

肉豆蔻主要功能成分提取研究进展

贺志荣, 史晓耘, 郝少楠, 赵二劳
(忻州师范学院化学系, 山西 忻州 034000)

摘要: 概述了我国有关肉豆蔻中肉豆蔻油、木脂素和总酚等主要功能成分提取工艺的研究进展, 为肉豆蔻综合开发应用提供参考。

关键词: 肉豆蔻; 功能成分; 提取工艺

中图分类号: R285 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)05-0069-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.05.018

Research Progress on Extraction Technology of Nutmeg Main Functional Components

HE Zhirong, SHI Xiaoyun, HAO Shaonan, ZHAO Erlao
(Department of Chemistry, Xinzhou Teachers University, Xinzhou Shanxi 034000, China)

Abstract: Based on the literature learning method and summarization, the domestic research progresses on the extraction technology of nutmeg oil, lignans, total phenolics and the other main functional components of nutmeg were reviewed. These issues provide a reference for further development and integrated utilization of nutmeg.

Key words: Nutmeg; Functional components; Extraction technology

肉豆蔻(*Myristica fragrans*)又名豆蔻、玉果、肉果等, 为肉豆蔻科乔木植物, 主要分布于巴西、马来西亚、印度、印度尼西亚及西印度群岛等热带地区, 我国台湾、广西、海南、广东、云南等地亦有引种栽培^[1]。肉豆蔻主要以种仁种皮入药或食用, 药食两用, 是重要的中药和常用调味佳品^[2]。科学研究表明, 肉豆蔻中含有肉豆蔻油、木脂素、苯丙素、总酚和黄酮等多种功能活性成分, 具有抗癌、抗氧化、抑菌、降血糖、降血脂、保肝护肝等多种功能活性^[3-5], 有十分重要的开发应用价值。研究肉豆蔻功能活

性成分的提取, 是肉豆蔻高附加值利用的基础。我们梳理并概述了我国有关肉豆蔻主要功能成分提取研究进展, 以期为肉豆蔻综合开发应用提供参考。

1 肉豆蔻中肉豆蔻油提取工艺

目前国内有关天然产物中挥发油或树脂提取方法研究不少^[6-8], 但有关肉豆蔻中肉豆蔻油提取方法研究仅涉及水蒸气蒸馏法、溶剂浸提法、辅助提取法和超、亚临界流体提取法。

1.1 水蒸气蒸馏提取法

水蒸气蒸馏法是常用的植物挥发油提取

收稿日期: 2019-12-30

基金项目: 国家大学生创新创业训练计划项目(201910124009); 山西省高等学校大学生创新创业训练计划项目(2019515); 忻州师范学院大学生创新创业项目(2019)。

作者简介: 贺志荣(1999—), 女, 山西朔州人, 本科在读, 研究方向为天然产物活性。联系电话: (0)13453005091。

通信作者: 赵二劳(1952—), 男, 山西原平人, 教授, 主要从事天然产物活性研究工作。Email: zel0350@163.com。

方法,它是利用原料中挥发性成分与水共沸,经冷凝分离获取挥发性成分的一种提取方法。国内有关肉豆蔻挥发油水蒸气蒸馏提取的研究相对较多。袁子民等^[9]以肉豆蔻粉碎粒径、加水倍量、浸泡时间和蒸馏时间为因素,研究了肉豆蔻挥发油水蒸气蒸馏提取,由正交试验优化的最佳工艺条件为:肉豆蔻粉碎粒径 20~40 目,加 12 倍量水,浸泡时间 1.5 h,蒸馏提取 5.0 h。该工艺条件下,肉豆蔻挥发油提取率为 7.01%。付敏东等^[10]通过正交试验优化的肉豆蔻挥发油水蒸气蒸馏提取最佳工艺为:肉豆蔻以水浸泡 8 h 后,料液比(g/mL) 1:10,蒸馏提取时间 5.0 h,该工艺下肉豆蔻挥发油得率为 6.10%。杨红艳等^[11]采用均匀设计法优化的肉豆蔻挥发油水蒸气蒸馏提取最佳工艺条件为:肉豆蔻粉碎为 4~10 目,料液比(g/mL) 1:14,浸泡时间 1 h,蒸馏提取时间 6.0 h,该工艺条件下肉豆蔻挥发油提取率为 6.33%。郭宇洁等^[12]确定的肉豆蔻挥发油水蒸气蒸馏提取的最佳工艺为:加水 10 倍量,蒸馏提取 8.0 h。水蒸气蒸馏法提取肉豆蔻挥发油具有设备简单、操作安全、成本低廉、不污染环境、产量大等优点,但也存在原料易受热、易焦化,加热时成分易发生化学反应,所得挥发油芳香气味易变味,导致其应用价值降低等问题,工业应用受到一定限制。

1.2 溶剂浸提法

基于肉豆蔻油树脂的溶解性,同时考虑溶剂残留及安全性,一般以乙醇为溶剂来提取肉豆蔻油树脂。目前,国内对乙醇浸提肉豆蔻油树脂的研究很少。缪晓平等^[13]研究了肉豆蔻中油树脂的乙醇浸提,通过正交试验得出影响肉豆蔻油树脂提取率的因素大小顺序为:提取时间>乙醇浓度>提取温度>料液比。优化的最佳提取工艺为:乙醇浓度 85%,料液比(g/mL) 1:10,提取温度 90℃,提取时间 5.0 h。该工艺下,肉豆蔻油树脂

提取率为 38.56%。采用乙醇浸提肉豆蔻油树脂,具有设备简单、操作方便,提取率较高等优势,但也存在提取时间较长、产品纯度差、经济效率不高等问题,不太适宜工业化应用。

1.3 辅助提取法

辅助提取法就是在溶剂提取的基础上,辅以酶、超声波、微波等方式,以缩短提取时间、提高目标物提取率的一种提取方式。国内对肉豆蔻油辅助提取研究相对较多。刘辉等^[14]研究了肉豆蔻油的超声辅助提取,响应面法优化的最佳工艺条件为:乙酸乙酯为提取剂、料液比(g/mL) 1:10.2,超声功率 75 W、超声温度 59℃、超声时间 39 min,此工艺条件下肉豆蔻油提取率为 27.90%。郑福平等^[15]采用无溶剂聚焦微波提取肉豆蔻挥发油,确定的较佳工艺条件为:微波辐射功率 200 W、分别辐射 0.5、0.75 和 1.0 min 各 3 次,每次辐射间隔 1.0 min,肉豆蔻挥发油提取率为 8.23%。刘辉等^[16]研究了肉豆蔻油的微波辅助提取,响应面法优化的工艺条件为:乙酸乙酯为提取剂,料液比(g/mL) 1:10.3,微波功率 325 W,微波时间 154 s,此工艺条件下肉豆蔻油提取率为 27.24%。李荣等^[17]研究了微波辅助水蒸气蒸馏提取肉豆蔻挥发油,得到料液比(g/mL) 1:10,微波功率 300 W,提取时间 1.0 h,肉豆蔻出油率为 6.9%,较相同料液比下,单纯水蒸气蒸馏 2.5 h,出油率基本相当,但有效缩短了提取时间。刘军军等^[18]研究了肉豆蔻油超声波协同微波辅助提取,响应面法优化的最佳工艺条件:乙酸乙酯为提取剂,料液比(g/mL) 1:10.2,超声波功率 50 W,微波功率 293 W,作用时间 149 s,该工艺条件下肉豆蔻油提取率为 29.18%。可见,该工艺辅助提取肉豆蔻油,提取时间短,提取率高,节约能耗,是一种值得推广的肉豆蔻油提取方法。

1.4 超临界及亚临界流体提取法

超临界流体或亚临界流体提取就是依据相似相溶原理,以超临界或亚临界流体为提取剂,从植物原料中提取目标成分的一种方法^[19]。国内对肉豆蔻油超临界流体提取研究相对较多,对亚临界流体提取研究相对较少。屠雄彪等^[20]研究了肉豆蔻挥发油超临界 CO₂ 提取,通过正交试验优化的最佳工艺:肉豆蔻粉碎为粗粉,提取压力 12 Mpa,提取温度 40 ℃,提取时间 2.0 h,该工艺下肉豆蔻挥发油得率为 11.1%。刘博等^[21]确定的肉豆蔻中精油超临界 CO₂ 提取最佳工艺为:固定提取时间为 3.0 h,提取温度 30 ℃,提取压力 25 Mpa,CO₂ 流量 15 L/h,堆积密度(0.51 ± 0.2) g/L。刘军军等^[22]研究了肉豆蔻中肉豆蔻油超临界 CO₂ 提取,优化的最佳工艺为:提取压力 32 Mpa,提取温度 55 ℃,CO₂ 流量 22 L/h,提取时间 3.0 h,此工艺条件下肉豆蔻油得率 43.8%。陈杰明等^[23]则研究了肉豆蔻油树脂超临界 CO₂ 提取,确定的较佳提取工艺:提取压力 30 Mpa,CO₂ 泵频率 20 Hz,提取温度 50 ℃,提取时间 2.0 h,此工艺条件下肉豆蔻油树脂得率在 46%左右。汤卫东等^[24]得到的肉豆蔻油树脂超临界 CO₂ 提取最佳工艺为:提取温度 47 ℃,提取压力 27 Mpa,CO₂ 泵频率 8 Hz,提取时间 2.0 h,此工艺下肉豆蔻油树脂提取率为 46.12%。杨中民等^[25]研究了肉豆蔻中肉豆蔻油的正丁烷亚临界提取,正交试验优化的最佳工艺条件:肉豆蔻粉碎为 40 目,提取温度 50 ℃,提取时间 60 min,提取次数 5 次,该工艺条件下肉豆蔻出油率可达 36.87%。超临界 CO₂ 提取或亚临界流体提取,是植物油提取广泛应用的“绿色”提取技术,该技术用于肉豆蔻油的提取,具有提取率高、过程易控制,可实现萃取和分离二合一,经济效益较高,适于工业化生产应用等优势。尽管存在一次性投资

费用较高,操作技术要求高等问题,但相对于其他工艺技术而言,不失为一种较理想的肉豆蔻油提取技术,值得进一步研究。

2 肉豆蔻中木脂素提取工艺

许多天然产物中含有木脂素类成分,具有抗肿瘤、抗氧化、抗过敏、抗炎、抗病毒等多种活性,广泛应用于癌症、高血压、免疫力等病症,以及保肝护肝等医药、保健品领域^[26-27]。肉豆蔻中含有木脂素类成分,为其主要功能成分之一^[28],理应具有相似的功能活性。但目前国内有关肉豆蔻中木脂素功能活性研究报道很少,而有关肉豆蔻木脂素提取研究的文献仅有 1 篇。袁子民等^[29]以肉豆蔻总木脂素提取量为指标,研究了肉豆蔻木脂素的溶剂浸提,发现乙醇浓度对肉豆蔻总木脂素提取影响显著,由正交试验法优化的最佳工艺条件:90%乙醇为提取剂,在料液比(g/mL)分别为 1:10 和 1:8 的条件下各提取 1 次,每次提取时间 1.5 h,该工艺条件下肉豆蔻总木脂素提取量为 12.15 mg/g。

3 肉豆蔻中多酚提取工艺

多酚是肉豆蔻的功能成分之一,具有多种功能活性。杨文平等^[30]以肉豆蔻为原料,乙醇为溶剂,研究了肉豆蔻多酚的浸提,采用单因素结合正交试验的方法,得到影响肉豆蔻多酚提取的因素主次顺序为:浸提时间 > 料液比 > 浸提温度。优化的最佳工艺条件:乙醇浓度 95%,料液比(g/mL) 1:70,浸提温度 60 ℃,浸提时间 40 min,此工艺条件下肉豆蔻多酚提取率为 49.30 mg/g。

4 结束语

虽然肉豆蔻中含有肉豆蔻油、木脂素、苯丙素、多酚、黄酮等功能成分,但目前国内仅就肉豆蔻油提取进行了较多研究,木脂素与多酚提取进行了极少研究,而有关苯丙素、黄酮的提取研究尚未见报道,总体上有肉豆蔻功能成分提取研究尚为不足,难以支撑肉豆蔻功能成分的产业化生产需求。今

后应加大研究力度,系统、深入研究肉豆蔻中主要功能成分的提取工艺,可参考、借鉴其它天然产物功能成分提取的成功经验,或采用一些现代的提取分离技术,创新肉豆蔻功能成分的提取技术工艺,达到肉豆蔻功能成分的高效提取,实现肉豆蔻功能产品的工业化生产。

参考文献:

- [1] 马存, 冼少华, 相雨, 等. 肉豆蔻药理作用研究进展[J]. 中国现代中药, 2017, 19(8): 1200-1206.
- [2] 贺志荣, 宋继敏, 赵三虎, 等. 肉豆蔻油提取工艺及其功能作用研究进展[J]. 中国调味品, 2019, 44(7): 188-190.
- [3] 吴怡, 顾雅坤, 符丽, 等. 肉豆蔻种子超低温保存技术及生理生化活性研究[J]. 中国农学通报, 2019, 35(19): 78-82.
- [4] 张慧, 王静, 袁子民, 等. 肉豆蔻总木脂素纯化工艺及其抗炎活性研究[J]. 中国中医药信息杂志, 2017, 24(6): 83-86.
- [5] 李力, 潘倩雯, 郭偲, 等. 不同方法提取肉豆蔻挥发油成分的气相色谱-质谱法分析[J]. 医药导报, 2019, 38(12): 1630-1634.
- [6] 孙田娇, 吕长平, 陈梦洁, 等. 牡丹籽油提取技术及功效研究进展[J]. 粮食与油脂, 2019, 32(9): 5-6.
- [7] 张逸, 黄凤洪, 马方励, 等. 沙棘油提取工艺研究进展[J]. 中国油脂, 2016, 41(3): 16-20.
- [8] 于大胜, 邓中国. 姜精油和姜油树脂提取工艺研究进展[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(31): 17474-17476.
- [9] 袁子民, 王静, 吕佳, 等. 正交法优选肉豆蔻挥发油提取工艺[J]. 时珍国医医药, 2005, 16(11): 1063-1064.
- [10] 付敏东, 黄启, 李成欢. 肉豆蔻有效成分的提取及抗菌、抗氧化性研究[J]. 中国药师, 2012, 15(1): 50-53.
- [11] 杨红艳, 钟洋宇, 夏敬民. 均匀设计优选肉豆蔻挥发油提取工艺[J]. 中国中医药信息杂志, 2009, 16(2): 59-60.
- [12] 郭宇洁, 闫小平, 郑蕊, 等. 肉豆蔻、煨木香和陈皮挥发油的提取与包合工艺研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(7): 4-5.
- [13] 缪晓平, 邓开野. 肉豆蔻油树脂的提取及微胶囊化的研究[J]. 中国调味品, 2010, 35(6): 40-42.
- [14] 刘辉, 李超. 超声辅助提取肉豆蔻油的工艺研究[J]. 中国食品添加剂, 2011(3): 133-137.
- [15] 郑福平, 孙宝国, 谢建春, 等. 无溶剂聚焦微波提取/气-质联机分析肉豆蔻挥发油[J]. 食品科学, 2007, 28(9): 484-487.
- [16] 刘辉, 李超. 微波辅助提取肉豆蔻油的工艺优化[J]. 农业机械, 2011(6): 45-48.
- [17] 李荣, 姜子涛. 微波辅助水蒸气蒸馏调味香料肉豆蔻挥发油化学成分的研究[J]. 中国调味品, 2011, 36(3): 102-104, 108.
- [18] 刘军军, 龚晓宇, 明鸣, 等. 超声波协同微波提取肉豆蔻油的工艺研究[J]. 农业机械, 2012(9): 44-47.
- [19] 陈俊其, 秦华珍, 尹优, 等. 山姜属中药黄酮类成分提取及分离富集方法研究进展[J]. 中医学报, 2019, 34(11): 2302-2307.
- [20] 屠雄彪, 黄一平. 超临界 CO₂ 萃取肉豆蔻中挥发油工艺研究[J]. 中国医药导刊, 2012, 14(1): 171-172.
- [21] 刘博, 陈开勋, 陈渭萍, 等. 肉豆蔻超临界二氧化碳萃取工艺及其精油的 GC-MS 分析研究[J]. 香料香精化妆品, 2003(4): 17-19.
- [22] 刘军军, 龚晓宇, 明鸣, 等. 超临界 CO₂ 萃取肉豆蔻油的工艺优化及动力学研究[J]. 食品工业, 2012, 33(5): 14-17.
- [23] 陈杰明, 汤卫东, 陈吉洪, 等. CO₂ 超临界萃取肉豆蔻油树脂的研究[J]. 江苏调味副食品, 2005, 22(3): 23-26.
- [24] 汤卫东, 朱海涛, 梁长龙. 肉豆蔻中油树脂的超临界 CO₂ 流体萃取[J]. 扬州大学烹饪学报, 2004(1): 27-32.
- [25] 杨中民, 赵旭, 赵楠. 亚临界萃取技术提取肉豆蔻的工艺研究[J]. 食品工艺科技, 2016, 37(10): 265-267.

旱地小麦冗余生长和补偿作用及抗旱性的关系分析

刘效华, 袁俊秀, 虎梦霞

(甘肃省农业科学院小麦研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 对小麦生长冗余、补偿作用和抗旱性之间的关系进行全面分析, 同时对涉及冗余生长的相关试验缺乏系统思考, 进而得出与事实不符的结论从另外一个方面进行解读, 提出其结论的反映内涵。另外提出了物种器官的大小功能相适应原则, 实质上是对所有涉及生命体系特征的研究进行试验设计时的总体原则, 并指出小麦冗余生长的根系多少是抗旱性强弱的基础。

关键词: 旱地; 小麦; 冗余生长; 补偿作用; 抗旱性

中图分类号: S512.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)05-0073-05

[doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.05.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2020.05.019)

小麦是世界上广泛种植的作物, 全世界种植面积达到 2.243 亿 hm^2 , 约占世界谷物收获总面积的 31.7%, 以小麦作为主粮的人口约有 35%~40%, 因此, 小麦也是世界农业科研领域主要的研究对象^[1]。世界科技工作者把小麦从宏观生态表现到微观基因组分析的方方面面都进行了研究, 但是由于现代科研方式方法主要来自西方发达国家, 高端科技杂志也习惯以西方学者的方式发表。受西方学者们科研思维模式的影响, 国内现在对于小麦的研究偏重于条条块块分离研究, 高校的硕博导师给学生的

要求往往是作物单一方面的研究, 就此安排的试验也是单独设计, 没有经过综合考虑处置, 得到的结论往往单方面看似正确的, 但是归纳到一起综合分析, 就能发现其中有些结论还需要商榷。我们通过长期的小麦育种田间观察和对相关文献的分析, 以自育品种陇春 8139、陇春 18 号、陇春 9143 和外引品种定西 35 号、远品 831、西早 2 号、会宁 15 号为试材, 对小麦的冗余生长、补偿作用及抗旱性之间的关系进行了分析, 以期对以后的小麦田间生产试验和育种研究提供参考。

收稿日期: 2020-02-26

基金项目: 甘肃省农业科学院院列科技支撑项目(2017GAAS34), 甘肃省农业产业技术体系项目(GARS-01-04)。

作者简介: 刘效华(1972—), 男, 甘肃临洮人, 研究员, 主要从事冬春小麦新品种选育和示范推广工作。联系电话: (0931)7612363。

通信作者: 杨文雄(1964—), 男, 甘肃会宁人, 研究员, 主要从事小麦新品种选育和推广工作。联系电话: (0931)7612365。Email: 439531742@qq.com。

[26] 杨雁芸, 张艳丽, 何玉环, 等. UPLC-MS/MS 法同时测定辛夷中 12 种木脂素[J]. 中成药, 2019, 41(5): 1069-1073.

[27] 齐燕, 刘永军. 金属钐促进进一步合成松脂素双内酯型前体[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版), 2019, 40(3): 20-22, 28.

[28] 朱琳, 李永芳, 李向阳. 藏药八味沉香散的有效成分及药理作用研究进展[J]. 中国

民族民间医药, 2019, 28(14): 73-76.

[29] 袁子民, 王静, 胡娜, 等. 肉豆蔻中总木脂素的提取工艺优化研究[J]. 中成药, 2014, 36(2): 420-421.

[30] 杨文平, 李红玉, 郝教敏, 等. 豆蔻总酚提取条件的研究[J]. 中国调味品, 2016, 41(5): 64-67.

(本文责编: 杨杰)