

THE SCIENTIFIC
CHOICE OF SUGAR

—
“糖”的
科学选择



更多信息请关注

编撰：中国营养学会营养健康研究院 中营惠营养健康研究院

支持单位： 安徽金禾实业股份有限公司

 爱乐甜
南京金禾益康生物科技有限公司

“糖”/的/科/学/选/择

CONTENTS 目录

前 言.....	04
第一章 添加糖的前世今生和争议.....	05
一、糖的定义.....	05
1. 糖在营养领域的定义.....	05
2. 糖在化学领域的定义.....	07
3. 糖在预包装食品的定义.....	07
二、糖的历史发展.....	09
1. 萌芽阶段.....	09
2. 手工业时代.....	09
3. 工业化时代.....	09
4. 代糖的出现.....	10
三、糖在食品工业的应用.....	10
四、我国糖的膳食摄入量情况.....	11
五、糖对健康的危害.....	12
1. 糖与口腔疾病.....	13
2. 糖与肥胖.....	13
3. 糖与肿瘤.....	13
4. 糖与心血管疾病.....	13
5. 糖与其他疾病.....	14
六、各个国家对糖的推荐量.....	14

第二章 减糖，从国家到个人的健康行动.....16**一、全球减糖，迫在眉睫.....16**

1. “糖税”政策.....17

2. FOP 政策.....18

3. 禁高糖宣传.....20

4. 我国的减糖政策.....20

二、减糖的有效途径.....22

1. 全民减糖，需国家和社会环境大力支持.....22

2. 科技创新，助推食品企业科学减糖.....23

3. 健康减糖，从你我做起.....26

第三章 代糖的前世今生.....28**一、代糖是什么.....28**

1. 代糖的定义.....28

2. 代糖的分类.....28

3. 什么是“零卡”糖?.....31

4. 代糖的优势.....31

二、代糖对健康的影响.....33

1. 代糖对体重管理的益处.....33

2. 代糖对糖尿病与血糖管理的益处.....34

3. 代糖对牙齿健康的益处.....36

三、代糖在食品、餐饮中的使用.....37

1. 营养型代糖的应用.....37

2. 非营养型代糖的应用.....39

3. 代糖甜味剂的应用趋势.....40

第四章 各国的代糖使用管理.....43

1. 中国.....43

2. 美国.....43

3. 欧盟.....43

4. 澳新.....44

第五章 《“糖”的科学选择》倡议.....45

1. 添加糖的摄入应限量.....45

2. 代糖是调和口感和健康之间矛盾的一种较好选择.....46

3. 代糖是使用最多的一类食品添加剂.....46

4. 适量摄入含甜味剂的食物是安全的.....47

参考文献.....49

D r

“糖”的 / 科 / 学 / 选 / 择

REFACE

世界卫生组织推荐成年人和儿童糖的摄入量应控制在总能量摄入的10%以下，相当于每天食用糖不超过50克；最好控制在5%以下，也就是不超过25克。近年，添加糖及其摄入在全球引起政府、科技和产业界、消费者的高度关注。《中国城市居民糖摄入水平及其风险评估》报告显示，2018年我国3-17岁的儿童和青少年中有4.1%-4.8%的个体糖摄入供能比超过10%，中国居民每日摄入糖的首要来源是烹调用的食糖（28.2%）、第二位是含糖乳制品（24.2%）、第三位是焙烤食品（19.9%），第四位是饮料（17.7%）。近20年来，我国居民食糖人均消费量从16g/d增至35g/d。糖的过量摄入会增加龋齿和肥胖的风险，而肥胖是多种慢性疾病发生的危险因素。

基于过量摄入添加糖对健康的负面影响，各国都在积极倡导合理减少膳食中添加糖的摄入。为了改善国民营养健康、降低疾病负担，《国民营养计划（2017-2030年）》提出广泛开展以“三减”（减盐、减油、减糖）为重点的专项行动；《中国居民膳食指南2022》建议控制添加糖的摄入量，每天不超过50g，最好控制在25g以下，不喝或少喝含糖饮料；《健康中国行动2019-2030年》之合理膳食行动中提出“鼓励消费者减少蔗糖摄入量。倡导食品生产经营者使用食品安全标准允许使用的天然甜味物质和甜味剂取代蔗糖。科学减少加工食品中的蔗糖含量……提倡城市高糖摄入人群食用含蔗糖饮料和甜食，选择天然甜味物质和甜味剂替代蔗糖生产的饮料和食品”。

全球范围对高糖食品的管控政策及人们对减少糖摄入观念的提升加速了新产品的开发，以满足人们对低糖、无糖食品的消费需求。为提升我国居民对糖的科学认知，引导消费者科学选择，中国营养学会营养健康研究院、中营惠营养健康研究院撰写了《“糖”的科学选择》报告。本报告客观阐述了添加糖的历史、现状与发展以及过量摄入添加糖对健康的危害；总结了“三减”行动；重点陈述了代糖的定义、分类、特点、应用优势以及在食品餐饮业中的应用；最后提出了科学选择糖的倡议。

本报告从多方面论述科学选择糖的重要性，旨在呈现减糖背后的科学依据，引导消费者在膳食中正确选择糖，限制添加糖的摄入，形成良好的饮食行为习惯。报告的撰写得到了安徽金禾实业股份有限公司和南京金禾益康生物科技有限公司的大力支持。

第一章

添加糖的前世今生和争议

一、糖的定义

甜是人类最喜欢的味道，从出生吃到的第一口母乳，到各种成熟的水果和加工后的谷物，再到琳琅满目的加工食品等，甜的味道成了安全、可食用的标志之一，同时也带给人愉悦的满足感。从生理上说，当人摄入甜味的食品后，大脑会分泌神经传导物质，如多巴胺，通过血液循环输送到身体各部位刺激神经，使人体处于亢奋状态，因此甜食会让人胃口大开，越吃越想吃，让人欲罢不能。而甜味最主要的来源就是——糖。糖不仅是甜味的主要来源，同时还是日常能量的重要来源。糖具体指的是什么呢？根据不同的角度，糖的定义与分类也不尽相同。

1. 糖在营养领域的定义

糖的营养概念体现了我们日常生活中所指的糖，营养学中的糖特指碳水化合物中的“糖”这一分类，根据我国《GB/Z 21922-2008 食品营养成分基本术语》中规定，糖是指所有的单糖和双糖。目前主要包括5种常见的糖，包括2种单糖：葡萄糖、果糖，3种双糖：蔗糖、乳糖和麦芽糖，常见糖的种类见表1。

表1 5种常见糖的比较

					GI
葡萄糖	单糖	葡萄糖	17kJ/g	70	100
果糖	单糖	果糖	17kJ/g	180	23
蔗糖	双糖	葡萄糖 + 果糖	17kJ/g	100	65
乳糖	双糖	葡萄糖 + 半乳糖	17kJ/g	40	46
麦芽糖	双糖	葡萄糖 + 葡萄糖	17kJ/g	40	105

注：1、甜度：甜味的强弱，通常以蔗糖为基准物。
2、GI值：指某种食物升高血糖效应与标准食品（通常为葡萄糖）升高血糖效应的比值，代表的是人体食用一定量的某种食物后会起多大的血糖反应。

近年来随着人们糖摄入量的增加，科学家发现越来越多的肥胖和代谢性疾病与糖的过量摄入有关，但其中一部分糖在提供能量的同时并不提供其他有益的营养成分。就此类糖，世界卫生组织和美国农业部分别提出了“游离糖”和“添加糖”的概念，略有不同。按世界卫生组织的定义，游离糖是指“厂商、厨师或消费者添加到食品中的单糖和双糖，加上蜂蜜、糖浆和果汁中天然存在的糖”，常见的有葡萄糖、蔗糖、果葡糖浆等。添加糖的定义在世界范围内还没有达成普遍共识，美国农业部定义的添加糖指在加工和制备食品时，添加到食物或者饮料中的糖或糖浆，而不包括天然存在的糖类，如牛奶中的乳糖和水果中的果糖。与游离糖相比，添加糖主要侧重食品加工，且不包括蜂蜜、糖浆和果汁中天然存在的糖。无论游离糖还是添加糖，仅能提供空热量，没有其他营养价值，如果摄取过量而无法及时消耗，多余的能量就会转化成脂肪，过量摄入游离糖/添加糖还可能会对身体健康产生危害，因此减少游离糖/添加糖的摄入逐渐成为了各国政府和相关科学组织的共识。关于游离糖和添加糖定义的比较见表2。

表2 游离糖和添加糖定义比较

国家、机构或组织	名称	定义	举例
世界卫生组织 (WHO)	游离糖	由制造商、厨师或消费者添加到食品和饮料中的单糖 (如葡萄糖、果糖) 和双糖 (如蔗糖或乳糖)，以及天然存在于蜂蜜、糖浆、果汁和浓缩果汁中的糖。	—
英国营养科学咨询委员会	游离糖	所有形式的添加糖、果蔬汁和果酱等组织已彻底破坏的类似产品的天然糖、所有含糖饮料、和所有加入食物的乳糖、半乳糖。添加糖只是游离糖的一部分，其定义是所有加入食物的单糖和双糖，包含蜂蜜、水果和糖浆中的天然糖。	1. 在生产过程中添加到产品中，或消费者在烹饪或在餐桌上添加的任何形式的糖。包括蜂蜜、糖浆、花蜜、麦芽提取物和葡萄糖糖浆等成分。 2. 添加在食品或饮料中的乳糖和半乳糖，包括添加在乳清粉中的乳糖。 3. 所有存在于果蔬汁、浓缩物、冰沙、捣碎状、糊状、粉状和挤压的水果和蔬菜产品中天然的糖。 4. 饮品中的所有糖 (牛奶和其他乳基饮品除外)，包括：无添加糖的果蔬汁、浓缩果蔬汁和冰沙中的糖；酒精饮料中的糖；天然存在于乳类替代饮料 (大豆、大米、燕麦和坚果类饮料) 中的糖。
中国营养学会	添加糖	人工加入到食品中的糖类，具有甜味特征，包括单糖和双糖，常见的有蔗糖、果糖、葡萄糖、果葡糖浆等。 (《中国居民膳食指南 2022》)	—
美国食品药品监督管理局 (FDA)	添加糖	食品加工过程中加入的或置于食品包装中的糖。包含食糖 (游离糖、单糖、二糖)，糖浆，从天然食品中分离浓缩并作为主要成分的天然糖 (例如浓缩果汁)，以及其他高热量的甜味剂。	红糖、玉米甜味剂、玉米糖浆、右旋糖、果糖、浓缩果汁、葡萄糖、高果糖玉米糖浆、蜂蜜、转化糖、麦芽糖、饴糖、糖蜜、原糖、分离砂糖、食糖、海藻糖、蔗糖。

2. 糖在化学领域的定义

根据化学结构，广义的糖类物质是指多羟基 (2 个或以上) 的醛类 (Aldehyde) 或酮类 (Ketone) 化合物，在水解后能变成以上两者之一的有机化合物，糖类物质由碳、氢、氧元素构成，而且由于其中所含的氢氧的比例与水相同为二比一，如同碳和水的化合物，因此又被称为碳水化合物。可以认为广义的糖类物质就是碳水化合物。世界卫生组织 / 粮农组织按照聚合度将碳水化合物分为三类：糖、寡糖和多糖，如图 1。其中糖包括单糖、双糖以及单糖还原的产物糖醇。寡糖又称低聚糖，其聚合度为 3~9，而多糖为聚合度 ≥ 10 的碳水化合物。碳水化合物是人类膳食能源的主要来源，其经消化吸收，在体内转化为葡萄糖，然后通过氧化分解提供能量、合成糖原、或转变为脂肪，但食物中碳水化合物的消化吸收，取决于其存在形式、化学结构和构象，需要在特异性酶的催化下分解成单糖才能被吸收。小肠是碳水化合物消化吸收的主要部分，但部分碳水化合物无法在小肠消化吸收，需要在结肠经细菌发酵后再吸收，这就导致了不同碳水化合物的吸收利用率的不同，有些难以消化的碳水化合物仅提供少量的能量。



图 1 碳水化合物的分类

3. 糖在预包装食品的定义

随着经济发展和生活水平的提高，预包装食品越来越被消费者认可，消费量也越来越高，其在生产过程中加入的游离糖/添加糖则成为人们糖摄入量增加的主要来源，预包装食品行业使用的糖根据即将发布的《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》(征求意见稿)中规定，是专用于营养标签标示的糖，特指食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖之和。营养标签就是在食品的外包装上标注营养成分并显示营养信息，以及适当的营养声称和健康声明。根据《GB

28050-2011 预包装食品营养标签通则》中规定，营养标签中强制标识能量、蛋白质、脂肪、碳水化合物和钠，糖属于碳水化合物。目前有些产品生产商自愿在碳水化合物条目下标注了糖的含量，方便消费者直接获得糖含量信息。如果没有标识糖含量信息，我们可以结合食物的配料表和碳水化合物标示值大致推断糖的含量。如配料表中的只有白砂糖、果葡糖浆等碳水化合物，则可以推断营养标签中碳水化合物主要来源于游离糖 / 添加糖。如配料表中有其它种类碳水化合物，如各类糖醇、低聚糖、膳食纤维等，则可以根据在配料表中的顺序进行推测，在配料表中越靠前则表示含量越高。由于不同碳水化合物提供的能量是不同的，膳食纤维、糖醇等在体内代谢产生的能量较低，如膳食纤维的能量为 8 kJ/g，一般糖醇为 10 kJ/g，赤藓糖醇为 0 kJ/g，正因此那些主要添加了赤藓糖醇的食品就有了“零卡糖”、“无效碳水”等宣传说法。结合图 2 的营养标签，我们可以看到这款产品碳水化合物含量高达 98.9 g/100g，但糖含量为 0 g/100g，能量也为 0 kJ/100g，结合配料表，可知其主要添加了属于碳水化合物且能量值为 0 kJ/100g 的赤藓糖醇。

产品信息	
品牌 Lesweet 爱乐甜	规格 500g
产地 江苏省宿迁市	产品标准代号 Q/SML 0034S
食品生产许可证编号 SC12732132200518	保质期 24个月
贮存条件 阴凉干燥处存放，开封后需密封保存，避免吸潮及阳光直射	配料 赤藓糖醇、抗性糊精、蔗糖素、甜菊糖苷

营养成分表		
项目	每100克(g)	NRV%
能量	0千焦(kJ)	0%
蛋白质	0克(g)	0%
脂肪	0克(g)	0%
碳水化合物	98.9克(g)	33%
—糖	0克(g)	
钠	0毫克(mg)	0%

*按照GB28050可豁免说明
赤藓糖醇能量系数为0kJ/g 不参与人体代谢

图 2 营养标签和配料表中碳水化合物含量标识示例

二、糖的历史发展

糖作为人类重要的能量来源，有着悠久的食用历史。但很长的时间里，人类只能从鲜果、蜂蜜、植物中摄取糖。随着文明的不断进步，人类也开始尝试提取和利用甜味来源——糖，制糖业随之出现，而糖的应用也随着制糖的发展逐渐扩展。

1. 萌芽阶段

早在我国西周的《诗经·大雅》中已经出现了饴糖的记载，饴糖是谷物中提取的糖，也被认为是世界上最早制造出来的糖。而甘蔗制糖最早见于记载的是公元前 300 年的印度的《吠陀经》和中国的《楚辞》，这两个国家是世界上最早的植蔗国，也是两大甘蔗制糖发源地。这一时期的糖主要是液体糖，呈粘稠状，是将甘蔗汁浓缩加工至较高浓度（粘稠），便于储存食用。在西汉初年，甘蔗制糖仍是稀罕之物，可以作为贡品献给皇帝，之后随着甘蔗种植和制糖的发展。对于蔗汁的食用已经成为社会上层人物比较常见的事情。

2. 手工业时代

自战国时代开始从甘蔗中取得蔗浆以后，种植甘蔗日益兴盛，甘蔗制糖技术逐步提高，经近千年的发展，至唐宋年间，已形成了颇具规模的作坊式制糖业。在唐代，由印度引进了沙糖的制作方法，使蔗糖的生产出现了新的格局，甘蔗大量种植和糖的消费也得到了广泛普及，从唐宋开始形成的手工业制糖以来，制糖技术逐步得到发展，土法制取的白糖、冰糖等新品种相继出现，发展出了具有系统性的压榨取汁、石灰法澄清、浓缩煮糖等手工制糖工艺，成为现代机械化制糖的工艺基础。糖的使用量也在这一阶段实现了突破性的增长，除了直接食用，糖也被做成各种糕点和零食：乌梅糖、糖叶子、花花糖、糖糕、蜂糖糕、糖粥等。

3. 工业化时代

18 世纪末期，德国人发现甜菜也可以制糖，并对甜菜进行了选择和育种，甜菜制糖的成功极大地推动了制糖业的发展，直接导致了制糖业的工业化。19 世纪初至 19 世纪 60 年代，许多甜菜制糖新工艺新设备不断涌现，完成了渗出提汁、糖汁加灰二次碳酸饱和澄清、多效蒸发、真空煮糖结晶和离心分蜜成糖等基本技术，由于甜菜制糖大部分工艺也适用于甘蔗制糖，因而甘蔗制糖业也逐步完成了工业化。目前制糖业可以产出白砂糖、红糖、方糖、冰糖等各式各样的糖。根据美国农业部（USDA）报告统计 2019/2020 年榨季世界食糖生产总量约为 17414 万吨。此外在 1850 年左右，美国开始工业化生产来源于谷物的淀粉糖，淀粉糖产品主要包括葡萄糖、果葡糖浆、麦芽糖等，是蔗糖的重要补充。至此大量的制糖产品被广泛地应用到了食品工业和日常饮食

中，成了人类不可或缺的食品。

4. 代糖的出现

高糖膳食摄入易引发慢性疾病，对健康产生不良影响，各国也纷纷出台各种建议和政策，努力降低居民糖摄入量。但人类对甜味的渴望却无法消失，这时，另一种能够提供甜味的产品——代糖应运而生。代糖顾名思义就是代替食品中糖的物质，赋予食品甜味，但其提供的能量却远远低于传统糖类，甚至可以达到无能量。在很多国家和地区均已将降糖提升到国家强制管控层面的背景下，为了满足人们对健康食品的需求，代糖食品正在成为新的趋势。代糖的历史可以追溯至1878年，美国科学家发明了糖精，其甜度是蔗糖的300倍。随后越来越多的代糖出现了，目前代糖已经广泛的应用到了食品工业中，代糖产量也逐年增加。目前低甜度糖醇类代糖产量较高，我国是糖醇的主要生产国，山梨醇产量为90.34万吨，液体麦芽糖醇12.56万吨，赤藓糖醇8万吨，结晶山梨醇（固体）10.77万吨，结晶麦芽糖4.12万吨，甘露醇2.48万吨，木糖醇（晶体）与木糖醇（液体）合计5.27万吨，此外全球高甜度代糖如糖精、甜蜜素、阿斯巴甜、安赛蜜、三氯蔗糖、甜菊糖苷等产量约16.24万吨，其中中国产量约12.14万吨。代糖可广泛应用于食品、保健品、药品、化妆品中，但目前代糖与糖的口感还略有差异，且生产成本较高，短时间内仍无法实现完全替代糖，但随着人们对过多摄入糖带来的健康问题日益重视，以及相关患病人群糖类食品控制需要，无热量的、不参与新陈代谢的代糖类产品需求将会越来越大。

三、糖在食品工业的应用

时至今日，为了满足人类对于甜味的需求，制糖业已经极为庞大。美国农业部（USDA）报告统计2019/2020年榨季世界食糖生产总量约为17414万吨。作为人口体量最大的发展中国家，近几十年中国经济经历了快速增长的过程，城市化进程稳步推进，食品工业蓬勃发展，居民生活水平不断提高。与之相应的食糖的年消费量也从解放初期的200万吨增至80年代的700万吨，近些年则稳定在1500万吨左右。2019/20年制糖期中国食糖产量为1040.72万吨。其中甘蔗糖913.4万吨，甜菜糖153.26万吨，食糖自给率在60%~70%之间，剩余缺口由进口填补，此外2020年我国还生产了淀粉糖约1300万吨。

从消费结构来看，我国食糖消费结构同美国相似，呈现“以工业为主、居民消费为辅”的格局，近2年工业消费占比相对稳定，其中食品工业消费950万吨左右，民用消费530万吨左右。我国食糖工业消费主要分布在食品加工、饮料、饮食等用糖行业，工业消费生产出来的大多数商

品最终还会以各种形式进入居民日常消费领域。食品工业中，91%用于下游含糖食品的生产，食糖消费相关的几个细分产业分别是：乳制品、烘焙、饮料、糖果、速冻米面、冷饮冰淇淋等。淀粉糖目前主要应用于工业生产，国内淀粉糖的消费主要集中在饮料、食糖、糖果、啤酒、化工和冷饮等行业，其中在饮料、食品及糖果行业的消费量占比较大，分别为34%，24%，16%。

目前市场上常用的烘焙用糖有细砂糖、粗砂糖、绵白糖、糖粉、糖霜、红糖等，并且进口品牌居多。乳品和烘焙产业对于食糖品质要求较高，对于品类的需求更为丰富细分，这将会成为拉动高端差异化食糖产品消费的重要动力。在居民日常用糖领域，除了普通消费者直接购买家庭用糖外，餐饮服务业（包括各式冲调饮品店）的消费占比也相对较高。近些年随着中国城市化进程发展和人们生活方式的改变，餐饮业成为了高速增长的行业，其中饮料冷饮服务业发展迅速，国内大中城市咖啡馆、奶茶店、冷饮店、水吧等出现爆发式增长，这一增长趋势使行业对于糖品的需求更为细分，包装规格与包装形式要求更加便捷，产品品类更倾向于使用糖浆和特色糖品。

四、我国糖的膳食摄入量情况

随着制糖业的不断发展，在国内外，糖都经历了从药用—贵族食品—普通食品的演变过程。糖作为机体的重要能量来源，是构成组织及生命物质的重要成分。在古代糖作为稀缺物无法过多摄入，但随着糖工业的成熟，吃糖不再是奢侈，一些发达地区的居民几乎可以随意摄入糖，特别是含糖饮料的出现，能够让人在不知不觉中摄入大量的糖。西方国家人均糖摄入水平较高：成年人中，糖的供能比在欧洲的德国水平较高，超过15%；在欧洲的英国、瑞士等国家和拉美的部分国家中，糖的供能比在9-13%之间，处于中等水平，部分国家糖的日供能比情况见图3。

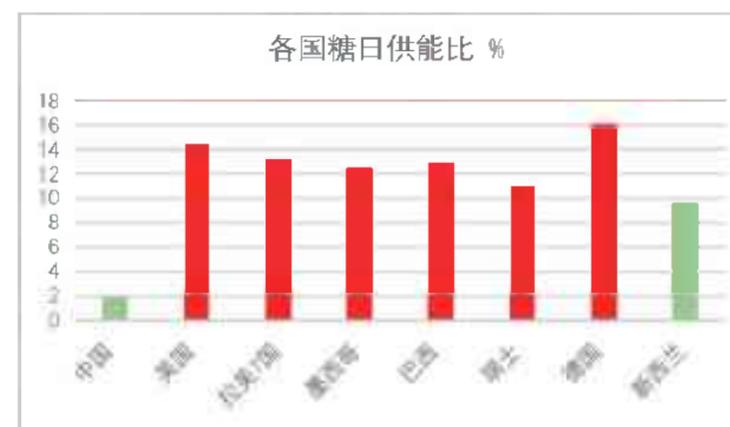


图3 不同国家糖的日供能比情况

虽然与西方国家相比,目前我国人均糖摄入水平还较低,但近年来,我国居民糖消费呈现的快速增长势头需要引起人们的关注。根据糖产业数据,从2010-2020年间,我国居民年糖消费量总体呈现快速上升的状态,如图4。而根据卫健委发布的《中国城市居民糖摄入水平及其风险评估》的报道:中国3岁及以上城市居民(总人数N=13083)平均每人每日摄入9.1g糖,平均供能比为1.9%,低于《中国居民膳食指南》推荐的每人每天50g(或25g)上限,也远低于WHO推荐的摄入糖提供的能量占膳食总能量(供能比)的上限,即10%。我国平均摄入量最高的三个年龄组,分别为3~6岁组(17.1g)、7~12岁组(13.5g)、13~17岁组(13.1g),均低于《中国居民膳食指南2022》中添加糖摄入量每天不超过50g的推荐值;并随年龄的增高糖摄入量总体呈下降趋势。糖平均摄入量,女性普遍高于男性。高消费者中,3~6岁组、7~12岁组、13~17岁组、18~29岁组男性的P97.5值均超过50g,其中3~6岁组男性P97.5值最高,为66.0g。整体来看对我国城市居民糖摄入贡献率较大的食品类别,依次为食糖(烹调用)、含糖乳制品、含糖饮料和焙烤类食品。

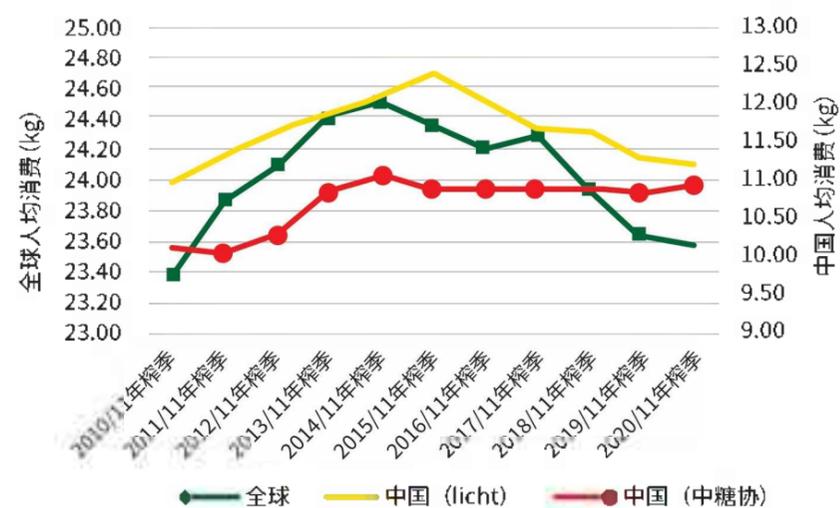


图4 2010年-2020年我国食糖消费量的变迁

五、添加糖与健康关系

随着世界各国精制糖摄入量的不断增加,过量摄入精制糖的危害逐渐显现,目前主要集中在口腔健康,肥胖等疾病。

1. 糖与口腔疾病

许多研究及报告均指出糖类的摄入是引起龋齿发生发展的重要因素,如果经常摄入过多的含糖甜食或饮料,会导致牙齿脱矿,引发龋病或产生牙齿敏感。Moynihan和Kelly于2014年发表的系统评价,通过综合55篇文献分析,结果显示当糖摄入量<10%能量(约50g)时,龋齿的发生率下降。当添加糖摄入量<5%能量(约25g)时,龋齿发病率显著下降。此外也有我国发表的横断面研究,均显示糖摄入量与龋齿发生有关。

2. 糖与肥胖

在过去40年,随着中西方国家食糖消费量急剧增加,不断有学者发现肥胖的增长趋势和添加糖在食品中的使用程度密切吻合,这导致许多学者认为糖的高消费是造成肥胖和代谢综合征疾病的罪魁祸首。但目前研究证据还不能完全确定游离糖/添加糖对体重的影响是其单独作用,还是因为总能量摄入变化而引起。Mann J等于2013年发表了膳食糖与体重关系的系统综述,纳入了30个RCT和38个cohort研究,结果显示在自由饮食不控制能量摄入情况下,减少糖的摄入能降低体重的增加;在总能量不变的情况下,减少食糖的摄入未见对体重的影响;Miller等针对不同能量的甜味剂与体重及体脂组成的影响进行了系统评价,结果显示低能量甜味剂摄入未见对体重和脂肪量有影响,并指出在讨论糖对肥胖影响时,应充分考虑总能量摄入的问题。

3. 糖与肿瘤

近年来有研究表明富含蔗糖的膳食能导致大鼠结肠上皮细胞癌变,但现有流行病学研究并不支持糖摄入增加癌症的风险。Aune D等针对膳食果糖、碳水化合物、血糖指数与结肠癌的风险进行了系统综述分析。一共纳入了14个cohort研究,当100g/d总碳水化合物摄入时发生结肠癌的相对风险(relative risk, RR)为0.95(95%可信区间:0.84-1.07),该Meta分析认为糖摄入未增加患结肠癌的风险。Aune D等也针对膳食果糖、碳水化合物、血糖指数与胰腺癌的风险进行了系统综述分析。一共纳入了10个队列研究,当100g/d总碳水化合物摄入时发生胰腺癌的RR为0.97(95%可信区间:0.81-1.16),当25g/d蔗糖摄入时RR为1.05(95%可信区间:0.85-1.23),当25g/d果糖摄入时有保护作用,RR=1.22(95%可信区间:1.08-1.37),但需要进一步研究。该meta分析不支持总糖和蔗糖摄入增加胰腺癌的风险。

4. 糖与心血管疾病

根据今年多项系统综述结果显示,过量摄入糖可能增加心血管疾病的发病风险。Te Morenga等关于膳食糖与心脏代谢风险的系统评价,结果显示高糖摄入会导致总胆固醇浓度的降

低、甘油三酯浓度的升高、低密度脂蛋白胆固醇浓度的升高、并能引起血压的升高。Khan 等于 2019 年发表的系统综述旨在探究总糖、蔗糖、果糖与心血管疾病的关系，但该综述得到了与 Te Morenga 等人不同的结论，即总糖、果糖、蔗糖水平可能与心血管疾病的发生率无关。这可能与 2 篇综述中纳入研究的类型差异有关。Heidemann, Panagiotakos 分别发表了不同的前瞻队列研究，主要的研究对象是欧美的成年人，其中 Nettleton 的研究中包括了 12% 的中国人，这 2 项研究的结果均显示糖消费会增加心血管疾病的风险。

5. 糖与其他疾病

过量摄入糖可能会降低饮食总体质量，减少微量元素、膳食纤维和矿物质的摄入量，有研究发现摄入来源于含糖饮料的 10g 糖可能会减少每日蔬菜和水果食用量的 40%。含糖食物摄入过量尤其对儿童和青少年的健康和生长发育有较大影响，对于儿童，含糖食品消费过量，尤其是含糖饮料，可能会影响奶或奶制品及其中钙的摄入，进而影响其生长发育尤其是骨骼发育，造成儿童身材矮小。青少年如果消费较多含糖食品，成年以后患肥胖、骨质疏松、糖尿病和老年痴呆的风险更高。然而目前关于糖与微量营养素摄入之间的关系也尚未证实，有研究认为两者之间的作用可能与人群本身营养物质摄入不足和含糖食物摄入过多的特点有关系，因此要评定糖摄入和饮食质量下降之间的关联还需考虑所食用的含糖食物的类型。过量糖摄入与神经功能的关系也有研究，糖摄入过量还可引起神经系统的损害，耶鲁食物成瘾量表测量发现食用含糖食物时产生食物依赖行为的可能性较高。

六、各个国家对糖的推荐量

鉴于过量摄入糖的危害，国际上已经形成共识，需要控制糖的摄入量，WHO 建议在成人和儿童中将游离糖的摄入量减少到总能量摄入量的 10% 以下，并且建议在未来将其进一步减少至 5% 以下。美国、丹麦、北欧和加拿大所推荐的添加糖的供能比均不超过 10%；英国所推荐的添加糖的供能比较低，不足 5%。中国居民膳食指南中对添加糖的推荐摄入水平为每天不超过 50g/d，最好低于 25g/d；在 2019 年卫健委提出的《健康中国行动》中倡导人均每日添加糖摄入量要 $\leq 25\text{g/d}$ ；而巴西、澳大利亚、德国、爱尔兰等国家仅建议限制或不摄入含添加糖的食物，未提出具体的数值。2013 版《中国居民膳食营养素参考摄入量 (DRIs)》指出蔗糖和其他添加糖应限制，提倡摄入营养素 / 能量密度比值高的食物，以保障人体能量充足和营

养素的需要，改善胃肠道环境的需要和预防龋齿的需要。部分国 / 机构关于糖推荐摄入量情况见表 3。

表 3 部分国家/机构关于糖的摄入推荐情况

国别	时间	种类	适用人群	推荐摄入量
WHO	2015	添加糖	儿童和成年人	低于每日总能量摄入量的10%
英国	2015	游离糖	2岁以上健康人群	低于每日总能量摄入量的5%
美国	2015	添加糖	健康人群	低于每日总能量摄入量的10%
丹麦	2013	糖	3岁及以上人群	低于每日总能量摄入量的10%
北欧	2012	添加糖	健康成年人	低于每日总能量摄入量的10%
加拿大	2019	游离糖	2岁以上健康人群	低于每日总能量摄入量的10%
中国	2016	添加糖	2岁以上健康人群	每天不超过50g/d, 最好低于25g/d
爱尔兰	2011	糖	健康人群	建议限制含糖饮料、酒、果汁的摄入
巴西	2014	糖	健康人群	建议使用少量的糖作为调味品
澳大利亚	2013	添加糖	健康人群	建议限制含有添加糖的食物和饮料的摄入量
德国	2012	糖	健康人群	建议限制含糖饮料的摄入

注：在每日 2000Kcal 的饮食基础上，每日总能量摄入量的 10% 的糖摄入量约为 50 g。

第二章

减糖,从国家到个人的健康行动

一、全球减糖,迫在眉睫

2022年世界卫生组织公布的一项调查显示全世界有超过10亿人肥胖,其中6.5亿成年人、3.4亿青少年和3900万儿童,并且这些数字还在增加。估计到2025年将会有1.67亿人(成人和儿童)将因超重和肥胖而产生健康问题。我国成年人糖尿病患病率及食糖消费量呈逐年递增趋势,见图5、6。肥胖将会导致一系列的非传染性疾病,如2型糖尿病、心血管疾病、高血压和中风、癌症等,肥胖患者因COVID-19住院的可能性也高出3倍,由此带来的健康问题、疾病负担和社会对国民健康问题的担忧尤为突出。

为了预防肥胖,并基于过量摄入糖对健康的负面影响,各国正在实施减糖战略。全球范围对含糖食品的管控政策及人们对减糖观念的提升亦加速了减糖食品产业的发展和产品的上市。满足人们对健康食品需求的低糖、代糖食品正在成为新的趋势。

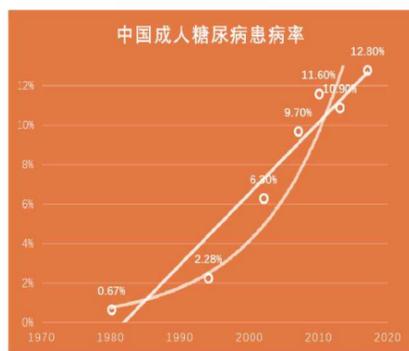


图5 中国成人糖尿病患病率

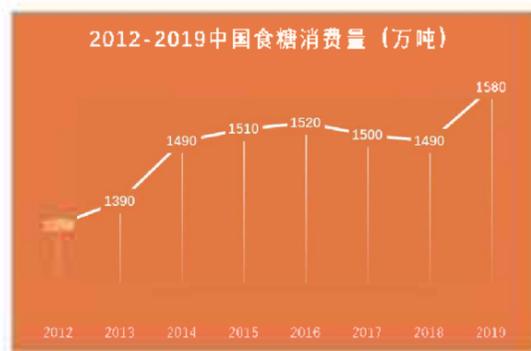


图6 2012-2019年中国食糖消费量(万吨)

为了改善国民营养健康、降低疾病负担,我国发布了《中国居民膳食指南(2022)》、《国民营养计划(2017-2030年)》等文件,提出需要限制糖的摄入,开展科学减糖行动。其中2013版《中国居民膳食营养素参考摄入量(DRIs)》指出蔗糖和其他添加糖应限制,提倡摄入营养素/能量密度比值高的食物,以保障人体能量充足和营养素的需要,改善胃肠道环境的需要和预防龋齿

的需要。中国居民膳食指南中对添加糖的推荐摄入水平为每天不超过50g/d,最好低于25g/d。

以下将从“糖税”政策、FOP政策、禁高糖宣传几个方面分别概述目前国际上对于减糖采取的各类措施及我国的减糖政策。

1. “糖税”政策

由于饮食习惯问题,长期高糖、高脂、高热量饮食带来的健康问题、疾病负担和社会对国民健康问题的担忧在欧美发达国家凸显更早、更为普遍,这也促进了欧美减糖、限糖相关研究的较早开展和相关政策的出台。例如美国没有全国性的征收糖税政策,一些城市已经通过了各自的征税政策;2012年1月1日法国向百事可乐、可口可乐、芬达等含糖软饮料加收1%的税;2018年,英国正式开始向含糖量高的软饮料征收“糖税”等。部分国家、地区/城市实行糖税的时间、税率以及征税范围等情况见表4。

表4 部分国家/地区的糖税政策

国家/地区	开征时间	征税对象	税率
匈牙利	2011	含糖、含盐、含咖啡饮料	含糖量>8g/100mL及水果含量<25%的浓缩果汁,200福林/升
法国	2012	含糖饮料	7.5欧元/100毫升
墨西哥	2014	含糖饮料,不包括纯果汁和所有含人工添加剂的饮料	1比索/升
南非	2018	含糖饮料	每百毫升含糖量超过4克的饮料,将按每克2.1分收税。
芬兰	2011	含糖饮料	含糖量超过5%,0.22欧元/升
智利	2014.1	含糖饮料(不包括纯果汁)	含糖量>6.25g/100mL,税率18%;含糖量<6.25g/100mL,税率10%
英国	2018	含糖饮料	含糖量在5-8g/100mL,18便士/100mL;含糖量在8g/100mL以上,24便士/100mL。
美国加利福尼亚州伯克利	2015	含糖饮料(不包括牛奶、果汁、酒精、膳食替代饮料、减肥汽水);用来制作含糖饮料的糖浆	税率0.01美元/盎司
美国宾夕法尼亚州费城	2016	含糖饮料和含人工甜味剂饮料	税率0.015美元/盎司
美国加利福尼亚州奥尔巴尼	2017	含糖饮料	税率0.01美元/盎司
美国加利福尼亚州奥克兰	2017	含糖饮料	税率0.01美元/盎司
美国科罗拉多州博尔德	2017	含糖饮料	税率0.02美元/盎司
美国加利福尼亚州旧金山	2018	含糖饮料,对婴儿配方奶粉、奶制品、补充剂、医疗饮料、果汁饮料免税	税率0.01美元/盎司
美国华盛顿州西雅图	2018	含糖饮料,不包括无糖苏打水和果汁	税率0.0175美元/盎司

2.FOP 政策

为了解决超重和肥胖等公共健康问题,世界各国政府和食品工业一直致力于提供简化的食品营养信息,制定或实施了各种FOP系统,即包装正面营养标签标识(front-of-package nutrition labels, FOP)。FOP是通过营养素度量法(nutrient profile, NP)对食品整体营养价值进行评价,以图标、符号或描述性文字的形式,概括该度量法的评价结果并标示在预包装食品包装正面营养标签上。一些国家政府已经在预包装产品上贴上警示标签,适用于含有高水平“限制营养素”,如脂肪、盐、糖的食品和饮料产品,以此教育消费者注意大量食用此类食品可能带来的健康风险,帮助消费者做出明智的购买或消费决定。

(1) 哪些国家实施了FOP?

世界各国/地区及机构组织目前正在实施或正在开发的一些关键的FOP营养标签系统中关于糖的标识要求分为强制标识和自愿标识两种,主要国家及机构组织FOP中强制/自愿标识具体情况分别见表5-6。

表5 FOP强制标识糖的国家及机构组织

序号	国家/地区	标识名称	图形
1	厄瓜多尔	Traffic Light Labels	
2	巴西、智利、墨西哥、巴拉圭、秘鲁、乌拉圭	Warning Labels	
3	以色列	Warning Labels	
4	加拿大	Warning Labels	
5	泰国	GDA Labels	
6	新加坡	Nutri-Grade (Beverages)	
7	菲律宾	Traffic Light Labels	
8	斯里兰卡	Colour-coded Labels	

表6 FOP自愿标识糖的国家及机构组织

序号	国家/地区	logo名称	图形
1	国际食品饮料联盟 (IFBA)	GDA Labels	
2	澳大利亚	Daily Intake Guide	
3	美国	Facts Up Front Label	
4	英国	Traffic Light Labels	
5	Choices International Foundation	Choices Logo	
6	丹麦、冰岛、立陶宛、挪威、瑞典	Keyhole Logo	
7	芬兰	Heart Symbol	
8	澳大利亚和新西兰	Health Star Ratings	
9	比利时、法国、西班牙、德国、荷兰	Nutri-score	
10	韩国	Traffic Light Labels	
11	新加坡	Nutri-Grade (Beverages)	

(2) FOP, 让消费者更容易理解营养价值

英国虽然对FOP实行自愿标识,但对糖标识的阈值做了规定。英国政府在2013年与当地食品行业合作推出了FOP标识通常称为“交通警示灯”标签,当食物中总糖含量小于5.0g/100g、饮料中总糖含量小于2.5g/100mL时标识为绿色;当食物中总糖含量为5.0g-22.5g/100g、饮料中总糖含量为2.5g-11.25g/100mL时标识为黄色;当食物中总糖含量大于5.0g/100g(或大于6.0g/份)、饮料中总糖大于11.25g/100mL(或大于13.5g/份)时标识为红色,以帮助消费者在选择食物时考量总糖含量,实现均衡饮食。

2020年新加坡公开确认了政府正在推进的两项措施 Nutri-Grade—颜色编码、分级、营养总结标签将适用于在新加坡销售的所有预包装非酒精饮料,以及对符合“D”级产品的广告禁令,如图7。这两项指标基础的分级系统将基于每100mL的糖和饱和脂肪含量,决定该等级的主要因素是糖, Nutri-Grade scheme 营养等级计划将有四个用颜色编码的等级; A级(绿色)对应的是糖和饱和脂肪的最低阈值(不含甜味剂),而D级(红色)对应的是糖和饱和脂肪的最高阈值。饮料的含糖量将以占体积的百分比形式显示,对于C级和D级的预包装饮料,该标签将是强制性标识,但对于A级和B级的饮料,该标签是自愿标识。

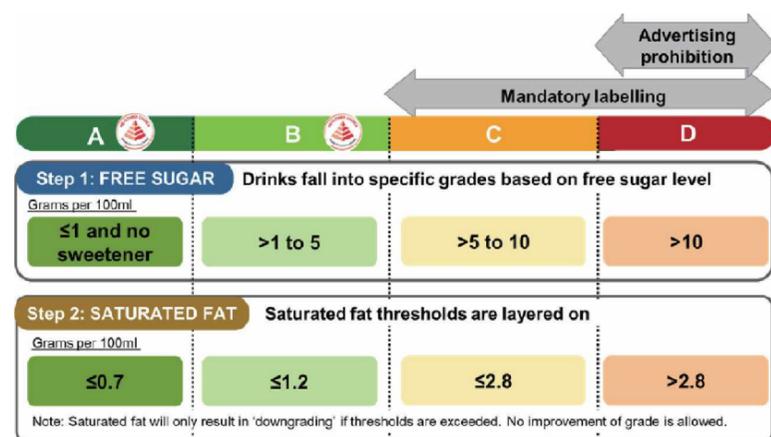


图7 Nutri-Grade 分级系统

3. 禁高糖宣传

为了应对新加坡糖尿病的高发状况,新加坡政府全面禁止高糖饮料的广告,也是首个从政府层面采取全面限制高糖饮料广告措施的国家。2019年,新加坡政府强制要求所售饮料的外包装以颜色分级标签,以告知消费者产品的健康属性,“最不健康的”产品不得在电视、印刷品、网络上进行广告宣传。其中含糖量是评级的主要标准,同时也会考量饮品中所含的饱和脂肪等成分。

4. 我国的减糖政策

中国虽然没有像其他国家那样征收糖税,但高糖饮食带来的健康问题也日益受到关注。我国的减糖政策主要以倡导、建议为主。随着《中国居民膳食指南(2022)》、国务院办公厅颁布的《国民营养计划(2017-2030)》、国务院出台《“健康中国2030”规划纲要》、《健康中国行动(2019-2030年)》等政策法规标准的推出,以及国民健康意识的不断提升,研发满足健康需求以及加工需要的低糖或无糖食品已成为行业发展急需。国内主要的减糖政策及行动见表7。

表7 国内减糖相关产业政策及行动

发布时间	政策	发布机构	主要内容
2022年	中国居民膳食指南	中国营养学会	《中国居民膳食指南(2022)》关于“添加糖”的核心推荐:控制添加糖的摄入量,每天不超过50g,最好控制在25g以下。不喝或少喝含糖饮料。
2017年7月	《国民营养计划(2017-2030年)》	国务院	优先研究加工食品中油、盐、糖用量及其与健康相关性,适时出台加工食品中油、盐、糖的控制措施。广泛开展以“三减三健”(减盐、减油、减糖、健康口腔、健康体重、健康骨骼)为重点的专项行动。
2019年7月	《健康中国行动(2019-2030年)》	国务院	倡导食品生产经营使用食品安全标准允许使用的天然甜味物质和甜味剂取代蔗糖。科学减少加工食品中的蔗糖含量。增加蔗糖等糖的强制标识,鼓励企业进行“低糖”或者“无糖”的声称。倡导城市高糖摄入人群减少食用含蔗糖饮料和甜食,选择天然甜味物质和甜味剂替代蔗糖生产的饮料和食品。提倡成人人均每日添加糖摄入量不高于25克。加强对学生营养管理和营养指导,开展针对学生的营养健康教育。中小学食堂禁止提供高糖食品,校园内限制销售含糖饮料并避免售卖高盐、高糖及高脂食品,培养健康的饮食行为习惯。
2019年11月27日	餐饮行业“三减”行动(北京)	北京市卫生健康委员会、北京市市场监督管理局	为深入贯彻落实《健康中国行动(2019—2030年)》和北京市委、市政府下发的《“健康北京2030”规划纲要》,北京市卫生健康委员会、北京市市场监督管理局联合在全市组织开展“餐饮减油盐、百姓更健康—北京市餐饮行业减盐减油减糖行动”(以下简称餐饮行业“三减”行动),从餐饮行业入手,提升厨师及服务人员的个人健康意识和行为能力,逐步引导广大居民养成健康饮食习惯,为推进健康北京建设提供有力支撑。
2019年2月	《健康口腔行动方案(2019-2025)》	国家卫健委	开展“减糖”专项行动。结合健康校园建设,中小学校及托幼机构限制销售高糖饮料和零食,食堂减少含糖饮料和高糖食品供应。向居民传授健康食品选择和健康烹饪技巧,鼓励企业进行“低糖”或者“无糖”的生产,提高消费者正确认读食品营养标签添加糖的能力。
2019年9月5日	关于规范使用食品添加剂的指导意见	市场监管总局办公厅	提出积极推行减盐、减油、减糖行动。科学减少加工食品中的蔗糖含量,倡导使用食品安全标准允许使用的天然甜味物质和甜味剂取代蔗糖。

2020年1月3日,中国科学技术协会发布“2019年食品安全与健康十大热词专家解读”。其中,中国工程院院士、国家食品安全风险评估中心总顾问陈君石对热词之一的“减盐减油减糖”(简称“三减”)进行了解读并表示,“三减”是针对中国饮食特点提出的,具有非常充分的依据。政府应制定相应政策、策略、法规来主导“三减”行动,餐饮业、食品加工企业需减少盐、油、糖使用,居民则应在日常烹饪过程中,逐步减少盐、油、糖使用。与“三减”有关的就是家庭、食品加工行业、餐饮行业,当然还有管理者、政府等,都需要共同努力才能做好“三减”。

上海、深圳市政府都采取了积极的应对政策,如2021年1月,深圳市卫健委在全国创新性

发布酒精饮料碳酸饮料健康提示标识制作标准和设置规范,明确酒精饮料、碳酸饮料的销售者应当在货架或者柜台上设置符合标准的健康损害提示标识,提示“禁止向未成年人售酒”“儿童青少年不喝或少喝含糖饮料”等内容,如图8。上海市也正在筹备类似的减糖政策。

图8 《深圳经济特区健康条例》碳酸饮料健康提示标识



在健康意识的影响下,“减糖”浪潮推动各大企业争相出新,食品饮料行业掀起低糖/无糖消费热潮。近年来,食品企业在饮料中使用减糖(无糖)相关声称的比例逐渐增加,减少添加糖摄入正在成为全球公认的健康饮食方向之一,减糖已成为食品工业产品创新的重要方向。

二、减糖的有效途径

1. 全民减糖,需国家和社会环境大力支持

消费者的饮食行为改变需要社会支持系统,采取以“环境为导向的干预”优于单纯以“个体行为改变为导向”方法。《健康中国行动(2019—2030年)》中明确指出营造支持性环境社会。广泛开展高糖饮食危害健康的公益宣传,科学传播健康知识、传授健康技能,鼓励全社会参与,深入推进全民健康生活方式,有助于营造减糖支持性环境社会,促进全民减糖行动。

(1) 完善食品安全标准体系,制定以食品安全为基础的营养健康标准,推进食品营养标准体系建设。发展营养导向型农业和食品加工业。政府要加快研究制定标准限制高糖食品的生产销售。

加大宣传力度,推动低糖或无糖食品的生产与消费。实施食品安全检验检测能力达标工程,加强食品安全抽检和风险监测工作。

(2) 加快修订预包装食品营养标签通则,增加蔗糖等糖的强制标识,鼓励企业进行“低糖”或者“无糖”的声称,积极推动在食品包装上使用“包装正面标识(FOP)”信息,帮助消费者快速选择健康食品,加强对预包装食品营养标签的监督管理。研究推进制定特殊人群集体用餐营养操作规范,探索试点在餐饮食品中增加“糖”的标识。研究完善油、盐、糖包装标准,在外包装上标示建议每人每日食用合理量的油盐糖等有关信息。

(3) 推动营养健康科普宣教活动常态化,鼓励全社会共同参与全民营养周、“三减三健”(减盐、减油、减糖,健康口腔、健康体重、健康骨骼)等宣教活动。尽快研究制定我国儿童添加蔗糖摄入的限量指导,倡导天然甜味物质和甜味剂饮料替代饮用。

(4) 加强对食品企业的营养标签知识指导,指导消费者正确认读营养标签,提高居民营养标签知晓率。鼓励消费者减少蔗糖摄入量。倡导食品生产经营者使用食品安全标准允许使用的天然甜味物质和甜味剂取代蔗糖。科学减少加工食品中的蔗糖含量。提倡城市高糖摄入人群减少食用含蔗糖饮料和甜食,选择天然甜味物质和甜味剂替代蔗糖生产的饮料和食品。

(5) 鼓励商店(超市)开设低脂、低盐、低糖食品专柜。

2. 科技创新,助推食品企业科学减糖

(1) 逐渐减少食品配方中糖的使用量

通过逐渐减少糖的用量可以降低消费者对甜味的期望值,随着时间的推移慢慢习惯甜度较小的食品,从而改变消费者对甜度的喜好水平。该项措施在技术层面较易实现,可以从根本上改变消费者对甜度的接受水平;劣势是需要全社会一起推动,可能给产品的销售带来不利影响。这一方法用于家庭自制食品中较为方便,对于食品产业而言,往往需要生产某一品类食品的企业联合实施。同时,也存在一些本身较甜的食品在降低含糖量后难以被消费者接受的情况。除了减少产品配方中的糖含量,直接推出“低糖”、“无糖”产品,开拓新市场,培养消费者的消费习惯,也是很多企业,尤其是饮料企业的重要减糖举措。

(2) 优化甜味感知

优化甜味感知的优势是可以较好的保留产品原本的口感,劣势是不容易实现,减糖效果有限。使用多感觉整合原理,通过增强其他感觉(嗅觉、视觉)进而增强甜味感知同样是有有效的减糖技术。已有多家企业通过优化糖与味觉感受器的接触方式的原理开发了相应的减糖技术。例如以色列的生物技术公司 DouxMatok 研发的 Incredito 糖,将二氧化硅作为蔗糖分子的载体,使单

位时间内更多的与味觉感受器接触的糖浓度增加,从而增强甜味感知。雀巢公司也推出了利用全新减糖技术制成的巧克力棒,在没有添加任何甜味剂的情况下,只通过改变糖本身的结构来实现30%的减糖目的,并保有甜味。

(3) 在食品生产中使用代糖

使用代糖的优势是可以实现大量减糖且保持甜度。相对于蔗糖而言,代糖不产生热量或产生的热量小于同等质量的蔗糖,是蔗糖的良好替代品。劣势是难以完全还原糖的感官特点,作为食品添加剂可能不被部分消费者接受。未来甜味剂的研究方向要在提取和生产工艺上做进一步的研究,从感官的甜味、应用中的保水特性、质构特性、对保质期的影响等多角度进行深入研究发掘。且在生物学层面探究其对生物的神经环路、新陈代谢、机体发育以及心理等方向的影响,使其在代替蔗糖时既能满足人对甜味的需求,同时又达到使人产生愉悦感的作用。为使代糖更易被大众接受,代糖企业创新实践甜味剂复配技术使用赤藓糖醇、抗性糊精(膳食纤维)、蔗糖素、甜菊糖苷等多种原料复配,通过不断优化精进配方比,让口感无限接近真实糖源的口感,前中后甜协调,使甜味更自然,冷热皆宜。

在食品生产中减糖技术创新目前是组合拳,如减少糖的用量、使用甜味剂进行风味修饰和使用代糖,其中使用代糖是最直接、有效的减糖方式。“无糖”是饮料行业发展的重要趋势,国家标准中,无糖饮料指100mL中含糖量不高于0.5g。97%以上的消费者对“0糖0卡”概念的能量饮料都感兴趣。“无糖”几乎成为饮料行业的必选项,如可口可乐、统一、康师傅、娃哈哈、脉动等行业巨头都推出了无糖饮品,并且推出的无糖饮品不止一种。中外新老企业在产品创新中均在强化无糖概念,例如无糖气泡水、无糖茶饮料、无糖碳酸饮料、无糖植物饮料等,部分市售无糖创新产品见表8。

表8 部分市售无糖创新产品

品类	品牌	产品名称	代糖成分
气泡水	可口可乐	小宁宙All-in	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	百事可乐	微笑趣泡	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	盼盼	0糖苏打气泡水	赤藓糖醇
	农夫山泉	苏打气泡水	赤藓糖醇、木糖醇、三氯蔗糖
	元气森林	元气森林气泡水	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	汉口二厂	争气车间气泡水(0糖)	赤藓糖醇、三氯蔗糖

品类	品牌	产品名称	代糖成分
气泡水	喜茶	喜小茶无糖气泡水	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	名仁	白桃苏打气泡水	赤藓糖醇、安赛蜜、三氯蔗糖
	宏宝莱	卡曼橘气泡水	赤藓糖醇
	Kellyone	生气嘭嘭	赤藓糖醇、三氯蔗糖、安赛蜜
	健力宝	微泡水	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	燃力士	复合营养素气泡水	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	锐澳	Heypop水蜜桃味 嘿泡泡气泡水	赤藓糖醇、三氯蔗糖
茶饮料	康师傅	无糖冰红茶	赤藓糖醇、安赛蜜
	统一	茶霸	赤藓糖醇、三氯蔗糖、安赛蜜
	元气森林	燃茶	赤藓糖醇、甜菊糖苷
	让茶	果味茶饮料	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	乐体控	气泡茶	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	百事可乐	佳得乐无糖	安赛蜜
特殊用途饮料	东鹏饮料	0糖特饮	麦芽糖醇、赤藓糖醇、三氯蔗糖、甜菊糖苷
	燃力士	燃力士无糖	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	日加满	无糖含气维生素饮料	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	脉动	脉动无糖	赤藓糖醇、甜菊糖苷、安赛蜜、三氯蔗糖
	元气森林	外星人电解质水	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	李子园	电解质水	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	健力宝	健力宝纤维1	赤藓糖醇、三氯蔗糖、甜菊糖苷
植物蛋白饮料	养元饮品	六个核桃无糖	麦芽糖醇、安赛蜜、三氯蔗糖
	椰树	椰树无糖椰汁	木糖醇、甜菊糖苷

品类	品牌	产品名称	代糖成分
植物蛋 白饮料	露露	无糖杏仁露	木糖醇、安赛蜜
	菲诺	椰汁0糖	赤藓糖醇、三氯蔗糖
苏打水	秋林	苏打水	三氯蔗糖、安赛蜜
碳酸 饮料	可口可乐	雪碧0糖纤维+	阿斯巴甜(含苯丙氨酸)、安赛蜜、三氯蔗糖
	可口可乐	零度可口可乐	阿斯巴甜(含苯丙氨酸)、安赛蜜、三氯蔗糖
	百事可乐	百事可乐无糖	阿斯巴甜(含苯丙氨酸)、安赛蜜
	秋林	大白梨	阿斯巴甜、安赛蜜、甜蜜素
	冰峰	一气呵橙	麦芽糖醇液、赤藓糖醇、安赛蜜、甜蜜素、三氯蔗糖
植物 饮料	达利	和其正无糖凉茶	赤藓糖醇、三氯蔗糖
	王老吉	王老吉无糖凉茶	赤藓糖醇、麦芽糖醇、三氯蔗糖
	江中食疗	越光米稀植物饮料	赤藓糖醇
低度酒 饮料	JOJO	0糖起泡酒	赤藓糖醇、三氯蔗糖

3. 健康减糖,从你我做起

(1) 多喝白开水,不喝或少喝含糖饮料:果汁饮料、碳酸饮料中含糖多,每100mL含糖饮料中平均含有添加糖7g。日常生活中应该多喝白开水,不喝或少喝含糖饮料。

(2) 减少吃高糖食物的次数:为达到相应的口味,一些食品在加工时也会添加很多糖,如饼干、冰淇淋、巧克力、糖果、糕点、蜜饯、果酱等,应摄入含糖量相对较少的此类产品。提倡城市高糖摄入人群减少食用含蔗糖饮料和甜食,选择天然甜味物质和甜味剂替代蔗糖生产的饮料和食品。

(3) 在外就餐或外出游玩时注意控制添加糖摄入:餐馆里的很多菜品均使用了较多的糖,如糖醋排骨、鱼香肉丝、拔丝地瓜、甜汤等,因此,外出就餐时,如选择这类菜品应适量。

(4) 烹调食物时少放糖:烹调菜肴时应少放糖,或者尝试用辣椒、大蒜、醋和胡椒等为食物提味以取代糖,以减少味蕾对甜味的关注。

(5) 婴幼儿食品无需添加糖:婴幼儿应以喝白开水为主,如喝果汁,请喝鲜榨汁、不要额外添加糖;制作辅食时,也应避免人为添加糖,培养让婴幼儿适应食材的原味,从小养成清淡饮食的习惯。

(6) 儿童青少年不喝或少喝含糖饮料:含糖饮料是儿童青少年摄入添加糖的主要来源,建议不喝或少喝含糖饮料。

(7) 要学会查看食品标签中的营养成分表,选择碳水化合物或糖含量低的饮料,注意隐形糖。

提倡学习中国居民膳食科学知识,使用中国居民平衡膳食宝塔、平衡膳食餐盘等支持性工具,根据个人特点合理搭配食物,控制添加糖的摄入量,每天的添加糖最高不超过50g。

第三章

代糖的前世今生

一、代糖是什么

1. 代糖的定义

代糖，从字面上不难理解它的含义，就是代替糖的物质。通俗来讲，就是一类具有甜度的物质，不仅添加于食品或饮料中满足甜味的感受，同时又能减少能量摄入的甜味剂。甜味剂是指赋予食品以甜味的食品添加剂，目前世界上允许使用的甜味剂约有 20 种，包括糖和代糖。代糖的种类有：人工合成的像三氯蔗糖、安赛蜜、糖精、阿斯巴甜、甜蜜素等；来自于天然植物提取物的甜菊糖苷、罗汉果苷等，还有一些糖醇类的功能糖。

2. 代糖的分类

代糖有几种不同的分类方法，按其营养价值来分可分为营养型代糖和非营养型代糖，按其化学结构和性质分类又可分为糖醇类、人工合成和天然类代糖。

2.1 按营养价值分为营养型代糖和非营养型代糖

从产生能量的角度来看，在甜度等同于蔗糖的情况下，热量在蔗糖 2% 以上的是营养型代糖，热量低于蔗糖 2% 就是非营养型代糖。营养型代糖是指含热量，可以提供小于同等质量蔗糖能量的甜味剂。包括山梨糖醇、甘露糖醇、麦芽糖醇、赤藓糖醇、乳糖醇和木糖醇等。非营养型代糖是指赋予食品甜味的同时不会产生任何热量。又可以分为天然甜味剂和人工合成甜味剂。

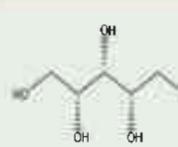
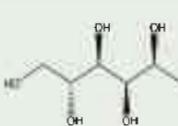
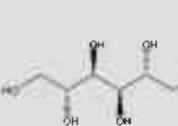
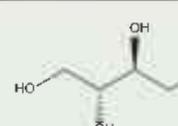
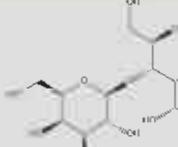
2.1.1 营养型代糖

此类代糖主要是糖醇类，大多数是由糖分子经氢化还原后，将原本分子中的醛基或酮基还原回羟基而形成的。这一还原过程可以是天然的，如山梨浆果中的山梨糖醇；也可以是人工催化的，如氢化麦芽糖制得的麦芽糖醇，当然，之前提到的天然存在的山梨糖醇也可以通过氢化山梨糖人工制取。赤藓糖醇的来源比较特殊，它是由解脂假丝酵母菌等酵母发酵葡萄糖而得到的。

糖醇由于具有和糖类似的化学结构，因此很多物理性质都和糖具有相似性，如糖醇都有液态类似糖浆的产品和固态的结晶或粉末制品，与蔗糖等糖类产品相似；但同时，由于糖醇的化学结构与糖还是存在一定的差异，因此糖醇的化学性质也与糖存在着一定程度上的不同。糖醇的甜度大多在蔗糖的 60%~90% 之间，由于和蔗糖的甜度之间不存在数量级差异，完全替代蔗糖时，也

不会影响到原配方中蔗糖的填充功能，因此在固体食品中的应用较多。糖醇的性质和结构详见表 9。

表 9 常见糖醇的性质和化学结构

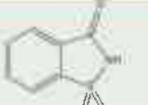
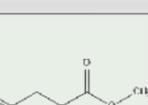
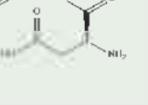
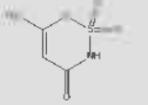
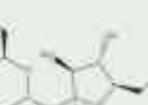
序号	糖醇类别	相对蔗糖甜度(倍)	能量(卡)	GI	说明	结构
1	木糖醇	0.95	2.8-3.0	12-13	是一种天然存在的五碳糖，存在于许多水果和蔬菜中，甚至人体糖类代谢中也能产生木糖醇。因有凉爽愉快口感而被广泛应用于口香糖中。	
2	麦芽糖醇	0.9	2.4	35-52	由淀粉制得的麦芽糖通过氢化作用而产生的，因其可压性和稳定性较好，更适用于各种功能性咀嚼片。	
3	山梨糖醇	0.6	2.4	9	存在于天然的水果（苹果和梨）和蔬菜中，具有显著的清凉感，被广泛应用于糖果、冰激凌等食品和牙膏以及化妆品中。	
4	甘露糖醇	0.6	2.4	0	是山梨糖醇的同分异构体，存在于多种天然食物（橄榄、无花果、食用菌等）和植物中，被应用于麦芽糖、口香糖和年糕等食品的防粘粉。	
5	赤藓糖醇	0.6-0.8	0.4	0	存在于葡萄酒、清酒、啤酒、西瓜、梨、葡萄和酱油等多种食品中，并且在酵母菌和类酵母菌中也观察到，广泛被应用于饮料、口香糖、巧克力和糖果中。	
6	乳糖醇	0.4	2	5-6	不存在于天然食物中，是由脱脂乳制得乳糖，并经还原反应后精制纯化而得到。因其口感清爽香滑，被应用于烘焙食品和冷冻含乳甜食中。	

2.1.2 非营养型代糖

非营养型代糖一般指除糖醇外的各种天然或人工合成的甜味剂，如提取自甜叶菊的甜菊糖苷和罗汉果提取物等天然甜味剂；以蔗糖为原料经化学修饰生成的三氯蔗糖，以及纯人工合成

的糖精等甜味剂。非营养型代糖的甜度一般为蔗糖的数百倍，甜度最低的甜蜜素也可达蔗糖的至少 30 倍，因此只需添加极少量即可为食品或饮料赋予足够强度的甜味觉。非营养型代糖在人体内一般不参与能量代谢，或能参与能量代谢，但由于在食品或饮料中添加量极低而不能起到提供能量的作用。常见的非营养型代糖的性质和化学结构详见表 10。

表 10 常见的非营养型代糖的性质和化学结构

序号	非营养型代糖类别	相对蔗糖甜度(倍)	每日允许摄入量 (ADI) (mg/kg bw/d)	说明	结构
1	糖精	300-500	0-5	是一种无能量的甜味剂，是历史上第一种人工合成甜味剂。在食品中主要应用于饮料和餐桌甜味剂。	
2	甜蜜素	30-50	0-11	是一种无能量的甜味剂，以环拉酸、氰氧化钙和环氨酸钠等多种形式存在。甜蜜素有苦味，但与糖精有良好的甜味协同作用。在一些水果产品中食用可以增强水果的鲜味。	
3	阿斯巴甜	160-220	0-40	是一种低能量的甜味剂，含有 2 种氨基酸的二肽甲酯（结果如图 9 所示），这两种氨基酸为天冬氨酸和苯丙氨酸，广泛存在于水果、蔬菜、坚果和乳制品中。因其稳定性较强，在软饮料和干制食品（餐桌甜味剂、粉末状饮料）中应用广泛。	
4	安赛蜜	200	0-15	是一种无能量的甜味剂，单独大量食用会有苦涩的味道，所以通常与其他甜味剂混合应用于烘焙食品或需要较长时间保存的食品中。	
5	三氯蔗糖	600	0-15	是一种新型高效甜味剂，是由蔗糖经化学修饰而成的一种独特的糖，这种化学修饰可以增强甜度。被广泛应用于饮料、乳制品、烘焙食品、酱菜、罐装食品、糕点糖果中。	
6	甜菊糖苷	200-300	0-4	是从甜叶菊中提取出来的一种高甜度、低能量的天然甜味剂。被广泛应用于蜜饯、果脯、糕点、乳制品、饮料和调味品中。	
7	罗汉果甜苷	300	未经 JECFA 评价	从罗汉果中提取出来的一种低能量天然甜味剂，产于我国南方的一种及时食品又是中药材的物质，可应用于饮料、乳制品、糕点、保健品中。	

注：ADI 来自食品添加剂联合专家委员会（JECFA）。

2.2 从化学结构和性质来看，主要有糖醇类、人工合成甜味剂、天然甜味剂三类。

(1) 糖醇类

糖醇是一类低卡路里、填充型甜味剂，主要有木糖醇、麦芽糖醇、山梨糖醇、甘露糖醇、赤藓糖醇、乳糖醇。

(2) 人工合成甜味剂

我国允许使用的人工合成甜味剂按结构可分为三类，包括二肽类、磺胺类和蔗糖衍生物。其中二肽类有阿斯巴甜等，磺胺类有甜蜜素、安赛蜜和糖精，三氯蔗糖为蔗糖衍生物。

(3) 天然甜味剂

天然甜味剂提取自天然植物，主要包括甜叶菊苷、罗汉果甜苷、甘草酸、甜茶素等多种甜味剂。

3. 什么是“零卡”糖？

“零卡”糖指的是“零”卡路里的代糖，食品标签上营养成分表里“能量”一栏标示为“0 千焦”。我国现行《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》(GB 28050-2011) 规定，当食品中的能量低于 17 千焦/100 克（固体）或 100 毫升（液体）时，就可以声称“零”能量。而目前针对市售供饮饮食调味用的零卡糖，指的是以提供甜味的食品原料和 / 或甜味剂等为主要原料，添加或不添加其他食品原料、食品添加剂而制成的，用于全部或部分替代蔗糖的能量 ≤ 17kJ/100g (mL) 的食品。包含零卡餐桌甜味料、零卡糖浆等。

目前市面上的“零卡”糖的甜味主要来自于赤藓糖醇、安赛蜜、三氯蔗糖、罗汉果甜苷、甜菊糖苷等，其中赤藓糖醇主要由葡萄糖发酵而来，三氯蔗糖由蔗糖制成，罗汉果甜苷、甜菊糖苷则提取自罗汉果和甜叶菊，属于天然甜味剂。“零卡”糖一般是以赤藓糖醇为基础原料，加其他少量高倍甜味剂复配而成，这些高倍甜味剂是甜菊糖苷，罗汉果甜苷、三氯蔗糖、安赛蜜等，而一般高倍复配甜味剂用量很少，热量也很低，和赤藓糖醇复配后，依然可以宣称 0 热量，符合国家标准，如图 9。

4. 代糖的优势

近年来我国国民成人超重肥胖率整体呈现上升的趋势，《中国居民营养与慢性病状况报告（2020 年）》数据显示，目前我国成年居民超重率和肥胖率分别达到了 34.3% 和 16.4%。“减糖”理念成为国民健康意识发展阶段的一个必经环节。各类无糖碳酸饮料、无糖奶茶、无糖麦片、低糖蛋糕等低糖、无糖食品应市而生，走红市场。从糖市场的长期发展来看，蔗糖价格持续上涨，而达到与蔗糖同等甜度，实际用量远远低于蔗糖的人工甜味剂，成本却不到蔗糖的 10%。

营养成分表			
项 目	每100克(g)	NRV%	
能 量	0千焦(KJ)	0%	
蛋 白 质	0克(g)	0%	
脂 肪	0克(g)	0%	
碳水化合物	0克(g)	0%	
糖	0克(g)	0%	
膳 食 纤 维	0克(g)	0%	
钠	6毫克(mg)	0%	

营养成分表			
项 目	每100克(g)	NRV%	
能 量	0千焦(KJ)	0%	
蛋 白 质	0克(g)	0%	
脂 肪	0克(g)	0%	
碳水化合物	98.9克(g)	33%	
糖	0克(g)	0%	
钠	0毫克(mg)	0%	

本品碳水化合物主要来自赤藓糖醇，按照食品安全国家标准 GB 28050 回答说明，其能量系数为 0KJ/g

图 9 营养成分表“零糖”示例

另外，减糖已上升至国家的管理层面，各个国家的政府都已开始对高热量食品和饮料实施额外征税，这推动了人们重新关注减糖，进而成为关注糖替代品的驱动力。此时，代糖相比添加糖，其优势地位凸显而出。对于需要控糖、减糖的特殊人群，合理使用甜味剂是一种较好的选择。甜味剂相对于添加糖来说，有如下优势：

第一，甜度高。大多数的甜味剂都在蔗糖甜度的 50 倍以上，有的达到几百倍、甚至几千倍，因此极少的使用量就可以达到适宜的甜度。

第二，能量低。甜味剂基本不提供能量或只提供很低的能量，在享用甜味的同时可明显减少能量的摄入。而且，甜味剂不参与机体代谢，大多数高倍甜味剂经口摄入后原原本本地排出体外，所以，适合糖尿病患者、肥胖人群和老年人等需要控制能量和碳水化合物摄入的特殊消费群体使用。

第三，不会引起牙齿龋变，不是口腔微生物的合适作用底物。

第四，化学性质稳定，不易出现分解失效现象，适用范围比较广泛。

第五，复配甜味剂不仅可以有效保留食品原有的特性，并且与同等甜度蔗糖的用量相比，成本更低。

目前，市面上有很多添加甜味剂的无糖、低糖食品和饮料，这对于需要减糖和控糖的人群来说非常便利。

二、代糖对健康的影响

糖的甜味，会让大脑分泌幸福激素——多巴胺，但同时又给体重和健康带来“致命打击”。面对这种两难困境，代糖拯救了无数消费者的幸福感。随着全球食糖消费的增加以及糖过量对机体不良影响的明确，代糖被广泛应用。代糖正在取代蔗糖在各类食物、饮料和零食界的 C 位，抱着可以无负担吃甜又不长胖的期待，代糖的健康效应正被广大消费者慢慢的接受。代糖具有低能量、无致龋性、缓慢或完全不被肠道吸收的特性，尤其在控制体重、维持血糖和胰岛素的稳定、保护口腔以及降低心血管疾病的发生等方面发挥着积极的作用。

1. 代糖对体重管理的益处

将代糖替代添加糖在各类食品和饮料中使用，可以有效地降低能量密度，从而达到降低能量摄入的目的。Miller 将 15 篇 RCT 和 9 篇前瞻性 cohort 纳入研究，针对不同能量的代糖对体重及体脂组成的影响进行了系统评价。在前瞻性 cohort 研究中，代糖的摄入未见对体重和脂肪量有明显的改变，但对 BMI 有显著影响。而在其 RCT 研究中，代糖的摄入降低了体重、BMI，脂肪量以及腰围等指标。Kelly A Higgins 的一项随机对照试验对比了 4 种低热量甜味剂和蔗糖对超重或肥胖人体重的影响，将 154 人随机分为蔗糖组、阿斯巴甜组、糖精组、三氯蔗糖组或瑞鲍迪苷 A (rebA) 组干预 12 周，发现与阿斯巴甜组、三氯蔗糖组和 rebA 组相比，蔗糖和糖精组的体重明显增加 ($+1.85 \pm 0.36$ kg 和 $+1.18 \pm 0.36$ kg; $P \leq 0.02$)，彼此之间无区别。与基线相比，干预其他代糖组的体重没有显著变化，但三氯蔗糖的体重变化为阴性，与所有其他代糖组相比，在第 12 周显著降低 (体重差异 $\geq 1.37 \pm 0.52$ kg, $P \leq 0.008$)。干预三氯蔗糖可以降低能量摄入，葡萄糖耐量不受任何甜味剂的影响。

在 Roger 的一项系统性回顾研究中发现，无论短期 (≤ 1 天) 还是长期 (> 1 天) 的食用低能量甜味剂替代膳食中的添加糖，临床试验都表明对人体是有一定健康功效的。在此项研究中的 56 个干预受试对象通过食用低能量甜味剂，在 > 1 天长期实验内，与食用添加糖和水的对照组 (129 名) 相比，低能量甜味剂组的总能量摄入是最低的，且能够有效地降低体重，而 ≤ 1 天的短期对照实验中，在儿童和成年人中，低能量甜味剂摄入组的能量较添加糖组低，但其能量摄入量无统计学差异。RCT 实验结果比较一致的表明，用低能量甜味剂替代膳食中的添加糖可以降低能量摄入从而降低体重，但这对于是否对其 BMI 和肥胖风险的观察性研究中没有得到一致性的结论，这可能与这些观察性研究的局限性有关。

《美国饮食指南 2015-2020》中指出，代糖可能是短期减肥的有用工具，但其作为长期体重管理策略的有效性仍有待进一步考证。表 11 列举了部分随机对照实验研究对代糖摄入对体重的影响结果进行汇总。

表 11 代糖与体重部分相关随机对照试验研究

研究来源	研究类型与数量	结果
Miller等, 2014	随机对照实验 (≥3周) (15项研究)	与对照组相比,代糖的摄入降低了体重(0.8kg)、BMI (-0.24kg/m ²),脂肪量 (-1.1kg)以及腰围 (-0.83cm)等指标。
Rogers等, 2016	短期随机对照实验 (<1天) (56项试验, 129项对照)	在儿童和成年人中,代糖摄入组的能量较添加糖组低,但其能量摄入量无统计学差异。
	持续随机对照试验 (>1天) (10项对照)	与食用添加糖和水的对照组(129名)相比,代糖组的总能量摄入量是最低的,且能够有效地降低体重。
Rogers等, 2021	随机对照实验 (≥1周) (60项研究, 88项对照)	与摄入糖组比较,代糖摄入组的体重 (-1.06kg)和 BMI (-0.35 kg/m ²)显著降低。而与摄入水(或无干预组)相比,对体重、BMI和腰围没有显著差异。代糖胶囊和安慰剂胶囊相比,对体重也没有显著影响。

2. 代糖对糖尿病与血糖管理的益处

糖尿病患者因需要严格的控制碳水化合物和总能量的摄入,以维持正常的血糖水平,所以,合适的甜味剂替代品对于糖尿病患者具有重要意义。而近十年的研究结果一致发现,代糖替代膳食中的添加糖,并不会影响患者的餐后血糖水平和胰岛素水平。

中国糖尿病防治指南中明确提出,低血糖指数食物有利于患者血糖控制。而饮食中甜味的缺乏会影响患者生活质量。此外,虽然目前临床上对糖尿病已有明确的治疗方案,但通过膳食的调整以改善糖尿病的状况,被认为是基础且重要的手段。一项关于代糖与代谢综合征的关系的研究报告中,通过对比果糖和代糖摄入体内后,发现食用果糖组的血糖和胰岛素反应在进食后 1h 内明显升高,而代糖组的血糖和胰岛素水平保持稳定,说明代糖摄入体内后不会快速提升血糖。表 12 列举了一些代糖对血糖影响的研究分析结果。

另外,在甜菊叶,阿斯巴甜,蔗糖对正常和肥胖人群食物摄入量、饱腹感、餐后血糖和胰岛素影响的实验中发现,甜菊叶和阿斯巴甜的两组与蔗糖组的受试者食用了同样多的食物,相比蔗糖组,甜菊叶组在餐后 20-30 分钟的血糖显著降低了;阿斯巴甜组的餐后血糖也明显降低,但是

表 12 代糖对血糖影响的部分研究

研究来源	研究类型与数量	结果
ISA手册, 2018	急性、短期、单剂量研究 (22项健康人群研究)	代糖组与安慰剂组和水组间均未见血糖及胰岛素的变化,只有一项研究人群为糖耐量受损的肥胖人群研究结果例外。代糖与标准餐或糖/碳水化合物比较中发现,代糖组的血糖与胰岛素水平均比糖组低。
	长期研究(2周-6个月) (10项1型和2型糖尿病患者研究)	代糖长期使用对血糖控制及胰岛素敏感性无影响,其中两项研究中,膳食中使用代糖对糖化血红蛋白有轻微的改善效果。
Lohner等, 2020	随机对照实验 (≥4周) (9项糖尿病患者)	非营养型代糖与添加糖、安慰剂或营养型代糖在糖化血红蛋白方面没有明显差异,整个研究可能存在纳入研究和参与者数量较低,以及纳入方法存在局限性。

效果没有甜菊叶明显。这两组的餐后血糖整体曲线更加平稳。

Pamela Thomson 观察了三氯蔗糖对健康男性志愿者的葡萄糖稳态和肠道微生物组的短期影响,发现与安慰剂组相比,三氯蔗糖干预组在实验期 7 天内,志愿者的体重保持不变,血糖控制和胰岛素抵抗没有受到影响,肠道微生物组在门水平上没有被修饰,也就是说食用高剂量的三氯蔗糖 7 天内不会改变健康个体的血糖控制,胰岛素抵抗和肠道微生物组。

关于罗汉果甜苷的一项动物实验结果显示,罗汉果甜苷具有抑制体重增长、降低附睾脂肪组织和肾周脂肪组织重量的作用,并且能够改善系统性糖耐量和胰岛素敏感性,其作用机制是罗汉果甜苷可能从诱导白色脂肪组织棕色化和降低脂肪组织炎症两方面改善了肥胖及肥胖相关的胰岛素抵抗,且效果优于同等甜度条件的阿斯巴甜。

从以上众多研究可以看出,添加代糖的食物或饮料不会让糖尿病患者有餐后血糖迅速上升的风险。另外,表 13 列出了国际上主要国家/机构对代糖在糖尿病患者中的使用也有相关的规定和建议。

表 13 主要国家/机构对代糖在控制糖尿病和血糖作用的声明与建议

组织	声明 / 建议
欧盟法规 Regulation (EU) No432/2012	与食用含添加糖食品相比,食用含糖醇类、三氯蔗糖等甜味剂的食品会降低餐后血糖和胰岛素水平。
美国糖尿病学会《糖尿病管理的营养指南》(2018)	患者在每日可接受范围内食用甜味剂是安全的。
美国营养师学会 (2017)	注册营养师和营养学者应该对糖尿病患者告知,摄入经过批准的甜味剂不会对血糖控制产生重大影响。
英国糖尿病协会 (2018)	对糖尿病患者来说,甜味剂是安全的,有可能降低总体能量和碳水化合物的摄入量,并且在适度消费的情况下可能优于添加糖;对于需要控制能量摄入和体重管理的人群,甜味剂是一项有效的选择,且有助于降低糖化血红蛋白。

3. 代糖对牙齿健康的益处

龋齿是口腔主要的常见病,也是人类最普遍的疾病之一,世界卫生组织已将其与肿瘤和心血管疾病并列列为人类三大重点防治疾病。

据 2017 年第四次全国口腔健康流行病学调查显示,我国 5 岁和 12 岁儿童龋患率分别为 70.9% 和 34.5%;与十年前相比,上升了 5.8 和 7.8 个百分点,儿童患龋情况已呈现上升态势。35-44 岁居民牙石和牙龈出血的检出率分别为 96.7% 和 87.4%,牙龈出血率较十年前上升了 10.1 个百分点,而 65-74 岁老年人的口腔状况与十年前相比有了明显的改善,全口无牙的比例下降了 33.8%。我国中老年人龋齿患病率仍居高不下,十年前已经分别高达 88.1% 和 98.4%。

从理论上讲随着经济水平的发展,口腔状况应该是越来越好才对。但由于生活方式和饮食结构的变化,蛋糕、饼干等精加工含糖食品及含糖饮料的摄入量增加,龋病和其他牙病的发生风险也提高了。过多摄入蔗糖及碳酸饮料后,糖分会被致龋菌利用,形成酸来腐蚀牙表面,产生牙菌斑,并逐步形成“坏牙”。婴幼儿和老年人就是蛀牙“青睐”的高危人群,牙齿刚刚萌出的时候脆弱且稚嫩,易被侵袭;人老后,牙龈逐渐萎缩、牙根暴露,容易造成龋坏。

龋齿的发生受到很多因素的影响,包括口腔内微生物变化、唾液的 PH 值、食物的产酸性、牙齿的矿化、牙菌斑等。而这些因素在各种动物与临床实验中被用来评价代糖对龋齿的预防作用。

木糖醇是最早被发现具有预防龋齿作用的代糖,口腔中的牙细菌不能发酵木糖醇,因此摄入木糖醇不会产酸。此外,木糖醇还能抑制新龋齿的发生,大量的研究显示,经常食用含有木糖醇的

食物,尤其是口香糖,可以减少牙菌斑、致龋齿细菌数量、促进牙釉质再矿化。

麦芽糖醇预防龋齿的研究近期较为关注,在动物和临床实验中已证实,麦芽糖醇与木糖醇在保护口腔健康方面有相同的功效,因为麦芽糖醇也是一类难以发酵的碳水化合物。一些 RCT 实验显示,含有麦芽糖醇的口香糖对改善唾液、牙菌斑、牙釉质再矿化和牙龈炎方面有积极的效果。美国 FDA 和 EFSA 已经批准麦芽糖醇的无糖食品使用“不产生蛀牙”的标志。山梨醇和甘露醇也被 EFSA 批准可以标注“对于牙齿是安全的”健康宣称。

关于赤藓糖醇对于牙齿保护的作用,在一项对 7-8 岁儿童进行为期三年的跟踪干预实验结果显示,与使用其他糖果相比,食用赤藓糖醇糖果的儿童牙菌斑的细菌数量减少,有效保护了口腔的健康。赤藓糖醇的抗龋齿性,不能被突变链球菌等病原菌利用,故由赤藓糖醇制成的糖果、儿童牙膏和口香糖对保护儿童的口腔健康有积极的作用。

三、代糖在食品、餐饮中的使用

以蔗糖为代表的糖在食品领域中的作用是十分重要的,因为除了为食品和饮料引入甜味以外,糖还在糖果和糕点中作为重要的填充成分,但是由于现代消费者健康意识愈发强烈,蔗糖也因其健康的负面影响而愈发受到人们的排斥,因此甜度较高而热量却比较低的代糖,作为糖的替代品,在食品领域中的运用必定十分广泛。截止到 2020 年,全球代糖类甜味剂的市场规模就已经达到了 63.5 亿美元,其中中国的市场规模占到了 20% 左右。而具体到代糖的应用领域,2019 年中国无糖饮料市场的市值大约为 98.7 亿元人民币,与 2018 年相比增长了 46.9%,可见代糖的市场需求仅无糖饮料这一块就已经非常大了。

而对代糖的运用,也是要根据不同代糖自己本身的特点来加以充分利用的。而且代糖内部也在持续地发生更新迭代,如代糖阿斯巴甜的运用现在已经在逐渐减少,而三氯蔗糖等代糖甜味剂的运用则在持续增多。

1. 营养型代糖的应用

营养型代糖主要是糖醇类甜味剂。糖醇的甜度大多在蔗糖的 60%~90% 之间,由于和蔗糖的甜度之间不存在数量级差异,完全替代蔗糖时,也不会影响到原配方中蔗糖的填充功能,因此在固体食品中的应用较多。

(1) 营养型代糖在烘焙食品中的应用

烘焙食品中的面包和蛋糕，为了取得较好的口感，一般会使用蔗糖。以蛋糕类食品中常见的戚风蛋糕为例，传统的戚风蛋糕配方中以 100g 低筋面粉为基准时，制作一个戚风蛋糕还需要 100g 蔗糖相配，同时辅以鸡蛋、豆油等原料。蔗糖在这里除了作为甜味成分外，还充当着填充成分的角色。而制作无糖戚风蛋糕时，往往采用 110g 麦芽糖醇来代替原配方中的 100g 蔗糖。

而在饼干等食品中，尤其是酥性饼干，饼干的感官性状特性要求需要饼胚面团保持一定的吸水性以保证烘烤后饼干口感酥松，一般 100g 低筋面粉需要配 27g 蔗糖和 50g 黄油。麦芽糖醇和山梨糖醇具有较好的吸水性和保湿性，以 30g 麦芽糖醇替换原配方中的 27g 蔗糖时，可以在维持饼干原有甜度的同时，保持饼干在烘烤后的质地和口感。

糖醇在烘焙食品中的使用，可以减少来自糖的热量摄入，同时使焙烤食品对血糖浓度的影响降低，使有控制糖和热量摄入需求的人群也可以食用这类甜食。

(2) 营养型代糖在糖果中的应用

营养型代糖，即糖醇中的很多品类在溶解于水中时会吸收热量而产生清凉感，如山梨糖醇、甘露糖醇、麦芽糖醇和木糖醇都能够产生明显的清凉感，尤其是木糖醇。而蔗糖溶于水时则没有这种明显的清凉口感，而且糖醇与蔗糖又有相近的甜度和物理性质，结晶状态的糖醇和糖一样具备类似的可压缩性和压缩后的硬度，在水中的溶解度和溶解速率也与蔗糖类似，所以糖果和口香糖生产企业常常用糖醇完全代替蔗糖生产各类糖果和口香糖。

由于口腔内的细菌不能发酵糖醇产酸，因此用糖醇代替蔗糖生产的糖果在食用后不会降低唾液的 pH 而造成牙齿脱钙，也就不像蔗糖一样引发龋齿，对维持牙齿及口腔健康具有积极作用。此外大部分糖醇热值都只有同质量糖的 60% 左右，赤藓糖醇甚至接近零热量，因此，糖醇也十分适合用于生产低热量或零热量糖果，以供需要控制热量摄入的人群满足对糖果等甜食的消费需求。

(3) 营养型代糖在饮料中的应用

饮料也是糖的消耗大户，尤其是线下市场上销售火爆的现制奶茶等饮料。根据一份市场调研报告披露的情况，目前中国大陆市面上销售的现制茶饮的含糖量呈现了逐年上升的趋势，仅标识为“无糖”或“不另外添加糖”的奶茶中，含糖量也已于 2019 年的 12.5g/500g 上升至 2021 年的 23g/500g，而“常规糖”奶茶含糖量更是由 2019 年的 21.2g/500g 上升至 2021 年的 36.4g/500g。当每天饮用的市售现制奶茶超过一杯时，糖的摄入量就有很大的可能性超过 WHO 建议的每日每人 50g 糖的上限，有可能增高相关健康风险。但由于奶茶等茶饮中，天然带有来自茶叶的涩味，还有来自其他添加成分的风味，如柠檬等酸味水果的酸味都需要甜味来对饮品的口

味进行调节，因此甜味成分的添加在饮料的制作上具有刚性需求。

为了避免饮料中糖带来的健康危害，很多生产厂家或商家会选择部分使用或完全使用代糖来为饮料调味。尤其以具备糖浆状态的麦芽糖醇液和热量极低的赤藓糖醇最为受欢迎。因为麦芽糖醇对乳蛋白具有一定的保护作用，麦芽糖醇液与固态糖醇相比在饮料中更易混匀，因此常被运用在含乳饮料中。赤藓糖醇则因热量极低，常常被用于各种无糖或声称零热量饮料中；在含糖饮料中，赤藓糖醇的添加往往也能在维持一定程度甜味的同时减少糖的使用量，因此赤藓糖醇也常出现在低糖饮料中。

2. 非营养型代糖的应用

非营养型代糖一般指除糖醇外的各种天然或人工合成的非糖甜味剂，因为添加量极少，所以非营养型甜味剂无法起到和糖及营养型甜味剂一样的食品填充作用，因此使用非营养型甜味剂完全代替蔗糖的食品配方可能还需要按实际需求另外添加食品填充剂。

(1) 非营养型代糖在烘焙食品中的应用

烘焙食品的共同特点是其分类中的所有产品在加工过程中都有高温加热的工序，因此使用甜味剂都需要达到耐高温的要求。这一特点限制了许多非营养型甜味剂的使用，如糖精，它在高温环境和酸性条件下会失去甜味。而大多数烘焙食品在制作饼胚或面团的阶段都有发酵的过程，进入烤箱时大多呈酸性，因此糖精并不适用于烘焙食品。

三氯蔗糖是由蔗糖为原料经化学改造而制得，甜度约为蔗糖的 600 倍，因为它在高温下具备良好的稳定性，能经受住烘焙烤炉的高温条件而且不会在高温下产生有毒物质，并且因为只需要非常少的量就可以产生足够强度的甜味而不会引入过多的热量，三氯蔗糖一经面世便被广泛应用于减肥食品中，在作为代糖用于饼干、糕点等烘焙食品中也可见到。

安赛蜜是一种无能量的甜味剂，在高温条件下十分稳定，因此也常被添加烘焙食品中，而且其甜味在长期保存中强度也不会降低，因此在有较长保质期的食品中也常被用来给食品添加甜味。

(2) 非营养型代糖在糖果中的应用

使用非营养型代糖甜味剂制作糖果，一般都是想利用此类代糖的高甜度和非致龋性，来让糖果达到甜蜜与防龋齿的两者兼得。三氯蔗糖不会被口腔细菌发酵产酸，因此有了益齿防龋的效果，但是三氯蔗糖甜度是蔗糖的 600 倍，制作糖果时不能只用三氯蔗糖代替糖，因此三氯蔗糖在糖果中常与甜度低于蔗糖的营养型甜味剂如糖醇等合用，让糖醇起到糖果配方中的填充作用，三氯蔗糖来起到提升甜度的效果。

阿斯巴甜和三氯蔗糖类似，也常常与其他填充性原料合用，作为糖果中加强甜度的主力成

分，阿斯巴甜可掩盖苦味，因此在使用带苦味的甜味剂的场合，阿斯巴甜也常常作为“救场”甜味剂出现。

甜菊糖苷也是常用于糖果的非营养型甜味剂，由于其甜度是蔗糖的 200~300 倍，因此在糖果中使用时也需要联合使用填充成分，并且甜菊糖苷在浓度较高时会有苦味，因此常常需要联合其他甜味剂使用。

(3) 非营养型代糖在饮料中的应用

三氯蔗糖在室温下具有良好的水溶性，在水溶液中有与蔗糖类似的甜度变化曲线，因此三氯蔗糖的口感与蔗糖十分相似，在部分替代蔗糖时，可以做到不明显改变产品的甜味口感特征，而且在低酸度的饮料，特别是碳酸饮料和乳酸饮料中相对稳定，因此常用作饮料的无热量甜味剂。同时，三氯蔗糖不会被微生物发酵，也不干扰微生物的活动，因此当其作为酸奶的甜味剂时，甚至可以在发酵前加入酸奶的培养基中。

阿斯巴甜也是常用于饮料的非营养型甜味剂，其稳定性较强，可以耐受短时间的加热处理，因此常用于乳饮料、果汁饮料和碳酸饮料中。安赛蜜也具有较好的水溶性，并且其在 pH 值较低的水溶液中稳定性依旧良好，且在加热处理时也保持稳定，因此也常常用于低能量饮料中，不过其口味特点的缘故，实际使用时多与其他甜味剂联合应用。

甜菊糖苷在碱性和酸性条件下均较稳定，而且在短时高温灭菌的条件以及长期储存条件下均能保持较强的稳定性，因此常被用于热加工饮料中，如风味茶饮料、果汁、酸奶等。

3. 代糖甜味剂的应用趋势

(1) 代糖甜味剂申报成功实例

近年来，随着消费者对代糖产品需求的日益增长和对甜味剂研究的深入，许多被验证了安全性的代糖甜味剂都在扩大使用范围和扩大使用量。此外，根据市场监管总局办公厅《关于规范使用食品添加剂的指导意见（市监食生[2019]53号）》中的倡导，食品生产企业应积极推行减盐、减油、减糖行动，科学减少加工食品中的蔗糖含量，倡导使用食品安全标准允许使用的天然甜味物质和甜味剂取代蔗糖。因此，各个研究机构和食品饮料生产企业在对各类甜味剂进行研究与验证后，都在不断申请甜味剂的扩大应用，并取得了一些成果。

在国家卫生健康委（原国家卫生和计划生育委员会）的《关于爱德万甜等 6 种食品添加剂新品种、食品添加剂环己基氨基磺酸钠（又名甜蜜素）等 6 种食品添加剂扩大用量和使用范围的公告》（2017 年第 8 号附件 5）中，甜蜜素就被扩大到了调味面制品中，最大使用量为 1.6g/kg；山梨糖醇被允许按生产需要添加到熟干、烹调、油炸及熏烤水产品中。而《关于食品营养强化剂新

品种 6S-5- 甲基四氢叶酸钙以及氮气等 8 种扩大使用范围食品添加剂的公告》（2017 年第 13 号附件 2）中，国家卫健委则扩大了甜菊糖苷的适用范围，允许在调制乳、水果罐头、果酱、杂粮罐头、即食谷物、调味糖浆和配制酒中使用甜菊糖苷。

三氯蔗糖作为食品添加剂已列入《食品安全国家标准食品添加剂使用标准》（GB2760）中，允许其用于糖果、焙烤食品、酱及酱制品等食品中。在参考了美国食品药品监督管理局和日本厚生劳动省的相关规定后，国家卫生健康委也在公告 2020 年第 8 号文件中，扩大了三氯蔗糖的允许使用范围，增加了肉灌肠类食品，最大使用量可到 0.35g/kg，至 2021 年又再申请扩大使用范围，使其可用于再制干酪的调味。

而国家食品安全风险评估中心在标准征求意见流程后，扩大了安赛蜜的使用范围，允许安赛蜜在豆干类、即食谷物、调味糖浆和凉果类等食品类别中使用；同时还将原本允许使用安赛蜜的蜜饯类、糕点类和茶饮料类食品中的使用量分别扩大到 1.75g/kg、0.5g/kg 和 0.58g/kg。在国家卫生健康委《卫食添通字[2020]第 0016 号》文件中，国家卫健委根据配制酒企业的反馈和申请，历时近一年完成了使用量在 0.35g/kg 的扩大使用范围的申报。

(2) 代糖甜味剂的联合应用

甜味剂单品往往具有口味特点单一或维持时间有差异而使得甜味不自然等问题，因此在实际运用中常常将两种或两种以上的甜味剂联合应用，利用各种甜味剂之间的协同效应和其所产生的味觉特点来达到减少不良口感、促进甜味风味、填补不同甜味剂的味觉缺陷、提高甜味的稳定性和减少甜味剂的使用总量等目的。这些作用都有很多已经过实验验证的例子，如发挥协同作用提升甜度：阿斯巴甜与安赛蜜按 1:1 搭配时，甜度可提升多达 30%；而安赛蜜与甜菊糖苷按 1:1 混合使用时，甜度可提升 6.7%。甜度的时间差的问题，在甜味剂的联合应用中也能得到较好的解决，如安赛蜜甜味出现早但消退也快，前甜明显，强行增加浓度还可能引入苦味，而阿斯巴甜前甜为较弱，但是持续时间较长，两者联合使用时即可产生绵长的甜味；而更多的甜味剂联合使用还能产生更自然的甜味：安赛蜜前甜明快、三氯蔗糖中甜饱满、甜菊糖苷尾韵余甜，赤藓糖醇甜感自然且增加甜味饱满感，这几种甜味剂科学配比即可达到白砂糖的甜感水平。市场也验证了代糖的联合使用更受消费者欢迎，例如可口可乐的健怡系列就由单一使用阿斯巴甜作为甜味剂改为三氯蔗糖与安赛蜜联合的甜味剂，而使得该系列汽水在维持了低热量健康形象的同时，使产品口感更接近蔗糖。

目前饮料市场上的“无糖”饮料配方以“安赛蜜 + 三氯蔗糖”最为常见，在这个配方上同时辅以赤藓糖醇以增强甜味感受与体验的复合配方也是代糖甜味剂联合的主流方案之一。目前，除

了上文提及过的可口可乐以外，碳酸饮料中的雪碧和百事可乐、茶饮料中的康师傅冰红茶、脉动水饮的无糖版、以及植物饮料中的王老吉、椰树牌椰汁和六个核桃等市场占有率颇高的饮料品牌产品均推出了自己的无糖饮料。

(3) 零卡糖的广泛使用

2019年中国糖业协会的一份研究披露，中国人每天每人摄入食糖 31g，虽然没有超过 WHO 设定的 50g 健康风险上限，但是已超过了其建议的最佳消费上限 25g，中国居民已经开始面临食糖过量所带来的健康风险。消费者开始重视低糖甚至是无糖的食品饮料，由此而来的是代糖甜味剂越来越广泛的应用。尤其是一般被认为不提供热量的非营养型甜味剂，如三氯蔗糖，以及营养型甜味剂中热值极低的赤藓糖醇，这些甜味剂的单品或复合配方，有时也会被通俗地称作“零卡糖”。

为了减糖，现在许多企业都推出了自己品牌的低糖或无糖产品。如安徽金禾实业推出了面向零售市场的新消费品牌爱乐甜，主打销售零卡糖系列产品；北京稻香村的无糖食品专柜，销售以糖醇和零卡糖代替蔗糖和果葡糖浆生产的糕点及饼干等食品。2020年，在第一财经等媒体发起的碳酸饮料偏好度调查中，元气森林作为以零卡零糖为卖点的软饮料品牌也获得了消费者的好评，并在天猫和京东两大平台获得非酒精饮料的销量第一，其产品便是主要以赤藓糖醇作为甜味剂。在喜茶和奈雪等网红饮料品牌的小程序平台上，在减糖选项之外，还有使用甜菊糖的代糖选项；瑞幸咖啡在 2022 年春夏出品了一系列以零卡路里为卖点的咖啡现制饮品。同时，在星级酒店、品牌咖啡店及餐厅内，我们也已经越来越多地看到商家开始向顾客提供小包装的零卡糖条，在白砂糖和黄砂糖之外，作为为咖啡、茶等饮品调味的甜味剂。

(4) 新型糖类甜味剂

除了糖醇等甜味剂外，还有一部分具有甜味的物质，也具备了拥有糖的化学特征结构的物质，如阿洛酮糖。

阿洛酮糖是由微生物酶转化果糖生成的一种新型单糖，其化学结构中也有羰基，与果糖的结构类似，是 D-果糖在 C-3 位上的差向异构体，是一种具有还原性的己酮糖。阿洛酮糖能在人类的味蕾上产生相当于蔗糖甜度 70% 的甜味，并且甜度曲线也与蔗糖类似，但其热值仅为 0~0.4kcal/g，相当于不到蔗糖的 10%，不会产生升高血糖的效应，是一种良好的低能量甜味剂，现一般与蔗糖和果糖等混合使用，在维持自然甜味的同时大幅降低食品中所含的热量。阿洛酮糖在小肠被吸收进入人体后，基本不能被代谢，70% 都将原型在摄入后 3 小时后经尿液排出体外；未被小肠吸收而进入大肠的部分也几乎不能被肠道菌群发酵。同时，根据韩国的相关研究，阿洛酮糖还具有减少体脂肪的效果，在控制体重和血糖管理方面具有令人期待的潜能。

第四章

各国的代糖使用管理

一、中国

代糖在中国属于食品添加剂范畴，《国家食品安全标准食品添加剂使用标准》(GB 2760-2014) 和国家卫生健康委员会发布的官方通告文件对三氯蔗糖、安赛蜜、甜菊糖苷、甘露糖醇、赤藓糖醇、乳糖醇、木糖醇、山梨糖醇和山梨糖醇液以及麦芽糖醇和麦芽糖醇液进行了使用范围、添加剂量和最大使用量等条件的规范。

在《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》(GB 28050-2011) 问答的第 24 条中规定了糖醇的能量转换系数：除赤藓糖醇为 0kJ/g 外，山梨糖醇、麦芽糖醇等其他糖醇的能量转换系数均为 10kJ/g。

二、美国

在美国，《美国联邦法规》第 21 篇定义了一般公认安全 (generally recognized as safe, GRAS) 的概念，三氯蔗糖、安赛蜜、甜菊糖苷、山梨糖醇、乳糖醇和赤藓糖醇都被认定属于此类别，允许在特定食品类别中使用。木糖醇和甘露糖醇被批准为食品添加剂，须按《美国联邦法规》第 21 篇的相应章节规定使用。麦芽糖醇则被归类为自我认定的 GRAS。

《美国联邦法规》第 21 篇第 101.9 条对山梨糖醇、麦芽糖醇、甘露糖醇、乳糖醇和木糖醇的能量转换系数为 2.6kcal/g，赤藓糖醇则为 0kcal/g，而且在食品中含有糖醇时，需要表示出糖醇的含量。同时《美国联邦法规》第 21 篇第 101.80 节对于添加了糖醇的食品允许商家对产品进行抗龋齿的健康声称。

三、欧盟

欧盟也有欧盟法规 (EC) 第 1333/2008 号对三氯蔗糖、安赛蜜、甜菊糖苷、甘露糖醇、赤藓糖醇、乳糖醇、木糖醇、山梨糖醇以及麦芽糖醇作为食品添加剂或次级添加剂的使用范围和最大使用量做了详细的规定。

而在欧盟食品标签管理法规 (EU) No 1169/2011 附录 XIV 中则规定了山梨糖醇、麦芽糖醇、甘露糖醇、乳糖醇和木糖醇的能量转换系数为 10kJ/g 或 2.4kcal/g，赤藓糖醇则为 0kJ/g 或

0kcal/g。并且在 2015 年，欧盟允许了乳糖醇在每天食用 10g 的剂量时对“有助于人体正常排便”的健康声称。

四、澳新

澳大利亚和新西兰通过《食品标准法典》附录 16 将作为食品添加剂的三氯蔗糖、安赛蜜、甜菊糖苷、甘露糖醇、赤藓糖醇、乳糖醇、木糖醇、山梨糖醇和麦芽糖醇纳入管理，批准这类甜味剂在各类普通食品中可以按规定适量使用。

第五章

《“糖”的科学选择》倡议

随着我国居民生活水平的提高，食糖、含糖食品消费量不断增加，因能量摄入过多导致的慢性疾病也呈高发态势，糖的摄入与不良健康效应的关系越来越受到关注。研究显示，糖摄入过多与肥胖、龋齿、2 型糖尿病的发病风险增加有关。

《健康中国行动（2019—2030 年）》、《国民营养计划（2017—2030 年）》以及《中国防治慢性病中长期规划（2017—2025 年）》等重要政策文件，都将“减糖”作为一项重要内容。但是，人们对糖的喜爱是与生俱来的。如何才能既满足人们对甜味的口感需求，而又不过多地摄入糖呢？特别是对于需要控制糖摄入的人群，是一个非常重要问题。甜味剂作为赋予食品以甜味的食品添加剂，为这些人群提供了一种可行的选择。

为帮助公众更全面了解，并根据自身需求选择适合自己的食品，中国营养学会营养健康研究院等机构组织食品、营养领域专家，经过调研、分析和讨论，联合发布了《“糖”的科学选择》。

一、添加糖的摄入应限量

添加糖是指食品生产加工、食品餐饮制作或消费者在家烹调过程中添加到食品和饮料中的单糖和二糖，以及天然存在于蜂蜜、糖浆、果汁和果汁浓缩物中的糖类，它不是基本食物，但是可以提供能量，并具有一系列感官和食品加工方面的特殊功能。然而，添加糖除了提供能量，不含其他必需营养素。添加糖提供的能量过多，必然会影响膳食中其他食物和营养素的摄入。如果人体摄入的总能量超过了消耗的能量，就会造成超重或肥胖。因此，控制或减少添加到食品中的糖是关系到健康的重要问题。

世界卫生组织建议控制和减少膳食中糖的摄入量，推荐在整个生命周期将添加糖摄入量控制在总膳食能量的 10% 以下。当食品中添加的糖超过总膳食能量的 10% 时，很难实现总能量控制的健康饮食，超重和肥胖的发病风险增加。当添加糖摄入量 <10% 能量（约 50 克）时，龋齿的发生率下降；当添加糖摄入量 <5% 能量（约 25 克）时，龋齿发生率显著下降。全球有 78 个国家和地区提出应该减少添加糖的摄入量和少吃含糖食品。《中国居民膳食指南 2022》建议，

控制添加糖的摄入量，每天不超过 50g，最好控制在 25g 以下。不喝或少喝含糖饮料。

由于含糖食品的消费量偏高，儿童和青少年成为添加糖摄入量高的重要群体。因此，需要重点关注儿童和青少年，并采取有针对性的措施，例如食品行业特别是儿童食品的减糖措施、针对儿童青少年和家长的科普宣传等。

二、代糖是调和口感和健康之间矛盾的一种较好选择

由于健康的需求，如预防超重/肥胖、控制血糖以及预防龋齿等，许多人不能享受糖所带来的甜美口感。代糖是调和口感和健康之间矛盾的一种较好选择。与添加糖比较，有以下特点。

第一，甜度高。大多数代糖的甜度相当于蔗糖的数百至数千倍不等，故只需添加极少量就能获得满意的甜感。

第二，对血糖几乎没有影响。大部分代糖代谢途径与胰岛素无关，不会引起血糖升高，不产酸，故常常用在糖尿病食品中。

第三，不提供能量或者提供极少的能量。代糖通常不提供能量或只提供较少的能量，因而让人们在享受甜味的同时可明显减少能量摄入，故常常用在减肥食品中。

第四，部分代糖有预防龋齿作用。

目前，市场上有很多使用代糖的低糖、无糖食品和饮料，为需要控糖同时又要享受食物甜美口感的消费者提供了更多选择。消费者还可根据自身健康情况，在烹饪食物时使用代糖替代添加糖。

三、代糖是使用最多的一类食品添加剂

代糖在美国、欧盟及中国等 100 多个国家和地区广泛使用，是世界各地使用最多的一类食品添加剂。代糖可分为营养型代糖和非营养型代糖。营养型代糖包括糖醇类，例如麦芽糖醇、乳糖醇、山梨糖醇、木糖醇和赤藓糖醇等。非营养型代糖，例如阿斯巴甜、糖精（钠）、三氯蔗糖、安赛蜜、纽甜、罗汉果甜苷、甜菊糖苷和索马甜等。被广泛使用的代糖具有安全性好、味觉良好、稳定性好、水溶性好以及在食品加工中使用方便等特点。

代糖已经广泛应用于冷冻食品、乳制品、饮料、糖果、面包、糕点、饼干、蜜饯凉果、果酱、

果冻、膨化食品、配制酒、调味品等众多日常食品和饮料中。

四、适量摄入含甜味剂的食品是安全的

甜味剂发展至今已有一百多年的开发和应用历史，随着技术和研发的进步，甜味剂不断优化，其易用性、稳定性和安全性越来越高。甜味剂的安全性已经得到国际食品安全机构的肯定，国际食品法典委员会、欧盟食品安全局、美国食品药品监督管理局、澳大利亚新西兰食品标准局等机构对所批准使用的甜味剂的科学评估结论均是：按照相关法规标准使用甜味剂，不会对人体健康造成损害。我国《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》（GB2760-2014）对允许使用的甜味剂品种以及使用范围和最大使用量都有具体规定。这些规定都是基于专家的科学风险评估结果制定的，只要按标准使用，是有安全保障的。

《健康中国行动（2019—2030 年）》倡导食品生产经营者使用食品安全标准允许使用的天然甜味物质和甜味剂取代蔗糖。科学减少加工食品中的蔗糖含量。提倡城市高糖摄入人群减少食用含蔗糖饮料和甜食，选择天然甜味物质和甜味剂替代蔗糖生产的饮料和食品。

我们号召科普工作者和媒体积极开展科学传播，帮助公众科学认识糖、全面了解甜味剂。同时，也倡导食品生产企业为消费者提供更多“低糖”、“无糖”的产品，为消费者提供多样的选择。

参考文献

- [1] Who. Handbook for Guideline Development.[Z]. URL accessed on 9/24/2013 at: www.who.int/hiv/topics/mtct/grc_handbook_mar2010_1.pdf, 2010.
- [2] Sheiham A. Dietary effects on dental diseases[J]. Public Health Nutr. 2001, 4(2B): 569-591.
- [3] Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases[J]. World Health Organ Tech Rep Ser. 2003, 916: 1-149.
- [4] Moynihan P J, Kelly S A. Effect on caries of restricting sugars intake: systematic review to inform WHO guidelines[J]. J Dent Res. 2014, 93(1): 8-18.
- children with and without dental caries experience[J]. J Am Dent Assoc. 2007, 138(1): 39-46.
- [5] 王国珍, 罗云纲, 李美华. 吉林省长春地区儿童龋病患病现状及相关影响因素调查分析[J]. 吉林大学学报(医学版). 2013(05).
- [6] 欧阳欣, 朱瑾, 冯娟, 等. 昆明市区 12 岁儿童龋病调查及影响因素分析[J]. 昆明医科大学学报. 2012(07).
- [7] 罗蝶, 赖佳伟, 欧晓艳, 等. 江西省 12 岁儿童龋病流行现状及其与含糖食物摄入行为的相关分析[J]. 中国循证医学杂志. 2020,20(03): 267-271.
- [8] 江汉, 台保军, 杜民权, 等. 1 080 名 15 岁青少年患龋情况及社会 - 行为危险因素的影响[J]. 华西口腔医学杂志. 2010(06).
- [9] Te M L, Mallard S, Mann J. Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials and cohort studies[J]. BMJ. 2013, 346: e7492.

[10] Miller P E, Perez V. Low-calorie sweeteners and body weight and composition: a meta-analysis of randomized controlled trials and prospective cohort studies[J]. *Am J Clin Nutr*. 2014, 100(3): 765-777.

[11] Galeone C, Pelucchi C, La Vecchia C. Added sugar, glycemic index and load in colon cancer risk[J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2012, 15(4): 368-373.

[12] Michaud D S, Fuchs C S, Liu S, et al. Dietary glycemic load, carbohydrate, sugar, and colorectal cancer risk in men and women[J]. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2005, 14(1): 138-147.

[13] Aune D, Chan D S, Lau R, et al. Carbohydrates, glycemic index, glycemic load, and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies[J]. *Cancer Causes Control*. 2012, 23(4): 521-535.

[14] Aune D, Chan D S, Vieira A R, et al. Dietary fructose, carbohydrates, glycemic indices and pancreatic cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies[J]. *Ann Oncol*. 2012, 23(10): 2536-2546.

[15] Te Morenga, L., Howatson, A., Jones, R. and Mann, J. Dietary sugars and cardiometabolic risk: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2014:, 100(1) : 65-79.

[16] Khan, T., Tayyiba, M., Agarwal, A., Mejia, S., de Souza, R., Wolever, T., Leiter, L., Kendall, C., Jenkins, D. and Sievenpiper, J. Relation of Total Sugars, Sucrose, Fructose, and Added Sugars With the Risk of Cardiovascular Disease. *Mayo Clinic Proceedings*. 2019, 94(12): 2399-2414.

[17] Heidemann, G., Schulze, M., Franco, O., van Dam, R., Mantzoros, C. and Hu, F.

Dietary Patterns and Risk of Mortality From Cardiovascular Disease, Cancer, and All Causes in a Prospective Cohort of Women. *Circulation*. 2008, 118(3): 230-237.

[18] Akesson A, Weismayer C, Newby PK, Wolk A. Combined effect of low-risk dietary and lifestyle behaviors in primary prevention of myocardial infarction in women. *Arch Intern Med*. 2007 Oct 22, 167(19) : 2122.

[19] Welsh J A, Sharma A, Cunningham S A, et al. Consumption of added sugars and indicators of cardiovascular disease risk among US adolescents[J]. *Circulation*. 2011, 123(3): 249-257.

[20] Welsh J A, Sharma A, Abramson J L, et al. Caloric sweetener consumption and dyslipidemia among US adults[J]. *JAMA*. 2010, 303(15): 1490-1497.

[21] Lee A K, Binongo J N, Chowdhury R, et al. Consumption of less than 10% of total energy from added sugars is associated with increasing HDL in females during adolescence: a longitudinal analysis[J]. *J Am Heart Assoc*. 2014, 3(1): e615.

[22] Te M L, Howatson A J, Jones R M, et al. Dietary sugars and cardiometabolic risk: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids[J]. *Am J Clin Nutr*. 2014, 100(1): 65-79.

[23] Elena Fattore, Francesca Botta, Carlo Agostoni, and Cristina Bosetti. Effects of free sugars on blood pressure and lipids: a systematic review and meta-analysis of nutritional isoenergetic intervention trials. *Am J Clin Nutr* 2017;105:42-56.

[24] Greenwood D C, Threapleton D E, Evans C E, et al. Association between sugar-sweetened and artificially sweetened soft drinks and type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies[J]. *Br J Nutr*. 2014, 112(5): 725-734.

[25] Althuis M D, Weed D L. Evidence mapping: methodologic foundations and application to intervention and observational research on sugar-sweetened beverages and health outcomes[J]. *Am J Clin Nutr*. 2013, 98(3): 755-768.

[26] Hu F B. Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases[J]. *Obes Rev*. 2013, 14(8): 606-619.

[27] Sonestedt E, Overby N C, Laaksonen D E, et al. Does high sugar consumption exacerbate cardiometabolic risk factors and increase the risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease?[J]. *Food Nutr Res*. 2012, 56.

[28] Laville M, Nazare J A. Diabetes, insulin resistance and sugars[J]. *Obes Rev*. 2009, 10 Suppl 1: 24-33.

Christine S. Tsilas HBSc, Russell J. de Souza ScD RD,

[29] Relation of total sugars, fructose and sucrose with incident type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *CMAJ*, 189, 20: E711-E720.

[30] Tszanzi E, Fitch C W, Tou J C. Effect of consuming different caloric sweeteners on bone health and possible mechanisms[J]. *Nutr Rev*. 2008, 66(6): 301-309.

[31] Tasevska N, Park Y, Jiao L, et al. Sugars and risk of mortality in the NIH-AARP Diet and Health Study[J]. *Am J Clin Nutr*. 2014, 99(5): 1077-1088.