

高良姜现代研究

主 编 魏 娜 张小坡 戴水平 张俊清



科学出版社

高良姜现代研究

主 编 魏 娜 张小坡 戴水平 张俊清

主 审 李友宾

副/主 编 李海龙 谭银丰 赖伟勇

编 委 (按姓氏笔画排序)

文 琪 李海龙 张小坡 张旭光

张俊清 程守前 赖伟勇 谭银丰

戴水平 魏 娜

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本专著共九章,涵盖的内容包括:考证现代使用的高良姜的物种;整理高良姜种植规范技术;总结高良姜药材质量控制的现状、关键方法、伪品鉴别;分析高良姜中黄酮、二芳基庚烷等的化学结构以及挥发油、多糖提取精制;介绍高良姜提取物抗菌、抗炎、抗胃溃疡等的现代药理学研究;概括高良姜活性成分-高良姜素的系统研究;收集传统高良姜药对如高良姜-香附、高良姜-干姜等的临床应用与现代研究;归纳药典和部颁标准中含有高良姜的成方制剂;关注高良姜资源的开发利用,包括大健康产品及新药研发的现状。在内容和编排上力图体现系统性、实用性和可读性。

本专著对从事高良姜及其系列产品的生产、经营、管理、科研的相关人员和中医药院校师生都具有切实的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

高良姜现代研究 / 魏娜等主编. —北京: 科学出版社, 2015.12

ISBN 978-7-03-048193-1

I. ①高… II. ①魏… III. ①高良姜-研究 IV. ①R282.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 093752 号

责任编辑: 胡治国 王 超 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 徐晓晨 / 封面设计: 陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京九州迅驰传媒文化有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第二次印刷 印张: 7 1/2

字数: 173 000

定价: 49.80 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

高良姜为姜科植物高良姜 (*Alpinia officinarum* Hance) 的干燥根茎。夏末秋初采挖, 除去须根和残留的鳞片, 洗净, 切段, 晒干。生用。主产于广东徐闻。近年来, 在海南省实现与橡胶间种, 种植面积可达 8000 多亩, 产生较好的经济效益和社会效益, 成为海南特色的南药资源。高良姜具有温中散寒、消食止痛之效, 现代研究也证实, 高良姜具有广泛的药理活性, 在抗胃溃疡、抗炎等领域较为突出。高良姜所富含的黄酮、二芳基庚烷类成分结构独特、活性显著, 具有良好的开发前景。

落户于海南医学院的海南省热带药用植物研究开发重点实验室, 近年来在高良姜的化学成分、药理学、药代动力学等方面进行了深入的研究, 取得一定的成果, 并开发高良姜相关产品。本专著是编者根据多年积累的理论知识和实践经验, 并参考大量相关文献, 精心编撰而成。本书共分为九章, 涵盖的内容有: 考证现代使用的高良姜的物种; 整理高良姜种植规范技术; 总结高良姜药材质量控制的现状、关键方法、伪品鉴别; 分析高良姜中黄酮、二芳基庚烷等的化学结构以及挥发油、多糖提取精制; 介绍高良姜提取物抗菌、抗炎、抗胃溃疡等的现代药理学研究; 概括高良姜活性成分-高良姜素的系统研究; 收集传统高良姜药对如高良姜—香附、高良姜—干姜等的临床应用与现代研究; 归纳药典和部颁标准中含有高良姜的成方制剂; 关注高良姜资源的开发利用, 包括大健康产品及新药研发的现状。在内容和编排上力图体现系统性、实用性和可读性。本专著对从事高良姜及其系列产品的生产、经营、管理、科研的相关人员和中医药院校师生都具有切实的参考价值。

高良姜在我国有着上千年的应用历史, 积累了大量的使用经验, 是中华民族的宝贵财富。运用现代科学技术研究、开发高良姜, 为南药研发起到积极的示范作用, 为带动海南省经济社会发展提供重要支撑。

由于时间仓促, 加之水平有限, 编写中难免会有疏漏甚至错误之处, 恳请本书使用者能给予批评指正, 以便修改提高。

编 者

2016 年 3 月于海口

目 录

前言	
第一章 本草考证	1
第二章 高良姜的栽培技术	3
第三章 高良姜的质量标准研究	8
第四章 高良姜化学成分的研究	11
第五章 药理学研究概况	27
第六章 高良姜素的研究进展	38
第七章 高良姜药对研究	62
第八章 含有高良姜的成方制剂	67
第九章 高良姜资源的开发利用	108
后记	114
彩图	

第一章 本草考证

高良姜为常用中药,有温胃止呕,散寒止痛的功能,用于脘腹冷痛,胃寒呕吐,嗳气吞酸^[1]。《中国药典》(2015年版)收录的高良姜为姜科山姜属植物高良姜 *Alpinia officinarum* Hance^[2]。

高良姜最早载于《名医别录》,列为中品,其卷二载:“高良姜,大温。主治暴冷,胃中冷逆,霍乱腹痛”^[3]。此处论述了高良姜的性味、功能、主治。梁·陶弘景《本草经集注》中高良姜条下曰:“出高良郡,人腹痛不止,但嚼食亦效,形气与杜若相似而叶如山姜”^[4]。此处描述了高良姜的产地、性味、主治、外形。高良郡为今广东省湛江地区茂名市一带。杜若据考为山姜属植物山姜 *Alpinia japonica*^[5],此处描述之高良姜为与山姜相似之植物,结合植物的地理分布来看,与今之高良姜 *Alpinia officinarum* 相近。

唐·《新修本草》云:“高良姜,生岭南者形大虚软,江左者细紧,味亦不甚辛,其实一也,今相与呼细节者为杜若,大者为高良姜,此非也”^[6]。指出此时古人所用的高良姜当不止一种植物,民间已将不同产地的高良姜区分开来。苏敬认为不同产地的高良姜其根形、味虽不同,但属同一类植物,从其描述的形状和植物地理布来看,其形大虚软者与今之大高良姜 *Alpinia galanga* (红豆蔻的根茎)相似,细节者与山姜 *Alpinia japonica* 相近。

甄权《药性论》云:“高良姜,使。能治腹内久冷,胃气逆呕吐,治风,破气,腹冷,气痛,去风冷痹,弱,疗下气,冷逆冲心,腹痛,吐泻”^[3]。陈藏器《本草拾遗》云:“高良姜味辛,温,下气,益声,好颜色,作饮服之,止痢及霍乱”^[3]。萧炳别本注云:“二月三月采根,暴干。味辛、苦,大热,无毒”^[3]。《日华子本草》云:“治转筋、泻痢、反胃、呕食,解酒毒,消宿食”^[3]。以上几处本草论述均对高良姜功效、主治加以描述,与《名医别录》所述大致相似,但未说明其形态特征。

苏颂《本草图经》云:“高良姜,旧不载所出州土,陶隐居云出高良郡,今岭南诸州及黔、蜀皆有之,内郡虽有,不堪入药,春生,茎叶如姜苗而大,高一、二尺许,花红紫色如山姜,二月三月采根,暴干。古方单用,治忽心中恶,口吐清水者,取根如骰子块,含之咽津”^[7]。这对高良姜的分布、形态、采收、主治等加以描述。其附图詹州高良姜,可以判断为花序顶生的山姜属植物,其根茎圆柱状延伸,与今之高良姜 *Alpinia officinarum* 相似,詹州即为今海南省儋州市,附图雷州高良姜因无花果形态因而难以判断其具体植物品种。

明·陈嘉谟《本草蒙茎》云:“高良姜味辛、苦,气大温。纯阳。无毒。高良系广属郡,今志改名高州姜。乃土地所生,形多细小而紧。健脾消食,下气温中。除胃间冷逆冲心,却霍乱转筋泻痢。翻胃呕食可止,腹痛积冷堪驱。结实秋收,名红豆蔻。善解酒毒,余治同前”^[8]。此处所述高良姜性味、主治、形态与此前本草相似。从药材形态和植物地理分布来看,此高良姜与今之高良姜 *Alpinia officinarum* 相似,同时也将其与红豆蔻误认为是同一种植物的不同药用部位。

李时珍在《本草纲目》释名云:“陶隐居言此姜始出高良郡,故得此名,按高良,即今高州也,汉为高凉县,吴时改为郡,其山高稍凉,因以为名,则高良,为高凉。其异名蛮姜,子名红豆蔻”^[9]。此处也将红豆蔻与高良姜误认为来源于同一植物。故《岭表录异》亦作高凉姜。《纲目》又云:“山姜,生南方。叶似姜,花赤色,甚辛;子似草豆蔻,根如杜若及高良姜。”

清·吴其浚的《植物名实图考》描述了一种滇产高良姜,曰:“高良姜,滇生者叶润根肥,破茎生葶,先作红苞,光焰炫目。苞分两层,中吐黄花,亦两长瓣相抱,复突出尖,黄心长半寸许,有黑纹一缕,上缀金黄蕊如半米。另有长须一缕,尖擎小绿珠……”^[10]。描述和附图与今之喙花姜 *Rhynchanthus beesianus* W.W.Smith 相近(喙花姜的主要特点为穗状花序,苞片条形,紫红色,花黄色,花丝突出于花冠之外)^[11]。

据此可知,我国古代所用高良姜与山姜属(*Alpinia*)植物大体相符。今之高良姜 *A.officinarum*

在梁代以前即已使用。唐朝时大高良姜(红豆蔻的根茎)也作为高良姜使用^[12]。清·吴其浚《植物名实图考》所述之滇产高良姜与喙花姜 *Rhynchanthus beesianus* 相近。

参 考 文 献

- [1] 国家中医药管理局中华本草编委会. 中华本草(第八册). 上海科技出版社, 1999: 599-602
- [2] 国家药典委员会. 中国药典(一部). 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 287
- [3] 宋·唐慎微撰, 尚志钧, 郑金生, 尚元藕, 刘大培校点. 证类本草. 北京: 华夏出版社, 1993: 253-269
- [4] 梁·陶弘景编, 尚志钧, 尚元胜辑校, 本草经集注. 北京: 人民卫生出版社, 1994: 313
- [5] 陈修源, 华清. 杜若的本草考证. 中药材, 1988, 11(4): 44
- [6] 唐·苏敬等撰, 尚志钧辑校. 新修本草. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1981: 234
- [7] 宋·苏颂编撰, 尚志钧辑校. 本草图经. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1994: 203
- [8] 陈嘉谟撰, 王淑民等校点. 本草蒙茎. 北京: 人民卫生出版社, 1988: 97-98
- [9] 李时珍. 本草纲目. 北京: 人民卫生出版社, 1982: 862
- [10] 吴其浚. 植物名实图考. 上海: 商务印书馆, 1919: 591
- [11] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第16卷2分册). 北京: 科学出版社, 1981
- [12] 秦民坚, 徐璐珊, 董辉, 等. 高良姜与红豆蔻的本草考证. 基层中药杂志, 1998, 12(4): 7-8

第二章 高良姜的栽培技术

高良姜属姜科山姜属多年生草本植物,以根茎入药^[1],高良姜习称小高良姜、风姜,有蜂窝、牛姜、鸡姜和竹头姜等几个品种^[2]。高良姜种植历史悠久,广东徐闻县已有百余年的栽培历史。目前,人工栽培的高良姜药材已经代替了野生资源入药,但是不同产地、不同生长年限的药材有效成分含量差异显著,影响着高良姜的临床应用及综合开发利用。道地产区的高良姜生产仍属于粗放经营、加工的模式,这势必会影响高良姜有效成分含量及药材品质^[3]。因此,应该建立高良姜药材生产基地,完善栽培管理和加工技术,保证药材生产的质量和疗效,达到安全、有效、稳定、质量可控,满足市场对药材的需求。

一、原植物形态特征

多年生草本,高约30~110 cm。根茎为圆柱形状,横生,棕红色或紫红色,直径为1~1.5 cm,具节,节上具有环形的膜质鳞片,节上生根。茎为丛生,直立。叶2列,无柄或近无柄;叶片狭线状,成披针形,长15~30 cm,宽1.5~2.5 cm,先端渐尖或为尾尖,基部渐窄,全缘,或具不明显的疏钝齿,两面均无毛;叶鞘开放,抱茎,且具膜质的边缘;叶舌为膜质,长2~3 cm,挺直、渐尖、不开裂、棕色。圆锥形总状花序且顶生,直立,长6~15 cm,花稠密,花序轴常被有绒毛;小苞片宿存,膜质,棕色,环形至长圆形。外面披疏毛;花两性,具短柄,管长8~14 mm,先端为不规则的3浅圆裂,棕黄色,外面披短毛;花冠管为漏斗状,长约1 cm,花冠裂片为3,长圆形,浅红色,外面披疏柔毛;唇瓣为矩卵形至矩状广卵形,白色且有红色条纹,长约2 cm;侧生退化的雄蕊为锥状;发育雄蕊1,长约1.6 cm,生于花冠管喉部的上方;子房3室,密被绒毛,且花柱细长,基部下方便具2个合生的圆柱形蜜腺,柱头为2唇状。蒴果球形,不开裂,直径约1.2 cm,且被绒毛,熟时为橙红色。种子具假种皮,且有钝棱角,棕色。花期4~9月,果期8~11月^[2]。

二、生长环境与资源分布

(一) 生长环境

高良姜生长在我国华南地区热带、亚热带区域,喜温暖湿润的气候环境,极耐干旱,怕涝浸,不耐霜寒。高良姜在最高气温38.8℃,最低气温2.2℃,年降雨量1100~1803 mm的地区,生长良好,植株幼苗不适应强光照,生长需要一定的荫蔽度,生育后期能够适应强光。野生于海拔700 m以下的林边路边、山坡草地或低山丘陵的灌木丛中,对土壤要求不严,但以土层深厚、疏松肥沃富含腐殖质的酸性或微酸性红壤较为适宜^[2]。

(二) 高良姜野生资源分布概况^[2]

高良姜野生资源主要分布在海南、广东、广西和云南等省区。徐闻县龙塘镇华林和大塘一带是野生高良姜的分布中心。

1. 广东省高良姜资源分布 广东省湛江地处北回归线以南,属亚热带气候,年均气温23.2℃,年均降水量1567.3 mm。在生态环境原始、土地利用率不高的20世纪80年代,遂溪、廉江、雷州、徐闻等地分布着大量的野生高良姜资源。特别是雷州半岛属热带气候,年均气温23℃,年均降水量1400~1700 mm,无论是气候还是土壤都极适合高良姜的生长,野生高良姜资源分布广、蕴藏量大。但20世纪80年代,当地药农过度采挖野生高良姜资源,药材收购公司大量收购高良姜满足国内外市场需求;另一方面随着经济的发展,大部分土地都被开发种植甘蔗、菠萝、香蕉等经济植物,高良姜的野生资源迅速减少。

粤北的乳源、新丰、南雄、始兴等地区以山地、丘陵为主,文字记载曾有高良姜分布,但实际很多山地都被开垦,种植成桉树、相思、马尾松等经济林,很难看到适合高良姜生长的较原始的生态环境。目前均未发现高良姜野生资源。

2. 云南省高良姜资源分布 云南省富宁县、广南县等地处云贵高原边缘,地势高,境内山峦重叠、河谷纵横,地形地貌复杂,山大坡陡、谷狭沟深。属南亚热带季风气候,土壤类型主要有砖红壤、赤红壤、红壤。

资料记载,富宁县有高良姜资源的分布。但对富宁县境内的清华洞水库、归朝、板伦等地进行调查,这些乡镇土壤比较肥沃湿润,在林缘及林下,分布着大量的姜科植物,但没有发现高良姜。广南县自然灾害较多,冬春干旱常见,夏旱和洪涝灾害时有发生,霜冻、倒春寒、低温冷害有顺次出现、交替出现、连续出现的特点,每年都给农业生产造成不同程度的损失,在当地亦未发现高良姜。对马关县八寨镇附近山地进行了调查,发现虽然在林下经常可以看到姜黄、艳山姜等姜科植物,但亦没有发现高良姜。

3. 海南省高良姜资源分布 海南省地处热带北缘,属热带岛屿季风性气候。雨量充沛,年均气温 23.8℃,年均降雨量为 1639 mm。植物生长繁茂,植物种类繁多。林地、山丘多为次生林,以种植槟榔、橡胶和椰树为主。海口市、澄迈县、儋州市、白沙县、东方市、陵水县、万宁市、琼海、文昌市、屯昌县、定安等地都分布着野生高良姜资源。但走访调查:由于自然生态环境破坏严重,林地、山丘过度开垦种植槟榔、橡胶和芒果等经济作物,野生高良姜资源现已濒危衰竭。

文昌市铜鼓岭国家自然保护区发现了少量分布的高良姜,面积不大、零星分布。这可能是由于该区域资源保护得较好,生态环境没有被破坏,为高良姜的生长发育提供了较好的环境。

(三) 高良姜栽培资源概况^[3]

高良姜种植历史悠久,在广东徐闻县,清代就有有关高良姜种植的记录。建国前种植面积较小,仅有现今的龙塘镇有零星种植。1965 年后种植面积不断扩大,入土种植区域由广东徐闻扩增至广东(遂溪县、廉江市、雷州市)、广西(博白县、陆川县)、海南(文昌市、万宁市、儋州市)等地。但以上区域种植高良姜的面积逐步缩小,有些地区已经不再栽培高良姜了。同时,在高良姜药材主产区徐闻县,由于土壤肥沃、雨水充沛,适合种植多种经济作物,部分药农不再种植生产周期长、价格低的高良姜,改种经济效益高且生产周期短、风险较小的香蕉、甘蔗、菠萝等经济作物。高良姜由鼎盛时期的栽培面积约 3000 hm² 下降到目前的约 2000 hm²,且有逐年下降的趋势,部分地区已经出现了高良姜药材供不应求的情况。

在高良姜道地产区徐闻,高良姜有牛姜和蜂窝姜两种农家栽培类型,蜂窝姜的药材产量及质量优于牛姜,目前已经成为产区的主要栽培品种。高良姜经常和香蕉、甘蔗等经济作物间作。高良姜主要以根茎繁殖,生长期限 3~4 年。在管理过程中,药农经常凭经验采取粗放的管理方式,高良姜很少发生病虫害,一般无需喷施农药,施肥也较少,在栽培初期的 1~2 年需要除草,3 年后因高良姜封垄无需除草。

在其他非道地产区,高良姜种植面积较小、零散分布,种植面积 0.3~0.5 hm² 不等。遂溪、万宁等地的管理更为粗放,高良姜种植基地杂草丛生,基本处于无人管理的状态,高良姜药材仅能满足本地或者一乡镇中医诊所的少量需求。

近年来,海南引进南药高良姜的种植项目,以政府为引导,采取“公司+合作社+农户”的模式进行规模性经营生产种植,以增加农民的经济收入。目前在海南昌江、东方、白沙、屯昌、陵水、琼海、临高及琼中均有种植。

三、规范化种植技术

(一) 繁殖^[4]

高良姜有根茎分株和繁殖种子繁殖两种方式。高良姜主要有鸡姜、蜂窝姜和牛姜 3 个栽培种,

因蜂窝姜地下根茎层层叠叠,产量较高,产区多用“蜂窝姜”作种繁殖。

1. 根茎繁殖

(1)根茎:选3年生粗壮、带5~7个芽、无病虫害、较肥硕的嫩根状茎,剪成长约15 cm、带有2~3节的小段。

(2)高良姜根茎种苗分为三个等级

1)一级根茎种:根茎径粗2.0~4.5 cm,根茎质地充实、饱满,色泽鲜亮,表皮有光泽。茎节鳞叶完整,茎尖生长点无破损,无病斑点。出苗率 $\geq 90\%$,潮砂贮藏时间 ≤ 3 d。

2)二级根茎种:根茎径粗1.5~2.5 cm,根茎质地充实、饱满,色泽鲜亮,表皮有光泽。茎尖生长点无破损,无病斑点。出苗率 $\geq 85\%$,潮砂贮藏时间 ≤ 7 d。

3)三级根茎种:根茎径粗1.5 cm以下,根茎质地充实、表皮有光泽。茎尖生长点无破损,无病斑点。出苗率 $\geq 80\%$,潮砂贮藏时间 ≤ 30 d。

(3)繁殖季节:通常在春秋两季,结合采收高良姜时进行。

(4)繁殖方法:在整好的土地上,按株行距30 cm $\times$ 25 cm开穴种植,每穴种1~2段,覆土后稍压实,浇定根水。每亩用根茎约100 kg。

2. 种子繁殖

(1)留种母株:选择果粒大、饱满、味浓、产量高的无病虫害的植株为留种母株。

(2)采种及种子处理:高良姜的种子一般在7~10月陆续成熟,当果皮由绿色变为黄或黄绿色时,分批采收,每亩播种育苗需鲜果量10 kg左右。选取果粒大、饱满、味浓、产量高、呈红棕色而无病虫害的鲜果,剥去果皮,混入等量的细沙揉搓至种子与果瓢分开,种皮呈灰白色,有轻微损伤,以增加种子的通透性,利于种子发芽出苗。用清水漂洗细沙及果瓢,捞出种子,晾干水分(种子不易曝晒)备用。

(3)播种期:播种期7~10月下旬均可,但最好为7~9月上旬。由于种子不易久留,所以必须分批进行播种。

(4)播种方法:在整好的苗床上,以10 cm的行距横向开沟,深约2 cm,宽6 cm,将处理好的种子均匀撒在沟内,覆土略高于畦面,晴天浇水保湿,盖草。约20 d后种子发芽。一般育苗需半年后,才可移植。

(二)育苗^[4-7]

苗圃应选择排灌方便、向阳背风、肥沃的沙质壤土,以高15 cm,宽1.2~1.5 m起畦,每亩施2~2.5 t腐熟农家肥与畦面表土混匀作基肥,并保持畦面平整。在整好的苗床上,以10 cm的行距开浅沟条播,将处理好的种子均匀撒在沟内,覆土后盖草,浇水保湿。

高良姜嫩苗不适应强光照,要求有一定的荫蔽条件。因此,育苗初期,可盖草遮阴。种子播种后,应保持畦面土壤湿润。在日平均气温20℃以上,一般15~20 d就可以发芽。发芽后,应及时揭去盖草,并适当搭设荫棚遮阴,并注意经常淋水。当苗长出3~6 cm时,去弱留强,使株间距为4 cm。幼苗出土后约一个月,施稀人粪尿,或以0.5 kg尿素兑水100 kg混合施入,追施草木灰,入冬前则可施腐熟的猪牛粪以提高幼苗的耐寒能力。播种后,根据天气情况,可适当浇水,以保持湿润。

(三)栽植^[4-7]

1. 栽植地选择 宜选排灌方便、土层深厚、肥沃、疏松的坡地或缓坡地进行种植。也可在防护林下,或果木林下种植。隔年冬季清除地块杂物,深翻风化,翌年种植前再碎土平整。可与菠萝、剑麻、木薯、香茅等热带、亚热带经济作物套种。种前1个月应把平整土地,清除杂物,并暴晒20~30 d,耙平单行开浅沟。同时要确保周边排水畅通,防止雨量过大时造成积水。

2. 定植时间 一般3~9月间均可栽种,宜在3~4月的晴天早晨或阴雨天进行。

3. 定植方法 秋冬翻耕晒土,整地前用3%辛硫磷颗粒剂2 kg掺土15 kg拌匀撒施。细耙平整、

起畦，畦宽 1.2m，待种植。整地后把杂草灌木除净，深翻 30 cm 以上，拾净石块、树根、草根，让土壤熟化，并下足基肥，每亩施入 2000~2500 kg 的腐熟的农家肥作基肥，不需作畦。然后按株行距开穴，穴的规格为 40 cm×40 cm×30 cm。当种子苗高 10 cm 以上时出圃定植，每穴种 2 株幼苗，或每穴种 1 个根状茎，芽头向上，边放边填土，种后覆土压实，然后再覆细土 5~6 cm 厚。

4. 种植密度 高良姜种植的株行距以 45 cm×75 cm 为宜。

(四) 田间管理^[8-10]

1. 遮荫 种子发芽后，及时揭去盖草，并适当搭设荫棚。

2. 间苗 当苗长出 3~6 cm 时，去弱留强，使株间距为 4 cm。

3. 中耕除草 前期在没封行时每月除草 1 次，封行后夏秋各除 1 次。除草时顺便松土，利于新根的萌发和生长。种植后初期如有杂草，应及时人工除净杂草，不宜使用除草剂。中耕结合除草和追肥进行，以增加土壤的透气性，以气促根茎，提高产量和质量。

4. 水分管理 水分管理包括对高良姜进行合理灌水和及时排水两方面。土壤水分过多或过少都会对高良姜的生长发育和产量产生不良的影响。正确的园地水分管理，满足高良姜正常生长发育的需求，是实现高良姜丰产、优质、高效益栽培的最根本保证。

(1) 灌溉方式和灌溉时间：采用地面灌溉，将水引入园地地表，在作物行间作梗，形成小区，水随地表漫流。干旱条件下，土壤中水分含量少，水势低，根系吸水困难，不能满足高良姜正常发育的需求，从而导致产量减少。只有在土壤水分含量降低到对高良姜产生不良影响之前进行灌水，维持适宜的土壤水分状况，才能实现高良姜的丰产。

(2) 排水：园地排水采用明沟排水系统。在地表每隔一定的距离，顺行向挖一条一定深、宽度的沟，排除地表积水。对于降雨量多、地下水位高的地区，园地内除有浅排水沟外，还应有深排水沟。

(3) 淋水：植后可适当淋少量的水，以保持土壤的湿度。一般选择雨后土壤含水量高时种植，无须淋水。植后初期，宜用植物残秆覆盖，保持土壤疏松和减少水分蒸发，以利于种苗生长和减少杂草滋生。种子发芽后，及时揭去盖草，并适当搭设荫间苗，并及时中耕除草浇水，促进植株分蘖和根茎生长。

5. 松土、培土 种植后第 2 年在植株周围，用犁或锄开沟松土，同时进行培土；或在秋末冬初结合清园用土杂肥和表土培壅在植株基部，对促进生长，加速萌发有利。

6. 间作、混种 可在芒果林下间种，也可与菠萝、红薯等作物混种。为了提高土地利用，增加收益，通常在幼龄期间种一些短期生的经济作物，如菠萝、木薯、红薯、剑麻等。

7. 施肥 根据土壤的肥力状况和高良姜为根茎类药材的需肥特点，除苗期适当增施氮肥外，整个生长周期应以施含磷、钾比例较高的有机复合肥为佳。花蕾前期间隔施氮肥、复合肥，后期混合施复合肥、磷肥。

(1) 基肥：基肥不仅能从高良姜的萌芽期到成熟期均匀长效地供给营养，而且还有利于土壤理化性状的改善。基肥以有机肥料为主，再配合完全的氮、磷、钾肥。高良姜耐肥，一般在耕地时每亩用腐熟农家肥 2000~2500 kg，随即翻入土中，将地做好畦。在播种前，再在穴中施种肥，一般每亩施饼肥 45 kg、复合肥 10~12 kg，与土混匀，浇水、播种。也可采用“盖粪”的施肥方法，即先摆放高良姜种，然后盖上一层细土，每亩再撒上 2000 kg 农家肥或少许化肥，最后盖土厚 2 cm 左右。每公顷施 45~75 t 腐熟农家肥于穴内作基肥。

(2) 追肥：一般发芽期不需要追肥。种植后约 50 d 施稀薄人畜粪水肥。植株封行后追施 1 次复合肥，每亩 20~25 kg。在植株周围结合松土进行培土，或在秋末冬初结合清园用土杂肥和表土培壅在植株基部，以利于促进生长、加速萌发。每年施肥 2 次，可以促进植株生长，提高根茎产量。每年在第一次中耕除草时每公顷施稀薄人畜粪水 22.5 t 或用 2% 的尿素淋施。到了 7 月封行后每公顷施复合肥 450 kg。秋季结合清园培土，每公顷施草皮灰 15 t 或厩肥 7.5 t。第二年清明前后，每公顷施人畜粪水 15 t 或尿素 150 kg；到秋末再施 1 次，每公顷施草皮灰 45 t 或厩肥 30 t、过磷酸钙 750 kg 或复合肥 750 kg，以促进地下根茎生长，提高产量。

(五) 主要病虫害的防治^[4, 6]

坚持贯彻“保护环境、维持生态平衡”的环保方针及“预防为主、综合治理”的原则,禁止使用国家禁用农药。主要采取农业防治、生物防治和化学防治相结合,做好病虫害的预测预报和药效试验,提高防治效果,将病虫害的危害降低到最低程度。

1. 农业防治

(1) 土壤消毒: 结合整地作畦, 每公顷撒石灰粉 2250~3000 kg 进行土壤消毒。

(2) 清洁田园: 加强田间管理, 改善周围环境, 做好通风、透光、排水等工作, 提高植株自身的抗病能力, 减少病虫害的发生。

(3) 栽培管理: 定时清理栽培环境, 注意周边卫生, 及时清除杂草。雨后应及时排除田内积水, 防止地下水位过高, 造成烂茎。

2. 药物防治

(1) 烂根病: 多发生在高温季节, 导致根部腐烂, 植株死亡。防治方法为发病初期, 拔除病株, 并用石灰粉消毒, 尽量避免病菌传播。发病期可用 0.2~0.4 波美度的石硫合剂灌根防治。

(2) 卷心虫和卷叶虫: 一般在春末至秋初发生较多, 危害嫩叶和茎尖。防治方法为锐劲特 1500 倍液, 或苏云金杆菌制剂 800 倍液, 或 0.5% 苦参素水剂 600~1000 倍液喷雾 1~2 次, 并结合人工捕杀以防治。

(六) 采收加工贮藏^[4, 6]

1. 采收

(1) 采收季节: 高良姜种植 4~6 年后可收获, 但 5~6 年时产量更高, 质量更好, 此时根茎中所含粉质多, 气味浓。通常在 4~6 月或 10~12 月采挖根茎。

(2) 采收方法: 选择晴天, 先割除地上部分茎、叶, 然后用犁深翻, 把根状茎逐一挖起进行收集。

2. 产地加工 将收获的根茎, 去泥土、须根及鳞片, 洗净, 切成小段晒干, 制成高良姜片, 或加工成高良姜油。

(1) 高良姜片: 选取老根茎截成 5~6 cm 的小段, 洗净, 切段, 晒干。在晒至六七成干时, 堆在一起闷放 2~3 d, 再晒至全干, 则皮皱肉凸, 表皮红棕色, 质量更佳。高良姜干燥根茎, 圆柱形、弯曲、多分枝, 长 4~6 cm, 直径 1~1.5 cm; 表面暗红棕色, 有纵皱纹与灰棕色波状环节, 节长 0.5~1 cm, 下侧面有圆形的细根残痕; 质坚硬, 不易折断, 断面红黄色或棕红色, 较粗糙; 气味芳香辛辣。以粗壮、坚实、红棕色、味香辣者为佳。高良姜片清凉解毒, 能帮助消化, 增进食欲, 可治疗胃病。

(2) 高良姜油: 高良姜片通过加工、蒸馏, 可制成高良姜油。高良姜根茎含挥发油 0.5%~1.5%, 其主要成分是桉油精, 此外还有丁香油酚、蒎烯、萜烯茄烯、黄酮类高良姜素、槲皮素、山柰酚、二苯基庚烷类等。

3. 贮藏 高良姜因其含有挥发油, 应存放于阴凉、干燥的药材仓库, 并防回潮、防虫蛀。存放温度 30℃ 以下, 相对湿度控制在 70%~75%, 商品安全水分为 10%~13%。要彻底灭菌, 消灭虫源, 防止发生虫蛀。

参 考 文 献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2010 年版一部). 北京中国医药科技出版社, 2010: 270
- [2] 杨全, 严寒静, 庞玉新, 等. 南药高良姜药用植物资源调查研究. 广东药学院学报, 2012, 28(4): 382-386
- [3] 谭业华, 陈珍. 南药高良姜生产调查、问题分析及发展对策. 海南师范大学学报: 自然科学版, 2014, 27(3): 293-296
- [4] 詹若挺, 黄海波, 潘超美, 等. 高良姜规范化生产标准操作规程(SOP)(试行). 现代中药研究与实践, 2008, 22(6): 3-5
- [5] 赵胜德. 高良姜高产栽培技术研究. 中国林副特产, 1993, 25(2): 21-22
- [6] 阮微儒, 蒋林, 陈昌胜, 等. 高良姜规范化生产标准操作规程(试行). 中国现代中药, 2008, 10(5): 10-12
- [7] 徐雪荣. 高良姜规范化种植技术. 中国热带农业, 2014, (6): 66-68
- [8] 吴开芬, 陈河清. 南药高良姜的驯化栽培. 中国热带农业, 2005, 4: 29-30
- [9] 杨福顺, 赵胜德, 陆善旦, 等. 高良姜野生变家种栽培技术. 中国林副特产, 1991, 23(3): 24-25
- [10] 吴妃华, 孙诚志, 周立赖, 等. 雷州半岛旱地南药良姜的栽培示范. 广东农业科学, 2008, (6): 45-46

第三章 高良姜的质量标准研究

一、高良姜药材鉴别

(一) 性状鉴别

根茎圆柱形，多弯曲，有分枝，长4~9 cm，直径1~1.5 cm。表面棕红色或暗褐色，有细密纵皱纹及灰棕色波状环节，节间长0.5~1 cm，下面有圆形根痕。质坚韧，不易折断，断面灰棕色或红棕色，纤维，内皮层环较明显，散有维管束点痕。气香，味辛辣。以分枝少、色红棕、香气浓、味辣得为佳^[1]。

(二) 显微鉴别

根茎横切面：表皮细胞略切向延长，外壁增厚。皮层中叶迹维管束较多，外韧型，较中柱维管束大；内皮层明显。中柱散有多数外韧型维管束，近内皮层处维管束较小而密，几连成环状；维管束鞘纤维成环，壁厚，非木化和微木化。薄壁组织中散有多数分泌细胞，内含黄色或红棕色树脂状物；薄壁细胞充满淀粉粒。

粉末特征：紫棕色。

(1) 淀粉粒单粒棒槌形、肾形、长椭圆形、菱形或长卵形，长24~44(-93) μm ，直径8~27 μm ，脐点点状、短缝状或三叉状，偏于一端或位于中部，层纹不明显或隐约可见；复粒由2~8分粒组成，偶见半复粒。

(2) 分泌细胞破碎，完整者类圆形或椭圆形，直径40~48 μm ，壁稍厚，有纹孔，胞腔含橙红色或棕红色树脂状物。

(3) 薄壁细胞壁稍厚，有类圆形纹孔；偶见细小草酸钙方晶。

(4) 梯纹、网纹及螺旋导管直径18~56 μm 。此外，有纤维及多角形鳞叶表皮细胞。有时可见根的内皮层细胞，常单个散在，狭长形，末端平截或稍尖突，长120~200 μm ，直径22~27 μm ，壁三边甚厚，一边薄，也有四面均匀增厚，非木化，也沟明显^[2]。

(三) 薄层鉴别

试药与仪器 硅胶 F254 预制板 10×20 cm；定量毛细管；自动点样仪；双槽展开缸；薄层色谱摄影仪；薄层色谱视频摄像系统；高良姜素标准品；溶剂和试剂均为分析纯。采用正己烷-乙酸乙酯-冰醋酸(10:1:0.5)展开，高良姜素的 R_f 值为0.38^[3]。

二、高良姜主要成分的含量测定

(一) 采用气相色谱仪测定高良姜挥发油中 α -蒎烯的含量

仪器：GC-14B 气相色谱仪，C-R4A 数据处理机；对照品与试药 α -蒎烯，桉油精，正丁醇。正己烷，高良姜；色谱条件：色谱柱：2.1×3.2 mm 玻璃柱，以 PEG-20M 为固定相，涂布浓度 20%；柱温 60℃、理论塔板数按 α -蒎烯峰计算不低于 1500； α -蒎烯与相邻杂质峰的分离度符合要求。样品共测三批，测得 α -蒎烯的含量分别为 0.46%，0.42%，0.39%^[4]。

(二) 采用 RP-HPLC 法测定高良姜中高良姜素和山柰酚

色谱柱：phenomenex Gemini C18(5 μM ，250×4.6 mm) 键合硅胶色谱柱；流动相：甲醇-0.4%

磷酸(60:40);检测波长:360 nm;流速 1.0 ml/min;柱温:30℃。精密称取高良姜素、山柰酚对照品适量,加入甲醇,配制成每毫升含高良姜素 0.334 mg、山柰酚 7.748 ng 的溶液。取高良姜药材 1 g,精密称定,加甲醇约 75 ml,索氏提取 4 h,收集甲醇提取液,用甲醇洗涤容器 2 次,洗涤液与甲醇提取液合并,回收甲醇至约 20ml,转移至 25ml 容量瓶中,加甲醇至刻度、摇匀、滤过即得。高良姜素线性方程: $y=2165.4x+446.83$, 回归系数: $r=0.9996$, 在 0.668~6.680 μg 范围内呈线性关系;山柰酚: $y=3.1262x+13.31$, 回归系数: $r=0.9995$, 在 15.50~155.0 ng 范围内呈线性关系。高良姜素的平均回收率为 102.30% ($n=6$, $\text{RSD}=1.73\%$), 山柰酚的平均回收率为 97.31% ($n=6$, $\text{RSD}=1.84\%$)。按上述方法测定,9 批高良姜样品中高良姜素和山柰酚测定结果平均值分别为: 0.932%, 0.156%。高良姜素和山柰酚含量最低的各自为 0.736%和 0.012%^[5]。

(三)采用 RP-HPLC 法测定高良姜中 5-羟基-7-(4-羟基-3-甲氧苯基)-1-苯-3-庚酮(DPHA)、5-羟基-1, 7-双苯-3-庚酮(DPHC)

色谱柱: Diamonsil TMC18 (200 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动性: 乙腈(A)-0.2%磷酸水(B), 梯度洗脱[0~30 min, A-B(39:42); 30~35 min, A-B(45:55)]; 检测波长 220nm; 流速: 1.0 ml/min; 柱温: 30℃; 进样量: 20 μl 。DPHA 线性方程, $y=2.0\times 106x+2.0\times 104.9999$, 在 1.554~0.3108 μg 呈线性关系; DPHC 线性方程, $y=8.2\times 105x+4.7\times 103.9999$; 在 1.2360~0.2473 μg 呈线性关系。DPHA 和 DPHC 的平均回收率分别为 96.8% ($n=6$, $\text{RSD}=1.8\%$), 99.0% ($n=6$, $\text{RSD}=0.6\%$)^[6]。

三、高良姜真品与伪品的鉴别^[7-9]

(一)真品高良姜

外观呈圆柱形,多弯曲,有分枝,直径在 1~1.5 cm,节间长约 0.2~1 cm,表面有细密的纵皱纹及波状环节,下侧面有圆形的细根残痕;表面为暗红棕色;闻之气味芳香,口尝味辛辣。还可用简单的化学测试法:①用其醇提取物加温观其颜色,真品呈黄绿色。②用三氯化铝做荧光反应,亦呈黄绿色。③做香草酸浓硫酸反应,呈浅紫红色。

(二)伪品益智干燥根茎

外观与真品相似,但个儿较大,直径在 1.5~3 cm,节间长 1~3 cm,表面无纵皱纹及细根残痕,为红棕色至棕褐色;闻之气微,略有香味,但不及真品味窜芳香,口尝辛辣味亦不及真品。经化学测试,其醇提取物加温后呈浅黄绿色,荧光反应呈棕色,浓硫酸反应无色。

(三)伪品生姜干燥根茎

根茎呈不规则块状,略扁,具指状分枝,长 4~18cm,厚 1~3cm。表面黄褐色或灰棕色,有环节,分枝顶端有茎痕或芽。质脆,易折断,断面浅黄色,内皮层环纹明显,维管束散在。气香特异,味辛辣。

(四)伪品大高良姜干燥根茎

根茎粗大质松,直径 1.5~3 cm,表面淡棕红色,具浅土黄色波状环节,节间长 1~3 cm,香气弱,味微实。皮层中柱薄壁间分泌细胞稀疏,束鞘纤维壁较薄,胞腔较大,纹孔不明显。加香草醛-浓硫酸显棕色,荧光显褐色。

(五)伪品小高良姜干燥根茎

呈圆柱形,多弯曲,有分枝,长 5~12 cm,唯个粒细小,直径 0.4~1.2 cm,表面颜色也浅,

呈灰棕色或灰棕黄色,较光滑,有叶鞘残留,叶鞘淡棕黄色。断面纤维性,浅棕黄色至棕黄色。中心环纹(内皮层)不明显。气淡,味微辛,微辣。

参 考 文 献

- [1] 吕玮,蒋伶活.高良姜的化学成分及药理作用.药学专论,2006,15(3):19-20
- [2] 周子静,周晓东,廖月葵,等.高良姜及其三种混淆品的生药鉴定,中药材,1997,13(3):20-23
- [3] 李彩君,林巧玲,谢培山,等.高良姜中黄酮类成分薄层色谱指纹图谱鉴别,中药新药与临床药理,2001,12(3):183-187
- [4] 陈浩桢,朱沛韶.高良姜的质量标准研究,广东药学,2002,12(1):18-19
- [5] 李智勇,孙冬梅,张建军.HPLC法测定高良姜中高良姜素和山柰酚的含量,中华中医药杂志,2010,25(9):1368-1370
- [6] 陈平,郭晓玲,梁汉明,等.高良姜药材中4种有效成分的含量测定,广东药学院学报,2008,24(5):462-464
- [7] 白权,孙琪华.高良姜与其伪品的鉴别.川北医学院学报,1994,9(4):17-19
- [8] 安维杰.高良姜及其伪品大良姜的鉴别,内蒙古中医药,2013,1:69-70
- [9] 张丽云.高良姜及其伪品大良姜的鉴别比较,航空航天医学杂志,2014,25(3):394-396

附:高良姜药典标准(2015版)

本品为姜科植物高良姜 *Alpinia officinarum* Hance 的干燥根茎。夏末秋初采挖,除去须根和残留的鳞片,洗净,切段,晒干。

【性状】 本品呈圆柱形,多弯曲,有分枝,长5~9 cm,直径1~1.5 cm。表面棕红色至暗褐色,有细密的纵皱纹和灰棕色的波状环节,节间长0.2~1 cm,一面有圆形的根痕。质坚韧,不易折断,断面灰棕色或红棕色,纤维性,中柱约占1/3。气香,味辛辣。

【鉴别】 ①本品横切面:表皮细胞外壁增厚,有的含红棕色物。皮层中叶迹维管束较多,外韧型。内皮层明显。中柱外韧型维管束甚多,束鞘纤维成环,木化。皮层及中柱薄壁组织中散有多数分泌细胞,内含黄色或红棕色树脂状物;薄壁细胞充满淀粉粒。②取本品粉末5 g,置圆底烧瓶中,加水200 ml,连接挥发油测定器,自测定器上端加水使充满刻度部分,并溢流入烧瓶为止,加正己烷3 ml,连接回流冷凝管,加热至微沸,并保持2 h,放冷,取正己烷液作为供试品溶液。另取高良姜对照药材5 g,同法制成对照药材溶液。照薄层色谱法(附录VIB)试验,吸取上述两种溶液各10 μl,分别点于同一硅胶G薄层板上,以甲苯-乙酸乙酯(19:1)为展开剂,展开,取出,晾干,喷以5%香草醛硫酸溶液,在105℃加热至斑点显色清晰。供试品色谱中,在与对照药材色谱相应的位置上,显相同颜色的斑点。

【检查】 水分不得过16.0%,总灰分不得过4.0%。

【含量测定】 照高效液相色谱法测定。

色谱条件与系统适用性试验以十八烷基硅键合硅胶为填充剂;以甲醇-0.2%磷酸溶液(55:45)为流动相;检测波长为266 nm。理论板数按高良姜素峰计算应不低于6000。

对照品溶液的制备取高良姜素对照品适量,精密称定,加甲醇制成每1 ml含40 μg的溶液,即得。供试品溶液的制备取本品粉末(过四号筛)约0.2 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入甲醇50 ml,密塞,称定重量,加热回流1 h,放冷,再称定重量,用甲醇补足减失的重量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

测定法分别精密吸取对照品溶液与供试品溶液各10 μl,注入液相色谱仪,测定,即得。

本品按干燥品计算,含高良姜素($C_{15}H_{10}O_5$)不得少于0.70%。

饮片

【炮制】 除去杂质,洗净,润透,切薄片,晒干。

本品呈类圆形或不规则形的薄片。外表皮棕红色至暗棕色,有的可见环节和须根痕。切面灰棕色至红棕色,外周色较淡,具多数散在的筋脉小点,中心圆形,约占1/3。气香,味辛辣。

【检查】 水分同药材,不得过13.0%。

【鉴别】 (除横切面外)【检查】(总灰分)【含量测定】同药材。

【性味与归经】 辛,热。归脾、胃经。

【功能与主治】 温胃止呕,散寒止痛。用于脘腹冷痛,胃寒呕吐,嗝气吞酸。

第四章 高良姜化学成分的研究

高良姜化学成分的研究始于上世纪七十年代,从中分离得到高良姜素等黄酮类成分;到2000年左右,化学成分研究达到高峰,特别是其中含有二芳基庚烷类、糖苷类成分引起国内外学者的广泛关注。近年来尚有学者开展有关高良姜化学成分的研究,多为二芳基庚烷类化合物。通过近40年的化学成分研究,除挥发油外,从高良姜中分离得到近100个化合物,主要为黄酮类、二苯基庚烷类、糖苷类、苯丙素类化学成分。

高良姜挥发油的含量较高,辛香气味是判断药材质量优劣的指标之一。目前为止采用GC-MS法,从高良姜挥发油中分离鉴定出30余种化学成分。

黄酮类化合物是高良姜的主要成分之一,已从高良姜中分离得到了17个黄酮类化合物,其中包括10个黄酮(醇)类化合物,2个二氢黄酮(醇)类化合物,2个查耳酮类化合物,1个黄烷三醇类化合物和2个黄酮苷类化合物。

二芳基庚烷类化合物是高良姜特征性成分,其结构新颖一直备受关注。从高良姜中分离得到49个天然二芳基庚烷类化合物,包括43个线型二芳基庚烷类化合物,4个环状二芳基庚烷类化合物,1个二芳基庚烷类化合物与黄酮类化合物的聚合物和1个二芳基庚烷类二聚体类化合物高良姜中多为线性二苯基庚烷,其特征为在庚烷骨架的1,7位有芳基的取代,芳基上取代基多为羟基或甲氧基,且位置多在间位、对位,尚未发现存在邻位取代,其中对位多为羟基取代,而间位3',3''位取代基多为甲氧基,5',5''位取代基多为羟基。在庚烷的母体结构中,在庚烷骨架中C-3, C-5位上有含氧取代基存在, C-3位取代基通常是酮羰基、羟基,在C-5位上取代基通常是酮羰基、羟基或甲氧基,有时C-3和C-5位取代基也有乙酰氧基或乙氧基。此外,在二苯基庚烷类化合物的庚烷骨架中还存在双键,位置常在C-4位,而在C-1, C-5和C-6位有时也有双键存在。

从高良姜中分离鉴定了7个苯丙素类化合物,这些化合物多具有对羟基苯丙烯醇的母核结构,有的为对羟基苯丙烯醇二聚体。此外,尚从高良姜中分离得到11个糖苷类化合物,其母核多含有一个苯丙烯的结构片段。除此之外,从高良姜中还分离得到倍半萜、二萜、有机酸、甾醇等化合物。

高良姜作为姜科植物,其化学成分具有姜科的普遍特征,包括含有黄酮、二芳基庚烷类化合物。而高良姜所含的成分又具有自身的特点,如黄酮类化合物高良姜素只在高良姜中存在,二芳基庚烷类化合物结构类型多、含量高等。本专著通过系统总结文献,将高良姜中所得黄酮、二芳基庚烷、糖苷类、苯丙素类、挥发油、多糖等化学成分进行汇总,并对挥发油提取、分析方法进行论述,以期高良姜的深入研究开发提供参考。

一、黄酮类成分

黄酮类化合物是高良姜的主要化学成分之一,黄酮苷和苷元在高良姜中均有分布,其中苷元是黄酮类化学成分在高良姜中的主要存在形式^[1]。迄今为止已从高良姜中分离得到了17个黄酮类化合物,其中包括10个黄酮(醇)类化合物,2个二氢黄酮(醇)类化合物,2个查耳酮类化合物,1个黄烷三醇类化合物和2个黄酮苷类化合物。

(一) 黄酮(醇)类化合物

高良姜素(galangin)(1)、高良姜素-3-O-甲醚(galangin-3-methyl ether)(2)、山柰酚(kaempferol)(3)、山柰酚-4'-O-甲醚(kaempferol-4'-methyl ether)(4)、槲皮素(quercetin)(5)、槲皮

素-3-*O*-甲醚(queracetin-3-methyl ether) (6)、芹菜素(apigenin) (7)、异鼠李素(isorhamnetin) (8)、鼠李柠檬素(rhamnocitrin) (9)、7-羟基-3, 5-二甲氧基黄酮(7-hydroxy-3, 5- dimethoxyflavone) (10)^[2-5]。其结构式见图 4-1。

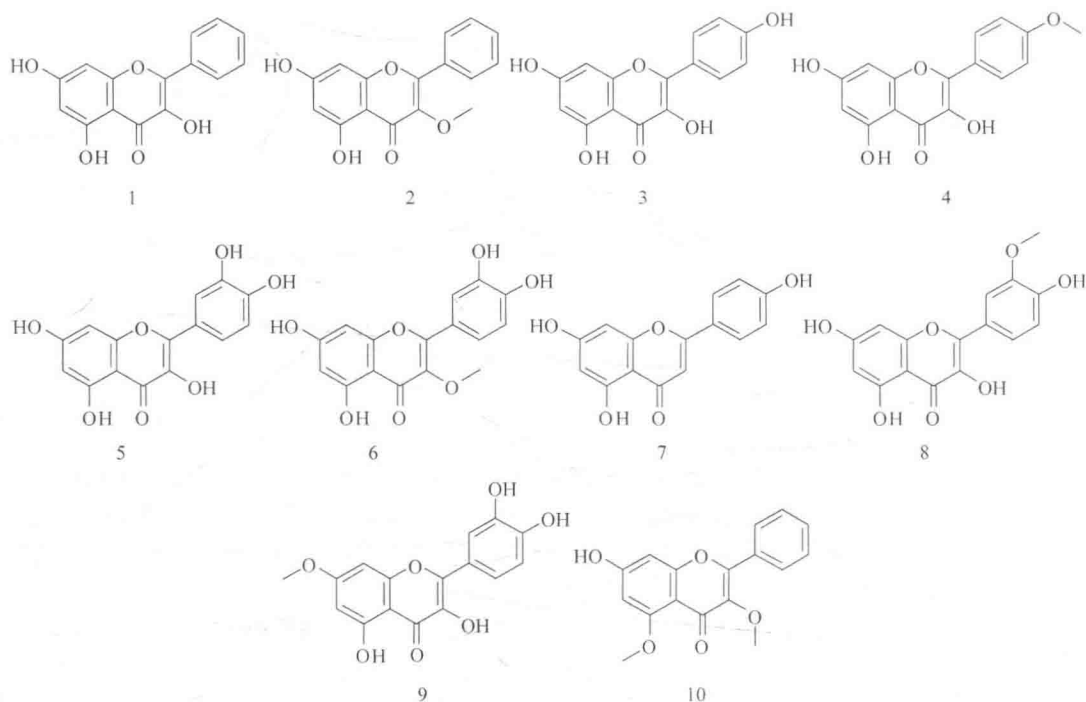


图 4-1 高良姜中的黄酮醇类化合物

(二) 二氢黄酮(醇)类化合物

乔松素(pinocembrin) (11)、二氢高良姜醇(pinobaksin) (12)^[6]。其结构式见图 4-2。

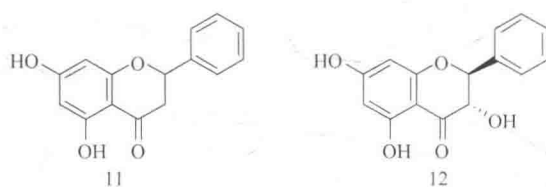


图 4-2 高良姜中的二氢黄酮(醇)类化合物

(三) 查耳酮类化合物

豆蔻素(cardamonin) (13)、4'-羟基豆蔻素(4'-hydroxy cardamonin) (14)^[7]。其结构式见图 4-3。

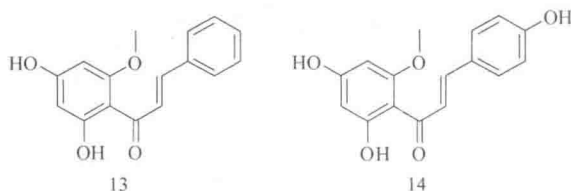


图 4-3 高良姜中的查耳酮类化合物