

# 木糖醇的“甜蜜优势”

## 为什么它是“无糖”食品的常客

作者：李雨格；Email: 1942174133@qq.com



Image by vector4stock on Freepik

## 引言

**木**糖醇 (Xylitol, 化学式:  $C_5H_{12}O_5$ ) 是一种在食品、日化等领域都有广泛应用的物质。它以白色结晶形式存在, 极易溶于水, 天然存在于李子、樱桃等水果以及玉米芯、麦秆等农作物废弃物中。从化学分类来看, 蔗糖属于二糖, 而木糖醇属于五碳糖醇, 并非传统意义上的糖类 (蔗糖、葡萄糖、麦芽糖和果糖), 这一特性使其能够用于标注“无糖”的食品中, 但二者甜度相当, 因此木糖醇是一种良好的代糖<sup>[1]</sup>。

### 一、甜蜜的烦恼：从超市货架到分子世界

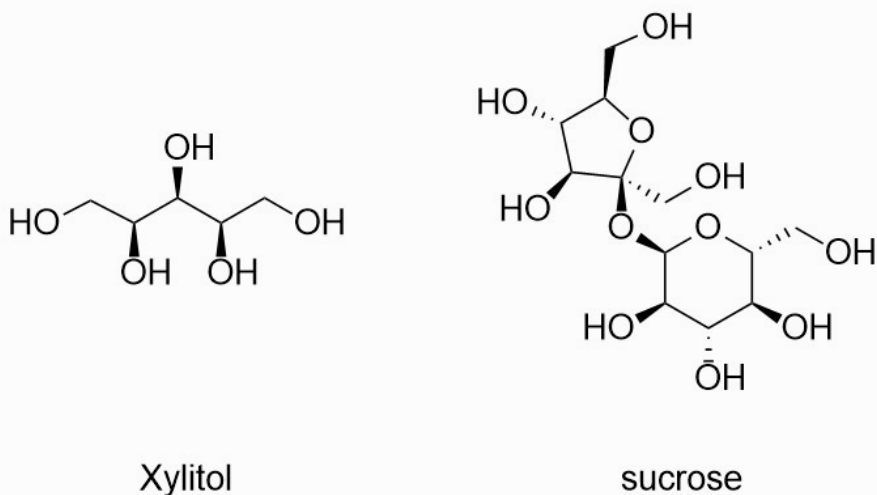
走进超市, 货架上的食品琳琅满目, 标着“低糖”和“无糖”的产品让人眼花缭乱。想要享受甜味, 又怕摄入过多糖分影响健康, 选传统蔗糖还是代糖? 到底哪种甜味剂更适合自己? 这成了很多人在选购食品时的困惑, 本文将传统代糖“木糖醇”为例, 解释木糖醇为何能成为现阶段应用最广泛的代糖。

从化学本质来看, 糖类是一类多羟基醛/酮, 或能通过水解反应生成多羟基醛/酮的有机化合物。从定义去观察木糖醇就可以发现, 木糖醇的分子结构虽符合“多羟基”的特征, 但却并不属于醛/酮, 且无法通过水解生成含醛/酮基的化合物——这就

从化学本质上否定了它的“糖类身份”。既然不是糖类, 为何木糖醇仍能产生甜味呢? 这背后的关键, 在于其分子结构与人体味觉受体的相互作用机制 (图 1)。

从分子结构来看, 木糖醇虽不含醛/酮基, 但仍拥有 5 个羟基。这一“多羟基”的特征, 正

是它能产生甜味的核心基础。羟基是使物质变甜的主要官能团, 当木糖醇分子接触到口腔中甜味受体时, 其直链结构上的羟基会与受体蛋白表面的氨基酸残基形成氢键, 这种氢键作用会触发受体的构象变化, 就像钥匙插入锁孔一样, 激活味觉信号通路 (其



①【图 1】木糖醇 (左) 和蔗糖 (右) 的结构示意图

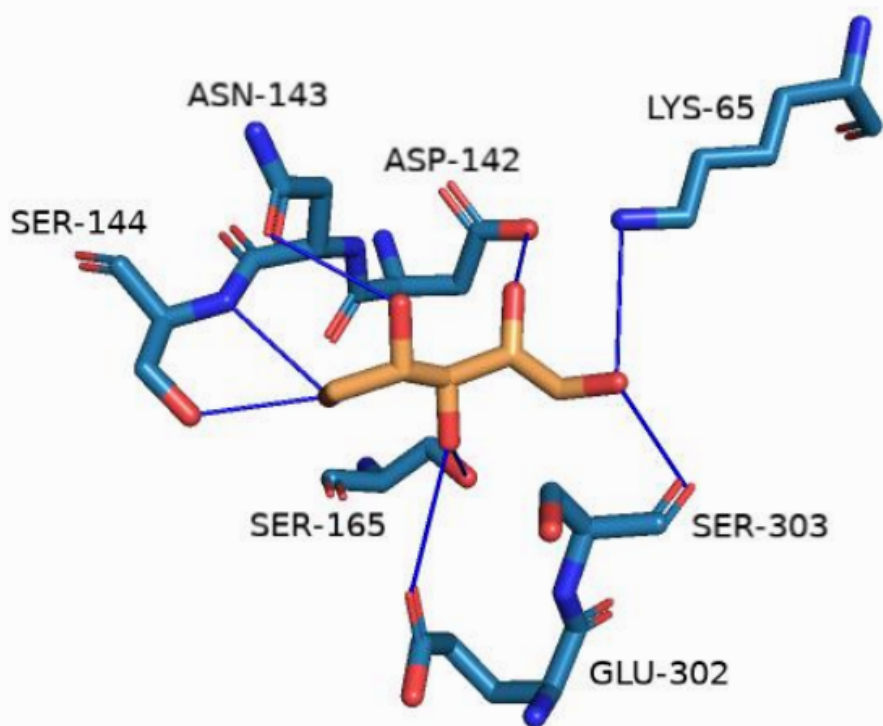
与甜味受体的对接位点见图2)。随后,信号通过神经传递至大脑味觉中枢,最终让我们感知到“甜味”<sup>[2]</sup>。

值得注意的是,木糖醇的甜味体验还与它和蔗糖的“结构相似性”有关。虽然二者分子类型不同,但它们的分子大小、羟基数量与碳原子数量比及空间分布较为接近,这种结构上的“相似性”也使得木糖醇的甜味强度与蔗糖极为接近,这也是它能作为蔗糖替代品,广泛用于食品和日化产品的重要条件。

说完二者间的相似性,我们再来着眼二者作为“甜味剂”的不同之处:要想弄明白蔗糖和木糖醇的区别,还是要从结构入手,蔗糖像一对被紧紧绑在一起的“双胞胎”,是由一分子葡萄糖和一分子果糖通过糖苷键连接而成的二糖,结构相对复杂。反观木糖醇则是个“独行侠”,它是一种五碳糖醇,分子结构是直链的五碳多元醇,不存在需要拆解的糖苷键,结构简单直接<sup>[3]</sup>。正是这种分子结构的差异,为它们在人体内的不同“旅程”埋下了伏笔。

## 二、代谢路径与血糖影响:两者的核心差异

当蔗糖进入人体后,其代谢



①【图2】木糖醇与甜味受体分子的对接位点<sup>[2]</sup>

之旅要从“拆解”开始:由于它是由葡萄糖和果糖通过糖苷键连接而成的二糖,无法直接被细胞利用,必须先在小肠内接受蔗糖酶的“切割”——糖苷键被断裂后,蔗糖才能水解为葡萄糖和果糖这两种单糖,随后才能通过小肠黏膜被吸收进入血液。

相比之下,木糖醇的代谢路径则简洁得多。作为一种简单的五碳糖醇,它无需经过水解步骤,就能直接被小肠吸收进入血液循环。而当蔗糖水解产生的葡萄糖与木糖醇一同进入血液,站在同一起跑线时,木糖醇的优势会进一步凸显:葡萄糖要进入

细胞参与代谢,必须依赖胰岛素这个“通行证”,一旦胰岛素分泌不足或作用受阻,葡萄糖就会滞留在血液中,导致血糖水平飙升;而木糖醇就像代谢系统里的“熟面孔”,无需胰岛素“引路”就能直接穿过细胞膜进入细胞,从根本上降低了细胞对胰岛素的依赖<sup>[3]</sup>。

进入细胞后,木糖醇会在酶的催化下转化为木酮糖,悄然融入身体的代谢循环,最终分解为二氧化碳和水排出体外<sup>[4]</sup>。虽然从理论上讲,木糖醇与其他单糖的代谢产物种类相同,热值也同为16.72 kJ/g,但实际代谢过程

中，它的能量利用率要低得多：研究数据显示，进入人体的木糖醇中，约 50%~60% 会直接以二氧化碳形式排出，20%~30% 会转化为糖原等中间产物储存起来，仅有少量会被直接排出体外。加之它具备肝脏直接代谢和肠道菌群发酵间接分解的双重路径，进一步降低了能量转化效率，实际被身体利用产生的热量远低于同等量的蔗糖，对需要控制热量摄入的人更为友好<sup>[1]</sup>。

这种高效且温和的代谢特点，使得木糖醇在为人体提供甜味的同时，不会引发血糖的剧烈波动，既能满足人们对甜味的需求，又能兼顾控糖人群的健康诉求，堪称平衡甜蜜与健康的理想选择。

### 三、牙齿更喜欢木糖醇：与细菌的“交锋”差异

在口腔这个微型生态系统中，木糖醇和蔗糖对待细菌的“态度”截然不同，直接影响牙齿健康。

蔗糖是口腔致龋菌的“最爱”。这些细菌吞噬蔗糖，通过发酵作用将其分解成乳酸等酸性物质。这些酸性物质在牙齿表面积聚，导致口腔 pH 值急剧下降。当 pH < 5.5 时，牙齿表面的牙釉质便开始溶解（脱矿），长期

如此便形成龋齿（蛀牙）。此外，细菌分解蔗糖时产生的黏性胞外多糖，像“胶水”一样将细菌牢固粘附在牙齿上，形成难以清除的牙菌斑，为细菌持续产酸提供“基地”。

木糖醇对致龋菌而言，却是“难以下咽”的“拒食餐”。一项针对 13 个随机对照试验的荟萃分析显示，（相关 Meta 分析数据见图 3），该干预措施在结局指标上呈现显著的负向效应（WMD 加权后为 -0.41）含木糖醇的糖果能显著降低牙菌斑指数（WMD: -0.41）和菌斑数量（WMD: -7.46 mg），尤其在每日剂量 ≤ 20 g、干预时间 < 4 周时效果更明显，儿童群体的改善效果优于成人<sup>[5]</sup>。致龋菌既无法分解木糖醇获取能量，也不能通过

发酵它产生酸性物质，从源头上切断了牙齿被酸蚀的可能。不仅如此，木糖醇还会“迷惑”细菌，使其错误摄取木糖醇却无法代谢利用，反而抑制了细菌自身的生长繁殖。同时，木糖醇能降低牙菌斑中胞外多糖的含量，破坏细菌的“黏附基地”，使其难以在牙齿表面聚集。一项研究曾将 100 名儿童随机分为两组，分别咀嚼含木糖醇和麦芽糖醇的口香糖 5 min。结果显示，木糖醇组的牙菌斑控制记录指数（PCR）从平均 60.9% 降至 43.1%，且个体间效果差异较小，说明对于减少牙菌斑具有较为稳定的效果。同时，唾液的 pH 值也显著升高，从平均 6.86 升至 8，这表明木糖醇能有效提升口腔酸碱度，降低龋齿风险<sup>[6]</sup>。

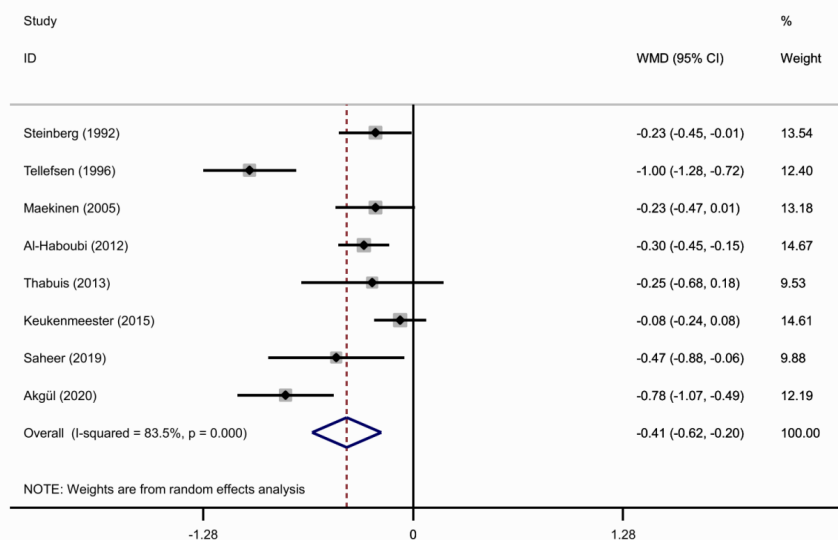


图 3 实验相关数据<sup>[5]</sup>

#### 四、科学选择指南：让甜味与健康同行

总的来说，对于健康人群，只要拿捏好分寸，小心过量摄入可能带来的脂肪囤积和血糖升高等问题，食用含蔗糖的甜食也无伤大雅；而对于糖尿病患者、需要严格控糖或是格外关注口腔健康的人，木糖醇显然是更贴心的选择。尤其对于儿童来说，木糖醇在减少牙菌斑和稳定口腔 pH 方面的优势，能更好地保护乳牙健康。

但切记，“无糖”可不等于“无限量”。木糖醇虽好处多多，但也要食之有度，过量食用依然会带来发胖的问题，有研究指出，循环木糖醇水平过高可能增加心脏病和中风风险，单日服用超过 50 g，更是可能造成腹胀和腹泻等健康问题<sup>[7]</sup>。



❶ 【图 4】常见的含有木糖醇的食物（图片来源于豆包 AI 原创）

木糖醇凭借其独特的代谢机理，实现了让人们享受甜蜜的同时保障健康的愿望。它在功能食品和医药等领域仍有巨大的拓展潜力，未来应用场景可能更加广泛。

然而，我们也要理性看待代

糖，不能将木糖醇视为可以无限制享受甜味的“万能钥匙”。在选购食品时，要仔细查看配料表，明确其中的甜味剂成分。根据自身健康状况和需求，合理选择含蔗糖或木糖醇的食品，才能在享受甜味的同时，更好地守护健康<sup>[3]</sup>（图 4）。

#### 参考文献

- [1] 赵伟, 刘晶, 徐丽, 等. 木糖醇特性及应用研究进展[J]. 农产品加工, 2021(2): 90-92, 95.
- [2] 陈功绩. 甜味剂的呈甜机理及其与消化酶相互作用的分子动力学研究[D]. 杭州: 浙江工商大学, 2024.
- [3] 吴琦, 刘清清, 吴嘉雯, 等. 高二化学跨学科项目式教学——“糖类”——为什么糖尿病患者能用木糖醇作为代糖剂[J]. 中学化学, 2024(6): 42-44.
- [4] 刘佳丽, 郑柳萍, 颜桂炆. 高中化学项目式复习——以“探秘食品添加剂中的天然物质茶多酚和木糖醇”为主题[J]. 化学教与学, 2024(14): 62-66.
- [5] Mostafazadehbakhtiyary M, Majidinia S, Sohoul M H, et al. Effects of Xylitol-laced sweets on the accumulation of dental plaque: A systematic review and meta-analysis[J]. Int Dental J, 2025, 75(5): 100842.
- [6] Ludovichetti F S, Stellini E, Rodella C, et al. Effect of Xylitol and maltitol chewing gums on plaque reduction and salivary pH modulation: A retrospective study in pediatric patients[J]. Dent J, 2025, 13: 233.
- [7] 文乐乐. 小心！木糖醇增加心脏病和中风风险[N]. 中国科学报, 2024-06-12(002).