

综 述

聚合葡萄糖的性质及其应用

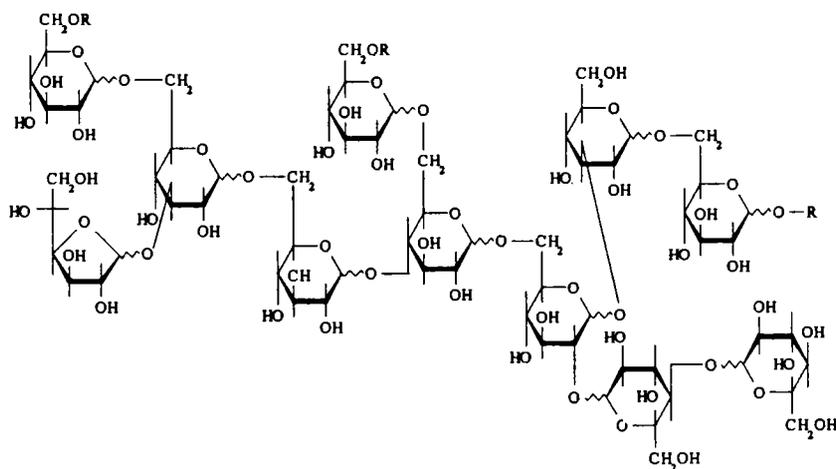
汤 坚 丁霄霖

(食品科学与工程系)

聚合葡萄糖是以葡萄糖为主要聚合单体,加上山梨醇和柠檬酸等而形成的一种水溶性高分子化合物。1981 年美国 FDA 正式接受作为食品添加剂^[1]。随着北美和西欧食品市场 Lite 化的进展,特别是 1987 年以来^[2],聚合葡萄糖的市场需求量日益增大,美国 Pfizer 公司 1990 年生产量已达 2.5×10^4 t,并决定继续扩大产量。本文仅就这一新的食品成分的功能性质,作一概述,旨在提高国内食品加工行业认识,开发新的加工食品。

1 聚合葡萄糖商业化产品的结构和理化性质

聚合葡萄糖是以葡萄糖为主要聚合单体的融熔聚合物,其理论上的化学结构为:



R=H=葡萄糖=山梨醇=柠檬酸=聚合葡萄糖

从上述结构可以看出,聚合葡萄糖具有多种形式的糖苷键,根据结构分析,其中以 1,6

收稿日期:1993-11-08

糖苷键为主。该产品正是由于这样的化学结构,使它具有水溶性,低热值,类似于水溶性食用纤维等性质。

聚合葡萄糖的商业化产品一般有三种形式^[3~5]:聚合葡萄糖水溶液、钾盐、无定形粉末。

以聚合葡萄糖无定形粉末为例说明该产品的一些理化指标:

外观	白色粉末	水分含量	<4%
气味	无味	柠檬酸含量	0~0.1%
聚合物含量	>90%	pH值(10% W/V 水溶液)	2.5~3.5
葡萄糖含量	<4%	水中溶解度(25℃)	80%
山梨醇含量	<2%	光旋度	+60
左旋葡萄糖含量	<4%	粘度(Pa·s, 50%水溶液 25℃)	35×10^{-3}

(以上百分含量,均以干物质计,该产品灰分可忽略不计)

分子量分布

分子量范围	百分数
162~5000	88.7
5000~10000	10.0
10000~16000	1.2
16000~18000	0.1

聚合葡萄糖具有下列一些理化性质:

1) 低热值^[6] 这是聚合葡萄糖极其重要的性质,每克该产品热值为 4.18kJ(蔗糖 16.72kJ,脂肪 36.62kJ)。

2) 水溶性高 聚合葡萄糖具有很好的水溶性,它在溶液中的性质类似于蔗糖,作为食品填充剂,这一点比纤维类产品优越。

3) 粘度较低 与同等浓度的淀粉糖浆相比,它的粘度较低,但比蔗糖稍高,这一性质使它替代蔗糖生产冰淇淋时能产生较好的口感。

4) 吸湿性 聚合葡萄糖具有一定的持水能力,如在产品的配方中比例恰当,能使食品既不失水也不吸水。在面包制作中,使用这一性质可以防止面包老化,延长货架寿命。聚合葡萄糖对食品中水分活度的影响类似蔗糖。

5) 滋味 聚合葡萄糖是非甜味的食品添加剂,特别适用于低甜度食品的加工。

6) 不啮齿 瑞士政府给含有聚合葡萄糖的食品标上“Safe for Teeth”的食品标签。

7) 稳定性 聚合葡萄糖在食品加工中几乎不发生化学变化,是比较稳定的食品成分。

2 聚合葡萄糖在食品加工中的应用

近年来国外将聚合葡萄糖广泛应用于配制食品、加工食品,特别是低热量食品,无糖无脂食品,它在食品加工中能部分或全部替代蔗糖或脂肪。在甜味食品加工中,如使用较高浓度的聚合葡萄糖可适当地加入高强度甜味剂,如阿斯巴甜(Aspartame),乙酰磺胺酸钾(Acesulfamek)等^[8]。一般认为,在加工食品中蔗糖只起到甜味和提供热值的功能,其实这一观点是不全面的。在加工甜制品时,蔗糖除了上述两个功能外,还有它的工艺性能,如赋形剂、口感、冰点降低、吸湿性、延长食品货架期等方面的功能^[9~10]。在所有蔗糖的代用品中

(这些代用品主要是指降低热值和甜度类的代用品),只有聚合葡萄糖能够提供类似于蔗糖的各种工艺性能,因此它的应用相当广泛。

1) 作为填充剂,赋形剂 在液体类食品,如饮料中去掉蔗糖,利用果葡糖浆,高麦芽糖浆,也许对产品的性质影响不大。但是在其它食品如焙烤食品,糖果和巧克力中,取代蔗糖是比较困难的,因为这些产品主要依靠蔗糖作为填充剂,赋形剂(Bulking agent),利用其它的填充剂如麦芽糊精,食用纤维,山梨醇,改性淀粉,淀粉糖浆等,不可能同时达到每克只提供4.18KJ,又具有水溶性这两方面的功能,只有聚合葡萄糖能满足这两方面的要求。

2) 具有良好的口感和质构 制造低脂肪和低蔗糖含量的食品,一个很重要的工艺问题是这些食品是否和原来食品具有同样的口感和质构,能被消费者接受。使用目前在食品加工中的食品工业胶提供较好口感和质构是不成功的,但是使用聚合葡萄糖替代食品中的蔗糖和脂肪能提供与未替代时食品的同样的口感和质构,特别是冷饮制品,如无脂或低脂冰淇淋,它具有类似于奶油的口感。

3) 冰点降低 在制造冷冻乳制品时 蔗糖的一个很重要的功能是使制品冰点降低。众所周知,冷冻点太低,食用太软,冷冻点太高,吃起来过硬。5%的聚合葡萄糖溶液的冰点为-0.147,同等浓度下蔗糖溶液的冰点为-0.298。

4) 对水分活度的影响 蔗糖在食品加工中能够降低制品的水分活度提高产品的渗透压,因而能够阻止或抑制微生物的生长,延长食品的货架期。这方面聚合葡萄糖和蔗糖具有同样的功能。

聚合葡萄糖在食品加工中应用举例。

1) 焙烤食品中使用聚合葡萄糖能降低三分之一的热值^[1](由蔗糖和脂肪产生的),举一蛋糕配方说明之:

成分一:蔗糖 18.29%, 聚合葡萄糖 7.00%, 脱脂奶粉 2.05%, 单甘酯 1.03%, 食品级改性淀粉 0.82%, 瓜树胶 0.19%, 碳酸钠 0.16%, 人造奶油 0.08%, 香草香精 0.08%。

成分二:面粉 21.61%, 发酵粉 1.83%, 葡萄糖 δ -内酯 0.20%, 食用盐 0.35%, 黄原胶 0.10%。

成分三:鸡蛋 17.77%, 水 14.22%。

成分四:水 14.22%。

制作过程:将成分一混合均匀,缓慢加入成分二混合均匀,再依次加入成分三,四,并混合均匀,按所需大小分割后,于177℃焙烤30min,便得低热值蛋糕。

2) 胶姆糖 使用聚合葡萄糖制造口香糖,泡泡糖,制品具有很好的货架寿命以及弹性^[2]。

3) 糖果 使用聚合葡萄糖能替代50%的蔗糖来制造硬糖,不但能降低硬糖的甜度,而且能降低硬糖的吸湿性,延长糖果的货架寿命。典型的硬糖配方为:聚合葡萄糖 38.65%, 蔗糖 38.65%, 柠檬酸钠 0.45%, 水 20%, 风味料 0.15%, 色素 0.10(或不加)。

使用聚合葡萄糖生产花生酥,可提供和使用玉米糖浆同样的口感,但较少粘牙。典型的配方为:聚合葡萄糖 33.17%, 水 15.17%, 柠檬酸钠 0.34%, 蔗糖 35.91%, 全脂花生 4.28%, 脱脂花生 8.88%, 奶油 1.11%, 碳酸钠 0.94%, 食用盐 0.20%。

4) 冷冻制品^[3] 在这类产品中,使用聚合葡萄糖可以降低脂肪和蔗糖用量,例如,可制造低脂或无脂冰淇淋,不啮齿冰淇淋,举一无蔗糖低脂冰淇淋配方说明之。成分:奶油(脂

肪含量 36%) 20.83%, 脱脂奶粉 10.35%, 聚合葡萄糖 21.43%, 水 44.985%, 食品胶 0.33%, 微晶纤维素 1.00%, 单甘酯 0.30%, 柠檬酸钠 0.20%, 香料 0.50%, 阿斯巴甜 0.075%。

5) 巧克力^[14] 使用聚合葡萄糖加工巧克力,不但具有降热值的功能,而且具有和奶油同样的圆滑口感,使用聚合葡萄糖加工巧克力的配方为:聚合葡萄糖 50.09%,淀粉 26.89%,可可(脂肪含量 10%~12%) 14.15%,磷酸二钠盐 4.25%,焦磷酸钠 2.26%,氯化钠 0.57%,香草醛 0.42%,单甘酯 0.56%,色素 0.17%,阿斯巴甜 0.64%,从这一配方可知,聚合葡萄糖的使用量是相当高的。

6) 软饮料^[15] 聚合葡萄糖在日本的软饮料加工业中具有相当大的市场,他们认为在软饮料中加入聚合葡萄糖不但能降低蔗糖的摄入量,而且能起到保健作用,特别适用于老年人食用,这一点在后面还要提及。

7) 其它食品 聚合葡萄糖还可应用于果酱、果茶等食品加工工业^[16~18]。

3 聚合葡萄糖在人体中的代谢

在美国 FDA 正式接受聚合葡萄糖作为食品添加剂之前,对它在人体中的代谢作用已进行广泛深入地研究,结果表明聚合葡萄糖是一安全无毒,可用于各种食品的添加剂,1989年,FDA 对它的使用又做了进一步说明,美国 Pfize 公司为了适应市场需求,正准备实施二期工程计划,扩大产量。

FDA 利用¹⁴C 标记的聚合葡萄糖考察它在人体以及一些哺乳动物中的代谢情况得出下列结论。

1) 聚合葡萄糖 分子有部分能被肠道中的微生物代谢,代谢产物为挥发性脂肪酸和二氧化碳,挥发性脂肪酸能被大肠中的微生物吸收,作为能量来源,这是膳食中复合碳水化合物所共有的特性。

2) 聚合葡萄糖在人体中的代谢不依赖于胰岛素水平的高低。美国糖尿病协会认为,它能替代糖尿病人专用食品中的脂肪和蔗糖,特别是焙烤食品和冷冻食品。

3) 聚合葡萄糖的分子中以 1,6 糖苷键分布较多,在结构上类似于异麦芽寡糖和乳酮糖,过量的食入,会引起轻微的腹泻,但其耐受量较高,成人耐受量为每天 90g^[19],高于山梨醇(每天 70g),因此少量摄入会起到通大便的效果。

日本人对聚合葡萄糖的研究和应用侧重于它的生理功能,他们认为它是一水溶性食用纤维,可以替代由植物提取的水溶性食用纤维^[20],能影响脂肪和糖类在人类小肠中的吸收,降低血胆固醇水平,因此可作为老年保健食品的原料。

聚合葡萄糖在世界上许多国家已被正式接受作为食品添加剂,例如:英国、法国、澳大利亚、瑞典、丹麦、加拿大、日本、美国、新西兰等^[21](我国于 1994 年也已接受),我国对聚合葡萄糖的功能和应用方面的认识已有文献报道^[22]。

参 考 文 献

- 1 ZICFR 172.84.46FR 30080. Food Additive petition, 1981,9A.3441
- 2 Linda E, et al. Polydextrose manufacturer expanding production capacity. Food Technology, 1990,44(6):137
- 3 Specification-C. Polydextrose F C C, Pfizer Chemical Specifications, Material Code S6810
- 4 ibid S6811
- 5 ibid S6814
- 6 Coleman E C. Food and Drug Administration, 1981
- 7 Muhlemann H R. Polydextrose-a low-calorie sugar substitute. Dental tests. Swiss Dent, 1980,2(3):29
- 8 胡慰望. 食品化学. 1992
- 9 Liebrand J T, et al. Functional and applications for polydextrose in foods. Food Technolgy in Australia, 1985,37(4):65
- 10 Baer R J, et al. Baking agents can alter freezing. Dairy Field. 1985
- 11 Pfizer Polydextrose for the market that is shaping up, technical brochure, Pfizer Chemical Division, 1985
- 12 Klose R E, et al. Low calorie, sugar-free chewing gum containing polydextrose. European Patent 0123742BI. 1987
- 13 Goff D H, et al. Aspartame and polydextrose in a calorie-reduced frozen dairy dessert. J. Food Science, 1984,49:306
- 14 Reduced calorie desserts made with aspartame and polydextrose (puddings and gelatins), Food Processing, 1983. 21~22
- 15 The Foundation for Health and Physical Development, Ministry of Health and Welfare, Japan
- 16 F. A. P. (7A3998), Use of polydextrose in peanut butter spread, Federal Register, 1988,53(16)
- 17 U. S. Patent 4,815,195. Polydextrose in peanut butter
- 18 F. A. P. (8A 4068), Use of polydextrose in fruit spreads. Federal Register, 1988,53(16)
- 19 Raphan Study (IV), Pfizer communication
- 20 伊藤和枝等. 合成多糖负荷对健康成人糖与脂类代谢的影响. 营养学报,1991,13(2):171
- 21 Bulking agent moves to international commercialization, Food Processing, 1986,47(8)
- 22 王亦芸. 美国食品市场的 Lite 化. 食品工业,1993,(2):14