

王亚宁, 张高鹏, 叶松梅, 等. 压片糖果的制备方法及产品开发研究进展 [J]. 食品工业科技, 2022, 43(10): 426–433. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021050259

WANG Yaning, ZHANG Gaopeng, YE Songmei, et al. Research Process of Preparation Methods and Product Development of Tablet Candy[J]. Science and Technology of Food Industry, 2022, 43(10): 426–433. (in Chinese with English abstract). doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021050259

· 专题综述 ·

压片糖果的制备方法及产品开发研究进展

王亚宁¹, 张高鹏¹, 叶松梅², 张安强^{1,*}

(1. 浙江工业大学食品科学与工程学院, 浙江杭州 310014;

2. 浙江双益菇业有限公司, 浙江丽水 323700)

摘要: 压片糖果作为糖果制品类的一种新型食品形态发展迅速, 广大学者对其的研究也更加深入。本文综述了压片糖果的发展历程、分类、制备方法、辅料选择以及产品开发现状等。近年来, 压片糖果的制备方法由批量生产逐渐向连续生产转化, 其制备方法和辅料选择也与原料性质密切相关, 故改进压片糖果的制备方法与研发更适用的辅料已经成为解决压片糖果质量问题的重要因素。压片糖果种类繁多, 产品定位广泛, 基本涵盖了从儿童到青少年再到成年人。目前, 压片糖果的开发正朝着具有特定功能的产品的发展方向, 本文为今后压片糖果类的产品开发提供一定的理论依据和借鉴意义。

关键词: 压片糖果, 制备方法, 辅料, 功能性压片糖果, 产品开发, 分类

中图分类号: TS246.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2022)10-0426-08

DOI: 10.13386/j.issn1002-0306.2021050259

本文网刊:



Research Process of Preparation Methods and Product Development of Tablet Candy

WANG Yaning¹, ZHANG Gaopeng¹, YE Songmei², ZHANG Anqiang^{1,*}

(1. College of Food Science and Technology, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China;

2. Zhejiang Shuangyi Mushroom Industry Co., Ltd., Lishui 323700, China)

Abstract: As an emerging type of food pattern in the candy field, tablet candy develops rapidly with various advantages of sweeter breath, lively packaging, functionality and so on, which has captured researcher's attention and motivated them to study the vast development of tablet candy in several potential fields. In this paper, development history, classification, preparation methods, excipients selection and product research status of tablet candy are reviewed. In recent years, the preparation method of tablet candy has gradually changed from batch processing to continuous processing. Its preparation methods and excipients selection are also closely related to the properties of raw materials. Therefore, modified preparation methods of tablet candy and more suitable excipients have become important factors to improve the quality of tablet candy. There are many kinds of tablet candy in the market favored by consumers, with an extensive product positioning, varying from children to teenagers to adults. Due to the public demand, the innovation of tablet candy is developing in the direction of specific functions. This paper provides a theoretical basis and reference for the in-depth research and comprehensive development of the tablet candy product.

Key words: tablet candy; preparation methods; excipients; functional tablet candy; product development; classification

糖果是一种人们普遍喜爱食用的食品, 其种类繁多, 依据《糖果分类 GB/T 23823-2009》^[1] 中把糖果分为 12 大类, 即硬糖类、酥糖类、太妃糖类、凝胶糖

果类、奶糖类、胶基糖果类、充气糖果类、压片糖果类、流质糖果类、膜片糖果类、花式糖果类和其它糖果类。压片糖果作为糖果制品类中一种新型食品形

收稿日期: 2021-05-31

基金项目: 浙江省自然科学基金 (LY17C200017)。

作者简介: 王亚宁 (1998-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食药菌精深加工, E-mail: comeonwangyn2020@163.com。

* 通信作者: 张安强 (1974-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 食药菌精深加工, E-mail: zhanganganqiang@zjut.edu.cn。

态, 广受消费者的追捧和喜爱。《糖果 压片糖果 SB/T 10347-2017》^[2] 中定义压片糖果是以食糖或糖浆(粉剂)或甜味剂等为主要原料, 经混合、造粒或不造粒、压制成型等相关工艺制成的固体糖果。随着现代人们生活节奏的加快、健康意识的增强, 以及对产品追新逐异的需求, 包装时尚、方便的压片糖果以其产品口味丰富、具清新口气或功能性等特点受到市场的青睐。压片糖果的分类从《压片糖果 SB 10347-2001》^[3] 中不明确指出的清型和夹心型转变为《糖果 压片糖果 SB/T 10347-2008》^[4] 中的坚实型; 夹心型和包衣、包衣抛光型再到最新版《糖果 压片糖果 SB/T 10347-2017》^[2] 中明确分为四类: 坚实型压片糖果; 夹层型压片糖果; 包衣、包衣抛光型压片糖果; 其它型压片糖果。压片糖果分类的明确化与细则化既是社会需求又是糖果行业发展的必然结果。

近几年, 压片糖果产品的研发成为糖果行业的主攻方向, 其中具有功能性的压片糖果成为广大学者研究的热点。功能性糖果由于安全性较高和副作用较小, 大多数草药正在被开发为营养产品, 灵芝、人参、玛咖、葛根等药用食材制作的压片糖果, 既保证了产品的药性, 满足人们对药用食材的摄入需求, 又提高了药用食材的口感, 具有较高的经济和社会价值, 是极具市场竞争优势的一款压片糖果类产品。目前国内外已开发研制出了多种具功能性的压片糖果, 比如有助于减轻眼疲劳、有助于抗氧化、有助于改善睡眠、有助于解酒、有助于改善肠道健康等功能性压片糖果。具有特定营养辅助功能的压片糖果的开发研制是大健康背景下的发展趋势。

为了提高压片糖果的质量和产量, 压片糖果的制备方法得到不断地改进与创新, 我国由湿法制粒压片法等批生产工艺逐渐向粉末直接压片法、干法制粒压片法、流化床压片法、双螺杆压片法等连续生产工艺过渡。制备方法的改进与创新极大地解决了压

片糖果生产中产品体量小、资源利用率低、时间成本高等问题。新型辅料的研制(Cellactose®、几丁质-碳酸钙等)提高了压片糖果的质量、理化性质及感官评价, 更好地满足了人们对压片糖果的需求, 进而加快压片糖果行业的发展。压片糖果分类的变化、制备方法和新型辅料的开发以及层出不穷的功能性压片糖果的研制成功, 表明压片糖果作为一种新型食品形态得到人们的喜爱与追捧, 压片糖果行业处于迅猛发展阶段。因此综述压片糖果的分类、制备方法、辅料类型及其产品开发研究现状等对其投入工业化生产具有积极的理论指导意义。

1 压片糖果的分类

市场中各种品牌的压片糖果品目繁多、不胜枚举, 其以不同的形状、颜色和口味赢得消费者的青睐。压片糖果按其形状可以分为圆形、椭圆形、心形、三角形压片糖果等。按照颜色分为单色、双色和多色压片糖果。按照功能性分为有助于抗氧化、有助于改善视力、有助于改善肠道健康、有助于改善睡眠等。根据《糖果 压片糖果 SB/T 10347-2017》^[3] 相关标准, 依据压片糖果及其糖体表面的加工方式把压片糖果分为四类: 坚实型压片糖果; 夹层型压片糖果; 包衣、包衣抛光型压片糖果; 其它型压片糖果。美国 Roquette 公司^[5] 认为主要的压片糖果有普通压片糖果、包衣压片糖果、多层压片糖果、泡腾压片糖果以及咀嚼型压片糖果。表 1 中列举了压片糖果的分类及相应产品。

2 压片糖果的制备

2.1 制备方法

压片糖果制备方法是影响其质量的重要因素, 常见的制备方法分为粉末直接压片法、干法制粒压片法、湿法制粒压片法、流化床制粒、喷雾干燥制粒等。湿法制粒压片法更常用。表 2 列举了一些近几

表 1 压片糖果的分类
Table 1 Classification of tablet candy

分类	举例
形状	圆形 低糖压片糖果 ^[6] 、纳豆激酶压片糖果 ^[7]
	椭圆形 北京同仁堂牡蛎片压片糖果、ZOEMEAR乳矿物盐压片糖果
	心形 欧姿白饱腹压片糖果、优束美食伴侣压片糖果
	三角形 曼妥思清劲无糖薄荷糖压片糖果、云南白药滇橄榄压片糖果
	不规则形 Bioe充电即食咖啡豆压片糖果、药都仁和维C陈皮压片糖果
颜色	单色 胶原软骨片压片糖果 ^[8] 、DHA藻油磷脂酰丝氨酸压片糖果 ^[9]
	双色 都市牧场无糖薄荷糖、曼妥思清劲无糖薄荷糖压片糖果
	多色 多彩压片糖果 ^[10]
	有助于抗氧化 富硒黑莓压片糖果 ^[11] 、燕窝胶原蛋白肽压片糖果 ^[12]
功能性	有助于改善视力 蓝莓叶黄素压片糖果 ^[13] 、苦瓜黄酮压片糖果 ^[14]
	有助于改善肠道健康 排毒排脂的压片糖果 ^[15] 、黑枸杞参精压片糖果 ^[16]
	有助于改善睡眠 酸枣仁茯苓压片糖果 ^[17] 、三七茎叶压片糖果 ^[18]
	坚实型 纳豆压片糖果 ^[19] 、降脂型柿子果醋压片糖果 ^[20]
国标分4种	夹层型 曼妥思透爽口气无糖薄荷糖压片糖果
	包衣型(包衣抛光型)其它型 木糖醇压片糖果 ^[21] 、Bear KoKo白芸豆压片糖果都市牧场金梅片

表 2 压片糖果的制备方法

Table 2 The preparation methods of tablet candy

制备方法	原辅料配伍	功能性	压片机	参考文献
粉末直接压片法	番石榴叶与陈皮提取物添加量 25%(1:3), 甘露糖醇与乳糖添加量 43%(2.5:1), 微晶片纤维素添加量 30%, 硬脂酸镁添加量 2%	—	QYL10t 立式油压千斤顶压片机	[48]
	山梨糖醇 65%, 蜂蜜粉 20%, 硬脂酸镁 1.0%, 植物原粉 14%(蔓越莓粉: 梅肉粉: 葡萄籽粉: 玫瑰粉=6:4:2:1)	—	YP-1400 型压片机	[49]
	枸杞粉 47%、葡萄粉 30%、番茄粉 21%、番茄皮粉 0.6%、葡萄籽粉 1.4%	—	TDP-1.5 单冲式压片机	[50]
	灰树花活性多糖提取物 40~70 份、苦瓜提取物 10~30 份、异麦芽酮糖醇 10~30 份、微晶纤维素 5~20 份、二氧化硅 0~5 份、硬脂酸镁 0~5 份、薄膜包衣剂 0.5~3 份	缓解视疲劳、有助于预防 AMD	—	[51]
	富硒虫草粉 20~55 份、微晶纤维素 10~30 份、麦芽糊精 10~20 份、聚葡萄糖 10~15 份、硬脂酸镁 1~3 份、包衣剂 1~3 份	有助于抑制肿瘤	—	[52]
湿法制粒压片法	蓝莓粉 3.19%、薄荷香精 4.26%、三氯蔗糖 0.19%、叶黄素酯微囊粉 9%、异麦芽酮糖醇 55%、山梨糖醇 30%、硬脂酸镁 1%、阿拉伯胶 0.75%	—	DY-30 型压片机	[13]
	每 1000 片压片糖果(600 g)含三七茎叶提取物 15 g、 γ -氨基丁酸 12 g、三氯蔗糖 3 g、酒石酸 30 g、异麦芽糖醇 240 g、微晶纤维素 78 g、甘露糖醇 216 g、硬脂酸镁 6 g	有助于改善睡眠	旋转式压片机	[18]
	桦褐孔菌添加量 25%, 稀释剂 MCC: 乳糖为 1:2.5, 阿拉伯半乳糖添加量为 10%, 酵母 β 葡聚糖为 1.3%, 硬脂酸镁添加量为 1%, 三氯蔗糖添加量为 0.15%	有助于增强免疫力和抗氧化	ZP 5 型旋转式压片机	[53]
	蓝莓果渣粉添加量 30.62 g、甜味剂添加量 38.67 g、填充剂添加量 22.45 g、润滑剂添加量 2.14 g	—	YP-5 单冲式压片机	[54]
	黑莓粉 30~50 份、麦芽粉 15~30 份、葡萄籽提取物 1~10 份、 β -胡萝卜素 1~10 份、甜味剂 2~8 份以及淀粉 20~30 份	有助于抑制肿瘤和抗氧化	—	[11]
	胶原蛋白肽粉 40%~50%、鲑鱼弹性蛋白肽 3%~8%、针叶樱桃提取物 8%~12%、蓝莓提取物 3%~8%、低聚果糖 8%~12%、薏苡仁粉 2%~6%、血橙果粉 2%~7%、石榴果粉 2%~7%、燕窝肽 1%~5%、维生素 C 12%~16%、葡萄籽提取物 1%~3%	有助于增强机体免疫力、延缓衰老和抗氧化	—	[12]
	人参 60~80 份、生姜 20~30 份、姜黄 20~30 份、葛根粉 20~30 份、枳椇子粉 20~30 份、酵母抽提物 30~50 份、山梨糖醇 20~30 份	有助于保肝护肝	—	[55]
干法制粒压片法	人参 5%~13%、茯苓 18%~25%、桑椹 18%~25%、葛根 18%~25%、覆盆子 10%~24%、牡蛎 5%~12%、食品添加剂 0.7%~1.3%	有助于增加骨密度、补元气和健脾渗湿	—	[56]
	冻干唾液链球菌 K12 菌粉 3~8 份、多孔淀粉 2~4 份和膨化玉米粉 0.5~1.5 份、混合糖粉 30~50 份、海藻酸钠 35~40 份、MCC 10~20 份、微粉硅胶 0.2~1 份、柠檬酸 2~4 份和香精 0.1~0.3 份	有助于改善口腔微生态环境	—	[57]
	酸枣仁粉 30%~60%、茯苓粉 5%~30%、麦芽糊精 10%~30%、异麦芽酮糖醇 5%~30%、赤藓糖醇 5%~20%、硬脂酸镁 0.5%~1.5%	有助于改善睡眠	—	[17]

注: “—”表示相应参考文献中未注明详细信息。

年来压片糖果的制备工艺。

2.1.1 粉末直接压片法 粉末直接压片法是指将粉碎后的原料和辅料混合均匀直接进行压片的方法^[22-23], 是国内外最主要的一种压片工艺。在我国, 因其省时节能、工艺简便、操作性强, 所制得的压片糖果片面光滑、崩解时限短、稳定性高, 有利于提高大规模生产效率等^[24], 成为近些年发展迅速的一种压片技术。多项研究表明, 与传统的湿法制粒压片相比, 该法更适用于对湿和热不稳定^[25], 易变色和分解的原料。但物料的流动性、充填性和可压性等粉体学性质直接影响生产过程中物料的混合和传递等环节, 影响压片糖果的片重差异、含量均匀度等质量指标^[26], 用该法制作的压片糖果存在裂片、松片等现象, 因此需要筛选适宜的辅料来弥补这一缺点。Mura 等^[27]对几种无机钙和镁盐进行了深入的研究, 评估和比较了它们作为直接压缩辅料的实际潜力。Sanchez-Ballester 等^[28]研究了海藻酸的甲酯衍生物作为直接压缩的多功能辅料的能力。新型辅料的研究和开发, 解决了物料混合后的流动性和可压性等问

题, 粉末直接压片工艺逐渐地成为压片糖果的首选制备方法。

在粉末直接压片法制片过程中, 颗粒特性的分布, 如形状、大小、液体含量、活性物质含量和硬度, 对确定最终压片糖果特性至关重要^[29]。为了保证产品质量, 需要持续监控关键工艺参数和关键质量属性^[30]。实时监测混合物的状态和压片时产品的状态对于保证最终产品质量至关重要。Kamyar 等^[30]建立了一种新型软传感器模型, 能够实时监测混合物和产品的效力以及其它辅料的浓度。Cogoni 等^[31]提出了一种结合在线 NIR PLS 和效力软传感器估计的混合方法, 实现强大的效力预测。Alam 等^[32]开发了一种实验室的 NIR 模型, 用于平均中心效力估计, 可以使用不同的仪器实现到不同的站点而无需对既定的工艺条件和原材料特性范围进行模型更新。监测模型的建立为提高粉末直接压片法制得的产品质量提供了有效的保障。

2.1.2 制粒压片法 由于粉末直接压片法对原辅料的选择有极大的局限性, 造粒技术成为压片糖果制作

的第二选择,尤其以干法制粒技术为优^[33]。干法制粒是将药物提取物与辅料混合均匀后,依靠重压或辊压机挤压成薄片状,再经磨碎和过筛,制成一种预定大小的颗粒的方法^[34]。原辅料颗粒的大小和性质(塑性、脆性等)会影响辊压后产品的质量,Linnet 等^[35]分别研究了以 MCC 和乳糖为原料制粒对产品性质的影响,结果表明制粒材料的主要变形性直接影响颗粒在压片时的变形^[35],这是由于相对于脆性材料,塑性材料具有更好的粘合强度^[36],因此选择合适的原辅料同样是干法制粒成功的关键。固体组分在带中的均匀分布也是影响干法制粒压片糖果质量的重要因素。为了解决固体组分分布不均一问题,Wiedey 等^[37]总结了两种解决方法:一是修改辊的设计,使力的分布更加均匀;二是在搅拌机和轧辊之间额外添加搅拌器,增加原料的均匀性。进一步的,其研究证实了工艺参数会影响带均匀性,并且筛分后的组分的压片过程遵循高密度和多孔区域的带内补偿效应^[37]。Berkenkemper 等^[38]研究表明干法制粒会降低崩解剂的崩解性能,且崩解机理和崩解时间均不同于粉末直接压片法制得的产品。可见,不同的制备方法对产品的性能有很大的影响。

湿法制粒是将药物和辅料的粉末混合均匀后加入液体粘合剂制备颗粒的方法,该法相对于前两种制备方法,具有提高粉末均匀性^[39],增加体积密度,改善流动性能,减少粉末分离,压缩成形性好,耐磨性较强等优点^[40-41],因此,在我国该法是目前应用最为广泛的一种制备方法。

根据搅拌方式的不同,湿法制粒分为高剪切制粒、流化床制粒和挤出制粒等^[41],大量文献表明,高剪切湿法制粒是被广泛应用于压片糖果的一种湿法制粒技术。一种典型的高剪切湿法制粒工艺是将液体黏合剂喷洒到预混粉床上,而其中的内容物则在高剪切混合机碗内彻底混合,因此与其它类型的制粒相比,在高剪切混合器中进行的湿法制粒需要有效地添加适宜的液体黏合剂来完成物料的制粒^[42]。Taipale-Kovalainen 等^[43]比较高剪切湿法制粒和连续干法制粒对产品性质的影响,其研究表明高剪切湿法制粒制得的颗粒流动性较连续干法制粒优,生产速率相对高。同时在压片过程中,高剪切湿法制粒得到的颗粒较干法制粒得到的颗粒需相对小的压力压实成片^[43]。Gupta 等^[44]研究了高剪切湿法制粒压片法在低糖微片工艺中的应用,结果表明,相对于直接压片工艺,高剪切湿法制粒工艺可以在更低的微粒度下生产可接受的微片。近年来,红曲三七压片糖果^[18]、蓝莓叶黄素压片糖果^[13]、芒果压片糖果^[45]等采用湿法制粒工艺研制的压片糖果产品仍是一种趋势。但是湿法制粒存在一些缺陷,比如不适用于黏度较大的物料,会产生粘锅、搅拌不充分等现象,这需要进一步的研究改进。

2.1.3 其它制备方法 压片糖果的制作方法正朝着

连续生产(CM)的方向发展,CM 制粒方法包括辊压法、双螺杆法、流化床法、热熔挤出法等^[43]。双螺杆制粒技术凭借其高效使用液体粘合剂,使活性原料和辅料均匀混合,及其工艺参数的可控性、制粒时间短、操作简单和易于优化等特点^[29,46],成为制粒行业中最流行的技术之一。双螺杆热熔体挤压技术由于其无需溶剂和采用连续制粒等优点在制粒行业得到广泛的应用,包括制湿颗粒和制熔颗粒等^[46]。Ismail 等^[29]利用实验数据校准和验证了完整的二维-种群平衡模型对两种螺旋装置中不同的揉捏和输送元件生产出的颗粒的聚集和断裂进行了解释。连续喷雾流化床分层造粒技术广泛应用于食品、化工等行业,主要包括聚集、涂层和分层造粒三个步骤^[47],其在多色和夹层压片糖果的制备过程中有着显著的优势。

2.2 辅料的类型

压片糖果主要由主料和辅料压制而成,辅料是摄入时没有直接生理或药理作用的添加剂^[58]。辅料粉末物理性质的差异导致颗粒成核速度不同,亲水性辅料优先成核^[25],进而致使颗粒分离,制得的压片糖果成分不均匀。选择合适的辅料对于获得崩解快、硬度佳、脆性低、成分均匀的压片糖果至关重要^[59]。辅料按照作用分为填充剂、矫味剂、润滑剂、粘结剂、润湿剂、崩解剂等;按照加工方式分为预混辅料和共处理辅料。

单一辅料种类多样,主要有填充剂、矫味剂、润滑剂、粘结剂、润湿剂、崩解剂等。其中填充剂包括乳糖、微晶纤维素、甘露醇、玉米淀粉、糊精、羟甲基纤维素钠、木糖醇等,常用于压片糖果的有乳糖、微晶纤维素、羟甲基纤维素钠和糊精等。添加柠檬酸、枸橼酸、三氯蔗糖、木糖醇、甜菊糖苷等作为矫味剂改善产品的酸甜口感。润滑剂是压片糖果制备中不可或缺的辅料,主要有硬脂酸镁、滑石粉、微粉硅胶、聚乙二醇类等,目前硬脂酸镁广泛用于压片糖果的润滑剂,机械干燥涂层产生的高剪切力使得硬脂酸镁分层并在每个粒子表面形成更加连续的薄层,从而提高粉末的流动性和压实性^[60]。羟甲基纤维素钠、PVP-K30 等作为黏合剂辅助原料粉末粘成型。崩解剂是加入到处方中促使压片糖果迅速崩解成小单元并使药物更快溶解的功能性成分,常用于压片糖果的有羧甲基淀粉钠、低取代羟丙基纤维素、交联羧甲基纤维素钠、交联聚维酮等^[61]。通过化学改性的淀粉、纤维素、聚维酮等可在较小添加量下产生更有效的崩解效果^[62],是一类性质优良的崩解剂。

预混辅料(pre-mixed excipient)系指两种或两种以上药用辅料通过简单物理混合制成的、具有一定功能且外观均一的混合辅料,其各组分仍保持独立的化学实体^[61]。几种辅料混合时,会产生相加作用或拮抗作用等,如乳糖与微晶纤维素混合使用时,会产生相加作用;而蔗糖粉与微晶纤维素混合使用时,则产生拮抗作用^[63]。因此,选择合适的辅料进行预混合是

成功研制一款新型压片糖果的重要环节。共处理辅料(co-processed excipients)是将两种及以上辅料通过喷雾干燥、热熔挤出或共结晶等方法预混,使辅料在亚粒子状态反应,产生功能协同作用,改变辅料的理化性质和功能,掩盖单个辅料的不足^[64]。共处理辅料在加工过程中不应形成新的化学共价键。与预混辅料的区别在于,共处理辅料无法通过简单的物理混合方式制备^[63]。这样处理的颗粒,流动性、可压性都明显优于简单混合的配方,因此共处理辅料的研究加快了粉末直接压片工艺的发展。几丁质-碳酸钙作为一种多功能共处理辅料,显著增强粉末流动性,使粉末具有更高的真密度和堆积密度,同时具有快速分解性能^[65],用于直接压片时,可以较高的压片速度进行压片且压片时间范围较广^[66],是一款性能良好的崩解剂。Benabbas等使用90%的MCC101结合10%的褐藻酸获得了一种具有良好的粉末流动性和快速崩解性的新型共处理辅料^[64]。Dziemidowicz等对8种共处理辅料通过评价不溶性颗粒成分,随后对分散在水中的粉末进行显微镜分析,最后通过感官进行快感评分得出SmartExQD100评分最高^[67]。德国和法国等西方国家研制出了多种共处理辅料,包括法国Roquette的PEARLITOL® Flash、德国BASF的Ludipress、德国JRS的Prosoly系列和FMC的微晶纤维素-羧甲基纤维素钠(Avicel RC/CL)等^[68]。共处理辅料的研发极大地推进了压片糖果的发展。

3 产品开发

市场中的压片糖果种类繁多,以符合青年一代的清新口味的压片糖果和具有功能性的压片糖果为主,同时其以有趣的信息图形和强烈的包装颜色引起了各个年龄段的人的关注和兴趣,主要是儿童、青少年以及成年人^[69]。随着居民健康意识的提升,压片糖果以其低糖、方便、健康、具功能性等特点在糖果制品行业蓬勃发展。2019年首个压片糖果相关团体标准即《刺梨系列产品 刺梨压片糖果 T/GZSX 055.3-2019》的建立,标志着压片糖果产品迎来了新的机遇。

许多国内外知名企业抓住糖果产业革新的浪潮,推出了各种极具竞争力的压片糖果产品。各企业及研究机构以人参、黄精、玛咖、猴头菇、叶黄素、DHA、蛹虫草、胶原蛋白等具有特定功效的物质为原料研发出了一系列满足社会需求的压片糖果产品。日本iSDG公司健康养护系列产品推出了两款分别以金盏菊浓缩粉和蓝莓浓缩粉、万寿菊浓缩粉和蓝莓浓缩粉为叶黄素活性物质原料的叶黄素压片糖果,其有助于减轻眼疲劳。美国美乐家公司膳食补充系列产品推出了多款压片糖果产品,包括绿茶压片糖果、栀子压片糖果、护欣宜纳豆压片糖果、南瓜籽压片糖果、胶原蛋白肽压片糖果、思倍佳磷脂酰丝氨酸压片糖果等具有一定营养辅助功能的压片糖果,以及有助于体型管理的然倍速绿咖啡豆压片糖果。我国汤臣倍健品牌推出了牛乳钙片压片糖果、健力多

牛乳钙片压片糖果(橘子味)、II型胶原软骨片压片糖果等添加矿物质的功能性压片糖果产品,以及添加维生素的蔓越莓维生素C压片糖果、叶黄素酯维生素C压片糖果等多款营养压片糖果产品。虽然压片糖果产品层出不穷,但创新型产品开发一直止步不前,同时由于我国压片糖果制备方法的局限性以及辅料开发的滞后性,提高压片糖果产品的质量存在一定的挑战性。

4 结论与展望

压片糖果的研制是糖果制造行业的热点,为了满足社会对压片糖果产量与质量的需求,压片糖果的制备方法逐渐地由批量生产向连续生产转化。辅料的选择与制备方法以及原料性质密切相关,因此制备方法的改进与共处理辅料的研发成为解决压片糖果质量问题的重要因素。干法制粒压片法、粉末直接压片法等连续化生产技术在海外早已成熟,但在我国却尚未普及,目前仍以湿法制粒压片法为主要制备方法。目前压片糖果的开发正朝着具有特定功能的产品的发展方向,国内外知名品牌相继推出一系列具膳食补充和营养辅助功能的压片糖果产品。近几年国内已申请的具有一定功能性的压片糖果专利众多,但运用于大规模投入生产的产品鲜少。因此,对压片糖果产品的生产技术进行深入的研究成为目前压片糖果产品发展的必然要求。主要包括压片糖果新型辅料的研制以及压片参数的研究,为更多的压片糖果投入工业化生产提供理论指导,同时应加快我国压片糖果制备方法的转型,解决产品生产滞后等问题,为压片糖果产业的发展提供更加优质的硬件设施和发展空间。

参考文献

- [1] 中国商业联合会. GB/T 23823-2009 糖果分类[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 1-3. [China General Chamber of Commerce. GB/T 23823-2009 Candy classify[S]. Beijing: China Standard Press, 2009: 1-3.]
- [2] 中国商业联合会. SB/T 10347-2017 糖果 压片糖果[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017: 1. [China General Chamber of Commerce. SB/T 10347-2017 Candy tablet candy[S]. Beijing: China Standard Press, 2017: 1.]
- [3] 中国商业联合会. SB 10347-2001 压片糖果[S]. 北京: 中国标准出版社, 2001: 29. [China General Chamber of Commerce. SB 10347-2001 Tablet candy[S]. Beijing: China Standard Press, 2001: 29.]
- [4] 中国商业联合会. SB/T 10347-2008 糖果 压片糖果[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008: 2. [China General Chamber of Commerce. SB/T 10347-2008 Candy tablet candy[S]. Beijing: China Standard Press, 2008: 2.]
- [5] 罗盖特亚洲应用开发中心. 无糖压片糖果专家[J]. 食品工业科技, 2014, 35(12): 36-37. [Roquette Asia Application Development Center. Sugar free tablet candy expert[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(12): 36-37.]
- [6] 何利祥, 黄昕, 江建云, 等. 一种低糖压片糖果及其制备方法:

- 中国, 201911050173.3[P]. 2021-05-04. [HE L X, HUANG X, JIANG J Y, et al. A low sugar tablet candy and a preparation method thereof: China, 201911050173.3[P]. 2021-05-04.]
- [7] 李淑英, 王凤忠, 范蓓, 等. 一种纳豆激酶压片糖果及其制备方法: 中国, 202010219509.0[P]. 2020-06-16. [LI S Y, WANG F Z, FAN B, et al. A nattokinase tablet candy and a preparation method thereof: China, 202010219509.0[P]. 2020-06-16.]
- [8] 黄远英, 肖健. 一种胶原软骨片压片糖果: 中国, 202011577575.1[P]. 2021-05-07. [HUANG Y Y, XIAO J. A tablet candy made of collagen cartilage: China, 202011577575.1[P]. 2021-05-07.]
- [9] 宗叶良, 周志东, 李云华. 一种 DHA 藻油磷脂酰丝氨酸压片糖果及其制备方法: 中国, 201910013342. X[P]. 2019-04-19. [ZONG Y L, ZHOU Z D, LI Y H. A DHA algal oil phosphatidylserine tablet candy and its preparation method: China, 201910013342. X[P]. 2019-04-19.]
- [10] 王秋辉, 陈隽翰, 章燎源. 一种多彩压片糖果的制作方法: 中国, 201911087961. X[P]. 2020-01-10. [WANG Q H, CHEN J H, ZHANG L Y. A preparation method of colorful tablet candy: China, 201911087961. X[P]. 2020-01-10.]
- [11] 徐后龙, 林雁冰, 周香云, 等. 富硒黑莓压片糖果及其制备方法: 中国, 202010183092.7[P]. 2020-06-19. [XU H L, LIN Y B, ZHOU X Y, et al. Selenium enriched blackberry tablet candy and its preparation method: China, 202010183092.7[P]. 2020-06-19.]
- [12] 陈琼. 燕窝胶原蛋白肽压片糖果: 中国, 201910403294.5[P]. 2020-11-17. [CHEN Q. Tablet candy of bird's nest collagen peptide: China, 201910403294.5[P]. 2020-11-17.]
- [13] 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 F J, WEI Q Y, LI D C, et al. Process of pressed candy with blueberry and xanthophyll[J]. The Food Industry, 2019, 40(11): 30-33.]
- [14] 于飞. 一种苦瓜黄酮压片糖果: 中国, 202011477779.8[P]. 2021-05-07. [YU F. A kind of *Momordica charantia* flavone tablet candy: China, 202011477779.8[P]. 2021-05-07.]
- [15] 罗宁, 陈志波, 余虎成. 一种有效改善肥胖排毒排脂的压片糖果制备方法: 中国, 201911014336.2[P]. 2021-04-23. [LUO N, CHEN Z B, YU H C. A preparation method of tablet candy for effectively improving fat and toxin excretion: China, 201911014336.2[P]. 2021-04-23.]
- [16] 李想, 崔永成. 一种黑枸杞参精片压片糖果及其制备方法: 中国, 202110012332.1[P]. 2021-04-09. [LI X, CUI Y C. A black wolfberry Shenjing tablet candy and a preparation method thereof: China, 202110012332.1[P]. 2021-04-09.]
- [17] 梁鑫森, 王超然, 郭志谋, 等. 一种酸枣仁茯苓压片糖果及其制备方法: 中国, 201911064446. X[P]. 2021-05-07. [LIANG X M, WANG C R, GUO Z M, et al. A sour jujube kernel *Poria cocos* tablet candy and a preparation method thereof: China, 201911064446. X[P]. 2021-05-07.]
- [18] 王恒禹, 郭冬梅, 余汪平, 等. 三七茎叶压片糖果的研制[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2019, 38(5): 69-72, 105. [WANG H Y, GUO D M, YU W P, et al. Development of pressed candy by stems and leaves of *Panax notoginseng*[J]. Journal of Xihua University (Natural Science Edition), 2019, 38(5): 69-72, 105.]
- [19] 韩瑞超, 相雪, 谭璐佳, 等. 纳豆压片糖果的研制[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(28): 275-277. [HAN R C, XIANG X, TAN L J, et al. Development of natto pressed candy[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(28): 275-277.]
- [20] 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 T, JIN Y H, ZHANG W W, et al. Development of persimmon vinegar tablet candy[J]. Inner Mongolia Science Technology & Economy, 2020, 18: 102-104.]
- [21] 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 Y G, DING Y, LIANG S, et al. Development of xylitol tablet candy[J]. Modern Food, 2019, 24: 99-101.]
- [22] 孙强. 当归超微粉直接压片工艺及其片剂质量标准研究[D]. 天津: 天津大学, 2007: 10. [SUN Q. Study on direct compression technique and quality control of angelica sinensis micropowder tablet[D]. Tianjin: Tianjin University, 2007: 10.]
- [23] 夏冬琪. 粉末直接压片法的应用研究[J]. 现代盐化工, 2016, 43(5): 32-33. [XIA D Q. Study on the application of direct powder compression method[J]. Modern Salt and Chemical Industry, 2016, 43(5): 32-33.]
- [24] 向琴琴. 番茄红素微胶囊片剂的制备、质量检测及功能的研究[D]. 新疆: 新疆农业大学, 2015: 10. [XIANG Q Q. Study on preparation process, quality and function of lycopene microcapsules tablets[D]. Xinjiang: Xinjiang Agricultural University, 2015: 10.]
- [25] NAKAMURA S, TANAKA C, YUASA H, et al. Utility of microcrystalline cellulose for improving drug content uniformity in tablet manufacturing using direct powder compression[J]. AAPS PharmSciTech, 2019, 20(4): 1-12.
- [26] 陈盛君, 朱家璧, 祁小乐. 粉末直接压片常用辅料的粉体学性质评价[J]. 中国医药工业杂志, 2013, 44(10): 1010-1013. [CHEN S J, ZHU J B, QI X L. Evaluation of micromeritic properties of excipients for direct compression[J]. Chinese Journal of Pharmaceuticals, 2013, 44(10): 1010-1013.]
- [27] MURA P, VALLERI M, BALDANZI S, et al. Characterization and evaluation of the performance of different calcium and magnesium salts as excipients for direct compression[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2019, 567: 1-10.
- [28] SANCHEZ-BALLESTER N M, BATAILLE B, BENABAS R, et al. Development of alginate esters as novel multifunctional excipients for direct compression[J]. Carbohydrate Polymers, 2020, 240: 116280.
- [29] ISMAIL H Y, SINGH M, ALBADARIN A B, et al. Complete two dimensional population balance modelling of wet granulation in twin screw[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2020, 591: 120018-120018.
- [30] KAMYAR R, LAURI PLA D, HUSAIN A, et al. Soft sensor for real-time estimation of tablet potency in continuous direct compression manufacturing operation[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2021, 602: 120624.
- [31] COGONI G, ANGELA LIU Y, HUSAIN A, et al. A Hybrid NIR-soft sensor method for real time in-process control during continuous direct compression manufacturing operations[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2021, 602: 120620.

- [32] ALAM M A, LIU Y A. An agile and robust in-line NIR potency deviation detection method for monitoring and control of a continuous direct compression process[J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2021, 601: 120521.
- [33] WILMS A, TESKE A, MEIER R, et al. Implementing feedback granule size control in a continuous dry granulation line using controlled impeller speed of the granulation unit, compaction force and gap width[J]. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, 2020, 3: 1–11.
- [34] 况弯弯, 伍振峰, 万娜, 等. 中药干法制粒的研究思路探讨: 基于干法制粒技术研究的国内外研究进展[J]. *中国中药杂志*, 2019, 44(15): 3195–3202. [KUANG W W, WU Z F, WAN N, et al. Discussion on research thought of dry granulation of traditional Chinese medicine: research progress at home and abroad based on dry granulation technology[J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2019, 44(15): 3195–3202.]
- [35] LINNET S A, KVISTGAARD V T, JUKKA R, et al. The relevance of granule fragmentation on reduced tablet ability of granules from ductile or brittle materials produced by roll compaction/dry granulation[J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2021, 592: 120035.
- [36] SKELBAEK-PEDERSEN A, VILHELMSSEN T, WALLAERT V, et al. Quantification of fragmentation of pharmaceutical materials after tableting[J]. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2019, 108(3): 1246–1253.
- [37] WIEDEY R, ŠIBANC R, WILMS A, et al. How relevant is ribbon homogeneity in roll compaction/dry granulation and can it be influenced?[J]. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 2018, 133: 232–239.
- [38] BERKENKEMPER S, KEIZER H L, LINDENBERG M, et al. Functionality of disintegrants with different mechanisms after roll compaction[J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2020, 584: 119434.
- [39] JOANA G C, PRAKASH P S S, LEOPOLD CLAUDIA S, et al. Application of aquasolv lignin in ibuprofen-loaded pharmaceutical formulations obtained via direct compression and wet granulation[J]. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2021, 174: 229–239.
- [40] MANGWANDI C, LIU J T, ALBADARIN A B, et al. High shear granulation of binary mixtures: Effect of powder composition on granule properties[J]. *Powder Technology*, 2015, 270: 424–434.
- [41] 崔向龙. 银杏叶片高速剪切湿法制粒工艺设计及控制[D]. 北京: 北京中医药大学, 2017: 13–15. [CUI X L. Design and control of high shear wet granulation process for ginkgo tablet[D]. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine, 2017: 13–15.]
- [42] MAHDI F, HASSANPOUR A, MULLER F. An investigation on the evolution of granule formation by in-process sampling of a high shear granulator and design[J]. *Chemical Engineering Research*, 2018, 129: 403–411.
- [43] TAIPALE-KOVALAINEN K, KETOLAINEN J, KORHONEN O, et al. Converting a batch based high-shear granulation process to a continuous dry granulation process; a demonstration with ketoprofen tablets[J]. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2020, 151: 105381.
- [44] GUPTA S, THOOL P, MERUVA S, et al. Development of low dose micro-tablets by high shear wet granulation process[J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2020, 587: 119571.
- [45] 张怡睿, 卓小菲, 刘芷粤, 等. 芒果压片糖的制备工艺研究[J]. *农产品加工*, 2019(4): 47–49, 52. [ZHANG Y R, ZHUO X F, LIU Z Y, et al. Study on process of tablet candy with mango powder[J]. *Farm Products Processing*, 2019(4): 47–49, 52.]
- [46] YE X Y, KALLAKUNTA V, KIM D W, et al. Effects of processing on a sustained release formulation prepared by twin-screw dry granulation[J]. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2019, 108(9): 2895–2904.
- [47] SCHMIDT M, BÜCK A, TSOTSAS E. Experimental investigation of the influence of drying conditions on process stability of continuous spray fluidized bed layering granulation with external product separation[J]. *Powder Technology*, 2017, 320: 474–482.
- [48] 杨娟, 沈嘉敏, 柯晓宜, 等. 番石榴叶陈皮压片糖果的制备及品质测定[J]. *食品工程*, 2020(4): 22–26. [YANG J, XIAN J M, KE X Y, et al. Preparation and quality determination of tablet candy of extract from guava leaf and orange peel[J]. *Food Engineering*, 2020(4): 22–26.]
- [49] 张志红, 王晓婧, 崔林峰, 等. 植物原粉压片糖果品质影响因素的研究[J]. *食品与发酵科技*, 2017, 53(1): 59–62. [ZHANG Z H, WANG X J, CUI L F, et al. Plant powder pressed candy quality influence factors of research[J]. *Food and Fermentation Sciences & Technology*, 2017, 53(1): 59–62.]
- [50] 罗一甲, 刘文玉, 刘文翰, 等. 响应面优化枸杞复合压片糖果配方研究[J]. *现代食品*, 2020, 4(4): 76–80. [LUO Y J, LIU W Y, LIU W H, et al. Optimization on compound tablet candy formula of chinese wolfberry based on response surface method[J]. *Morden Food*, 2020, 4(4): 76–80.]
- [51] 焦春伟, 谢意珍, 何春艳, 等. 一种灰树花活性多糖复合压片糖果及制备方法: 中国, 202010756157.2[P]. 2020-11-03. [JIAO C W, XIE Y Z, HE C Y, et al. A kind of compound tablet candy with active polysaccharide from ash tree flower and its preparation method and application: China, 202010756157.2[P]. 2020-11-03.]
- [52] 焦春伟, 何春艳, 马晓伟, 等. 一种富硒蛹虫草压片糖果及其制备方法: 中国, 202010755409. X[P]. 2020-11-06. [JIAO C W, HE C Y, MA X W, et al. A selenium enriched cordyceps militaris tablet candy and its preparation method: China, 202010755409. X[P]. 2020-11-06.]
- [53] 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 L, CHANG S Y, CHEN H Y, et al. Study on the preparation technology of tablet candy of *Inonotus obliquus*[J]. *Chemical Engineer*, 2020, 34(6): 85–89.]
- [54] 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 W R, SONG H Y, XU X Y, 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.]

- [55] 朱保全. 一种人参葛根压片糖果及其制备方法: 中国, 201910754494.5[P]. 2019-11-22. [ZHU B Q. A kind of ginseng *Pueraria* tablet candy and its preparation method: China, 201910754494.5[P]. 2019-11-22.]
- [56] 魏建华, 赵花, 曹立军, 等. 一种增加骨密度的压片糖果及其制备方法: 中国, 202010041373.9[P]. 2020-04-10. [WEI J H, ZHAO H, CAO L J, et al. A tablet candy for increasing bone density and a preparation method thereof: China, 202010041373.9[P]. 2020-04-10.]
- [57] 李博. 一种益生菌压片糖果的制备方法: 中国, 202010612546.8[P]. 2020-09-15. [LI B. A preparation method of probiotic tablet candy: China, 202010612546.8[P]. 2020-09-15.]
- [58] VERONICA N, LIEW C V, HENG P W S. Insights on the role of excipients and tablet matrix porosity on aspirin stability[J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2020, 580: 119218.
- [59] ARKADIUSZ H, SEBASTIAN C, JANINA L. Impact of co-processed excipient particles solidity and circularity on critical quality attributes of orodispersible minitables[J]. *Powder Technology*, 2021, 387: 497–508.
- [60] KOSKELA J, MORTON D A V, STEWART P J, et al. The effect of mechanical dry coating with magnesium stearate on flowability and compactibility of plastically deforming microcrystalline cellulose powders[J]. *International Journal of Pharmaceutics*, 2018, 537(1-2): 64–72.
- [61] 国家药典委员会. 中国药典. 四部 [S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020. [Chinese Pharmacopoeia Commission. Chinese Pharmacopoeia. Volume 4[S]. Beijing: China Medical Science Press, 2020.]
- [62] DESAI P M, LIEW C V, HENG P. Review of disintegrants and the disintegration phenomena[J]. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2016: 2545–2555.
- [63] 张强宗. 粉末直接压片对辅料的应用要求探讨[J]. *海峡药学*, 2015, 27(9): 20–21. [ZHANG Q Z. Discussion on the application requirements of excipients for direct powder compression[J]. *Strait Pharmaceutical Journal*, 2015, 27(9): 20–21.]
- [64] BENABBAS R, SANCHEZ-BALLESTER N M, BATAILLE B, et al. Development and pharmaceutical performance of a novel co-processed excipient of alginic acid and microcrystalline cellulose[J]. *Powder Technology*, 2021, 378: 576–584.
- [65] CHAHEEN M, SANCHEZ-BALLESTER N M, BATAILLE B, et al. Development of coprocessed chitin-calcium carbonate as multifunctional tablet excipient for direct compression[J]. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2018, 107(8): 2152–2159.
- [66] CHAHEEN M, BATAILLE B, YASSINE A, et al. Development of coprocessed chitin-calcium carbonate as multifunctional tablet excipient for direct compression, Part 2: Tableting properties[J]. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2019, 108(10): 3319–3328.
- [67] DZIEMIDOWICZ K, LOPEZ F L, BOWLES B J, et al. Co-processed excipients for dispersible tablets—part 2: Patient acceptability[J]. *AAPS PharmSciTech*, 2018, 19(6): 2646–2657.
- [68] 毕勇, 李祥祥. 共处理辅料及其在制剂中的应用研究[J]. *安徽科技*, 2019(9): 48–50. [BI Y, LI X X. Research of co-processed excipients and its applications in preparation[J]. *Anhui Science & Technology*, 2019(9): 48–50.]
- [69] CONCEIÇÃO L L D, VALENZUELA B M J, TAVARES B R, et al. Use of scanning electron microscopy with energy dispersive spectroscopy to detect metallic contamination in candies[J]. *Food Packaging and Shelf Life*, 2021, 28: 100649.