

曾少雯, 李汴生. 健康糖果的研究进展 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(15): 451–458. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021080266
ZENG Shaowen, LI Biansheng. Research Progress of Health Candy[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(15): 451–458. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021080266

· 专题综述 ·

健康糖果的研究进展

曾少雯, 李汴生*

(华南理工大学食品科学与工程学院, 广东广州 510640)

摘 要:随着人们越来越关注食品的营养与健康, 功能性食品迎来了巨大的发展机遇。功能性食品零食化是未来食品的发展趋势之一, 在外资品牌的冲击下, 国内市场的糖果正从口味需求逐步向功能需求过渡。首先, 本文调查了近 5 年健康糖果的相关专利, 把健康糖果含有的功能按照作用进行分类, 分析产品类型的分布和不同类型糖果作为功能性成分载体的加工特点, 发现含有提高免疫力功能的健康糖果在近 5 年一直是数量最多的, 其次是含有降血糖、降血脂、降血压等功能; 在产品类型方面, 压片糖果在近 5 年专利中的数量远超其他形式的健康糖果, 但在 2018 年之后有所下降, 而凝胶糖果在 2017 年后有略微增加的趋势, 硬糖专利的数量一直比较低, 并且呈逐年下降的趋势。其次, 本文以功能性成分为分类标准, 分别从添加果蔬、添加药食同源物质、添加有益菌、添加矿物质或维生素以及无糖糖果五个方面综述了国内外健康糖果应用现状, 并分析了不同类型功能成分的加工特性。最后, 本文分析了国内外健康糖果研究内容和方法, 为健康糖果的未来发展提出一些建议。

关键词:健康糖果, 功能成分, 产品类型, 加工特性

中图分类号: TS246.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)15-0451-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021080266

本文网刊:



Research Progress of Health Candy

ZENG Shaowen, LI Biansheng*

(School of Food Science and Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: As people pay more and more attention to the nutrition and health of food, the development of functional food has ushered in favorable circumstances. The phenomenon of “Snacking” in functional food is one of the predictable trends in the future. Under the impact of foreign brands, domestic confectionery is gradually transforming from taste demand to functional demand. First of all, in this research, the relevant patents of health candy within the latest 5 years are investigated, the ingredients of health candy in accordance with function are classified, and the distribution of product types and the processing characteristics of different types of candies as carriers of functional components are analyzed. The result of the investigation shows that the majority of patents of health candy were associated with the function of improving immunity, followed by the function of hypoglycemic effect, lowering the blood pressure and blood lipid. In terms of product type, tablet candy occupied the most proportion of patents of health candy in the past five years, but its number declined after 2018 while gel candy had been increased slightly since 2017. As for the number of hard sugar patents, it was at a relatively low level and continued to decline. Secondly, this study sorts the functional ingredients into 5 categories (including fruits and vegetables, medicinal and edible ingredients, probiotics, minerals and vitamins, and sugar-free candy), to summarize the application status and analyze the processing characteristics of different types of functional ingredients. Finally, the research contents and methods of health candy at home and abroad are analyzed, and some suggestions for the future development of health candy are proposed.

Key words: health candy; functional component; product type; processing characteristic

在新冠疫情当下, 人们越来越注重自身免疫力的提高, 更加关注食品的营养与健康, 功能性食品的

发展迎来了巨大的机遇。据钟文洁等^[1]的报道, 保健食品中硬胶囊、软胶囊、片剂、口服液这 4 种剂型的

收稿日期: 2021-08-25

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目“中央厨房”食品安全加工生产技术集成应用(2019B020212002)。

作者简介: 曾少雯(1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品工程, E-mail: sharonzsw@163.com。

* 通信作者: 李汴生(1962-), 男, 博士, 教授, 研究方向: 食品加工与保藏, E-mail: febsli@scut.edu.cn。

产品占比 76.2%, 一般食品形态的保健食品如糖果、饮料、饼干等, 占比仅 9.0%。2021 年, 市场监管总局修订了《保健食品备案产品剂型及技术要求(2021 年版)》, 将粉剂、凝胶糖果也纳入保健食品备案剂型, 自 2021 年 6 月 1 日起施行。因此, 从目前的市场现状和国家政策来看, 功能食品零食化将会是未来的发展趋势之一, 功能性零食将具有广阔的市场空间。

健康糖果是泛指含有功能性成分或配料, 具有促进人体健康、调节人体某种生理机能、预防疾病等功能的一类糖果^[2]。在过去, 一提到糖果, 都认为它是不健康的食品, 但在外资品牌的冲击下, 国内市场的糖果正在从口味需求逐步向功能需求过渡, 国内外知名的健康糖果有德国的 isleep 流心睡眠糖、希芸预防近视凝胶糖果、南京同仁堂维生素 C 压片糖果、NELO 辅酶 Q10 保健软糖、日本舞昆 AG 抗糖咀嚼片、惠氏玛特纳补铁补钙软糖和康恩贝胶原蛋白肽软糖等。可见, 国内健康糖果已逐渐受到重视, 如何结合我国功能性原辅料的优势和国外健康糖果的研究方向, 推动健康糖果的研发是值得探讨的问题。首先, 本文调查了近 5 年健康糖果的相关专利, 把健康糖果含有的功能成分按照作用进行分类, 分析产品的类型分布及不同类型糖果作为功能性成分载体的加工特点。其次, 本文以功能性成分为分类标准综述了国内外健康糖果应用现状, 并分析了不同类型功能成分的加工特性。最后, 本文分析了国内外健康糖果的研究内容和方法, 为健康糖果的未来发展提出一些建议。

1 健康糖果的功能活性和产品类型

笔者从中国知识产权局数据库调查了 2016 年 1 月至 2020 年 12 月共 356 项健康糖果专利, 把健康糖果含有的功能按照作用进行分类, 并统计健康糖果的产品类型, 分析产品类型的分布和不同类型糖果作为功能性成分载体的加工特点, 调查结果如图 1 和图 2 所示。

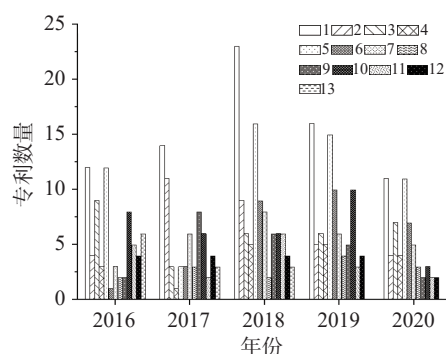


图1 2016~2020年不同功能健康糖果的专利数量

Fig.1 Number of patents for health candies with different functions from 2016 to 2020

注: 1.提高免疫力; 2.补充维生素和矿物质; 3.调节肠道健康; 4.保护口腔健康; 5.降血糖、血脂、血压; 6.健脑益智、改善记忆力; 7.改善性功能; 8.解酒护肝; 9.保护视力; 10.减肥美容、抗衰老; 11.改善亚健康、抗疲劳等; 12.润肺止咳、清热下火; 13.其他。

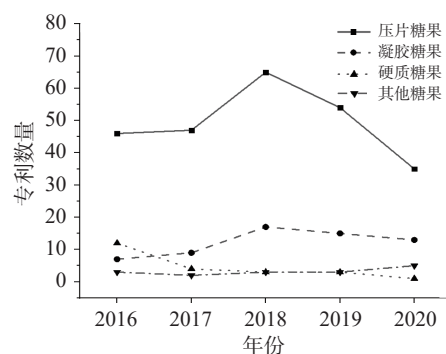


图2 2016年~2020年健康糖果专利的产品类型分布

Fig.2 Distribution of product type in patent of health candy from 2016 to 2020

1.1 健康糖果的功能活性

由图1可知, 在健康糖果近5年的相关专利中, 含有提高免疫力功能活性的健康糖果一直是数量最多的, 其次是含有降血糖、降血脂、降血压等功能; 这与孟秀梅等^[3]对功能食品宣称的调查结果相近, 说明现代人对疾病预防以及对慢性疾病治疗越来越重视, 对提高免疫力和改善心脑血管疾病的健康糖果需求较大。这两类健康糖果大多都添加了中药或药食同源的成分, 如人参、葛根、山药、茯苓、甘草等, 是比较常见的功能性配料, 但需要解决药材有异味、怪味的问题, 糖果这一食品载体相对比较容易掩蔽异味, 因此健康糖果是中医推广的有效途径之一。此外, 健脑益智、改善记忆力的健康糖果专利相比2016年有所提升, 说明大脑健康越来越受到人们的关注, 而其他健康糖果的专利数量变化幅度较小。

1.2 健康糖果的产品类型

由图2可知, 在产品类型方面, 压片糖果在近5年专利中的数量远超其他产品形式的健康糖果, 但在2018年之后有所下降, 而凝胶糖果在2017年后有稍增加的趋势, 硬糖专利的数量一直比较低, 并且呈逐年下降的趋势。

1.2.1 压片糖果的载体特点 压片糖果是将药片模压技术应用于糖果的一类产物, 其制作过程无需加热熬煮, 被称为冷加工工艺^[4], 这种介于药物和食品之间的形式使得压片糖果成为健康糖果的优良载体。压片糖果的可塑性非常强, 很多营养强化剂、功能成分都可以加进去作为辅料, 形成一个全新的产品^[5]。但值得注意的是, 虽然压片糖果没有热处理可以避免热敏性功能成分损失, 但是在干混过程中原料的风味损失率将近一半, 所以压片糖果在风味和口感上与其他糖果相比是相对逊色的, 并且贮存过程中还存在氧化的问题^[6]。目前, 分步制粒、微胶囊化等方法在压片糖果中的使用越来越多, 一是可以减少糖果的风味物质的损失; 二是可以保持功能成分的稳定。如龚丽等^[7]的研究中将功能性原料制粒后的颗粒物料再与没有制粒的粉末物料混合后压片, 大大降低制备过程对乳酸菌的损伤, 制备得到活菌数 $\geq 2.0 \times 10^9$ CFU/g。马

艳芳等^[8]采用包埋技术处理叶黄素酯,不仅增强了叶黄素酯在加工处理中的稳定性,同时进一步增强了叶黄素酯的吸收度和生物利用率^[8]。另外,压片糖果的含水量比较低,加工工艺主要是将粉料进行压制,因此益生菌冻干粉、超微粉碎的中药材等粉末类的功能性成分比较适合加工制成压片糖果。

1.2.2 凝胶糖果的载体特点 凝胶糖果是一种含有一定量亲水胶体的固体溶液,一般不易崩坏变形,具有一定的弹性,口感比较好,是很受消费者欢迎的健康糖果产品形式。凝胶糖果熬煮过程温度一般在 110℃,相对于硬质糖果要低^[9],因此热敏性的功能成分损失较少,同时凝胶糖果含水量较大,对配料的含水量要求较低,适合添加含水量较大的功能性成分。另外,有很多健康糖果以夹心凝胶糖果的形式加工,可以起到保护内部功能成分的作用^[10],如不饱和脂肪酸、维生素或其他脂溶性的成分等包裹在凝胶糖果的内部可以避免氧化。

1.2.3 硬质糖果的载体特点 硬糖是一种过冷、饱和的固体溶液,在加工过程中熬糖温度达 140℃以上,随后在 105℃下拌料,一般糖浓度需要熬到 90%以上才能再凝固成质构稳定的硬质糖果^[11],成品的水分含量极低。但大部分活性功能成分对热比较敏感,因此硬糖不是这一类健康糖果理想的产品形式,一些耐热煮的功能性成分浓缩提取液、可溶性粉末比较适合加工成功能性硬糖,如白毛茶提取液、大豆肽等。

2 健康糖果中功能成分的应用现状

根据目前健康糖果产品及相关文献研究,按照添加的功能成分可以将健康糖果分成添加果蔬、添加药食同源物质、添加有益菌、添加矿物质或维生素、无糖糖果五大类^[12],有的健康糖果也会把几种功能成分结合起来使用。

2.1 添加果蔬

果汁饮料从几乎不添加果汁的果味饮料发展为现在非常流行的非浓缩纯果汁,正如果汁饮料一样,糖果也经历着从果味糖果向果蔬糖果的转变。随着人们健康意识的提高,糖果的口味不再是人们追求的唯一需求,“真材实料”才是未来的糖果发展趋势,因此添加果蔬的糖果成为了研究者们关注的热点。天然果蔬含有丰富的维生素 C、多酚、黄酮等抗氧化物质,具有特殊药理作用,还有不少水果和蔬菜是药食同源的物质^[13],因此天然果蔬具有人工的果味添加剂不可比拟的优势。

研究表明,蓝莓提取物中的花色苷可激活视网膜酶,起到活化和促进视红素合成的作用,缓解视疲劳,而叶黄素是存在于人眼中主要的胡萝卜素,其存在的量与人眼健康密切相关,据此柳富杰等^[14]以蓝莓粉和叶黄素酯微囊粉为原料,制作成具有护眼效果的压片糖果;于伟茹等^[15]以蓝莓果渣为原料,制备具有富含黄酮和多酚类化合物及膳食纤维等活性成分

的压片糖;Romo-zamarrón 等^[16]以菠萝和木瓜皮为原料,通过热风循环和冷冻干燥制成果皮粉,并添加到凝胶糖果中;刘飞等^[17]制备的南酸枣软糖通过调节枣皮和枣肉的比例来降低枣皮的苦涩味及枣肉的酸味,使得高膳食纤维的软糖获得良好的感官品质,这种果肉和果皮混合使用的方法是一种比较可行而又天然的方法。

2.2 添加药食同源物质

药食同源是指药物和食物都来源于自然界,都以初生代谢产物和次生代谢产物为物质基础,因其具药食两用性,需要在中医理论指导下使用^[18]。近年来,国家卫健委公布的中药食同源中药材目录陆续新增了数种药食同源的物质,目前被允许用在保健食品中的药食同源物质已经有 100 多种^[19]。

在中医理论中,姜是一味散寒发表的重要药物,更有一种传统的说法是姜能治百病,姜在健康糖果中的应用是比较广泛的,如李娟等^[20]以红糖、生姜、大枣、蜂蜜为主要原料,添加柠檬酸、玫瑰、阿胶、当归、枸杞、黑芝麻等制备出复合型补气血生姜红糖糖果,具有滋补、增强机体免疫力的效果。沙棘黄酮类化合物具有促进血液循环、抗病毒、抗菌、消炎的作用,Lele 等^[21]将沙棘和木瓜制成具有抗菌和抗氧化特性的软糖;桦褐孔菌被赞誉为“西伯利亚灵芝”,含有多糖、多酚、桦褐孔菌醇、萜类化合物等,可以调节免疫、抗肿瘤、抗氧化、降血糖和血脂、抗病毒等,杨亮等^[22]用桦褐孔菌研制既具备药理作用又健康美味的桦褐孔菌压片糖果,但当桦褐孔菌添加量大于 30%时,压片糖果的粉体性变大,味道变苦,明显影响口感。木瓜在成熟过程很容易变软和腐败,Jahnavi 等^[23]用渗糖脱水的方法制备了豆蔻木瓜糖果,将木瓜丁在糖浆中浸泡 6~8 h 再捞出来干燥,制得的糖果表面具有脆的糖衣,并较好地保持了里面木瓜的新鲜口感,又带有豆蔻的香气。

2.3 添加矿物质或维生素

机体由于营养不平衡或者缺乏某种维生素及人体必需的矿物质,从而产生隐性营养需求的饥饿症状称为隐性饥饿^[24]。因为补充矿物质和维生素的传统保健食品发展得比较早,所以矿物质或维生素糖果是研究比较成熟、产品也比较多的一类健康糖果。

Handayani 等^[25]以葡萄糖酸亚铁的壳聚糖微粒制备补铁软糖,制得的铁微粒的产率、铁负载量、包封率、平均直径和跨度因子分别为 49%、3.5 mg/100 mg、48%、17 μm 和 1.7。另外,也有一些研究是将一些富含铁的原料添加到糖果中,如 Massengale 等^[26]在巧克力糖果中添加白豆粉,每颗巧克力糖果含铁量和维生素 C 分别达到 1 和 11 mg。叶绿酸-Fe²⁺是一种具有补铁功能的天然绿色色素,兼具叶绿素和二价铁的优点,能够维持酶的活性,刘淑萍等^[27]制备的叶绿酸-Fe²⁺健康糖果,每颗 5 g 质量的糖果中叶绿酸-Fe²⁺为 0.0050 g,含 Fe²⁺ 4.4 mg,根据模拟人体的吸收实

验测得胃中仅能溶解出 1.33% 铁, 叶绿酸- Fe^{2+} 可以到达近端小肠而被人体吸收。

原敏敏等^[10]制备的维生素 A 维生素 D 糖果以夹心型凝胶糖果的形式加工, 有效地阻止了夹心的氧化, 保护了 β -胡萝卜素和维生素 D 的稳定, 并采用不易氧化的油脂乳化分散天然的原料盐藻和蘑菇粉, 使盐藻中的 β -胡萝卜素和其它类胡萝卜素、蘑菇粉中的维生素 D 更容易吸收, 解决了现有技术采用人工合成维生素 A 和维生素 D 吸收率低的问题。在维生素糖果市场中, 雅客是国内维生素糖做得最出色的企业, 并将维生素糖果发展成一个独立的品类市场。雅客的成功在于他们把维生素糖严格按照保健食品的要求来做, 各项研究非常成熟, 并获得了中国营养学会认证权威认证和专家背书^[28], 因此维生素糖果是健康糖果研究的一个重要典范。

2.4 添加有益菌

乳酸菌和双歧杆菌是应用于食品中的主要益生菌, 乳制品, 如奶酪、酸奶等是用作益生菌载体的主要基质。随着益生菌食品市场的扩大, 益生菌的食品基质越来越多样化, 但是食品加工中使用的一些单元操作对乳杆菌和双歧杆菌的益生菌菌株存在不利影响^[29]。

王祯等^[9]的研究结果表明, 在硬糖调和温度 (110 °C) 下, 18.41 min 会造成 90% 的凝结芽孢杆菌死亡; 而在软糖的调和温度 (70~75 °C) 下, 凝结芽孢杆菌死亡数较少, 因此软糖比较适合开发含凝结芽孢杆菌的糖果类型。Miranda 等^[30]利用凝结芽孢杆菌 GBI30 6086 开发巧克力和百香果风味的明胶糖果, 对其理化和微生物学特性、抗氧化能力、益生菌活性、该菌株对外模拟胃肠道的抗性进行试验, 发现凝结芽孢杆菌在 90 d 内保持大于 6.4 log CFU/g, 在体外 GIT 试验中肠内第二阶段为 6.82 log CFU/g, 食用 30 g 的糖果可产生约 7.82 log CFU/g 的益生菌。肖德逊等^[31]用乳双歧杆菌 A6 生产的益生菌原料 (乳酸菌冻干粉) 制备了压片糖, 此种乳双歧杆菌用优选复配保护剂重悬菌体, 于 -40 °C 深层冷冻, 有效保持了乳双歧杆菌的活菌数和功能特性。同时, 对压片设备进行创新, 减少活菌在受压过程中产生热量使温度过高, 导致活菌死亡。

研究认为, 变异链球菌 (*Streptococcus mutans*) 存在于口腔中, 是龋齿形成的主要因素^[32]。一些乳杆菌菌株可以释放生物活性物质, 抑制浮游培养物中变异链球菌的生长, 从而减少龋齿的发生^[33]。Karimi 等^[32]利用植物乳杆菌 (*Lactobacillus plantarum*) 和麝香草酚、小豆蔻精油制备纳米颗粒, 研发了一种防龋齿的糖果, 对处理后的糖果样品进行了扫描电镜和红外光谱分析, 发现所有检测到的生物活性物质及其纳米颗粒均显示出对变异链球菌的抑制作用。但是, 目前也有一些研究发现变异链球菌不是与龋齿病因学相关的唯一病原菌, 龋齿是由口腔微生物群组成的整

体变化引起的^[34], 所以防龋齿糖果是否有效还有待更多的临床实验来考证。

2.5 无糖糖果或减糖糖果

近年来, 糖类食品的“无糖化”成为人们越来越关注的问题, 目前全球已有 28 个国家加入征收“糖税”的行列^[35], 糖果企业正在积极寻找合适的减糖方法。所谓无糖糖果, 较为传统的说法是: “用不含构成龋齿的糖质即含有食糖属性的食糖替代品制成, 且比常规糖果减少三分之一以上热量的糖果, 而其他营养元素相同”^[36]。而在我国《预包装食品标签通则》明确规定, “无糖”的要求是指固体或液体食品中每 100 克或 100 毫升的含糖量不高于 0.5 克。

高强度甜味剂和多元醇的联合使用是降低食品中糖含量最常用的策略之一, 甜叶菊提供的甜度是蔗糖的 200~300 倍, 而木糖醇提供的甜度和蔗糖一样, 而且在口服时具有清凉效果, Samakradhamrongthai 等^[37]使用甜叶菊和木糖醇的优化绒罗望子耐嚼糖果, 降低了高达 60% 的糖含量, 并发现甜叶菊和木糖醇的增加可降低糖果的硬度、粘结性、咀嚼性和胶粘性。Rivero 等^[38]的研究中除了添加甜叶菊和糖醇外, 还加入了柠檬酸和蜂胶提取物, 柠檬酸提高了糖果的酸度, 而蜂胶提取物具有抗菌的作用, 可以避免或者减少真菌的滋长。赵玉国等^[39]将木糖醇晶体粉碎、制粒, 再与适量的辅料混合后, 制得的木糖醇压片糖果具有质量稳定、硬度大、崩解时间快等优点。Gok 等^[40]比较甘露醇和可溶性小麦纤维代替葡萄糖浆对软糖感官的影响, 发现与可溶性小麦纤维相比, 甘露醇由于结晶快和溶解度低, 导致软糖的感官更差。

2.6 其他功能成分

除了以上提到的健康糖果以外, 还有其他的一些功能成分也被添加到糖果中。糖果是一种可以融合多种复杂风味物质的甜体, 这是因为高浓度的糖可以使一些刺激性强的物质味道变得温和。如 Šeremet 等^[41]用白茶提取物制备含有茶多酚的软糖, 配料中的甜菊糖苷、山梨醇和龙舌兰糖浆使得茶涩味冲淡。Archaina 等^[42]用黑加仑和酸奶制备冷冻干燥糖果, 王婷等^[43]研制降脂型柿子果醋压片糖果, 糖的加入使得酸奶和醋的酸涩味变柔和, 味道酸甜可口, 而岳元媛等^[44]制备的含盐压片糖果口感丰富有层次。

3 健康糖果功能性成分的加工特性

笔者从上述功能性成分的应用现状, 对不同类型的功能性成分的加工特性进行分析, 并提出在生产过程中需要注意的问题。

3.1 果蔬成分

蓝莓、蔓越莓、红树莓、酸枣、椰枣、芒果、苦瓜、紫薯、黑加仑、菠萝、葡萄、橙子等果蔬都有被应用在健康糖果中作为功能成分, 这一类型的果蔬大多具有浓郁的特殊风味或较深的颜色, 当被添加到糖果中时, 消费者对其风味的感知度比较高, 同时也可以

作为糖果的天然色素^[38]。除了将水果制成果蔬全粉添加到糖果中以外,也有研究者直接利用水果加工中产生的副产物(果渣或果皮)添加到糖果中,这样可以将果汁应用到其他产品中,避免汁液在制粉过程中的浪费。虽然添加果皮的糖果富含膳食纤维,同时又可以提高原料的附加值,但这一类的糖果普遍存在涩味较重的问题,果皮的添加量一般比较少,所以由纯果皮制成的糖果中含有益成分有多少仍有待商榷。

3.2 药食同源成分

在健康糖果中常见的药食同源中药材有:沙棘、山楂、佛手、姜(生姜、干姜)、山药、肉豆蔻、罗汉果、枸杞子、葛根、甘草、金银花、橘皮、木瓜、蜂蜜、菊花、党参、灵芝、西洋参、铁皮石斛、豆蔻等,这一类药食同源的物质大多数具有提高免疫力的作用,但在糖果中添加量过大会出现发苦的现象,影响糖果的感官品质。

另外需要注意的是,药食同源的物质兼有药物的性质,国家卫健委虽然对药食同源原料进行了严格限定,但是对其在保健食品中的用量、来源、品种、配伍、禁忌等方面却没有具体指示^[45],这不利于对此类的功能食品进行功效评价,消费者食用后能否收到相应的功效也就无法保证。利用现代食品营养科学挖掘药食两用的食品资源的作用机理,按照国际通用的食品标准将之规范化、标准化是健康糖果面临的挑战和机遇,是我国药食同源的健康糖果走向世界的必然条件^[46]。

3.3 维生素和矿物质

补充维生素的健康糖果主要以维生素 A、维生素 D、维生素 C 为主,由于大部分的维生素都是不稳定的,其产品形式主要是夹心凝胶糖果,可以保护内部功能成分,避免维生素氧化。维生素 C 的补充还有相当一部分是添加富含维生素 C 的原料,而不是维生素 C 纯品。

补充矿物质的健康糖果主要是以钙、铁、锌的强化为主,产品主要针对的人群为儿童,奶制品、钙片、口服液等产品占据了钙、锌补充剂的主要市场,目前补充铁的健康糖果在学术研究当中比较多。糖果的原料可以根据功能成分的性质选择,使得其营养成分不会干扰铁元素,但是在糖果中直接添加铁元素可能不利于感官变化,而微胶囊化方法被认为是保护铁免受抑制剂、竞争成分干扰和改善富铁食品感官的合适方法。另外,直接将富含铁的原料添加到糖果中,也是一种保护铁元素不受干扰的方法,铁与原料本身蛋白质、碳水化合物等的结合可以起到稳定的作用。

3.4 有益菌

能否保证产品中的有益菌的长期活性是含有有益菌的功能糖果需要解决的主要问题,常见的方法有特殊菌种的选择、低温加工、孢子化处理、纳米颗粒技术、冻干处理等。熬煮糖果和凝胶糖果加工中会包含高温热处理,而且糖果的水分活度比较低,因此

并不适合益生菌的稳定存活,但这个问题可以通过使用更耐高温、潮湿、酸性和负面环境条件的孢子化益生菌来克服^[30]。而在压片糖果加工中,低温冻干处理可以有效保持有益菌的活菌数和功能特性,制得的益生菌冻干粉可以直接添加到压片糖果中。同时降低压片设备的压力以减少受压过程中产生的热量,从而提高产品中益生菌的活菌数。

3.5 无糖或减糖糖果

无糖或减糖的糖果是当前学者们研究的热点,常用的食糖替代品可分为三类:糖醇、低聚糖和高强度甜味剂。糖醇和低聚糖的甜度比较低,具有防龋齿、保湿、改善肠道菌群活性、降低血脂和胆固醇含量、促进微量元素吸收等功能^[47],如山梨醇、木糖醇、麦芽糖醇、异麦芽糖醇、赤藓糖醇、低聚木糖、低聚异麦芽糖、低聚麦芽糖、低聚半乳糖、低聚果糖等^[12,47]。而高强度甜味剂的甜度通常比蔗糖高几十到几百倍,如甜叶菊、三氯蔗糖、阿斯巴甜、安赛蜜等已被食品药品监督管理局(Food and Drug Administration)批准用于食品和饮料中^[48],但人工高强度甜味剂的潜在毒性问题仍然存在一些争论^[49]。

高强度甜味剂和多元醇的联合使用是降低食品中糖含量最常用的策略之一。在无糖食品的多种蔗糖替代物中,木糖醇是感官接受度最高的^[35],但是木糖醇有较强吸湿性、熔点低、可压性差的特点,所以在制作压片糖时存在物料流动性不够、硬度小、片子松散、口腔中崩解慢的问题。另外,虽然食糖替代品有低血糖指数的优点,但是在选择糖果的代糖或填充剂时,还应考虑替代成分的溶解度、结晶行为、吸湿性和甜度对糖果感官的影响。

4 未来健康糖果研究的发展方向

4.1 产品类型多样化

目前健康糖果的产品形式主要为压片糖果、凝胶糖果和硬质糖果,其他糖果形式相对比较少,比如奶糖、充气糖果、巧克力和跳跳糖等风味和口感都比较独特,具有广阔的开发空间,如马玉珠等^[50]将鹿茸开发成具有巧克力风味的糖果,起到保健功效和巧克力丝滑口感互补的作用;马嫒等^[51]将富含有机酸、矿物质、维生素和生物活性物质等营养物质青梅与紫苏制成一种营养丰富、口感独特、有趣味性的青梅紫苏跳跳糖。随着消费者对体验的要求越来越高,健康糖果的新产品形式将焕发出新的活力,创造更好的消费体验。

4.2 功能定位具体化

国内很多研究都对糖果中功能原料本身的成分和功能作了很多介绍,但是对糖果产品的功能定位却是不明确的,检测的指标无法反映产品核心功能。过多的功能会导致将糖果产品的功能模糊化,并且又缺乏实验数据支撑,使得读者对这些研究的印象是不清晰的,这样的研究对于产品推向市场也是不利的,应该有重点地突出某一种功能并加以深入研究,用有针

对性的实验数据去证明健康糖果的功效。

4.3 研究方法深入化

综合国内近些年有关健康糖果的研究性文献来看,大部分研究都只停留在配方对感官影响的层面,对产品的评价也只有描述性的感官指标和简单的安全性评估,对糖果产品的功能成分的定性定量和保藏稳定性均没有太多的探讨。而在国外,除了研究配方和感官以外,研究者们还会进行体外模拟消化实验来探究糖果的功能成分在消化过程中的滞留率;健康糖果的感官和功能成分随着储藏时间的变化;用扫描电镜、傅里叶光谱等精密仪器分析糖果的显微结构、在分子水平分析机理的问题;测定的指标也比较多样化和有针对性,如总酸、抗氧化性、香味物质、水分活度、微生物稳定性等^[25,37-38,40-41]。因此,未来国内的健康糖果需要进行更加深入的研究,用科学的实验数据使健康糖果获得更多消费者的认可。

5 结语

随着人们健康意识的不断提高,糖果外观和口味的多样化已经不能满足人们的需求,糖果的功能化是未来糖果行业发展的重要突破口。虽然健康糖果正在逐步取代传统糖果,但是还有很多消费者没有正确认识健康糖果,因此保健知识的普及是健康糖果发展的强大内推力。目前,健康糖果的研究层面还比较浅,很多功能原料的作用机理还没有阐释清楚,加工技术和分析水平还比较低,因此健康糖果的创新和普及是未来重要的研究方向。

参考文献

- [1] 钟文洁,刘淑聪.保健食品注册及消费市场现状分析[J].中国药事,2016,30(11):1056-1062. [ZHONG Wenjie, LIU Shucong. Situation analysis of health food registration and consumer market[J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2016, 30(11): 1056-1062.]
- [2] MOTOKI K, PARK J, PATHAK A, et al. Constructing healthy food names: On the sound symbolism of healthy food[J]. Food Quality and Preference, 2021, 90(8):104151.
- [3] 孟秀梅,沈旸,李明华,等.中青年人群功能性食品消费现状调查与分析[J].江苏调味副食品,2020(3):41-44. [MENG Xiumei, SHEN Yang, LL Minghua, et al. Investigation and analysis of consumption status of functional food of the middle-aged and young people[J]. Jiangsu Condiment and Subsidiary Food, 2020(3): 41-44.]
- [4] TOKUSOGLU O. Food tablet manufacturing strategies: Research data on effervescent food supplements[J]. Journal of Pollution, 2021, 4(2): 7-8.
- [5] MITCHELL W, FORNY L, ALTHAUS T, et al. Compaction of food powders: The influence of material properties and process parameters on product structure, strength, and dissolution[J]. Chemical Engineering Science, 2017, 167: 29-41.
- [6] SALLEH F, YUSOF Y A, ANUAR M S, et al. Flow properties of *Ficus deltoidea* extract powder and the binders, acdisol and avicel[J]. Journal of Food Process Engineering, 2014, 37(1): 12.

- [7] 龚丽,闫中平,谢建将.一种清除辣火锅痛点的乳酸菌压片糖果及其制备方法:中国,CN106306284A[P]. 2017-01-11. [GONG Li, LÜ Zhongping, XIE Jianjiang. *Lactobacillus* chewable tablets for eliminating pain points of spicy hot pot and its preparation method: China, CN106306284A[P]. 2017-01-11.]
- [8] 马艳芳,王晓云,代刚,等.一种葡萄籽提取物叶黄素酯压片糖果及制备方法:中国,CN106912668A[P]. 2017-07-04. [MA Yanfang, WANG Xiaoyun, DAI Gang, et al. Chewable tablets containing grape seed extract and lutein ester and its preparation method: China, CN106912668A[P]. 2017-07-04.]
- [9] 王祯,何志勇,陈洁,等.凝结芽孢杆菌在益生菌糖果中应用的可能性[J].食品与发酵工业,2012,38(6):66-69. [WANG Zhen, HE Zhiyong, CHEN Jie, et al. Research on the potential application of bacillus coagulans on probiotics candy production[J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(6): 66-69.]
- [10] 原敏敏,吴静,薛大玲.一种纯植物来源的维生素A维生素D夹心型凝胶糖果:中国,CN111938007A[P]. [YUAN Minmin, WU Jing, XUE Daling. A kind of sandwiched-gel candy containing vitamin A and vitamin D derived from plant: China, CN111938007A[P].]
- [11] REINHEIMER M A, MUSSATI S, SCENNA N J, et al. Influence of the microstructure and composition on the thermal-physical properties of hard candy and cooling process[J]. Journal of Molecular Structure, 2010, 980(1): 250-256.
- [12] 刘谋泉,孔美兰.我国功能糖果研究现状及发展趋势[J].农产品加工,2015(10):47-50. [LIU Mouquan, KONG Meilan. The present situation and development trend on the functional confectionery[J]. Farm Products Processing, 2015(10): 47-50.]
- [13] REJMAN K, GÓRSKAWARSEWICZ H, KACZOROWSKA J, et al. Nutritional significance of fruit and fruit products in the average polish diet[J]. Nutrients, 2021, 13(6): 2079-2079.
- [14] 柳富杰,韦巧艳,李大成,等.蓝莓叶黄素压片糖果的工艺[J].食品工业,2019,40(11):30-33. [LIU Fujie, WEI Qiaoyan, LI Dacheng, et al. Process of pressed candy with blueberry and xanthophyll[J]. The Food Industry, 2019, 40(11): 30-33.]
- [15] 于伟茹,宋慧妍,徐欣宇,等.基于模糊数学结合响应面法优化蓝莓果渣压片糖果配方[J].食品工业,2020,41(8):169-173. [YU Weiru, SONG Huiyan, XU Xinyu, et al. Formulation optimization of blueberry pomace pressed candy based on fuzzy mathematics combined with response surface methodology[J]. The Food Industry, 2020, 41(8): 169-173.]
- [16] ROMO-ZAMARRÓN K F, PÉREZ-CABRERA L E, TECNATE A. Physicochemical and sensory properties of gummy candies enriched with pineapple and papaya peel powders[J]. Food and Nutrition Sciences, 2019, 10(11): 1300-1312.
- [17] 刘飞,陈军,刘成梅,等.高膳食纤维南酸枣软糖配方优化及其质构特性[J].食品工业科技,2020,41(8):117-123. [LIU Fei, CHEN Jun, LIU Chengmei, et al. Formulation optimization and its texture properties of the choerospondias axillaris soft candy with high dietary fibre[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(8): 117-123.]
- [18] LI Bailin, YUAN Jie, WU Jiewei. A review on the phytochemical and pharmacological properties of *rosa laevigata*: A medi-

- cinal and edible plant[J]. Chemical & Pharmaceutical Bulletin, 2021, 69(5): 421–431.
- [19] 唐雪阳, 谢果珍, 周融融, 等. 药食同源的发展与应用概况[J]. 中国现代中药, 2020, 22(9): 1428–1433. [TANG Xueyang, XIE Guozhen, ZHOU Rongrong, et al. Development and application of “one root of medicine and food” [J]. Modern Chinese Medicine, 2020, 22(9): 1428–1433.]
- [20] 李娟, 毕云枫, 郭云峰, 等. 复合型补气养血姜红糖糖果的研制[J]. 吉林医药学院学报, 2020, 41(4): 256–259. [LI Juan, BI Yunfeng, GUO Yunfeng et al. Development of compound ginger and brown sugar candy for nourishing qi and blood[J]. Journal of Jilin Medical University, 2020, 41(4): 256–259.]
- [21] LELE V, MONSTAVICIUTE E, VARINAUSKAITE I, et al. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) and quince (*Cydonia oblonga* L.) juices and their by-products as ingredients showing antimicrobial and antioxidant properties for chewing candy: Nutraceutical formulations[J]. Journal of Food Quality, 2018: 1–8.
- [22] 杨亮, 常书源, 陈海瑜, 等. 桦褐孔菌压片糖果的制备工艺研究[J]. 化学工程师, 2020, 34(6): 85–89. [YANG Liang, CHANG Shuyuan, CHEN Haiyu, et al. Study on the preparation technology of tablet candy of inonotus obliquus[J]. Chemical Engineer, 2020, 34(6): 85–89.]
- [23] JAHNAVI K, MISHRA S. Studies on physio-chemical properties of value added herbal papaya (*Carica papaya* L.) candy[J]. Current Journal of Applied Science and Technology, 2020, DOI: 10.9734/cjast/2020/v39i3331024.
- [24] KOEKKOEK W A C, HETTINGA K, DE VRIES J H M, et al. Micronutrient deficiencies in critical illness[J]. Clinical Nutrition, 2021, 40(6): 3780–3786.
- [25] HANDAYANI N A, KRISANTI E, KARTOHARDJONO S, et al. Effect of iron fortification on gummy candies properties: Basic nutrient, microstructure, and texture during the storage period[J]. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 2021, 1053(1): 12020.
- [26] MASSENGALE J, DYE J, WEEDEN A. The acceptability of a chocolate candy fortified with iron from white bean flour and ascorbic acid[J]. Journal of the Academy of Nutrition & Dietetics, 2017, 117(9): A64.
- [27] 刘淑萍, 李玲美, 赵晓玲, 等. 叶绿素-Fe²⁺的稳定性及在功能性糖果中的应用[J]. 食品科技, 2016, 41(12): 231–234. [LIU Shuping, LI Lingmei, ZHAO Xiaoling, et al. Stability and application in functional candy of chlorophyllin-Fe²⁺[J]. Food Science and Technology, 2016, 41(12): 231–234.]
- [28] EL-TAHAN N R, ALFKY N A A. Effect of iron and vitamin c fortified candies on the iron status of early teenage[J]. International Journal of Advanced Research (IJAR), 2016, 4(3): 6–11.
- [29] ALMADA-RIX C N, ALMADA C N, PEDROSA G, et al. Quantifying the impact of eight unit operations on the survival of eight *Bacillus* strains with claimed probiotic properties[J]. Food Research International, 2021: 110191.
- [30] MIRANDA J S, COSTA B V, OLIVEIRA I V, et al Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086[J]. LWT-Food Science and Technology, 2021, 110191.
- [31] 肖德逊, 张建铭, 谢艳, 等. 益生菌咀嚼片 (压片糖果)[Z]. 江西省, 江西舒美特药业有限公司, 2017-12-19. [XIAO Dexun, ZHANG Jianming, XIE Yan, et al. Probiotic chewable tablets (Tablet candy)[Z]. Jiangxi, Jiangxi Shumeite Pharmaceutical Co., Ltd., 2017-12-19.]
- [32] KARIMI N, JABBARI V, NAZEMI A, et al. Thymol, cardamom and *Lactobacillus plantarum* nanoparticles as a functional candy with high protection against *Streptococcus mutans* and tooth decay[J]. Microbial Pathogenesis, 2020, 148: 104481.
- [33] KRISWANDINI I L, DIYATRI I, TANTIANA, et al. The forming of bacteria biofilm from *Streptococcus mutans* and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* as a marker for early detection in dental caries and periodontitis[J]. Infectious Disease Reports, 2020(12): 8722.
- [34] CHEN X, MWINE B E, CHELLIAH R, et al. Isolation and identification of potentially pathogenic microorganisms associated with dental caries in human teeth biofilms[J]. Microorganisms, 2020, 8(10): 1596.
- [35] JONES C M. The UK sugar tax-a healthy start?[J]. British Dental Journal: The Journal of the British Dental Association, 2016, 221(2): 62–63.
- [36] 蔡荣. 功能性糖果的现状与发展趋势[J]. 中国食品添加剂, 2004(2): 79–82. [CAI Rong. The present situation and development trend on the functional confectionary[J]. China Food Additives, 2004(2): 79–82.]
- [37] SAMAKRADHAMRONGTHAI R S, JANNU T. Effect of stevia, xylitol, and corn syrup in the development of velvet tamarind (*Dialium indum* L.) chewy candy[J]. Food Chemistry, 2021, 352: 129353.
- [38] RIVERO R, ARCHAINA D, SOSA N, et al. Development and characterization of two gelatin candies with alternative sweeteners and fruit bioactive compounds[J]. LWT-Food Science and Technology, 2021, 141: 110894.
- [39] 赵玉国, 丁勇, 梁爽, 等. 木糖醇压片糖果的研发[J]. 现代食品, 2019, 24: 99–101. [ZHAO Yuguo, DING Yong, LIANG Shuang, et al. Development of xylitol tablet candy[J]. Modern Food, 2019, 24: 99–101.]
- [40] GOK S, TOKER O S, PALABIYIK I, et al. Usage possibility of mannitol and soluble wheat fiber in low calorie gummy candies[J]. LWT-Food Science and Technology, 2020, 128: 109531.
- [41] ŠEREMET D, MANDURA A, CEBIN A V, et al. Challenges in confectionery industry: Development and storage stability of innovative white tea-based candies[J]. Journal of Food Science, 2020, 85(7): 2060–2068.
- [42] ARCHAINA D, SOSA N, RIVERO R, et al. Freeze-dried candies from blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) and yoghurt. Physico-chemical and sensorial characterization[J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 100: 444–449.
- [43] 王婷, 靳玉涵, 张雯雯, 等. 降脂型柿子果醋压片糖果的研制[J]. 内蒙古科技与经济, 2020(18): 102–104. [WANG Ting, JIN Yuhan, ZHANG Wenwen, et al. Development of fruit vinegar tablet candy for lowering blood lipids[J]. Inner Mongolia Science

Technology & Economy, 2020(18): 102–104.]

[44] 岳元媛, 汪姣玲, 樊振南, 等. 含盐压片糖果的配方研究[J]. *中国井矿盐*, 2020, 51(6): 33–36. [YUE Yuanyuan, WANG Jiaoling, FAN Zhennan, et al. Study on the formula of salt-containing compressed candy[J]. *China Well and Rock Salt*, 2020, 51(6): 33–36.]

[45] 吴玲, 郑琴, 张科楠, 等. 木部类、果部类和草部类药食同源中药安全性评价研究进展[J]. *中草药*, 2019, 50(10): 2505–2512. [WU Ling, ZHENG Qin, ZHANG Kenan, et al. Advances in safety evaluation of medicinal and edible Chinese materia medica of wood, fruit and herb categories[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2019, 50(10): 2505–2512.]

[46] 张庆宏. 药食同源与中药食品化[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2009, 11(7): 54–55. [ZHANG Qinghong. Homology of medicine and food and chinese herb taken as food[J]. *Journal of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine*, 2009, 11(7): 54–55.]

[47] 王艳宏, 栾宁, 樊建, 等. 中药功能性软糖的研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2019, 44(24): 5345–5351. [WANG Yanhong,

LUAN Ning, FAN Jian, et al. Research progress on functional soft candy of traditional Chinese medicine[J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2019, 44(24): 5345–5351.]

[48] ANTONIK N, JANDA K, JAKUBCZYK K. Characteristics of sweeteners used in foods and their effects on human health[J]. *Pomeranian Journal of Life Sciences*, 2020, 66(3): 57–65.

[49] SAMANIEGO L, PARTEARROYO T, MOREIRAS G V. Low and no calorie sweeteners, diet and health: An updated overview[J]. *Nutricion Hospitalaria*, 2020, 37(SPE2): 24–27.

[50] 马玉珠, 王菊平, 马璐, 等. 鹿茸巧克力糖果制品及其制备方法: 中国, CN108684910A[P]. 2018-10-23. [MA Yuzhu, WANG Juping, MA Lu, et al. Antler chocolate candy product and its preparation method: China, CN108684910A[P]. 2018-10-23.]

[51] 马嫒, 冯凡珊, 刘洁, 等. 一种青梅紫苏爆炸糖果及其制备方法: 中国, CN110250313A[P]. 2019-09-20. [MA Yuan, FENG Fanshan, LIU Jie, et al. A kind of popping candy containing green plum and purple perilla and its preparation method: China, CN110250313A[P]. 2019-09-20.]