

# 瘤胃稳定性脂肪的应用研究

穆玉云 百事美亚洲有限公司

中图分类号:S823.9<sup>+</sup>1 文献标识码:A 文章编号:1002-2813(2004)02-0004-03

能量是高产奶牛发挥产奶遗传潜力的最限制因素之一。在围产期和泌乳前期,由于能量负平衡奶牛不得不动用体脂贮存满足能量需要,尤其是高产奶牛。其结果常常引起酮病和繁殖障碍,继而导致下个泌乳期产奶量下降。通过提高日粮中谷物的比例以增加饲料的能量浓度,能够引发瘤胃酸中毒和乳脂率下降。补充普通的植物性脂肪能抑制瘤胃微生物的获得,降低乳脂率。大量的科学研究和生产实践证明,使用瘤胃保护性脂肪无疑是满足奶牛能量需要,维持瘤胃微生物的正常功能,提高奶牛的生产性能和繁殖性能的最佳选择。目前,在奶牛业发达国家,如美国、德国、法国、英国、丹麦、荷兰、日本、韩国和澳大利亚,饲喂瘤胃保护性脂肪是保持乳牛高产和稳产的一项基本措施。概述国际市场上常见的一种瘤胃保护性脂肪产品 - 瘤胃稳定性脂肪 (Bergafat T300,由德国 Berg + Schmidt 公司生产)在奶牛生产上的应用研究,供我国奶牛生产者参考。

## 1 瘤胃稳定性脂肪的过瘤胃效果

瘤胃稳定性脂肪源于通过物理分馏法加工所获得的棕榈脂肪的中间产物。此中间产物经冷却喷雾等工艺形成微细的流动性强的脂肪粉产品。由于该产品是富含棕榈酸的完全脂肪,熔点达 56 以上,高于瘤胃液的温度,因此在瘤胃中保持稳定,不影响瘤胃微生物活动,瘤胃 pH 下降也不影响其过瘤胃特征。因此,又称瘤胃稳定性脂肪。Bruchental (2001)运用尼龙袋技术,在瘦管牛瘤胃中放置稳定性脂肪粉样品 3、6、9、12、24、36 和 48 h 后,样品的干物质几乎没有损失,样品的颜色和团粒状况也没有变化。这说明,该产品在瘤胃放置 48 h,其样品的瘤胃保护性仍高达 100 % (Mu,2002)。运用同样方法,

Männer (2002)测得瘤胃稳定性脂肪粉样品在瘤胃中 24 和 48 h 后的恢复率分别为 96.5 和 94.9 %。因此,瘤胃稳定性脂肪在瘤胃 24 和 48 h 的瘤胃保护率平均为 98.2 和 97.5 %。

## 2 瘤胃稳定性脂肪的使用效果推测

瘤胃稳定性脂肪含至少 99.5 %的脂肪以及约 10 %的甘油,其脂肪酸组成见表 1。脂肪含量和脂肪酸组成影响脂肪的消化和产奶净能 (NRC,2001)。根据在丹麦、美国、法国、德国、澳大利亚和英国所进行的 17 个试验 49 个日粮的试验结果,Doreau & Milliard (1997)计算出脂肪酸平均消化率如下:C14:0, 69 %;C16:0,79 %;C18:0,73 %;C18:1,85 %;C18:2,83 %;C18:3,76 %,C20:0,70 %和 C22:0,66 %。根据上述结果,NRC(2001)的相关参数、产品的脂肪和脂肪酸含量计算,瘤胃稳定性脂肪每千克产品可提供约 709 g 可消化脂肪酸,99 g 可消化甘油和 26.67 MJ/kg产奶净能。

Firkins & Eastridge (1994)综述了已发表的研究结果,表明随着碘值增加,乳牛干物质采食量,乳脂率,乳蛋白含量(在碘值小于 31)和脂肪校正乳产量降低;但增加氢化脂肪的 C16:C18 比例,能以递减的增幅增加脂肪校正乳产量,并有增加乳蛋白含量的趋势。乳脂的脂肪酸组成显著受日粮的脂肪酸组成影响 (Doreau & Chillard, 1997; Kennelly & Gimm, 1998)。补充瘤胃保护脂肪能够改善卵泡的发育和卵巢功能,促进繁殖激素的合成和分泌,改善奶牛的能量状况,降低代谢疾病的发生 (Staple & Thatcher, 1997)。因此,可以推测当补充瘤胃稳定性脂肪时,因其较低的碘值和很高的 C16:C18 比例(见表 1),将有助于维持或增加奶牛的采食量和乳蛋白含量,增加乳产量和乳脂率,提高乳脂中饱和脂肪酸(棕榈酸)的含量,从而延长鲜奶的保质期,并改善繁殖性能。

收稿日期:2003-11-16

表1 瘤胃稳定性脂肪的脂肪品质 %

瘤胃稳定性脂肪	Bergafat T 300
脂肪含量	>99.5
甘油含量	约 10
碘值	约 15
脂肪酸组成(占脂肪的%)	
C14:0 以下	<3
C16:0	75~90
C18:0	4~8
C18:1	5~12
C18:2 和 C18:3	<3
C20:0 以上	<1

### 3 瘤胃稳定性脂肪的试验研究

上海奶牛场的试用结果表明:饲喂瘤胃稳定性脂肪增加奶牛产奶量 1.5~3.5 kg,增加乳脂率 0.1~0.3个百分点,美国 Ohio 州立大学(2002)用高产奶牛进行的试验亦获得类似的结果。Sarwar (2001)用杂交乳牛进行的试验证明,等能日粮含有 0、2.5、3.5和 4.5 %瘤胃稳定性脂肪,奶牛的乳脂率从3.70 %增加到 4.95、5.08 和 5.29 %,4 %脂肪校正乳产量由 12.15 kg 增加到 14.58、15.43 和 15.35 kg(Mu, 2002)。以下介绍 2001—2002 年该产品在中国、德国和以色列的 4 个试验结果:试验 1 北京农林科学院的剂量试验

吴建设(2001)曾选用 36 头健康中国荷斯坦乳牛,随机分为 3 组,饲喂玉米青贮,玉米秸,玉米,麸皮和胡麻饼为主的基础日粮,每天分别添加 0、250 和 500 g 瘤胃稳定性脂肪,试验期为 60 d。结果表明,对照牛平均产奶 26.95 kg,乳脂率为 3.58 %,折合 3.5 %标准乳产量 27.30 kg;每天添加 250 和 500 g 瘤胃稳定性脂肪的试验牛,干物质采食量不受显著影响,但产奶量分别增加 1.73 和 2.79 kg,乳脂率分别显著增加 0.16 和 0.31 个百分点,折合增加 3.5 %脂肪校正乳 2.49 和 4.31 kg。

#### 试验 2 福建长富集团牧场的饲喂试验

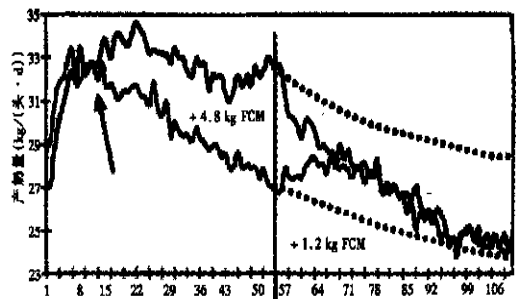
长富集团第 10 牧场随机选用 20 头泌乳前期和 14 头泌乳中期的荷斯坦乳牛,均分为试验组和对照组。泌乳前期和中期乳牛每天分别饲喂长富集团的精料 7.5 和 5.7 kg,青粗饲料(由青贮玉米,啤酒糟,甜菜粕,青草,羊草组成)30 kg。自 2002 年 4 月 3 日至 5 月 28 日,试验牛每天每头补充 300 g 瘤胃稳定性脂肪。泌乳前期和中期试验牛比对照牛平均增加产奶量 6.9 % (22.99 和 21.51 kg) 和 7.3 % (21.57 和 20.10 kg);在此 56 d 内,泌乳前期和中期试验牛

产奶量下降仅 0.43 和 0.68 %,但对照牛产奶量分别下降 3.15 和 13.83 %。

#### 试验 3 德国应用科学大学的交叉试验

Schröder(2002)在德国 Dresden 进行了两期 56 d 的交叉试验。46 头德国荷斯坦乳牛(年平均产奶量 9 000 kg),于产犊后平均 64 d 开始试验,配对分为 2 组。第一期 2 组乳牛分别饲喂试验和对照日粮的任何一种,第二期改喂另一日粮。奶牛每天饲喂 TMR 日粮 1 次。TMR 由玉米青贮,青草青贮,混合精料,过瘤胃蛋白补充料,维生素和矿物质预混料组成。精粗比例为 42:58,试验日粮每天提供 500 g 瘤胃稳定性脂肪。每天测定产奶量,每 2 周测定乳成分。

日粮中补充脂肪的乳牛比未补充脂肪的乳牛,第一期增加干物质采食量 1.7 kg,第二期增加 2.5 kg。第一期饲喂脂肪的乳牛比未饲喂脂肪的乳牛增加 4.8 kg,3.5 %FCM,但第二期由于未饲喂脂肪,其产奶量大幅度下降;而第一期末饲喂脂肪的乳牛在第二期,由于饲喂脂肪,其产奶量增加 1.2 kg(见图 1)。由此计算,饲喂该脂肪产品,奶牛的年产奶量可增加 800~1 000 kg。饲喂脂肪比未饲喂脂肪,可增加乳脂率 0.2 个百分点,相应增加乳脂产量。由于产奶量大幅度增加,乳蛋白含量稍微下降,但乳蛋白总产量没有差异。试验期奶牛体况维持在 2.3~2.9,血浆酮体浓度并不因为补充瘤胃保护脂肪而上升。



第一期试验日粮(添加脂肪),第二期对照日粮  
第一期对照日粮(未添加脂肪),第二期试验日粮

图1 交叉试验期乳牛产奶量变化

#### 试验 4 瘤胃稳定性脂肪与脂肪酸钙盐的比较试验

Adelmann(2002,未发表)选择 56 头以色列乳牛,平均产奶天数为 28 d,分为 2 组,分别饲喂等量脂肪 500 g/(头·d)的瘤胃稳定性脂肪和一种脂肪酸钙盐。于 2001 年 12 月 28 日开始试验,2002 年 5 月 4 日结束。日粮为 TMR,每天饲喂 2 次。

如表 2 所示,饲喂瘤胃稳定性脂肪与脂肪酸钙盐相比,奶牛产奶量和 3.5 %脂肪校正乳产量有增加的趋势,泌乳中期乳牛的乳脂率显著增加 0.14 个百分点,泌乳前期乳牛的平均乳脂率显著增加 0.17 个百分点,泌乳前期乳牛的乳蛋白含量显著增加 0.14 个百分点,泌乳前期乳牛的平均乳蛋白含量显著增加 0.10 个百分点。

这一结果表明:在乳蛋白含量是鲜奶定价的重要指标的国家和地区,瘤胃稳定性脂肪具有特别的经济价值。目前,多数欧共体国家牛奶中乳脂和乳蛋白定价比例为 50:50,丹麦和德国已在逐渐增加乳蛋白的定价比例。如丹麦现行的定价比例为 43:57,5 年内将逐渐调整到 37:63。我国上海鲜奶的定价比例为 55:45。相信我国的鲜奶定价也会遵循这一趋势。

表 2 以色列奶牛饲喂瘤胃稳定性脂肪与脂肪酸钙盐的生产性能差异<sup>1</sup>

生产性能	瘤胃稳定性脂肪 <sup>2</sup>	脂肪酸钙盐
产奶量(kg/d)		
泌乳前期	48.99 ±4.02	48.39 ±2.67
泌乳中期	43.00 ±0.68	43.28 ±0.34
平均	45.88 ±2.4	45.86 ±2.20
3.5 %脂肪校正乳量(kg/d)		
泌乳前期	45.91 ±6.52	45.04 ±5.10
泌乳中期	42.13 ±2.86	41.39 ±0.99
平均	44.73 ±3.36	43.44 ±3.03
乳脂率(%)		
泌乳前期	3.12 ±0.12	3.07 ±0.05
泌乳中期	3.37 ±0.04 <sup>a</sup>	3.23 ±0.02 <sup>b</sup>
平均	3.34 ±0.02 <sup>a</sup>	3.17 ±0.01 <sup>b</sup>
乳蛋白率(%)		
泌乳前期	3.01 ±0.00 <sup>a</sup>	2.87 ±0.01 <sup>b</sup>
泌乳中期	3.08 ±0.02	3.07 ±0.01
平均	3.06 ±0.01 <sup>a</sup>	2.96 ±0.01 <sup>b</sup>

注:1. 同行不同上标表明差异显著;2. 百事美脂肪粉 Bergafat T 300

## 4 瘤胃稳定性脂肪的推荐剂量

瘤胃稳定性脂肪的推荐剂量与产奶水平,泌乳阶段,日粮品质和气候因素有关。根据国内外的试验结果,奶牛 305 d 产奶量大于 8 000 kg,5 000 ~ 8 000 kg 和小于 5 000 kg 的推荐剂量分别为:450 ~ 900,300 ~ 600 和 250 ~ 500 g/(头·d)。严寒和炎热季节,可适当增加添加剂量。

## 5 瘤胃稳定性脂肪的经济收益估计

根据上述试验结果和奶牛的生产实践,可用下面方法来估计产奶牛使用瘤胃稳定性脂肪的经济效益(见表 3)。该法假定:

305 d 产奶量超过 8 000 kg 的产奶牛为高产奶牛,5 500 ~ 8 000 kg 的奶牛为中产奶牛;

高产牛和中产牛分别在泌乳首 150 或 120 d 饲喂瘤胃稳定性脂肪,每天分别添加 500 和 250 g;

3.5 %脂肪校正乳的价格为 2.2 元/kg;

高产和中产奶牛的日粮成本为每千克干物质 1.25 和 1.10 元。

饲喂瘤胃稳定性脂肪的直接效益来自增加的产奶量和所取代的饲料成本。如表 3 所示,100 头高产奶牛的牧场,每年饲喂 7.5 t 的瘤胃稳定性脂肪可获得 207 375 元的额外收入,100 头中产奶牛的牧场,每年饲喂 3.0 t 的瘤胃稳定性脂肪可获得 102 300 元的额外收入。大量的试验证明,饲喂瘤胃保护脂肪能够降低体重损失,改善受胎率,缩短产犊间隔,降低代谢疾病的发生。这些效果均有助于节省饲料成本和医药成本,因此奶牛饲喂瘤胃稳定性脂肪的实际效益远远大于上面的估计。

表 3 中国荷斯坦乳牛使用瘤胃稳定性脂肪的经济效益

参 数	高产奶牛	中产奶牛
牛群的产奶牛数	100	100
饲喂瘤胃稳定性脂肪的天数	150	120
瘤胃稳定性脂肪的添加剂量(kg/(牛·d))	0.5	0.25
瘤胃稳定性脂肪的总用量(kg/(群·年))	7 500	3 000
3.5 %FCM 增加量(kg/(牛·d))	4.0	2.0
产奶量校正系数*(kg/(胎·牛))	225	225
3.5 %FCM 年增加量(kg)	90 000	45 000
3.5 %FCM 价格(元/kg)	2.2	2.2
3.5 %FCM 增加的年收入(元/(群·胎))	198 000	99 000
典型日粮成本(元/kg 干物质)	1.25	1.1
瘤胃稳定性脂肪取代的饲料成本(元/(牛·d))	0.625	0.275
每年节省的饲料成本总量(元/(群·年))	9 375	3 300
每年总增加的收益(元/(群·年))	207 375	102 300

注:理论上,产奶高峰期每增加 1 kg 牛奶,该泌乳全期增加产奶量约 200 ~ 250 kg (Ensminger 等,1990;Stokes,1999)。因此,平均 225 kg 作为产奶量的校正因子

## 6 小结

对于现代高产奶牛品种,饲喂瘤胃保护脂肪在乳牛生理上是必要的。以不同生产水平的奶牛所进行的试验结果表明:日粮中补充瘤胃稳定性脂肪 250 ~ 500 g/d,不仅能增加奶牛产奶量 1.5 ~ 3.0 kg 或脂肪校正乳产量 2.0 ~ 4.8 kg,提高乳脂率 0.15 ~ 0.30 个百分点,还能增加乳牛的泌乳持续性,改善乳牛的抗热应激的能力;与脂肪酸钙盐相比,瘤胃稳定性脂肪更有助于奶牛提高乳脂率和维持乳蛋白含量。使用瘤胃稳定性脂肪的经济效益的高低取决于奶牛的产奶量和鲜奶的价格。