

# 影响中药饮片自动化调剂的关键物理性质 存在问题分析及解决措施\*

任婷婷<sup>1</sup>, 王盼盼<sup>2</sup>, 温瀑<sup>2</sup>, 桂新景<sup>2,3,4,5</sup>, 李学林<sup>2,3,4,5,6</sup>

(1.河南中医药大学药学院, 郑州 450046; 2.河南中医药大学第一附属医院药学部, 郑州 450000; 3.河南省中药饮片临床应用现代化工程研究中心, 郑州 450000; 4.河南省中药临床药学中医药重点实验室, 郑州 450000; 5.河南省中药临床评价技术工程实验室, 郑州 450000; 6.河南中医药大学呼吸疾病中医药防治省部共建协同创新中心, 郑州 450008)

**摘要** 中药饮片物理性质对中药调剂发展具有重要影响。随着现代技术的飞速发展, 中药饮片物理性质的应用亟需适应时代发展需求。该文通过论述中药饮片物理性质的定义与内容, 分析梳理影响中药饮片自动化调剂的物理性质因素, 创新性提出利用现代化技术手段改变、应用影响自动化调剂的中药饮片关键物理性质, 为提高中药饮片调剂效率提供参考, 以期促进中药饮片调剂现代化发展。

**关键词** 中药饮片; 物理性质; 中药饮片调剂; 自动化调剂

中图分类号 R286; R95

文献标识码 A

文章编号 1004-0781(2023)03-0357-04

DOI 10.3870/j.issn.1004-0781.2023.03.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID)



## Key Physical Properties Affecting Automatic Dispensing of Chinese Herbal Pieces and Their Solutions

REN Tingting<sup>1</sup>, WANG Panpan<sup>2</sup>, WEN Pu<sup>2</sup>, GUI Xinjing<sup>2,3,4,5</sup>, LI Xuelin<sup>2,3,4,5,6</sup> (1. School of Pharmacy, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450046, China; 2. Department of Pharmacy, the First Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, China; 3. Henan Engineering Research Center for Modernization of Clinical Application of Chinese Herbal Pieces, Zhengzhou 450000, China; 4. Henan Key Laboratory for Clinical Pharmacy of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, China; 5. Henan Provincial Laboratory of Traditional Chinese Medicine Clinical Evaluation Technology and Engineering, Zhengzhou 450000; 6. Co-construction Collaborative Innovation Center for Chinese Medicine and Respiratory Diseases by Henan & Education Ministry of P.R. China, Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450008, China)

**ABSTRACT** The physical properties of Chinese herbal pieces have a great impact on the developing Chinese herbal medicine dispensing. With the rapid development of modern technology, the application of physical properties of Chinese herbal pieces needs to meet the development needs of the times. This paper discussed the definition and content of the physical properties of Chinese herbal pieces, analyzed the physical properties factors that affect the automatic dispensing of Chinese herbal pieces, and pointed out that the use of modern technical means to change and apply the critical physical properties of Chinese herbal pieces that affect the automatic dispensing, to provide ideas and support for improving the dispensing efficiency of Chinese herbal pieces, and to promote the modern development of Chinese herbal pieces dispensing.

**KEY WORDS** Traditional Chinese medicine decoction pieces; Physical property; Chinese herbal medicine dispensing; Automation dispensing

近年来,随着医院药学管理水平的提高,自动化调剂成为开展药学服务面临的新课题。我国自动化调剂起步晚,20世纪70年代末期电子配药机的出现揭开了中药自动化调剂的序章,但由于技术不成熟,导致设备存在准确度差、效率低、操作困难等问题,难以满足需求。近年来国家先后发布《中医药发展战略规划纲要(2016—2030年)》《关于促进中医药传承创新发展的意见》等文件<sup>[1]</sup>,鼓励采用先进技术手段推动中医药产业健康发展。随着信息技术与自动化技术的发展,药业公司不断探索研制自动化调剂设备,基于机械

手撕、螺杆转动、容积称量等方法成功研发小包装中药饮片、中药配方颗粒的自动化调剂设备适配,这得益于两者的规格固定、性状相似等优势,使其在自动化调剂时更容易与调剂设备适配。但上述方法对中药分布的均匀度、预处理和包装等均有较高要求,难以满足散装中药饮片自动化调剂需求。笔者所在课题组在开展“中药饮片智能调剂与煎煮设备关键技术研究”项目过程中聚焦影响中药饮片自动化调剂关键物理性质因素,在此基础上整理并分析了中药饮片物理性质的定义、内容,探讨饮片物理性质对调剂过程的影响,借助

适宜的技术与方法改造、应用饮片物理性质,突破影响饮片自动化调剂的关键瓶颈,以期提高调剂效率,保障调剂质量,为中药饮片调剂智能化发展提供参考。

## 1 中药饮片物理性质的定义与内容

物理性质是物质不需要发生化学变化就表现出来的性质,包括颜色、状态、气味、硬度、熔点、沸点、密度等<sup>[2]</sup>,是人们认识一切物质的基础,在农业、食品、建筑等行业的发展中应用广泛<sup>[3-5]</sup>。相比于化学性质,物理性质同样可以利用仪器检测或实验室计算得知,但实验前后没有新物质产生。物质的物理性质影响其用途,中药饮片的药用部位和所含成分的不同,表现出明显的显微鉴别特征、外观特征和特定的物理属性<sup>[6]</sup>。《中华人民共和国药典》(2020年版)(简称《中国药典》)<sup>[7]</sup>一部中药材与饮片“性状”项下描述的中药饮片物理性质包括形状、尺寸、颜色、黏性、密度、硬度、表面和断面特征等,这对鉴定中药真伪至关重要。《中国药典》四部通则也收录了相对密度、黏度、折射率等物理常数测定方法,以满足中药质量检验需求。目前,已有学者围绕中药饮片物理性质探索其与化学成分<sup>[8]</sup>、制剂工艺参数<sup>[9]</sup>及生物利用度<sup>[10]</sup>等内容间的关系,以期构建中药饮片质量标准、优选制剂工艺等提供参考依据。然而,相比于对中药饮片化学性质和药理作用等研究的广度与深度,当前对中药饮片物理性质的研究仍处于初步发展阶段,亟需进一步挖掘、应用中药饮片物理性质特征,助推中药现代化进程。

## 2 影响中药饮片自动化调剂的关键物理性质分析

### 2.1 尺寸

部分中药材经过炮制后饮片尺寸仍然较大,在实际调剂工作中,人工和机器在调剂尺寸大或尺

寸差异大的中药饮片,如当归、麸炒苍术、化橘红等时,常面临等分困难问题,难以有效控制分剂量重量调剂误差在 $\pm 5\%$ 以内。灯心草、玉米须等饮片呈细长圆柱形,段状,常缠绕成团,人工和自动化调剂时不易分开和称量。丝瓜络、茵陈、木棉花等尺寸大且质轻的中药饮片,若临床所需剂量稍大就需多次称量<sup>[11]</sup>,可能影响调剂质量和效率。同时,这部分饮片之间摩擦力和休止角均较大,在现代化调剂中流动性较差,下药速度较慢<sup>[1]</sup>,而现阶段自动化称量技术针对未经处理的中药饮片往往难以有效抓取准确剂量,调剂效率与质量较低,严重制约了中药饮片现代化调剂进程。

### 2.2 黏性

黏性中药饮片包括自身具有黏性或加辅料炮制后有黏性的饮片。如麦冬、枸杞等黏性类药材含糖量较高,较难干燥,容易发黏<sup>[12]</sup>。熟地黄、酒黄精等饮片黏性较大,常粘结成块,难以直接使用自动化称量机器进行调剂,需要调剂人员手工掰开使用,耗时耗力,且在自动化调剂时容易粘连机械手、螺杆、传输带和称量装置等,造成污染,严重影响中药饮片调剂效率和质量。

### 2.3 粉性

临床常用中药饮片中存在部分自身为细粉状或粉末状中药饮片,如蒲黄、车前子、海金沙等,或经加工炮制后呈现粒度较小形态的品种,如煅龙骨、煅牡蛎、煅磁石等。该类中药饮片粒度较小且分布相对均匀,但在调剂过程中常出现粉尘飞扬现象<sup>[13]</sup>,容易粘附机器、传送带,造成药物交叉污染和损耗率大,影响机器寿命和调剂质量。

### 2.4 堆密度

中药饮片堆密度是指饮片在自然状态下单位体积的质量。在自动化调剂过程中,堆密度是设计药斗体积需考虑的重要指标,是影响储药量的关键因素,储药量不足则难以满足饮片调剂大批量供应,储药量过大可能导致空间资源浪费,并难以保障饮片贮存质量。但中药饮片形状、尺寸、质地等因素会影响饮片堆密度,针对尺寸较小、质重类散装中药饮片如煅青礞石、煅磁石、龟甲胶等,堆密度对调剂储药量的影响较小。饮片尺寸较大类中药饮片如天麻、茯神等,装斗后易有空隙,堆密度较大,储药量相对较少,需设计容积相对较大的药斗,以减少频繁上药带来的额外人力消耗。因此,依据中药饮片堆密度设计合理容积的药斗对于合理利用空间资源和减少上药频次至关重要。

### 2.5 流动性

在中药饮片现代化调剂中,饮片流动性较差则下药速度较慢<sup>[1]</sup>,流动性是粉体的重要特性,目前主要通过休止角和堆密度对粉体流动性进行评价研究。若粉体流动性不好,容易出现结块、堵塞料仓、下料困难等问题。果实、种子类等中药饮片体积较小,

收稿日期 2022-01-12 修回日期 2022-03-05

基金项目 \* 国家重点研发计划项目(2017YFC1703400, 2017YFC1703401); 河南省中医药科学研究专项课题(2021JDZY104); 河南省高层次人才特殊支持“中原千人计划”-“中原青年拔尖人才”项目(ZYQR201912158); 河南省卫生健康中青年学科带头人专项(HNSWJW-2020014)。

作者简介 任婷婷(1995-),女,河南周口人,在读硕士,研究方向:中药合理应用及中药临床应用现代化。ORCID:0000-0002-4601-1456,电话:0371-66245142,E-mail:2229498478@qq.com。

通信作者 王盼盼(1990-),女,河南开封人,药师,博士,研究方向:中药合理应用。ORCID:0000-0002-0625-4787,电话:0371-66245274,E-mail:wangpanpan945@126.com。

通信作者 李学林(1960-),男,河南安阳人,教授,主任药师,博士生导师,主要从事中药合理应用及中药临床应用现代化研究工作。ORCID:0000-0001-5549-3306,电话:0371-66245142,E-mail:xuelinli450000@163.com。

流动性相对较好,便于机械化调剂。然而,大多数中药饮片尺寸较大、流动性较差,导致饮片自动化调剂振动给药过程中下药量难以得到有效控制,如北京某公司研制的自动配药系统依据药物流动性分别研制了饮片柜类型,但该系统在实际应用中难以有效对 20 g 以下常用剂量的尺寸较大、流动性较差的中药饮片进行调剂<sup>[14]</sup>,严重限制了其推广与应用。

### 3 影响自动化调剂中药饮片物理性质存在的问题及解决措施

在将中药材制作成中药饮片的过程中,制其形是重要的炮制制法之一,主要通过切制方法将中药材制成片、丝、块、段状等饮片,以供临床调剂应用。然而,考虑到饮片鉴定、贮存等用途,传统炮制后的中药饮片仍然形态各异,大小不一,难以有效满足临床实际调剂需求。为进一步提高调剂效率,促进调剂自动化发展进程,中药饮片亟需进一步加工。

**3.1 改变饮片物理性质,使之便于自动化调剂** 尽管中药配方颗粒出现时间较晚,但其较早实现了自动化调剂,其主要原因是中药配方颗粒粒度较小、形状规则和流动性较好,以上因素也是制约散装中药饮片自动化调剂的关键因素,如何改善以上因素是实现自动化调剂面临的关键问题。破碎是中药饮片应用于临床前的常见操作。饮片经过传统临方炮制方法“用时捣碎”后,其物理性质发生明显变化,有利于提高自动化调剂效率和准确率。在中药饮片调剂过程中,仍存在部分未被纳入《中国药典》及各省炮制规范等法律法规文件中收录的破碎范围的品种,尤其是尺寸较大或尺寸差异大的饮片品种显著影响调剂效率,如虎杖、莱菔根、小通草等品种。此时,需在参考《中药饮片临方炮制规范》有关破碎方法的基础上,以提高调剂效率为目的,改变饮片物理性质,促使临方炮制后的饮片向粒度细小化和形状均一化方向转变。

中药饮片预破碎处理程度、方式和时间是影响自动化调剂和饮片煎煮与保存的重要因素。有研究表明,中药饮片煎煮最佳尺寸在 1~10 mm,这为中药饮片破碎程度提供了重要参考依据。同时,中药饮片所含成分种类的不同也要求对不同品种采用不同的预处理方式<sup>[15]</sup>,在保障破碎后的饮片既能够有效提高调剂效率,称量准确度和分剂量准确度的同时,也要避免过多粉碎造成细粉过多,浪费资源,影响煎煮质量<sup>[16]</sup>。此外,适宜的破碎时间对于保障调剂质量至关重要。医疗机构需依据饮片日常消耗量及其有效成分特征确定预破碎时间,包括入二级库前打碎、上药前打碎、调剂时打碎等,以保障破碎后至调剂前时间范围内饮片

不出现异常变色、走油、粘连和吸潮等现象。

**3.2 掩盖饮片物理性质,使之适应自动化调剂** 当前,小包装中药饮片已基本实现自动化调剂,相比于散装中药饮片,小包装饮片通过独立包装,成功掩盖了散装中药饮片的物理性质,使得不同类型的中药饮片外观趋于均一化,促使自动化调剂设备的机械手可根据医师处方剂量按照所需袋数撕取固定剂量的小包装中药饮片,从而大大提高调剂效率。传统调剂过程主要对含黏液质较多、富含绒毛、花粉等微小饮片及有特殊气味的中药饮片进行单独包装,以保障煎煮质量,同时提高临床调剂效率。

借鉴小包装中药饮片包装优势,除传统包煎类中药饮片进行单包外,临床需特殊煎煮、特殊服法及贵细饮片品种的调剂对于煎药用药交代和取药确认至关重要。该类药物归纳起来主要包括先煎、后下、另煎、煎汤代水、冲服、泡服、吞服、烊化、溶化和贵细饮片等种类,具体品种参考《中国药典》(一部)、《中药汤剂煎煮技术规范》<sup>[17]</sup>及各省炮制规范等文件。《上海中药行业中药煎药质量管理规范(2020年版)》特殊调配的有关要求:凡按规定或处方要求需要先煎、后下、包煎、吞服、烊化、冲服或外用等特殊用法的药物,应分别单独调配并在包装外注明。饮片采用单独包装后能够极大程度提高调剂与处方复核效率,并可有效对患者进行特殊使用提醒和贵细品种确认。此外,依据中药饮片物理性质,颗粒状、粉末状及具有黏性的中药饮片容易在自动化调剂过程中造成交叉污染和设备污染。对该类药物进行单独包装,可在保障调剂准确度的前提下提高调剂质量,延长机器使用寿命。

安全的包装材料对于掩盖中药饮片物理性质至关重要,《小包装中药饮片医疗机构应用指南》规定了 5 种包装材料,分别是聚乙烯塑料单膜、聚乙烯复合塑料膜、纤维滤纸、无纺布袋和汗衫布袋<sup>[18]</sup>。《中药配方颗粒包装规范》规定单剂量中药配方颗粒内包装材料为铝塑复合膜。传统包煎类中药饮片包装材料多为纱布或无纺布。针对特殊煎煮、特殊形态及贵细类中药饮片的包装材料,应依据饮片用途及自身属性进行综合选择。如传统包煎类、粉末类、较强黏性类以及先煎、后下需特殊煎煮类中药饮片宜采用无纺布或纱布包装,该材料既能包装饮片使其不外漏,也可使包装后期煎煮时透水性较好,能够有效提高调剂效率,保障煎煮质量。针对烊化、溶化、冲服、泡服、吞服等特殊服法类中药饮片,因该类饮片可不参与汤剂煎煮过程,故对该类中药饮片的包装可借鉴小包装饮片包装材料,采用铝塑复合膜进行包装,以降低外界氧气与水蒸气透过

量,提高饮片保存质量。

**3.3 采用先进技术,优化自动化调剂设备** 随着科技的进步,中药饮片自动化调剂设备的研发也面临重要的发展机遇与挑战。从技术革新角度来看,中药饮片自动化调剂设备的智能化是未来的发展趋势,大数据、云计算和人工智能学习算法必将集成于其中。近年来,有学者围绕影响中药饮片定量称量过程影响因素,提出多种控制算法,包括比例积分微分神经网络(proportional-integral-derivative neural network, PIDNN)算法、迭代学习和模糊控制算法等,大大提高了系统下药量精度。此外,材料技术的发展也将带动设备材料的升级,如将防粘材料聚四氟乙烯喷涂于与饮片密切接触的设备器具表面,可有效减轻药物及设备污染。

#### 4 总结

中药饮片的尺寸、黏性、粉性、堆密度、流动性等物理性质是影响中药饮片自动化调剂的关键物理性质因素,严重阻碍了中药饮片智能自动化调剂设备的研发。因此,采用适宜的手段改善中药饮片物理性质是解决自动化调剂面临的关键问题。结合饮片自身物理性质特征和调剂技术手段,研究探讨采用破碎和包装方法提高中药饮片自动化调剂的效率与质量,以促进中药饮片调剂的现代化、自动化发展,实现高效调剂和精准调剂。

#### 参考文献

[1] 朱常兴,宋维军,隋娜,等.传承精华 守正创新——中药自动化调剂产业现状及未来发展[J].中医药管理杂志,2020,38(14):6-8.

[2] 王晶,郑长龙.义务教育教科书·化学(九年级)(上册)[M].北京:人民教育出版社,2012:128-129.

[3] 谭学进,穆兴民,高鹏,等.黄土区植被恢复对土壤物理性质的影响[J].中国环境科学,2019,39(2):713-722.

[4] 冯驰.多孔建筑材料湿物理性质的测试方法研究[D].广

州:华南理工大学,2014:15-27.

[5] 蒋皖倩,房浩,徐运林,等.不同甜玉米品系籽粒的感官品质及主要 TPA 特性[J].江汉大学学报(自然科学版),2022,50(2):90-96.

[6] 陈恒晋,杨光,赵立杰,等.基于粉体特征物理性质的中药饮片分类研究[J].中国中药杂志,2021,46(15):3753-3763.

[7] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(一部)[M].北京:中国医药科技出版社,2020:23-452.

[8] 陈天朝,姚超,胡玉青,等.山药不同炮制品标准汤剂的物性参数与尿囊素含量回归关系探讨[J].中华中医药学刊,2020,38(7):22-25.

[9] 李磊,沈岚,王晓柠,等.基于软材物性参数的黄芪总皂苷生物黏附微丸的制备和黏附性能评价[J].药学学报,2019,54(11):2093-2099.

[10] 盖国胜.超细粉碎分级技术[M].北京:中国轻工业出版社,2000:10-11.

[11] 杨培树,梁颖.散装中药饮片调剂的现状与展望[J].名医,2020,11(3):227-230.

[12] 刘绍俊,田维圣.中药饮片在不同季节的贮存与保管研究[J].中国民族民间医药,2013,22(12):52.

[13] 刘倩.中医院传统中药饮片与小包装饮片应用价值分析[J].中国民康医学,2019,31(12):115-116.

[14] 王传辉.中药房中药饮片的自动化调剂系统设计[D].徐州:中国矿业大学,2020:25-26.

[15] 马红.国医大师金世元从中药饮片形状判断中药材质量经验总结[J].中华中医药杂志,2017,32(9):4056-4058.

[16] 李玲慧,李丹,潘鸿贞.黄秋云主任中药临方炮制经验与特色[J].福建中医药,2021,52(8):51-53.

[17] 中华中医药学会.T/CACM 1366-2021.中药汤剂煎煮规范[S].北京:中国标准出版社,2021:1-16.

[18] 何微微,黄得栋,卢有媛,等.中药饮片包装现状调查与分析[J].中兽医医药杂志,2018,37(4):59-62.