

# 基于遥感监测的农业洪涝灾害评估方法研究

曾微波<sup>1,2</sup>, 侯婷婷<sup>1\*</sup>, 杨灿灿<sup>1</sup>, 王艳芳<sup>1</sup>

(1. 滁州学院地理信息与旅游学院, 安徽滁州 239000; 2. 滁州学院地理信息技术研究所, 安徽滁州 239000)

**摘要** 以安徽省安庆市望江县为例, 采用改进后的归一化水体指数法进行灾前与灾后的水体信息提取。将提取到的水体信息作差值得到洪水淹没信息, 将其与农业用地分布图、行政区划图叠加。结果表明, GIS 空间分析技术可直观地展示不同乡镇区域在洪涝方面的农业用地受灾程度, 为安庆市望江县农业的可持续发展和防灾减灾政策的制定提供科学依据。

**关键词** GIS; 农业洪涝灾害; 遥感监测; 灾害评估

中图分类号 S127 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)23-0251-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.23.072



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Agricultural Flood Disaster Assessment Method Based on Remote Sensing Monitoring

ZENG Wei-bo<sup>1,2</sup>, HOU Ting-ting<sup>1</sup>, YANG Can-can<sup>1</sup> et al (1. Geographic Information and Tourism College of Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000; 2. Institute of Geographic Information Technology of Chuzhou University, Chuzhou, Anhui 239000)

**Abstract** An improved normalized water body index method was adopted to extract the water body information before and after the disaster in Wangjiang County, Anqing City, Anhui Province. The information of flood inundation could be obtained by comparing the extracted water body information with the distribution map of agricultural land and administrative divisions, and the experimental results showed that disaster degree of agricultural land in flood areas in different towns could be visually displayed, which provided scientific basis for the sustainable development of agriculture and the formulation of disaster prevention and mitigation policies in the area.

**Key words** GIS; Agricultural flood disaster; Remote sensing monitoring; Disaster assessment

我国地域辽阔、自然地理和气候条件复杂, 各地自然灾害频繁发生。其中洪涝灾害是我国主要的自然灾害之一, 已成为制约社会经济可持续发展的重要因素<sup>[1]</sup>。洪涝灾害是突发性事件, 具有持续时间短、危害大等特征。为了有效地预防和控制洪涝灾害, 必须迅速准确地了解水情、水势的进展情况, 并及时进行洪涝灾害的评估<sup>[2-3]</sup>。传统的基于人工为主的信息采集手段已经很难满足防洪抗涝的需要, 20 世纪发展起来的遥感技术具有速度快、时效性好、动态性强等优点, 因此在防洪减灾中发挥着越来越多的作用<sup>[4-5]</sup>。特别是在定量评价农业暴雨洪涝灾害风险基础上, 探索洪涝灾害空间分布特征, 寻求防洪抗涝的农业发展模式对降低农业洪涝灾害风险、减轻洪涝灾害损失具有重要意义。

洪涝灾害的遥感监测评估在国内外都已进行了多年的研究, 在洪水淹没范围提取研究方面, SHIH S F<sup>[6]</sup> 基于 Landsat MSS 数据, 利用密度分割法与非监督分类法提取水体, MATGEN P 等<sup>[7]</sup> 采用阈值法和区域生长法组合的方法对 SARA 影像进行洪水范围提取; 金哲等<sup>[8]</sup> 采用种子蔓延算法为理论基础, 利用 GIS 空间分析与建模原理计算了一定水位线以下的淹没区; 张依欣等<sup>[9]</sup> 进行了不同尺度和平台的多种遥感数据源的水体信息提取方法研究, 为洪水灾害监测和评估提供基础信息依据; 沈定涛等<sup>[10]</sup> 提出了一种面向海量 DEM 数据的洪水淹没区生成算法分块压缩追踪法, 解决了海量地形数据下淹没分析计算问题。在灾后评估研究方面, 王恩<sup>[11]</sup> 采用了 GIS 技术进行了农村地区洪灾经济损失评

估, 得出家庭财产损失和农业生产损失是最要的组成部分; 石涛等<sup>[12]</sup> 进行了暴雨洪涝风险评估的 GIS 和空间化应用, 解决了洪涝灾害风险难以精细化、量化评估问题。不同的地区洪涝灾害监测与评估的方式不同, 但在洪涝灾害监测与评估方面针对县域类型的小区域农业洪涝灾害监测与评估的研究较少。

鉴于此, 笔者在遥感和 GIS 技术的支持下, 使用 Landsat 8 遥感影像数据, 提取望江县地区洪灾淹没范围并评估乡镇级农业洪涝灾害灾情, 分析研究区洪涝灾害发生的空间分布规律, 旨在为安庆农业可持续发展和防灾减灾政策的制定提供科学依据。

## 1 技术路线

该研究内容主要分为洪灾淹没范围提取以及在淹没信息提取成功的基础上进行农业洪涝灾害灾情评估 2 部分, 技术流程如图 1 所示。

首先, 对获取到的研究区灾前与灾后 OLI 遥感影像数据进行一系列预处理, 主要包括图像融合、图像裁剪、辐射定标、大气校正; 其次, 基于预处理得到的数据结合望江县土地规划资料采用最大似然法进行监督分类, 得到望江县的土地利用信息, 进而得到望江县农业用地分布信息; 再次, 结合波谱特征分别对灾前、灾后洪水水体信息进行识别与提取, 然后将正常水体信息与洪涝灾害发生后的水体分布信息作空间差值运算得到洪涝灾害淹没范围, 从而利用 GIS 的空间叠加分析功能将洪水淹没范围与本底的行政区划图、农业用地分布图进行叠加分析最后得到洪灾损害及其空间分布信息。

**1.1 数据来源** 望江县位于南部平原, 全县总面积 1 357.37 km<sup>2</sup>, 耕地多分布在东南部平原地区。望江县降水量充沛, 但季节和年际变化大, 降水多集中于夏季。独特的

**基金项目** 大学生创新创业训练计划项目(2018CXXL045)。

**作者简介** 曾微波(1978—), 男, 湖南湘乡人, 讲师, 博士, 从事 GIS 集成与开发、水利信息化、虚拟现实研究。\* 通信作者, 从事地理信息系统集成与开发研究。

**收稿日期** 2019-05-14; **修回日期** 2019-06-05

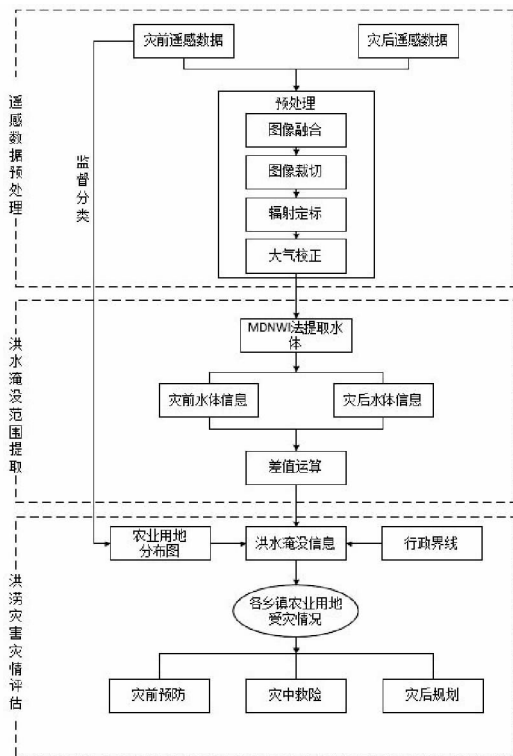


图1 GIS技术流程

Fig. 1 Technical procedure of GIS

地理条件、特定的气候条件以及频繁的人类活动共同作用,使得安庆市望江县成为农业洪涝灾害受灾严重的地区之一,对望江县的农业生产造成了极大危害。

选用数据包括云量较少、影像清晰的2016年洪灾前Landsat 8遥感数据和2016年灾后Landsat 8数据。Landsat 8在空间分辨率和光谱特性等方面与Landsat 1~7保持了基本一致,卫星一共有11个波段,波段1~7,9~11的空间分辨率为30 m,波段8为15 m分辨率的全色波段,卫星每16 d可以实现1次全球覆盖,具体波段信息如表1所示。

表1 Landsat 8波段特性比较

Table 1 Comparison of the Landsat 8 band features

| Landsat 8_OLI | 波长<br>Wavelength/ $\mu\text{m}$ | 空间分辨率<br>Spatial resolution/m |
|---------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Band1-Coastal | 0.43~0.45                       | 30                            |
| Band2-Blue    | 0.45~0.51                       | 30                            |
| Band3-Green   | 0.52~0.59                       | 30                            |
| Band4-Red     | 0.64~0.67                       | 30                            |
| Band5-NIR     | 0.85~0.88                       | 30                            |
| Band6-SWIR1   | 1.57~1.65                       | 30                            |
| Band7-SWIR2   | 2.11~2.29                       | 30                            |
| Band8-Pan     | 0.50~0.68                       | 15                            |
| Band9-Cirrus  | 1.36~1.38                       | 30                            |

## 1.2 数据预处理

(1) 遥感数据预处理。Landsat 8得到的数据为Level1T级别,已经过辐射校正和几何校正,所以一般情况下可以直接使用而不需要几何校正。所需预处理主要包括图像融合、图像裁剪、辐射定标、大气校正等。

(2) 土地分类。为得出望江县农业用地分布图用于后期农业洪涝灾害评估,笔者采用最大似然法进行监督分类,并结合望江县土地利用规划资料对望江县土地利用类型进行了划分,将其划分为水体、林地、建设用地、农业用地4类。

## 2 洪灾淹没范围提取

自然界中各类客体在电磁波波谱的各波段上反应的特征不尽相同。在近红外和中红外波段,水体反射的能量很少,相比之下土壤、植被及城市在近红外波段反射的能量较高。由于水体的辐射水平比其他地物相对较低,因此在彩色遥感影像上的显示为暗色调。水体的这一光谱特征成为提取水体信息的重要理论支撑。基于此,可将预处理得到的数据结合波段特征进行洪水水体信息的识别与提取。

**2.1 多源遥感数据水体信息提取研究** 遥感技术对空间信息的获取具有非常强的优势,目前所拥有的低、中、高等不同分辨率以及全色、多光谱、融合等不同种类的遥感数据可以在洪涝灾害评估的空间信息的获取中发挥重要作用<sup>[13]</sup>。水体提取中比较常用的方法主要有监督分类法、单波段法、多波段法。

监督分类法是根据已知训练区提供的水体样本,通过选择特征参数,求出特征参数作为决策规则,建立判别函数以对各待分类影像进行图像分类,该方法人为主观因素较强且耗时较多,因此不适用于该研究区域;单波段法利用水体与非水体在遥感影像上反射率或亮度值之间的差异,选定一定的阈值反复试验提取水体<sup>[14]</sup>,该方法受阴影干扰比较大,难以提取较窄水体。考虑到望江县内存在山体地形以及众多细小支流,不采用该方法。多波段法主要利用遥感影像各波段之间的综合关系来提取水体信息,可分为谱间关系法和水体指数法,谱间关系法是通过分析地物在各光谱曲线上的特征,用逻辑判断提取出水体信息。水体指数法是利用水体同背景地物反射特性差异最大的2个波段进行代数运算,增大差异并通过阈值分析提取水体信息<sup>[15]</sup>。目前,典型的水体指数有归一化水体指数<sup>[16]</sup>(normalized difference water index, NDWI)、改进的归一化水体指数<sup>[17]</sup>(modified normalized difference water index, MNDWI)、增强型水体指数(enhanced water index, EWI)、新型水体指数(new water index, NWI)等。

**2.2 水体提取** 各水体指数在水体信息提取方面都取得了较好的效果,但是每种指数方法都有其局限性与适用性。适用于该研究区域地形的应用较为广泛的主要是MCFEETERS S K<sup>[16]</sup>提出的归一化差异水体指数和徐涵秋构建的改进型归一化差异水体指数。

NDWI法只考虑了植被因素,却忽略了土壤/建筑物这一重要地类,通过NDWI法提取出来的水体信息因为绿光反射率高于近红外波段,往往造成土壤/建筑物与水体信息混淆。徐涵秋<sup>[17]</sup>针对该问题提出了改进的归一化差异水体指数MNDWI法,在归一化差异水体指数分析的基础上,对构成该指数的波长组合进行了修改,MNDWI比NDWI更好地揭示水体细微特征。

基于上述认识并结合区域内地形情况,采用改进的归一

化差异水体指数法进行水体的提取。改进的归一化差异水体指数 MNDWI 模型为

$$\text{MNDWI} = \frac{\text{Green} - \text{MIR}}{\text{Green} + \text{MIR}}$$

式中, Green 指绿色波段, MIR 指中红外波段, 在 Landsat 8 OLI 影像中则分别为第 3 和 6 波段。与其他指数相比, MNDWI 指数的优势在于不仅能够通过 NDWI 指数一样极化水体与植被之间的影像差异, 而是因为利用了建筑物的反射率从近红外波段到中红外波段骤然转强、水体反射率则从近红外波段到中红外波段持续降低的特性, 从而解决了水体提取中难以消除阴影的难题。

查阅资料以及试验比较显示, 该研究使用 ENVI 5.3 软件采用改进的归一化差异水体指数对经过预处理的研究区遥感影像数据进行水体的增强, 首先获得水体增强影像图, 然后取阈值为 0 对 MNDWI 指数影像中的水体进行提取, 最后将提取出的水体信息矢量化, 提取的灾前水体与灾后水体结果如图 2 所示。

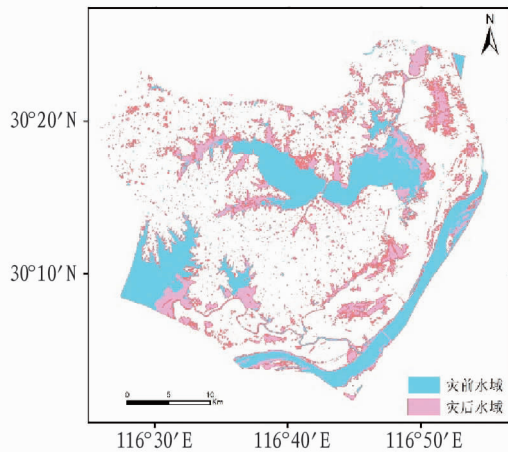


图 2 2016 年望江县灾前、灾后水域分布

Fig. 2 Distribution of water area before and after disasters in Wangjiang County in 2016

### 3 洪灾范围计算与灾情评估

洪水淹没范围的确定是洪涝灾害进行损失评估的重要环节, 快速准确地获取洪水淹没范围在救灾减灾工作中具有重要意义。洪水淹没按照淹没成因分为无源淹没和有源淹没, 该研究采用无源淹没分析方法获取相应淹没范围。

将 ENVI 5.3 软件中提取出的灾前正常水体信息与灾后水体信息转换成矢量数据, 在 ArcGIS 软件中对水体提取结果进行空间差值运算从而得到洪水淹没的水体空间信息。将洪水淹没的水体空间信息与望江县行政区划图、望江县农业用地分布图进行叠加, 得到洪水淹没信息提取的最终结果, 用来评估洪涝灾害对乡镇农业的影响。洪灾淹没信息专题如图 3 所示。

根据叠加结果结合调查资料可知, 截至 7 月 9 日望江县全县受灾人口约 2.5 万人, 倒塌房屋 44 户 310 间。在本次洪涝灾害中整体经济损失超过  $7.70 \times 10^8$  元, 其中农业损失一项就超过  $6.30 \times 10^8$  元。农作物受灾面积达到约  $370 \text{ km}^2$ , 受

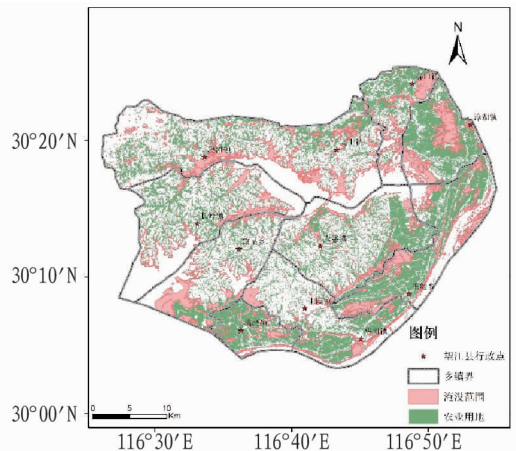


图 3 洪灾淹没信息专题

Fig. 3 Special report on flood inundation information

灾比例达到 43.23%。精度评价显示, 研究提取得到的洪水淹没信息提取的总体精度为 92.17%。

通过 GIS 空间分析技术可直观地展示不同乡镇区域在洪涝方面的农业用地受灾程度, 为不同区域在洪涝灾害的防御提供参考。漳湖镇、雷池乡、赛口镇等受灾较为严重的乡镇应加强对农业洪涝预防应急预案的制定, 同时加强对各农业水利工程建设, 从而降低洪涝灾害带来的损失; 另一方面, 危险程度较低的乡镇也要紧密配合, 从整体预防和规划的角度对洪涝进行治理, 从而促进安庆市望江县农业的可持续发展。

望江县地形非常容易发生洪涝灾害, 因此水利工程起到了至关重要的作用。1998 年长江中下游特大洪涝灾害后, 望江县开始通过水利工程的建设改善洪涝状况, 但当前的防洪抗涝设施仍远不能满足发展需求。调查发现, 当地围湖垦田现象日趋严重, 导致望江县抗洪形势严峻。望江县的洪涝灾害依旧对当地的农业发展以及人民的生活造成巨大影响。通过遥感技术与 GIS 技术的结合进行灾情评估, 可以快速估算损失, 参考类似地区的洪涝灾害情况并结合当地实际情况提出合适的抗洪救灾措施, 在抗洪救灾时明确目标任务, 将灾中救援任务与灾后重建任务落到实处, 从而减少洪涝灾害对农业生产带来的损失。

望江县是整个安庆地区脆弱性的高值区, 以农业经济为主, 医疗卫生条件差。因此, 提高行洪排涝的能力、完善排水设施以减少田间积水、提高医疗卫生水平和及时的灾后物资补给对抗洪抢险至关重要。此外, 应加大对农民技能培训、农业知识和农业保险知识宣传等, 从而保障农户的灾后恢复能力。科学合理地处理农业洪涝灾害可以减少大量损失, 在未来的抗洪救灾中, 遥感技术与 GIS 技术应当被更加广泛地利用, 从而更好地服务于洪灾的防治、监测与灾情评估。

### 4 结语

该研究采用 OLI 影像, 提取了 2016 年望江县地区农业洪灾淹没范围, 并对乡镇级农业洪涝灾害灾情进行了评估, 结果表明 MNDWI 水体指数法在小区域范围内的洪涝灾害水体信息提取方面表现出很好的适用性, 可实现较高精度的

洪水信息提取。但遥感与GIS技术的结合能准确、快速地呈现灾后可洪水淹没范围,表现农业用地淹没状况。因此,该研究对小区农业洪涝灾害的监测与评估具有一定的借鉴意义。

目前国内外自然灾害风险的评估方法与技术手段等方面的研究仍未达成完全的共识,且评估资料有限,因此完全、精确地评估农业洪涝灾害存在一定的难度。

### 参考文献

- [1] 杨昆,黄诗峰,辛景峰,等.水旱灾害遥感监测技术及应用研究进展[J].中国水利水电科学研究院学报,2018,16(5):451-456,465.
- [2] 霍治国,范雨娟,杨建莹,等.中国农业洪涝灾害研究进展[J].应用气象学报,2017,28(6):641-653.
- [3] 尹晓媛,付星基,刘甲明,等.遥感技术在农业灾害监测中的应用[J].南方农业,2017,11(20):110-112.
- [4] 张会,张继权,韩俊山.基于GIS技术的洪涝灾害风险评估与区划研究:以辽河中下游地区为例[J].自然灾害学报,2005,14(6):141-146.
- [5] 杨文华.基于GIS的农业洪涝灾害风险评估模型[J].农业工程,2018,8(2):77-80.
- [6] SHIH S F. Comparison of ELAS classification and density slicing Landsat data for water-surface area assessment [C]//JOHNSON A I. Hydrologic applications of space technology. Wallingford:IAHS Press,1985:91-97.
- [7] MATGEN P,HOSTACHE R,SCHUMANN G,et al. Towards an automated

- SAR-based flood monitoring system;Lessons learned from two case studies [J]. Physics and chemistry of the earth,2010,36(7):241-252.
- [8] 金哲,肖旒旒.基于GIS的洪水淹没区分析[J].吉林水利,2014(6):30-32,37.
- [9] 张依欣,张涛,刘芳,等.基于多源遥感数据的水体信息提取研究[J].测绘与空间地理信息,2014,37(5):47-50.
- [10] 沈定涛,王结臣,张煜,等.一种面向海量数字高程模型数据的洪水淹没区快速生成算法[J].测绘学报,2014,43(6):645-652.
- [11] 王恩.基于GIS的农村地区洪灾经济损失评估技术研究[J].山西建筑,2017,43(9):205-207.
- [12] 石涛,马菊,谢五三,等.暴雨洪涝风险评估的GIS和空间化应用[C]//中国气象学会.第33届中国气象学会年会S1灾害天气监测、分析与预报.北京:中国气象学会,2016:1.
- [13] 谢敏,刘占宁.基于多尺度多源遥感信息的水体提取方法对比研究[J].内蒙古科技与经济,2018(8):95-98.
- [14] 潘方博,毛磊,胡乃勋.基于遥感影像的水体提取方法对比[J].河南科技,2015(22):149-151.
- [15] 王嘉芃,刘婷,俞志强,等.基于COSMO-SkyMed和SPOT-5的城镇洪水淹没信息快速提取研究[J].遥感技术与应用,2016,31(3):564-571.
- [16] MCFEETERS S K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features [J]. International journal of remote sensing,1996,17(7):1425-1432.
- [17] 徐涵秋.利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J].遥感学报,2005,9(5):589-595.

(上接第206页)

### 3 结论与讨论

试验结果表明,产地不同,白术在外观性状、挥发油含量、挥发油成分及其相对百分含量等方面均有一定的差异。

白术是浙江道地药材,在浙江种植历史悠久,种植技术规范,质量佳,栽培面积大,产量曾达全国80%~90%,被广泛研究和报道,但近年来浙江房地产经济快速发展,浙术种植面积减少,导致其产量骤减,供不应求,为解决供需关系,相邻地区包括安徽、河南及外产区湖南、湖北等地大力开展白术种植,市场白术的供应量有所提高。据资料报道<sup>[10]</sup>,湖南、江西、湖北等引种白术产量、质量都可与浙术媲美,该研究显示,湖南、安徽及湖北白术挥发油含量与浙江差异不大,均在1%左右,在挥发油含量接近的湖南、浙江、湖北及安徽4个产区中,其中3个产区的油中苍术酮相对百分含量均较浙江高,试验结果与资料报道基本相符。

白术主要药效成分为苍术酮及白术内酯类物质<sup>[7]</sup>,试验数据显示苍术酮在各产区挥发油成分中的相对百分含量均最高,但均未检出白术内酯类物质,与文献报道相符<sup>[7,11]</sup>。苍术酮为白术中特征性挥发成分,具有抗肿瘤、胃溃疡及解毒利胆<sup>[7,12]</sup>、保护肺急性损伤<sup>[13]</sup>等药效,共有成分 $\alpha$ -香附烯酮具有抗痛经的药理作用<sup>[14]</sup>,共有成分 $\beta$ -芹子烯具有抗急性炎症的作用<sup>[15]</sup>。该试验对不同产区白术性状、挥发油含量及其成分进行分析,可为白术质量评价提供一定参考

依据。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2015年版一部[S].北京:中国医药科技出版社,2015:103-104.
- [2] 彭华胜,王德群.白术道地药材的形成与变迁[J].中国中药杂志,2004,29(12):1133-1135.
- [3] 杨舒婷,龚华栋,赵云鹏,等.产地与种源对白术药材质量的影响[J].中药材,2013,36(6):890-892.
- [4] 毕雨洁,张敬,陈苏菲,等.微乳液相色谱法同时测定白术中白术内酯I、II的含量[J].药物分析杂志,2016,36(8):1392-1398.
- [5] 孙学,文红梅,崔小兵,等.HPLC-PDA指纹图谱结合UFLC-Q-TOF/MS定性鉴别评价不同产地白术药材质量[J].中草药,2016,47(19):3494-3501.
- [6] 张兵,张丽娜,韩鹏军,等.白术中3种内酯成分的含量测定及指纹图谱研究[J].天津中医药大学学报,2018,37(5):411-415.
- [7] 曾志,周育妹,沈妙婷,等.3个不同产地白术的挥发性化学成分比较[J].华南师范大学学报(自然科学版),2015,47(5):78-83.
- [8] 王虹.白术挥发油的提取、氧化分解及抗肿瘤研究[D].太原:山西大学,2011.
- [9] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:四部[S].北京:中国医药科技出版社,2015:附录203.
- [10] 王惠清.中药材产销[M].成都:四川科学技术出版社,2007:103-106.
- [11] 刘朋朋,刘永刚,张宏桂,等.安徽产白术挥发油化学成分分析[J].人参研究,2011,23(4):31-33.
- [12] 耿玮,梁巍,叶智斌,等.苍术酮对结肠癌细胞HT29凋亡的机制[J].中成药,2018,40(4):937-940.
- [13] 陈天阳,刘廷亮,侯天禄,等.苍术酮对急性肺损伤小鼠保护作用的研究[J].现代中西医结合杂志,2018,27(24):2623-2626.
- [14] 郭慧玲,董能峰,胡律江,等.基于成分敲出策略辨识四制香附抗痛经的主要效应成分[J].中国实验方剂学杂志,2017,23(10):34-38.
- [15] 蒙丽丽,刘红星.气相色谱质谱法分析芒果叶挥发油成分[J].安徽农业科学,2009,37(27):12906-12907.