳奶牛添加 12 g/d 烟酸，发现瘤胃原虫数量增加，血液游离脂肪酸浓度降低<sup>[2]</sup>。Horner 等（1988）发现 0.7%烟酸可以增加瘤胃原虫数量，提高粗蛋白和中性洗涤纤维的消化率<sup>[3]</sup>。

## 4 烟酸对泌乳性能的影响

早在 20 世纪 90 年代，Horner 等（1986）就发现 0.3%烟酸可以增加泌乳奶牛的产奶量与乳蛋白含量，这是因为烟酸能激活信使 RNA 的触发作用，促进氨基酸向乳腺组织转移<sup>[4]</sup>（如表 1）。另一些学者研究了烟酸与其它营养物质混合添加对奶牛泌乳性能的影响，如 Martinez 等（1991）发现烟酸与脂肪混合添加后，牛奶中短链脂肪酸比例降低，血液游离脂肪酸含量增加<sup>[5]</sup>；Zimmerman 等（1992）在高蛋白日粮中补充 12 g/d 烟酸，发现奶牛产奶量与乳蛋白含量增加<sup>[6]</sup>。以上研究表明单独添加适量烟酸，或将烟酸与脂肪或高蛋白日粮混合添加，均能提高奶牛泌乳性能。但国外近年研究发现，12 g/d 烟酸对奶牛泌乳性能的改变

善作用有限，可能与瘤胃微生物对烟酸的降解有关<sup>[7]</sup>。

国内关于烟酸在奶牛泌乳性能方面的研究主要集中在产奶量和血液参数等指标上。韩永利（2002）研究了胆碱、烟酸和维生素 C 对奶牛生产性能的影响，发现 12 g/d 烟酸可以提高产奶量与血糖浓度，减少血液中胆固醇、尿素氮和游离脂肪酸浓度<sup>[8]</sup>。其余研究表明 6 g/d 烟酸可以提高奶牛泌乳量<sup>[9,10]</sup>，可能因为烟酸提高了机体 NAD 和 NADP 水平，进而促进了营养物质用于泌乳的利用率。

## 5 烟酸对热应激的影响

李新建等（2006）研究发现 800 mg/kg 体重烟酸能提高泌乳奶牛糖皮质激素水平，缓解奶牛热应激<sup>[11]</sup>（如表 2）；杨耐德等（2010）研究了不同水平烟酸对热应激奶牛生产性能及血清生化指标的影响，发现 8g/d 烟酸有助于缓解热应激<sup>[12]</sup>。以上研究均表明在泌乳奶牛日粮中适当补充烟酸能够缓解热应激。

## 6 过瘤胃烟酸的应用

考虑到瘤胃微生物对日粮烟酸的降解作用，近年来关于过瘤胃烟酸的研究受到国内外学者关注。国内研究发现过瘤胃烟酸提高了奶牛产奶量，但关于过瘤胃烟酸对乳蛋白含量的影响研究结果不一致。贾文彬（2006）发现补充过瘤胃烟酸增加了乳蛋白含量<sup>[13]</sup>，赵术帆（2012）发现过瘤胃烟酸减小了乳蛋白含量<sup>[14]</sup>，关于过瘤胃烟酸对乳成分的影响有待进一步研究。国外研究表明添加 24 g/d 过瘤胃烟酸或烟酸胶囊能提高乳脂浓度，降低阴道温度并降低血液游离脂肪酸浓度<sup>[15,16]</sup>。还有研究表明，由于过瘤胃烟酸能直接到达小肠，机体吸收率较高，因此能够提高热应激期间奶牛乳脂校正乳产量<sup>[17]</sup>。

### 参考文献

- [1] Flachowsky, G. Niacin in dairy and beef cattle nutrition[J]. Archiv für Tierernahrung, 1993, 43(3):195-213.
- [2] Erickson Peter S, Trusk Ann M, Murphy Michael R. Effects of Niacin Source on Epinephrine Stimulation of Plasma Nonesterified Fatty Acid and Glucose Concentrations, on Diet Digestibility and on Rumen Protozoal Numbers in Lactating Dairy Cows[J]. The Journal of Nutrition, 1990, 120(12): 48-53.
- [3] Horner J L , Coppock C E , Moya J R , et al. Effects of Niacin and Whole Cottonseed on Ruminant Fermentation, Protein Degradability, and Nutrient Digestibility[J]. journal of dairy science, 1988, 71(5):1239-1247.
- [4] Horner J L , Coppock C E , Schelling G T , et al. Influence of Niacin and Whole Cottonseed on Intake, Milk

- Yield and Composition, and Systemic Responses of Dairy Cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 1986, 69(12):3087-3093.
- [5] Martinez N , Depeters E J , Bath D L . Supplemental Niacin and Fat Effects on Milk Composition of Lactating Holstein Cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 1991, 74(1):202-210.
- [6] 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]. *Journal of Dairy Science*, 1992, 75(7):1965-1978.
- [7] William P Weiss, Gonzalo Ferreira. Are Your Cows Getting the Vitamins They Need?[J]. *WCDS Advances in Dairy Technology*, 2006, 18: 249-259.
- [8] 韩永利. 日粮中添加胆碱、烟酸和维生素 C 对奶牛生产性能和部分血液理化指标的影响[D]. 河北农业大学, 2002.
- [9] 孙国君, 邹阿玲, 陆良, 杨政颖, 李明强. 日粮中添加烟酸对泌乳早期奶牛产奶性能的影响[J]. *草食家畜*, 2003(02):52-53.
- [10] 李建国, 韩永利, 李秋凤, et al. 烟酸对高温环境中奶牛生产性能和血清生化指标的影响[J]. *动物营养学报*, 2006, 18(3):154-159.
- [11] 李新建, 高腾云, 孙宇,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]. *家畜生态学报*, 2006, 27(5):26-31.
- [12] 杨耐德, 高振华, 黄晓亮,等. 烟酸对热应激条件下奶牛生产性能、血清离子浓度的影响[J]. *中国畜牧兽医*, 2010, 037(007):21-24.
- [13] 贾文彬. 日粮中添加过瘤胃蛋氨酸、烟酸对奶牛生产性能和血液生化指标的影响[D]. 河北农业大学, 2006.
- [14] 赵术帆, 张晓明, 咸玉龙,等. 过瘤胃保护烟酸对奶牛生产性能的影响及经济效益分析[J]. *中国奶牛*, 2012(11):10-15.
- [15] Morey S D , Mamedova L K , Anderson D E , et al. Effects of encapsulated niacin on metabolism and production of periparturient dairy cows[J]. *Journal of Dairy Science*, 2011, 94(10):p.5090-5104.
- [16] Pineda A , Drackley J K , Garrett J , et al. Effects of rumen-protected niacin on milk production and body temperature of middle and late lactation holstein cows[J]. *Livestock Science*, 2016:S1871141316300270.
- [17] Zimbelman R B , Collier R J , Bilby T R . Effect of feeding rumen-protected niacin on core body temperature and milk production in lactating Holstein cows during summer heat stress[J]. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91:E142.

表 1 烟酸与全棉籽对产奶量与牛奶组分的影响

Table 1 Influence of niacin and whole cottonseed (WCS) on milk yield and composition

Variable	0 g Niacin		6 g Niacin		SE
	0% WCS (Diet 1)	15% WCS (Diet 2)	0% WCS (Diet 3)	15% WCS (Diet 4)	
Milk yield, kg/d	31.2 <sup>1</sup>	31.6	32.2	30.1	1.30
4% Fat-corrected milk, kg/d	26.4 <sup>a</sup>	28.7 <sup>b</sup>	29.4 <sup>b</sup>	26.5 <sup>a</sup>	1.53
Fat, %	2.97 <sup>a</sup>	3.38 <sup>b</sup>	3.41 <sup>b</sup>	3.21 <sup>b</sup>	.10
Fat yield, kg/d	1.00 <sup>ab</sup>	1.06 <sup>ab</sup>	1.09 <sup>a</sup>	.96 <sup>b</sup>	.06
Protein, %	3.13 <sup>ab</sup>	3.02 <sup>b</sup>	3.33 <sup>c</sup>	3.20 <sup>ac</sup>	.05
Protein yield, kg/d	.98 <sup>a</sup>	.95 <sup>a</sup>	1.07 <sup>b</sup>	.96 <sup>a</sup>	.05
Casein nitrogen, <sup>2</sup> %	78.53 <sup>a</sup>	77.12 <sup>a</sup>	80.93 <sup>b</sup>	78.13 <sup>a</sup>	.44
Lactose and minerals, %	5.67 <sup>a</sup>	5.57 <sup>ab</sup>	5.51 <sup>b</sup>	5.68 <sup>a</sup>	.05
Total solids, %	12.17	11.92	12.07	12.14	.13

<sup>a,b,c</sup>Means in the same row with different superscripts differ ( $P < .05$ ).

<sup>1</sup>Least squares means with pooled standard error.

<sup>2</sup>Expressed as a percentage of total nitrogen.

表 2 烟酸和烟酸铬对热应激奶牛细胞免疫机能的效应

Table 2 Effects of niacin and chromium nicotinate on cellular immuno-responses of dairy cows

项目 Item	对照组 Control		烟酸组 Niacin		烟酸铬组 Chrom-Niac	
	试前	试期变值	试前	试期变值	试前	试期变值
白细胞数目 Leucocyte count/ $10^9 \cdot L^{-1}$	7.88	-0.36 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	6.74	+1.84 $\pm$ 0.75 <sup>b</sup>	7.84	+1.20 $\pm$ 0.85 <sup>b</sup>
淋巴细胞百分比 Lymphocyte Percent(%)	38.40	-6.92 $\pm$ 1.03 <sup>a</sup>	35.66	+0.04 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	35.70	+0.40 $\pm$ 0.17 <sup>b</sup>
单核细胞百分比 Monocyte Percent(%)	13.72	+0.96 $\pm$ 0.18	14.24	+1.06 $\pm$ 0.57	14.98	+0.50 $\pm$ 0.19
粒细胞百分比 Granulocyte Percent(%)	48.12	+5.72 $\pm$ 1.77	50.1	+4.48 $\pm$ 1.56	49.32	+0.10 $\pm$ 0.01
红细胞数目 Red cell count/ $10^{12} \cdot L^{-1}$	6.77	-0.47 $\pm$ 0.04	6.81	-0.65 $\pm$ 0.04	6.88	-0.11 $\pm$ 0.06
血红蛋白 Hemoglobin/G $\cdot L^{-1}$	118.00	-6.20 $\pm$ 1.69	112.80	-10.2 $\pm$ 2.46	111.60	-3.6 $\pm$ 1.17