

丸剂的历史发展与创新研究概述

亓文杰¹, 张永萍^{1,2,3*}

¹贵州中医药大学药学院, 贵州 贵阳

²贵州中药炮制与制剂工程技术研究中心, 贵州 贵阳

³国家苗药工程技术研究中心, 贵州 贵阳

收稿日期: 2023年2月20日; 录用日期: 2023年3月22日; 发布日期: 2023年3月29日

摘要

传统丸剂主要包括水丸、蜜丸、水蜜丸、浓缩丸、糊丸、蜡丸等, 以其慢病缓治、峻药缓释、服用方便、易携带等特点成为古代重要制剂; 本文对中医古代传统丸剂的历史、发展及创新进行综述, 以期更好地继承、发扬、创新这一传统剂型并指导丸剂的剂型改革, 为制备出更多、疗效更好的新型丸剂提供一定的参考依据。

关键词

传统丸剂, 剂型, 历史, 综述

Overview of Historical Development and Innovation of Pills

Wenjie Qi¹, Yongping Zhang^{1,2,3*}

¹School of Pharmacy, Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang Guizhou

²Guizhou Chinese Medicine Processing and Preparation Engineering Technology Research Center, Guiyang Guizhou

³National Research Center of Vaccine and Medicine Engineering Technology, Guiyang Guizhou

Received: Feb. 20th, 2023; accepted: Mar. 22nd, 2023; published: Mar. 29th, 2023

Abstract

Traditional pills mainly include water pills, honey pills, water pills, concentrated pills, paste pills,

*通讯作者。

文章引用: 亓文杰, 张永萍. 丸剂的历史发展与创新研究概述[J]. 药物资讯, 2023, 12(2): 107-113.

DOI: 10.12677/pi.2023.122014

wax pills, etc., which became an important preparation in ancient times due to its characteristics of slow disease treatment, slow drug release, easy to take and easy to carry. In this paper, the history, development and innovation of traditional Chinese medicine pills in ancient times were summarized, in order to better inherit, develop and innovate this traditional form of medicine and guide the reform of the form of medicine, so as to provide certain reference for the preparation of more new pills with better curative effect.

Keywords

Traditional Pill, Dosage Form, History, Review

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

中药以中医理论体系为指导、以制剂为媒介用于防病治病, 随着中医学发展逐渐形成各种剂型[1]。其中丸剂是将原料药物与合适的辅料制备而成的球形或类球形的固体制剂[2]。通过查阅丸剂相关文献典籍, 对丸剂的历史及发展状况进行梳理、分析和总结, 并对丸剂的优势、存在的问题及展望等方面进行综述。

2. 传统丸剂的历史

2.1. 传统丸剂的起源

丸剂最早在春秋、战国时期出现, 记载在《五十二病方》中, 水丸的记载为“治靡芜本, 防风, 乌喙, 桂皆等, 渍以醇酒而丸之, 大如黑菽, 而吞之” [3], 该书还详细对丸剂名称, 处方, 规格, 剂量, 服用方法等进行了记载。《五十二病方》中记载的 5 首丸剂, 如酒制丸、醋制丸等, 使用方式为内服、外用两种, 其中醋制丸用于犬伤人后“熨其伤”, 但《五十二病方》中未见蜜丸。成书于稍晚的战国著作《养生方》和《杂疗方》都记载了蜜或枣膏合丸, 为现存最早的蜜丸。《养生方》还记载了卵汁、松脂、麦麸、动物血、马酱为丸, 麦麸是糊丸的雏形, 《杂疗方》中记载了以谷汁为丸。

秦汉时期的《黄帝内经》中记载丸剂首次作为一种剂型名称出现, 为记载以剂型出现的“丸”剂最早的现存文献典籍。如“四乌鲂骨一蘼茹丸”: “二物并合之, 丸以雀卵, 大如小豆, 以五丸为后饭, 饮以鲍鱼汁” [4]。《神农本草经》对丸剂的理论有着最早的记载, 如: “药性有宜丸者、宜散者、宜水煮者、宜酒渍者、宜膏煎者, 亦有一物兼宜者, 亦有不可入汤酒者, 并随药性, 不得违越” [5]。此书第一次总结提出“药性有宜丸者”, 将药物分为上中下三品, “下药一百二十五种为佐使, 主治病以应地, 多毒, 不可久服”, 从药理学角度阐述了丸剂与药性的关系。

2.2. 传统丸剂的发展

秦汉以前对丸剂的名称、种类、制备、赋形剂、用法用量及理论记载典籍较少, 大多记载为水丸, 两汉期间有了蜜丸的出现, 隋唐期间有了蜡丸、包衣丸、糊丸、蜡壳丸等的记载, 进一步使得丸剂理论得到完善。宋金元时代, 关于丸剂的制备工艺更加多样化、标准化, 为后世丸剂的革新和发展奠定了基础并明确了方向。

《武威汉代医简》共记载了丸方 7 首, 其中用蜜制丸的共 5 首。例: “石钟乳三分巴豆一分二者二

分凡三物皆冶合丸以蜜大如吾实宿毋食旦吞三丸”[6], 说明蜜丸在汉代使用得非常普遍并沿用到现在。

汉代《伤寒杂病论》[7]第一次记载丸剂的赋形剂, 如动物胶汁、炼蜜、淀粉糊。在该书前所记载的丸剂一般是利用药物本身具有的性质来制备丸的, 该书还提出应加入不影响药物疗效的、具有黏性的物质来制备丸。并对丸剂的规格作了规定, 如“梧子大”者、“小豆大”者、“兔屎大”者等。此丸剂是适应病情而产生, 因依据不同病情选择不同赋形剂使得此丸具有多样性。在丸剂服法上, 张仲景首创“煎丸”服用, 且沿用至今, 大陷胸丸、抵挡丸、理中丸都是提前制作, 临病煎煮服用, 拓展了丸剂服食方法。

晋代的《肘后备急方》[8]中首次使用了既有黏性, 又有疗效的黏合剂, 如鸡冠血。该书较早记载了蜡丸, 为后世纯蜡丸的出现奠定了基础。也首次记载了浓缩丸, 《肘后备急方》《小品方》[9]均记载较多的浓缩丸, 说明浓缩丸的使用得到了发展, 是现代浓缩丸的雏形, 该丸有着节省药材用量、提高疗效的优点。《小品方》卷5《治下利诸方》中载有: “凡十物, 合捣下筛, 蜜烱胶和之, 并手捻作丸”。该书首次记载用阿胶烱化制丸。还有记载用羊脊骨髓和猪脂、乳汁制丸。《集验方》[10]中记载丸剂的赋形剂种类丰富多样, 有蜜、水、牛胆汁脂、糯米膏等。该书为已知中国医学文献典籍中首次记载用纯水作丸。梁代名医陶弘景著作《本草经集注》[11]明确提出了5种剂型, “疾有宜服丸者、服散者、服汤者、服酒者、服膏者, 亦兼用所病之源, 以为某制耳”; 并从疾病角度提出了疾病与丸剂理论的关系, 这是古代丸剂理论的第二次总结。在丸剂合和方面, 陶弘景做了全面总结并成为后世的基准, 如提出了有毒药物合丸时服用的标准, 在制作丸剂的规格上提出: “如弹丸及鸡子黄者, 以十梧子准之”; 提出了炼蜜的目的与制法: “凡用蜜, 皆先火上煎, 料去其沫, 令色微黄, 则丸经久不坏”。另对药物干燥、炮制、切制、度量衡进行规范与考证, 为规范丸剂的制作奠定了基础。《雷公炮炙论》[12]第一次对蜂蜜的炼制程度进行了定义, “凡炼蜜一斤, 只得十二两半或一分是数”。汉晋时期的丸剂得到迅速发展, 赋形剂种类明显增加, 开始普遍使用蜜丸。《备急千金要方》[13]作了一些规定在丸剂的服用剂量、方法等方面。该书是已知中医文献中第1次记载只用蜡制丸。丸剂不仅用于缓证, 还可用于急症。

唐代出现了4种特别的丸剂: ①蜡丸。《外台秘要》[14]卷十三转载深师五邪丸; ②包衣丸。《仙授理伤续断秘方》记载的“信朱为衣”的小红丸; ③蜡壳丸。《外台秘要方》记载“吃力伽丸”方“以蜡裹一丸如弹丸”。④糊丸。唐代《医心方》中也记载用蜡纸裹丸的丸剂。唐代的丸剂种类多样, 基本确定了今后丸剂的几种类别。赋形剂的类型更加多样, 例《外台秘要方》有近50多种赋形剂的记载。

宋金元时期, 丸剂中蜜丸、糊丸、水丸所占比重较大, 蜡丸、浓缩丸、包衣丸数量比唐代有所增加; 辅料以炼蜜、糊、液体辅料为主, 动物类辅料占比较低; 服法方面开始注重药汤的应用。

宋代《太平惠民和剂局方》[15]共载768方, 丸剂达342方, 占44%, 居各剂型首位。其中以水丸、糊丸为主, 如宋代钱乙《小儿药证直诀》[16]所载百祥丸(水丸)。《鸡峰普济方》[17]载槐耳丸(糊丸)。宋代《博济方·卷四》[18]保生丸中提出了炼蜜的具体标准, “炼蜜六两, 热, 须入水一分, 同炼令水尽, 和药为丸”, 大琥珀丸介绍了3次包衣法, “将朱砂麝香末, 分为三度, 上之, 贵色匀也”。元代《世医得效方·卷十》[19]记载用铅光石对神效解毒丸进行打光。《炮炙大法》[20]对炼蜜进行了定量描述。《本草蒙筌》[21]在总论中记载了蜜丸制作时用蜜的量。宋代《本草衍义》[22]出现了“丸剂”一词并经常使用。《苏沈内翰良方》[23]指出“甚缓者用丸”。《珍珠囊补遗药性赋》[24]指出“丸者, 缓也”。在《汤液本草·东垣先生用药心法》[25]中, 王好古高度概括了李东垣对丸剂核心理论的认识, “丸者缓也, 不能速去之, 其用药之舒缓而治之意也”。

2.3. 丸剂的改革

明清时期对丸剂剂型进一步改进, 为今后的丸剂剂型革新、发展、创新奠定了一定的基础。近代随着西方医学知识的传播、制药科技、机械的改革和发展、制剂工艺的改进、发展使中医药剂型有了很大

的发展与创新。近现代丸剂剂型、制备工艺及新辅料的不断改革、创新, 滴丸、微丸等新型丸剂相继出现; 使得中药丸剂成为工业化批量生产中成药主要的剂型以及中药新药研制开发中首选剂型之一。

明代, 用朱砂给丸剂包衣得到了进一步的发展, 其使用普遍并一直沿用至今, 如妇科通经丸等。《本草纲目》记载的丸剂种类有大蜜丸、小蜜丸、糊丸、蜡丸、水丸、糖丸、药汁丸、浓缩丸、包衣。蜡壳丸是由唐代流行的蜡纸裹丸逐渐演变而来, 至明代蜡壳丸的制作技术已经成熟。明清代在唐代蜡壳丸的基础上, 在该丸的包装形式上进行了发展, 对该丸的制作技术和服用方法进行了详细的记载。如明代龚信纂辑《古今医鉴·卷十六·通治》[26]中详细记载了蜡包法; 明代《寿世保元》[27]在苏合香丸中记载了“每丸秤过一钱, 用蜡包裹, 每用大人一丸, 小儿半丸, 去蜡皮, 以生姜自然汁化开”, 此外明代末期的《明医杂着》《景岳全书》《万氏家抄济世良方》都有蜡包的记载; 清代蜡壳丸逐渐流行并沿用至今, 如清《外科证治全生集》[28]载: “阴干以黄蜡包裹珍藏, 临用破蜡壳取丸, 陈酒化服”。

民国时期的制药学专家杨叔澄对传统丸剂的改进, 在《中国制药学大纲》[29]中详细地记载了子母丸的制作工艺, 发展了子母丸法。

2.4. 丸剂的创新

2.4.1. 新辅料

丸剂在生产中的重要组成部分是辅料, 主要有附加剂、赋形剂等。均有成型、作为药物载体、增加药物稳定性、调控药物释放速率、改变药物性能等功能。新药用辅料的不断研究出来和应用, 并发挥着增溶、助溶、缓控释等重要的作用, 主要有以下六种。

微晶纤维素(MCC): 有黏合、稀释、填充、崩解等作用, 可促进微丸的成型; Li 等[30]以水溶性辅料和 MCC 制备得到了胃漂浮型微丸。

羟丙甲基纤维素(HPMC): 是一种半合成的、不活跃的、黏弹性的聚合物, 常充当辅料或赋型剂。具有缓释作用, 因此可作为水溶性药物的缓释辅料, 常为缓控释微丸进行薄膜包衣。

高分子聚合物聚乙二醇类(PEG): 是一种高分子聚合物, 有良好的水溶性, 提高释放药物速度等优点, 常用于滴丸这类速效制剂的制备。因它还能与许多有机物组分的基质有良好的相溶性, 常做复合基质, 具有良好的润滑性、保湿性、分散性等特点。在生产中广泛使用的类型有 PEG6000、PEG4000 两种。

聚乙烯吡咯烷酮(PVP): 为一种高分子聚合物, 有着优异的水溶解性能及生理相容性, 能提高体外溶出度, 常用于滴丸的制备, 使药物达到速效、高效的作用。

表面活性剂聚氧乙烯单硬脂酸酯(S-40): 为具有增溶作用的表面活性剂, 在滴丸中使用能提高溶出度。常充当复合基质使用。

泊洛沙姆: 生产中常用种类为泊洛沙姆 188、407 两种。目前新兴起的有着抗凝活性、缓控释等多种作用的辅料[31]是泊洛沙姆 407, 常用在缓控释滴丸中作载体使用。随着新辅料的研究开发, 复合辅料越来越多被使用。

2.4.2. “药辅合一” 辅料

中药中一类特殊物质, 既有药效作用并有着辅料的作用; 在制剂中用作辅料, 也是辅药, 把有着中药特点的这一类物质叫做“药辅合一”[32]辅料。一方面利用其形、色、气、味等理化特征及分散、助磨、吸附、助悬、增稠等功能特征, 辅助制剂的成型与稳定, 发挥辅料作用; 另外能改变其他药物的溶解性、溶出性、释放部位、吸收速率或吸收程度, 协同增效减毒, 发挥药效作用。如蜂蜜在蜜丸中同时兼有黏合、矫味与药效作用, 在补中益气丸、活血跌打丸中分别发挥补气、止痛的作用; 另外酒、醋、饴糖、米浆等均具有一定的药理活性。也能在制剂中发挥“药辅合一”的作用。

2.4.3. 新剂型及制备工艺

至今, 丸剂的一些新剂型多有着能靶向、定位、缓控释、速效等作用, 以滴丸、微丸等为例。丸剂传统制备方法: 泛制法[33]、塑制法[34]。研究表明[35]泛制法制备的丸剂具有圆整度好、溶散较快等优点; 塑制法制备的丸剂操作简便, 不易染菌。微丸的新兴制备方法: 挤出-滚圆制丸法、离心造丸法、流化床喷涂制丸法等的出现及应用; 同时制备滴丸的滴制法; 新制备工艺的出现及应用为丸剂新剂型的种类多样性提供了有力条件, 发挥着重要的作用。

1、微丸制备工艺

挤出-滚圆制丸法、离心造丸法、流化床喷涂制丸法等为微丸的新型制备方法, 现今也在不断的应用[36][37][38], 目前常用挤出-滚圆法制备微丸。具有高圆整度、成丸性好、制丸快、消耗少, 适合企业大生产的需要等特点。

2、滴丸制备工艺

滴丸主要采用滴制法制备[39]。具有操作简便、生产快捷; 能耗低、溶解速度快、溶出度、收率以及生物利用度高等优势; 多应用于治疗心绞痛、慢性充血性心衰、哮喘等疾病[40]。

2.4.4. 干燥工艺

丸剂常用的干燥方式有热风、减压、微波干燥等, 因单一干燥方式无法满足现今不同的丸剂剂型的干燥品质要求; 随着国内外多种多样的、新型的干燥技术和设备的不断进步, 干燥后的丸剂质量可得到更好的保障。从而新式的组合干燥技术出现: 是由 2 种及以上干燥技术串联组合, 克服单一干燥技术的缺点, 集合多种干燥技术的优点于一体, 从而达到更高效、低耗、优质的干燥目的。

微波真空干燥: 具有干燥速度快、能耗低等优势。研究发现[41] 3 种干燥方式中的微波真空干燥对香砂六君丸、杞菊地黄丸和补肾填精丸用时少, 有效成分的损耗最少。

微波热风干燥技术, 该法具有干燥用时短、快, 消耗低、品质好。研究表明[42]该法具有有效成分损失少、使用范围广的优势, 适合企业中的大批量生产。王鹤[43]基于微波热风联合干燥技术, 设计了一款节能并实现枸杞的快速干燥、干燥过程的智能控制, 实现枸杞的大批量干燥加工的设备。

3. 总结与展望

丸剂作为一种传统的剂型, 以其药效持久、缓和毒性的特点, 一直沿用至今并不断得到发展、改革及创新。传统丸剂在服用量、崩解和溶散、生物利用度等方面有着大、困难、不高等缺点, 为解决该类问题, 要时刻关注国内外医药行业动态、发展前沿, 通过学习, 不断借鉴、汲取国外西药发展的先进经验和知识, 加快研发新辅料、新技术、新制药机械的进度; 在中医药理论指导下, 将中药材及其制剂的质量标准体系进一步完善; 在对中药材及其制剂的药理、药性、药效的研究基础上, 联合分子生物学等现代学科, 对传统中药、中药新药及其制剂疗效好的物质基础和治疗作用机制通过分子水平来阐述; 通过学习具有定时、靶向、缓控释作用的西药制剂等的制备方法, 进而促进我国研发出能治疗现代多发病、流行病、常见病等的中药新制剂品种, 只有将现代先进的科学技术同我国中医药具有的优势相融合, 传统中药制剂的发展前景与未来才会一片光明; 才能更好的与国际接轨, 走出国门, 被全世界所信赖、使用, 将其发扬光大。

基金项目

国家苗药工程技术研究中心(2014FU125Q09); 贵州省药物新剂型新工艺科技创新人才团队项目, 合同编号: 黔科合平台人才[2017]5655。贵州省高等学校中药民族药(苗药)新剂型新制剂工程研究中心, 合同编号: 黔教技[2022]022。

参考文献

- [1] 刘立伟, 董毅智, 李玉坤, 等. 传统丸剂历史沿革、科学内涵及丸剂二次开发的发展构想[J]. 北京中医药大学学报, 2022, 45(6): 571-577.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 四部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 10.
- [3] 马王堆汉墓帛书整理小组. 马王堆汉墓帛书 4[M]. 北京: 文物出版社, 1985: 142-143, 150, 172, 187, 218-219, 225, 228-229, 239-240.
- [4] (唐)王冰注. 黄帝内经[M]. 影印京口文成堂摹刻宋本. 北京: 中医古籍出版社, 2003: 84.
- [5] 孙星衍, 孙冯翼. 神农本草经[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2016: 115, 158.
- [6] 甘肃省博物馆, 武威县文化馆. 武威汉代医简[M]. 北京: 文物出版社, 1975: 5-6, 11-14.
- [7] 张仲景. 伤寒论[M]. 钱超尘, 郝万山, 整理. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 94.
- [8] 葛洪. 肘后备急方[M]. 汪剑, 邹运国, 罗思航, 整理. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 23, 41.
- [9] 陈延之. 小品方[M]. 高文涛, 辑注. 北京: 中国中药出版社, 1995: 42.
- [10] 姚僧垣. 集验方[M]. 高文铸, 辑校. 天津: 天津科学技术出版社, 1986: 52.
- [11] 陶弘景. 本草经集注[M]. 尚志钧, 尚元胜, 辑校. 北京: 人民卫生出版社, 1994: 14, 19, 38, 41, 50.
- [12] 雷敫. 雷公炮炙论通解[M]. 顿宝生, 王盛民, 主编. 西安: 三秦出版社, 2001: 69.
- [13] 孙思邈. 备急千金要方[M]. 影印江户医学影北宋本. 北京: 人民卫生出版社, 1982.
- [14] 王焘. 外台秘要[M]. 刘若望, 刘兰海, 张伟, 等, 校注. 太原: 山西科学技术出版社, 2013: 1, 366-367.
- [15] 李春巧, 韩涛. 《太平惠民和剂局方》中丸剂的赋形剂的应用规律[J]. 中国医药指南, 2012, 10(27): 268-269.
- [16] 钱乙. 小儿药证直诀[M]. 罗兆麟, 校. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1997: 17.
- [17] 张锐. 鸡峰普济方[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1987: 192.
- [18] 王袞. 博济方[M]. 王振国, 宋咏梅, 点校. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 126, 141.
- [19] 危亦林. 世医得效方[M]. 戴铭, 周祖亮, 傅锡钦, 等, 校注. 北京: 中国中医药出版社, 2009: 432.
- [20] 缪希雍. 炮炙大法释义[M]. 张志国, 黄开颜, 编著. 太原: 山西科学技术出版社, 2009: 214.
- [21] 陈嘉谟. 本草蒙筌[M]. 张印生, 韩学杰, 赵慧玲, 校. 北京: 中医古籍出版社, 2009: 23.
- [22] 寇宗奭. 本草衍义[M]. 颜正华, 常章富, 黄幼群, 点校. 北京: 人民卫生出版社, 1990: 9.
- [23] 沈括. 苏轼. 苏沈良方[M]. 杨俊杰, 王振国, 点校. 上海: 上海科学技术出版社, 2003: 123.
- [24] 李东垣. 珍珠囊补遗药性赋[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986: 40.
- [25] 王好古. 汤液本草[M]. 张永鹏, 校注. 北京: 中国医药科技出版社, 2019: 19-20.
- [26] 龚信. 古今医鉴[M]. 龚廷贤, 续编. 王肯堂. 订补. 熊俊, 校注. 北京: 中国医药科技出版社, 2014: 252.
- [27] 龚廷贤. 寿世保元[M]. 孙洽熙, 徐淑凤, 李艳梅, 等, 点校. 北京: 中国中医药出版社, 1993: 183.
- [28] 王维德. 外科证治全生集[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1956: 24.
- [29] 杨叔澄. 中国制药学大纲[M]. 北京: 中药讲习所, 1938.
- [30] da Rocha, R.F., De Bastiani, M.A. and Klamt, F. (2014) Bioinformatics Approach to Evaluate Differential Gene Expression of M1/M2 Macrophage Phenotypes and Antioxidant Genes in Atherosclerosis. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 70, 831-839. <https://doi.org/10.1007/s12013-014-9987-3>
- [31] 黄海亮, 张海涛, 赵东永. 药用高分子材料泊洛沙姆的研究进展[J]. 中国继续医学教育, 2016, 8(25): 173-174.
- [32] 张定堃, 傅超美, 林俊芝, 等. 中药制剂的“药辅合一”及其应用价值[J]. 中草药, 2017, 48(10): 1921-1929.
- [33] 崔海燕, 梁伟玲, 张炳盛. 手工泛制水丸的经验简介[J]. 家庭医药·就医选药, 2018(5): 312.
- [34] 岳国超, 王兵娥, 焦玉. 塑制法制备中药丸剂中物料因素与丸剂成型性的关系[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(5): 1125-1127.
- [35] 麦荣国. 泛制法和塑制法制小丸的比较[J]. 中国中医药现代远程教育, 2007, 5(12): 56-59.
- [36] 王瑞, 郭洁. 微丸制备工艺的研究进展[J]. 临床医药文献电子杂志, 2019, 6(15): 196, 198.
- [37] 盘叶花, 奉建芳, 黎芳, 等. 缓控释微丸的研究进展[J]. 广西医学, 2021, 43(10): 1245-1248.

- [38] 刘毓婷, 程永凤, 张彬彬, 等. 膜控微丸制剂的研究进展[J]. 广州化工, 2022, 50(13): 8-10, 19.
- [39] 周敬, 臧锋磊. 滴丸剂制备及设备改进研究[J]. 科技与创新, 2018(11): 127-128.
- [40] 李爽, 谷福根. 滴丸剂的剂型研究及临床应用进展[J]. 华西药学杂志, 2020, 35(5): 579-583.
- [41] 侯艳冬. 不同干燥设备对中药丸剂有效成分影响的工艺研究[J]. 今日药学, 2015, 25(10): 706-708.
- [42] 谭炜, 刘书朋, 汤大卫. 微波热风组合干燥设备的设计和应用[J]. 机电信息, 2014(23): 12-14.
- [43] 王鹤. 枸杞热风与微波组合干燥设备开发及应用[D]: [硕士学位论文]. 银川: 宁夏大学, 2018.