DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.06.016

豆蔻属中药材炮制前后化学成分及药理活性变化的研究进展

陈涵[1,2],杨天梅[1],邓国宾[2],张金渝[1]
(1.云南省农业科学院药用植物研究所,云南 昆明 650200;2.西南林业大学林学院,云南 昆明 650032)

摘要:豆蔻属(*Amomum*)中药材由豆蔻属植物的果实所制得,具燥湿温中、除痰截疟、化湿开胃、温脾止泻、理气安胎、化湿消痞、行气温中和开胃消食等功效,其炮制方法繁多。豆蔻属中药材炮制目的为"减毒增效",目前缺乏炮制后其化学成分及药效变化的系统性融合整理研究。归纳总结豆蔻属中药材炮制方法及其化学成分、药理活性变化,发现豆蔻属中药材常用炮制方法有净制、切制、炒制、盐制、酒制和姜制等,炮制后水溶性物质和挥发性物质均发生显著变化,并且辛燥性降低、药效改变或增强。为豆蔻属中药材炮制工艺优化、对"症"炮制等提供参考。

关键词:豆蔻属;炮制;化学成分;药理活性
中图分类号:R282.71 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)06-0092-08

Research Progress on Changes of Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Chinese Medicinal Materials of *Amomum* after Processing

CHEN Han[1,2], YANG Tianmei[1], DENG Guobin[2], ZHANG Jinyu[1]
(1. Institute of Medicinal Plants, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650200, Yunnan, China;
2. Forestry College, Southwest Forestry University, Kunming 650032, Yunnan, China)

Abstract: Chinese medicinal materials of *Amomum* are derived from the fruit of the plant Amomum. It has the effects of drying dampness and warming the middle, removing phlegm and stopping malaria, dispelling dampness and stimulating appetite, warming spleen and stopping diarrhea, regulating Qi and stabilizing the fetus, dispelling dampness and eliminating diarrhea, regulating Qi and promoting appetite and digestion, and there are various processing methods. The purpose of processing *Amomum* is to "reduce toxicity and increase efficiency". At present, there is a lack of systematic fusion studies on the changes of chemical components and pharmacodynamics after processing. This paper summarized the processing methods, chemical composition and pharmacological activity changes of Chinese medicinal materials of *Amomum*. It is found that the common processing methods are cleaning, cutting, stir-frying, salt-processing, wine-processing and ginger-processing, etc. After processing, the water solubility and volatile substances were significantly changed, and the pungent dryness was reduced, and the efficacy was enhanced. This paper provided a reference for the optimization of the processing technology and the processing of "syndrome" of *Amomum*.

Keywords: *Amomum*; processing; chemical composition; pharmacological activity

豆蔻属(*Amomum*)是姜科的第二大属,主要分布于云南、贵州、广西、广东、福建、西藏等省区[1],本属植物大多以果实入药方,其性辛,温,归脾、胃、肾、肺经,具燥湿温中、除痰截疟、化湿开胃、温脾止泻、理气安胎、化湿消痞、行气温中和开胃消食等功效[2]。本文总结了豆蔻属植物中被2020年版《中华人民共和国药典》[3](以下简称《中国药典》)收录的草果(*A. tsaoko* Crevost et Lemaire)、砂仁(*A. villosum* Lour.、*A. longiligulare* T. L. Wu)和豆蔻(*A. momum karvanh* Pierre ex Gagnep.、*A. compactum* Soland ex Maton)饮片的近现代炮制方法及炮制对其化学成分、药理作用的影响,为该属植物资源的开发和利用提供依据[4]。

基金项目:国家中医药管理局名贵中药资源可持续利用能力建设项目(2060302);云南省农业科学院科研预研项目(2023KYZX-14);云南省科技厅乡村振兴科技专项-科技特派队(202304BI090032)
作者简介:陈涵(2001-),女,贵州毕节人,硕士在读,研究方向:中药资源开发与利用。
通讯作者:张金渝(1975-),男,云南怒江人,研究员,博士,研究方向:中药资源学。E-mail:jyzhang2008@126.com。

1 近现代豆蔻属中药材炮制方法

1.1 历版《中国药典》豆蔻属中药材炮制方法

自20世纪60年代起,为了传承和规范中药饮片的炮制技术,国家制定并颁布《中国药典》。其中,豆蔻属中药材近现代被《中国药典》收录的炮制方法有砂仁和豆蔻的切制、草果的炒制和姜制,其中草果和砂仁自1997被收录、豆蔻自1985年被收录,详见表1。

1.2 豆蔻属中药材地区炮制规范

全国各地的中药饮片规范炮制规范中,草果以炒制和盐制为主,较少用净制、切制和烫制;砂仁以切制、盐制和净制为主,个别地区新增了姜制砂仁;豆蔻仅有切制和净制两种炮制方法。各地豆蔻属中药材的炮制方法概述详见表2和插页Ⅷ图1。

1.3 豆蔻属中药材基于不同指标的优选工艺

炮制方法基于不同的指标可以得到不同的炮制工艺。近几年,有研究设计了豆蔻属中药材中草果和砂仁的优选工艺,

表1 《中国药典》收载的豆蔻属中药材炮制方法

药材名称	炮制方法	文献出处	相关记载
草果	炒制	《中国药典(1997年)》	取草果,照“清炒法”(附录18页)炒至焦黄色并微鼓起,用时捣碎,取仁
	炒制	《中国药典(1985年)》	取草果,照“清炒法”(附录14页)炒至焦黄色并微鼓起,去壳,取仁。用时捣碎
	炒制	《中国药典(1990年)》	取草果,照“清炒法”(附录6页)炒至焦黄色并微鼓起,去壳,取仁。用时捣碎
	炒制	《中国药典(1995—2010年)》	取草果,照“清炒法”(附录ⅡD)炒至焦黄色并微鼓起,去壳,取仁。用时捣碎
	炒制	《中国药典(2015—2020年)》	取草果,照“清炒法”(通则0213)炒至焦黄色并微鼓起,去壳,取仁。用时捣碎
	姜制	《中国药典(1977年)》	取净草果仁,照“姜汁炙法”(附录19页)用姜汁微炒
	姜制	《中国药典(1985年)》	取净草果仁,照“姜汁炙法”(附录15页)炒干。用时捣碎
	姜制	《中国药典(1990年)》	取净草果仁,照“姜汁炙法”(附录7页)炒干。用时捣碎
	姜制	《中国药典(1995—2010年)》	取净草果仁,照“姜汁炙法”(附录ⅡD)炒干。用时捣碎
	姜制	《中国药典(2015—2020年)》	取净草果仁,照“姜汁炙法”(通则0213)炒干。用时捣碎
砂仁	切制	《中国药典(1977—2020年)》	除去杂质,用时捣碎
豆蔻	切制	《中国药典(1985—2020年)》	除去杂质,用时捣碎

表2 豆蔻属中药材各地炮制规范

药材	炮制方法	地方炮制规范	相关记载
草果	炒制	《天津市中药饮片炮制规范(2022年)》	取草果,除去杂质,破碎,去皮,置锅内加热,炒至鼓起,微显火色,取出放凉。用时捣碎
		《北京市中药饮片炮制规范(2023年)》	取草果仁,置热锅内,用文火炒至表面鼓起,并有香气逸出时,取出,晾凉
		《上海市中药饮片炮制规范(2018年)》	将药材去除杂质,照清炒法(附录Ⅰ)炒至外壳焦黄色并微鼓起,除去果壳及隔膜,筛去灰屑
		《江西省中药饮片炮制规范(2023年)》	取原药材,除去杂质,用时捣碎(捣碎,拣去 外壳)
		《贵州省中药饮片炮制规范(2005年)》	取原药材,照清炒法(附录一炮制通则)炒至焦黄色并微鼓起,捣碎,去壳取仁。用时捣碎
		《云南省中药饮片标准(2005年)》	取药材,挑选。将草果置锅内,用武火炒至果实膨胀,表面焦褐色至黑褐色,气香时,取出,晾凉,筛去碎屑,即得
	净制	《湖南省中药饮片炮制规范(2021年)》	取药材,除去杂质,干燥
	烫制	《河南省中药饮片炮制规范(2022年)》	取洁净河砂置炒制容器内,用武火加热至滑利状态时,投入净草果仁,不断翻动,炒至焦黄色,鼓起时,取出,筛去河砂,放凉。用时捣碎
	切制	《山西省中药饮片炮制规范(2023年)》	除去杂质。用时捣碎
		《内蒙古蒙药饮片炮制规范(2020年)》	取原药材,除去杂质;或用时粉碎
	盐制	《湖南省中药饮片炮制规范(2021年)》	取净草果仁,照盐水炙法(附录Ⅰ)用文火炒至微干。每100 kg草果仁,用食盐2 kg
		《贵州省中药饮片炮制规范(2005年)》	取净草果仁,照盐水炙法(附录Ⅱ D)炒干。用时捣碎。每100 kg净草果仁,用食盐1.2 kg
砂仁	净制	《天津市中药饮片炮制规范(2022年)》	取原药材,除去果皮和果柄
		《天津市中药饮片炮制规范(2022年)》	取原药材,除去果皮和大果柄
		《上海市中药饮片炮制规范(2018年)》	将原药材除去果柄等杂质,筛去灰屑。将带壳砂仁去壳取仁,筛去灰屑
		《贵州省中药饮片炮制规范(2005年)》	取净壳砂仁,去壳、隔膜等杂质,取种子团
		《陕西省中药饮片炮制标(2012年)》	取药材砂仁,除去杂质
		《安徽省中药饮片炮制规范(2019年)》	取净壳砂仁,去壳取仁
		《湖南省中药饮片炮制规范(2021年)》	取砂仁,去壳,取种子团,除去杂质
	切制	《上海市中药饮片炮制规范(2018年)》	将去壳砂仁研粉,过60目筛
		《四川省中药饮片炮制规范(2015年)》	取砂仁,除去杂质,粉碎成细粉
		《贵州省中药饮片炮制规范(2005年)》	取原药材,除去杂质、果柄。用时捣碎
		《湖北省中药饮片炮制规范(2018年)》	取净砂仁,除去果皮等杂质,筛去灰屑。用时捣碎
		《浙江省中药炮制规范(2015年)》	取原砂或砂米,研成细粉
		《安徽省中药饮片炮制规范(2019年)》	取原药材,除去果柄、杂质。用时捣碎
		《内蒙古蒙药饮片炮制规范(2020年)》	取原药材,除去杂质;用时粉碎
	盐制	《贵州省中药饮片炮制规范(2005年)》	取净砂仁,照盐水炙法(附录一炮制通则)炒干
		《安徽省中药饮片炮制规范(2019年)》	取净砂仁,加盐水拌匀,闷透,置炒制容器内,用文火加热,炒干,取出,放凉。每100 kg砂仁,用食盐2 kg
		《云南省中药饮片标准(2024年)》	取砂仁,去皮壳,置容器内,加食盐水拌匀,闷透,置炒制容器内用文火炒至表面棕红色至暗褐色,气香时,取出,晾凉,筛去碎屑,即得。每1000 g去壳砂仁,用食盐20 g
		《山东省中药炮制规范(2022年)》	取砂仁,除去果皮,喷淋盐水,拌匀,稍润,待盐水吸尽,用文火炒干,取出,摊凉。每100 kg砂仁,用食盐2 kg
		《黑龙江省中药饮片炮制规范及标准(2012年)》	取砂仁饮片,喷淋盐水,拌匀,稍润,待盐水吸尽,用文火炒至微鼓起,取出,摊凉,即得。每100 kg砂仁饮片,用食盐3 kg
	姜制	《山东省中药炮制规范(2022年)》	取砂仁,除去果皮,用姜汁拌匀,稍润,待姜汁吸尽,用文火炒干,取出,摊凉。每100 kg砂仁,用姜汁10 kg

续表2 豆蔻属中药材各地炮制规范

药材	炮制方法	地方炮制规范	相关记载
豆蔻	切制	《上海市中药饮片炮制规范(2018年)》	将豆蔻仁研粉,过65目筛
		《江西省中药饮片炮制规范(2023年)》	取原药材,除去杂质,剥去外壳,筛去皮屑。用时打碎
		《四川省中药饮片炮制规范(2015年)》	取豆蔻,除去外壳及杂质,粉碎成细粉
		《贵州省中药饮片炮制规范(2005年)》	取原药材,除去杂质及果柄。用时捣碎
		《安徽省中药饮片炮制规范(2019年)》	取净豆蔻,除去果壳、杂质。用时捣碎
		《新疆维吾尔药饮片炮制规范(2020年)》	以壳薄,个大饱满,无空皮者为佳。除去杂质,用时捣碎
		《福建省中药饮片炮制规范(2012年)》	取净豆蔻,去外壳,取种仁。用时捣碎
		《湖北省中药饮片炮制规范(2018年)》	取净豆蔻,剥去外壳(果皮)。用时捣碎
		《浙江省中药饮片炮制规范(2015年)》	取豆蔻饮片,除去果壳。用时捣碎
		《内蒙古蒙药材炮制规范(2020年)》	取原药材,除去杂质,用时捣碎。
			取净豆蔻,研细粉,过筛,即得
	净制	《天津市中药饮片炮制规范(2022年)》	取豆蔻,剥去果壳,取净仁
		《上海市中药饮片炮制规范(2018年)》	将原药材除去果柄等杂质,筛去灰屑
			将豆蔻去壳取仁,筛去灰屑
		《山东省中药炮制规范(2022年)》	取净豆蔻,剥去果壳,取净仁
			取净豆蔻,剥取果皮,除去杂质,筛去灰屑
		《浙江省中药饮片炮制规范(2015年)》	取原药,除去果柄、种子等杂质。筛去灰屑
		《河南省中药饮片炮制规范(2022年)》	取净豆蔻,除去杂质及果壳,取净仁
			取净豆蔻,除去杂质,剥取果壳
		《重庆市中药饮片炮制规范(2023年)》	取净豆蔻,剥去外壳(果皮),筛去灰屑
		《贵州省中药饮片炮制规范(2005年)》	取净豆蔻,去壳取仁
			豆蔻取仁去壳后所得的果壳
		《陕西省中药饮片炮制标准(2012年)》	取药材豆蔻,除去杂质及干瘪果实
		《宁夏中药饮片炮制规范(2017年)》	除去杂质和果壳,取净仁

表3 豆蔻属中药材的优选工艺

药材名称	炮制工艺	指标	最优工艺	文献出处
草果	姜制	桉油精、得油率	20 g生姜煎汤得30 mL姜汁,与100 g草果仁拌匀,闷润30 min,150 ℃炒制3 min	《草果炮制工艺研究》[5]
		外观性状、挥发油提取量、水溶性浸出物、儿茶素和表儿茶素含量	每100 g草果仁加入20 g的姜汁闷润2 h,140 ℃炒制3 min	《草果姜制工艺的多指标综合评分-正交试验优选》[6]
砂仁	姜炙	樟脑、龙脑、乙酸龙脑酯	翻炒频率85次/min,喷洒姜汁时间2.7 min,炮制温度138 ℃,喷洒姜汁后翻炒时间1.7 min	《基于Box-Behnken响应面法优化姜炙砂仁的炮制工艺研究》[7]
	盐制	挥发油含量、水浸出物	100 g砂仁用食盐2 g加40 mL水溶解,闷润1 h,在100 ℃炒炙25 min	《盐制砂仁炮制工艺、质量标准及药理研究》[8]

姜制草果基于相关指标得到了两种不同的优选工艺;砂仁则在姜炙和盐制上各有一种优选工艺。见表3。

2 豆蔻属中药材炮制前后化学成分研究进展

草果、砂仁和豆蔻均属于芳香化湿类豆蔻属中药材[9-10],性辛、温,生品与炮制品功效有差异。生品辛辣燥烈,“辛”味药效最主要的物质基础是挥发油[11],炮制后,挥发油含量下降,燥烈之性缓和的同时增强某方面的功效[12]。究其原因,炮制后化学成分发生变化,引起了药效的改变[13]。

2.1 豆蔻属中药材主要化学成分

2.1.1 *挥发性成分* 近年来,随着研究的深入,大量研究发现豆蔻属植物化学成分、结构类型丰富、药理活性,具有保护胃肠作用、抗氧化、降血糖、抗炎、抗过敏、抗菌、保护肝脏和抗阿尔茨海默等药理活性[14],挥发性成分是豆蔻属植物主要的活性成分,研究得较为深入。草果挥发油以单帖挥发油为主,其主要成分包括1,8-桉叶素,柠檬醛、α-蒎烯、β-蒎烯、α-松油醇、香叶醇、橙花叔醇等[15-19];砂仁的活性成分包括以乙酸龙脑酯、樟脑、柠檬烯、龙脑等为主的挥发油,其中乙酸龙脑酯能通过抑制PI3K/AKT信号传导途径,有效地遏制了肿瘤细胞的增殖、侵袭行为,并促进细胞凋亡的过程[20-24];冯佳祺利用GC-MS检测出了白豆蔻中32种挥发性成分,发现绝大多数为萜类化合物,其中含量排名前三的为1,8-桉树脑,β-蒎烯,α-松油醇,进一步分析发现其精油有多种功效作用[25-26]。

2.1.2 *非挥发性成分* 研究表明,豆蔻属植物非挥发性成分中仍有功效成分的存在。孟大威在提取草果精油后,利用草果残渣研究萃取得到了CHCL3-A,EtOAc-A、n-BuOH-A,CHCL3-B、n-BuOH-B、EtOAc-B非挥发性成分萃取液,发现其具有多种生理功能[27]。研究报道砂仁中的黄酮类物质具有一定药理活性[28],通过建立UPLC-ESC-QTOF-MS方法,结合二级碎片离子信息和文献报道,鉴定出砂仁中含有12个的非挥发性成分[29]。崔阳等[30]在课题组前期的研究下,选取砂仁分离度较好且含量较高的3个非挥发性物质(槲皮素、C1和C17)与挥发油抗炎活性进行灰色关联分析,结果显示三个物质均有抗炎活性,并且其中C1成分关联程度大于乙酸龙

脑酯。

2.2 炮制后豆蔻属中药材主要化学成分的变化。

2.2.1 脂溶性成分 传统理论说明,炮制后降低豆蔻属中药材的辛辣燥热之性;现代研究发现,豆蔻属中药材在炮制后辛燥之性有所缓和与中药材经过炮制后制成饮片挥发油含量降低,且成分在加工、加热及辅料的作用下会发生变化有关[13,31-32]。炮制可以改变药物的作用趋向,这种趋向与药物的气味具有一定关系[31],挥发油作为豆蔻属中药材气味和药效的重要组成部分,同时也是其不良反应的主要基础物质。研究发现,草果炮制后的挥发油含量有所下降,并且不同炮制品之间的挥发性成分有所差异,使得不同炮制品的主要药理作用也存在差异,这正验证了李时珍"以制其燥,去其油"的炮制方法[12,33],姜制后新增了不到 1% 的姜的挥发性成分,α-姜黄烯、姜烯、α-金合欢烯、β-没药烯、β-倍半水芹烯,主要是原有成分含量和比例的改变,但姜汁中的挥发油仍是姜炙过程草果化学成分变化的主要因素[32]。现代研究表明,豆蔻的不同中药饮片之间的主要挥发性成分存在差异,豆蔻皮的桉油精含量显著低于豆蔻仁[34],说明豆蔻壳较种子团力缓;从传统理论的角度去看,同一药材的不同饮片、捣碎程度分别对应着净制和切制两种炮制方法,涂兴明等人将白豆蔻和砂仁处理为:不捣碎、只捣碎果皮、按《中国药典(2005 年)》要求捣碎 3 个组,分析不同粉碎程度对挥发油出油率以及其成分发现,出油率与粉碎程度呈正相关,不同粉碎程度的白豆蔻和砂仁挥发油成分均有变化,乙酸龙脑酯在砂仁捣碎样品中的含量显著高于未捣碎样品,按树脑在不同粉碎程度的白豆蔻挥发油中也有差异;研究表明,砂仁生品挥发油含量最多,以生品 > 炒黄品 > 土炒品 > 麸炒品 > 炒炭品 > 炒焦品的顺序逐渐递减,并且捣碎后的挥发油含量、乙酸龙脑均有所下降,随着存放时间的增长含量越少[35-36]。进一步研究发现,炮制后砂仁种子团中樟脑含量显著降低,炒制后分别增加了果皮和果仁中 α-松油醇、乙酸龙脑酯、9-甲基-4-癸酮和松油醇、甲酸龙脑酯的含量,而(-)-α-侧柏烯在炒制后果仁和果皮中含量均减少,姜炙后砂仁中增加了生姜中挥发性成分,并且有 20 种成分发生了变化,但大多数差异成分均呈现升高趋势,盐炙后 3,5-二甲基-4-辛烷、2,4-二甲基癸烷、2-单棕榈酸甘油在砂仁果皮中降低,在果仁中升高[37]。以上研究说明,豆蔻属中药材经炮制后,其挥发性成分的含量的显著降低是其不良反应降低的物质基础,此外炮制过程中新形成或转化的成分可能是豆蔻属中药材某方面药效提升的物质基础。

2.2.2 水溶性成分 在传统理论的指导下,炮制对豆蔻属中药材化学成分的影响研究者们主要关注了豆蔻属中药材的脂溶性成分,而对水溶性成分的研究相对较少。金传山等的研究发现,不同部位的草果果实生品、炮制品水溶性浸出物含量均有所差异,姜炙和清炒后含量均明显上升,说明水溶性成分在炮制之后更容易煎出[38]。基于水溶性成分含量等关键指标,鲁文慧对草果炮制工艺参数进行优选时发现,随着姜制过程中影响因素的变化,水溶性成分含量有明显差异[6]。

2.2.3 微量元素 微量元素在人体内含量虽极少,但必不可少,对人体代谢和功能的发挥有着重要的作用。近年来,研究炮制对药物性能的影响,多侧重于有机成分,而微量元素的研究则相对较少。有学者通过比对 14 种中药炮制前后 9 种微量元素的对比,发现大多数中药材在炮制后微量元素有一定程度的变化,但豆蔻属中药材中砂仁与盐砂仁,草果与姜草果多种元素含量差异性不显著[39]。

3 豆蔻属中药材炮制前后药理活性研究进展

豆蔻属中药材性辛,温,归脾、胃、肾、肺经,生品辛燥之性较强,炮制的过程通过影响中药气、味和归经可降低其燥烈的偏性,使药效平和,增强药效。《中国药典(2020 年)》[40]中记载草果饮片燥湿温中,截疟除痰;砂仁饮片化湿开胃,温脾止泻,理气安胎;豆蔻饮片化湿行气,温中止呕,开胃消食。现代研究表明豆蔻属中药材在改善肠胃、预防肿瘤、降血糖、抗糖尿病、抗过敏、抗氧化和抑菌抗炎功能等方面具有较好的药理活性。现将豆蔻属中药材炮制前后的药理活性研究进行综述如下。

3.1 豆蔻属中药材药理活性

3.1.1 改善肠胃 豆蔻属中药材生品和炮制品是中医临床治疗化湿开胃、温脾止泻、开胃消食的常用药。现代研究发现豆蔻属中药材能通过促进胃激素分泌、肠胃蠕动而治疗积食便秘,改善肠道菌群保护肠道和抑制致病物、增加黏液治疗胃溃疡。MATTHEWS 等[41]研究发现 α-蒎烯和 β-蒎烯能够促进大鼠胃窦组织 P 物质(Substance P)与胃动素的释放,加速大鼠胃和小肠的排空。槲皮素通过调节 mAChR 下游信号传导来促进洛哌丁胺诱导便秘的 SD 大鼠的胃肠蠕动和黏蛋白分泌[42]。王一冰[18]分别对小鼠饮水给药原儿茶酸 50 mg/(kg·d)、庆大霉素 80 mg/(kg·d),并设置对照组,进行为期 28 d 的饲喂,发现原儿茶酸可以改善小鼠肠道菌群,防止致病性抗原侵入。在研究中草药抗胃溃疡机制时,FREIRE G C 等[43]发现桉叶素能够抑制由乙醇、吲哚美辛、乙醇/盐酸引起的胃溃疡形成,香叶醇能通过增加黏液的产生进而促进胃愈合活性;此外,有研究推测 α-蒎烯能通过抗氧化、抗炎作用对酒精性胃溃疡起到保护作用[44]。

3.1.2 预防肿瘤 在豆蔻属植物中,砂仁所含的乙酸龙脑酯因其显著的抗肿瘤活性而受到广泛关注[21-22],乙酸龙脑酯能通过抑制 PI3K/AKT 信号传导途径,有效地遏制了肿瘤细胞的增殖、侵袭行为,并促进了细胞凋亡的过程[20]。此外,豆蔻属植物中新分离得到的化合物 subamone、汉黄芩素、(+)-松脂醇等化合物,在其他中药材报道中表示具有抗肿瘤活性[45]。

3.1.3 降血糖 在草果的化学成分研究中,amomutsaoko A 和 renealtin A 两种化合物因其显著的 α-葡萄糖苷酶抑制活性而受到关注,该活性甚至超过了已知的降糖药物阿卡波糖,这一发现提示,这些二苯基庚烷类化合物可能是草果在体外环境下发挥降血糖作用的关键物质基础,为 2 型糖尿病的临床治疗提供了潜在的药物候选物质[46]。此外,YIN 等[47]研究者在绿壳砂根茎中分离得到了 12 个二萜化合物,并对这些化合物的 α-葡萄糖苷酶抑制活性进行了系统测试,研究结果表明,其中具有内酯环结构的萜类化合物,如 Avxanthin B 等,对 α-葡萄糖苷酶的抑制作用尤为显著。

3.1.4 抗糖尿病 近期研究表明,当自由基产生速率超出抗氧化防御系统的能力时,过量的自由基将引发毒性作用,导致细胞损伤[48],自由基在介导的膜脂质过氧化以及干扰胰岛素信号转导和葡萄糖稳态中扮演着关键角色,因此,抗氧化剂可以作为 2 型糖尿病(T2 DM)治疗的补充药物,并且 Ma 等人还发现化合物中羟基的数量与抗氧化活性呈正相关[49]。深入研究发现了一类新颖的黄烷醇-脂肪醇/单萜杂合体,它们不仅

显示出对蛋白酪氨酸磷酸酶1B(PTP1B/TCPTP)选择性抑制活性,还具备对PTP1B和α-葡萄糖苷酶双重抑制活性,二芳基庚烷和黄烷醇及其杂合体是草果主要降血糖活性成分[50-55]。

3.1.5 抗过敏类 在砂仁的药理研究中,KIM等[51]研究者从该植物中成功分离出2-羟基-3-甲氧基苯甲酸(o-VA),在小鼠过敏模型中对其进行了深入的药理活性评估,探究o-VA对卵清蛋白诱导的活动性全身过敏反应、IgE介导的被动皮肤过敏反应以及化合物48/80诱导的全身过敏反应的影响,结果表明,o-VA在预防和保护全身及皮肤过敏反应方面显示出显著效果,为过敏性疾病的治疗提供了潜在的天然治疗候选物质。此外,JIN等[52]研究者构建了粉尘螨(DFE)致过敏性炎症小鼠模型、HaCaT和3PC细胞模型,用以研究从缩砂密中分离得到的1,2,4,5-四甲氧基苯(TMB)的抗过敏性炎症作用,结果显示,TMB通过显著抑制细胞因子和趋化因子的表达达到改善DFE诱导的过敏性炎症作用。

3.1.6 抗氧化 豆蔻属植物中含有大量的化学成分,包括山柰酚-3-O-芸香糖苷、柚皮苷、表儿茶素、异槲皮素、金丝桃苷、原儿茶醛、槲皮素、山柰酚-3-O-芸香糖苷、柚皮苷、对香豆酸,乙酸正丁酯均显示出与体外抗氧化活性和α-葡萄糖苷酶抑制活性正相关的特征[53-57]。杜丽霞等[53]采用高效液相色谱-串联质谱法(LC-MS/MS)对草果中的酚类物质进行了深入分析,利用DPPH自由基作探针,发现其具有较强抗氧化活性,推测其含量最高的汉诺基诺醇是抗氧化作用的主成分。TERESITA S MARTIN[58]和HUIQUN FAN[59]的研究均表明,儿茶素及其衍生物在DPPH自由基清除活性和抗氧化活性方面均表现出较强的活性,推测该物质是黄酮类发挥抗氧化活性的主要组分。ZHANG等[60]研究表明,砂仁多糖不仅能显著抑制丙二醛(MDA)水平的生成、增强抗氧化酶活性,展现出良好的抗氧化活性,而且还能有效抑制HepG2肝癌细胞的生长。

3.1.7 抑菌、抗炎 有研究表示,草果中1,8-桉叶素、柠檬醛、α-松油醇、香叶醇、橙花叔醇具有抑菌作用[16],α-松油醇和香叶醇等还具有显著的抗菌和镇静作用[18];砂仁精油中的主要成分乙酸龙脑酯抗炎作用[57]。王一冰的体外抑菌实验发现,原儿茶酸可有效抑制和杀灭鼠伤寒沙门氏菌、产气荚膜梭菌、大肠杆菌及金黄色葡萄球菌,并且可通过体外调节毒力因子的表达来抑制沙门氏菌[18];MOON等[61]采用琼脂片扩散法测试了从草果中分离得到的4个双环壬烷单萜分子对Trycophyton mentagrophytes的抑制活性,结果显示tsaokoin具有显著的活性。

3.1.8 其他药理活性 李娜等[62]在分析黔产砂仁精油的挥发性成分时发现,挥发性成分具有很好抗氧化性,其中柠檬烯、丙酸异龙脑酯、芳樟醇和乙酸冰片酯不仅有芳香味,也具有理气和中的作用。乙酸龙脑酯作为砂仁中主要活性成分之一,具有保胎、杀虫、抗炎、抗肿瘤、提高心血管活性、止痛、止泻和改善记忆等药理作用[62-65]。JUDITH S等[66]研究发现α-蒎烯能够提高伤口愈合活性,加速皮肤伤口闭合并产生具有良好抗拉强度的疤痕。早在2000年,MARTIN T S等[59]就已报道,草果极性部位含有大量的儿茶素和表儿茶素,能通过抑制脂肪吸收和促进脂肪氧化达到减肥降脂的目的。

3.2 炮制后豆蔻属中药材药理活性的变化

药物的作用趋势与药物气味有一定关系,凡味辛,性温热的药物作用多升浮,但升降沉浮这种趋势可以通过炮制改变。

3.2.1 缓和辛燥之性 基于传统理论,豆蔻属中药材多芳香化湿药,辛香浓烈,性温而燥[12,67],如草果"不去皮,耗人元气,令人心痞""连壳反胀胸"[68]。这类不良反应虽是客观存在,但可通过炮制可以改变[6]。如砂仁盐炙后辛温之性略减,温而不燥[69];煨制、姜制草果可缓和其生品的燥烈之性[73-74]。目前豆蔻属中药材炮制品的毒性研究相对较少,但从传统理论来看,豆蔻属中药材燥热之性与其味"辛"有关[30],"辛"味药效最主要的物质基础是挥发油[11];而现代研究表明,炮制后使豆蔻属中药材含量减少,推测挥发油含量的降低与其燥烈之性得以缓和有关[33]。

3.2.2 增强温肾药效 传统理论中,盐制可使草果燥湿的同时兼有利水的作用,砂仁理肾气宜熟地汁拌蒸用,阴虚者宜盐水浸透后炒黑[70-71];盐炙后主归肾经能引药下行,增强理气安胎、温肾缩尿的作用[69]。研究报道,砂仁盐炙后对烷烃类成分影响较大[72],也有研究发现砂仁盐炙后挥发油含量及成分均有变化,随后采用小鼠实验对盐炙后的砂仁药理作用进行探究发现低剂量的盐砂仁揭示了砂仁"盐炙入肾·肾主水"理论的正确性[73]。

3.2.3 对改善肠胃作用的影响 姜制草果可增强草果截疟及温中散寒止呕的作用,白豆蔻研末以温酒送服可治胃寒恶心、呕吐及疼痛[74],砂仁炒姜后具有温经止血的功效,可用于治疗脾胃寒、腹痛腹泻、出血等[75]。研究报道,草果清炒后桉油精含量显著升高,对胃溃疡、呼吸道感染、肺纤维化、溃疡性结肠炎等疾病的治疗作用效果更甚[33,76]。

3.2.4 其他药理作用的增强 研究报道,盐砂仁、姜砂仁的抗氧化活性强于砂仁干品[77]。草果桉油精含量在炒制、姜制后均有不同程度的升高,被认为是草果挥发油主要有效物质,具有抗氧化作用[76]。

炒制后砂仁乙酸龙脑酯含量显著上升,现代研究发现乙酸龙脑酯具有保胎、杀虫、止泻、抗炎、抗肿瘤、平滑肌运动、心血管活性、止痛、改善记忆等药理作用[63],这与砂仁炒熟后宜用于安胎[70-71]理论一致。

姜制草果后芳樟醇、α-松油醇和2,3二氢-1H-茚-4-甲醛3种活性成分含量最高,清炒后水芹烯、桉叶油醇、萜品油烯和柠檬醛4种活性成分存在差异性,故推测姜制草果仁的降血脂、镇痛和抗癌的作用更甚,清炒草果仁的抗菌抗炎、解表镇静、祛痰平喘得到增强[33]。

4 结论与展望

豆蔻属中药材临床应用广泛,药理活性丰富,是中医领域常用中药。炮制是中药材性、味、归经形成的阶段之一[78],通过检索文献发现豆蔻属中药材近现代炮制方法发现,各地炮制规范较《中国药典》中豆蔻属中药材的炮制方法丰富,这可能与各地药材的质量、质地、用药习惯及当地人的体质有关。各地炮制规范与《中国药典》均未明确规定炮制的相关参数,相关优选炮制工艺研究相对匮乏,炮制过程中相关参数的规定还有待进一步深入研究。

化学成分是中药材药效的物质基础,目前报道关于豆蔻属中药材功效成分主要侧重于挥发油部位,豆蔻属中药材炮制后挥发油含量下降、比例被改变并且不同炮制品的挥发性成分有差异,其中姜制草果和砂仁增加了少量姜中挥发油成分。受到传统理论的影响,炮制后水溶性成分和微量元素的研究相对较少,仅发现炮制后的水溶性浸出物含量有变化,其中草果清炒

和姜炙后水溶性成分含量均有提高，而微量元素含量无明显变化。目前研究多集中于炮制前的挥发性物质的挖掘，至于微量元素以及炮制过程中内在成分的变化还需进一步研究。

豆蔻属中药材药理活性丰富，是中医临床常用中药，现代研究表明其除了传统的胃肠保护、抗氧化、抗炎、抗菌活性外，还发现该属植物具有降血糖、抗过敏、保肝和阿尔茨海默保护作用。中药材经过炮制后制成饮片，其成分在加热及辅料的作用下会发生变化，进而降低或消除中药的不良反应，改变和增强中药固有的性能等作用，豆蔻属中药材性辛、温，炮制后辛燥之性均得以缓和，药理作用的增强主要体现在温肾和改善肠胃疾病等方面。现代研究对炮制后药理活性的变化多停留于推测层面，有待进一步深入研究。

豆蔻属中药材炮制过程中，内在成分的变化是药效变化的物质基础，至于化学成分变化的机理以及成分与药效的联系，还有待进一步深入研究。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京：科学出版社，1981：110.
[2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典：一部 [S]. 北京：中国医药科技出版社，2020：167，175，239，250－251，264，423.
[3] 戴忠华，笪舫芳，蒙万香，等. 2015 年版《中华人民共和国药典》一部中有毒中药材及饮片的探讨[J]. 中华中医药学刊，2017，35(9)：2320－2322.
[4] 俞永琼. 浅谈肉豆蔻的炮制 [J]. 云南中医中药杂志，2001(3)：46.
[5] 鞠成国，王巍，李伟博. 草果炮制工艺研究[C]//中国中医药科技开发交流中心. 中药饮片质量分析与中药鉴别技术交流研讨会论文集，辽宁中医药大学药学院，2009.
[6] 鲁文慧，尼亚孜艾力，崔兰冲，等. 草果姜制工艺的多指标综合评分－正交试验优选 [J]. 时珍国医国药，2018，29 (6)：1358－1360.
[7] 郑美娟，王小平，谢伟容. 基于 Box－Behnken 响应面法优化姜炙砂仁的炮制工艺研究 [J]. 甘肃中医药大学学报，2023，40(2)：1－8.
[8] 熊磊. 盐制砂仁炮制工艺、质量标准及药理研究[D]. 成都：成都中医药大学，2009.
[9] 姚静，施钧瀚，桂新景，等. 中药临方炮制在医院药学中的地位和作用[J]. 实用中医内科杂志，2022，36(7)：12－14.
[10] 萧庆慈，钱子刚. 常用中药原色图谱[M]. 昆明：云南科技出版社，2003：83—85.
[11] 高晓山. 中药药性理论渊源初探 [J]. 黑龙江中医药，1983(3)：53－56.
[12] 迟玉广，李中阳，黄爱华，等. 不同炮制方法对草果中挥发性成分的影响[J]. 安徽农业科学，2021，49(6)：175－177，219.
[13] 叶慧，孙海英，刘晓华，等. 中药炮制气味变化及其分析技术研究进展[J]. 中草药，2024，55(18)：6416－6424.
[14] 咸魁锋，尹虹. 豆蔻属植物化学成分和药理作用研究进展 [J]. 天然产物研究与开发，2019，31 (10)：1831－1836.
[15] HANG G，YANG S B，WANG Y Z. An integrated chemical characterization based on FT－NIR，and GC－MS for the comparative metabolite profiling of 3 species of the genus Amomum[J]. Analytica Chimica Acta，2023，1280 341869.
[16] 马洁，彭建明，吴志红. 国产草果化学成分研究进展[J]. 中国中医药信息杂志，2005(9)：101－102.
[17] SURK－SIK M，JI－YOUNG L，SOON－CHANG C . Isotsaokoin，an antifungal agent from Amomum tsao－ko. [J]. Journal of natural products，2004，67(5)：889－891.
[18] 王一冰. 原儿茶酸影响动物肠道屏障功能的研究 [D]. 杭州：浙江大学，2017.
[19] 王振兴，范蒙蒙，牛乐，等. 肉豆蔻曲发酵过程中颜色、成分的动态变化规律分析[J]. 中国实验方剂学杂志，2025，31 (6)：222－229.
[20] LIAH，DONG ZH，YANG JJ，et al. Bornyl acetate extracted from Sharen(Fructus Amomi) inhibits proliferation，invasion and induces apoptosis by suppressing phosphatidylinositol－3－kinase/protein kinase B signaling in colorectal cancer [J]. Journal of Traditional Chinese Medicine，2023，43 (6)：1081－1091.
[21] KARAN T，YILDIZ I，AYDIN A，et al. Inhibition of various cancer cells proliferation of bornyl acetate and essential oil from Inula graveolens(Linnaeus) desf [J]. Rec Natl Prod，2018，12 (3)：273－283.
[22] JUAN L，WANG S X. Synergistic enhancement of the antitumor activity of 5－fluorouracil by bornyl acetate in SGC－7901 human gastric cancer cells and the determination of the underlying mechanism of action[J]. Journal of the Balkan Union of Oncology，2016，21(1)：108－117.
[23] 李生茂，曾滨阳，叶强，等. 砂仁挥发油抗炎活性谱效关系研究[J]. 中国实验方剂学杂志，2015，21(9)：133－136.
[24] 冯佳祺. 白豆蔻香气成分萃取、分析及功能性研究[D]. 哈尔滨：哈尔滨商业大学，2015.
[25] ZHU Y. Analysis on the component of the volatile oil from Amomi fructus rotundus[J]. Asia－Pac Trad Med(亚太传统医药)，2018，14：71－73.
[26] 孟大威. 草果生理活性成分萃取及功能性研究初步探讨[D]. 哈尔滨：哈尔滨商业大学，2014.
[27] 高林林，王倩，张竞雯，等. 春砂仁和益智仁中黄酮类物质的精制及其抑菌和抗肿瘤功能研究[J]. 食品安全质量检测学报，2019，10(14)：4659－4666.
[28] 邹晓红. 基于外观性状数据化、成分分析及药效学的砂仁品质评价研究[D]. 广州：广州中医药大学，2018.
[29] 崔阳，米文娟，李阳，等. 基于灰色关联度分析砂仁传统性状鉴别特征与内在成分含量的相关性研究[J]. 中华中医药杂志，2024，39(6)：3036－3043.
[30] 原思通. 炮制和中药性能的关系 [J]. 广西中医药，1978(4)：50－52.
[31] 李国栋，张洪武，钱子刚，等. 豆蔻属 Amomum 药用植物资源的初步研究[J]. 云南中医学院学报，2020，43(3)：82－90.
[32] 杨春雨. 中药炮制用辅料(姜汁)规范化的探索性研究[D]. 北京：中国中医科学院，2018.
[33] 任东，姜晓娅，雷京奇，等. 基于电子鼻结合顶空－气相色谱－质谱法研究草果仁 3 种不同炮制品的差异[J]. 中草药，2024，55(15)：5070－5082.
[34] 赵斌，韩丽丽. 豆蔻饮片的质量标准研究[J]. 质量安全与检验检测，2022，32(1)：59－62.
[35] 杨红燕，李兆奎，李玲燕. 砂仁临方炮制乙酸龙脑酯含量的比较研究[J]. 浙江中医杂志，2021，56(4)：310－311.
[36] 杨正银. 砂仁加工炮制方法不同对挥发油含量的影响[J]. 药学实践杂志，2000(1)：59－60.
[37] 李佳鑫，周玲娟，张丽霞，等. 基于气相色谱－质谱联用结合多元统计分析不同炮制方法对砂仁挥发性成分的影响[J]. 医药导报，2024，43(4)：607－613.
[38] 金传山，庞国兴，周本春，等. 草果炮制的初步研究 [J]. 中成

药, 1998(2): 15 - 16.
[39] 杨继民, 孙平川. 炮制对中药微量元素的影响[J]. 陕西中医, 1993(3): 133 - 134.
[40] 雷智冬,黄锁义. 草果提取方法、生物活性与临床应用研究新进展[J]. 中华中医药学刊,2021,39(1):245 - 249.
[41] MATTHEWS D J, BENTO T M S D, CAMPOS R J, et al. The essential oil of Eucalyptus tereticornis and its constituents, α - and β - pinene, show accelerative properties on rat gastrointestinal transit. [J]. Planta medica,2011,77(1):57 - 59.
[42] MA L, QU Z, XU L, et al. 7,8 - dihydroxyflavone enhanced colonic cholinergic contraction and relieved loperamide - induced constipation in rats[J]. Digestive Diseases and Sciences, 2021, 66(12):1 - 12.
[43] FREIRE G C R, SILVA D R A O, VALENÇA A A, et al. Gastroprotective mechanisms of the monoterpene 1,8 - cineole (eucalyptol)[J]. PloS one,2015,10(8):e0134558.
[44] 王雪雪, 尹爱武, 陶柱萍, 等. 中草药抗酒精性胃损伤活性成分及其作用机制研究进展[J]. 中国中药杂志,2020,45(20): 4836 - 4845.
[45] 金新宇, 王晓霞, 柳航, 等. 草果化学成分的研究[J]. 中成药, 2022,44(8):2539 - 2542.
[46] 吕福杰, 路继刚, 范在举, 等. 草果果实的化学成分及其对α - 葡萄糖苷酶的抑制活性研究[J]. 天然产物研究与开发,2023, 35(11):1887 - 1893.
[47] YING H,DAN WJ,FAN BY, et al. Anti - inflammatory and α - glucosidase inhibitory activities of labdane and norlabdane diterpenoids from the rhizomes of amomum villosum . [J]. Journal of natural products,2019,82(11):2963 - 2971.
[48] SANDER B, LARS B,KRISTIAN W, et al. Oxidants and redox signaling: perspectives in cancer therapy, inflammation, and plasma medicine[J]. Oxidative medicine and cellular longevity,2017, 2017:4020253.
[49] MA N A,YAO T,GUO J Y, et al. Research progress on the antioxidant activity of natural diarylheptanoids: mechanisms and structure - activity relationships[M]. Current medicinal chemistry, 2024 (23): 2494 - 2523.
[50] ZHANG XF,TANG YZ,GAGUAN XX, et al. Flavonoid constituents of amomum tsao - ko crevost et lemarie and their antioxidant and antidiabetic effects in diabetic rats - in vitro and in vivo studies. [J]. Food & function,2021,13(1):437 - 450.
[51] FENG X H, JUN J C, YAN X H, et al. The antidiabetic potency of Amomum tsao - ko and its active flavanols, as PTP1B selective and α - glucosidase dual inhibitors[J]. Industrial Crops and Products, 2020,160:112908.
[52] FENG X H, JUN J C, ZE T L, et al. Nineteen new flavanol - fatty alcohol hybrids with α - glucosidase and PTP1B dual inhibition: one unusual type of antidiabetic constituent from amomum tsao - ko [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2020, 68 (41): 11434 - 11448.
[53] HE X, ZHANG X, GENG C, et al. Tsaokopyranols A - M, 2,6 - epoxydiarylheptanoids from Amomum tsao - ko and their α - glucosidase inhibitory activity [J]. Bioorganic Chemistry, 2020 (10):96103638.
[54] 王柳萍, 梁晓乐, 罗跃, 等. 砂仁挥发油成分的气相色谱 - 质谱分析[J]. 医药导报,2013,32(6):782 - 784.
[55] 王玲, 司徒绮文. 春砂仁挥发性成分的提取和检测[J]. 现代食品科技,2010,26(9):1031 - 1034.
[56] SALEHI B, UPADHYAY S, ORHAN E I, et al. Therapeutic potential of α - and β - pinene: a miracle gift of nature[J]. Biomolecules,2019,9(11):738.
[57] KIM S H, LEE S Y, HONG C Y, et al. Whitening and antioxidant activities of bornyl acetate and nezukol fractionated from Cryptomeria japonica essential oil[J]. International Journal of Cosmetic Science, 2013, 35(5): 484 - 490.
[58] 陈石梅. 草果免疫调节活性及抗氧化作用机理的研究[D]. 右江:右江民族医学院,2021.
[59] MARTIN S T, KIKUZAKI H, HISAMOTO M, et al. Constituents of Amomum tsao - ko and their radical scavenging and antioxidant activities[J]. Journal of the American Oil Chemists´Society,2000, 77(6):667 - 673.
[60] FAN HQ,CHEN MS,DAI TT, et al. Phenolic compounds profile of Amomum tsaoko Crevost et Lemaire and their antioxidant and hypoglycemic potential[J]. Food Bioscience,2023,2023:52
[61] MOON S S, LEE J Y, CHO S C. Isotsaokoin, an antifungal agent from Amomum tsaoko[J]. Journal of Natural Products, 2004, 67(5): 889 - 891.
[62] 李娜, 高孟娇, 伍燕. GCMS 分析黔产砂仁精油可挥发性成分[J]. 广州化工,2024,52(11):63 - 66.
[63] 李晓花, 金玲钰, 岳建军, 等. 砂仁活性成分乙酸龙脑酯药理活性研究进展[J]. 中医药导报,2021,27(5):131 - 134.
[64] 李晓光, 叶富强, 徐鸿华. 砂仁挥发油中乙酸龙脑酯的药理作用研究[J]. 华西药学杂志,2001(5):356 - 358.
[65] 王晓丹, 杨柳, 李牧, 等. 槲皮素和乙酸龙脑酯对小鼠的保胎作用及 IL - 10 和 CD80 ~ +/CD86 ~ +细胞的影响[J]. 中国兽医学报,2015,35(4):597 - 600.
[66] JUDITH S,MANUEL J,ARMANDO P, et al. Wound healing activity of α - pinene and α - phellandrene[J]. Molecules, 2021, 26(9):2488 - 2488.
[67] 桂新景, 范雪花, 马蕊, 等. 砂仁的本草考证[J]. 中药材, 2022,45(7):1762 - 1768.
[68] 于大猛, 张卫, 马春, 等.《增订伪药条辨》药物产地加工与净制法探讨[J]. 新中医,2023,55(11):56 - 59.
[69] 王晓清, 别甜甜, 孙飞, 等. 砂仁的炮制历史沿革及现代研究[J]. 广东药学院学报,2014,30(5):659 - 662.
[70] 清. 施雯. 中国医学大成续集 得配本草[M]. 上海:中国中医药出版社,2000:157.
[71] 王孝涛. 历代中药炮制法汇典[M]. 南昌:江西科学技术出版社, 1984:310.
[72] 岳国力. 肉豆蔻"多成分"药代动力学研究[D]. 天津:天津中医药大学,2024.
[73] 王敏慧,吴丽丽,鲁爽,等. 砂仁的药用部位及临床使用方法探讨[J]. 浙江中医药大学学报,2025,49(7):871 - 877.
[74] 姬水英, 吕选民. 柴草瓜果篇第二十九讲白豆蔻[J]. 中国乡村药,2017,24(21):47 - 48.
[75] HAN Y,LI Y,WANG Y,et al. Comparison of fresh,dried and stir - frying gingers in decoction with blood stasis syndrome in rats based on a GC - TOF/MS Metabolomics approach[J]. J Pharm Biomed Anal,2016,129: 339 - 349.
[76] 朱新文,徐东川,王建刚,等. 不同炮制方法对草果挥发油成分的影响[J]. 中成药, 2024, 46 (12): 4126 - 4133.
[77] 曹冠华, 张雪, 邢瀚文, 等. 阳春砂仁干品盐砂仁姜砂仁抗氧化活性比较分析[J]. 时珍国医国药,2019,30(10):2381 - 2384.
[78] 王孝涛. 中药饮片炮制述要[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1981:4.

豆蔻属中药材炮制前后化学成分及药理活性变化的研究进展

（正文见 92－98 页）

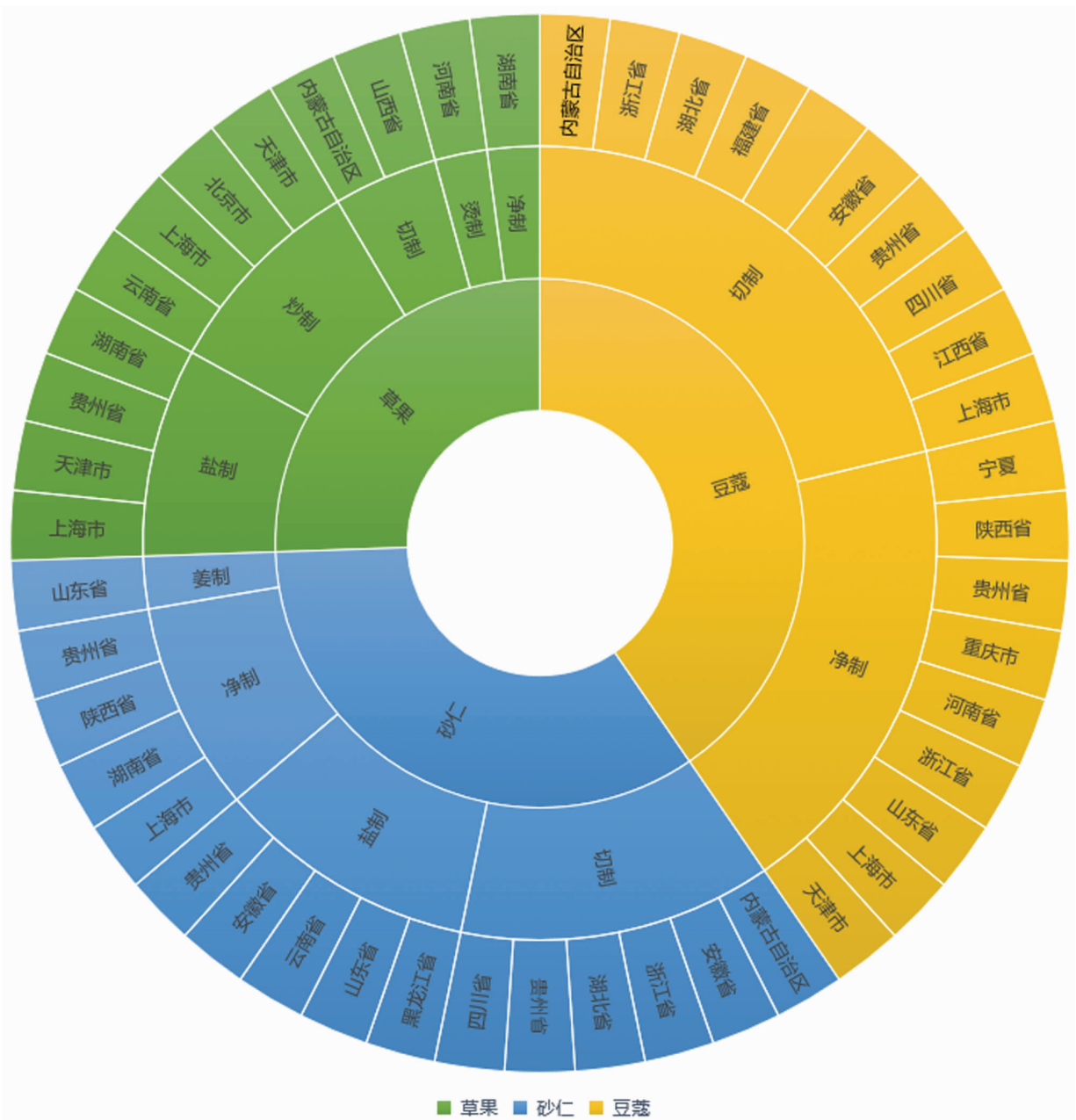


图 1　《中国药典》及各地方标准中收载的豆蔻属中药材炮制方法的可视化分析