

木糖醇 的生产 和 应用

● 尤 新 编 著

● 轻工业出版社

木糖醇的生产 和应用

尤 新 编

轻工业出版社

内 容 提 要

木糖醇是利用含多缩戊糖（五碳糖）较多的农、林和工业废料如玉米芯、棉杆壳、甘蔗渣、人造棉原料预水解液等制取的一种甜味料。商品木糖醇外观极像绵糖，发热量、甜度跟蔗糖相近，可作糖尿病人的食糖代用品和儿童防龋食品。它还具备类似甘油和其他多元醇的许多优异特性，因而广泛用于国防、医药、化工、日化、皮革、涂料、食品……等工业。无论在国内外或国际市场上都是供不应求的短缺商品。

本书对木糖醇的生产技术从原料净化到成品结晶，以及木糖醇在医药、食品方面的应用，作了系统的叙述；对木糖醇在轻工、化工和其他方面的应用也作了充分介绍。既提供了详尽的生产技术知识，也提供了丰富的商品知识。

本书可供轻工、食品、医药、化工以及其他有关部门的工程技术人员、工人、经营管理干部阅读，也可供有关院校师生和供销人员参考。

木糖醇的生产和应用

尤 新 编 著

*

轻工业出版社出版

（北京阜成路8号）

兰州部队八一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1032毫米1/32 印张：11 $\frac{4}{32}$ 字数：243千字

1984年8月第一版第一次印刷

印数：1—5,000 定价：0.99元

统一书号：15042·1815

前 言

木糖醇是一种具有营养价值的甜味物质，也是人体糖类代谢的正常中间体。一个健康的人，即使不吃任何含有木糖醇的食物，血液中也含有 $0.03 \sim 0.06$ 毫克/100 毫升的木糖醇。在自然界，木糖醇和甘露醇、山梨醇一样，广泛存在于各种水果、蔬菜中，但木糖醇的含量很低。商品木糖醇是用富含多缩戊糖的玉米芯、棉子壳、甘蔗渣、桦木片等农业废料，经过水解、氢化而制得的。木糖醇的外观、甜度、发热量，均和蔗糖相似。目前世界上只有苏联、美国、芬兰、日本、意大利和我国少数国家生产木糖醇，而销售木糖醇及其制品的国家有30多个。我国研制和应用木糖醇有20年，出口木糖醇也有近10年的历史。经过七十年代大量的应用试验和临床实践，木糖醇已由工业原料发展成为广大糖尿病患者所欢迎的辅助药物。由食品工业部门加工的木糖醇制品供不应求。

由于我国木糖醇生产和应用的日益发展，木糖醇生产部门、医药和食品等应用部门的技术人员和工人，还有广大的木糖醇消费者，迫切希望有一本介绍木糖醇生产、性质和应用知识的书，为此，我在有关方面的鼓励和支持下，汇集了国内20年来木糖醇科研、生产、应用的实践经验和国内外有关这方面的主要文献资料，编写成了本书。

最后，谨向在本书编写过程中给予支持和帮助的同志致以深切的谢意，并热切地希望广大读者对本书的缺点和错误给予批评指正。

尤 新

目 录

绪论

第一章 木糖醇的原料	(7)
------------	-----

第二章 原料的净化预处理	(11)
--------------	------

第一节 预处理的目的是	(11)
-------------	------

第二节 储存	(12)
--------	------

第三节 筛选	(12)
--------	------

第四节 罐内预处理	(13)
-----------	------

第五节 连续预处理	(20)
-----------	------

第六节 预处理液的主要组成及利用	(21)
------------------	------

第三章 五碳糖水解	(23)
-----------	------

第一节 植物纤维原料五碳糖水解过程的 化学反应和副反应	(23)
--------------------------------	------

第二节 影响水解的各种因素	(25)
---------------	------

第三节 水解条件的选择方法	(28)
---------------	------

第四节 五碳糖的各种水解方法及其效果	(32)
--------------------	------

第五节 五碳糖水解液糖浓度和产率 不稳定的一些原因	(43)
------------------------------	------

第六节 提高水解液糖浓度的途径	(45)
-----------------	------

第四章 中和	(54)
--------	------

第一节 中和的目的和要求	(54)
--------------	------

第二节 中和过程中的化学反应和副反应	(55)
--------------------	------

第三节 中和产生的硫酸钙的溶解度	(56)
------------------	------

第四节 影响硫酸钙溶解度的一些因素	(58)
-------------------	------

第五节 中和操作要点	(61)
------------	------

第六节	中和液的成分	(64)
第七节	连续中和	(65)
第八节	用离子交换法除去水解液中的硫酸	(67)
第九节	用阴-阳-阴三柱脱除水解液 硫酸的工艺	(73)
第十节	玉米芯盐酸水解液离子交换脱酸试验 ...	(76)
第十一节	蔗渣盐酸水解液离子交换脱酸试验 ...	(77)
第五章	脱色	(79)
第一节	脱色的目的	(79)
第二节	脱色原理	(79)
第三节	水解液的各种色素	(81)
第四节	不同温度和硫酸浓度对 溶液色泽的影响	(88)
第五节	脱色剂	(91)
第六节	脱色工艺	(99)
第七节	脱色液的成分	(101)
第八节	降低脱色剂用量的途径	(103)
第六章	蒸发	(108)
第一节	蒸发的主要作用	(108)
第二节	糖浆浓缩程度的确定	(109)
第三节	木糖醇生产中常用的蒸发设备	(111)
第四节	糖浆的成分	(117)
第五节	影响蒸发效率的因素	(118)
第六节	结垢的预防和减轻	(123)
第七节	结垢的清除方法	(127)
第八节	蒸发过程蒸出水分及所 消耗蒸汽的计算	(130)

第七章 木糖浆的离子交换净化	(133)
第一节 离子交换净化的目的	(133)
第二节 离子交换	(134)
第三节 常用离子交换树脂品种简介	(135)
第四节 选择新树脂的工作步骤 (实验室工作法)	(140)
第五节 离子交换树脂交换容量测定方法	(149)
第六节 交换过程中被吸附杂质的组成	(153)
第七节 几种交换工艺流程及其效果	(159)
第八节 影响交换效果的主要因素	(168)
第八章 木糖氢化催化剂	(174)
第一节 两种木糖氢化催化剂的比较	(174)
第二节 骨架镍催化剂	(175)
第三节 镍盐还原的催化剂	(179)
第四节 镍催化剂含氢量和活性的关系	(181)
第五节 其他元素的添加对催化剂性能的影响	(184)
第六节 影响催化剂活性的因素	(192)
第七节 镍催化剂的失活与再生	(194)
第九章 木糖氢化	(196)
第一节 木糖加氢过程的氢化反应和副反应	(196)
第二节 氢的性质	(198)
第三节 各种因素对于氢化反应的影响	(199)
第四节 木糖液氢化工艺流程及设备	(204)
第五节 连续氢化反应的操作要点	(207)
第六节 木糖液采用骨架镍催化剂的 连续氢化效果	(212)
第七节 硅藻土载体镍催化剂的连续氢化试验	(214)

第八节	木糖氢化液的组成	(215)
第九节	木糖液氢化主要技术经济参考数据	(215)
第十章	木糖醇的结晶	(217)
第一节	木糖醇结晶的基本概念	(217)
第二节	木糖醇的溶解度	(219)
第三节	木糖醇水溶液的粘度	(221)
第四节	氢化液浓缩结晶条件的选择	(223)
第五节	氢化液浓缩结晶生产工艺及实例	(229)
第六节	氢化液结晶技术经济参考数据	(235)
第十一章	木糖醇的代谢	(237)
第一节	木糖醇是糖类代谢的中间体	(238)
第二节	木糖醇的代谢途径	(243)
第三节	糖尿病患者的糖代谢和木糖醇	(248)
第十二章	木糖醇的治疗作用	(251)
第一节	作为糖尿病人的治疗剂和营养剂	(252)
第二节	木糖醇改善肝功能	(255)
第三节	木糖醇的抗酮体作用	(256)
第四节	木糖醇作为糖质输液剂 应用于外科手术	(257)
第五节	木糖醇的其他医疗功用	(258)
第六节	关于木糖醇的安全剂量	(260)
第七节	药用木糖醇的质量标准	(262)
第十三章	木糖醇应用于食品工业	(267)
第一节	木糖醇在自然界的存在	(267)
第二节	木糖醇的甜度及其他物理性质	(268)
第三节	木糖醇的防龋特性	(270)
第四节	木糖醇作为食用甜味料的特点和应用 ...	(271)

第五节	木糖醇的食用标准	(276)
第六节	国外木糖醇管理法规	(277)
第十四章	木糖醇应用于塑料工业	(279)
第一节	木糖醇 C ₅₋₉ 酸酯耐热增塑剂	(279)
第二节	木糖醇聚醚制泡沫塑料	(283)
第三节	木糖醇作聚氯乙烯电缆线的添加剂	(286)
第四节	木糖醇酯在农业防滴薄膜上的应用	(290)
第十五章	木糖醇应用于油漆涂料工业	(292)
第一节	木糖醇改性酚醛塑料	(292)
第二节	木糖醇代油醇酸树脂	(294)
第三节	木糖醇和塔尔油生产油漆	(297)
第十六章	木糖醇制表面活性剂作 化纤油剂及乳化剂	(299)
第一节	木糖醇表面活性剂的制备和性能	(300)
第二节	木糖醇制表面活性剂的应用	(304)
第十七章	木糖醇制合成鞣料及皮革加脂剂	(309)
第一节	木糖醇鞣剂合成方法	(310)
第二节	木糖醇鞣剂鞣制方法	(312)
第三节	皮革加脂剂	(312)
第十八章	木糖醇代甘油应用于牙膏、 纸张、卷烟生产	(315)
第一节	木糖醇作防冻保湿剂制牙膏	(315)
第二节	木糖醇作为造纸工业的塑化剂	(329)
第三节	木糖醇作卷烟加香保湿剂	(332)
第十九章	木糖醇的其他用途	(334)
第一节	木糖醇制低凝点液	(334)
第二节	橡胶管及橡胶电缆生产的热载体	(335)

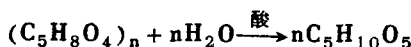
第三节	用木糖醇硼砂制临时胶粘剂·····	(336)
第四节	木糖醇用作蜂窝结构切削的填充料·····	(336)
第五节	木糖醇制炸药·····	(337)
第六节	木糖醇的其他直接利用·····	(338)
第七节	木糖醇作为其他有机合成原料·····	(339)
附表	·····	(340)
参考文献	·····	(344)

绪 论

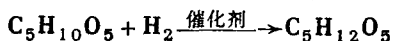
木糖醇是利用农业植物纤维废料玉米芯、甘蔗渣等，经水解加氢制取的一种多元醇，它含有五个碳原子和五个羟（氢氧）基，所以也叫戊五醇。它的化学分子式是 $C_5H_{12}O_5$ ，外形是白色结晶，商品木糖醇有些象绵白糖，有一定的吸湿性，并具有甜味，甜度相当于蔗糖，热量相当于葡萄糖，精制的木糖醇可以食用，有清凉感，并为人体所吸收，是糖尿病人的营养剂和治疗剂。七十年代，由于发现木糖醇作为食品具有特殊的防龋功能，因而引起了欧美各国防龋食品制造工作者的极大兴趣。

一、木糖醇的制取

农业植物纤维废料如玉米芯、棉子壳、甘蔗渣、稻壳以及其他禾秆、种子皮壳，均可用来作为木糖醇的原料。因为农业植物废料中含有大约四分之一到三分之一的多缩戊糖，多缩戊糖经水解可得到木糖，木糖经氢化，便得木糖醇。它的化学反应过程简介如下：



多缩戊糖 + 水 $\longrightarrow$ 木糖



木糖 + 氢 $\longrightarrow$ 木糖醇

目前，比较广泛被采用作为木糖醇原料的是玉米芯，因为玉米芯产量大，易集中。同时玉米芯的多缩戊糖含量比其

他禾秆和种子皮壳要多，易于加工，商品木糖醇的得率高。

制取木糖醇，从其化学反应看，只需水解、氢化两步，但在工业生产中，则需要经过很多工序。不同的工艺方法，如中和法、离子交换脱酸法、结晶木糖法等，其主要的工序为：

（1）中和法：原料→预处理→水解→中和脱色→蒸发→离子交换→氢化→二次浓缩→结晶→离心→结晶木糖醇。

（2）离子交换脱酸法：原料→预处理→水解→脱色→离子交换→蒸发→离子交换→氢化→二次浓缩→结晶→离心→结晶木糖醇。

（3）结晶木糖法：原料→预处理→水解→中和→蒸发→甲醇沉淀→蒸发→木糖结晶→氢化→二次浓缩→结晶→离心→结晶木糖醇。

为什么需要那么多的过程呢？因为原料玉米芯和甘蔗渣中含有的多缩戊糖，要经稀酸溶液水解才能变成木糖，木糖含在所生成的水解液中。由于水解液中不仅含有木糖和酸，还有原料中带来的色素、胶体、灰分等杂质。所以玉米芯水解后，首先要中和掉其中的酸，然后用活性炭脱除其中的色素及胶体，最后经过离子交换，除去残存的有害杂质，使水解液中木糖纯度达到95%以上，这样才适合于加氢制木糖醇。如果有来源方便的结晶木糖为原料，可以直接加氢，就不需要前面那一套木糖液制备过程。氢化工序要求较高纯度的木糖液，是为了使加氢过程的催化剂，不致中毒和很快失去活性。木糖氢化以后，便成了木糖醇溶液，经过再次浓缩和结晶，便得到结晶木糖醇。一部分未结晶的木糖醇，在离心时转入母液，成为副产品。母液经过净化后，可以成为商品液体木糖醇。

二、木糖醇的主要用途

由于木糖醇含有五个羟基，比人们熟知的多元醇——甘油（丙三醇）还多两个羟基，所以能更多地参加各种化学反应，生成各种性能的有机化合物。它不仅能直接代替甘油应用在各工业部门，而且木糖醇具有独特的性能和用途，例如可以作为节约食品油的醇酸树脂、多性能的表面活性剂、耐热增塑剂，疗效食品等，这些均是甘油做不到的。木糖醇的主要用途大致有下列各个方面：

1. 国防工业

木糖醇含有五个羟基，能被硝酸硝化，生成三硝基木糖醇或五硝基木糖醇，这是一种高效爆炸物质，可应用于国防或矿山开采等部门。

2. 塑料工业

木糖醇可以作为硬质泡沫塑料的基本原料，它比甘油制造的同类产品强度大，可以在石油、化工等部门，作为具有防火性能的绝热材料。

木糖醇可以直接作为聚氯乙烯树脂塑料的添加剂，它能增加塑料的相溶性，提高塑料制品的质量。木糖醇少量加入于聚氯乙烯塑料中，还能提高塑料的电阻，从而可使聚氯乙烯塑料应用在高压电缆料方面。

木糖醇和低碳合成脂肪酸生成的酯，和苯二甲酸二丁酯、二辛酯有类似的性能。可以作为主增塑剂应用在制造人造革、农用薄膜、塑料凉鞋等方面。此外，木糖醇低碳羧酸酯具有耐热性较好的特点，在某些塑料制品中可以代替环氧大豆油等耐热增塑剂使用。

3. 医药工业

木糖醇无毒，甜度和蔗糖相仿，可以作为糖尿病人的代糖品。它不仅为糖尿病人提供了甜食品的来源，而且对糖尿病患者具有调节新陈代谢、减轻“三多”（吃得多、喝得多、小便多）症状、恢复体力等明显的功效。经常服用木糖醇，对降低转氨酶，改善肝功能，也有一定的作用。在消除酮症方面，木糖醇具有特殊的功效。

4. 食品工业

因为木糖醇和蔗糖具有相同的热量和甜度，因此可以作为甜味剂应用于各种食品加工，如生产糖果、巧克力、饮料、果酱、点心等，为各种患者提供医效保健食品。

此外，由于木糖醇具有防龋特性，所以，对爱好甜食的人，特别是儿童，木糖醇是一种理想的防龋食品。现今国外流行着一种防龋口香糖，就是用木糖醇制造的。

5. 轻工业

木糖醇具有一定的吸湿特性，所以可代替甘油，应用于轻工业，如作为卷烟的加香保湿剂，在纸张加工中作增韧剂，在牙膏生产中可以代替部分甘油和甜味料制造牙膏。

6. 涂料工作

木糖醇是酚醛改性树脂、松香脂的原料。在制造醇酸树脂时，能节约大量食用植物油。用木糖醇能制造各种色泽的调合漆，醇酸磁漆，应用于建筑、家具、车厢、维修等方面。

7. 表面活性剂

木糖醇的酯类和羟乙基化产品，是化学纤维工业的油剂和抗静电剂，是一些有机农药的乳化剂，也是石油加工中脱除微量水分的破乳剂。此外，因为木糖醇无毒，它和食用酸类酯化，可以作为食品工业的添加剂。

三、木糖醇的技术经济特点

木糖醇和国内较大量工业化生产的几种多元醇(山梨醇、合成甘油、季戊四醇)相比较,具有以下特点:

(1) 木糖醇和山梨醇的生产原理相同,性能亦相类似,在作为表面活性剂和醇酸树脂原料时,几乎可以相互代用。但山梨醇以粮食为原料,每2吨粮食可以生产1吨山梨醇。而木糖醇以农业植物纤维废料为原料,用10~15吨的玉米芯或20~25吨的甘蔗渣可以制得1吨结晶木糖醇。由于山梨醇以粮食为原料,大量发展受到一定限制,但成本较为低廉。木糖醇生产是利用废料,可节约粮食,但加工工艺复杂,成本较高。

(2) 木糖醇和合成甘油、季戊四醇比较,消耗的化工材料较少。现将这几种多元醇每生产1吨所需消耗的主要化工原料对比如下:

木糖醇		合成甘油		季戊四醇	
玉米芯	12吨	丙烯	2.2吨	甲醛	4.5吨
硫酸	1吨	氯气	3吨	乙醛	0.5吨
纯碱	0.8吨	液碱	1.1吨	液碱	1.7吨
脱色剂	0.3吨	纯碱	1.2吨	硫酸	0.9吨

(3) 木糖醇以农业植物纤维废料为原料,产品无毒。近代分析技术证明,在自然界的有些水果及蔬菜中存在极少量木糖醇,在人体的血液中也含有微量的木糖醇。所以木糖醇是一种既有甜味又有营养的、具有发展前途的新糖源。山梨醇虽能食用,但没有木糖醇那样多的治疗功能。其他化学合成的多元醇,只能作为有机化工原料,不能食用。

第一章 木糖醇的原料

木糖醇是用农业植物纤维废料中含有的多缩戊糖，经水解氢化而得。所以，从技术可能性来讲，只要含多缩戊糖的植物，均可以作为木糖醇的原料。地球上的植物，均含有半纤维素(主要是多缩戊糖)、纤维素、木质素，含多缩戊糖较高的植物主要是农业植物，如各种禾秆(稻草、麦秆、高粱秆、甘蔗渣等)和各种种子皮壳(棉子壳、花生壳、椰子壳等)。但是要选择一种比较理想的制取木糖醇的工业原料，还应考虑到以下各点：

(1) 多缩戊糖的含量高，其他非糖有机杂质少。如油茶壳，虽含有一定量的多缩戊糖，但同时含有不少单宁、色素、植物碱、胶体等有机杂质，将给净化过程带来较大困难，增加了成本，故不适宜于作为木糖醇的原料。

(2) 产量大，和其他工业的原料矛盾小。农产废料一般产量较大，但有些不易集中。有些和造纸工业原料有矛盾，如麦草和稻草。跟造纸工业没有矛盾，产量又较大的有玉米芯、棉子壳、稻壳等。此外，甘蔗渣虽是造纸工业的好原料，但蔗渣造纸要脱除30%左右的蔗髓，这些蔗髓，仍含多缩戊糖，所以可考虑作为木糖醇的原料。

现将几种主要资源的成分例举如下：

	纤维素(%)	多缩戊糖(%)	木质素(%)
玉米芯	32~36	35~40	23
蔗 髓	35	24~25	29