综上所述，^{60}Co-γ射线辐照诱导穿心莲变异的适宜辐照剂量范围为50～200 Gy。后续可进一步根据^{60}Co-γ射线对穿心莲种质的辐射效应，从中筛选出优良突变单株，并深入研究辐照对穿心莲生长发育、开花、结实的影响及作用机制，为扩大穿心莲种质资源的多态性、培育高产优质的穿心莲新品种提供理论依据。

参考文献

[1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典.一部[S].2015年版.北京：中国医药科技出版社，2015：268.

[2] 邵艳华，王建刚，吴向维，等.穿心莲种质资源调查研究[J].中国现代中药，2013，15(2)：112-117.

[3] 陈元生，罗战勇，郭尚志，等.穿心莲种质资源的评价与利用初报[J].广东农业科学，2005，4(1)：5-7.

[4] 张晓，唐力英，吴宏伟，等.穿心莲现代研究进展[J].中国实验方剂学杂志，2018，24(18)：222-234.

[5] 陈淑英，王玉英，李叶芳，等.洋桔梗Ceremony Orcmge品种辐射诱变育种[J].江苏农业科学，2018，46(10)：134-137.

[6] 刘建光，王永强，赵贵元，等.重离子辐照诱变育种应用及其生物学效应研究进展[J].作物杂志，2016(3)：12-16.

[7] 赵林姝，刘录祥.农作物辐射诱变育种研究进展[J].激光生物学报，2017，26(6)：481-489.

[8] 屠礼刚，丁建平，马忠社，等.荷花辐照育种技术初步研究[J].现代园艺，2016(7)：21-22.

[9] 陈伟祥，黄佳佳.两种植物叶面积测定方法的比较研究[J].吉林农业，2010，5(10)：50-51.

[10] 马爽，李文建，周利斌，等.观赏植物诱变育种的研究现状和展望[J].核农学报，2007(4)：378-382.

[11] 杨兆民，张璐.辐射诱变技术在农业育种中的应用与探析[J].基因组学与应用生物学，2011，30(1)：87-91.

[12] 于虹漫，陈宗瑜.花卉的辐射敏感性[J].内蒙古农业科技，2004(1)：34、36.

[13] 李树发，张颢，邱显钦，等.切花月季^{60}Co γ辐照诱变育种初报[J].核农学报，2011，25(4)：713-718、833.

[14] 吴世长，戴红燕，胡开伦，等.^{60}Co-γ射线不同剂量辐射黑稻M_1代性状研究[J].西昌学院学报(自然科学版)，2007，21(1)：13-17.

[15] 郭爱桂，刘建秀，郭海林，等.辐射技术在国产狗牙根中的初步应用[J].草业科学，2000，17(1)：45-47.

[16] 崔嘉欣，张从宇.^{60}Co-γ射线诱导重庆面包麦M_2代群体变异及聚类分析[J].安徽农学通报，2014，20(23)：15-18.

(收稿日期：2019-06-20　修回日期：2019-10-30)

(编辑：段思怡)

Δ 基金项目：国家发改委卫星应用及产业化项目(No.2013-2140)；现代农业产业技术体系建设专项项目(No.CARS-21)；江西省卫生计生委中医药科研课题(No.2017B071)；中药原料质量监测体系建设项目(No.财社〔2014〕76号)

* 研究实习员。研究方向：中药资源循环利用。E-mail：zenght1991@163.com

通信作者：副研究员。研究方向：中药资源调查。E-mail：xiaoqingwang@163.com

ABSTRACT OBJECTIVE：To provide reference for the development and sustainable utilization of TCM industry with regional characteristics. METHODS：Taking Shicheng county of Jiangxi province as an example，field investigation was carried out on *Paeoniaceae suffruticosa* planting base in the county，a few representative *P. suffruticosa* planting bases in the county were selected as sample points，and GPS was used to locate and record the location information of sample points. The remote sensing image was automatically extracted by computer，the artificial visual interpretation method was used to get *P. suffruticosa* planting area image. Then combined with the field inspection verification，*P. suffruticosa* planting area was obtained，and the investigation results were analyzed. RESULTS：Through remote sensing interpretation of the planting area of *P. suffruticosa* in Shicheng county，it was obtained that the total planting area of *P. suffruticosa* in Shicheng county was 42 597 951.505 square meters（63 864.995 mu）in 2018，accounting for about 33% of the cultivated land area，which was 42.12% higher than the conventional planting area of 44 936 mu in 2013. The distribution of *P. suffruticosa* planting in Shicheng county was mainly concentrated in Xiaosong town and Fengshan town in the north，and Daqu town and Pingshan town in the south. CONCLUSIONS：Remote sensing technology has the advantages of fast data acquisition，large amount of information，high accuracy and strong timeliness，which greatly avoids the complexity of work，saves a lot of manpower and material resources. The technology can provide technology support for obtaining the regional planting area and distribution information of TCM such as *P. suffruticosa*，dynamic monitoring，scientific warning of the market status of TCM，and guiding the large-scale，standardized and intensive development of TCM cultivation.

KEYWORDS Precision poverty alleviation；TCM planting area；Remote sensing technique；Shicheng county

中药材是中医药事业传承和发展的物质基础，是关系国计民生的战略性资源，其凭借独特的药效优势，近几十年逐渐得到全球学者的认可，相关产业也随之不断发展，中药材产业发展对贫困地区经济进步与群众增收脱贫影响的研究已成为专家学者的研究热点课题[1-3]。精准扶贫是我国目前一项重要的国家战略。当前农业产业依然是我国贫困地区贫困人口增收脱贫的主要产业类型，依托区域资源禀赋发展的特色产业化扶贫逐渐成为近几年全国贫困地区正在实践的一种新型扶贫方式。

传统的中药材种植分布、面积及产量监测主要通过上报统计和实地调查，不仅耗时耗力，且难以全面反映其种植面积、分布信息及动态变化。遥感技术具有覆盖面积大、数据更新周期短、监测方法经济有效等一系列优点，将其应用于快速监测中药材种植的分布和动态变化，可以为相关部门指导中药材的合理种植提供决策依据[4]。本研究以江西省石城县中药材种植情况为对象，应用遥感技术提取中药材种植面积与分布信息，旨在为决策层和种植户及时、准确地掌握中药材种植信息，进而实现中药材产业发展和可持续利用提供参考。

1 石城县白莲发展现状

石城县隶属于江西省赣州市，位于江西省东南部，是江西省的母亲河赣江的源头，东经116°05′46″至116°38′03″、北纬25°57′47″至26°36′13″。石城县位于赣州市东北部，东邻福建省宁化县，南抵瑞金市及福建省长汀县，西毗宁都县，北靠抚州市广昌县[5-6]。全县辖10个乡（镇）、131个行政村，总面积1 581.53平方公里，其中山地面积2 111 347亩，耕地面积192 646亩，水面面积57 794亩，分别约占总面积的89%、10%和3%；总人口32万，其中农业人口25.6万，占84.76%。

省际边界地区是指以省级边界线为起点向行政区内部横向延伸一定宽度所构成的沿边界纵向延伸的窄宽型区域，这类地区在经济发展中往往处于劣势[7]。石城县是典型的山区农业县，由于地理历史等原因，石城县经济发展缓慢，成为国家扶贫攻坚的重点区域。石城是著名的“中国白莲之乡”、全国三大籽莲（江西赣莲、湖南湘莲、福建建莲）的主产区之一。其白莲种植历史悠久，石城县白莲种植可追溯至光绪末年。20世纪80年代起，通过县委县政府的积极引导和支持，白莲迅速成为石城县种植面积最大的农业作物。

白莲是应用历史悠久、药食两用的大宗中药材，石城县白莲色白、粒大、味甘清香，兼具食用滋补及保健功能，除真空冻干鲜莲、速冻鲜莲等品种，还有如莲子麦片、莲子粉、莲子罐头等食品。药用据《本草纲目》记载，莲子交心肾、厚肠胃、固精气、强筋骨、补虚损、利耳目、除寒湿、止脾泄久痢、赤白蜀，可治疗女人带下崩中诸血病。莲子性平，可补脾、养心、涩肠、固精、清心火、培补气血，主治脾虚泄湾、遗精、带下等症[8]。除莲子外，荷叶、莲蓬、荷花、莲须、莲心、藕节等均具有较高的食用和药用价值，莲系列产品加工过程的下脚料莲秆、莲籽壳亦是极好的食用菌原料。

近年来，随着农业产业结构调整和种莲比较效益攀升，石城县白莲种植规模逐步壮大，农民种莲收益稳步提升，白莲已成为该县农业经济的主导产业和农民脱贫致富的支柱产业之一。据统计，截至2017年石城县白莲种植面积达8万亩，总产值约3.6亿元，按照户均种植面积2.8亩、亩产干莲150斤、售价30元/斤计算，贫困户从白莲产业获得的户均收入达到12 600元[9]。为提高白莲

市场占有量，增加白莲产品附加值，石城县着力于延伸白莲产业链，重点扶持白莲加工企业，联合多家科研机构研制出多种特色新产品，使白莲产业形成集生产、加工、销售为一体的产业群，积极引导其向工业、旅游业发展，形成区域性产业结构，帮助农民扩大就业门路，转移农村剩余劳动力，有利于促进县域产业经济合理化。

2 石城县白莲种植信息及分析

2.1 样点数据收集

通过对石城县白莲种植基地进行实地调查，选取县域内少数具有代表性的白莲种植基地为样点，利用GPS进行定位，记录样点位置信息（如表1所示），并与种植户就白莲栽培面积、产量、产值、加工及销路等进行座谈交流后收集相关信息。

表1 石城县白莲种植样点信息

Tab 1 Sample point information of *P. suffruticosa* planting

序号	经度	纬度	地名
1	116° 20′ 16.38″	26° 22′ 27.12″	石城县小松镇竹权下
2	116° 31′ 54.23″	26° 28′ 34.97″	石城县高田镇瓦桥头
3	116° 32′ 40.1″	26° 28′ 26.16″	石城县高田镇上温寮
4	116° 31′ 02.62″	26° 27′ 36.31″	石城县高田镇祠江村
5	116° 19′ 50.46″	26° 23′ 36.12″	石城县小松镇新屋下
6	116° 19′ 43.22″	26° 24′ 18.92″	石城县小松镇高坝
7	116° 19′ 39.67″	26° 25′ 21.57″	石城县小松镇罗源
8	116° 20′ 22.82″	26° 23′ 02.33″	石城县琴江镇长天村
9	116° 24′ 48.75″	26° 25′ 43.06″	石城县丰山乡上坑村
10	116° 27′ 05.84″	26° 25′ 35.14″	石城县丰山乡龙凤堂

2.2 数据选取及预处理

白莲遥感解译的野外验证数据来源于2018年10月的地面调查和高空分辨率遥感影像，综合石城县白莲的生长和生产特征以及图像质量分析，本研究选取2018年7月3日的资源三号（ZY-3）卫星遥感影像1A级产品，包括多光谱数据和全色数据。采用Landsat8-OLI影像的level1T级产品作为基准影像，以30 m的ASTER DEM影像对ZY-3的多光谱数据进行正射校正，生成5.8 m的多光谱影像，校正误差均值为2.53个像元[10]。由于同一物体或性质相同的物体在不同条件（或相同条件）下具有不同的反射率而表现出不同色调，因此以多光谱数据为基准影像，对全色数据进行配准，生成2.1 m的全色影像，配准的误差为0.65个像元；最后进行辐射校正、大气校正和主成分变换（PC）融合，得到2.1 m的多光谱融合数据。

2.3 遥感数据解译及验证

将采集到的样点数据信息导入已加载的以ZY-3卫星数据为数据源的石城县遥感影像的ENVI 5.3（64-bit）软件中，对获取的遥感数据进行多尺度分割，选择提取白莲种植地块的最优分割尺度，采用人工目视解译的方法对石城县白莲种植区域进行精确提取。将分割提取到的整个石城县区域内的白莲种植地数据导入ArcMap 10.3软件并计算其面积，再进行实地考察验证，最终绘制得到石城县白莲种植区分布图。

3 石城县白莲种植面积调查结果

石城县白莲种植区分布图显示，石城县白莲种植总面积为42 597 951.505平方米（63 864.995亩），约占耕地面积的33%，其中最大的模块面积为149 440.96平方米（224.05亩），与2013年统计绘制所得石城县白莲种植面积44 936亩[9]相比，2018年该县白莲种植面积总体扩大约42.12%。石城县白莲种植分布详见图1。根据石城县乡镇行政区划图可知，石城县白莲种植主要分布在县城以北，主要集中在小松镇和丰山镇，南部则以大曲乡和屏山镇种植较多。

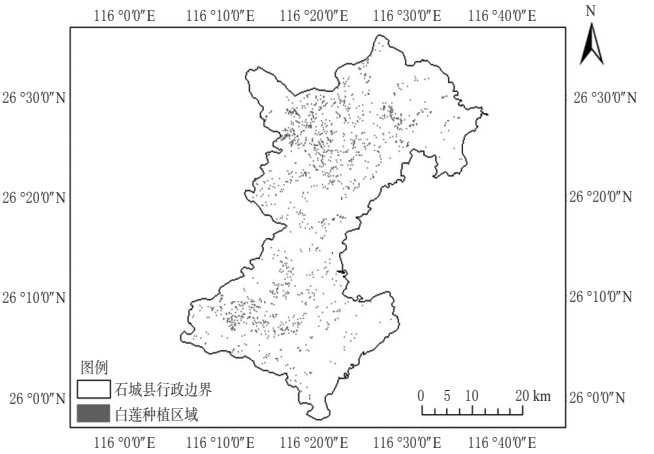

图1 2018年石城县白莲种植分布图

Fig 1 Distribution map of *P. suffruticosa* planting in Shicheng county in 2018

4 遥感技术在石城县白莲产业发展中的应用

4.1 白莲种植面积与产量估算

随着中药材在中医药事业和健康服务业发展中的基础地位日益突出，以及国家对中药材种植监测体系的要求越来越高，快速准确地获取中药材种植面积、分布和产量等信息在中药材产业发展中尤为重要。常规的统计调查存在数据获取难、周期长、时效性和准确度低等问题，难以满足中药材种植生产管理的需求，已不能适应当下经济发展的需要。本研究尝试利用卫星遥感技术进行石城县白莲种植面积的提取，在利用计算机自动提取的遥感影像中，采用人工目视解译法得到白莲种植区域图像，再根据实地考察验证，最终得到白莲种植面积，估算出产量，具有数据获取速度快、信息量大、准确度高且时效性强等优势，极大地避免了工作复杂性、节省了大量人力、物力。综上可知，通过遥感技术提取到石城县2018年白莲种植面积为63 864.995亩，相比

2013年常规统计的白莲种植面积(44 936亩)增长了42.12%,表明石城县白莲种植作为县扶贫产业项目已取得十分显著的作用,白莲产量的增加极大推动了县产业经济发展。基于遥感技术的石城县白莲种植面积提取策略可为其他地区推进中药材种植质量保障与产业持续健康发展提供参考。

此外,中药材产量的估算也是遥感监测技术的重要内容之一,通过作物独特的反射波,遥感监测技术可在识别作物种类的基础上,观察作物的生长情况,并结合所提取的种植面积信息,进而准确地估算其产量。

4.2 制定白莲产业发展计划及相关政策

中药材产业作为一项具体的扶贫实施项目,离不开相关政策的扶持与支撑。中药材产业扶贫必然也离不开科技的投入,借助于卫星遥感技术和方法,获得区域白莲种植面积及分布信息,动态监测、科学预警中药材市场状态,引导中药材种植向规模化、规范化、集约化发展,可有效防范中药材产业市场风险,提高产业驱动经济能力,防止返贫困现象的发生。

4.3 不足及建议

实地走访中发现,除白莲作为石城县经济的主导和支柱产业外,该县的薏苡也已列入扶贫项目,且取得一定规模,此外,该县还有林下或大棚种植的七叶一枝花、八角莲、多花黄精等中药材。通过实地考察发现,石城县薏苡少数为集中式种植,多数为小面积或与其他作物套种或间作,而七叶一枝花、八角莲、多花黄精等属林下或大棚种植的中药材,由于多源数据在空间光谱分辨率上尚存在不足,利用多源遥感数据进行识别效果较差,上述药材的客观准确的种植面积均难以获取,因此需要引入更高空间分辨率的光谱影像,以提高遥感分类精度,对种植结构及种植地形区复杂的中药材进行遥感识别、监测和分析。相信该项技术的应用将为科学者和决策者提供科学客观的信息,为中药材产业精准扶贫提供有力的技术支撑。

参考文献

[1] 刘洪强,常峰,杨莎莎.中药材产业化扶贫开发对策研究:以陕西省安康市镇坪县为例[J].陕西农业科学,2016,62(1):102-105、109.

[2] 黄璐琦,苏钢强,张小波,等.中药材产业扶贫重点优先区域划分和推荐种植中药材名录整理[J].中国中药杂志,2018,42(22):4319-4328.

[3] 马楠.扶贫视域下中药材产业发展研究综述与展望[J].中国中药杂志,2018,43(19):3801-3805.

[4] 戴晨曦,谢相建,徐志刚,等.中草药材种植遥感监测与分析:以云南省文山和红河地区三七种植为例[J].国土资源遥感,2018,30(1):210-216.

[5] 温涌泉.扶贫重点村开展新农村建设工作的切入点:以江西省石城县扶贫重点村为例[J].理论视点,2007(8):15-16.

[6] 刘光楠.石城县白莲产业扶贫的现状与建议[J].基层农技推广,2018,6(6):88-89.

[7] 黄燕.精准扶贫视角下省际边界地区产业协调发展研究:以赣州石城县为例[J].农村实用技术,2018(7):43-45.

[8] 赖秀红.石城县白莲产业发展研究[D].南昌:江西农业大学,2012.

[9] 朱青,温冬青.基于SWOT分析的石城县白莲产业发展研究[J].对外经贸,2014(7):53-55.

[10] 史婷婷,张小波,曲晓波,等.基于面向对象分类的人参种植分布信息提取研究:以抚松县为例[J].中国中药杂志,2017,42(22):4353-4357.

(收稿日期:2019-07-09 修回日期:2019-11-12)

(编辑:孙 冰)

《中国药房》杂志——《化学文摘》(CA)收录期刊,欢迎投稿、订阅