

## 赤藓糖醇的科学共识

(中国食品科学技术学会 北京 100048)

**摘要** 随着健康饮食理念的盛行及减糖、低糖需求的增长,甜味剂——赤藓糖醇备受市场和行业关注。本文通过文献检索分析与专题研讨的形式开展研究,在综合分析赤藓糖醇国内外研究与应用现状的基础上,结合食品添加剂、食品科学等科技界与产业界相关专家意见,形成赤藓糖醇的科学共识,即:赤藓糖醇是一种四碳多元醇,在自然界中广泛存在,具有低能量、高耐受量等特性,目前工业化生产以微生物发酵法为主;赤藓糖醇作为食品添加剂的安全性虽已得到国内外权威机构的认可,但仍需加强其生产与应用等方面的科学研究,推动科学认知。本共识对引导行业科学认识、企业规范使用、公众合理消费赤藓糖醇具有重要的指导意义,有助于推动含赤藓糖醇食品的创新与发展。

**关键词** 赤藓糖醇;甜味剂;科学共识;微生物发酵;安全性

**文章编号** 1009-7848(2022)12-0405-08 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2022.12.039

糖是维持机体生理功能不可缺少的物质之一,是食品加工中所需的重要物质,然而,糖的过度摄入与超重和肥胖等慢性非传染性疾病密切相关。世界卫生组织(WHO)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游离糖摄入量控制在总膳食能量的 10% 以下<sup>[1]</sup>。我国《国民营养计划(2017—2030 年)》《健康中国行动(2019—2030 年)》《“十四五”国民健康规划》等重要政策文件都将“减糖”列为重要内容之一。近年来,食品科技界和产业界一直在为实现“减糖”目标努力,很多甜味剂被广泛应用于食品加工中,其中,赤藓糖醇作为甜味剂的典型代表之一备受关注。目前,赤藓糖醇产业发展迅猛,其被广泛应用于烘焙食品、餐桌甜味料、饮料、糖果等生产加工过程中,是满足消费者享受“甜蜜”的选择之一。基于“减糖”的需要与赤藓糖醇相关产业的发展,本文在系统梳理相关科学研究、生产技术、标准法规等内容的基础上提出科学共识,以引导行业形成对赤藓糖醇的科学认识,推动其在食品产业中的合理使用。

### 1 赤藓糖醇是一种天然存在的物质,具有特定的理化 and 代谢特性

赤藓糖醇化学名称为 1,2,3,4-丁四醇,分子式为  $C_4H_{10}O_4$ , 相对分子质量为 122.12。作为一种

天然甜味剂,赤藓糖醇广泛存在于自然界中,如蘑菇、西瓜、梨、葡萄等农产品以及葡萄酒、清酒、啤酒和酱油等发酵产品,含量最高可达 0.13%<sup>[2]</sup>。

赤藓糖醇不含有还原性醛基,对热和酸的稳定性高;易溶于水,在 25℃ 下的溶解度为 37%,溶于水并吸热,以固体形式食用时会产生清凉感;结晶性好,吸湿性低,在 20℃、相对湿度 90% 的环境中仍不吸潮;是蔗糖甜度的 60%~80%,甜味纯正,无后苦味<sup>[3-4]</sup>。

低能量与特殊代谢途径是赤藓糖醇代谢特性之一。赤藓糖醇能量系数为 0.88 kJ/g,是目前使用的多元醇甜味剂中能量最低的一种(表 1)<sup>[5]</sup>。《食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》(GB 28050-2011)问答(修订版)第二十四条规定:“鉴于目前糖醇在部分类别食品中使用较多,为科学计算能量,建议赤藓糖醇能量系数为 0 kJ/g,其它糖醇的能量系数为 10 kJ/g”<sup>[6]</sup>。在机体内,赤藓糖醇以被动扩散的方式被小肠吸收,虽有 80%~90% 的赤藓糖醇可以进入血液循环,但不会被机体内的酶系统分解,最终经尿液排出体外;另外约有 10%~20% 的赤藓糖醇进入大肠中,其中仅有一半可经发酵生成脂肪酸,并被重新吸收和代谢<sup>[7-8]</sup>。这种特殊的代谢途径使得摄入的赤藓糖醇中最多只有 5%~10% 能为人体提供能量。此外,赤藓糖醇代谢途径与胰岛素无关,不会引起血糖波动,其平均血糖生成指数和胰岛素血症指数分别是 0 和 2<sup>[9]</sup>,说明摄入赤藓糖醇不会影响肥胖患者的肠道葡萄糖吸收<sup>[10]</sup>。

收稿日期: 2022-11-23

通信作者: 中国食品科学技术学会

E-mail: cifst@126.com

表1 赤藓糖醇与其它糖醇的性质

Table 1 Properties of erythritol and other sugar alcohols

糖醇名称	相对甜度/% <sup>a</sup>	能量系数/kJ·g <sup>-1</sup> <sup>b</sup>	血糖生成指数 <sup>c</sup>	最大非致泻剂量/g·kg <sup>-1</sup> bw
赤藓糖醇	60~80	0.88	0	0.66~1.0+
乳糖醇	30~40	8.37	5~6	0.34
异麦芽酮糖醇	45~65	8.37	2~9	0.3
麦芽糖醇	90	8.79	35~52	0.3
山梨醇	40~70	10.88	9	0.17~0.24
甘露醇	40~70	6.70	0	0.3
木糖醇	100	10.05	12~13	0.3~0.42

注:<sup>a</sup>以蔗糖甜度为100%计算;<sup>b</sup>每克碳水化合物(如蔗糖、葡萄糖)能量系数约为16.7 kJ/g;<sup>c</sup>以葡萄糖血糖生成指数为100%计算。

肠道耐受性好是赤藓糖醇的另一特性。与其它糖醇相比(表1),赤藓糖醇的最大非致泻剂量(Maximum non-laxative dose)为0.66~1.0+ g/kg bw<sup>[6]</sup>,明显高于其它糖醇。有关人体肠道耐受情况的研究显示,18~24岁健康志愿者以液体形式摄入20~35 g赤藓糖醇时,肠道耐受良好,无不良症状;当赤藓糖醇摄入量达到50 g时,可观察到腹泻和恶心等情况<sup>[11]</sup>。同时,临床研究显示,4~6岁儿童摄入含15 g赤藓糖醇的饮料后,未观察到腹泻和/或严重肠道症状<sup>[12-13]</sup>。此外,需要注意的是,过量摄入糖醇引起的腹泻并不是一种疾病,而是对肠腔中缓慢吸收碳水化合物的简单渗透反应,即在小肠中未被吸收的糖醇由于渗透作用可能导致腹胀、腹泻和胀气。部分人在食用1次后会出现这种症状,随着持续食用,多数人会对糖醇产生一定程度的耐受性,相关胃肠症状也会减弱或消失<sup>[6]</sup>。

此外,赤藓糖醇在口腔保护方面也有积极意义。研究表明,赤藓糖醇在口腔中不仅不会被变形链球菌利用,还可抑制其在口腔中的生长和黏附<sup>[14]</sup>,从而发挥对口腔的有益作用。在一项为期3年的临床试验中,接受赤藓糖醇治疗的受试者牙菌斑中乙酸和丙酸水平、斑块变形链球菌计数均显著低于接受木糖醇或山梨糖醇治疗的受试者<sup>[15]</sup>。

## 2 赤藓糖醇的工业化生产目前以微生物发酵法为主,产业发展迅速

随着相关研究与应用的不断深入,赤藓糖醇的需求量持续增长。据预测,未来5年全球赤藓糖醇需求量将以20.3%的年均复合增长率增长,到

2025年,达到约48.9万t;我国赤藓糖醇的消费量从2018年的约5500t增长至2020年的约4.1万t<sup>[16]</sup>。虽然赤藓糖醇在自然界中广泛存在,但其含量低,无法满足商业化的大规模应用需求。目前,赤藓糖醇主要通过微生物发酵法进行工业化生产。

自然界中可以合成赤藓糖醇的微生物很多,如丛梗孢酵母(*Moniliella pollinis*)、三角酵母、丝孢酵母、解脂耶氏酵母等嗜高渗酵母<sup>[17]</sup>和酒类酒球菌、酒明串珠菌、乳杆菌等细菌<sup>[18]</sup>。赤藓糖醇在酵母和细菌中的合成路径有所不同。在酵母中,赤藓糖醇通过磷酸戊糖途径合成,该途径产生的赤藓糖-4-磷酸经脱磷酸形成赤藓糖,而后在赤藓糖还原酶的作用下形成赤藓糖醇;在细菌中,通过磷酸乙酰醇酶途径中的还原型辅酶Ⅱ(NADPH)再生环节可生成赤藓糖醇<sup>[19-20]</sup>。根据《食品安全国家标准 食品添加剂 赤藓糖醇》(GB 26404—2011),赤藓糖醇主要以葡萄糖为生产原料,利用丛梗孢酵母、类丝孢酵母(*Trichosporonides megachilensis*)和解脂假丝酵母(*Candida lipolytica*)进行发酵生产<sup>[21]</sup>。

## 3 赤藓糖醇的安全性受到广泛认可,多国已批准在食品中使用

多项体外、体内动物实验研究和人体临床研究对赤藓糖醇的安全性进行了评估,尚没有证据表明赤藓糖醇在当前使用条件下会对健康产生任何不良影响<sup>[2,22-23]</sup>。美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)审查了已有关于赤藓糖醇吸收和代谢、急性和亚慢性毒性、

生殖和发育毒性、诱变和遗传毒性、慢性毒性、动物致癌性以及临床研究相关数据,未发现明显的安全问题,公布了赤藓糖醇的GRAS认证(Generally Recognized as Safe notice, GRN NO. 789)<sup>[23]</sup>。

目前,赤藓糖醇已通过国际食品法典委员会(Codex Alimentarius Commissio, CAC)、美国食品药品监督管理局(FDA)、欧盟食品科学委员会(Scientific Committee on Food, SCF)、澳大利亚新西兰食品标准局(Food Standards Australia New Zealand, FSANZ)等国际权威组织和多国监管部门的安全性评估,可作为食品添加剂应用于生产中(详见表2)。

#### 4 我国已构建赤藓糖醇生产和使用标准体系,允许在食品中按生产需要适量使用

参照国际相关经验,目前我国已构建有关赤藓糖醇生产、检测和使用的标准(表3),以规范其在食品工业使用的安全性。关于赤藓糖醇在食品加工中的具体添加量,依据GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》<sup>[33]</sup>将赤藓糖醇归属于附表A.2《可在各类食品中按生产需要适量使用的食品添加剂名单》中,即赤藓糖醇可作为甜味剂应用于各类食品中,无具体使用量的数值规定,按生产需要适量添加,因此,在食品工业生产中,按照国家食品安全法规及标准添加赤藓糖醇是安全可行的。

### 5 专家建议

#### 5.1 进一步深化赤藓糖醇生产、应用、安全性等方面的科学研究

虽然我国赤藓糖醇产业发展迅速,但是在生产与应用等科学研究领域仍有待深耕。在生产方面,可进一步优化赤藓糖醇生产工艺,提高微生物发酵原料利用率,提高过滤、脱色、分离、浓缩、结晶等操作单元生产效率,降低各操作单元能源消耗。同时,发掘更多安全的赤藓糖醇生产菌株,拓宽赤藓糖醇生产原料范围,降低赤藓糖醇生产成本。

在应用方面,可持续挖掘赤藓糖醇的加工特性,明确赤藓糖醇与其它食品组分的互作机制。加强赤藓糖醇功能性的研究,明确赤藓糖醇的构效

关系,为赤藓糖醇在食品工业中的应用夯实理论基础。此外,拓宽赤藓糖醇的应用范围,如其在糖渍食品、调味品等更多食品品类中的应用。

在安全监管方面,尽管我国标准与国际标准以及其他国家标准一致,在各类食品的生产中还需适量添加赤藓糖醇。然而,由于过量摄入赤藓糖醇可能存在部分敏感人群胃肠出现不适的风险,因此建议加强其安全性的持续评估与研究,研究制定赤藓糖醇在我国某些食品中使用量的标准。

#### 5.2 加强行业自律,合理使用赤藓糖醇

依据我国现行标准GB 2760-2014《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》,目前赤藓糖醇作为甜味剂可在乳及乳制品、糖果、焙烤食品、饮料等各类食品中按生产需要适量使用,尚无具体限量值规定。为确保其食用安全性,行业应加强自律,在满足工艺必要性基础上,合理添加赤藓糖醇,为消费者提供更多健康、美味的好产品。

#### 5.3 开展科普宣传,提升消费者对赤藓糖醇的认知

赤藓糖醇作为甜味剂,在食品中的使用既可满足人们享受美味的需求,也可实现减糖、控糖、控制能量摄入的目标。目前,市面上有很多标识“低糖”“无糖”“无蔗糖”的食品,可能给消费者的正确选购造成误导。鉴于此,政府部门、业界专家、企业、行业组织、新闻媒体等需从科学的角度加强科普宣传教育工作,通过权威渠道,以社会活动、网络宣传等多种形式传播相关科学知识,指导消费者科学消费。

致谢:

顾问:

孙宝国 北京工商大学

谢明勇 南昌大学食品科学与技术国家重点实验室

项目组专家(按姓氏汉语笔画排序):

丁钢强 中国疾病预防控制中心营养与健康所

王君巧 南昌大学食品学院

王 鸥 中国疾病预防控制中心营养与健康所

江正强 中国农业大学食品科学与营养工程学院

李 宁 国家食品安全风险评估中心

李延啸 中国农业大学工学院

表2 涉及食品添加剂赤藓糖醇的相关国际标准和法规  
Table 2 Relevant international standards and regulations involving food additive erythritol

标准/法规号/发布文号	标准/法规名称	国家/地区/组织	类型	状态	涉及的相关条例
CODEX STAN 192 <sup>[24]</sup>	食品添加剂通用法典标准	国际食品法典委员会	标准	现行有效	
Regulation (EC) No 1333/2008 <sup>[25]</sup>	欧洲议会和理事会关于食品添加剂的法规 1333/2008	欧盟委员会	技术法规	现行有效	
Regulation (EU) No 1129/2011 <sup>[26]</sup>	对 (EC) No 1333/2008 附录 II 的修订条例	欧盟委员会	技术法规	现行有效	赤藓糖醇可添加到食品中,使用条件为适量添加(甜味剂除外)
Regulation (EU) No 1130/2011 <sup>[27]</sup>	对 (EC) No 1333/2008 附录 III 的修订条例	欧盟委员会	技术法规	现行有效	赤藓糖醇可添加到所有食品添加剂、香料和营养成分中,使用条件为适量使用(作为甜味剂和增味剂用途时除外)
Regulation (EU) No 2015/1832 <sup>[28]</sup>	对 (EC) No 1333/2008 附录 II 的修订条例	欧盟委员会	技术法规	现行有效	批准赤藓糖醇(E968)作为在增味剂用于低能量或无糖风味饮料,添加上限为 1.6%
Regulation (EU) 2018/1555 <sup>[29]</sup>	拒绝批准某些食品的健康声明和提及降低疾病风险食品和药品法规	欧盟委员会	技术法规	现行有效	拒绝含有至少 90%赤藓糖醇的无糖硬糖可以降低牙齿菌斑的健康声明
C.R.C., c. 870 <sup>[30]</sup>		加拿大卫生部	技术规范	现行有效	赤藓糖醇可应用于营养饮料、以脂肪为主的奶油馅料和配料、营养饼干和威化饼、软糖、硬糖、口香糖等
NOM/ADM-0111 <sup>[31]</sup>	修订《允许使用甜味剂清单》的公告	加拿大卫生部	公告	现行有效	加拿大扩大赤藓糖醇使用范围,允许其作为甜味剂用于增稠产品中,使用量为 2.0%,并修订《允许的食品添加剂列表-表 9 甜味剂》。
F2019C00128 <sup>[32]</sup>	澳大利亚新西兰食品标准法典附表 16-可用作食品添加剂的物质类型	澳大利亚新西兰食品标准局	标准	现行有效	赤藓糖醇可作为一种食品添加剂,按照良好生产规范(GMP)添加

表3 涉及食品添加剂赤藓糖醇的相关国内标准法规

标准/法规号	标准/法规名称	标准类别	颁发部门	发布日期	实施日期	适用范围
GB 26404-2011 <sup>[20]</sup>	食品安全国家标准食品添加剂 赤藓糖醇	国家标准	原卫生部	2011-03-15	2011-05-15	以葡萄糖为主要原料,利用解脂假丝酵母或丛梗孢酵母或类丝孢酵母经发酵转化为赤藓糖醇,再通过精制等工艺得到的食品添加剂赤藓糖醇晶体产品

(续表3)

标准/法规号	标准/法规名称	标准类别	颁发部门	发布日期	实施日期	适用范围
GB 5009.279-2016 <sup>[34]</sup>	食品安全国家标准 食品中木糖醇、山梨醇、麦芽糖醇、赤藓糖醇的测定	国家标准	原国家食品药品监督管理总局、原国家卫生和计划生育委员会	2016-12-23	2017-06-23	口香糖、饼干、糕点、面包、饮料中木糖醇、山梨醇、麦芽糖醇、赤藓糖醇含量的测定
QB/T 2985-2008 <sup>[35]</sup>	食品添加剂 赤藓糖醇	轻工标准	国家发展和改革委员会	2008-06-16	2008-12-01	以葡萄糖为原料,利用解脂假丝酵母或丛梗孢酵母或类丝孢酵母经发酵转化为赤藓糖醇,再通过精制等工艺得到的赤藓糖醇晶体产品
SN/T 3850.1-2014 <sup>[36]</sup>	出口食品中多种糖醇类甜味剂的测定 第1部分:液相色谱串联质谱法和离子色谱法	进出口行业标准	原国家质量监督检验检疫总局	2014-01-13	2014-08-01	出口食品原味发酵乳、胡椒粉、鱼丸、油炸小麻花、酱菜、冰棍、果冻、糕点、糖果、巧克力中6种甜味剂含量的测定和确证
SN/T 3850.2-2014 <sup>[37]</sup>	出口食品中多种糖醇类甜味剂的测定 第2部分:气相色谱法	进出口行业标准	原国家质量监督检验检疫总局	2014-01-13	2014-08-01	糖果(包括口香糖)、饼干、面包、牛奶、饮料(包括含乳饮料)等无糖食品中赤藓糖醇、木糖醇、甘露糖醇、山梨糖醇和麦芽糖醇含量的测定

邵 薇 中国食品科学技术学会

严卫星 国家食品安全风险评估中心

孟素荷 中国食品科学技术学会

郭新光 中国食品发酵工业研究院有限公司

聂少平 南昌大学食品学院

夏书芹 江南大学食品学院

工作组秘书:

于 洋 中国食品科学技术学会

张 悦 中国食品科学技术学会

## 参 考 文 献

- item/9789241549028.
- [2] BERT N W O, BORZELLECA J F, FLAMM G, et al. Erythritol: A review of biological and toxicological studies[J]. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 1996, 24(2): S191-S197.
- [3] GREMBECKA M. Sugar alcohols - Their role in the modern world of sweeteners: A review[J]. European Food Research and Technology, 2015, 241(1): 15-16.
- [4] YOKOZAWA T, KIM H Y, CHO E J. Erythritol attenuates the diabetic oxidative stress through modulating glucose metabolism and lipid peroxidation in streptozotocin-induced diabetic rats [J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2002, 50(19): 5485-5489.
- [5] AWUCHI C G, ECHETA K C. Current developments in sugar alcohols: Chemistry, nutrition, and health concerns of sorbitol, xylitol, glycerol, arabinol, inositol, maltitol, and lactitol[J]. International Journal of Advanced Academic Research, 2019, 5(11): 1-33.

[1] World Health Organization. Guideline: Sugars intake for adults and children [EB/OL]. (2015-03-04)[2022-08-30]. <https://www.who.int/publications/i/>

- [6] 国家卫生和计划生育委员会食品安全标准与监测评估司. 预包装食品营养标签通则 (GB 28050-2011) 问答 (修订版)[S/OL]. (2014-02-26)[2022-08-30]. <http://www.nhc.gov.cn/zwgk/zcjd/201402/6f68ec6692594cf28d190cb47b770c11.shtml>.  
Department of Food Safety Standards, Risk Surveillance and Assessment, National Health and Family Planning Commission. Revision of questions and answers of general standard for the labelling of prepackaged foods (GB 28050-2011)[S/OL]. (2014-02-26)[2022-08-30]. <http://www.nhc.gov.cn/zwgk/zcjd/201402/6f68ec6692594cf28d190cb47b770c11.shtml>.
- [7] KAWANO R, OKAMURA T, HASHIMOTO Y, et al. Erythritol ameliorates small intestinal inflammation induced by high-fat diets and improves glucose tolerance [J]. *International Journal of Molecular Sciences*, 2021, 22(11): 5558.
- [8] ARRIGONI E, BROUNS F, AMADO R. Human gut microbiota does not ferment erythritol [J]. *British Journal of Nutrition*, 2005, 94(5): 643-646.
- [9] LIVESEY G. Health potential of polyols as sugar replacers, with emphasis on low glycaemic properties [J]. *Nutrition Research Reviews*, 2003, 16(2): 163-191.
- [10] BORDIER V, TEYSSEIRE F, SCHLOTTERBECK G, et al. Effect of a chronic intake of the natural sweeteners xylitol and erythritol on glucose absorption in humans with obesity [J]. *Nutrients*, 2021, 13(11): 3950.
- [11] STOREY D, LEE A, BORNET F, et al. Gastrointestinal tolerance of erythritol and xylitol ingested in a liquid [J]. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2007, 61(3): 349-354.
- [12] JACQZ-AIGRAIN E, KASSAI B, CORNU C, et al. Gastrointestinal tolerance of erythritol-containing beverage in young children: A double-blind, randomised controlled trial [J]. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2015, 69: 746-751.
- [13] EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the safety of the proposed extension of use of erythritol (E 968) as a food additive [J]. *EFSA Journal*, 2015, 13(3): 4033.
- [14] PARK Y N, JEONG S S, ZENG J, et al. Anti-cariogenic effects of erythritol on growth and adhesion of *Streptococcus mutans* [J]. *Food Science and Biotechnology*, 2014, 23(5): 1587-1591.
- [15] RUNNEL R, MAKINEN K K, HONKALA S, et al. Effect of three-year consumption of erythritol, xylitol and sorbitol candies on various plaque and salivary caries-related variables [J]. *Journal of Dentistry*, 2013, 41(12): 1236-1244.
- [16] 弗若斯特沙利文. 上市捷报 | 沙利文祝贺山东三元生物科技股份有限公司成功登陆创业板 (301206)[R/OL]. (2022-02-16)[2022-08-30]. <https://mp.weixin.qq.com/s/V9AahEJFuzAjW159L-2ytw>.  
Frost & Sullivan. Listing News | Sullivan congratulated Shandong Sanyuan Biotechnology Co., Ltd. on its successful landing on the GEM (301206)[R]. (2022-02-16)[2022-08-30]. <https://mp.weixin.qq.com/s/V9AahEJFuzAjW159L-2ytw>.
- [17] NAKAGAWA Y, KASUMI T, OGIHARA J, et al. Erythritol: Another C4 platform chemical in biomass refinery [J]. *ACS Omega*, 2021, 5(6): 2520-2530.
- [18] RZECHONEK D A, DOBROWOLSKI A, RYMOWICZ W, et al. Recent advances in biological production of erythritol [J]. *Critical Reviews in Biotechnology*, 2018, 38(4): 620-633.
- [19] ZHANG L, NIE M Y, LIU F, et al. Multiple gene integration to promote erythritol production on glycerol in *Yarrowia lipolytica* [J]. *Biotechnology Letters*, 2021, 43(7): 1277-1287.
- [20] ZAUNMULLER T, EICHRM M, RICHTER H, et al. Variations in the energy metabolism of biotechnologically relevant heterofermentative lactic acid bacteria during growth on sugars and organic acids [J]. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2006, 72(3): 421-429.
- [21] 中华人民共和国卫生部. 食品安全国家标准 食品添加剂 赤藓糖醇: GB 26404-2011[S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.  
Ministry of Hygiene, Peoples' Republic of China. Erythritol, food additive, national food safety standard: GB 26404-2011[S]. Beijing: Standards Press of China, 2011.
- [22] SARAN S, BABU V, CHAUBEY A. High value fermentation products[M]. Hoboken: John Wiley and Sons, Inc., 2019: 265-284.
- [23] U.S. Food and Drug Administration. GRAS determination of erythritol for use in human food [EB/OL]. (2019-02-20)[2022-08-30]. <https://www.cfsanappsexternal.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?set=GRASNo>

- tices&id=789&sort=GRN\_No&order=DESC&startrow=1&type=basic&search=789.
- [24] Codex Alimentarius Commission. General standard for food additives CODEX STAN 192-1995[S]. International Food, 2017.
- [25] European Parliament and the Council of the European Union. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives[J]. Official Journal of the European Union L, 2008, 354: 16-33.
- [26] EU Commission. Commission Regulation (EU) No 1129/2011 of 11 November 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council by establishing a Union list of food additives[J]. Official Journal of the European Union L, 2011, 295: 1-177.
- [27] EU Commission. Commission Regulation (EU) No 1130/2011 of 11 November 2011 amending Annex III to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council on food additives by establishing a Union list of food additives approved for use in food additives, food enzymes, food flavourings and nutrients[J]. Official Journal of the European Union L, 2011, 295: 178-204.
- [28] EU Commission. Commission Regulation (EU) No 2015/1832 of 12 October 2015 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council as regards the use of Erythritol (E 968) as a flavour enhancer in energy-reduced or with no added sugars flavoured drinks [J]. Official Journal of the European Union L, 2015, 266: 27-28.
- [29] EU Commission. Commission Regulation (EU) No 2018/1555 of 17 October 2018 refusing to authorise certain health claims made on foods and referring to the reduction of disease risk[J]. Official Journal of the European Union L, 2018, 261: 3-5.
- [30] Government of Canada. Food and drug regulations (CRC, c. 870)[S]. Ottawa(Canada): Minister of Justice, 2017.
- [31] Health Canada. Erythritol enabled in food thickener products-Reference Number: NOM/ADM-0111 [EB/OL].(2018-03-13)[2022-11-08]. <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/public-involvement-partnerships/modification-list-contaminants-adulterating-substances-permitted-sweeteners-erythritol-food-thickener.html>.
- [32] FSANZ (Food Standards Australia New Zealand). Australia New Zealand Food Standards Code - Schedule 16-Types of substances that may be used as food additives[S]. Canberra(Australia): FSANZ, 2019.
- [33] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准:GB 2760-2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Standard for the use of food additives, national food safety standard: GB 2760-2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [34] 国家食品药品监督管理总局, 国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中木糖醇、山梨醇、麦芽糖醇、赤藓糖醇的测定: GB 5009.279-2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- China Food and Drug Administration, National Health and Family Planning Commission, Peoples' Republic of China. Determination of xylitol, sorbitol, maltitol and erythritol in food: GB 5009.279-2016 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2016.
- [35] 国家发展和改革委员会. 食品添加剂 赤藓糖醇: QB/T 2985-2008[S]. 北京: 中国轻工业出版社, 2008.
- National Development and Reform Commission. Food additive Erythritol: QB/T 2985-2008 [S]. Beijing: China Light Industry Press, 2008.
- [36] 原国家质量监督检验检疫总局. 出口食品中多种糖醇类甜味剂的测定 第1部分: 液相色谱串联质谱法和离子色谱法: SN/T 3850.1-2014[S]. 中华人民共和国甘肃出入境检验检疫局, 2014.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Determination of sugar alcohol sweeteners in foods for export-Part 1: LC-MS and ion chromatography: SN/T 3850.1-2014[S]. Gansu Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau of the People's Republic of China, 2014.
- [37] 原国家质量监督检验检疫总局. 出口食品中多种糖醇类甜味剂的测定 第2部分: 气相色谱法: SN/T 3850.2-2014[S]. 中华人民共和国甘肃出入境检验检疫局, 2014.

General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Determination of sugar alcohol sweeteners in

foods for export—Part 2: GC method; SN/T 3850.2–2014[S]. Gansu Entry–Exit Inspection and Quarantine Bureau of the People's Republic of China, 2014.

### Scientific Consensus on Erythritol

(*Chinese Institute of Food Science and Technology, Beijing 100048*)

**Abstract** Erythritol, as a kind of sweetener, has received much attention from the market and industry due to an increasing demand of healthy diet and reduced or low sugar intake. The consensus was carried out with literature searches and symposiums. On the basis of comprehensive analysis of the previous researches and applications of erythritol, the scientific consensus of erythritol is formed by combining the opinions of relevant experts in the scientific and industrial circles such as food additives and food science. Erythritol is a kind of four-carbon polyol and it is widely distributed in nature, with characteristics included low-calorie and high-tolerance, etc. At present, industrial production of erythritol is mainly adopted by microbial fermentation, and its safety as food additive has been recognized by authoritative institutions at home and abroad. However, more researches on its production and application are still necessary, and promote scientific cognition. The consensus will take an important role in terms of guiding industrial scientific understanding, enterprises standardizing use and public reasonable consumption for erythritol, and thus help to promote the healthy and innovative development of erythritol-related food industries.

**Keywords** erythritol; sweetener; scientific consensus; microbial fermentation; safety