

Calf Notes.com

Calf Note #274 – 丁酸钠：会不会“好东西用太多”？

引言

在奶牛犊牛饲养中，丁酸钠补充已经成为一种常见做法，特别是在断奶前阶段。丁酸是微生物发酵产生的一种天然产物，在胃肠道发育、上皮健康以及能量代谢中发挥着重要作用。由于幼龄犊牛瘤胃尚未发育成熟，内源性丁酸产生有限，因此在牛奶或代乳粉中添加丁酸钠被广泛认为是一种促进早期生长和胃肠发育的有效手段。在犊牛代乳粉和全乳添加剂中，典型添加水平约为0.2%到0.3%（Gorka 等，2009）。当犊牛每天摄入750至1,000 g液体干物质（来自牛奶或代乳粉）时，这相当于每天约1.5到3 g丁酸。

许多研究表明，丁酸钠对肠道发育和生产性能具有积极作用，这也促进了其在犊牛饲养中的广泛应用。近期研究（Nicola 等，2023）还表明，在全乳中添加丁酸钠（4 g/天；占牛奶干物质的0.5%；犊牛每天摄入800 g牛奶干物质）可改善腹泻恢复并降低复发风险。更高剂量（例如45 g/天；Liu 等，2021）已显示出对生长和抗氧化状态的短期改善，这也说明丁酸钠的效果可能取决于添加剂量。然而，一个重要问题仍然存在：丁酸钠用量过高是否会产生不良影响？

Wu 等（2026）在《Journal of Dairy Science》发表的一项研究对此进行了探讨，该研究评估了不同丁酸钠添加水平对犊牛早期反应以及长期生长和代谢的影响。

研究方法

在该研究中，研究人员将80头荷斯坦犊牛（2至4日龄）分配到四个处理组：

- 对照组（不添加丁酸钠）
- 低剂量（4.4 g/天）
- 中剂量（8.8 g/天）
- 高剂量（17.6 g/天）

犊牛在断奶前阶段（约6周）饲喂添加相应水平丁酸钠的牛奶。饲喂量从第4至10天的4.4 L/天增加到第11至45天的8.8 L/天。从第46至58天，牛奶按1:1与代乳粉稀释，并逐步减少至8 L/天（46–50天）、6 L/天（51–55天）和4 L/天（56–58天），并在第59天断奶。随着牛奶供给量的变化，添加到牛奶中的丁酸钠浓度也发生变化。由于每日丁酸钠剂量保持不变，而牛奶供给量发生变化，因此在整个试验过程中牛奶中的丁酸钠浓度是变化的。当犊牛摄入4.4 L/天时，低、中、高处理的浓度分别为1、2和4 g/L；当摄入8.8 L/天时，浓度分别为0.5、1和2 g/L。

Supplemental Table S2. Growth and reproductive performance indices of dairy heifers at 15 months of age.

Items	Supplementation Level (g/d)				SEM	P-value
	0	4.4	8.8	17.6		
Growth related indices						
Number of heifers	10	10	12	10	-	-
Body weight (kg)	414.95	403.47	404.17	397.90	3.161	0.397
Withers height (cm)	129.19 ^a	126.76 ^{ab}	127.04 ^{ab}	125.65 ^b	0.433	0.040
Heart girth (cm)	182.13	180.38	181.02	178.87	0.582	0.298
Body length (cm)	142.12	141.62	140.54	141.86	0.607	0.813
Reproductive related indices						
Age of first estrus (month)	13.40	13.08	13.02	13.16	0.072	0.271
Number of artificial insemination (n)	1.82	1.70	1.86	1.50	0.148	0.814

SEM = standard error of the means. ^{a-b} Means without a common superscript within a row differ significantly ($P < 0.05$).

Number of heifers = 后备母牛数量; Body weight (kg) = 体重 (kg) ; Withers height (cm) = 体高 (cm) ; Heart girth (cm) = 胸围 (cm) ; Body length (cm) = 体长 (cm) ; Age of first estrus (month) = 初情期月龄 (月) ; Number of artificial insemination (n) = 人工授精次数 (次) 。

在15月龄时，研究人员评估了生长表现、代谢状态（通过血液生化和代谢组学分析）以及胃肠道微生物群。该试验设计不仅能够评估短期效应，还可以分析早期营养对长期“编程效应”的影响。

关键结果

高剂量抑制了结构性生长。接受高剂量丁酸钠的育成母牛与对照组相比，其体高（肩峰高度）较低，表明骨骼生长受到抑制。有趣的是，体重并无显著差异，这说明其影响主要体现在体型发育，而非整体体重。

高剂量组的代谢发生改变。高剂量补充导致代谢谱出现明显变化，包括肝脏应激指标升高（如ALT和胆红素）、脂类和甾醇代谢改变、血浆胆固醇降低以及关键代谢物变化。这些结果表明，早期高剂量补充可能在后期干扰正常的代谢调控。

瘤胃微生物群受到负面影响。幼年期接受高水平丁酸钠的动物，其瘤胃微生物多样性和丰富度降低，有益菌数量减少，并且微生物功能发生改变，包括类固醇生物合成降低。这些变化表明，过量补充可能干扰瘤胃微生物的正常发育，并产生长期影响。

效果具有剂量依赖性。需要强调的是，这些负面影响主要出现在最高剂量组。低剂量和中剂量未表现出相同的不利效应，在某些情况下甚至显示出轻微的代谢改善。这进一步说明丁酸钠的作用并非简单的“好或坏”，而是高度依赖于剂量。

在解释丁酸钠研究结果时，还存在一个额外挑战，即不同研究之间添加水平差异很大。从实际应用中的约3 g/天，到部分研究中的45 g/天（如Liu等，2021；Ma等，2023），甚至在以牛奶浓度表示时更高，这导致实际摄入量存在巨大差异。

这种不一致性使得不同研究之间的结果难以直接比较，也可能解释了为何丁酸钠的研究结果有时并不一致。显然，中等剂量与高剂量之间的差异可能非常大，并且具有重要的生物学意义。

总结

丁酸钠仍然是犊牛营养中的一种重要工具，其促进肠道发育和早期生长的作用已得到充分证实，在牛奶或代乳粉中的应用也已十分普遍。然而，该研究强调了一个重要原则：更多并不一定更好。

在生命早期使用高剂量丁酸钠可能会干扰瘤胃发育、改变代谢，并影响长期生长表现。这些效应可能至少部分由瘤胃微生物变化及其后续代谢途径改变所驱动。

实际应用中的关键结论如下：

- 丁酸钠在适当水平下是有益的
- 过量补充可能弊大于利
- 饲喂方案应关注最佳水平，而非最大剂量

与犊牛营养中的许多问题一样，成功取决于平衡。即使是有益的添加剂，也必须谨慎使用，因为“好东西”确实可能用得过多。

参考文献

- Gorka, P., Z. M. Kowalski, P. Pietrzak, A. Kotunia, R. Kiljanczyk, J. Flaga, J. J. Holst, P. Guilloteau, and R. Zabielski. 2009. Effect of sodium butyrate supplementation in milk replacer and starter diet on rumen development in calves. *J. Physiol. Pharmacol.* 60(Suppl 3):47-53.
- Liu, W., A. Zhu La, A. Evans, S. Gao, Z. Yu, D. Bu, and L. Ma. 2021. Supplementation with sodium butyrate improves growth and antioxidant function in dairy calves before weaning. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 12:2. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00521-7>.
- Ma, L., Y. Yang, W. Liu, and D. Bu. 2023. Sodium butyrate supplementation impacts the gastrointestinal bacteria of dairy calves before weaning. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 107:3291–3304. <https://doi.org/10.1007/s00253-023-12485-5>.
- Nicola, M. S., A. L. Kalb, A. A. Barbosa, B.E.S. Velasquez, J.A.A. Rincon, J. O. Feijó, E. N. Dellagostin, A.W.S. Martins, E. B. Blödorn, W. B. Domingues, F. Lopes, W. M. Quintero-Filho, R. G. Mondadori, V. F. Campos, V. R. Rabassa, E.R. Komninou, F.A.B. Delpino, and M.N. Corrêa. 2023. Butyrate supplementation in the liquid diet of dairy calves leads to a rapid recovery from diarrhea and reduces its occurrence and relapses in the preweaning period. *J. Dairy Sci.* 106:7908-7923. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22670>.
- Wu, D., L. Zhang, Z. Zhang, and M. Xu. 2026. Early-life high-dose sodium butyrate supplementation in milk inhibits growth via sterol metabolism in 15-month-old dairy cattle: Insights from gastrointestinal microbiota and host metabolism. *J. Dairy Sci.* 109:2527–2548. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-27618>.

由 Jim Quigley 博士撰写（2026年3月26日）

© 2026 Calf Notes Consulting, LLC

Calf Notes.com (<https://www.calfnotes.com>)