砂仁提取物活性成分及其对黄嘌呤氧化酶抑制活性研究

彭婷[1]，陈志元[1,*]，赖富丽[2]，陈阳[2]，王玉[1]，陈存[2]

（1. 劲牌持正堂药业有限公司，黄石　435000；2. 中药保健食品质量与安全湖北省重点实验室（劲牌有限公司），大冶　435100）

摘要：本研究以砂仁为原料，通过不同提取方式制备了6种不同规格的砂仁提取物，分析6种砂仁提取物主要有效成分含量的差异；并基于高通量筛选模型，通过体外酶活性检测，分析6种提取物对黄嘌呤氧化酶的抑制效果。结果表明，6种砂仁提取物中有效成分含量存在显著性差异（$P<0.05$），主要活性成分分别为总多糖、总多酚、总黄酮的砂仁提取物对黄嘌呤氧化酶均有抑制活性，砂仁总黄酮抑制活性最高。在一定浓度范围内砂仁提取物中总黄酮的含量与黄嘌呤氧化酶抑制活性呈正相关，当砂仁提取物（总黄酮≥50%）浓度达到0.8 mg/mL时，其对黄嘌呤氧化酶的抑制活性与阳性对照组别嘌呤醇基本相当，抑制率达到（98.98±0.13）%。研究结果为以砂仁药材为原料的降尿酸食品的开发和利用提供数据支撑。

关键词：砂仁；乙酸龙脑酯；总多糖；总黄酮；黄嘌呤氧化酶；降尿酸

中图分类号：TS201　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1006−2513（2025）11−0026−0006

doi：10.19804/j.issn1006−2513.2025.11.004

Study on active compounds in *Amomum villosum* extract and their inhibitory activity on xanthine oxidase

PENG Ting[1]，CHEN Zhiyuan[1,*]，LAI Fuli[2]，CHEN Yang[2]，WANG Yu[1]，CHEN Cun[2]

（1. Jin Brand Chizhengtang Pharmaceutical Co. Ltd.，Huangshi　435000；2. Hubei Key Laboratory of Quality and Safety of Traditional Chinese Medicine Health Food（Jin Brand Co. Ltd.），Daye　435100）

Abstract：This study utilized *Amomum villosum* as the raw material to prepare six different specifications of extracts through various extraction methods. The differences in the content of main active components among the six extracts were analyzed. Based on a high-throughput screening model, the inhibitory effects of the six extracts on xanthine oxidase were evaluated through in vitro enzyme activity assays.The results indicated that there were significant differences ($P<0.05$) in the active component content among the six *Amomum villosum* extracts. The extracts primarily composed of total polysaccharides, total polyphenols, and total flavonoids all exhibited inhibitory activity against xanthine oxidase, with the total flavonoid extract demonstrating the highest inhibitory activity.Within a certain concentration range, the content of total flavonoids in the *Amomum villosum* extract showed a positive correlation with

收稿日期：2025−02−21

基金项目：湖北省重点研发计划项目（2022ACA003−03−004）；黄石市揭榜制科技项目（2023A005）

作者简介：彭婷（1990−），女，大专，中级工程师，研究方向：食品工程。

*通信作者：陈志元（1976−），男，本科，高级工程师，研究方向：中药现代技术。

its xanthine oxidase inhibitory activity. When the concentration of the extract (total flavonoids ≥ 50%) reached 0.8 mg/mL, its inhibitory activity against xanthine oxidase was comparable to that of the positive control group (allopurinol), achieving an inhibition rate of (98.98 ± 0.13)%.The results provide a foundation for the development and utilization of *Amomum villosum* extract in functional food for uric acid reducing.

Keywords：*Amomum villosum*；bornyl acetate；total polysaccharides；total flavonoids；xanthine oxidase；uric acid reducing

砂仁是姜科植物阳春砂 *Amomum villosum* L.、绿壳砂 *Amomum villosum Lour.var.xanthioides T.L.Wu et Senjen* 或海南砂 *Amomum longiligulare T.L.Wu* 的干燥成熟果实。砂仁作为一种传统的药食同源药材，与益智仁、槟榔、巴戟天并称为“四大南药”，是《中华人民共和国药典》（2015年版）收录的重要品种之一[1]。砂仁中富含多种活性成分，主要包括挥发油、多糖、多酚、黄酮等，现代药理研究表明其具有抑菌、抗氧化、抗肿瘤以及保护胃黏膜等多种药理功效[2−4]。

近年来，随着人类生活方式和饮食结构的变化，痛风已成为我国继糖尿病之后的第二大常见代谢性疾病，并呈逐年上升和年轻化趋势[5]。国家卫健委在2024年《成人高尿酸血症与痛风食养指南》中指出，我国成人居民高尿酸血症患病率为14%，痛风患病率为0.86%～2.20%，同时痛风的发作还常伴有多种并发症，例如肾脏疾病、心血管疾病和代谢综合征等，严重威胁着人类健康[6−8]。痛风主要是由嘌呤代谢紊乱或尿酸排泄异常引起，尿酸（Uric acid，UA）增高引起高尿酸血症是痛风发作的第一个病程时期，在这个时期UA水平显著增加，并逐渐出现痛风性关节炎、尿酸钠结晶等疾病症状。有研究表明，在这个时期对痛风进行预防和治疗具有显著的效果[9−10]。在人体内，内源性UA是嘌呤在黄嘌呤氧化酶（Xantgine oxidase，XOD）催化下的主要代谢产物，在这个途径中，XOD是人体内次黄嘌呤和黄嘌呤代谢产生尿酸的关键酶，XOD的过量表达导致UA水平增加形成高尿酸血症。目前，主要采用化学药物，例如别嘌呤醇、苯溴马隆等对高尿酸血症进行治疗，然而此类药物在实际临床中均存在较强的副作用，例如恶心、关节痛、超敏反应综合征、严重肝肾毒性等[11−12]。有研究表明，来自天然植物中的提取物，具有绿色、无副作用的特点，对痛风疾病的预防和辅助治疗具有显著的效果[13−16]。

在对砂仁提取物进行研究时，本课题组发现其对XOD具有良好的抑制活性，但砂仁药材组分复杂，明确砂仁提取物中组分类型及占比，更利于评价提取物中各组分对XOD抑制活性的贡献度，进而为以提高XOD抑制活性的砂仁提取物制备工艺的确定提供技术支持。基于以上原因，本研究对砂仁提取物中各有效成分含量进行分析，并基于高通量筛选模型开展体外XOD抑制活性研究，为砂仁药材高值化利用及降尿酸产品的开发提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

砂仁药材（批号：YC20231002）：云南白药集团中药资源有限公司；D− 无水葡萄糖、没食子酸、芦丁（纯度≥ 99.7%）、次黄嘌呤：中国食品药品检定研究院；黄嘌呤氧化酶（X1875−25UN）、福利酚试剂（2 mmol/L）：美国Sigma公司；氯化硝基四氮唑蓝：阿拉丁试剂公司；磷酸钠缓冲液：北京诺博莱德科技有限公司；100−200目聚酰胺粉柱层析：中国医药集团有限公司；D101、AB−8大孔型交换树脂：西安蓝晓科技有限公司。

1.2 仪器与设备

TU−1901紫外可见分光光度计：北京普析通用有限公司；AB135−S分析天平：梅特勒 − 托利多公司；LGJ−10C冷冻干燥机：四环冻干科技有限公司；DZF−6250−LA全自动真空干燥箱：上海丙林电子科技有限公司；1200型高效液相色谱仪：安捷伦科技有限公司；PURELAB Ultra型纯水机：威立雅水务公司；BioTek Synergy 2型多功能酶标仪：美国伯腾仪器有限公司。

1.3 提取物的制备

1.3.1 砂仁挥发油制备（乙酸龙脑酯含量≥ 400 mg/mL）

参照张继斌 [17] 的方法，并略微修改。首先，准确称取砂仁药材 500 g，用破碎机将其破碎后加入挥发油提取器中，加入 5 L 纯净水浸泡 1 h 后，循环提取 6 h，对油水混合蒸汽进行冷凝，收集砂仁挥发油，4 ℃冰箱密封保存。

1.3.2 砂仁多糖提取物制备（总多糖≥ 30%）

收集 1.3.1 中砂仁粗提液，浓缩粗提液体积至 500 mL 时过 D101 大孔树脂层析柱，上样流速为 750 mL/h，再使用 2 L 纯净水顶洗树脂柱后收集穿透液，减压浓缩，加入 95% 乙醇溶液至体系内乙醇溶液含量为 70%，搅拌均匀，静置 24 h，使用离心机在转速 6000 r/min 的转速下离心 20 min，收集离心沉淀物、真空冷冻干燥即得。

1.3.3 砂仁总多酚提取物制备（总多酚≥ 25%）

参考韦志 [18] 的方法，并修改制备砂仁提取物（总多酚≥ 25%）。首先，精确称取砂仁药材 500 g，用粉碎机将其粉碎后，加入 4 L 的 30% 乙醇溶液，采用回流提取法进行两次平行提取，将所得提取液合并后经减压浓缩处理，随后采用 100 ~ 200 目聚酰胺层析柱进行分离纯化，具体参数如下：上样流速为 500 mL/h；上样结束后依次用 6 L 超纯水进行柱体冲洗（弃去水相），继而以 3 L 30% 乙醇溶液（流速 500 mL/h）进行目标成分洗脱，最终收集乙醇洗脱组分，经减压浓缩及干燥处理获得目标产物。

1.3.4 砂仁黄酮提取物 1 制备（总黄酮≥ 10%）

参考高林林等 [19] 的方法制备砂仁提取物（总黄酮≥ 10%）。首先，精确称取砂仁药材 500 g，用粉碎机将其粉碎后，加入 4 L 的 50% 乙醇溶液，回流提取 2 次，合并两次提取液，减压浓缩干燥即得。

1.3.5 砂仁黄酮提取物 2 制备（总黄酮≥ 50%）

称取 1.3.4 项中的砂仁提取物（总黄酮≥ 10%）50 g，加入 3 L 纯净水，放入 90℃恒温水浴锅内搅拌 1 h，趁热过滤，将待纯化滤液经冷却处理后，采用 AB−8 大孔吸附树脂进行分离纯化。具体操作参数为：上样流速为 500 mL/h，完成上样后依次进行柱体清洗（1 L 超纯水淋洗，弃去水相）和目标组分洗脱（3 L 60% 乙醇溶液，控制流速 500 mL/h），最终收集乙醇洗脱组分，经减压浓缩及真空干燥获得目标产物。

1.3.6 砂仁黄酮提取物 3 制备（总黄酮≥ 70%）

称取 1.3.5 项中的砂仁提取物（总黄酮≥ 50%）20 g，加入 100 mL 的 95% 乙醇，放入 90℃恒温水浴锅内搅拌 1 h，趁热过滤，收集滤液，静置 72 h，离心机进行固液分离，转速 6000 r/min，离心 20 min，收集离心沉淀物，板式真空干燥即得。

1.4 活性成分含量测定

1.4.1 乙酸龙脑酯含量检测

按照《中国药典》2015 版一部“砂仁”项下规定的方法测定 [20]。

1.4.2 总多糖含量检测

精密称定提取物 100 mg，置于 25 mL 容量瓶内，加入一定量纯净水，摇匀，超声处理 30 min，使其完全溶解，冷却后加纯净水定容，精密量取续滤液 10 mL，水浴挥干溶剂，残渣用 1 mL 纯水溶解，转移至 50 mL 离心管中，加入无水乙醇 19 mL 使溶液含醇量为 95%，涡旋混匀，放入离心机中，10000 r/min，离心 15 min，弃去上清液，残渣加水溶解，定容至 50 mL，作为供试品备用。

采用苯酚 − 硫酸法测定总多糖含量 [21]，首先，准确称取 10.0 mg D− 无水葡萄糖对照品，用超纯水定容至 100 mL，配制成 0.1 mg/mL 的储备液；分别量取 0.1～1.0 mL 梯度体积的储备液至具塞试管中，补水至 2.0 mL 后，依次加入 1 mL 5% 苯酚溶液和 5 mL 浓硫酸（快速混匀）。沸水浴反应 15 min 后冷却，以相应的试剂为空白，于 490 nm 波长处测定吸光度（UV−Vis 分光光度计，中国药典 2020 版附录Ⅴ B），建立标准曲线（y=0.05792x+0.00346，R^2=0.9999），其中 x 代表 8 mL 反应体系中 D− 葡萄糖浓度（mg/mL），y 为对应吸光值。

精密量取 1.0 mL 供试品溶液，参照标准曲线制备方法，从”加入 1 mL 5% 苯酚溶液”起，依据测定吸光度，从标准曲线上读出供试品溶液中含葡萄糖的浓度，计算，即得。

1.4.3 总多酚含量检测

精密称取 80.0 mg 提取物，用 50% 乙醇溶液超声辅助溶解（15 min）后定容至 50 mL。经 0.22 μm 微孔滤膜过滤后，取 1 mL 续滤液用 50% 乙醇稀释至 10 mL，作为供试品备用。

提取物中多酚的含量测定采用王晨等 [22] 的福林酚法，并略加改动。首先，精密称取 10.0 mg 没食子酸对照品，用超纯水配制成 100 μg/mL 母液，梯度稀释获得 20 ～ 100 μg/mL 系列标准溶液，各取 1 mL 标准溶液，依次加入 5 mL 福林酚试剂（2 mmol/L）和 4 mL Na_2CO_3 溶液（7.5%），反应体系避光静置 1 h（室温），于 765 nm 波长处测定吸光度，建立标准曲线（y=0.11384x−0.00689，R^2=0.9995），其中 x 为没食子酸浓度（μg/mL），y 为吸光值。

精密量取 1 mL 供试品溶液，加水至 2.0 mL，参照标准曲线的制备方法，自“各加入 5 mL 2 mmol/L 福林酚试剂”起，依据测定吸光度，从标准曲线上读出供试品溶液中没食子酸的浓度，计算，即得。

1.4.4 总黄酮含量测定

精密称取 50.0 mg 提取物，用 50% 乙醇溶液超声辅助溶解（10 min）后定容至 50 mL。经 0.22 μm 微孔滤膜过滤后，作为供试品备用。

准确称取 25.0 mg 芦丁对照品，用 40 mL 50% 乙醇水浴辅助溶解后定容至 50 mL，制得 0.5 mg/mL 储备液，精密量取 20 mL 储备液加水稀释至 50 mL，获得 0.2 mg/mL 工作液，分别移取 1 ～6 mL 梯度体积工作液至 25 mL 容量瓶中，各补水至 6.0 mL 后加入 1 mL $NaNO_2$ 溶液（5%），摇匀，静置 6 min，再加入 1 mL $Al(NO_3)_3$ 溶液（10%），摇匀，静置 6 min，加入 10 mL NaOH 溶液（4%），再加水定容至刻度后摇匀，静置 15 min。以相应试剂作为空白，于 500 nm 波长处测定吸光值，建立标准曲线（y=0.01387x−0.00459，R^2=0.9999）。

精密量取 2 mL 供试品溶液，参照标准曲线制备方法，自“加水至 6.0 mL”起，依据测定吸光度，从标准曲线上读出供试品溶液中芦丁的浓度，计算，即得。

1.5 黄嘌呤氧化酶抑制活性测定

参考 Feng 等 [23] 的方法原理并修改。于 96 孔板中依次加入 pH 7.5 的 0.05 mol/L 磷酸钠缓冲液 90 μL，50% 乙醇溶液配置的样品溶液 30 μL，再对应加入浓度为 0.1 U/mL 的黄嘌呤氧化酶溶液 30 μL、氯化硝基四氮唑蓝溶液 30 μL，然后迅速加入 2 mmol/L 次黄嘌呤溶液 30 μL，在（30±1）℃温育反应 1.5 h，于 560 nm 处测定吸光度值。利用酶标仪配备软件记录吸光度，初始吸光度值记为 R_1，以后每分钟测定一次，吸光度分别记为 R_1，R_2 …R_{91}，当出现 R_n 为最大值且稳定时标志反应结束，反应时间为 t_{max}。黄嘌呤氧化酶（XOD）、底物次黄嘌呤和显色剂氯化硝基四氮唑蓝在一定温度和 pH 值的条件下反应，通过测定每分钟波长 560 nm 处吸光度值的变化；通过全程监控一定时间内黄嘌呤氧化酶（XOD）动力学反应，用曲下净面积计算出黄嘌呤转化为尿酸的量，从而计算出提取物对黄嘌呤氧化酶活性的影响大小。

AUC：$[(R_2+R_3+\ldots\ldots+Rt_{MAX})+(R_1+Rt_{MAX}+1)/2]$

Net AUC 空白 = AUC Blk− AUC Emp，

Net AUC 样品 = AUC SPL− AUC SPLC

样品抑制率 /%=(Net AUC 空白 −Net AUC 样品)/ Net AUC 空白 ×100

1.6 数据处理与分析

所有实验均重复进行 3 次操作，利用软件 SPSS 22.0 对各组数据进行 T 检验分析，P＜0.05 表示差异具有统计学意义，并计算 IC_{50}，采用 Origin 8.6 软件绘制图形。

2 结果与分析

2.1 活性成分含量检测结果及分析

由表 1 可知，有效成分组成最单一的为砂仁挥发油，保有量总和最少的为砂仁粗提物（总黄酮≥ 10%）；其他样品均经过树脂纯化，树脂纯化在提高总多糖、总多酚、总黄酮含量的同时会导致其他非目标成分的含量占比减少；6 种砂仁提取物中有效成分含量存在显著性差异（P ＜ 0.05）。

表 1　砂仁提取物中活性成分的含量

Table 1　The content of active ingredients in *Amomum villosum* extract

检测项目	挥发油（乙酸龙脑酯≥ 400 mg/mL）	提取物（总多糖≥ 30%）	提取物（总多酚≥ 25%）	提取物（总黄酮≥ 10%）	提取物（总黄酮≥ 50%）	提取物（总黄酮≥ 70%）
乙酸龙脑酯 /%	451.032±1.32	0	0	0	0	0
多糖 /%	0	36.97±0.27^{a}	2.86±0.13^{d}	6.95±0.27^{c}	7.16±0.14^{b}	1.26±0.03^{e}
多酚 /%	0	0.36±0.04^{e}	28.35±0.28^{a}	10.53±0.38^{d}	14.55±0.36^{c}	20.6±0.37^{b}
总黄酮 /%	0	1.89±0.12^{e}	45.73±0.95^{c}	10.87±0.21^{d}	51.14±0.84^{b}	71.38±1.05^{a}
总和 /%	——	39.22±0.43	76.94±1.35	28.35±0.86	72.85±1.34	93.24±1.45

注：字母 a～e 代表同种物质之间含量存在显著性差异（$P < 0.05$）

2.2　砂仁提取物对黄嘌呤氧化酶抑制活性

从图 1 可知，砂仁提取物（乙酸龙脑酯≥ 400 mg/mL）对黄嘌呤氧化酶几乎没有抑制活性；由图 2、图 3 可知，砂仁总多糖≥ 30%、总多酚≥ 25%、总黄酮≥ 10%、总黄酮≥ 50%、总黄酮≥ 70% 均对黄嘌呤氧化酶有抑制作用，除总多糖≥ 30% 最有效的抑制浓度为 0.6 mg/mL 外，其他均为 0.8 mg/mL；5 种规格砂仁提取物、别嘌呤醇对黄嘌呤氧化酶最大半数抑制浓度（IC_{50}）分别为 7.46、0.25、0.37、0.17、0.05、0.04 mg/mL。结果表明，砂仁提取物对黄嘌呤氧化酶的抑制活性与总黄酮含量在一定范围内正相关，当总黄酮含量达到 50% 时，提取物对黄嘌呤氧化酶的抑制活性随着总黄酮含量的增加基本不再发生变化；当砂仁提取物（总黄酮≥ 50%、≥ 70%）抑制浓度达到 0.8 mg/mL，其对黄嘌呤氧化酶的抑制活性与阳性对照组别嘌呤醇抑制率基本相当，分别为（98.98±0.13）%、（99.05±0.18）%、（99.58±0.25）%。

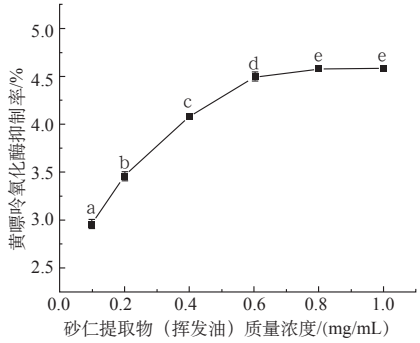

图 1　砂仁挥发油浓度与抑制率之间的关系

Figure 1　Relationship between the concentration of volatile oil in *Amomum villosum* extract and inhibition rate

注：不同小写字母代表不同浓度的样品之间黄嘌呤氧化酶抑制率存在显著性差异（$P < 0.05$），下同

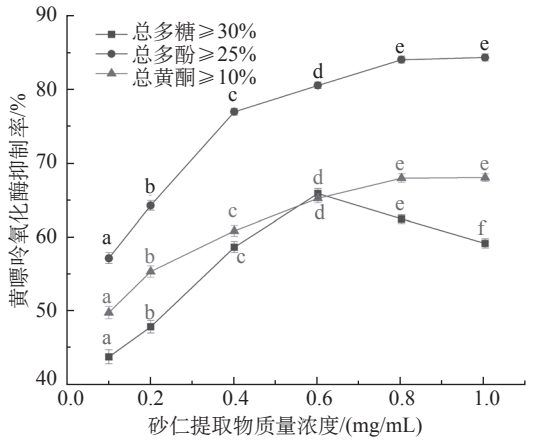

图 2　砂仁总多糖、总多酚、总黄酮（≥ 10%）浓度与抑制率之间的关系

Figure 2　The relationship between concentration of total polysaccharides，total polyphenols，and total flavonoids（≥ 10%）from *Amomum villosum* extract and their inhibition rates

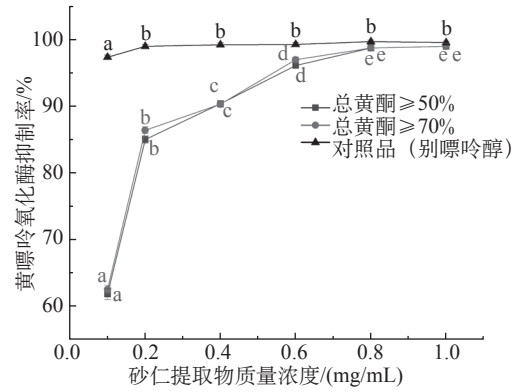

图 3　砂仁总黄酮（≥ 50%、≥ 70%）及别嘌呤醇浓度与抑制率之间的关系

Figure 3　The relationship between total flavonoids（≥ 50%，≥ 70%）and allopurinol concentration and inhibition rate of *Amomum villosum* extract

3 结论

本研究通过水蒸气蒸馏法、水提醇沉法、水提与树脂纯化相结合、醇提与树脂纯化相结合、结晶法的方式制备了6种不同规格的砂仁提取物，对主要有效成分的含量进行了分析，并基于高通量筛选模型比较了6种砂仁提取物对黄嘌呤氧化酶的体外抑制活性。研究结果表明，除砂仁挥发油对黄嘌呤氧化酶几乎没有抑制活性外，总多糖、总多酚、总黄酮对黄嘌呤氧化酶均有抑制活性，其中总黄酮抑制活性最高，说明总黄酮对黄嘌呤氧化酶抑制活性贡献最大。另外，砂仁总黄酮在一定浓度范围内与黄嘌呤氧化酶抑制活性呈正相关，当总黄酮含量达到50%后，提取物对黄嘌呤氧化酶的抑制活性随着总黄酮含量的增加不再发生变化；砂仁提取物（总黄酮≥50%）抑制浓度达到0.8 mg/mL时，其对黄嘌呤氧化酶的抑制活性与阳性对照组别嘌呤醇基本相当，抑制率可达到（98.98±0.13）%，说明砂仁提取物（总黄酮≥50%）对黄嘌呤氧化酶具有良好的抑制作用。本研究不仅为降尿酸保健食品和药品的研制与开发提供了理论支撑，也扩宽了砂仁药材的应用途径。

参考文献：

[1] 古远聪，谭志豪，吕帮玉，等 . 砂仁的化学成分、药理活性及鉴别的研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志，2024，30（22）：270−278.

[2] 周小妹，练勇，罗明权，等 . 海南砂仁化学成分及其胃黏膜保护活性研究 [J]. 海南医科大学学报，2025，31（9）：641−651.

[3] 刘靓，姜晶，陈贝妮，等 . 春砂仁多糖对高脂饮食小鼠脂代谢和抗氧化作用的影响 [J]. 中国食品添加剂，2024，35（3）：163−170.

[4] 曹冠华，张雪，陈月月，等 . 阳春砂仁叶和杆乙醇提取物抑菌作用的比较 [J]. 中成药，2020，42（7）：1914−1917.

[5] 新华网 . “00后”患者不断增多 痛风为何“找上”年轻人 [EB/OL].（2024−10−24）[2025−02−20]. https：//news.cctv.cn/2024/10/24/ARTI9r5tc8a0ZNNUlHeJbxeC241024.shtml.

[6] 魏晓慧，高莹，郁忠勤 . 痛风患者痛风发作对后续心血管事件的影响 [J]. 中国当代医药，2024，31（22）：32−36.

[7] Abhishek A，Tata L J，Mamas M，et al. Has the gout epidemic peaked in the UK? A nationwide cohort study using data from the Clinical Practice Research Datalink，from 1997 to across the COVID−19 pandemic in 2021 [J]. Annals of the Rheumatic Diseases，2022，81（6）：898−899.

[8] McCormick N，Choi H K. Racial disparities in the modern gout epidemic [J]. The Journal of Rheumatology，2022，49（5）：443−446.

[9] 任妮娜，凌益，马武开，等 . 基于虚、毒、瘀理论探讨痛风的发病机制 [J/OL]. 辽宁中医杂志，2024：1−8.（2024−11−05）. https：//kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?filename=LNZY2024110500B&dbname=CJFD&dbcode=CJFQ.

[10] 王悠扬，张楚珩，黄晓明，等 . 降尿酸治疗初期不同措施预防痛风发作的成本效果分析 [J]. 中华临床免疫和变态反应杂志，2024，18（4）：349−357.

[11] 潘爱平，靳晓萍，加孜热亚·再依拿提 . 非布司他联合吲哚美辛对痛风性关节炎患者血尿酸、疼痛程度及氧化应激水平的影响 [J]. 疑难病杂志，2024，23（8）：945−949.

[12] FitzGerald J D，Dalbeth N，Mikuls T，et al. 2020 American college of rheumatology guideline for the management of gout [J]. Arthritis Care & Research，2020，72（6）：744−760.

[13] 朱孟铸，赵广华 . 苍芩止痛合剂佐治痛风的临床研究 [J]. 山东医学高等专科学校学报，2024，46（4）：41−43.

[14] 曾永长，梁少瑜，吴俊洪，等 . 基于病症模型的经方四妙丸防治高尿酸血症痛风的药效物质探讨 [J]. 中药新药与临床药理，2024，35（8）：1152−1162.

[15] 杨倩，张志姣，刘新泳，等 . 具有治疗痛风性肾病潜力的天然产物研究进展 [J]. 中国药物化学杂志，2024，34（3）：224−240.

[16] El−Tantawy W H. Natural products for the management of hyperuricaemia and gout：A review [J]. Archives of Physiology and Biochemistry，2021，127（1）：61−72.

[17] 张继斌 . 砂仁药材的综合利用试验研究 [J]. 农产品加工，2018，（17）：13−15，18.

[18] 韦志 . 海南砂仁活性成分研究及产品开发 [D]. 南昌：南昌大学，2021.

[19] 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.

[20] 国家药典委员会 . 中华人民共和国药典 − 一部：2015年版 [M]. 北京：中国医药科技出版社，2015：253−254.

[21] 董群，郑丽伊，方积年 . 改良的苯酚 − 硫酸法测定多糖和寡糖含量的研究 [J]. 中国药学杂志，1996，（9）：38−41.

[22] 王晨，邹宇晓，李倩，等 . 桑叶酚类物质组成及富集工艺研究 [J]. 蚕业科学，2018，44（5）：729−737.

[23] Feng S B，Song L X，Liu Y C，et al. Hypoglycemic activities of commonly-used traditional Chinese herbs [J]. The American Journal of Chinese Medicine，2013，41（4）：849−864.