

糖有助于泌乳奶牛生产

Sugar aids lactating dairy cattle production

作者: Larry A. Carver

译自: Feedstuffs, Jan.8,2007

译者: 史清河 张颖

目前已证实奶牛日粮中添加糖可改善纤维的消化,促进瘤胃微生物蛋白质和丁酸产量,从而提高采食量、乳产量和乳脂肪含量,并降低瘤胃中氨的浓度。

农业对糖的依赖性很强。植物通过合成糖而生长,谷粒是通过将糖转化成淀粉而生成,青贮则是通过细菌将糖转变成酸而得以保存,乳糖是最好的天然食品之一。

喂给反刍动物的所有类型的碳水化合物(纤维、淀粉和糖)在被瘤胃细菌发酵成挥发性脂肪酸并用于供能之前均被降解成单糖。纤维素被转化成葡萄糖,淀粉被转化成葡萄糖,蔗糖被转化成葡萄糖和果糖。

典型的奶牛泌乳期日粮糖含量少于3%,这是因为谷粒糖含量较低,青贮中的糖也被发酵成有机酸以利于保存青贮。日粮中添加糖可对与淀粉和纤维消化有关的瘤胃细菌适时地提供必要的能量,从而增加全混合日粮的营养价值。现已证明在奶牛日粮中添加糖可提高饲料采食量、纤维消化率和微生物蛋白质的合成量。

表1 典型饲料原料中的糖含量

饲料	糖, %干物质
苜蓿干草	3.0-6.0
豆科青贮	1.7-5.0
玉米青贮, 成熟	0.7-3.0
玉米粒	0.3-1.5
大麦粒	1.0-3.0
去胚的玉米粒	1.0-6.0
玉米面筋饲料	1.0-2.0
啤酒糟	3.0-6.0
玉米酒糟	3.0-14.0
糖蜜, 蔗糖	61
乳清粉, 浓缩的	48
面包残渣	8.0-12.0
杏壳	17-33
柑橘渣	12.5-40.2

节选自Hall (2002) 及Hoover和Miller—Webster (1998)

糖含量

葡萄糖和果糖是存在于植物中的最常见的单糖。植物和糖蜜中含量最为丰富的双糖是蔗糖，它是由一个葡萄糖分子和果糖分子结合而成的。乳清粉中存在的是乳糖（由葡萄糖+半乳糖）（Hall, 2003）。

饲料原料中的糖含量存在明显差异（见表1）。成熟的谷粒象玉米、大麦或燕麦中的糖含量很少，因为大部分糖已转化为淀粉。饲草如牧草或干草中的糖含量相对要高很多，但含量因成熟度、收获条件和管理水平而不同。副产品饲料原料如糖蜜、面包残渣，柑橘渣和杏壳则糖含量较高。

对糖蜜来说，总糖转化率最能反映其糖的价值。发酵的饲料包括青贮、玉米酒糟或啤酒糟应该几乎没有残留的葡萄糖、果糖或蔗糖，因为在发酵过程中大部分糖被消耗掉。有一些玉米酒糟和苜蓿半干青贮中的糖分含量很高，这说明在发酵过程或青贮的酸性条件下有其他碳水化合物被水解了（Hall, 2003）。

Hoover等（2006）评价了不同水平的糖占总非结构性碳水化合物（NSC: 糖+淀粉）比例的差异。他们发现糖的消化较淀粉少，但额外添加糖可明显改善糖的消化。一个含糖2.9%的日粮（没有添加糖）糖的消化率为45%，而一个含糖9.5%的日粮糖的消化率则为79.1%。因此，各种NSC水平日粮组糖消化率低的原因可能与饲料原料（主要是饲草和大豆粕）糖的利用率有关。估计添加的糖有89%—96%被消化掉。

乳产量、乳脂肪产量

Broderick等（2000）和Broderick和Radloff（2004）研究了当苜蓿青贮/全株玉米青贮（WPCS）日粮中用三种糖源（蔗糖、干糖蜜和液体糖蜜）取代高水分玉米粒（HMSC）对乳产量的影响。

Broderick等（2000）用蔗糖分别取代含60%粗饲料（40%苜蓿青贮，20%全株玉米青贮）日粮中高水分玉米粒的0、2.5%、5.0%和7.5%的淀粉。结果随着蔗糖替代日粮中玉米淀粉含量的增加，奶牛干物质采食量（DMI）、3.5%乳脂校正乳（FCM）产量（ $P = 0.11$ ）和脂肪含量（ $P = 0.01$ ）呈直线增加（ $P < 0.05$ ）。

Broderick和Radloff报告了两个试验。在第一个试验中，用0、4%、8%和12%的干糖蜜等量取代60%粗饲料日粮（40%苜蓿青贮和20%全株玉米青贮）中高水分玉米粒的淀粉，各日粮总糖含量分别为2.4%、4.2%、5.6%和7.2%。结果奶牛干物质采食量明显呈线性增加（分别为25.2、25.7、26.3和26.0千克/天），3.5%乳脂校正乳产量呈二次曲线性反应（分别为41.1、42.1、42.7和40.2千克/天）。

在第二个试验中，用0、3%、6%和9%液体糖蜜取代含50%粗饲料（30%苜蓿青贮和20%全株玉米青贮）日粮中高水分玉米粒的淀粉，以提供2.6%、4.9%、7.4%和10.0%的日粮总糖。结果奶牛干物质采食量和3.5%乳脂校正乳产量明显呈二次曲线反应（ $P < 0.05$ ）（表2）。

根据作者所述，这个试验最为引人注意的是随着日粮含糖量的增加而出现许

多的二次反应 ($P<0.01-0.10$)。除了干物质采食量和乳产量外, 乳蛋白、乳脂肪、非脂固形物和尿氮含量, 中性洗涤纤维 (NDF)、酸性洗涤纤维 (ADF) 的表现消化率, 估测的尿排泄物中嘌呤衍生物与瘤胃氨浓度均呈二次反应。总体来说, 这些反应表明与对照组相比, 日粮添加糖后可提高奶牛的生产性能, 但性能达到最大化以后实际上开始下降, 这意味着糖饲喂过量。

表2 液体糖蜜代替泌乳奶牛日粮中高水分玉米粒对其干物质采食量和乳产量的影响

液体糖蜜, %干物质	0	3	6	9
总糖, %干物质	2.6	4.9	7.4	10.0
干物质采食量, 千克/天	25.4	28.1	26.1	26.8
3.5%乳脂校正乳产量, 千克/天	44.8	47.3	44.3	43.9

选自Broderick和Radloff, 2004。乳脂校正乳产量根据Sklan等 (1992) 计算而得。

以液体糖蜜的形式向含有2.6%总糖的基础日粮中添加2.4%的糖 (以干物质计) 对乳产量和乳组分的作用效果最佳。假设奶牛每日干物质采食量为22.7千克, 这相当于实际添加1.1千克的液体糖蜜 (实际饲喂重量), 按48%总糖转化率计算, 这将给每头奶牛每天提供0.5千克的糖。

Oldick等 (1997) 发现饲喂3.4%的糖蜜 (以日粮干物质计) 可在未增加饲料或能量采食量基础上增加乳产量1.3千克/头。

Miller等 (2005) 的研究表明, 饲喂液体糖蜜可显著 ($P<0.05$) 增加初产奶牛 (11.6千克/天与12.9千克/天) 和经产奶牛 (16.7千克/天与18.5千克/天) 产犊前的干物质采食量以及泌乳期头75天经产奶牛能量校正乳的产量。糖和淀粉达到平衡的日粮可使奶牛产量达到最佳。

瘤胃酸、氨浓度

与其它碳水化合物相比, 糖发酵所产生的有机酸的类型和数量表明它能引发特异性反应 (Hall, 2003)。已有研究表明, 用糖代替淀粉可增加丁酸产量, 对丙酸浓度无影响, 而乙酸产量略有减少 (Heldt等, 1999; Hristov等, 2003, 2005; Hoover等, 2006)。与丙酸或乙酸相比, 丁酸更能有效促进瘤胃乳头状突起的发育 (Russell, 2002)。

因此, 日粮添加糖较其他碳水化合物更可能增强瘤胃乳头状突起的发育。Xu和Allen (1998) 报道, 用乳糖代替玉米增加了瘤胃乳头状突起的表面积、生长速率和乳头状突起的长度和宽度。

因为瘤胃上皮吸收大量用于提供给奶牛每日能量需要的底物, 所以促进瘤胃乳头状突起的生长发育可增强瘤胃的吸收能力。

近来几乎所有的研究显示, 日粮中添加糖可降低瘤胃中氨的浓度 (Hristov等, 2005; Heldt等, 1999; Poncet和Rayssiguier, 1980; McCormick等, 2001; Broderick

和 Radloff, 2004)。这表明添加糖的日粮其发酵速度较快。Sannes 等 (2002) 报道, 日粮添加蔗糖后, 总尿氮排泄量减少, 乳尿素氮浓度降低。

家畜粪便释放的氨是尿中尿素氮分解的主要产物 (Hristov 等, 2005)。因此, 从环境角度来看, 奶牛采食添加糖的日粮潜在降低了粪中氮挥发的速度。如果瘤胃氨浓度升高, 添加糖并未降低瘤胃氨浓度的话, 那么由于发酵速度增加以及氨基酸和肽氮的缺乏, 使得发酵受阻 (Emanuele, 2004)。

纤维消化率

Broderick 和 Radloff (2004) 报道, 当用干糖蜜代替泌乳奶牛日粮中的高水分玉米粒时, 干物质消化率 (分别是 DMD = 57.7%, 58.9%, 60.0% 和 61.9%)、有机物消化率 (分别是 OMD = 58.8%, 60.1%, 61.1% 和 63.1%)、中性洗涤纤维消化率 (分别是 NDFD=37.5%, 37.8%, 38.6% 和 41.1%) 和酸性洗涤纤维消化率 (分别是 ADFD = 38.6%, 38.6%, 39.4% 和 42.1%) 均随含糖量的增加而呈极显著的线性正交变化 ($P<0.01$)。

当用液体糖蜜代替高水分玉米粒时, 则随着含糖量的增加, 中性洗涤纤维消化率 (36.3%, 36.3%, 44.6% 和 37.2%) 和酸性洗涤纤维消化率 (42.2%, 43.4%, 49.6% 和 43.0%) 呈极显著的二次正交变化 ($P<0.01$)。

Vallimont 等 (2004) 用蔗糖取代含 31 - 33% 非淀粉性碳水化合物日粮中的淀粉时, 结果中性洗涤纤维消化率呈二次曲线增加。

体内和体外研究表明, 如果瘤胃降解蛋白 (RDP) 添加量足够的话, 糖可提高纤维在瘤胃中的发酵程度, 否则糖会抑制其消化 (Hall, 2003)。

Heldt 等 (1999) 发现, 对采食已添加了淀粉、葡萄糖、果糖或蔗糖的劣质高草/群落干草的阉公牛来说, 增加瘤胃降解蛋白含量 (由按体重计的 0.031% 提高到 0.122%) 可提高纤维消化率。

McCormick 等 (2001) 报道, 当用干榨的大豆粕取代含有蔗糖日粮中的浸提豆粕时, 奶牛乳产量下降, 这表明瘤胃降解蛋白越多则表现不同的效果。

Holsthausen 和 Hall (2002) 的一个体外研究表明, 在有混合瘤胃微生物存在并且可利用氮是非限制性的情况下, 添加蔗糖比单独用中性洗涤纤维发酵可提高其在 24 小时内的消化率。

含糖蜜日粮的纤维消化率和蛋白质添加量间的关系可能与发酵纤维的细菌和发酵非淀粉碳水化合物的细菌相互对氨态氮的竞争有关 (Jones 等, 1998)。所以必须给瘤胃提供足够的氮以避免消化纤维的细菌营养受限而饿死。

微生物蛋白质

添加适宜的糖最大的一个经济优势就是增加了提供给小肠的瘤胃微生物蛋白质的数量。许多研究表明, 日粮添加糖可明显较未添加的对照组增加了微生物蛋白质的供给 (Hristov 等, 2005; Hoover 和 Webster, 1998; Hall, 2003; Broderick 和 Radloff, 2004)。如前所述, 许多有关日粮添加糖的研究均表明, 瘤胃氨浓度

下降。

这表明日粮添加糖是利用日粮快速降解氮的一个更有效的方式,进而促进瘤胃微生物的生长和代谢。糖以每小时300%的速度被消化掉,而淀粉每小时消化速率则从6%—60%而异。由于降解速度的不同,在日粮中用糖代替一部分淀粉可提高发酵速度,从而使得微生物蛋白质的产量增加。

表3数据(Lean等,2005)显示淀粉本身对微生物蛋白质的产量(相关系数为-0.013)以及每千克可消化碳水化合物合成的微生物蛋白氮数量(相关系数为-2.77)具有负面影响,而糖可促进微生物蛋白质(MCP)的合成(相关系数为0.148)及提高微生物蛋白质合成的效率(相关系数为0.80)。

表3 淀粉和糖对氨、肽和氨基酸源合成微生物蛋白质的影响

	淀粉	糖
微生物蛋白质产量		
对照组相关系数	-0.013	0.148
试验组相关系数	0.062	0.495
每千克可消化碳水化合物合成的微生物蛋白氮数量		
对照组相关系数	-2.777	0.802
试验组相关系数	-0.797	9.786

来源:节选自Lean等(2005)

与仅含淀粉组相比,把淀粉与氨、氨基酸和肽一起培养可使微生物蛋白质产量以7的因数增加(相关系数0.062),且合成微生物蛋白氮的效率(相关系数-0.79)亦提高。与仅含糖组相比,把糖与氨、氨基酸和肽一起培养可使微生物蛋白质产量以3的因数增加(相关系数分别为0.148与0.495),这比把淀粉与氨、氨基酸和肽一起培养组提高了8倍。在相同氮源条件下,添加糖组较添加淀粉组的合成效率提高了10倍(相关系数9.7)。

以糖蜜代替奶牛日粮中的淀粉,可加速微生物的生长速度,这将导致微生物对氨、氨基酸和肽的需要量增加。因此,在添加糖蜜之前瘤胃降解蛋白含量充足的日粮,添加糖蜜后可能就相对不足了(Emanuele,2004)。

结语

现有的研究表明,饲料中添加糖可增加奶牛干物质采食量、乳脂校正乳产量和乳脂率,降低瘤胃氨浓度。这可能与其提高纤维消化率、瘤胃微生物蛋白质产量和丁酸盐产量有关。瘤胃氨利用率的增加减少了排泄到环境中的氮量。

糖不只是快速降解的淀粉,他们在对动物生产性能影响方面与其他碳水化合物不同。日粮含有适宜水平且平衡的糖和淀粉可使生产性能达到最佳状态。当日粮添加糖时,足量的有效纤维对维持良好的瘤胃功能是至关重要的,微生物需要的瘤胃降解蛋白的供给也是必须的。可用乳中尿素或血浆尿素氮的浓度来监测奶

牛氮和碳水化合物的营养状况。

泌乳奶牛能够且确实可以从全混合日粮中挑食 (Shaver, 2002; Clark, 2004; Enderes 等, 2005)。使用液体糖蜜或以糖蜜为主的液体添加物作为糖源的一个额外益处是它们可减少奶牛的挑食 (Shaver, 2002; Clark, 2004)。