

Stachyose Health Function and Immune Regulation

Weiwei Liu, Xiaowei Li

Xi'an Feide Biotech Co., Ltd., Xi'an
Email: 75427996@qq.com

Received: Mar. 11th, 2013; revised: Mar. 18th, 2013; accepted: Apr. 9th, 2013

Copyright © 2013 Weiwei Liu, Xiaowei Li. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: The article describes the nature of stachyose physicochemical properties and health functions, focuses on the immunoregulatory effect of stachyose on Bifidobacterium and its surface molecules.

Keywords: Stachyose; Health Functions; Immune Regulation; Bifidobacterium

水苏糖的保健功能与人体免疫调节

刘薇薇, 李小伟

西安菲德生物科技有限公司, 西安
Email: 75427996@qq.com

收稿日期: 2013年3月11日; 修回日期: 2013年3月18日; 录用日期: 2013年4月9日

摘要: 本文介绍水苏糖的理化性质及保健功能, 重点论述了水苏糖对双歧杆菌及其表面分子的免疫调节作用。

关键词: 水苏糖; 保健功能; 调节免疫; 双歧杆菌

1. 引言

水苏糖是一种功能性低聚糖, 其结构清楚, 功能明确, 性质稳定, 不能被人体消化吸收, 在食品、保健品、药品、农药、饲料、橡胶工业等领域都有很好的应用。2010年10月国家卫生部第17号文件批准水苏糖作为普通食品生产和经营, 将水苏糖应用食品、营养保健领域将是水苏糖开发的热点。

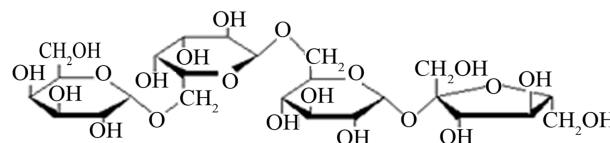
2007年1月18日国家公众营养改善项目中心启动OLIGO(欧力多)项目, 旨在通过便捷有效的营养补充方式, 预防营养失衡带来的种种疾病, 从而改善公众营养状况。目前OLIGO(欧力多)低聚糖有20多种, 主要包括: 低聚乳糖、低聚半乳糖、低聚果糖、水苏糖、低聚异麦芽糖、大豆低聚糖、棉籽糖等。在促进人体微生态平衡方面, 水苏糖已经被证实是最有效的

双歧杆菌增殖的增殖因子, 被誉为“超强双歧因子”。

2. 水苏糖的性质

2.1. 理化性质

水苏糖是由1分子 α -葡萄糖、1分子 β -果糖和2分子 α -半乳糖构成的四糖, 分子式为 $C_{24}H_{42}O_{21}$, 分子量为666.59, 分子结构如下图, 结晶水苏糖为含4分子水的细小晶体。在水中的溶解度为130克/100ML(20°C), 不溶于乙醚、乙醇等有机溶剂; 甜度较低, 约为蔗糖的28.3%; 熔点101°C, 在真空中115°C失水,



无水物的熔点为 167℃~170℃。保湿性和吸湿性均小于蔗糖；没有还原性^[1]。

2.2. 生物学性质

- 低能量：水苏糖不会被动物消化吸收，提供的能量很低。根据郑年新等的实验证实，水苏糖在雄性大鼠体内的吸收很少，仅为 3.82%^[2]，不能对机体提供营养。根据水苏糖的结构可知，水苏糖是一种 α 半乳糖苷类低聚糖， α 半乳糖苷键不为人体消化道酶所水解，所以水苏糖不能被人体消化吸收，所以几乎不能提供人体所需的能量。
- 对肠道有益菌如双歧杆菌、乳杆菌有特异性的增殖作用^[3]。据报道，每天摄入 0.5~3 克水苏糖即有效果^[4]，远远低于低聚异麦芽糖有效量 20 克，低聚半乳糖的有效量 8~10 克，大豆低聚糖有效量 10 克，低聚果糖有效量 30 克。
- 有防龋齿的功能。水苏糖不被引起龋齿的口腔链球菌所利用，经常食用不会引起龋齿。
- 水苏糖对人及动物体内多种细胞的功能有特异性的调节作用，这也是探讨其潜在药学作用和其他应用的基础。

3. 水苏糖的保健功能

水苏糖，对人体有多种保健作用，人体摄入水苏糖后，由于消化道内缺乏 α -D-半乳糖苷酶，水苏糖不被消化吸收直接到达结肠内为双歧杆菌等有益菌所利用。水苏糖快速增殖双歧杆菌，使其在消化道内确立优势地位：双歧杆菌代谢可产生醋酸和乳酸，降低肠道 pH 值，平衡肠道菌群，产生抗菌物质及游离胆汁酸，改善消化道内环境，达到良好的肠道保健功效；对腐生菌的生长有很强的抑制作用，可降低胆固醇、防癌、抗癌；同时双歧杆菌的代谢既可产生多种维生素，又可抑制某些维生素分解菌来保障维生素的体内供应，改善人体维生素代谢；还可刺激肠道产生免疫细胞，提高人体的免疫机能。

3.1. 调节肠道菌群、改善肠道疾病

水苏糖能以进入结肠后以 40 倍的速度增殖双歧杆菌^[5]；水苏糖可通过双重作用(作为可溶性膳食纤维及增殖双歧杆菌)改善胃肠道功能，可有效改善便秘、

腹泻、结肠炎等症状，手术后肠道恢复及长期服用抗生素人群补充水苏糖有助于益生菌恢复，纠正肠道菌群失调。

3.2. 辅助治疗肝性疾病、化学性肝损伤，具有解酒功能

水苏糖能加快肠道内有毒代谢物质的排出，减少有毒代谢物质重吸收进入血液而由肝脏进行生物转化的过程，有实验证实，水苏糖可通过减少肠道内氨的吸收而对临床/亚临床肝性脑病(HE/SHE)起到一定的预防作用^[6]。水苏糖对恢复肝脏的功能有一定的作用，可缓解酒精对肝脏的刺激，对酒后体内各个器官功能恢复也有一定的作用。

3.3. 辅助降血脂、减肥

水苏糖对高血脂具有明显的缓解作用，据资料报道，肠道有益菌减少最终会导致胆固醇的合成与吸收增加。动物实验证实，双歧杆菌能直接影响 β -羟基- β -甲基戊二酰基 CoA 还原酶的活性^[7]，抑制胆固醇的合成，从而降低血清胆固醇。此外，嗜酸乳杆菌也能吸收胆固醇并抑制小肠壁对于胆固醇的吸收，双歧杆菌代谢产生的烟酸与血胆固醇降低也有一定关系^[8]。

3.4. 增强免疫力

水苏糖作为益生元，可明显刺激腹腔巨噬细胞并提高其吞噬能力，实验发现，水苏糖对小鼠红细胞受体、红细胞免疫复合物的形成率有增强作用，并通过红细胞膜上淋巴细胞功能相关抗原与细胞相互作用，最终导致干扰素等细胞因子的分泌，增强细胞的活性。同时，水苏糖自身还可分解出多种促进免疫因子如甘露三糖、蜜二糖等，这些物质可提高机体的免疫能力，帮助抵抗疾病，恢复肠道的正常功能。

3.5. 抗氧化(延缓衰老)、改善更年期综合症

实验证实，肠道菌群与健康长寿密切相关。高龄人群摄入水苏糖后，肠内的腐败指标(β -葡萄糖醛酸酶的活力和氨的含量)均明显下降，腐败菌的发酵产物(吲哚和对甲基酚的含量)也显著减少^[9]。

更年期综合症不仅与激素水平有关，与“肠道年龄”也有密切的关系。保持良好的肠道功能，肠道吸

收钙的能力不会减慢,就可防止与更年期密切相关的骨质疏松等症。水苏糖分解后的免疫调节因子可提高机体免疫力,对缓解更年期症状也有很好的作用。

3.6. 辅助降血压

人体实验表明,高血压患者每天摄入 10 克水苏糖,持续 6 周后,其舒张压平均降低了 799.7 Pa (约 6 mmHg)。另有实验表明,人体舒张压的高低与其粪便中双歧杆菌数量占总细菌数量的比例呈明显负相关关系^[8],即粪便中双歧杆菌的数与总细菌数量的比例高,则舒张压越低。

3.7. 增加机体对矿物质元素的吸收、促进排铅

实验证明,用水苏糖饲喂小鼠 20 天,发现其机体中的钙、铁等矿物质元素的含量有所提高,大腿骨灼烧灰分中的矿物质元素也有相应的增加。也有实验证明,水苏糖能增加机体对矿物质元素的吸收,其机制可能与盲肠中的 L-乳酸的提高有关。

水苏糖有极好的润肠通便效果,因而可大大减少食物残渣在肠道的停留时间,减少铅在肠道被吸收的机会。通过消化道排铅后使体内铅蓄积减少,从而引起尿铅下降。同时可结合经胆汁分泌进入肠道的铅,阻断其再吸收。胆汁铅比血铅含量高出 40~100 倍,这部分铅被水苏糖排出体外,同时水苏糖可通过调整肠道菌群,降低肠道 pH 值,促进钙、铁等元素的吸收而竞争性的抑制铅的吸收。

3.8. 补充水溶性维生素、缓解糖尿病及其并发症

肠道内以双歧杆菌为代表的有益菌可以合成 VB₁、VB₂、VB₆、VB₁₂ 等一系列维生素。同时,有益菌还能通过抑制某些分解维生素的细菌来保证维生素的供应,如一些芽孢杆菌可分解 VB₁,造成 VB₁ 缺乏,但这些芽孢杆菌常常会受到有益菌的抑制。因此,补充水苏糖,可以促进有益菌生产繁殖,合成更多的水溶性维生素。

双歧杆菌在水苏糖的作用下,合成各种水溶性维生素,特别是维生素 B₆,同时,双歧杆菌的代谢产物中的醋酸和乳酸,又可酸化肠道,使机体摄入的镁离子的溶解性增加,吸收率提高。水苏糖在结肠内分解出的多种免疫因子,也可提高糖尿病人的抵抗力^[10]。

3.9. 缓解痔疮、前列腺疾病、改善皮炎、痤疮症状

水苏糖可直接到达痔疮形成区域,通过增殖双歧杆菌,分解毒素来双向调节便秘和腹泻,缓解对痔疮的刺激;同时水苏糖还可减少血管中弹性蛋白的分解,提高血管弹性,防止形成静脉曲张,从根本上使痔疮得到改善。水苏糖发挥作用的地方在结肠,结肠部位距前列腺的位置较近,它们之间的脂质层较薄,水苏糖分解的甘露三糖、蜜二糖等很快就可以扩散进入前列腺体,迅速提高前列腺体的免疫能力,达到恢复正常机能的作用。

4. 水苏糖与人体免疫调节

人体的免疫系统,能抵抗微生物感染、治疗伤口、杀死癌细胞。良好的免疫系统不会过度反应也不会反应不及,当它的功能运作良好时,数量适当、形式健全的白血球和免疫体就会共同合作而对付入侵者,并且将它们一举歼灭,恰当的免疫反应让我们拥有健康。

4.1. 水苏糖对双歧杆菌及其表面分子的免疫调节作用

水苏糖能显著增加人体的双歧杆菌数量。双歧杆菌的多少是宿主免疫的重要因素之一,肠道中定植的双歧杆菌有类似抗原刺激作用,对许多的潜在病原菌、腐生菌如大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌、痢疾志贺菌、变形菌等有很好的抗性作用^[11]。增殖的双歧杆菌对单核吞噬细胞系统还具有激活作用^[12],如将双歧杆菌及其表面成分作为生物应答剂经口服或非肠胃途径来增强宿主的免疫监视功能,可增强各种细胞因子和抗体的产生,提高 NK 和巨噬细胞活性,提高局部或全身的防御功能,发挥自我调节、抗感染、抗肿瘤效应。据重庆医科大学的蓝景刚等研究报道说明,分叉双歧杆菌全菌、脂磷壁酸,细胞壁肽聚糖都能增强小鼠脾 NK、LAK 细胞杀伤肿瘤靶细胞的活性^[13]。大连医科大学的康白等研究报道指出双歧杆菌可通过调节机体的免疫系统发挥抗肿瘤作用。由此可见,利用双歧杆菌作为一种免疫调节剂,不仅可以提高宿主的免疫力,还可对系列性疑难病症如内风湿、强直性骨髓炎乃至癌症等进行防治。

4.2. 分解免疫因子，增强机体免疫

水苏糖不仅仅是通过增殖双歧杆菌来达到提高免疫力的功能，水苏糖被双歧杆菌利用后能分解产生多重增强人体免疫力的免疫功能的物质，如甘露三糖、棉子糖、半乳糖、蜜二糖等。

肠道内有益菌和人体保持互利的共生关系，其利用水苏糖之后，可帮助保护人体对抗有害的入侵物，入侵物细菌通常因为受限于空间以及营养不足而无法生存。

参考文献 (References)

- [1] 袁其朋, 范颖. 水苏糖[J]. 精细与专用化学品, 2002, 10(1): 13.
- [2] 郑年新等. 地黄寡糖的吸收动力学研究[J]. 中国中西医结合杂志, 2000, 20(6): 444-446.
- [3] 李迎慧等. 长康双歧菌增殖胶囊对肠道菌群影响的研究[J]. 中国微生态学杂志, 2001, 13(3): 12.
- [4] 尤新. 我国低聚糖生产技术研究进展[J]. 食品工业科技, 2002, 23(4): 4-7.
- [5] 杨昌林. 水苏糖—新一代超强双歧因子[J]. 中国食品报保健产业导刊, 2003, 4(1): 58-63.
- [6] 李瑞军等. 中药提取物水苏糖对临床/亚临床肝性脑病的预防作用[J]. 中国新药杂志, 2001, 10(6): 428-430.
- [7] 杜敏等. 双歧杆菌及其保健机理[J]. 食品与发酵工业, 1995, 2: 14-16.
- [8] 杨昌林等. 水苏糖制剂对 83 例高脂血症患者降脂作用的疗效观察[C]. 第一届营养与保健食品专业研讨会论文集, 105.
- [9] 郑建仙. 低能量食品[M]. 北京: 中国轻工出版社, 2001.
- [10] 黄晓春, 任红强. 健康觉醒[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2004: 52.
- [11] 周伟. 双歧杆菌与婴幼儿健康[J]. 实用儿科临床杂志, 2002, 17(3): 260.
- [12] 杜敏, 南清贤等. 双歧杆菌及其保健机理[J]. 食品与发酵工业, 1995, 2: 81-83.
- [13] 蓝景刚, 胡宏. 双歧杆菌的免疫调节作用研究进展(下)[J]. 中国微生态学杂志, 2002, 14(3): 181-185.