

## 贵州省天麻种植的生态适宜度区划研究

尹剑<sup>1,2</sup>, 邱远宏<sup>1,2</sup>

(1. 贵州财经大学西部现代化研究中心, 贵州贵阳 550025; 2. 贵州财经大学大数据应用与经济学院, 贵州贵阳 550025)

**摘要** [目的]对贵州省道地药材天麻的生态适宜性进行评价,为产地中药资源合理种植提供参考。[方法]基于高程数据、气象栅格数据、土壤质地数据、土壤类型数据、土壤侵蚀数据、土地利用数据等,从地形适宜度、气候适宜度、土壤适宜度和土地利用适宜度4个方面,考察贵州省天麻的种植生态适宜性,借助空间分析技术将影响天麻生长的各类因素综合,获得贵州天麻种植的生态适宜性区划。[结果]黔西北是天麻种植生态适宜度的高度集中区,黔东南地区种植潜力也较大,但目前开发尚不充分,具有很大的发展潜力。[结论]贵州生态条件适合天麻药材产业发展,空间分析方法是一种有效的中药材种植区划方法。

**关键词** 天麻;生态适宜度;区划;贵州

中图分类号 S567.23\*9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)04-0230-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.04.061



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Ecological Suitability Regionalization for *Gastrodia elata* in Guizhou Province**YIN Jian<sup>1,2</sup>, QIU Yuan-hong<sup>1,2</sup> (1. Research Center for China Western Modernization, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang, Guizhou 550025; 2. College of Big Data Application and Economics, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang, Guizhou 550025)

**Abstract** [Objective] To evaluate the suitability of *Gastrodia elata* resources grown in Guizhou Province, and to provide references for rational planting of traditional Chinese medicine resources. [Method] The elevation data, meteorological grid data, soil texture data, soil type data, soil erosion data and land use data were collected. The ecological suitability of *Gastrodia elata* in Guizhou Province was investigated from four aspects of terrain suitability, climate suitability, soil suitability and land use suitability. The Ecological Suitability Regionalization of *Gastrodia elata* in Guizhou was obtained by integrating various factors with spatial analysis technology. [Result] Northwest Guizhou was a high concentration area of *Gastrodia elata* planting ecological suitability. The planting potential in the northeast of Guizhou Province was also great, but the development was not enough, so it had great development potential. [Conclusion] The ecological conditions in Guizhou were suitable for the development of *Gastrodia elata* planting industry. The spatial analysis method was an effective method for the regionalization of Chinese medicinal materials.

**Key words** *Gastrodia elata*; Ecological Suitability; Regionalization; Guizhou

天麻(*Gastrodia elata*)为兰科植物,以其干燥的块茎入药,是常用的名贵中药材,有息风止痉、平肝祛风、通络等功效<sup>[1]</sup>。目前,天麻主要为人工栽培,分布于四川、云南、贵州、陕西、湖北、湖南、辽宁、吉林、河南、福建等省,现以云南昭通、陕西汉中、湖北宜昌、安徽六安和贵州大方为天麻主流产区,且品质较高<sup>[2]</sup>。当前,随着人们养生意识的提高,天麻逐步突破传统药材用途,进入保健品、资源食品市场,许多天麻种植大省也开始不断推广并增加天麻的种植力度<sup>[3]</sup>。天麻是贵州重要的道地药材,也是中药产业发展的重点。在发展传统医学、中药脱贫政策的带动下,加大了天麻的投资种植和开发力度。由于贵州海拔落差高、气候差异大,对天麻进行生态适宜性分析、确定合理的开发种植空间是发展天麻产业的关键环节,关系到规范种植基地建立、优质药材收购、初级加工地选址等工作,对推进区域中药产业发展具有重要意义。

当前已经有一些研究对天麻的适宜性进行了区划。陈士林等<sup>[4]</sup>从全国尺度分析了天麻生长适合的生态因子范围,提出了最大生态相似度的全国布局建议。石子为等<sup>[5]</sup>基于空间信息技术分析了云南昭通天麻的生态适宜性。李顺会

等<sup>[6]</sup>综合了温度、降水、日照等气候因子,研究了贵州晴隆县天麻的气候适宜性。上述研究从土壤质地和气候因素为天麻种植区划提供了较丰富的建议。但是,当前天麻的种植适宜性研究集中于全国或县域尺度,空间分辨率不是过大就是过于微观,在大力发展天麻种植的当下,在省域范围研究更利于种植政策的制定<sup>[7]</sup>。鉴于此,笔者根据贵州省土地利用、土壤类型、气候生态特征,利用空间分析技术,对全省天麻的种植适宜性区划进行研究,为提高种植效率、保障中药产业科学布局提供参考。

**1 材料与方法**

**1.1 研究区概况** 贵州省位于我国西南地区云贵高原(103°36'E, 34°37'~39°13'N),是长江流域和珠江流域重要的水源地,东西长约595 km,南北相距约509 km。地势西高东低,面积约为176 167 km<sup>2</sup>,海拔平均1 100 m。山地和丘陵占据90%以上,广泛分布着喀斯特地貌,土壤以黄壤、黄棕壤和红壤为主。贵州大部分地区气候湿润,年均气温在14~16℃,年均降水量1 100~1 500 mm。森林覆盖率约为60%,位居我国前列。日照时数虽短,但受高原影响,总辐射量较高。贵州特殊的地理环境,孕育丰富的中药资源,可查中药资源共计4 294种<sup>[6]</sup>,中药种植潜力巨大<sup>[8]</sup>。贵州中药材种植面积4 167.6 km<sup>2</sup>,2020年上半年中药产量16.04万t,产值22.47亿元,是全国最有特色的道地药材生产基地。

**1.2 数据获取** 研究涉及地形、气候、土壤等几类空间数据,

**基金项目** 贵州省教育厅人文社会科学基地项目(2019jkd026);贵州省教育厅高校人文社会科学研究青年项目(2020DXS020);贵州省高校自然科学青年人才项目(黔教教KY字[2021]133)。

**作者简介** 尹剑(1984—),男,黑龙江哈尔滨人,副教授,博士,从事土地与资源科学研究。

**收稿日期** 2020-09-22; **修回日期** 2020-10-14

以及野外定点采样数据。地形数据包括数字高程 DEM 数据、坡度、坡向数据。考虑到贵州喀斯特地形,在分析地貌特征时需要较高空间分辨率,因此地形数据来源于中国科学院地理空间数据云平台 (<http://www.gscloud.cn>) 提供的 30 m 空间分辨率 DEM,坡度坡向数据由高程数据生成。气象数据来源于国家生态科学数据中心 (<http://www.cnem.org.cn/>) 提供的降水、气温、积温等气象栅格数据。土地利用、土壤数据和行政区边界来源于中国科学院资源环境科学与数据中心 (<http://www.resdc.cn>),土地利用为 30 m 空间分布,其他数据通过空间降尺度方法转换至 30 m 空间尺度。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 适宜性分析方案。**借鉴 GIS 空间分析方法实现适宜性区划分析。具体流程为:结合研究经验和研究基地的调研,首先确定道地药材天麻的生长环境因子;再将各影响因子转换为同一坐标体系的空间分布数据,找出天麻生长在各种影响因子下的条件生态适宜区;最后借助空间分析方法,对各条件适宜区进行叠加分析,得出天麻的适宜性分布范围、适宜性等级和区域种植潜力。

**1.3.2 天麻适合生长条件因子。**结合研究经验和大方、德江等研究基地的调研。总结出天麻的适生条件如下:

地形、气候、土壤是影响药材植株生长的三大关键因素。天麻生长受地形影响较大,西南地区天麻多生长于海拔 1 100 m 左右地区,乌天麻在 1 500 m 以上,过陡的坡地较难产出高质量天麻,因此坡度、坡向是重点考察的地形因子。气候对植物生长至关重要,其中降雨、温度和日照是三大关键指标。天麻属于非绿色植物,无性繁殖过程均在地下进行,因而光照对其影响非常小,因此参考同类研究暂时可不加入日照因子<sup>[6]</sup>。天麻主要以块茎入药,喜生长在较疏松的壤土中,土壤质地是影响天麻生根、繁殖出芽的关键指标,同时,土壤类型可体现肥力厚度等经验数据。二者均是决定天麻生长的关键土壤因素。天麻为兰科草本植物,因此为了保持水土,需要从水土流失角度进行分析,土壤侵蚀是重要的水土流失指标,选择土壤侵蚀强度划定适宜区。此外,土地利用中一些建设用地、水体以及农田都较不宜转化为天麻种植区,因此需要剔除部分类型的地块。基于上述天麻生长的生态阈值,得出单一因子影响下的条件适宜性分布区域。条件适宜性分布区  $A_i = F[P_{\min}, P_{\max}]$ ;  $i$  表示生态环境因子,  $F$  为提取分析方法,  $P_{\min}$  和  $P_{\max}$  为阈值。

## 2 结果与分析

### 2.1 环境因子分析

**2.1.1 适宜性地形信息提取。**根据查阅的相关资料,相关学者对天麻适宜性高程进行过分析和研究,孙志国等<sup>[9]</sup>对德江天麻的调查发现,800~1 400 m 是其生长区域;研究表明贵州天麻的分布海拔一般为 1 000~1 200 m,乌天麻的分布在 1 500 m 以上的高海拔地区,红天麻主要生长在 1 000 m 左右的相对低海拔地区<sup>[3]</sup>。结合采样结果得出,贵州天麻分布海拔区间为 800~2 200 m,乌天麻在 1 500~2 000 m,因此将高程适宜区设定为 800~2 200 m。适宜的高程分布见图 1。

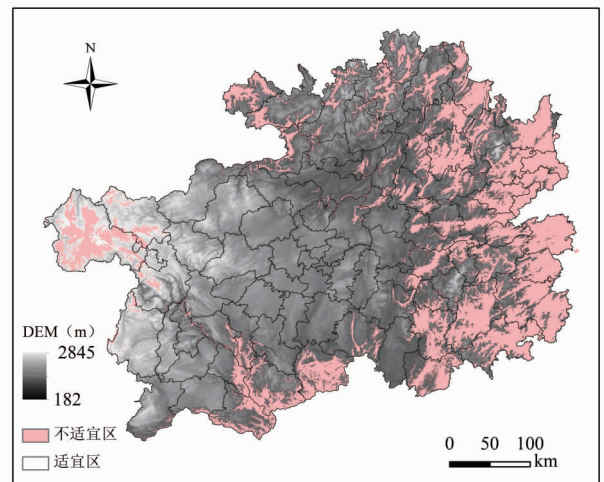


图 1 天麻种植的海拔条件生态适宜区划

Fig.1 Ecologically appropriate zoning of altitude conditions for *Gastrodia elata* planting

天麻种植的地形坡度不宜过大,以缓坡较适宜。研究(参考文献)显示,天麻的最佳坡度为 10°~15°,在喀斯特地貌特征下,为了最大化利用资源,选择坡度小于 20°的区域作为坡度条件适宜区(图 2),在该坡度下也能够保障日照条件。

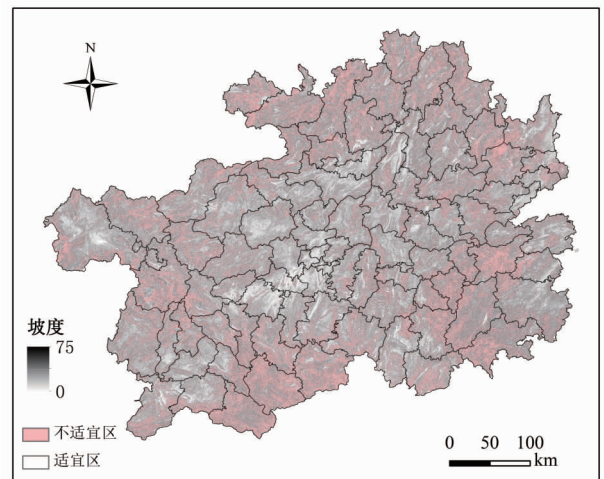


图 2 天麻种植的坡度条件生态适宜区划

Fig.2 Ecologically appropriate zoning of gradient condition for *Gastrodia elata* planting

通常情况下,山的阴坡与坡气温存在一定的差异,在栽培天麻时应根据当地的气候条件选择坡向。研究表明,天麻的生长对日照需求并不十分大,当海拔高于 1 500 m 时适合种植在阳坡,1 500 m 以下影响不大,因此,将 1 500 m 以上的阴坡剔除即可。地形综合适宜区见图 3。

**2.1.2 适宜性气候信息提取。**天麻的生长适宜温度为 20~25 °C,超过 30 °C 会受到抑制;温度低于 -4 °C 时,天麻易受到冻害死亡。基于此,天麻需要的有效积温一般为 3 800 °C,而 4 000 °C 以上时天麻的商品性更好。因此,选择 0 °C 以上积温大于 3 800 °C 区域(图 4)。

充沛的降水量是确保天麻高产的重要前提,野生天麻喜

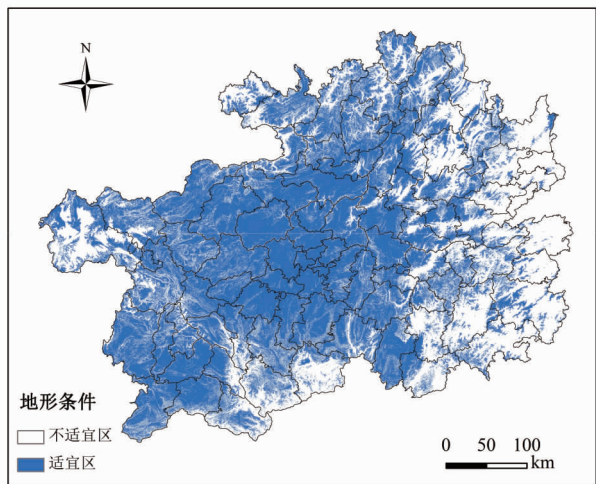


图3 天麻种植的地形条件生态适宜区划

Fig.3 Ecologically appropriate zoning of landform condition for *Gastrodia elata* planting

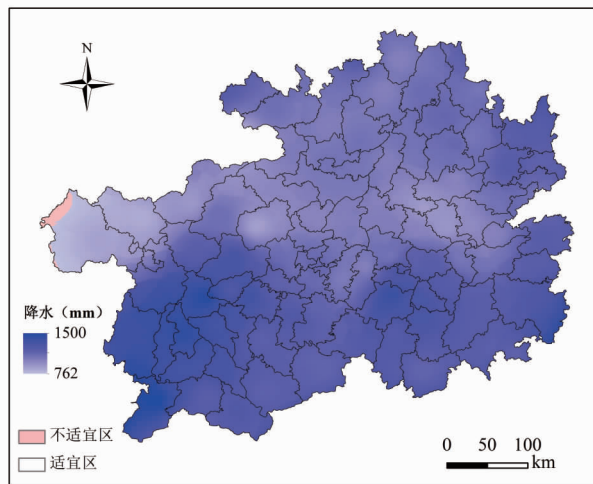


图5 天麻种植的降水条件生态适宜区划

Fig.5 Ecologically appropriate zoning of precipitation condition for *Gastrodia elata* planting

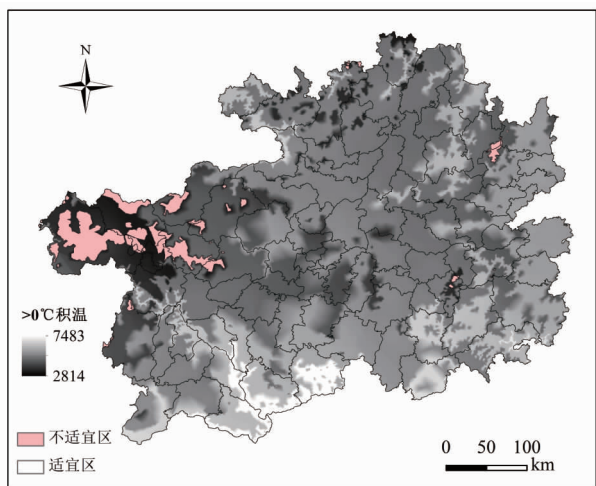


图4 天麻种植的温度条件生态适宜区划

Fig.4 Ecologically appropriate zoning of temperature condition for *Gastrodia elata* planting

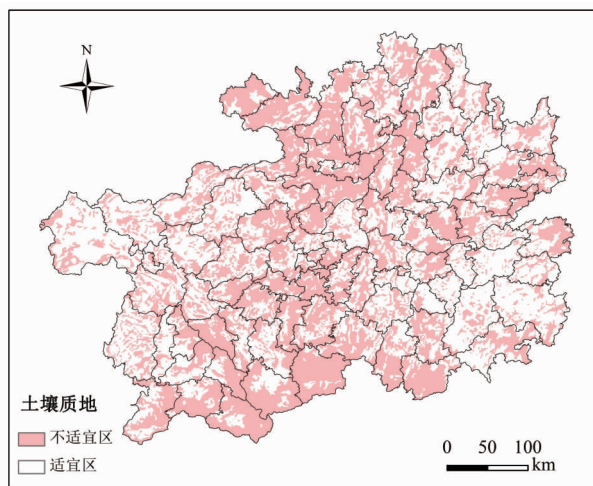


图6 天麻种植的土壤质地条件生态适宜区划

Fig.6 Ecologically appropriate zoning of soil texture condition for *Gastrodia elata* planting

欢生长在年降水量大于 1 000 mm 的湿润地区,800 mm 以下会影响生长,但雨水过多也会使天麻块茎腐烂,从而降低产量与品质。野外调研数据显示,贵州天麻现有种植区最大年降水量不超过 1 600 mm,设定多年平均降水量大于 800 mm 小于 1 600 mm 的区域为降水条件适宜区。从气候角度来看,贵州绝大多数地区都满足天麻种植的气候要求。综合各类气候因子和地形适宜区划,得到气候-地形的综合适宜性区划。

**2.1.3 适宜性土壤信息提取。**土壤是天麻生长发育的关键影响因素,天麻主要以块茎入药,喜生长在较疏松的壤土中,应选择土质疏松、质地均匀,排水、透气、保湿性良好的土壤,且砂性不能过大,以免缺水。因此,选择黏粒在 5%~25%、砂粒比例小于 80%的土壤作为土壤质地条件适宜区(图 6)。天麻适宜生长的土壤为棕壤、黄壤和黄棕壤。根据贵州省土壤类型分布(图 7),提取这 3 种土壤作为天麻的土壤类型条件适宜区。

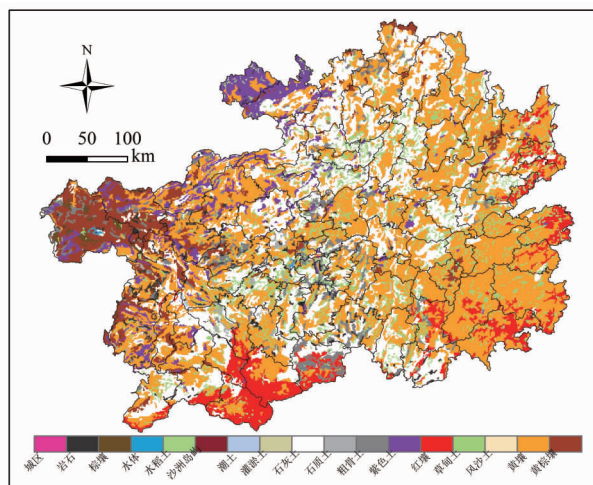


图7 贵州省土壤类型

Fig.7 Soil type of Guizhou Province

土壤侵蚀类型主要根据起主导作用的侵蚀外营力类型

与性质来划分,如水力、风力、冻融等。水力侵蚀是喀斯特地区土壤侵蚀的重要诱因。土壤侵蚀强度通过土壤侵蚀量和土壤容许流失量表示。地壳表层土壤在自然营力和人类活动综合作用下,单位面积和单位时段内被剥蚀并发生位移的土壤侵蚀量,以土壤侵蚀模数表示。土壤容许流失量是指在长时期内能保持土壤的肥力和维持土地生产力基本稳定的最大土壤流失量。为了保持水土,在水力侵蚀强烈的地区不建议种植天麻。选择平均侵蚀模数小于  $8\ 000\ t/(km^2 \cdot a)$  且平均流失厚度小于  $6\ mm/a$  的区域为适宜种植区。

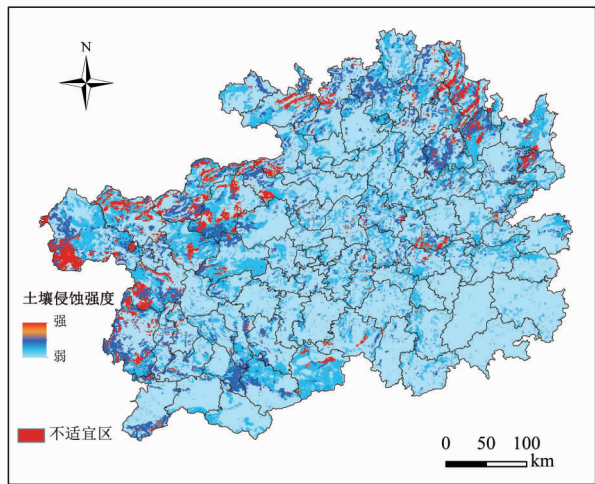


图 8 天麻种植的土壤侵蚀条件生态适宜区划

Fig.8 Ecologically appropriate zoning of soil erosion condition for *Gastrodia elata* planting

2.1.4 适宜性土地利用信息提取。土地利用排除建设用地和水体。有关研究表明,部分气候和地形适宜的未利用地可经过改造种植天麻,因此对其只考虑气候和地形的适宜性,结合保证基础农田的要求,选择林地、草地等区域(图 9)作为天麻适宜种植的土地利用条件适宜区。

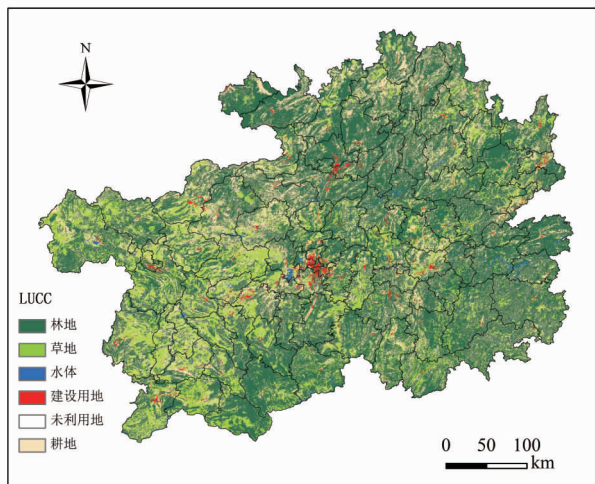


图 9 贵州省土地利用

Fig.9 Soil utilization of Guizhou Province

2.2 适宜性区划及种植潜力研究 结合适宜贵州天麻资源生长的地形、气候、土壤和土地利用数据,高程范围、坡度范围、坡向范围和积温、降水、植被、土壤等信息,借助空间分析

方法,得出贵州省天麻种植生态适宜区域(图 10)。

由图 10 可知,天麻生态适宜性分布区域在贵州省分布广泛,在黔西北形成集聚,大方、七星关、威宁、赫章、织金、龙里、普安、纳雍、金沙、黔西、水城、盘县、晴隆等地占比较大。

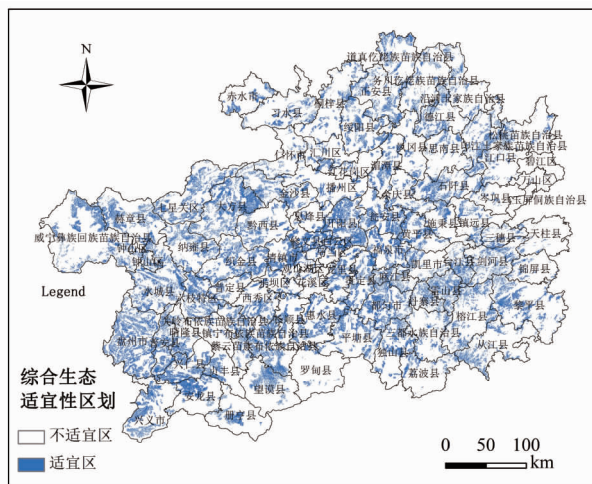


图 10 天麻种植的综合生态适宜性区划

Fig.10 Comprehensive ecologically appropriate zoning of *Gastrodia elata* planting

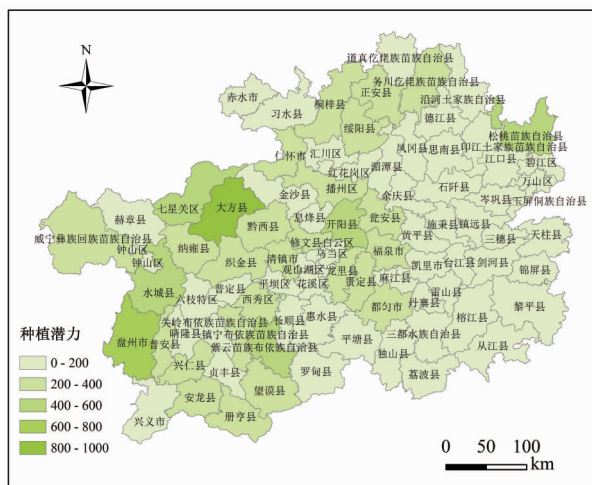


图 11 天麻种植的各县域种植潜力

Fig.11 Planting potential of different counties of *Gastrodia elata* planting

图 11 显示了各县种植潜力,即生态适宜区划中适合天麻种植的面积。其中大方县最具种植潜力,生态适宜区域面积达到  $975\ km^2$ 。整体上贵州省北部、西部各县种植潜力大于东南部,东南部主要受海拔的影响,中部主要受土壤和土地利用的影响,发展天麻种植相对潜力较小。

3 结语

研究利用空间信息技术,集成多源遥感和地理插值数据,分析了天麻种植的生态适宜性分布。研究结果在陈士林<sup>[4]</sup>研究的产地适宜度范围内,并细化了空间分布。基于空间信息法分析的天麻生长适宜性区划方法,在中药资源适宜性分布研究中是可行的,并可以推广应用。研究细化了分析 (下转第 236 页)

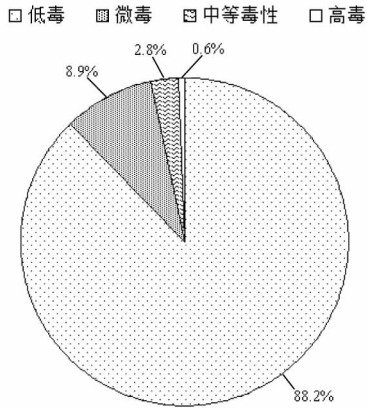


图3 我国番茄用登记农药的毒性类别和占比

Fig.3 Toxicity categories and proportion of registered pesticides of tomato in China

质量安全,建议农药管理部门适时调整农药在番茄用的登记品种结构,促进番茄登记农药多元化发展。

**2.2 传统剂型偏多,建议发展绿色环保农药剂型** 番茄用登记农药的剂型集中在传统剂型可湿性粉剂上,占登记农药剂型的43.9%。传统剂型虽然具有容易加工、生产装置简单等优点,但存在制剂施用量大、有效成分利用率低和施药易造成浪费等缺点<sup>[10]</sup>。而微乳剂、悬浮剂、水分散粒剂等剂型安全性较高、药效稳定、用药量相对较少、储存稳定性较好,同时生产成本较低<sup>[11]</sup>。近年来,我国登记农药环保型剂型的数量在逐年增加,剂型优化趋势显著,降低了对人畜和环境的影响<sup>[12]</sup>。建议加快推进番茄用水基化、无尘化、控释高效的农用剂型的研发,使农药剂型向增效缓释、安全的方向发展。

**2.3 生物农药登记较少,建议加强生物农药研发、完善相关登记制度** 目前,我国已登记注册仍在有效期内的生物农药产品约4 966个<sup>[13]</sup>,而番茄用登记生物农药的产品有46个,仅占番茄登记农药总数的3.5%,可见生物农药占比较低。生物农药具有自然降解快、对病虫害选择性强、对人畜毒性低等特点<sup>[14]</sup>。随着公众对绿色健康食品需求的增加和环境保护意识的增强,寻求高效、安全、环境兼容性好的生物农药是当前和今后发展的热点领域<sup>[13]</sup>。建议政府加大对生物农

药研发的投资力度,并制定适宜的政策法规,不断完善生物农药的登记管理制度。支持企业加大登记力度,对于现有的生物农药品种,没有在番茄用登记的,加紧在番茄用登记;已经在番茄用登记的,要增加防治对象。同时鼓励企事业单位研发新的生物农药品种和配套的使用技术。

### 3 小结

通过对我国番茄中的农药登记数量、类别、有效成分及防治对象、剂型、毒性等统计分析,发现目前我国番茄中登记农药存在产品种类不均衡、传统剂型偏多、登记产品中化学农药居多,生物农药登记较少等问题,建议不断优化番茄中农药登记产品结构,加强高效、低毒、对环境友好的绿色农药的研发和推广,完善农药登记相关管理制度,为番茄生产中农药合理使用和番茄产业健康发展保驾护航。

### 参考文献

- [1] 李晓源.关于“番茄”文献的研究[J].农业网络信息,2016(1):96-99.
- [2] 纪丽芳.蔬菜病虫害防治存在的问题及应对措施[J].农业与技术,2014,34(11):118.
- [3] 吴厚斌,杨锚,李友顺,等.2016年我国农药产品登记特点分析[J].中国植保导刊,2017,37(7):63-65.
- [4] 中华人民共和国农业农村部农药检定所.中国农药信息网[DB/OL].[2020-03-31].http://www.chinapesticide.org.cn/.
- [5] 牛建群,肖斌,吴亚玉.我国西瓜用农药登记现状及问题分析[J].农药科学与管理,2019,40(6):18-20.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.农药剂型名称及代码:GB/T 19378—2017[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [7] 徐登高,冯春刚.农药毒性分级及建议[J].植物医生,2015,28(3):35-37.
- [8] 帕孜来提·亚合甫.农药毒性分级管理分析[J].农业与技术,2016,36(6):17,76.
- [9] 罗雪婷,黄培鑫,吴迪,等.2015—2018年我国登记农药产品情况分析[J].安徽农业科学,2020,48(1):245-247.
- [10] 袁传卫,姜兴印.浅谈农药剂型的研究现状[J].世界农药,2013,35(5):54-58.
- [11] 张宏军,季颖,吴进龙,等.我国农药制剂最新登记情况分析[J].农药科学与管理,2018,39(6):11-15.
- [12] 白小宁,高万林,袁善奎,等.2018年及近年我国农药登记情况及特点分析[J].农药市场信息,2019(11):30-33.
- [13] 刘晓漫,曹勤程,王秋霞,等.我国生物农药的登记及推广应用现状[J].植物保护,2018,44(5):101-107.
- [14] 唐韵.我国生物农药新品种登记状况及其应用[J].农药市场信息,2017(6):29.
- [15] 刘大会,龚文玲,詹志来,等.天麻道地产区的形成与变迁[J].中国中药杂志,2017,42(18):3639-3644.
- [16] 江龙.贵州天麻生产现状与发展对策[J].热带农业工程,2019,43(1):27-29.
- [17] 陈士林.中国药材产地生态适宜性区划[M].北京:科学出版社,2011.
- [18] 石子为,马聪吉,康传志,等.基于空间分析的昭通天麻生态适宜性区划研究[J].中国中药杂志,2016,41(17):3155-3163.
- [19] 李顺会,申俊初,李婧,晴隆县天麻种植气候适宜性区划研究[J].现代农业科技,2020(12):89-90.
- [20] 康传志,王青青,周涛,等.贵州杜仲的生态适宜性区划分析[J].中药材,2014,37(5):760-766.
- [21] 任小巧,倪健,杜守颖,等.贵州中药产业发展现状及战略思考[J].中国中医药信息杂志,2016,41(17):1-4.
- [22] 孙志国,钟学斌,程东来,等.国家地理标志产品德江天麻的保护分析[J].江西农业学报,2010,22(1):189-192.
- [23] 杨岗.蒙经野生天麻的生态气候环境研究[J].安徽农业科学,2016,44(26):170-172.

(上接第233页)

的空间分辨,使得在30 m范围内可以更加准确地指导种植选址。空间分析发现,部分适宜区面积较大,例如东北部的松桃、黔北地区,但目前种植潜力尚未完全开发,这些适宜区的发现将为当地中药材种植产业结构调整提供依据,黔北地区的仁怀、习水等地也可结合当地白酒产业发展相关保健产品,进一步拓宽产业。近年来,基于GIS技术的中药材适宜性分析在第4次中药普查中广泛应用,随着遥感技术的发展,数据的空间分辨率不断提高,将更加精准地指导农业生产实践,为我国民族医药产业发展提供技术支持。

### 参考文献

- [1] 张进强,周涛,江维克,等.天麻种植生产的生态循环利用模式分析[J].中国中药杂志,2020,45(9):2036-2041.