

豆蔻属植物化学成分和药理作用研究进展

咸魁锋, 尹虹*

西北农林科技大学化学与药学院, 杨凌 712100

摘要:姜科豆蔻属植物分布于热带和亚热带地区,大多可药用,作为传统常用药材使用。该属植物结构类型丰富,具有胃肠保护作用、抗氧化、降血糖、抗炎、抗过敏、抗菌、肝脏保护和阿尔兹海默保护等药理活性,具有开发利用价值。通过近十年国内外文献检索,对该属植物的化学成分和药理作用的研究进展进行系统综述,为豆蔻属植物的研究开发和综合利用提供依据。

关键词:豆蔻属;化学成分;药理作用;研究进展

中图分类号:R931.71

文献标识码:A

文章编号:1001-6880(2019)10-1831-06

DOI:10.16333/j.1001-6880.2019.10.023

Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of *Amomum* plants

XIAN Kui-feng, YIN Hong*

College of Chemistry & Pharmacy, Northwest A&F University, Yangling 712100, China

Abstract: Plants from the genus *Amomum* (Zingiberaceae) are widely distributed in tropical and subtropical regions, and most of them can be used as traditional Chinese medicine. Due to structural diversity and various pharmacology activities such as gastrointestinal protection, antioxidation, hypoglycemic action, anti-inflammation, anti-anaphylaxis, antibiosis, hepatoprotective effect and Alzheimer's protection, it is considered as a kind of plants with great utilization value. Through referring to domestic and foreign journals and databases in the recent ten years, the chemical compositions and pharmacological effects were systematically reviewed in this paper, which would provide a basis for more reasonable development and comprehensive utilization of the *Amomum* plant resources.

Key words: *Amomum*; chemical constituents; pharmacological activities; research progress

姜科(Zingiberaceae)约有49属,分布于全世界热带、亚热带地区^[1]。其中豆蔻属(*Amomum*)植物150余种,我国有24种,2变种,产于福建、广东、广西、贵州、云南、西藏等省区^[2]。本属植物大多可药用,具有祛风止痛,健胃消食之功效^[2]。国内外对该属植物的研究主要集中在阳春砂(*Amomum villosum*)、缩砂密(*A. xanthioides*)、海南砂(*A. longiligulare*)、草果(*A. tsaoko*)、白豆蔻(*A. kravanh*)、九翅豆蔻(*A. maximum*)、疣果豆蔻(*A. muricarpum*)、香豆蔻(*A. subulatum*)、非洲豆蔻(*A. melequeta*)、针形砂仁(*A. aculeatum*)等。

该属植物化学成分丰富、结构类型多样,其中挥发油是最主要成分,还有萜类、双苯庚烷类、酚类以及螺缩萜类结构。同时,该属植物的药理活性也很广泛,具有胃肠保护、抗氧化、降血糖、抗炎、抗过敏、抗菌、肝脏保护和阿尔兹海默保护等作用。近年来从豆蔻属植物中发现的化学成分结构新颖、变化丰富,使其成为天然产物化学研究的热点;该属植物生物活性多样,寻找具有药用价值的药效成分和有效部位引起越来越多的药物研发工作者的兴趣。豆蔻属植物的研究在最近几年受到了国内外学者的广泛关注,针对目前关于豆蔻属植物化学成分的归纳分类和药理活性的系统总结的相关文献缺乏,本文对该属植物的化学成分和药理作用等研究现状进行综述,同时也为该属植物资源的合理开发和综合利用提供依据。

收稿日期:2019-05-17 接受日期:2019-09-24

基金项目:国家自然科学基金(31600275)

*通信作者 E-mail:yinhong@nwsuaf.edu.cn

1 豆蔻属植物的化学成分

1.1 挥发油类化学成分

挥发油类成分是豆蔻属植物重要的化学成分之一,也是其主要有效成分。

Zhu 等^[3]采用水蒸气蒸馏法提取豆蔻果实中挥发油成分,运用 GC-MS 分析,发现豆蔻中主要的挥发油成分为桉油精(65.81%)、对伞花稀(3.57%)、柠檬油烯(2.94%)、 β -蒎烯(2.54%)、松油醇(2.23%),除此之外还鉴定出 4-亚甲基-1-(1-甲基乙基)双环[3.1.0]2-己烯、2,6,6-三甲基二环[3.1.1]庚-2-烯、7,7-二甲基-2-亚甲基-二环[2,2,1]庚烷、樟烯、 β -水芹烯、 β -月桂烯、1-甲基-4-(1-甲基乙基)-环己烯、 α -水芹烯、 β -罗勒烯、 γ -萜烯、4-萜烯、1,3,3-三甲基双环[2,2,1]庚烷-2-酮、3,7-二甲基-1,6-辛二烯-3-醇、1-甲基-4-(1-甲基乙基)-环己烯、龙脑、松油烯-4-醇、4-甲基-1-(1-甲基乙基)-环己烯、 $\alpha,\alpha,4$ -三甲基-3-环己稀-1-甲醇乙酸。

Li 等^[4]通过 HS-GC-MS 方法对砂仁挥发油成分进行研究,发现砂仁中挥发性成分以烯萜类为主,其中乙酸龙脑酯和樟脑是最主要的挥发油,同时还鉴定出 β -蒎烯、月桂烯、(-)-蒎烯、桉烯、d-柠檬烯、芳樟醇、冰片、白菖烯、 β -石竹烯、 α -水芹烯、(1*S*,5*S*,6*R*)-2,6-二甲基-6-(4-甲基-3-戊烯-1-基)双环[3.1.1]庚-2-烯、反式- β -金合欢烯、 α -律草烯、(+)- β -芹子烯、 β -倍半烯、反式-橙花叔醇、桉油烯醇、(S)-1-甲基-4-(5-甲基-1-亚甲基-4-己烯基)环己烯、萜荳茄油烯、榄香烯、 γ -松油烯。

Gu 等^[5]报道云南不同产地的草果中含有的挥发油成分很相似,都以单萜挥发油为主,包括桉油精、柠檬醛、香叶醇、 α -松油醇、2-癸烯醛、3,7-二甲基-2,6-辛二烯醛、反-2-十二烯醛、橙花叔醇等。

Huong 等^[6]首次对 *A. gagnepainii* 和 *A. repense* 中挥发油成分进行研究,发现 *A. gagnepainii* 主要的挥发油为乙酸金合欢(18.5%)、花姜酮(16.4%)和 β -石竹烯(10.5%); *A. repense* 主要含有 β -蒎烯(33.5%)、(E)- β -罗勒烯(9.6%)、 γ -松油烯(9.1%)和 α -蒎烯(8.4%)。

1.2 萜类化学成分

萜类成分是豆蔻属植物主要的结构类型,目前发现的萜类有单萜、倍半萜和二萜类。

近年来 Luo 等^[7]从白豆蔻中发现了薄荷烷型单萜,(7*S*)-*p*-cymene-2,7,8-triol 和 (3 α ,4 β ,6 α)-*p*-menth-1-ene-3,6,10-triol。Yang 等^[8]从草果中分离

到二环壬烷醛单萜,(1*RS*,5*SR*,6*RS*)-5-hydroxybicyclo[4.3.0]non-2-ene-2-carbaldehyde、6-hydroxyindan-4-carbaldehyde 和 tsaokoin。Kumar 等^[9]从香豆蔻中得到非环单萜苷 geranyl-3(10)-en-9-carboxyl- β -D-arabinopyranoside、geranilan-9-carboxyl- α -L-arabinopyranoside 和 geranyl-3(10)-en-9-olyl octadec-9-enoate; Choi 等^[10]从缩砂密中分离到 betulaboside A。

倍半萜类成分仅在缩砂密中发现,包括丁香烷型倍半萜 caryophyllene oxide^[10]、香木兰烷型倍半萜 spathulenol^[10]、缬草烷型倍半萜 pygmal^[11]、橙花醇型衍生物倍半萜(2*S*^{*},2'*R*^{*},5'*S*^{*})-2-(5'-ethenyltetrahydro-5'-methylfuran-2'-yl)-6-methylhept-5-en-2-ol^[12]、(3*S*,*E*)-nerolidol^[10]和 hedychiol A^[11]。

Yin 等和 Luo 等从白豆蔻和九翅豆蔻中也发现了多种二萜类化合物,其中半日花烷型为主要的二萜结构类型,同时还发现了新颖的半日花烷型降二萜和异构化的异海绵二萜。报道的半日花烷型二萜有(12*Z*,14*R*)-labda-8(17),12-diene-14,15,16-triol^[13]、3 β ,18-dihydroxylabda-8(17),13-dien-15,16-olide^[13]、(12*E*)-3 β ,18-dihydroxylabda-8(17),12-dien-16,15-olide^[13]、amomax A^[14]、amomax B^[14]、amomax C^[14]、isocoronarin D^[15]、ottensinin^[14]和 amoxantin A^[16]。Amomaxin A^[15]和 amomaxin B^[15]为新颖的半日花烷型降二萜。异构化的异海绵二萜有 kravanhin A^[13]、kravanhin B^[13]、kravanhin C^[13]和 kravanhin D^[13]。Kim 等^[11]从缩砂密中发现了二萜苷 amoxanthoside A。

1.3 双苯庚烷类化学成分

双苯庚烷类化合物也是豆蔻属植物常见的结构类型之一,近年来 Giang 等^[17]从疣果豆蔻中分离到 muricarpin、1-(3',4'-hydroxyphenyl)-7-(4''-hydroxyphenyl)-heptan-3-one、(5*R*)-5-hydroxy-1,7-bis(4-hydroxyphenyl)-3-heptanone、1,7-bis(3,4-dihydroxyphenyl)heptan-3-yl acetate 和 1-(4'-hydroxyphenyl)-7-(3'',4''-dihydroxyphenyl)heptan-3-yl acetate; Yin 等^[18]从白豆蔻中发现了 kravanhol A、kravanhol B 和 renealtin A; Zhang 等^[19]从草果中得到 2,3-dihydro-2-(4'-hydroxyphenylethyl)-6-[(3'',4''-dihydroxy-5''-methoxyphenyl)-4-pyrone 和 4-dihydro-2-(4'-hydroxyphenylmethyl)-6-[(3'',4''-dihydroxy-5''-methoxyphenyl)methylene]-pyran-3,5-dione。

1.4 酚类化学成分

酚类化合物是植物中常见的化合物类型,近年来从草果、阳春砂和拟草果中发现了大量的酚类化合物。

Jin 等^[20]从草果中鉴定出(2*R*,3*R*,4*R*)-3',5'-dimethoxy-3,4,7,4'-tetrahydroxy-flavan-2-(4-hydroxy-3-methoxybenzoyl)-4-methoxy-benzaldehyde、4'-hydroxy-4-methoxychalcone、4'-hydroxy-2'-methoxychalcone、4,4'-dimethoxychalcone、1,3-dimethoxybenzene、4',7-dihydroxy-3',6-diprenylflavone、1,7-bis(4-hydroxyphenyl)-4(*E*)-hepten-3-one、4-hydroxy-2,5-dimethoxy-benzaldehyde、3',7-dihydroxy-4'-methoxyflavan、2-methoxy-hydroquinone、2',4'-dihydroxy-4-methoxychalcone、5-indancarbaldehyde、4-methoxybenzaldehyde、hydroquinone、4-indancarbaldehyde、(-)-catechin、anisole、2',4,4'-trimethoxychalcone、4-(1-hydroxypropyl)phenol-ethyl-4-hydroxy-(*S'*)-benzenemethanol、abyssinoflavanone VII、4-hydroxy-4'-methoxychalcone、4-hydroxy-2'-methoxychalcone、2-methoxy-benzaldehyde、3-methoxy-benzaldehyde、3-hydroxy-4-methoxybenzaldehyde、6,7-dihydroxy-4-indancarbaldehyde、3-methoxy-4-hydroxy-benzaldehyde、6-hydroxy-4-aldehydeindene、3-methoxy-catechol、2-methoxyresorcinol、3,5-dihydroxybenzoic acid、4-(2-

hydroxypropyl)phenol、3-hydroxybenzoic acid 和 4-methoxy-catechol。此外,草果中还含有 2-methoxy-1,4-biphenol-1-*O*-[6-*O*-(3-methoxy-4-hydroxybenzoyl)]- β -D-glucopyranoside^[21]、catechol^[22]、amotsaokonal A^[23]、amotsaokonal B^[23] 和 amotsaokonal C^[23]。

Chen 等^[24]在阳春砂中分离到 3-ethoxy-hydroxybenzoic acid、vanillic acid-1- β -D-glucopyranosyl ester、isorhamnetin-3- β -D-glucoside、flavanocoumarin、isoflavanocoumarin。Fu 等^[25]报道阳春砂中含有香草酸、原儿茶酸、3,3',4,4'-四羟基联苯、对甲氧基桂皮酸、对羟基桂皮酸。An 等^[26]分离到 quercetin、quercitroside、isoquercitroside、vanillic acid、3,4-di-hydroxybenzoic acid。

Chai 等^[27]在拟草果中发现了 3,5-dihydroxy-7,4'-dimethoxyflavone、rhamnocitrin、kaempferol、rhamnetin、kaempferol-3,7,4'-*O*-trimethylether、ombuin、quercetin、kumatakenin、octyl ferulate、(*E*)-decyl-3-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)propenoate 和 trans-*p*-hydroxycinnamic acid。

1.5 螺缩酮类化学成分

螺缩酮类化合物是从针形砂仁中发现的新颖结构,有 aculeatol A^[28]、aculeatol B^[28]、aculeatol C^[28]、aculeatol D^[28]、aculeatol E^[29]、aculeatin E^[29] 和 aculeatin F^[29](见图 1)。

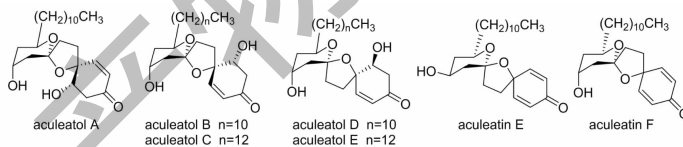


图 1 针形砂仁中螺缩酮类结构

Fig. 1 Structures of dioxadispiroketal from *A. aculeatum*

2 豆蔻属植物的药理作用

2.1 胃肠保护作用

豆蔻属植物大多具有健胃消食的传统药理功效,用于胃肠相关疾病,有利于胃肠保护。高等^[30]用海南砂仁水煎液对胃溃疡大鼠给药后测定溃疡指数和进行大鼠胃黏膜 TFF1 和 TFF1mRNA 蛋白表达,结果表明海南砂仁可能通过上调 TFF1 及 TFF1mRNA 进行胃黏膜的重建和修复,从而对胃黏膜产生保护作用。曹等从临床水平研究砂仁对胃手术患者术后胃肠功能恢复,通过和肠内营养(EN)组比较,发现砂仁给药组手术后外周血胃动素(MLT)、P 物质(SP)水平都明显高于 EN 组患者,同

时手术后肠鸣音恢复时间和排气排便时间也都明显早于 EN 组,表明砂仁能促进胃术后患者胃肠功能的恢复^[31]。文献报道砂仁水提物在 5-氟尿嘧啶(5-FU)诱导的大鼠肠粘膜损伤模型中可以显著抑制大鼠小肠中 NF- κ B、TNF- α 、MPO 的升高,增加肠紧密连接蛋白 occludin、抑制细胞凋亡蛋白酶 caspase-3 的表达,抑制肠源性 LPS 易位,对肠粘膜屏障具有保护作用^[32]。

2.2 抗氧化作用

Zhong 等^[33]通过 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH·)和羟基自由基(·OH)体外清除实验发现春砂仁总黄酮提取物的抗氧化作用随着其质量浓

度增大而增强,自由基清除能力强于阳性对照维生素 C。Lu 等^[34]报道九翅豆蔻的石油醚、三氯甲烷、甲醇和水提取部位对 DPPH 和 ABTS 自由基表现出不同程度的清除能力,且具有浓度依赖性,其中甲醇部位活性最强,石油醚部位活性最弱。Yuan 等^[35]报道草果总黄酮有较强的 DPPH 自由基清除力,清除率为 80.5%,抗氧化性高于对照品维生素 C。

2.3 降血糖作用

Chen 等^[36]以白豆蔻挥发油作为研究对象,建立链脲佐菌素致糖尿病肾病模型,连续 21 天灌胃给药,每周检测 1 次血糖并检测胰岛素样生长因子 2 (IGF-2) 的表达,结果显示与模型组比较,各给药组大鼠血糖均降低,其中白豆蔻高剂量组血糖下降显著,同时各给药组使 IGF-2 蛋白表达上调。Lu 等^[34]报道九翅豆蔻石油醚和甲醇提取部位对 α -葡萄糖苷酶表现出显著的抑制活性,抑制强度与阳性对照阿卡波糖相当,三氯甲烷提取部位表现出中等强度的抑制活性,水提取部位则没有抑制活性。

2.4 抗炎作用

Chai 等^[37]报道拟草果乙酸乙酯部位显著降低醋酸致小鼠毛细血管通透性、抑制大鼠羧甲基纤维素囊白细胞游走和棉球肉芽组织增生,减轻大鼠角叉菜胶足肿胀,对早期、中期和晚期炎症表现出良好的抑制作用,同时减少炎症介质前列腺素 E2 (PGE2)、白细胞介素-1 β (IL-1 β) 以及肿瘤坏死因子 (TNF- α) 的分泌,降低大鼠体内一氧化氮 (NO) 和丙二醛 (MDA) 的堆积,进一步发挥其抗炎作用。Lu 等^[34]报道九翅豆蔻石油醚和三氯甲烷提取部位均能显著降低脂多糖 (LPS) 诱导的 RAW267.4 巨噬细胞 NO 释放。柴等通过二甲苯致小鼠耳廓肿胀法和毛细血管通透性实验研究拟草果甲醇提取物的抗炎作用,发现它能减轻小鼠耳廓肿胀作用,降低小鼠毛细血管通透性,具有较好的抗炎活性^[38]。

2.5 抗过敏作用

近年来,韩国学者发现从缩砂密中获得的有效成分具有抗过敏作用。

Kim 等^[39]从缩砂密中分离得到的 2-羟基-3-甲氧基苯甲酸 (*o*-VA), 在小鼠过敏模型中,通过 *o*-VA 口服给药,研究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和化合物 48/80 诱导全身过敏反应,结果表明 *o*-VA 对全身和皮肤过敏反应具有预防和保护作用。通过对体外肥大细胞 RBL-2H3 和离体大鼠腹腔肥大细胞研究,发现 *o*-VA 能调节细胞内钙水平降低肥大细胞脱颗粒作

用,抑制促炎细胞因子 TNF- α 、IL-4 和 NF- κ B 的表达,调节肥大细胞表面的高亲和力 IgE 受体 (Fc ϵ RI) 下游信号通路,进而发挥抗过敏作用。

Je 等^[40]报道从缩砂密甲醇提取部位发现的 1, 2, 4, 5-四甲氧基苯 (TMB) 能通过抑制钙离子内流剂量依赖性地减轻肥大细胞的脱颗粒作用;在转录水平和翻译水平对促炎细胞因子 TNF- α 、IL-4 的表达有抑制作用;NF- κ B 移位到细胞核引起细胞因子表达增加,阻碍 I κ B 激酶活化。此外,还通过卵清蛋白诱导全身过敏反应和 IgE 介导皮肤过敏反应体内实验证实了 TMB 的抗过敏作用。

Jin 等^[41]建立粉尘螨 (DFE) 致过敏性炎症小鼠模型、HaCaT 和 3PC 细胞模型研究缩砂密中得到的 1, 2, 4, 5-四甲氧基苯 (TMB) 的抗过敏性炎症作用。TMB 能降低血清组胺水平以及炎症细胞肥大细胞和嗜酸性粒细胞的组织渗透,抑制 CD4 + IFN- γ +, CD4 + IL-4 +, 和 CD4 + IL-17A + 淋巴细胞扩张,同时抑制 Th2 细胞因子在耳组织中的表达。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。

2.6 抗菌作用

Zhang 等^[42]采用琼脂二倍稀释法研究砂仁、豆蔻和草果中挥发油的体外抗菌活性,结果显示砂仁对金黄色葡萄球菌、白色念珠菌、耐甲氧西林金黄色葡萄球菌标准株及其耐药菌的 MIC 值为 1.25 ~ 5 mg/mL;豆蔻对金黄色葡萄球菌、耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、大肠杆菌标准株、白色念珠菌标准株及其耐药菌有效, MIC 值为 4 ~ 10 mg/mL;草果对白色念珠菌、金黄色葡萄球菌、耐甲氧西林金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、大肠杆菌表现出抑菌活性, MIC 值为 0.625 ~ 5 mg/mL。Zhong 等^[33]采用滤纸片法,以 75% 乙醇和芦丁作为对照品,研究春砂仁总黄酮提取物的抑菌作用,发现黄酮提取物对大肠杆菌和枯草芽孢杆菌的抑制作用随着浓度的增大而增强,并且其对大肠杆菌的抗菌活性略强于枯草芽孢杆菌,与对照品芦丁抑菌趋势一致。

2.7 肝脏保护作用

Wang 等^[43]报道缩砂密水提物在二甲氨基硝胺 (DMN) 致大鼠亚型慢性肝损伤模型中能显著降低丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸转氨酶、碱性磷酸酶、总胆红素、羟脯氨酸和丙二醛的过度释放;显著改善总抗氧化能力、超氧化物歧化酶、谷胱甘肽、过氧化氢酶活性。通过病理学和免疫学实验显示缩砂密水提取物明显减少肝脏组织炎症和坏死、胶原积聚以

及肝星状细胞活化。上述结果表明缩砂密有良好的保肝作用。Lee 等^[44]和 Kim 等^[45]分别建立二甲基亚硝胺(DMN)诱导的肝纤维化大鼠模型和胆管结扎(BDL)诱导的大鼠肝纤维化模型来研究缩砂密乙酸乙酯萃取部位对肝脏的抗纤维化保护作用,结果显示缩砂密乙酸乙酯萃取部位可能是一种有效的肝纤维化抑制剂,主要是通过调节促纤维化细胞因子发挥其抗肝纤维化作用。

2.8 阿尔兹海默保护作用

Lin 等^[46]建立岗田酸(OA)诱导阿尔兹海默症(AD)细胞模型,通过检测 PC12 细胞中 p-tau 含量水平和观察细胞形态变化研究砂仁有效成分乙酸龙脑酯的抗 AD 作用,结果显示乙酸龙脑酯能显著降低 AD 模型的 p-tau 水平,减少 PC12 细胞的乳酸脱氢酶水平,对细胞损伤具有缓解作用,表明砂仁中有效成分乙酸龙脑酯具有一定 AD 保护作用。

3 结语

豆蔻属植物资源丰富,大部分可药用。该属植物主要的化学成分为挥发油类成分,二萜类(主要包括半日花烷型降二萜和异构化的异海绵二萜)和螺缩酮类化合物为该属植物中结构新颖成分,除此之外还含有双苯庚烷类和酚类成分。随着近年来对豆蔻属植物药理活性的研究,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、保肝和阿尔兹海默保护等与人类健康密切相关的药理活性,但其作用机制有待进一步深入系统地研究。未来应该对该属所含的天然活性成分有目的地开展降血糖、保肝和阿尔兹海默保护等方面的药理研究,发现具有确切生物活性的药效物质成分,同时对活性天然产物单体进行结构修饰,为研发高效低毒的新药和临床应用提供药学基础。此外,豆蔻属植物的药用价值还需进一步挖掘,将药用价值和化学成分有效结合作为该属植物资源研究和开发的一个重要方向,具有广阔的前景。

参考文献

- 1 Flora of China Editorial Committee. Flora Reipublicae Popularis Sinicae (中国植物志) [M]. Beijing: Science Press, 1981, 16:22.
- 2 Flora of China Editorial Committee. Flora Reipublicae Popularis Sinicae (中国植物志) [M]. Beijing: Science Press, 1981, 16:110.
- 3 Zhu Y, et al. 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.
- 4 Li JL, et al. Effect of environmental factors on main components of Amomi fructus by headspace-gas chromatography-mass[J]. Mod Chin Med(中国现代中药), 2018, 20:1504-1506.
- 5 Gu F, et al. Analysis of physical properties, essential oil content and composition of *Amomum tsao-ko* from different origins of Yunnan[J]. Chin J Trop Crops(热带作物学报), 2018, 39:1440-1446.
- 6 Huong LT, et al. Essential oils constituents of the leaves of *Amomum gagnepainii* and *Amomum repoense* [J]. Nat Prod Res, 2018, 32:316-321.
- 7 Luo JG, et al. Monoterpenes from the fruits of *Amomum kravanh* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2014, 16:471-475.
- 8 Yang X, et al. Bicyclononane aldehydes and antiproliferative constituents from *Amomum tsao-ko* [J]. Planta Med, 2009, 75:543-546.
- 9 Kumar G, et al. Isolation and identification of new phytoconstituents from the fruit extract of *Amomum subulatum* Roxb [J]. Nat Prod Res, 2014, 28:127-133.
- 10 Choi JW, et al. Phytochemical constituents of *Amomum xanthioides* [J]. Nat Prod Sci, 2009, 15:44-49.
- 11 Kim KH, et al. Terpene glycosides and cytotoxic constituents from the seeds of *Amomum xanthioides* [J]. Planta Med, 2010, 76:461-464.
- 12 Kim KH, et al. Cytotoxic sesquiterpenoid from the seeds of *Amomum xanthioides* [J]. Nat Prod Sci, 2011, 17:10-13.
- 13 Yin H, et al. Tetracyclic diterpenoids with isomerized isospongian skeleton and labdane diterpenoids from the fruits of *Amomum kravanh* [J]. J Nat Prod, 2013, 76:237-242.
- 14 Luo JG, et al. Labdane diterpenoids from the roots of *Amomum maximum* and their cytotoxic evaluation [J]. Helv Chim Acta, 2014, 97:1140-1145.
- 15 Yin H, et al. Amomaxins A and B, two unprecedented rearranged labdane norditerpenoids with a nine-membered ring from *Amomum maximum* [J]. Org Lett, 2013, 15:1572-1575.
- 16 Kim KH, et al. Amoxantin A; a new bisnorlabdane diterpenoid from *Amomum xanthioides* [J]. Bull Korean Chem Soc, 2010, 31:1035-1037.
- 17 Giang PM, et al. One new and several minor diarylheptanoids from *Amomum muricarpum* [J]. Nat Prod Res, 2012, 26:1195-1200.
- 18 Yin H, et al. Diarylheptanoids from the fruits of *Amomum kravanh* and their inhibitory activities of nitric oxide production [J]. Phytochem Lett, 2013, 6:403-406.
- 19 Zhang TT, et al. Neuroprotective and anti-inflammatory effects of diphenylheptanes from the fruits of *Amomum tsao-ko*, a Chinese spice [J]. Plant Foods Hum Nutr, 2016, 71:

- 450-453.
- 20 Jin J, et al. Two new compounds and anti-complementary constituents from *Amomum tsao-ko* [J]. Nat Prod Commun, 2013, 8:1715-1718.
- 21 Wang W, et al. Phenolic constituents from fruits of *Amomum tsao-ko* (Zingiberaceae) [J]. Acta Bot Yunnan (云南植物研究), 2009, 31:284-288.
- 22 Zhang TT, et al. Bioactivity evaluation of ingredients identified from the fruits of *Amomum tsaoko* Crevost et Lemaire, a Chinese spice [J]. Food Funct, 2014, 5:1747-1754.
- 23 Hong SS, et al. Amotsaokolal A-C, benzaldehyde and cyclo-terpenal from *Amomum tsao-ko* [J]. Tetrahedron Lett, 2015, 56:6681-6684.
- 24 Chen C, et al. Study on phenolic constituents of *Amomum villosum* [J]. Chin Med Mat (中药材), 2012, 35:571-573.
- 25 Fu C, et al. Chemical constituents from fruits of *Amomum villosum* [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2011, 42:2410-2412.
- 26 An XQ, et al. Chemical constituents of *Amomum villosum* Lour [J]. Nat Prod Res Dev (天然产物研究与开发), 2011, 23:1021-1024.
- 27 Chai L, et al. Chemical constituents from fruits of *Amomum paratsao-ko* [J]. Chin Tradit Herb Drugs (中草药), 2018, 49:3217-3221.
- 28 Salim AA, et al. Dioxadspiropetal compounds and a potential acyclic precursor from *Amomum aculeatum* [J]. Tetrahedron Lett, 2007, 48:1849-1853.
- 29 Chin YW, et al. Potential anticancer activity of naturally occurring and semisynthetic derivatives of aculeatins A and B from *Amomum aculeatum* [J]. J Nat Prod, 2008, 71:390-395.
- 30 Gao Y, et al. Effect of *Amomum longiligulare* on TFF1 and TFF1mRNA of gastric mucosa in rats with hepatogenic ulcer [J]. Shanxi TCM (山西中医), 2016, 32:52-54.
- 31 Cao Y, et al. Clinical study on *Amomum villosum*'s promotion of gastrointestinal function recovery after gastric operation [J]. Mod J Integ Trad Chin West Med (现代中西医结合杂志), 2019, 18:19-22.
- 32 Zhang T, et al. Protective effect of Amomi fructus water extraction on intestinal mucositis induced by 5-FU [J]. Chin J Mod Appl Pharm (中国现代应用药理学), 2019, 36:286-291.
- 33 Zhong XM, et al. Antioxidant and antibacterial activities of the crude extract of total flavonoids from *Amomum villosum* Lour [J]. J Food Saf Qual (食品安全质量检测学报), 2018, 9:3335-3339.
- 34 Lu C, et al. Studies on chemical composition as well as antioxidant, anti-inflammatory and hypoglycemic activities of different solvent extracts from the rhizome of *Amomum maximum* Roxb., a Dai Traditional Medicine Material [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm (中国民族民间医药), 2017, 26:31-36.
- 35 Yuan Y, et al. Extraction method and DPPH radical scavenging activity of flavonoids from *Amomum tsaoko* [J]. Food Res Dev (食品研究与开发), 2017, 38:63-68.
- 36 Chen H, et al. Protective effect of *Amomum kravanh* volatile oil on kidney in diabetic nephropathy rats [J]. Chin J Trad Chin Med Pharm (中华中医药杂志), 2017, 32:4227-4230.
- 37 Chai L, et al. Anti-inflammatory activity research of the ethyl acetate extracts from *Amomum paratsao-ko* [J]. Res Prac Chin Med (现代中药研究与实践), 2017, 31:32-35.
- 38 Chai L, et al. Anti-inflammatory and analgesic effects of methanol extracts from nicaoguo (*Amomum paratsao-ko* S. Q. Tong et Y. M. Xia) [J]. Guiding J Trad Chin Med Pharm (中医药导报), 2018, 24:88-89.
- 39 Kim YY, et al. 2-Hydroxy-3-methoxybenzoic acid attenuates mast cell-mediated allergic reaction in mice via modulation of the FcεRI signaling pathway [J]. Acta Pharmacol Sin, 2017, 38:90-99.
- 40 Je IG, et al. Inhibitory effect of 1,2,4,5-tetramethoxybenzene on mast cell-mediated allergic inflammation through suppression of IB kinase complex [J]. Toxicol Appl Pharmacol, 2015, 287:119-127.
- 41 Jin M, et al. 1,2,4,5-Tetramethoxybenzene suppresses house dust mite-induced allergic inflammation in BALB/c mice [J]. Int Arch Allergy Immunol, 2016, 170:35-45.
- 42 Zhang S, et al. Comparative study on constituents and antimicrobial activities in vitro of essential oil of four commonly used expelling-dampness herbs belonging to Zingiberaceae family [J]. Liaoning J Tradit Chin Med (辽宁中医杂志), 2018, 45:2378-2385.
- 43 Wang JH, et al. Hepatoprotective effect of *Amomum xanthioides* against dimethylnitrosamine-induced sub-chronic liver injury in a rat model [J]. Pharm Biol, 2013, 51:930-935.
- 44 Lee SB, et al. Ethyl acetate fraction of *Amomum xanthioides* exerts antihepatofibrotic actions via the regulation of fibrogenic cytokines in a dimethylnitrosamine-induced rat model [J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2016, 2016:6014380.
- 45 Kim HG, et al. Ethyl acetate fraction of *Amomum xanthioides* improves bile duct ligation-induced liver fibrosis of rat model via modulation of pro-fibrogenic cytokines [J]. Sci Rep, 2015, 5:14531.
- 46 Lin W, et al. Effect of component of fructus *Alpiniae oxyphyllae* and *Amomum villosum* on Alzheimer's disease cell model induced by okadaic acid [J]. Acta Chin Med (中医学报), 2018, 33:106-110.